



## **INFORME FINAL**

Evaluación hidroacústica del reclutamiento de  
anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2014

**FIP N° 2013-03 / Octubre, 2014**





## **INFORME FINAL**

Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2014

FIP N° 2013-03 / Octubre 2014

### **REQUIRENTE**

**CONSEJO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA**  
Presidente del Consejo de Investigación Pesquera  
**Raúl Súnico Galdames**

### **EJECUTOR**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP**

Director Ejecutivo (I) y  
Jefe División Investigación Pesquera  
**Jorge Castillo Pizarro**

### **JEFE DE PROYECTO**

José Córdova Masanés





**FIP N° 2013-03 / Octubre 2014**

**AUTORES**

*Evaluación acústica de la biomasa, abundancia, distribución espacial y caracterización de cardúmenes de anchoveta en la XV, I y II Regiones en la primavera de 2013:*

**José Córdova Masanés  
René Vargas Silva  
Víctor Catasti Barraza  
Francisco Leiva Dietz  
Carolina Lang Abarzúa**

*Condiciones hidrográficas, distribución y abundancia de feopigmentos en la XV, I y II Regiones durante la primavera de 2013*

**E. Milena Pizarro Revello  
Hernán Reyes Rivas  
Claudia Rozas Pérez  
Ursula Cifuentes Ojeda**

*Biología Pesquera de la anchoveta en la XV, I y II Regiones durante el período del reclutamiento. Primavera 2013*

**Bernardo Leiva Pérez**

*Edad y Crecimiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones en la primavera de 2013*

**Francisco Cerna Troncoso  
Amalia López Ahumada**

*Distribución espacial y modelamiento de la anchoveta con las condiciones oceanográficas en la XV, I y II Regiones durante la primavera de 2013.*

**Víctor Catasti Barraza  
Carolina Lang Abarzúa**

*Caracterización de la oferta ambiental de alimento, en la XV, I y II Regiones en la primavera de 2013: Componente fitoplanctónica (UNAP)*

**Liliana Herrera Campos  
Jeannelle Jaque Baginsky**

*Caracterización de la oferta ambiental de alimento, en la XV, I y II Regiones en la primavera de 2013: Componente zooplanctónica:*

**Vivian Valenzuela Cuevas  
Jorge Angulo Aros  
Juan Carlos Saavedra Nievas**

**COLABORADORES**

*Instituto de Fomento Pesquero*

**Carlos Concha Palza  
Eduardo Iribarra Riquelme  
Iván Toro Omar**

**Carlos Mendoza Valdebenito  
Guillermo Galindo Pérez  
Hernán Miles Urbina**

*Universidad Arturo Prat*  
**Paula Muñoz Lepe**



## I. RESUMEN EJECUTIVO

---

El presente informe contiene los resultados de la evaluación acústica de la biomasa, abundancia y distribución espacial; oferta ambiental de alimento y las condiciones oceanográficas físicas asociadas a la anchoveta entre la XV, I y II Regiones en la primavera del 2013. Los datos fueron recolectados a bordo del B/C “Abate Molina” entre el 27 de noviembre y el 23 de diciembre del año 2013. La zona de estudio se localizó entre Arica (18°25´S) y punta Colorada (24°40´S), donde se realizaron 39 transectas de prospección hidroacústica diurnas perpendiculares a la costa; 19 réplicas nocturnas; 98 estaciones oceanográficas y 44 lances de pesca a media agua. Entre el 9 y 11 de diciembre del 2013, se realizó el estudio del sesgo de orilla en la evaluación acústica entre punta de Lobos (21°00´S) y sur de caleta Paquica (22°00´S) a bordo de la LM Valencia, la cual efectuó la prospección acústica y las pescas de muestreo.

La captura total obtenida en los lances de identificación fue de 30.124,7 kg, compuesta principalmente de medusa en un 68,1% (20.552 kg) y de anchoveta con un 29,7% (8.940 kg), el 2,2% restante que equivale a 662,3 kg correspondió a un grupo de 13 especies entre las cuales se encuentran jurel, calamar, pampanito, mote, langostino pelágico y vinciguerría entre otras.

La abundancia total de anchoveta, incluyendo la franja costera cubierta por la lancha artesanal varió entre 7.529,2 millones de ejemplares ( $\pm 18,8\%$ ) y 7.573,2 millones de ejemplares ( $\pm 7,3\%$ ), según el método utilizado, siendo el mayor con el geoestadístico, habiendo una diferencia de solo 0,5% entre los valores más alto y bajo. De este total, el 13,9% correspondió a reclutas (<12 cm) (1.050,5 millones de ejemplares  $\pm 16,1\%$ ). La biomasa total de anchoveta varió entre 162.784 t ( $\pm 22,4\%$ ) y 163.859 t ( $\pm 8,2\%$ ) según el método aplicado, siendo el mayor con el

geoestadístico, el 2,8% de esta biomasa correspondió a la fracción juvenil con 4.576,4 t ( $\pm$  16,1%). El 51% de la abundancia estuvo al norte de caleta Paquica (21°50'S) y el 52,7% de la biomasa total de anchoveta se localizó de Mejillones al sur. El 64% de los reclutas de anchoveta (<12 cm.) en número y el 59% en peso se localizaron entre el sur de Pisagua (19°40'S) y caleta Paquica.

La estructura de tallas de anchoveta tuvo una distribución multimodal, con una moda centrada en 14,5 cm y secundarias de baja importancia porcentual, con un rango entre los 4,5 y 17,5 cm de longitud. El jurel se registró en un rango de talla desde 3 a 27 cm con una distribución bimodal con modas en 7 y 19 cm de LH.

Los resultados de la biomasa y abundancia totales de anchoveta, presentan decrementos de 45,2% en peso y en número respecto a las estimaciones del 2012 (299.520,5 t y 13.821,2 millones de ejemplares). La fracción reclutas en peso se reduce en 58,8% respecto al 2012 (11.109,7 t), pero en términos numéricos se redujo en 24,6% (1.393,9 millones de ejemplares), estando ambas fracciones entre los más bajos de la serie histórica desde 1997.

En este crucero la anchoveta se reportó en un área total de app. 2.841,2 mn<sup>2</sup>, con un índice de ocupación del 21% que es el más bajo entre el 2001 y 2013, evidenciando una cobertura reducida que explicaría la menor biomasa en la zona. Al igual que el año pasado, se mantiene el núcleo de alta densidad localizado frente a Antofagasta en las primeras 5 millas de la costa, en un área muy restringida de 102 mn<sup>2</sup>, con el 37% de biomasa total. A su vez la distribución batimétrica indica que el recurso se presentó entre los 6 y 31 metros, con una preferencia por los primeros 12 metros.

La abundancia total de anchoveta, se ubica como el valor más bajo de la serie desde 1997, mientras que la biomasa total supera levemente lo estimado el 2012

(162.323 t). La fracción reclutas, en términos de peso y número, corresponden a los mínimos históricos desde 1997, lo que junto a la situación registrada desde el 2011-2013 sugiere débiles reclutamientos de la especie en la zona de estudio.

El 54,2% de las anchovetas sexadas correspondieron a machos y el 45,8% a hembras. El IGS promedio fue 6,45% predominando los estados de madurez 2 (42,8%) y 3 (30,5%).

La abundancia de jurel varió entre 3.952,2 millones de ejemplares (conglomerado)  $\pm$  56,3% y 3.982,8 millones de ejemplares (geoestadístico)  $\pm$  43,2%, con un 100% de ejemplares BTML (26 cm). La biomasa de esta especie fluctuó entre 5.637,4 t  $\pm$  19,4% (bootstrap) y 5.894 t  $\pm$  23,3% (geoestadístico). El 99,3% de la abundancia y 72,5% de la biomasa total se localizó entre los paralelos 21°00´S (punta Lobos) y 24°20´S (punta Tres Picos), donde se registraron densidades medias de 6,2 x10<sup>6</sup> ind/mn<sup>2</sup> y 6,6 t/mn<sup>2</sup>

La abundancia de anchoveta por grupo de edad (GE), se caracterizó por la presencia de 4 GE (0 al III) con un predominio del GE I, que alcanzó una abundancia aproximada a los 3.989 millones de individuos, equivalente al 54% de la abundancia total. El reclutamiento, considerado como ejemplares del GE 0, disminuyó en 239 millones de ejemplares, respecto del mismo crucero del año anterior.

El análisis de las agregaciones de anchoveta diurnas y nocturnas muestran en el día cardúmenes de mayor densidad y más cercanos a la costa, evidenciando cambios espaciales y morfológicos asociados al proceso de alimentación nocturna del recurso. El número de cardúmenes nocturnos fue mayor y de menor tamaño, consistente con una disminución progresiva para ambos periodos observada en años anteriores.

Las condiciones oceanográficas locales en diciembre de 2013 observadas en el crucero RECLAN 1312 fueron normales, acopladas a condiciones regionales ENSO neutrales presentes en la región del Pacífico Tropical desde abril de 2012. La condición ENSO neutral observada a nivel regional desde abril de 2012 hasta mayo del 2014, es la más larga de la serie desde el año 2007. Durante el crucero, las surgencias más intensas se presentaron en el entorno de caleta Camarones, caleta Copaca, península de Mejillones y caleta Botija. El afloramiento costero, habitual en la zona, aportó al sector costero agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) lo que favoreció la producción fitoplanctónica con una alta biomasa pigmentaria que corresponde a las mayores concentraciones de clorofila en la zona. Altas concentraciones de clorofila *in situ* se midieron a lo largo de toda la costa, principalmente desde Arica a Pisagua y de Mejillones a punta Tres Pícos, donde la densidad de clorofila superficial e integrada fue máxima.

La abundancia del fitoplancton en el medio ambiente, como parte de la oferta de alimento para anchoveta, registró una leve disminución en la cantidad de representantes de diatomeas y flagelados asociados principalmente a un menor número de especies de los géneros *Chaetoceros* y *Ceratium*. Este año las diatomeas controlan las abundancias y patrones de distribución, reconociendo una mayor influencia de flagelados en la zona. La oferta de alimento fitoplanctónica estuvo constituida por cuatro especies de diatomeas; *Thalassiosira minuscula*, *Bacteriastrum delicatulum*, *Chaetoceros compressus* y *Leptocylindrus danicus*, sin registrar dominancia de *Thalassiosira minuscula* como el 2012. Entre los flagelados, la dominancia de *Ceratium furca* fue característica en la zona, de igual manera que la de *Prorocentrum gracile* y *P. micans*, al sur del área de estudio.

La abundancia zooplanctónica de la zona se incrementó en un 25% respecto del año 2012, manteniendo una alta concentración en el borde costero favorecido por

una permanente ocurrencia de surgencias, con un espectro de tamaño de partículas más amplio (0.25-20 mm) el 2012-2013, respecto al 2010-2011 (0.25-15 mm). La estructura general de la comunidad zooplanctónica se encontraba en fase inicial de la sucesión ecológica. La riqueza específica y la diversidad de tamaños, variaron entre Iquique y la península de Mejillones, lo que sugiere la presencia de un biotopo distinto en los distintos sectores, tal como se observó de mejillones al sur en los años 2010 y 2012.

El análisis SIG de las variables mostró mayores correlaciones de los adultos con el fitoplancton y las masas de agua AESS y ASAA. El modelo ajustado entre el Índice de Ocupación (IOC) de anchoveta adulta y el fitoplancton ( $R^2=0,75$  adultos y  $R^2=0,35$  reclutas), muestra una relación lineal positiva donde la abundancia del fitoplancton favorece la dispersión de anchoveta; en tanto que la densidad de anchoveta, presentó una asociación directa con el porcentaje de ASAA ( $r^2=0,40$  adultos y  $r^2=0,35$  reclutas).

## I. EXECUTIVE SUMMARY

---

This report contains the results of the acoustic assessment of biomass, abundance and spatial distribution; environmental food supply and the oceanographic conditions associated to anchovy in Regions XV, I and II in the spring of year 2013. The data was gathered on board Research and Oceanographic Vessel “Abate Molina” from November 27th to December 23rd, 2013. The research area extended from Arica (18°25´S) and Punta Colorada (24°40´S). Off this area, 39 daily hydroacoustic prospection transects were made perpendicular to the coast; 19 night replicates; 98 oceanographic sampling stations and 44 midwater trawl hauls. The shore bias in the acoustic assessment was carried out from December 9 - 11 of 2013, from Punta de Lobos (21°00´S) and south of Caleta Paquica (22°00´S) on board small fishing vessel “Valencia”. The same vessel was used to carry out the acoustic prospection study and take fish samples.

The total catch obtained in midwater identification trawl hauls was 30,124.7 kg, and was mainly comprised by jelly fish with 68.1% (20,552 kg) and anchovy with 29.7% (8,940 kg), and the remaining 2.2% with 662.3 kg accounted for a group of 13 species, such as Jack Mackerel, Squid, Pampanito, Mote, Pelagic Shrimp and Vinciguerra, among others.

The total abundance of Anchovy, including the coastline where small scale fishing boats operate, ranged from 7,529.2 million individuals ( $\pm 18.8\%$ ) and 7,573.2 million individuals ( $\pm 7.3\%$ ), depending on the method used. The highest level was obtained with the geostatistic method, revealing a mere 0.5% difference between the highest and lowest values. Out of this total, 13.9% accounted for recruits (<12 cm) (1,050.5 million individuals  $\pm 16.1\%$ ). The total biomass of anchovy ranged from 162,784 t ( $\pm 22.4\%$ ) to 163,859 t ( $\pm 8.2\%$ ) depending on the method used. The

highest result was obtained with the geostatistic method, 2.8% of this biomass accounted for the juvenile fraction with 4,576.4 t ( $\pm 16.1\%$ ). A 51% abundance was found north of Caleta Paquica (21°50'S) and 52.7% of the total biomass of Anchovy was detected south of Mejillones. 64% of Anchovy recruits (<12 cm.) in number and 59% in terms of weight, were found south of Pisagua (19°40'S) and Caleta Paquica.

The size structure of Anchovy displayed a multimodal distribution, with a mode set at 14.5 cm and a secondary mode of low importance, with a range from 4.5 – 17.5 cm length. Jack Mackerel recorded a length range from 3 - 27 cm with a bimodal distribution with modes at 7 and 19 cm FL.

Total biomass and abundance results for Anchovy display a 45.2% drop in weight and number with respect to estimations made in 2012 (299,520.5 t and 13,821.2 million individuals). The recruit fraction in weight exhibits a 58.8% drop compared to the year 2012 (11,109.7 t), but in terms of numbers, it displayed a 24.6% drop (1,393.9 million individuals). Both fractions are among the lowest of the historical series since 1997.

In this survey, the presence of Anchovy was detected in a total approximate area of 2,841.2 nm<sup>2</sup>, with a 21% occupation index, the lowest in the period 2001 - 2013, which is evidence of a reduced coverage that would explain the lower biomass level in the area. As in the previous year, the high density core remains off Antofagasta in the first 5 miles from the coast, in a very restricted area of 102 nm<sup>2</sup>, with 37 % of the total biomass. In turn, the bathymetric distribution indicates that the resource was present at depths ranging from 6 - 31 meters, exhibiting a preference for the first 12 meters.

The total abundance of Anchovy is ranked among the lowest of the series since 1997, while the total biomass slightly exceeds the estimations made in 2012 (162,323 t). The recruit fraction, in terms of weight and number, accounts for the minimum historical records in 1997, which in addition to the situation recorded since 2011-2013, suggests weak recruitments of the species in the research area.

54.2% of sexed anchovy accounted for males and 45.8% for females. The average GSI reached 6.45%, dominated by maturity status 2 (42.8%) and 3 (30.5%).

The abundance of Jack Mackerel varied from 3,952.2 million individuals (cluster)  $\pm$  56.3% and 3,982.8 million individuals (geostatistic)  $\pm$  43.2%, with 100% of individuals under minimum legal length (26 cm). The biomass of this species ranged from 5,637.4 t  $\pm$  19.4% (bootstrap) and 5,894 t  $\pm$  23.3% (geostatistic). 99.3% of abundance and 72.5% of total biomass was located between parallels 21°00'S (punta Lobos) and 24°20'S (punta Tres Picos), where average densities of  $6.2 \times 10^6$  ind/mn<sup>2</sup> and 6.6 t/mn<sup>2</sup> were recorded.

The abundance of anchovy by age group (AG), was characterized by the presence of AG 4 (0 - III) with a predominance of AG I, reaching an approximate abundance of 3,989 million individuals, equal to 54% of the total abundance. Recruitment, considered as individuals in AG 0, exhibited a decrease in 239 million individuals, compared to the same survey performed the previous year.

Daily and night aggregation analysis for Anchovy show higher densities closer the coast during the day, evidencing spatial and morphological changes associated to the resource's night feeding processes. The number of schools was higher at night, but smaller in terms of size, which is consistent with a continuous decrease in both periods observed in previous years.

Local oceanographic conditions observed in December 2013 during the RECLAN 1312 survey normal, coupled with neutral regional ENSO conditions present in the Tropical Pacific region since April of 2012. The neutral ENSO condition observed at the regional level from April of 2012 until May of 2014 is the longest of the series since the year 2007. During the survey, the most intensive upwellings were found in the area surrounding Caleta Camarones, Caleta Copaca, Peninsula Mejillones and caleta Botija. Coastal upwelling, which is common in the area, contributed Sub-surface Equatorial water (SSEW) to the sector, favoring phytoplankton production with a high pigmentary biomass as a result of higher concentrations of chlorophyll in the area. High concentrations of chlorophyll were measured *in situ* across the entire coast, mainly from Arica to Pisagua and from Mejillones to punta Tres Picos, where the density of surface and integrated chlorophyll reached a maximum level.

The abundance of phytoplankton in the environment, as part of the food supply for anchovy, recorded a slight drop in terms of the number of representatives of diatoms and flagellates, mainly associated to a lower number of species of the *Chaetoceros* and *Ceratium* genus. This year, diatoms dominated abundance and distribution patterns, and a higher influence of flagellates was found in the area. The supply of phytoplankton food sources was mainly comprised by four diatom species; *Thalassiosira minuscula*, *Bacteriastrum delicatulum*, *Chaetoceros compressus* and *Leptocylindrus danicus*. The dominance of *Thalassiosira minuscula* was not recorded as in 2012. Among flagellates, *Ceratium furca* typically dominated in this area, as well as *Prorocentrum gracile* and *P. micans*, south of the research area.

The abundance of zooplankton showed a 25% increase with respect to the year 2012, maintaining a high concentration along the shoreline, favored by permanent occurrence of upwellings, with a wider particle size spectrum (0.25-20 mm) in

period 2012-2013, compared to period 2010-2011 (0.25-15 mm). The general structure of the zooplankton community was undergoing the initial phase of ecological succession. The specific richness and diversity of lengths varied between Iquique and the Peninsula de Mejillones, suggesting the presence of a different biotype in the various sectors, as observed from Mejillones and southward in the years 2010 and 2012.

A GIS analysis of the variables showed higher correlations in adults between phytoplankton, ESSW and SAW. The adjusted model between the Occupation Index (OI) of adult anchovy and phytoplankton ( $R^2=0.75$  adults and  $R^2=0.35$  recruits), shows a positive linear relationship, where abundance of phytoplankton favors the dispersion of anchovy; whereas density of anchovy exhibited a direct association with the percentage of SAW ( $r^2=0.40$  adults and  $r^2=0.35$  recruits).

## II. ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>I. RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>1</b>
Executive summary .....	6
<b>II. ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>11</b>
<b>III. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS .....</b>	<b>17</b>
<b>IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>37</b>
1. Objetivo general .....	37
2. Objetivos específicos .....	37
<b>V. ANTECEDENTES .....</b>	<b>38</b>
<b>VI. METODOLOGÍA POR OBJETIVO .....</b>	<b>43</b>
1. Objetivo específico 1: <i>Estimar 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 y de otras especies de interés comercial y/o alta disponibilidad, que sean detectadas en el área</i> .....	44
1.1 Zona de estudio .....	44
1.2 Plan de muestreo acústico .....	44
1.3 Calibración del sistema acústico .....	45
1.3.1 Calibración electroacústica .....	45
1.3.2 Medición del TS <i>in situ</i> de anchoveta .....	45
1.4 Identificación de especies .....	47
1.4.1 Método acústico (Guzmán <i>et al.</i> , 1983) .....	48
1.4.2 Pescas de identificación .....	48
1.5 Procesamiento de la información acústica .....	49
1.6 Correcciones de la información acústica .....	50
1.6.1 Sesgo de orilla en la evaluación acústica de anchoveta .....	50
1.6.2 Zona muerta de superficie .....	53

1.7	Estimación de la abundancia y la biomasa .....	53
1.7.1	Estratificación de la estructura de tallas .....	53
1.7.2	Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) .....	54
1.7.3	Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa .....	57
1.7.4	Estimación del coeficiente de error (%) y Coeficiente de variación (CV) ....	62
2.	Objetivo específico 2: <i>Estimar la composición de talla, peso, edad, proporción sexual del stock de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad</i> .....	63
2.1	Determinación de la estructura de tallas y pesos de la anchoveta en la zona de estudio.....	63
2.1.1	Muestreo de las capturas de lances de mediagua.....	63
2.1.2	Estructura de tallas .....	64
2.1.3	Estimador de la composición en talla .....	65
2.1.4	Pesos medios a la talla.....	66
2.1.5	Expansión al área total .....	67
2.1.6	Relación longitud/peso .....	68
2.2	Descripción de los estadios de madurez de anchoveta .....	69
2.3	Índice gonadosomático.....	71
2.4	Proporción sexual .....	72
2.5	Estimación y composición de la edad de anchoveta .....	72
2.5.1	Estimación de la edad .....	72
2.5.2	Lectura de otolitos .....	73
2.5.3	Clave edad- talla y composición de la abundancia por edad .....	74
3.	Objetivo específico 3: <i>Determinar las áreas de reclutamiento principales de anchoveta y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando y relacionando además, las condiciones oceanográficas, meteorológicas y oferta ambiental del alimento predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluación</i> .....	<b>78</b>
3.1	Distribución espacial de los recursos .....	78
3.2	Caracterización de las condiciones hidrográficas y meteorológicas entre la XV y II Regiones durante la primavera del 2013.....	81
3.2.1	Recolección de muestras y registros de datos .....	81
3.2.2	Procesamiento de la información oceanográfica .....	83
3.2.3	Información satelital del periodo del crucero .....	88

3.2.4	Condiciones oceanográficas en el periodo 2002-2013 .....	90
3.2.5	Caracterización de la condición ambiental regional.....	90
3.3	Caracterización de la oferta ambiental de alimento predominante durante el crucero de primavera de 2013 .....	91
3.3.1	Componente fitoplanctónica .....	91
3.3.2	Componente zooplanctónica .....	93
3.4	Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables ambientales físicas y oferta de alimento .....	103
3.4.1	Análisis cartográfico entre la distribución de las variables oceanográficas y la especie .....	104
3.4.2	Modelamiento entre la densidad acústica de anchoveta y las condiciones ambientales .....	108
4.	Objetivo específico 4: <i>Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el área de estudio.</i> ....	110
4.1	Descriptorios de una agregación.....	110
4.2	Análisis de los datos .....	114
<b>VII.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>115</b>
1.	Determinar las condiciones hidrográficas y meteorológicas de la zona de estudio durante la primavera de 2013 (Obj. Específico 3) .....	115
1.1	Dinámica de los vientos.....	115
1.2	Temperatura .....	116
1.3	Salinidad .....	117
1.4	Densidad .....	118
1.5	Isoterma de 15°C .....	119
1.6	Oxígeno Disuelto .....	119
1.7	Profundidad de 1 mL/L de OD .....	120
1.8	Capa de mezcla.....	120
1.9	Termoclina.....	121
1.10	Verticales.....	123
1.10.1	Distribución vertical de temperatura .....	123
1.10.2	Distribución vertical de salinidad .....	123
1.10.3	Distribución vertical de densidad .....	124
1.10.4	Distribución vertical de OD .....	125
1.10.5	Masas de agua .....	126

1.11	Pigmentos.....	127
1.11.1	Clorofila y feopigmentos superficiales .....	127
1.11.2	Distribución integrada de clorofila-a y feopigmentos .....	128
1.11.3	Distribución vertical de clorofila-a y feopigmentos .....	130
1.12	TSM satelital.....	131
1.13	Anomalía de TSM satelital.....	132
1.14	Anomalía del nivel del mar y circulación geostrófica .....	132
1.15	Clorofila satelital .....	133
1.16	Condiciones oceanográficas periodo 2002-2013 .....	133
1.16.1	Condiciones regional en el periodo 2002-2013 .....	133
1.16.2	Serie anomalía de temperatura satelital .....	135
1.16.3	Serie de clorofila satelital.....	136
1.16.4	Oxígeno disuelto.....	138
2.	Determinación de la oferta ambiental de alimento entre la XV y II Regiones durante la primavera de 2013 (Objetivo Específico 3) .....	139
2.1	Componente Microfitoplanctónica.....	139
2.1.1	Análisis de la información .....	143
2.2	Componente Zooplanctónica.....	145
2.2.1	Composición y abundancia del macrozooplancton.....	145
2.2.2	Abundancia zooplanctónica total .....	147
2.2.3	Biomasa zooplanctónica.....	148
2.2.4	Estructura comunitaria .....	149
2.2.5	Análisis de las Clases de tamaño del mesozooplancton .....	152
2.2.6	Comparación de estructuras zooplanctónicas por zona .....	155
2.2.7	Comparación de estructuras para la zonificación latitudinal .....	156
3.	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 (Objetivo Específico 2) .....	157
3.1	Selectividad de la red de arrastre a media agua Engel, utilizada por el B/C Abate Molina .....	157
3.1.1	Comparación estructura de tallas de anchoveta entre cerco y arrastre .....	159
3.2	Resultado de los lances de pesca .....	160
3.2.1	Estructura de tallas de anchoveta .....	162
3.2.2	Estructura de tallas de jurel .....	168
3.2.3	Relación longitud-peso de anchoveta .....	169

3.2.4	Análisis de covarianza para la relación longitud-peso de anchoveta ....	171
3.2.5	Relación longitud-peso de jurel .....	171
3.2.6	Indicadores de madurez sexual de anchoveta en la primavera de 2013	172
3.3	Determinación de las estructuras de edad de anchoveta .....	180
3.3.1	Clave Edad Talla .....	180
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 y de otras especies de interés comercial y/o alta disponibilidad, que sean detectadas en el área (Obj. Específico 1) .....	181
4.1	Calibración hidroacústica .....	181
4.2	Calibración de la intensidad de blanco TS <i>in situ</i> de anchoveta .....	181
4.3	Determinación del sesgo de orilla en el crucero .....	182
4.3.1	Comparación de la información obtenida por el B/C Abate Molina y la L/M Valencia para RECLAN 1312.....	183
4.4	Estimación de la abundancia y biomasa de anchoveta y jurel .....	185
4.5	Precisión de los estimados de la abundancia y de la biomasa de anchoveta y jurel .....	186
4.6	Estructura de edad de la anchoveta .....	187
5.	Distribución espacial de los recursos (Obj. Específico 3) .....	188
5.1	Total de especies.....	188
5.2	Anchoveta.....	189
5.3	Jurel .....	190
5.4	Índice de Ocupación de la anchoveta (IOC) .....	191
5.5	Distribución batimétrica de la anchoveta.....	191
5.5.1	Análisis latitudinal de los predictores.....	191
6.	Relaciones entre la distribución espacial de la anchoveta y las variables ambientales físicas y oferta de alimento (Obj. Específico 3)	194
6.1	Distribución espacial de la anchoveta y su relación con las variables bio-oceanográficas, mediante Sistemas de Información Geográfico	194
6.1.1	Asociaciones entre la anchoveta y las variables ambientales y rangos preferentes .....	194
6.2	Modelamiento estadístico de la densidad de anchoveta y las condiciones ambientales .....	196

7.	Caracterizar y analizar las agregaciones de anchoveta (Obj. específico 4).....	198
7.1	Resultados generales agregaciones diurnas y nocturnas.....	199
7.1.1	Descriptores morfológicos .....	199
7.1.2	Descriptores batimétricos y distancia a la costa .....	200
7.1.3	Descriptores de energía .....	201
7.1.4	Valores promedio descriptores por rango de hora.....	202
7.1.5	Valores promedio descriptores agregaciones costeras y no costeras ..	204
7.2	Análisis de los componentes principales .....	205
7.2.1	Agregaciones diurnas .....	205
7.2.2	Agregaciones nocturnas .....	207
<b>VIII.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>209</b>
1.	Análisis de la hidrografía .....	209
2.	Oferta ambiental de alimento.....	216
3.	Biología pesquera.....	218
4.	Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta .....	221
5.	Distribución espacial y Centros de Gravedad de anchoveta en los Cruceros de verano (período 1996-2013) .....	223
6.	Relaciones entre la distribución y abundancia de anchoveta y las variables bio-oceanográficas .....	225
6.1	Análisis mediante SIG .....	225
6.2	Modelamiento GAM .....	227
7.	Variación interanual de descriptores de las agregaciones de anchoveta.	228
8.	Relación con otros estudios .....	230
9.	Período de ejecución del estudio. ....	231
<b>IX.</b>	<b>CONCLUSIONES -----</b>	<b>233</b>
<b>X.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----</b>	<b>239</b>

**FIGURAS**

**TABLAS**

**ANEXOS:**

- Anexo 1.** Reunión de coordinación y Taller de difusión resultados FIP N° 2013-03.
- Anexo 2.** Asignación de personal científico y técnico por objetivo y actividad FIP N° 2013-03.
- Anexo 3.** Respaldo audiovisual actividades Proyecto FIP N° 2013-03.

### III. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS

---

#### FIGURAS:

- Figura 1.** Estructura de talla mensuales en el periodo 2001-2013 (E: Enero; D: Diciembre) y capturas anuales de anchoveta entre 1986 y 2013 para las Regiones XV, I y II.
- Figura 2.** a) Distribución espacial de las transectas diurnas, b) localización de lances de pesca realizados por B/C Abate Molina (1-44), L/M Valencia (1-3) y c) distribución espacial de las transectas nocturnas y de las estaciones bio-oceanográficas, durante el crucero RECLAN 1312.
- Figura 3.** Otolitos de anchoveta en que se indica con flechas los anillos de crecimiento considerados para asignar edad. R=rostro; C=cauda; Ar=atrirrosto. 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.
- Figura 4.** Información del viento predominante medido cada una media hora sobre el trac de navegación: a) dirección e intensidad del viento menor a 5 m/s, b) dirección e intensidad del viento entre 5 y 10 m/s, c) índice de urgencia promedio por grado de latitud y d) índice de turbulencia promedio por grado de latitud. Crucero diciembre 2013.
- Figura 5.** Distribución superficial de a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (psi) y d) anomalía de salinidad (psi). Crucero diciembre 2013.
- Figura 6.** Distribución superficial de a) densidad (sigma-t) ( $\text{kg/m}^3$ ), b) profundidad de la isoterma de 15°C (m), c) anomalía de profundidad de la isoterma 15°C (m) y d) contenido de oxígeno disuelto (mL/L). Crucero diciembre 2013.
- Figura 7.** Distribución de a) 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, b) espesor de la capa de mezcla (m), c) espesor de la termoclina (m) y d) temperatura base de la termoclina (°C). Crucero diciembre 2013.

- Figura 8.** Distribución de a) Profundidad de la base de la termoclina (m), b) gradiente de temperatura promedio de la termoclina ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ), c) máximo gradiente de temperatura en la termoclina ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ) y d) profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m). Crucero diciembre 2013.
- Figura 9.** Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.
- Figura 10.** Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) de los primeros 100 m en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.
- Figura 11.** Distribución vertical de salinidad (psu) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013
- Figura 12.** Distribución vertical de salinidad de los primeros 100 m en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.
- Figura 13.** Distribución vertical de densidad ( $\sigma\text{-t}$ )( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.
- Figura 14.** Distribución vertical de densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) de los primeros 100 m en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.
- Figura 15.** Distribución vertical del contenido de oxígeno disuelto ( $\text{mL}/\text{L}$ ) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.
- Figura 16.** Distribución vertical del contenido de oxígeno disuelto ( $\text{mL}/\text{L}$ ) de los primeros 100 m en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.
- Figura 17.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subtropical (AST) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.
- Figura 18.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subtropical (AST) de los primeros 100 m en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.
- Figura 19.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subantártica (ASAA) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.

- Figura 20.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subantártica (ASAA) de los primeros 100 m en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.
- Figura 21.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.
- Figura 22.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) de los primeros 100 m en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.
- Figura 23.** Distribución de a) clorofila-a estimada superficial ( $\mu\text{g/l}$ ), b) feopigmento superficial ( $\mu\text{g/l}$ ), c) clorofila estimada integrada ( $\text{mg/m}^2$ ), y d) feopigmentos integrados ( $\text{mg/m}^2$ ). Crucero diciembre 2013.
- Figura 24.** Distribución vertical de clorofila-a estimada ( $\mu\text{g/L}$ ) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.
- Figura 25.** Distribución vertical de feopigmentos ( $\mu\text{g/l}$ ) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.
- Figura 26.** Promedios semanales de TSM satelital de la zona norte de Chile entre los días a) 25 a 2 de diciembre, b) 3 a 10 diciembre y c) 11 a 18 de diciembre del 2013 (Fuente: MODIS-A).
- Figura 27.** Anomalía de la temperatura superficial del mar ( $^{\circ}\text{C}$ ) de la imagen del satélite MODIS-A correspondiente al promedio del mes de diciembre del 2013 (promedio mensual del mes de diciembre de la serie 2002 a 2012).
- Figura 28.** Imágenes diarias de anomalía del nivel del mar y velocidades geostróficas (satelital) representativas del período del crucero en los días 3, 10 y 17 de diciembre del 2013 (Fuente: Aviso).
- Figura 29.** Clorofila-a ( $\mu\text{g/l}$ ) de imágenes de satélite MODIS-A, correspondiente a los promedios semanales calculados entre los días a) 25 de noviembre a 2 de diciembre, b) 3 a 10 diciembre y c) 11 a 18 de diciembre del 2013. (Fuente: MODIS-A).

- Figura 30.** a) Serie de tiempo del Índice Ecuatorial Multivariado (MEI) y b) serie de rangos de intensidad de los periodos cálidos y fríos asociados al valor MEI para el periodo Julio 2002 – febrero 2014. Fuente: NOAA (<http://www.cdc.noaa.gov/people/klaus.wolter/MEI/>). Se incluyen los momentos de realización de los cruceros RECLAN desde el año 2007.
- Figura 31.** Series de tiempo para el período julio 2002- febrero 2014 de a) rangos MEI y clasificación ENOS, b) MEI, c) promedio de ATSM (°C) entre las latitudes 18° a 26°S en el sector costero y oceánico. Promedio de ATSM (°C) al norte y sur de los 23°S sector d) costero y e) oceánico. Diagrama Hovmöller de ATSM f) costero y g) oceánico, para el área total, latitudes 18° a 26°S.
- Figura 32.** Series de tiempo para el período julio 2002- febrero 2014 a) rangos MEI y clasificación ENOS, b) MEI, y c) promedio de la concentración de clorofila satelital (µg/L) (cloas) entre las latitudes 18° a 26°S en el sector costero. Promedio de cloas (µg/L) al norte y sur de los 23°S en el sector d) costero y e) oceánico. Diagrama Hovmöller de cloas f) costero y g) oceánico, para el área total, latitudes 18° a 26°S.
- Figura 33.** Distribución horizontal de la abundancia de diatomeas (cél/mL) entre la superficie y 50 m de profundidad, durante diciembre de 2013.
- Figura 34.** Distribución vertical de la abundancia de diatomeas (cél/mL) entre los 19°00' y 21°40' de latitud sur, durante diciembre de 2013.
- Figura 35.** Distribución vertical de la abundancia de diatomeas (cél/ml) entre los 22°00' y 24°40' de latitud sur, durante diciembre de 2013.
- Figura 36.** Distribución horizontal de la abundancia de flagelados (cél/mL) entre la superficie y 10 m de profundidad, durante diciembre de 2013.
- Figura 37.** Distribución horizontal de la abundancia de flagelados (cél/mL) a 30 y 50 m de profundidad, durante diciembre de 2013.
- Figura 38.** Distribución vertical de la abundancia de flagelados (cél/mL) entre los 18°25' y 21°00' de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2012.
- Figura 39.** Distribución vertical de la abundancia de flagelados (cél/mL) entre los 23°00' y 24°00' de latitud sur, durante diciembre de 2012.

- Figura 40.** Distribución horizontal del espectro de tamaño ( $\mu\text{m}$ ) de diatomeas entre la superficie y 50 m de profundidad, durante diciembre de 2013.
- Figura 41.** Distribución horizontal del espectro de tamaño ( $\mu\text{m}$ ) de flagelados entre la superficie y 50 m de profundidad, durante diciembre de 2013.
- Figura 42.** Áreas de máxima abundancia fitoplanctónica definidas por los principales géneros y especies de diatomeas y flagelados (los valores corresponden al valor promedio de concentración celular integrada entre la superficie y los 10 m de profundidad).
- Figura 43.** Distribución y abundancia de: a) copépodos b) nauplis y c) larvas de crustáceos decápodos. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 44.** Valores promedios de la densidad de copépodos, Nauplis, larvas de crustáceos decápodos y de la abundancia zooplanctónica total. Crucero RECLAN periodo 2010-2013.
- Figura 45.** Distribución de la abundancia (a) y biomasa del zooplancton (b). Crucero RECLAN.1312.
- Figura 46.** Distribución interanual de los valores promedios por latitud del índice de riqueza específica de Margalef, obtenidos para la serie 2010-2013.
- Figura 47.** Gráficos de caja y bigotes de los índices comunitarios de: a) diversidad de Shannon y Weaver; b) Homogeneidad de Pielou, obtenidos para el área y periodos (2010-2013).
- Figura 48.** Distribución espacial de los valores los índices comunitarios: a) índice de riqueza específica de Margalef, b) índice diversidad de Shannon & Weaver y c) índice de riqueza uniformidad de Pielou. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 49.** Dendograma de asociación de grupos zooplanctónicos para análisis diferenciados por zona latitudinal. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 50.** Abundancia de los organismos zooplanctónicos ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ): a) Menores a 2,25 mm de longitud, b) Mayores a 2,25 mm de longitud. Crucero RECLAN 1312

- Figura 51.** Diagramas de caja y bigotes de las variables agrupadas por latitud: a) Riqueza espec3fica, b) Diversidad, c) Homogeneidad, d) Densidad de part3culas (R1), e) Densidad de part3culas (R2) y f) Pendiente, obtenidas en los an3lisis comunitarios y por tama1os del mesozooplancton. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 52.** Gr3ficas de los resultados derivados del an3lisis por componentes principales (ACP): A) Gr3fico de sedimentaci3n (Scree plot) y B) Gr3fico (biplot) de los componentes principales 1 y 2
- Figura 53.** Proporci3n de estaciones observadas por distancia a la costa y separadas por zona. Valores al interior de las barras y entre par3ntesis en el eje de las ordenadas corresponden a los tama1os de muestra Crucero RECLAN 1312.
- Figura 54.** Proporci3n del n3mero de taxas observadas por distancia a la costa y separadas por zona. Valores al interior de las barras y entre par3ntesis en el eje de las ordenadas corresponden al n3mero de taxas en millones. Crucero RECLAN 1312).
- Figura 55.** Porcentaje de estaciones y n3mero de taxas ( $\times 10^6$ ) respecto de la distancia a la costa y la zona. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 56.** Composici3n de la estructura zooplanct3nica seg3n zonificaci3n latitudinal y para el 3rea total, separados por el porcentaje de frecuencia relativa de cada grupo de taxa. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 57.** Composici3n de la estructura zooplanct3nica seg3n distancia a la costa y para el 3rea total, separados por el porcentaje de frecuencia relativa de cada grupo de taxa. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 58.** Estructura de tallas y ojivas de selectividad de anchoveta: a) Total de lances positivos de anchoveta flota cerquera XV a II Regi3n. Diciembre 2013 y b) Total de lances positivos de anchoveta con arrastre de media agua B/C Abate Molina. XV a II Reg., diciembre 2013.
- Figura 59.** Estructura de tallas y ojivas de selectividad de anchoveta. Lances con correspondencia temporal y espacial. Regiones XV a II, per3odo diciembre 2013: a) cerco y b) arrastre de mediagua.
- Figura 60.** Estructura de tallas de anchoveta para la zona total. Crucero RECLAN 1312.

- Figura 61.** Estructura de talla de anchoveta por zona. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 62.** Estructura de tallas para anchoveta en la Zona 1, lances 1, 3, 4, 6, 7, 8, 10 y 11 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 63.** Estructura de tallas para anchoveta en la Zona 2, lances 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19 y 21 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 1312
- Figura 64.** Estructura de tallas para anchoveta en la Zona 3, lances 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30 realizados por B/C Abate Molina y lances 1 y 2 por L/M Valencia. Crucero RECLAN1312.
- Figura 65.** Estructura de tallas para anchoveta en la Zona 4, lances 32, 33, 34, 35 y 36 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 66.** Estructura de tallas para anchoveta en la Zona 5, lances 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 y 44 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 67.** Estructura de tallas de jurel para la zona total. Crucero RECLAN 1312
- Figura 68.** Estructura de tallas para jurel en la Zona 1, lances 2, 3, 6 y 7 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 69.** Estructura de tallas para jurel en la Zona 2. Lances 22, 26, 29, 32, 33, 34, 40, y 43 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 70.** Relación longitud – peso establecida para anchoveta en cada subzona y en zona total. Crucero RECLAN 1312
- Figura 71.** Relación longitud – peso establecida para jurel. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 72.** Proporción de machos y de hembras del total de ejemplares sexuados de anchoveta para cada subzona y para el total de la zona. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 73.** Índice gonadosomático de anchoveta por sexo para cada subzona y para la zona total. Crucero RECLAN 1312.

- Figura 74.** Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo y total, zona total. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 75.** Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo y total, zona 1. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 76.** Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo y total, zona 2. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 77.** Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo y total, zona 3. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 78.** Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo y total, zona 4. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 79.** Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo y total, zona 5. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 80.** Índice gonadosomático (IGS) de anchoveta para cada subzona y zona total de estudio, en relación al estado de madurez sexual. Crucero RECLAN 1312
- Figura 81.** Frecuencia de talla (cm) y frecuencia de TS (dB) a) presencia de blanco en el rango de anchoveta b) ausencia de blanco en el rango de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 82.** Zona de estudio del sesgo de orilla, Crucero RECLAN 1312. En blanco zona común al B/C Abate Molina y L/M Valencia. En negro zona de orilla cubierta solo por la lancha artesanal.
- Figura 83.** Cobertura espacial de la prospección acústica realizada por el B/C Abate Molina y L/M Valencia en la zona de sesgo de orilla. Crucero RECLAN 1312
- Figura 84.** Zona cobertura espacial de la prospección acústica realizada por el B/C Abate Molina y L/M Valencia en la zona de sesgo de orilla. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 85.** Frecuencia acumulada de intensidad de muestreo y de energía acústica para las zonas con potencial riesgo de sesgo de orilla. Crucero RECLAN 1312.

- Figura 86.** Resultados del ANDEVA aplicado a los datos de  $s_A$  para anchoveta. Zona común para sesgo de orilla. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 87.** Intervalos de confianza para las medias ( $\alpha = 0,01$ ) de los datos acústicos de anchoveta provenientes del B/C Abate Molina y L/M Valencia en la zona común del sesgo de orilla. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 88.** Frecuencia acumulada de intensidad de muestreo y de energía acústica de anchoveta en la zona de sesgo de orilla para B/C Abate Molina y L/M Valencia. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 89.** Abundancia (millones) y Biomasa (t) de anchoveta por talla, subzona y total entre Arica y caleta Colorada. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 90.** Abundancia (millones) y Biomasa (t) de jurel a la talla, subzona y total entre Arica y caleta Colorada (24°40´S). Crucero RECLAN 1312.
- Figura 91.** Composición de captura en número por grupo de edad de anchoveta Cruceros de evaluación hidroacústica Zona Norte (XV, I y II región).
- Figura 92.** Distribución espacial de la densidad acústica ( $t/mn^2$ ) de a) anchoveta y b) jurel en el crucero RECLAN 1312.
- Figura 93.** Semi variogramas estandarizados de anchoveta por subzona. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 94.** Semi variogramas estandarizados de jurel por subzona. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 95.** Índices de ocupación (IOC) de las distribuciones de anchoveta. Período 1996-2014.
- Figura 96.** Distribución batimétrica de la anchoveta. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 97.** Box plot de las variables  $s_A$  ( $m^2/mn^2$ ), distancia a la costa (mn), temperatura ( $^{\circ}C$ ), gradiente térmico ( $^{\circ}C/m$ ), salinidad, densidad ( $\sigma-t$ ), oxígeno (ml/l), gradiente oxígeno (ml/l/m), relacionadas con anchoveta. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 98.** Box plot de las variables clorofila ( $mg/m^3$ ), gradiente clorofila ( $mg/m^3/m$ ), zooplancton ( $ind/m^3$ ), fitoplancton (cél/ml), AST (%),

ASAA (%) y AESS (%) relacionadas con anchoveta. Crucero RECLAN 1312.

**Figura 99.** Distribución espacial de los adultos y reclutas de anchoveta y de las variables bio-oceanográficas. Crucero RECLAN 1312.

**Figura 100.** Frecuencia acumulada y rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación a las variables bio-oceanográficas. Crucero RECLAN 1312.

**Figura 101.** Frecuencia acumulada y rangos de preferencia de reclutas de anchoveta en relación a las variables bio-oceanográficas. Crucero RECLAN 1312.

**Figura 102.** Efectos de los predictores gradiente térmico (gtem), fitoplancton (fito), distancia a la costa (dcost), oxígeno (oxi), gradiente oxígeno (goxi), gradiente cloa-a (gcloa), AST y zooplancton (zoo), sobre el logaritmo de la densidad de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess

**Figura 103.** Efectos de los predictores Profundidad media de las agregaciones (zmed), salinidad (sal), clorofila (cloa), latitud (lat) y AESS, sobre el logaritmo de la densidad de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.

**Figura 104.** Valores promedio e Intervalo de confianza del largo, alto y elongación de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.

**Figura 105.** Valores promedio e Intervalo de confianza del perímetro, área y dimensión fractal de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.

**Figura 106.** Valores promedio e Intervalo de confianza de la profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.

**Figura 107.** Valores promedio e Intervalo de confianza de la distancia a la costa, energía retrodispersada ( $s_A$ ) y densidad acústica de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.

- Figura 108.** Promedio del largo, alto y elongación de agregaciones por rango de hora.
- Figura 109.** Promedio del perímetro, área y dimensión fractal por rango de hora.
- Figura 110.** Promedio de la profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura por rango de hora.
- Figura 111.** Promedio de la distancia a la costa, energía retrodispersada y densidad de agregaciones por rango de hora
- Figura 112.** Promedio de largo, alto y elongación de agregaciones según distancia a la costa y crucero, condición diurna.
- Figura 113.** Promedio de perímetro, área y dimensión fractal según distancia a la costa y crucero, condición diurna y nocturna.
- Figura 114.** Promedio profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según distancia a la costa y crucero, condición diurna y nocturna.
- Figura 115.** Promedio  $s_A$  y de densidad de agregaciones según distancia a la costa y crucero, condición diurna y nocturna.
- Figura 116.** Factor de condición (FC) promedio de anchoveta. Cruceros RECLAN diciembre. 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013. XV, I y II Regiones.
- Figura 117.** Factor de condición (FC) promedio de anchoveta por talla. Cruceros RECLAN diciembre 2010, 2011, 2012 y 2013. XV, I y II Regiones.
- Figura 118.** Abundancia (millones) y biomasa (t) de anchoveta total y reclutas (<12 cm.) por años, y estructura de tallas entre Arica y punta Buitre en la primavera- verano del periodo 1996-2013. Se indica el promedio de las abundancias y biomاسas totales para los periodos 1996-2002 y 2007-2013.
- Figura 119.** Distribución espacial de las distribuciones de anchoveta en la zona norte de Chile a) total, b) Adultos y c) Reclutas.

- Figura 120.** Rangos de distribución históricos respecto de la temperatura de a) adultos y b) reclutas de anchoveta.
- Figura 121.** Rangos de distribución históricos respecto de la salinidad de a) adultos y b) reclutas de anchoveta.
- Figura 122.** Localización de los centros de gravedad históricos de las distribuciones de a) adultos y b) reclutas.
- Figura 123.** a) Índice de ocupación de anchoveta en función del fitoplancton y b) Promedio  $s_A$  en función del porcentaje de masa de agua ASAA. Período 1996-2014.
- Figura 124.** Valores promedio del largo, alto y elongación para anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 125.** Valores promedio del perímetro, área y dimensión fractal para anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 126.** Valores promedio de la profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura para anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 127.** Valores promedio de la energía retrodispersada  $s_A$ , y densidad para anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN 1312.
- Figura 128.** Valores promedio de la distancia a la costa y número de observaciones para anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN 1312.

**TABLAS:**

- Tabla 1.** Categorías por densidad.
- Tabla 2.** Valores de primavera de los pares T-S de las aguas tipo, utilizados en los triángulos de mezcla.
- Tabla 3.** Fechas de los cruceros RECLAN realizados en la XV, I y II Región, fase MEI y efecto en la zona de estudio.
- Tabla 4.** Localidades donde se presentaron focos superficiales de concentración <5 mL/L en los cruceros RECLAN XV- I-II, periodo 2007 - 2013.
- Tabla 5.** Abundancia máxima (cél/mL) y rango de tamaño ( $\mu\text{m}$ ) de los géneros y especies de diatomeas identificadas durante el crucero de diciembre de 2013. (S): diatomeas solitarias, (C): diatomeas en cadena.
- Tabla 6.** Abundancia máxima (cél/mL) y rango de tamaño ( $\mu\text{m}$ ) de los géneros y especies de flagelados identificados durante el crucero de diciembre de 2013. (T): flagelados tecados, (A): flagelados atecados.
- Tabla 7.** Abundancia celular integrada (cél/mL) y aporte porcentual (%) de diatomeas (DIATO) y flagelados (FLAGE). DDC: distancia de la costa (mn).
- Tabla 8.** Tamaño promedio ( $\mu\text{m}$ ) de diatomeas (T-DIATO) y flagelados (T-FLAGE). DDC: distancia de la costa (mn).
- Tabla 9.** Aporte porcentual (%) por transecta (T) e inter-transecta (IT) de los géneros y especies de diatomeas que exhibieron las mayores abundancias. *A. glacialis*: *Asterionellopsis glacialis*, *B. delicatulum*: *Bacteriastrum delicatulum*, *G. striata*: *Guinardia striata*.
- Tabla 10.** Aporte porcentual (%) por transecta (T) e inter-transecta (IT) de los géneros y especies de flagelados que exhibieron las mayores abundancias. (*D. fibula*: *Dictyocha fibula*.)
- Tabla 11.** Resultados del análisis comparativo entre la abundancia y tamaño del fitoplancton obtenidos durante el crucero de diciembre de 2013 y

durante los cruceros realizados entre 2007 y 2011. *K*: estadístico de Kruskal-Wallis.

- Tabla 12.** Valores numéricos correspondientes a los grupos zooplanctónicos analizados entre 1 y 20 mn. Total: número total de individuos; N°est (+): estaciones positivas; MIN: mínimo; MAX: máximo; Media (t): promedio por estaciones totales; STD: desviación estándar; % FO: % de la frecuencia de ocurrencia, % DN: % de la dominancia numérica y CV: coeficiente de variación.
- Tabla 13.** Resultado de la Prueba de Kruskal-Wallis. Los valores significativos se indican en negrita (valor  $p < 0,05$ ).
- Tabla 14.** Grados de asociación entre pares de grupos zooplanctónicos en relación a la zona latitudinal y distancia de la costa.
- Tabla 15.** Número estaciones, especies y ejemplares para las tres zonas definidas en función a la distancia a la costa.
- Tabla 16.** Porcentaje de ejemplares por grupo zooplanctónico, según distancia a la costa y zona latitudinal.
- Tabla 17.** Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor  $p$  para el análisis por zona y distancia a la costa.
- Tabla 18.** Lances de Flota Cerquera (Proy. Seguimiento 2013. Principales Pesquerías Nacionales-Pelágicas Zona Norte), usados para comparar estructura de talla de las capturas de anchoveta con la estructura obtenida en B/C Abate Molina en diciembre 2013.
- Tabla 19.** Lances correspondientes espacio/temporal de arrastre (B/C Abate Molina Crucero RECLAN 1312) y lances de cerco (Flota cerquera. Proyecto Seguimiento 2013. Principales. Pesquerías Nacionales-Pelágicas Zona Norte) utilizados para comparar estructura de tallas de las capturas de anchoveta.
- Tabla 20.** Tallas al 25, 50 y 75% de anchoveta capturadas con redes de cerco de la flota y arrastre a media agua del B/C Abate Molina: a) todos los lances de ambos artes de pesca y b) lances correspondientes espacio/temporal.
- Tabla 21.** Resumen operacional y capturas realizadas por el B/C Abate Molina y L/M Valencia. Crucero RECLAN1312.

- Tabla 22.** Captura (kg) por especie y total realizada por el B/C Abate Molina con red de arrastre de media agua y L/M Valencia con arte de cerco. Crucero RECLAN1312.
- Tabla 23.** Lances con capturas de jurel, peso y longitud promedio de los individuos para la zona total. Porcentaje, peso promedio y talla promedio de reclutas para el total de la zona. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 24.** Límite de las zonas establecidas según la estratificación de tallas para anchoveta, lances de pesca asignados, captura (kg) de anchoveta por zona y porcentaje de la zona respecto del total capturado B/C Abate Molina y L/M Valencia. Crucero Reclan1312.
- Tabla 25.** Porcentaje de reclutas de anchoveta por zona, talla media y peso medio de reclutas por zona. Crucero RECLAN1312.
- Tabla 26.** Comparación de la estructura de talla entre todas las zonas establecidas para anchoveta, mediante la dójima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 27.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta de B/C Abate Molina y L/M Valencia, mediante la dójima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 28.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta. Zona 1, mediante la dójima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 29.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta. Zona 2, mediante la dójima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 30.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta. Zona 3, mediante la dójima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 31.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta. Zona 4, mediante la dójima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.

- Tabla 32.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta. Zona 5, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 33.** Comparación de la estructura de talla entre lances para jurel. Zona Total, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 34.** Parámetros de la relación longitud-peso de anchoveta, obtenidos a través del ajuste de una regresión lineal y de una regresión no lineal para cada zona y zona total. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 35.** Análisis de varianza para la comparación de la relación longitud-peso de anchoveta por zona. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 36.** Análisis de varianza de la relación longitud-peso de anchoveta para las zonas y total. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 37.** Comparación de pesos de anchoveta entre diferentes modelos. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 38.** Test Tukey para comparación de pendientes de la relación longitud-peso de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 39.** Parámetros de la relación longitud-peso de jurel, obtenidos a través del ajuste de una regresión lineal para la zona total. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 40.** Análisis de varianza de la relación longitud-peso de jurel para la zona total. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 41.** Clave edad-talla de anchoveta para la zona norte (Arica-Antofagasta). RECLAN 1312. DICIEMBRE 2013.
- Tabla 42.** Varianzas de la clave edad-talla de anchoveta para la zona norte (Arica-Antofagasta). RECLAN1312, DICIEMBRE 2013.
- Tabla 43.** Calibración de los ecosondas (EK-60) a diferentes frecuencias y tamaño de pulso ( $\mu s$ ) del B/C Abate Molina desde el 2008 y portátiles instalados en la lancha L/M Valencia).

- Tabla 44.** Lances y estaciones de TS realizados durante crucero RECLAN 152 1312.
- Tabla 45.** Regla de decisión (P) para determinar zonas con posible sesgo de orilla para anchoveta durante el crucero RECLAN 1312. Donde  $\Delta x$  está dado por la distancia de costa donde se produce el cambio de pendiente de la curva de Suma acumulada de  $s_A$ ,  $m_{s_A}$  es la pendiente de la misma curva a la distancia  $\Delta x$ ,  $m_{u_{BM}}$  es la pendiente de la curva de frecuencia acumulada de  $u_{BM}$  a la distancia  $\Delta x$  y P es el cociente entre  $m_{s_A}$  y  $m_{u_{BM}}$  ..
- Tabla 46.** Estadística descriptiva (a) y resultados de significancia del ANOVA (b) para anchoveta en la zona común para B/C Abate Molina y L/M Valencia. RECLAN 1312.
- Tabla 47.** Resultado test Kolmogorov-Smirnov para anchoveta en la zona común para B/C Abate Molina y L/M Valencia. RECLAN 1312.
- Tabla 48.** Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S). Método Conglomerados y Estratos Agrupados. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 49.** Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S), Método Bootstrap y Geoestadístico. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 50.** Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S). Método Conglomerados y Estratos agrupados. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 51.** Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S), Método Bootstrap y Geoestadístico. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 52.** Abundancia (millones de ejemplares) de jurel por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S). Métodos Conglomerados y Estratos Agrupados, Método Bootstrap y Método Geoestadístico. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 53.** Biomasa (toneladas) de jurel por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S). Métodos Conglomerados y Estratos

Agrupados, Método Bootstrap y Método Geoestadístico Crucero RECLAN-1312.

- Tabla 54.** Varianza de la Abundancia de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S), Método Conglomerados y Estratos Agrupados. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 55.** Varianza de la Abundancia de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S), Método Bootstrap y Geoestadístico. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 56.** Varianza de la Biomasa de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S), Método Conglomerados y Estratos Agrupados. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 57.** Varianza de la Biomasa de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S), Método Bootstrap y Geoestadístico. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 58.** Varianza de la Abundancia de jurel por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S). Método Conglomerados, Método Estratos Agrupados, Método Bootstrap y Método Geoestadístico. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 59.** Varianza de la Biomasa de jurel por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S). Método Conglomerados, Método Estratos Agrupados, Método Bootstrap y Método Geoestadístico. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 60.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Geoestadístico. Crucero RECLAN-1312, Diciembre 2013.
- Tabla 61.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Bootstrap. Crucero RECLAN-1312, Diciembre 2013.
- Tabla 62.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Hansen. Crucero RECLAN-1312, Diciembre 2013.

- Tabla 63.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Kish. Crucero RECLAN-1212, Diciembre 2013.
- Tabla 64.** Parámetros de modelos de variogramas ajustados por especie y zona. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 65.** Índices de ocupación totales (N° pixeles por categorías/N° pixeles totales).
- Tabla 66.** Coeficientes  $V(Cramer)$  de Cramer de la distribución de anchoveta, respecto de las variables ambientales en la CMFC. Crucero RECLAN 1213.
- Tabla 67.** 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 68.** Valores promedios, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones diurnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 69.** Valores promedios, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones nocturnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 70.** Resultados ANDEVA para descriptores Crucero RECLAN 1312, factor día-noche.
- Tabla 71.** Resultados ANDEVA para descriptores diurnos. Crucero RECLAN 1312, factor: agregaciones costeras-agregaciones no costeras.
- Tabla 72.** Resultados ANDEVA para descriptores nocturnos Crucero RECLAN 1312, factor: agregaciones costeras-agregaciones no costeras.
- Tabla 73.** Matriz de correlaciones entre las variables originales, agregaciones diurnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 74.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes, agregaciones diurnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.

- Tabla 75.** Matriz de correlaciones entre las variables originales y los componentes principales, agregaciones diurnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 76.** Matriz de correlaciones entre las variables originales, agregaciones nocturnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 77.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes, agregaciones nocturnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 78.** Matriz de correlaciones entre las variables originales y los componentes principales, agregaciones nocturnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.
- Tabla 79.** Valores promedios de los descriptores por año para anchoveta, caso diurno y nocturno, serie 2007-2013.

#### **ANEXOS:**

- Anexo 1.** Reunión de coordinación y Taller de difusión de resultados del proyecto FIP N° 2013-03.
- Anexo 2.** Asignación de personal científico y técnico por objetivo y actividad FIP N° 2013-03.
- Anexo 3.** Respaldo audiovisual actividades Proyecto FIP N° 2013-03.

## **IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

---

### **1. Objetivo general**

**Evaluar el stock juvenil del recurso anchoveta, a trav3s del m3todo hidroac3stico, existente en el 3rea comprendida entre la XV y II Regiones, y caracterizar el proceso de reclutamiento de la especie en el 3rea de estudio.**

### **2 Objetivos espec3ficos**

- 1) Estimar la abundancia (en n3mero) y la biomasa (en peso) de la fracci3n juvenil de anchoveta que se incorporan en el per3odo de m3ximo reclutamiento a la pesquer3a.
- 2) Estimar la composici3n de talla, peso, edad y proporci3n sexual del stock de anchoveta en el 3rea de estudio y elaborar las respectivas claves talla – edad.
- 3) Determinar las 3reas de reclutamiento principales y analizar su distribuci3n y abundancia latitudinal y batim3trica, caracterizando y relacionando, adem3s, las condiciones oceanogr3ficas, meteorol3gicas y oferta ambiental de alimento predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluaci3n.
- 4) Caracterizar y analizar las agregaciones de los recursos anchoveta en el 3rea de estudio.

## V. ANTECEDENTES

---

La pesquería de cerco de anchoveta (*Engraulis ringens*) desarrollada entre las Regiones de Arica-Parinacota a Antofagasta presenta importantes fluctuaciones interanuales, con mínimos en 1998 (135.000 t); 2001 (668.001 t); 2003 (425.158 t) y máximos entre 1,16 millones de toneladas el 2000 y 1,4 millones de toneladas el 2004 y un máximo histórico de 2 millones de toneladas en 1994. Sin embargo, a partir del año 2006 los máximos se han reducido llegando solamente a 770 mil t el 2007 y 958 mil t el 2011 (**Figura 1**).

Esta variabilidad interanual en las capturas se asocia con pulsos de reclutamiento, que pueden tener importantes fluctuaciones dependiendo en gran medida de factores ambientales. Este efecto modulador del ambiente en la abundancia, distribución espacial, niveles de agregación, éxito del desove, reclutamiento y rendimiento pesquero de la anchoveta se ha evidenciado en los máximos históricos de la pesquería entre la XV y IV Región en los años 1994 y 1995, por efecto de las condiciones cálidas ó el importante incremento de la disponibilidad en la III-IV Región en 1998 que se reflejó en el aumento relativo de 68,6% de las capturas respecto a 1997, debido a El Niño 1997-98. Las condiciones frías tipo La Niña, generalmente producen una dispersión en la distribución espacial, reduciendo los rendimientos pesqueros.

Desde el punto de vista de su biología reproductiva, la anchoveta presenta desoves fraccionados centrados principalmente entre julio y septiembre, y reclutándose a la pesquería los ejemplares con longitud total entre 6 y 12 cm en las estaciones cálidas, entre noviembre y marzo, siendo calificados como prereclutas aquellos individuos con tallas menores a los 6 cm y como reclutados a

aquellos con una longitud superior a los 12 cm (Fisher, 1958; Einarsson y Rojas de Mendiola, 1963; Martínez *et al*, 2007).

El comportamiento reproductivo de la anchoveta en la zona norte, también ha presentado algunos cambios en los últimos años, modificándose la estacionalidad y la extensión del desove y que han repercutido en los reclutamientos. En este sentido es posible identificar tres periodos: el primero antes de 1993; entre 1999-2001 y a partir del 2002. En efecto, en el periodo 1987-93 el desove se caracterizaba por su notable estacionalidad con máximos entre julio y septiembre, centrados en agosto y mínimos entre marzo y mayo, centrado en abril, con reducciones discretas, entre octubre y diciembre que no alcanzaban al mínimo. Entre 1999-2001 la estacionalidad se mantuvo, pero incrementándose los valores de los indicadores en el periodo mínimo de otoño, reduciéndose las diferencias entre los máximos y mínimos. A partir del 2002 se presenta una notable reducción en la extensión temporal del máximo del desove, ciñéndose en forma importante sólo a los meses de invierno, entre julio y septiembre. Entre 2005–2006 y 2008-2009, nuevamente se verifica un incremento del desove en la primavera, sugiriendo un desove casi permanente en el segundo semestre. En todos los casos se mantiene la estacionalidad de agosto, no obstante los cambios registrados en los otoños (mínimos) o primaveras (intermedio) (Böhm *et al.*, 2011).

Dada la estacionalidad del proceso reproductivo de la anchoveta, el reclutamiento se produce entre noviembre y febrero, con una notable 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 y algunas alteraciones en el patrón temporal entre 2002 y 2006, respecto al que podría considerarse típico, tendiendo a desaparecer en la primavera e intensificándose en la segunda mitad del verano. Situación que tendió

a retornar al patrón histórico a finales del 2006, con un incremento importante de la presencia de peces juveniles (<12 cm) en las capturas de la flota cerquera entre noviembre y diciembre y una declinación hacia febrero del 2007. En el 2009 es posible apreciar que se registró la presencia de los juveniles prácticamente durante todo el segundo semestre.

Las prospecciones acústicas realizadas en el norte grande de Chile (Castillo *et al.*, 1993; Braun *et al.*, 1994) han permitido establecer que la anchoveta, en general, se distribuye principalmente en las cercanías de la costa, llegando ocasionalmente en los inviernos hasta las 60 mn. En los períodos estivales en que se presenta el reclutamiento, esta especie incrementa su presencia y densidad en áreas costeras concentrándose las mayores densidades principalmente en una franja que llega hasta las 3 mn de la costa, situación que se vincula a la influencia de las intensas gradientes térmicas y salinas que se producen en zonas cercanas a la costa (Castillo *et al.*, 1996; Córdova *et al.* 1995; Castillo *et al.*, 2000). En contrario, cuando las gradientes frontales térmicas y salinas se relajan debido al enfriamiento de la zona, aumentan los límites occidentales de la distribución. En general, al sur de Mejillones la anchoveta aumenta su asociación con la costa en ambas estaciones.

La anchoveta presenta un comportamiento gregario típico de los peces pelágicos, conformando cardúmenes relativamente densos durante las horas de luz diurna y formando estratos superficiales de densidad variable en la noche (Castillo *et al.* 2003). Este tipo de comportamiento, determina que las densidades acústicas promedio diurnas son mayores que las nocturnas (Castillo *et al.*, 2007). Junto a lo anterior, se ha observado un patrón migratorio de alta frecuencia en el sentido este-oeste entre el día y la noche con un movimiento hacia el oeste en el crepúsculo, regresando a la costa al amanecer.

A la luz de estos antecedentes, se postula la hipótesis de trabajo que el reclutamiento de anchoveta en la XV - II Regiones tiene un sentido norte a sur, iniciándose típicamente en el extremo norte al principio de la primavera, avanzando hacia el sur junto con el verano, periodo en que tiende a masificarse entre Caldera y Coquimbo, extendiéndose hasta marzo, con una modificación en la cobertura temporal en los años 2002-2005, hacia la segunda mitad del verano, situación que aparentemente se normalizó a partir de la primavera del 2006.

En este sentido, los cruceros acústicos enfocados a establecer la fuerza del reclutamiento de anchoveta entre la XV y II Regiones se han realizado en los periodos primavera-verano desde 1996 a 2002 y desde 2007 a la actualidad, ajustándose temporalmente a la mayor presencia de los juveniles en la captura. En el **Cuadro 1**, se indican las semanas en que se han realizado las evaluaciones acústicas señaladas

Desde el punto de vista ambiental, las investigaciones realizadas en los proyectos financiados por el Fondo de Investigación Pesquera en la zona norte desde el año 1993, han permitido determinar que la anchoveta se localiza preferentemente entre los 16 y 18°C de temperatura en invierno y primavera, ampliándose el límite superior hasta los 19°C en otoño, mientras que en el verano se sitúa entre los 19 y 22°C, siendo los sectores de mayor gradiente térmica y halina los que definen la distribución espacial de la especie, tanto en el sentido horizontal - áreas fontogénicas (Castillo *et al.*, 1996), como en el sentido vertical - termoclina (Castillo *et al.*, 2000; Swartzman *et al.*, 1994). Los juveniles de anchoveta se ubican preferentemente entre la costa y el borde interno de los frentes costeros, asociados a altos rangos de clorofila a (Castillo *et al.*, 1997 y 1998; Gómez *et al.*, 2012) existiendo, al igual que en la anchoveta sudafricana y la chilena de la zona centro-sur, una relación entre la distribución espacial de los reclutas y los sectores de surgencia.

**Cuadro 1.** Períodos en los cuales se han realizados los cruceros RECLAN: Reclutamiento de Anchoveta en la zona norte de Chile, entre los años 1996 y 2013.

		Meses														
		Nov.				Dic.				Ene.				Feb.		
Nombre_Crucero	Año	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
RECLAN9601	1996															
RECLAN9611	1997															
RECLAN9801	1998															
RECLAN9811	1999															
RECLAN0001	2000															
RECLAN0012	2001															
RECLAN0111	2002															
RECLAN0702	2007															
RECLAN0712	2008															
RECLAN0812	2009															
RECLAN0912	2010															
RECLAN1012	2011															
RECLAN1112	2012															
RECLAN1212	2013															
RECLAN1312	2014															

## VI. METODOLOGÍA POR OBJETIVO

---

### Aspectos generales del crucero

El crucero se llevó a cabo a bordo del B/C “Abate Molina”, entre el 27 de noviembre y el 23 de diciembre de 2013 y la prospección acústica se realizó entre el 01 y el 20 de diciembre de 2013. La zona de estudio estuvo comprendida entre Arica (18°25’S) y punta Buitre (24°40’S) entre la costa y las 20 millas náuticas (mn) (**Figura 2a**).

El estudio del sesgo de orilla en la evaluación acústica, se realizó entre el 09 y 11 de diciembre de 2013. Para este fin se arrendó la lancha cerquera LM “Valencia” donde se instaló un ecosonda científico SIMRAD ER60, con el correspondiente GPS, equipos similares a los utilizados por el B/C “Abate Molina”, realizando en este período la prospección acústica y las pescas de muestreo.

### Reunión de presentación de la Metodología

Según lo establecido en las bases del proyecto, el 22 de noviembre de 2013, se realizó en dependencias del Fondo de Investigación Pesquera - Valparaíso, la reunión de Presentación de la Metodología a aplicar en el Proyecto.

A esta reunión asistieron los profesionales de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, encargados de la administración de los recursos y del Fondo de Investigación Pesquera (**anexo 1**).

- 1. Objetivo Específico 1:** *Estimar 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 y de otras especies de interés comercial y/o alta disponibilidad, que sean detectadas en el área.*

### 1.1 Zona de estudio

La zona de estudio estuvo comprendida entre Arica (18°25´S) y caleta Colorada (24°40´S) entre la costa y las 20 millas náuticas.

### 1.2 Plan de muestreo acústico

Se aplicó un diseño de muestreo sistemático (Simmonds *et al.*, 1991) con 39 transectas diurnas perpendiculares a la costa, separadas por 10 mn, además de 19 transectas nocturnas con el fin de estudiar posibles cambios en el comportamiento y patrones de distribución espacial en los recursos **(Figura 2a)**.

La evaluación acústica se realizó con el sistema de ecointegración SIMRAD ER-60, utilizando la frecuencia de 38 KHz, con transductor de haz dividido a 1,204 ms de duración de pulso, con una tasa de sondeo de 0,8 pps. Adicionalmente se operaron las frecuencias de 18, 120 y 200 kHz que dispone el B/C Abate Molina, para ayudar en la separación de blancos indeseados. 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.

La información acústica relativa a las densidades de los peces se registró de manera continua durante la navegación, discretizándose en unidades básicas de

muestreo (UBM) de 0,5 mn, controlado por la interfase del sistema de eointegración con el navegador satelital GPS.

En atención a que los sectores costeros son recorridos al menos en dos oportunidades, los datos utilizados en la evaluación acústica fueron filtrados desde la información obtenida durante la prospección, eliminándose la redundancia en la prospección para evitar el sobremuestreo.

### **1.3. Calibración del sistema acústico**

#### **1.3.1 Calibración electroacústica**

El procedimiento de calibración electroacústica del sistema de eointegración SIMRAD ER 60 se realiza en forma automática por el sistema, mediante el programa Lobe (Simrad ®), aplicando métodos estándar (Foote, 1983).

#### **1.3.2 Medición del TS *in situ* de anchoveta**

La información necesaria para determinar el TS *in situ* de anchoveta fue recopilada en dos instancias: durante los lances de pesca y; en estaciones a baja velocidad ( $\leq 2$  nudos) en sectores en los que se estableció previamente mediante los lances de pesca que la especie objetivo fue más del 90% de la captura, en cuyo caso se cuidó que el buque se mantuviera sobre la(s) agregación(es) de peces.

En las mediciones realizadas en los lances de pesca, se utilizó pulso de 1,024 ms. En las estaciones de medición del TS, los datos fueron recolectados ping a ping con la frecuencia de 38 Khz en pulsos de 256, 512 y 1,024 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 las mediciones se ajustó los parámetros acústicos asociados a la resolución de blancos individuales, en base a la talla promedio de los peces.

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, seleccionando los TS correspondientes a las tallas modales de los peces, desde el estrato de profundidad donde operó la red.

Los datos de TS en cada medición (lance o estación) 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 establecer una relación entre las modas en los histogramas de TS y las modas en las distribuciones de tallas de los peces muestreados en las pescas, donde la representatividad de la ecuación de TS ajustada estará determinada por la amplitud de las tallas insonificadas, al representar la totalidad de la población. Condición que es difícil de lograr, dado un amplio dominio de ejemplares juveniles en el periodo del crucero y las escasas oportunidades donde los peces se distribuyen de manera adecuada para lograr blancos resueltos. Por esta razón los datos que se logran son agrupados a fin de actualizarla y aumentar de esa manera el espectro de tallas medidas que intervienen en el ajuste de la ecuación TS-Longitud.

El TS corresponde a la ecuación:

$$TS = 10 \log \left( \frac{\sigma}{4 \pi} \right)$$

Donde:

TS = intensidad de blanco (dB)

$\sigma$  = área dispersante (m<sup>2</sup>)

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

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

#### 1.4 Identificación de especies

La identificación de especies fue realizada para cada agregación, procediéndose en primer término con una inspección de los ecogramas, definiendo aquellos sectores en que se disponía de pesca con mediana ó con información de captura de flota operando simultáneamente en el espacio y tiempo, la que se priorizó para estos fines. En el caso de no disponer de información de pesca, se utilizaron los rangos de los coeficientes volumétricos de dispersión ( $S_V$ ) determinados por Guzmán *et al.*, (1983) para separar el jurel y la sardina española y que son entregados por el ecosonda. La discriminación de otras especies como mote, langostino pelágico, vinciguerra u otras se realizó mediante la inspección de los ecogramas, considerando la distribución en profundidad, forma de las agregaciones ó distancia a la costa y luego se corroboró en base a las capturas obtenidas con lances de arrastre a media agua.

Dado el procedimiento aplicado, la separación de especies es determinística, no disponiéndose de niveles de incertidumbre, que se incluyan en la estimación final de biomasa. Del mismo modo no queda registrado el método de separación utilizado en cada evento analizado (agregación). En este sentido es importante mencionar la importancia de la experiencia del observador que realiza esta labor, la que frecuentemente se contrasta con los resultados de las pescas y que necesariamente requiere realizar el mayor número de lances de pesca de identificación posible.

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

Este método utiliza los valores de los coeficientes volumétricos de dispersión ( $S_v$ ) entregados por el ecosonda, permitiendo de esta forma separar el jurel y sardina española. Los valores de  $S_v$  para el jurel varían entre -37 dB y -47 dB, con un valor central de -42,1 dB, mientras que en sardina española el rango varia entre -25 y -37 dB, con un valor central en -31,9 dB.

Para anchoveta, el  $S_v$  es mayor que el de jurel e inferior que la sardina debiendo usarse además, información auxiliar, como la distribución vertical, distancia a la costa, relación con el fondo del mar y forma de las agregaciones identificados por Robotham *et al.*, 2008 y 2010, como descriptores más relevantes para separar anchoveta, sardina común y jurel en la zona centro sur de Chile.

#### **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 donde las condiciones lo permitieron, se realizaron lances de pesca con una red de arrastre

a media agua de 4 paneles de diseño ENGEL, utilizada en todos los estudios de evaluación acústica de pequeños pelágicos. Red de 97 m de largo, con 168 mallas de circunferencia en la boca y tamaños de mallas estirada en las alas-cielo de 1.800 mm, que disminuyen paulatinamente hasta 12 mm en el túnel y copo, utilizando en pesca portalones tipo Suberkrub de 4,5 m<sup>2</sup> de área y 750 kg de peso seco (300 kg peso húmedo), con 60 flotadores de 8" de diámetro distribuidos en la relinga superior y 4 flotadores tipo hidrofoil de 40 litros cada uno, ubicados dos en las puntas de las alas y dos en el centro de la boca, permitiendo así realizar pesca en superficie. El copo donde se retiene la captura tiene aproximadamente 21 m con 122 mallas 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, con especial énfasis en anchoveta aplicándose a las lecturas acústicas en las UBM, 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 programas SONAR DATA y SIMBAD (Espejo y Castillo, 1997). Los datos a ingresar a la base de datos son las lecturas acústicas ( $s_A$ ) por cada UBM, las profundidades máximas y mínimas de la agregación, la posición geográfica de cada UBM, fecha, número y rumbo de la transecta. Además, se ingresó la información sobre temperatura y salinidades para cada estación oceanográfica.

La lectura acústica del ecointegrador por UBM ( $s_A$ ) corresponde a la expresión:

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

Donde:

$s_A$  = Coeficiente de dispersión por área ( $m^2 mn^{-2}$ ).

$s_V$  = Coeficiente volumétrico de dispersión ( $m^{-1}$ ).

$z_2, z_1$  = límites superior e inferior de la ecointegración ó de los estratos programados (m).

1.852 = factor de transformación de m a mn.

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 Correcciones de la información acústica

### 1.6.1 Sesgo de orilla en la evaluación acústica de anchoveta

El diseño de muestreo acústico aplicado en la evaluación tiende a minimizar el sesgo de orilla, cubriendo extensamente los sectores costeros con prospecciones paralelas a la costa que recorren al menos dos veces los sectores aledaños 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.

Por esta razón, entre los paralelos 21° S y 22° S se realizó un diseño de muestreo acústico con transectas en el sentido Este-Oeste separadas por 5 mn, con una aproximación a la costa definida por el veril de los 10 m de profundidad y las 10 mn de costa. Esta prospección acústica se realizó en una lancha artesanal con ecosonda científico SIMRAD ER-60 de 38 khz y su correspondiente GPS (equipos similares a los utilizados por el B/C Abate Molina).

Las pescas de reconocimiento en el estudio del sesgo de orilla fueron realizadas por la lancha artesanal mediante red de cerco, para lo cual el estudio consideró tres días.

La información de la lancha y del B/C “Abate Molina” se comparó por medio de análisis de varianza y test no paramétricos. Adicionalmente se utilizó la metodología descrita por Pennington 1983 que permite comparar set de datos con un gran número de valores ceros. Esto hizo posible trabajar los registros positivos incluyendo el aporte de los valores nulos, sin tener las dificultades que presentan los supuestos (homogeneidad de varianza y normalidad de los datos) en un ANDEVA tradicional. Para ello se estableció un valor crítico ( $\alpha$ ) de 0,01 para la construcción de los intervalos de confianza. Con una hipótesis nula que supone igualdad de medias, se acepta la hipótesis si los intervalos se superponen. Se compararon las medias de los datos provenientes de la zona común a ambas embarcaciones.

Para determinar si en otros sectores costeros pudo existir sesgo por falta de muestreo, se relacionaron las pendientes, mediante el cociente (P) de las curvas acumuladas de frecuencias de UBM y la suma de  $s_A$ .

La pendiente para cada caso se calcula como:

$$m_{(s_A)} = \frac{\Delta s_A}{\Delta dist\ costa} \qquad m_{(UBM)} = \frac{\Delta UBM}{\Delta dist.\ cost}$$

Dónde:

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

$\Delta s_A$  = diferencias en los  $s_A$  acumulados entre la costa y el punto donde cambia de dirección la curva acumulada.

$\Delta dist.\ costa$  = diferencia en las distancia a la costa del sector considerado en los  $s_A$ .

$\Delta UBM$  = frecuencia acumulada de UBM para la distancia a la costa dada por  $\Delta dist.\ costa$

$m_{(UBM)}$  = pendiente de las UBM en que se acumularon los  $s_A$  considerados, se utiliza el mismo  $\Delta dist.\ costa$  mencionado anteriormente.

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

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

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

$P < 1,5$  sobre-muestreo acústico, no hay sesgo de orilla

$1,5 < P < 2,5$  sesgo moderado, se evalúa corrección por sesgo de orilla

$P > 2,5$  sesgo evidente, se corrige por sesgo de orilla

El criterio de corrección cuando se detectó sesgo de orilla consistió en ampliar la zona prospectada hasta una distancia aproximada de 0,3 mn de costa. Luego se

calculó el área costera no prospectada y se incluyó en los cálculos de la biomasa, aplicándole un valor de densidad medio equivalente a la zona contigua.

### 1.6.2. Zona muerta de superficie

En los casos en que sea evidente la detección de agregaciones en profundidades inferiores a 3 m, correspondiente al límite de ecointegración inferior se aplica un factor de corrección según:

$$s_{Ac} = s_A (H / h)$$

Donde:

$s_{Ac}$  = lectura acústica de la agregación corregida por sesgo de superficie

$s_A$  = lectura acústica de la agregación sin corregir

$h$  = altura de la agregación detectada por el ecosonda y ecointegrada (m)

$H$  = altura de la agregación incluyendo el sector no detectado por el ecointegrador (m).

## 1.7 Estimación de la abundancia y la biomasa

### 1.7.1 Estratificación de la estructura de tallas

En base a los lances de pesca se definieron zonas en que las tallas de anchoveta se estratificaron con estructuras similares.

En cada zona 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.

La homogeneidad de las tallas en cada zona y entre las zonas se probó mediante el método Dócima de Hipótesis Generalizada (DHG), el que compara mediante el  $\chi^2$ , las estructuras de tallas por cada zona respecto a cada lance.

### 1.7.2 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)

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

$$\hat{A}_k = a \frac{\bar{S}_{Ak}}{\hat{\sigma}_k}$$

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

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

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

$$\hat{\sigma}_k = 4 \pi 10^{0,1 T \hat{S}_k}$$

Donde:

- $\hat{A}_k$  = abundancia a la talla k (en número).
- a = área de distribución de la anchoveta ( $\text{mn}^2$ ), en cada subzona.
- $\hat{\sigma}_k$  = coeficiente de dispersión a la talla k ( $n/s_A$ )
- $w_{kj}$  = peso promedio a la talla k, expresado en (t).
- $\hat{A}_T; \hat{B}_T$  = abundancia y biomasa total.

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

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

Siendo:

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

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

Las áreas en cada zona fueron digitalizadas entre los puntos que delimitaron la distribución de la especie objetivo. 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. El área de cada polígono se estimó mediante el uso de tres paquetes disponibles para R (R Development Core Team, 2008). Primero se utilizó RODBC para conectar las bases de datos, luego el PBSmapping (Schnute, *et al.*, 2003) para plotear los puntos del polígono y llevarlo a coordenadas Mercator y por último con SplanCs (Pebesma y Bivand, 2005) calcular la superficie del polígono en millas náuticas cuadradas.

- **Conglomerados y Estratos Agrupados (Hansen *et al.*, 1953 y Wolter, 1985).**

El estimador de razón ( $\hat{R}$ ) de las lecturas acústicas del ecointegrador ( $s_A$ ) por UBM 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
- X<sub>i</sub> = densidad de la transecta i-ésima.
- Y<sub>i</sub> = número de UBM en la transecta i-ésima.

- **Bootstrap**

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

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

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. En el presente caso se aplicaron un máximo de 2000 iteraciones bootstrap y 2000 réplicas.

- **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.

El cálculo se realiza mediante el programa GS+ 7, donde la media, correspondiente a la biomasa, puede ser estimada mediante el kriging ordinario sobre los datos encerrados en el polígono V (Petitgas y Lafont, 1997; Petitgas and Prampart, 1993), estimador que se denomina kriger.

La variable estacionaria que se utilizó para el análisis geoestadístico fue el valor de  $s_A$  ( $m^2 mn^{-2}$ ).

### 1.7.3 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determinó según:

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

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

Mientras que la varianza de la biomasa se calcula según:

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

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

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

Donde:

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

Siendo:

$\alpha$  y  $\beta$  = 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 ser usados con resultados razonablemente buenos, particularmente cuando la población en estudio no presenta periodicidad en relación a la selección de la muestra sistemática. En este contexto, se obtienen al menos tres estimadores alternativos de varianza de la razón.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Donde:

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

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

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

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

- **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. En el presente caso, se aplicaron 2000 iteraciones y 2000 procesos bootstrap.

El intervalo de confianza  $(1- \alpha)$  para la abundancia  $\hat{A}$  o la biomasa  $\hat{B}$  se encuentra dado por el método Percentil Corregido (BC).

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

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

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

Y donde,

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

Siendo  $f^{-1}$  la función inversa de la distribución normal estándar y  $Z_\alpha$  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:

$$\begin{aligned} \bar{\gamma}(S,S) &= \frac{1}{n^2} \sum_{\alpha} \sum_{\beta} \gamma(x_{\alpha} - x_{\beta}) \\ \bar{\gamma}(S,V) &= \frac{1}{n^2} \sum_{\alpha} \int_V \gamma(x_{\alpha} - y) dy \\ \bar{\gamma}(V,V) &= \frac{1}{V^2} \int_V dx \int_V \gamma(x - y) dy \end{aligned}$$

Donde V es el área de distribución del recurso, ( $\alpha, \beta$ ) los índices de los intervalos básicos de muestreos y n el número de muestras en V.

La varianza  $\sigma_e$  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  $\sigma_e$  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 GS+7.

#### 1.7.4 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:

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

Donde:

$\hat{V}(\hat{B})$  = varianza de la abundancia ó biomasa

$\hat{B}$  = Abundancia o biomasa

t = test de Student

$\alpha$  = nivel de significación.

Coeficiente de variación:

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

- 2. Objetivo específico 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.*

Adicionalmente a la anchoveta, se analizaron las estructuras de tamaño y peso del jurel, incluyendo información de la flota cerquera que operó en forma contemporánea y coterránea al crucero de evaluación.

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

**2.1.1 Muestreo de las capturas de lances de mediagua**

La totalidad de los lances de pesca del B/C “Abate Molina” fueron muestreados a fin de determinar la captura total del lance y la composición específica, realizando un muestreo aleatorio simple en anchoveta y jurel, tendiente a obtener la composición de tallas por clase y su peso medio a la talla, así como un análisis biológico de las muestras, recolectando estructura de peso, tallas, sexo, estado de madurez y extrayéndose otolitos.

- **Muestreo de proporción**

En cada lance se sacaron tres cajas de 25 kg c/u aproximadamente, clasificando y pesando por especie, de este modo se determinó la proporción de especies presente en el lance.

- **Muestreo de longitud**

El muestreo de longitud consideró la selección en cada lance de 150 ejemplares al azar, aproximadamente 4 kilos de anchoveta, si el volumen de la muestra lo permite. Cada uno de los ejemplares se midió con ictiómetro digital y se clasificó por categoría de tamaños cada medio centímetro, lo que entrega clases de tamaño de 0,5 cm.

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

- **Muestreo biológico y de otolitos**

Esta actividad es independiente del muestreo de longitud y consiste en seleccionar de cada lance al azar N=150 ejemplares (aproximadamente 4 kilos). Para cada ejemplar se realizan las siguientes mediciones: longitud total, peso total, peso eviscerado, peso gónada, sexo y estado de madurez. Además se extraen estructuras solidas (otolitos) para estudio de edad. Todas las medidas se registran en los formularios de muestreo biológico y de otolitos.

### **2.1.2 Estructura de tallas**

Para anchoveta y jurel se analizaron posibles estratificaciones de las tallas en zonas con características similares, mediante pruebas estadísticas chi- cuadrado (Conover, 1981) que verifique la hipótesis de homogeneidad en distribuciones de tallas. Para ello se utilizaron las estructuras de tallas y pesos medios específicos provenientes de los lances de pesca, agrupados en zonas, determinando de este

modo, las características de las estructuras de longitudes y pesos medios específicos.

### 2.1.3 Estimador de la composición en talla

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

Notación:

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

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

Donde:

$$p_{hkl} = \frac{n_{kl}}{n_l}$$

**a. Estimador de la varianza de  $P_{hk}$**

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

Donde:

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

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

Donde la captura en número por lance es:

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

**2.1.4 Pesos medios a la talla**

**Notación**

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

**a. Estimador del peso medio a la talla por estrato**

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

Donde:

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

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

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

Donde:

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

**2.1.5 Expansi3n al 1rea total**

**a. Composici3n por talla**

**a1. Estimador de la composici3n por talla**

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

**b. Estimador de la varianza  $P_k$**

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

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

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

**c.1. Estimador del peso medio por talla**

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

**c.2. Estimador de la varianza  $\bar{w}_k$**

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

**2.1.6 Relación longitud/peso**

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

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

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

Donde:

y = peso de los ejemplares (g)

x = longitud de los individuos (cm).

$\beta_0$  y  $\beta_1$  = parámetros del modelo, siendo el primero el intercepto o la constante, y el segundo la pendiente o coeficiente de regresión, que en términos biológicos corresponde al índice o tasa de crecimiento relativo.

## 2.2. Descripción de los estadios de madurez de anchoveta

Los estadios de madurez sexual se determinaron mediante un examen macroscópico de las gónadas según la escala de Simpson y Gil (1967). En ella se puede 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 se clasificarán 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 formas ovaladas 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 periforme alargado. El color es anaranjado más 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 ocasionado 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 se reinicia un nuevo ciclo sexual, partiendo del estado II.

## Estadios de los machos

<p><b>I. Inmaduro.</b> Los testículos son muy pequeños cristalinos e incoloros, de forma foliácea-viscelada, se encuentran bien adheridos a la parte posterior de la cavidad visceral; medidos <i>in situ</i> tienen de 1 a 3 mm de ancho y de 6 a 8 mm de largo. Corresponden a los ejemplares juveniles cuya longitud total es entre 7,5 a 10,0 cm.</p>
<p><b>II. Virginal en maduración o adultos en recuperación</b> El desarrollo se incrementa, en ancho y largo. Posen un promedio de 5 mm de ancho y de 8 a 15 mm de largo. El color es blanco rosáceo y se pueden observar, a simple vista, las arterias en la parte anterior de la gónada. Corresponden a ejemplares cuya longitud total extrema es mayor a 10,0 cm.</p>
<p><b>III. Maduro</b> Han aumentado considerablemente en ancho y largo; la coloración se ha tornado un blanco lechoso y se observa muy tenuemente una coloración rosada. Las arterias cubren toda la superficie de la gónada. Se observan también sobre la superficie pequeñas zonas turgentes.</p>
<p><b>IV. Hidratado</b> Ocupan ahora gran parte de la cavidad visceral, pues han avanzado tanto hacia adelante como hacia atrás. La coloración es completamente cremosa y a la menor presión que se haga sobre la gónada, es suficiente para la expulsión de esperma.</p>
<p><b>V. Desovando</b> Han alcanzado un máximo desarrollo e incluso se encuentran cubriendo parcialmente al intestino, la liberación de esperma es casi espontánea. Se puede observar en la parte caudal de la gónada una coloración rojo vinoso ocasionada por la hemorragia interna por ruptura de las arterias que la irrigan.</p>
<p><b>VI. Desovado</b> Los testículos se observan completamente flácidos similares a dos bolsas vacías y su coloración es rojo oscuro. Se han reducido tanto en largo como en ancho este es el estado de reversión testicular y reposo.</p>

### 2.3 Índice gonadosomático

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

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

Donde:

PO = peso de la gónada (g)

PT = peso total del ejemplar (g)

## 2.4 Proporción sexual

Para estimar la proporción sexual de las anchovetas por lances se utilizó la expresión:

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

Donde:  $n_i$  corresponde al número de ejemplares de anchovetas hembras y  $n$  corresponde al número total de ejemplares presentes en la muestra.

## 2.5 Estimación y composición de la edad de anchoveta

### 2.5.1 Estimación de la edad

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 juega un rol fundamental la experiencia del analista de edad, ya que es necesario distinguir los anillos verdaderos (anuales) de los falsos. En el proceso de 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.

### 2.5.2 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 (**Figura 3**):

- 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, portamuestra, donde solo se especifica un número que permite, *a posteriori*, relacionar la lectura con el muestreo biológico.

## 2.5.3 Clave edad-talla y composición de la abundancia por edad

### 2.5.3.1 Clave edad-talla

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

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

La clave edad-talla, cuenta con la clasificación de las lecturas de cada estructura 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
- qij : probabilidad de los individuos de longitud j de pertenecer a un GE dado
- nij : número de individuos de edad i con longitud j
- nj : 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.

### **2.5.3.2 Abundancia en número 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.

### **2.5.3.3 Expansión de la abundancia en número a los 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.

#### **2.5.3.4 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 estimaci3n del peso a partir de la longitud promedio tiene un sesgo sistem3tico, para cada longitud promedio dada, este sesgo se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958). Pienaar & Ricker, 1968 y posteriormente Nielsen & Schoch, 1980, abordaron este tema presentando m3todos que permiten corregir en forma significativa este sesgo. Ambos m3todos, en lo que se ha comprobado, entregan resultados muy similares por lo que en este estudio se opt3 por desarrollar las correcciones bajo la metodolog3a de Pienaar & Ricker, 1968.

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ ,  $L \sim N(\mu, \sigma^2)$ , se pueden presentar dos casos, uno es cuando se est3 frente a un crecimiento isom3trico en donde b es igual a tres, y el otro es cuando b toma valores diferentes de tres, siendo de 2,5 a 3,5 un rango frecuente de observar.

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

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

Donde el n3mero de t3rminos depende del exponente b de la relaci3n peso-longitud.

- 3. Objetivo Específico 3:** *Determinar las áreas de reclutamiento principales de anchoveta 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 ( $s_A$ ), procesada según los procedimientos descritos anteriormente se presenta en mapas de distribución geográfica, utilizando una escala de densidad ( $t\ mn^{-2}$ ), 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 las áreas de mayor concentración de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005). Los mapas de distribución espacial de anchoveta y jurel, se realizaron mediante el método de la distancia inversa al cuadrado. La caracterización de las estructuras espaciales se efectuó a través del uso de variogramas, herramienta analítica que permite describir la estructura espacial de una variable (Maravelias *et al.* 1996, Maynou *et al.* 1998).

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:

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

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

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

Siendo  $Z(x_i)$  el valor experimental en el punto  $x_i$  y  $N(h)$  el 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) según

Modelo esférico:

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

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:

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

Cada residuo al cuadrado es ponderado de acuerdo a  $N(h_j)$  y al inverso de  $\gamma(h_j)^2$ , lo que tiene la propiedad de aumentar la 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 UBM y transectas cercanas, trazando líneas de isodensidad según las categorías señaladas anteriormente.

## **3.2 Caracterización de las condiciones hidrográficas y meteorológicas entre la XV y II Regiones durante la primavera del 2013**

### **3.2.1 Recolección de muestras y registro de datos**

En el crucero se realizaron 20 transectas oceanográficas perpendiculares a la costa. En cada transecta se distribuyeron, en general, 4 estaciones bio-oceanográficas a 1, 5, 10 y 20 millas de la costa. Se efectuaron además estaciones costeras intertransectas a 1 mn de la costa, lo que sumó un total de 98 estaciones (**Figura 2**).

En cada estación del crucero se obtuvo registros verticales continuos de temperatura (°C), salinidad, oxígeno y fluorescencia con profundidad hasta un máximo de 500 m, mediante el uso de un CTD/OF marca Sea Bird modelo 911, operado en tiempo real. Para la toma de muestras de agua se utilizaron botellas Niskin de 5,0 L instaladas en una Roseta Sea Bird adosada al CTD SB 911 a profundidades estándares de 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300 y 500 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). Con los datos discretos se corrigieron los obtenidos por el sensor de OD. Las muestras de clorofila-a se analizaron en tierra según la metodología descrita más adelante hasta una profundidad máxima de 100 m, con las cuales se corrigió el sensor de fluorescencia para entregar datos en forma de clorofila estimada para la columna de los primeros 100 m.

Durante la realización de las estaciones bio-oceanográficas se registró información meteorológica de carácter básico: temperatura del aire, humedad relativa, 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 una estación meteorológica marca VAISALA, y los datos corresponden al valor predominante observado durante la ejecución de la estación.

### **Medición de la clorofila-a**

Para los análisis de clorofila-a, se colectaron 715 muestras a las profundidades estándar mencionadas en 1.1 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  $\mu\text{m}$ , 2,5 mm de diámetro) (Jeffrey *et al.*, 1997), con un volumen de filtrado estandarizado en 50 mL, almacenándose éstas en nitrógeno líquido hasta su posterior análisis.

La extracción de la muestra para el análisis de clorofila a, se realizó en forma pasiva, con una solución acuosa de acetona al 90% v/v, por un período de 24 horas y cercano a 0°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.

### 3.2.2 Procesamiento de la información oceanográfica

La información del CTD del crucero se procesó de acuerdo a procedimientos estándar recomendados por el fabricante. El control de calidad de los datos de temperatura y salinidad del CTD 911 se realizó en 5 estaciones, donde la operación conjunta con CTD SBE 9 y CTD Sea Bird19 plus V2 calibrados permitió evaluar el comportamiento de sus sensores.

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. Para el ajuste de los datos del sensor de oxígeno y fluorescencia del CTD se utilizaron los datos discretos de las estaciones del crucero.

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

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), el límite superior de la capa de mínimo OD (profundidad).

Con respecto a la metodología de cálculo de la 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  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $0,1$  de salinidad y  $0,1\text{ Kg/m}^3$  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  $0,1^{\circ}\text{C}/\text{m}$ . 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. Se utilizaron los datos del sensor de oxígeno corregido.

Para el cálculo de densidad del agua se utilizó la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 dada por Millero y Poisson (1981) y UNESCO (1981b y 1981c). Para señalar la densidad se utilizará la denominación sigma-t. Un valor sigma-t expresa para  $1\text{ cm}^3$  el número de miligramos que sobrepasa la unidad.

Para el análisis de las masas de agua se calculó el porcentaje de participación de las masas de agua (PPMA): Subtropical, Subantártica y Ecuatorial subsuperficial de cada transecta, donde los PPMA de cada estación se obtuvieron mediante el método del triángulo de mezcla (Mamayev, 1975) y se representaron en forma gráfica como secciones verticales para cada una de las transectas perpendiculares a la costa. 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 obtenidos cada 3 segundos por la estación meteorológica, se realizó un submuestreo (30 minutos) y se elaboró una carta de intensidad y

dirección, las cuales se usaron para interpretar los datos oceanográficos superficiales. Para un mejor análisis las intensidades se separaron en menores a 5 m/s y 5 a 10 m/s

Con la información de viento 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:

$$M_x = t_y / f \quad (1)$$

Donde:

$M_x$  = transporte de masa hacia el oeste

$t_y$  = coacción del viento sobre la superficie en la dirección norte-sur

$f$  = parámetro de Coriolis

Siendo:

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

Donde en (2):

$\omega$  = velocidad angular de la tierra

$l$  = latitud del lugar

A su vez, de la ecuación 1:

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

Donde en (3):

$r_a$  = densidad del aire (1,25 Kg/m<sup>3</sup>)

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

$v$  = componente norte sur de la velocidad del viento

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

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

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

La informaci3n meteorol3gica obtenida en cada una de las estaciones bio-oceanogr3ficas ser3 incluida en la base de datos final del proyecto y tambi3n remitida al CENDOC.

La determinaci3n de la "condici3n de normalidad" estacional de la zona de estudio, hace uso, entre otros, de valores de anomal3a de temperatura y salinidad para el nivel de superficie y de la profundidad de la isoterma de 15°C para el caso vertical. Las anomal3as de estas variables son entonces la diferencia de los datos obtenidos de cruceo con los promedios de datos hist3ricos para el mes respectivo.

Así, los valores de anomalía registrados en el sector oceánico de la zona de estudio y que comprenden el rango en temperatura, salinidad y profundidad de la isoterma de 15°C que están en  $\pm 1^\circ\text{C}$ ,  $\pm 0,1$  psu y  $\pm 10$  m, respectivamente, no son significativos, ya que están en el rango de 1 desviación estándar, por lo tanto, se encuentran dentro lo que se considera como variación normal del sistema. En el caso del sector costero, en promedio (primeras 20 mn), éste rango aumenta al doble aproximadamente en temperatura y salinidad, es decir  $\pm 2^\circ\text{C}$  y  $\pm 0,2$  psu. Los rangos dados son promedios para cada sector. Se indica que los términos “anomalía no significativa” y “anomalía significativa” no están aplicados en un sentido estricto a una prueba estadística, bastando para ello el definir un criterio que en este caso corresponde al indicado.

En definitiva, la determinación de la “condición de normalidad” de la zona de estudio hace uso de valores de anomalía señalados, junto con el análisis de los procesos locales o de forzamiento remoto que se presentan en la zona al momento del crucero y que justifican las anomalías encontradas.

Respecto a la clorofila-a, una vez cuantificadas las concentraciones se parearon con los datos de fluorescencia *in vivo* y se procedió a realizar la estimación de clorofila a través de la fluorescencia por cada estación.

Esta información permitió confeccionar cartas de distribución vertical para todas las transectas, además de las cartas superficiales. Los resultados de clorofila estimada y de los productos de degradación o feopigmentos se expresan en  $\mu\text{g/L}$ . 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 estimada integrada utilizando la información metro

a metro, mientras que para los datos discretos de feopigmentos se utiliz3 el c3lculo del valor integrado seg3n Lohrenz *et al.* (1988), utilizando la siguiente ecuaci3n:

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

Donde:

$\sum Feop$  Es el feopigmento integrado en la columna de agua entre 0 y 100 m como m3ximo

$i$  son las profundidades de muestreo discretas definidas en el punto 1.1 para el feopigmento y por metro en la clorofila estimada

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

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

Este c3lculo expresa la clorofila-a de toda la columna en unidades de 3rea ( $\text{mg/m}^2$ ), lo que permite representar adecuadamente los m3ximos sub-superficiales de la biomasa fitoplanct3nica. Esta informaci3n se entrega en cartas de distribuci3n tanto para la clorofila integrada como para los feopigmentos integrados.

### 3.2.3 Informaci3n satelital del periodo del crucero

Las im3genes de TSM y clorofila fueron confeccionadas con datos semanales de promedio compuesto de 8 d3as que fueron obtenidos del programa "Ocean Color Web" que distribuye datos del sat3lite MODIS-Aqua (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>), con una resoluci3n espacial de 4 x 4 km y resoluci3n temporal variada. Promedio compuesto significa que cada pixel fue promediado de acuerdo a la cantidad de informaci3n disponible en el periodo de 8

días, quedando en blanco o como nube si al menos no hay un solo dato válido para el pixel. En ambas variables, las imágenes satelitales promedio semanales dan mejor cuenta de su distribución espacial que una imagen de un solo día. Los promedios semanales corresponden a los siguientes periodos: 25 de noviembre a 2 de diciembre, 3 a 10 de diciembre y 11 a 18 de diciembre de 2013. Sensores AVHRR a bordo del satélite permiten obtener la TSM de la primera capa del océano tanto de día como de noche. En el caso de la clorofila esta corresponde a la clorofila (cloas) integrada hasta el 20% de penetración de la luz.

La anomalía de temperatura satelital del mes de diciembre de 2013 se calculó a partir de la elaboración de un promedio de TSM de diciembre utilizando los datos de TSM promedio mensual de la serie julio 2002- abril 2013 (12 datos), y luego restando este promedio al dato mensual que corresponde al momento de realización del crucero.

Datos diarios del campo superficial de corrientes geostróficas fueron obtenidos del Centro de Datos de Oceanografía Satelital, Interpretación, Validación y Almacenamiento llamado AVISO (<http://www.jason.oceanobs.com>), con una resolución espacial de  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$  y temporal de cada un día, y distribuidos con un mes de desfase. Estos datos satelitales son el resultado del procesamiento combinado de todos los satélites disponibles usando una interpolación optima 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 más realistas mejorando la descripción de la variabilidad de meso-escala del océano. De esta información se obtuvo una imagen diaria de anomalías del nivel medio del mar en 3 días representativos durante el desarrollo del crucero y que son: 3, 10 y 17 de diciembre de 2013. Las corrientes geostróficas superficiales se representan como flechas.

### 3.2.4 Condiciones oceanográficas en el periodo 2002-2013

Para el análisis de las condiciones oceanográficas en el periodo julio 2002-febrero 2014 en la zona norte, se confeccionaron diagramas de clorofila satelital y anomalía de temperatura en formato 2D (latitud vs tiempo) llamado Hovmüller para el área entre los 18° y 26°S. Estos diagramas se realizaron para el sector costero (primeras 20 mn) y el oceánico (40 a 60 mn). La información utilizada para estos diagramas son datos promedio compuesto mensuales de temperatura y clorofila que fueron obtenidos del programa “Ocean Color Web” que distribuye datos del satélite MODIS-Aqua (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>). Las anomalías de temperatura satelital se calcularon a partir de la elaboración de una señal anual promediando los datos mensuales de cada mes en la serie julio 2002- febrero 2014 y luego restando este promedio a cada dato mensual de la serie.

Para el mismo periodo se confeccionó una serie de tiempo del promedio de las anomalía de temperatura y del promedio de concentración de clorofila para el sector costero y oceánico para el área completa y separada por sectores al norte y al sur de los 23°S.

### 3.2.5 Caracterización de la condición ambiental regional

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>. Se utilizó la serie de tiempo de los rangos bimensuales del MEI y la categorización de los procesos ENOS ocurridos entre julio 2002 y febrero

2014, que usa el percentil 30, quintil y decil, de acuerdo a la serie de rangos del MEI entre 1950 y 2014 (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/rank.html>).

### **3.3 Caracterización de la oferta ambiental de alimento predominante durante el crucero de primavera de 2013**

Para caracterizar la oferta ambiental de alimento predominante durante el crucero, se llevó a cabo un análisis de la componente planctónica en sus fracciones correspondientes al microfitoplancton (20-200  $\mu\text{m}$ ) y zooplancton (> 200  $\mu\text{m}$ ).

El área de estudio se localizó en la zona comprendida entre Arica (18°25'S) y Caleta Colorada (24°40'S). En ésta se dispuso una grilla de trabajo de 39 transectas perpendiculares a la costa, 20 de ellas correspondieron a transectas bio-oceanográficas y 19 a transectas acústicas o inter-transectas.

En las transectas bio-oceanográficas se dispusieron estaciones a 1, 5, 10 y 20 mn de la costa, excepto frente a punta Patache (20°50'S) donde se extendieron hasta 25 mn. En las inter-transectas se trabajó sobre una estación localizada a 1 mn (**Figura 2**).

#### **3.3.1 Componente fitoplanctónica**

##### **3.3.1.1 Muestreo biológico de la componente microfitoplancton**

El muestreo se llevó a cabo entre el 01 y 20 de diciembre de 2013 a bordo del B/C "Abate Molina".

Para la identificación de grupos y especies del microfitoplancton las muestras se colectaron con una red de 20  $\mu\text{m}$  de abertura de malla, mediante arrastres verticales desde 50 m de profundidad a superficie, las que fueron fijadas con formalina al 4% neutralizada con bórax. Para el recuento celular submuestras de 250 mL se obtuvieron utilizando botellas oceanográficas Niskin, desde 0, 5, 10, 30 y 50 m de profundidad, las cuales fueron fijadas con una solución de lugol-acético 1%.

### **3.3.1.2 Análisis de las Muestras**

La identificación de grupos y especies del microfitoplancton se realizó mediante microscopía de contraste de fases, utilizando literatura especializada. Los recuentos se llevaron a cabo de acuerdo a la metodología para microscopio invertido descrita por Sournia (1978) y Villafaña 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**

Los valores de abundancia celular fueron integrados entre la superficie y 50 m de profundidad según lo propuesto por Hasle (1969).

Se confeccionaron gráficos de distribución horizontal por profundidad de la abundancia y tamaño del microfitoplancton. La distribución vertical de la abundancia se muestra en secciones transversales por transecta.

Se seleccionaron las especies de diatomeas y flagelados que, individualmente o en conjunto, contribuyeron con más del 50% a la abundancia total, y con la

información de la concentración celular de esta especie se definieron áreas de abundancia mediante un análisis de K-media (Wilkinson y Engelman, 2005).

Con la finalidad de comparar los resultados de la abundancia y tamaño obtenidos durante el presente crucero con aquellos determinados entre 2007 y 2012, se aplicó un ANOVA no paramétrico correspondiente al test de Kruskal-Wallis.

### 3.3.2 Componente zooplanctónica

Para la componente zooplanctónica el análisis estuvo enfocado en describir la estructura comunitaria sobre la base de los grupos más representativos del periodo primaveral de acuerdo a su abundancia, distribución, espectros de tamaño y biomasa.

#### 3.3.2.1 Calibración de los flujómetros

La calibración de los flujómetros se realizó previo al crucero siguiendo la metodología propuesta por Smith y Richardson (1979) y metodología estándar del Instituto Nacional de Hidráulica de Chile.

Los datos obtenidos del número de revoluciones por segundo y los metros por segundo registrados durante la prueba de calibración de cada lance, fueron analizados mediante una regresión lineal simple, cuya ecuación de calibración fue la siguiente:

<i>B/C ABATE. MOLINA</i>	<i>TSK 7186</i>	$V = 0,02849 + 0,17277 * N$
--------------------------	-----------------	-----------------------------

Donde:

- V : Corresponde a la velocidad de arrastre de la red expresada en m/s.  
N : Es el número de revoluciones por segundo registradas en el flujómetro.

### 3.3.2.2 Diseño de muestreo

El muestreo del zooplancton se realizó con una grilla de estaciones ubicadas a 1, 5, 10, y 20 mn de la costa, concentrándose el 60% de ellas (59 estaciones) dentro de las primeras 5 mn. En esta grilla también se incorporaron estaciones costeras intertransectas (19 en total), correspondientes al track acústico par, ubicadas a 1 mn de la costa, totalizándose un máximo de 98 estaciones planctónicas (**Figura 2**). Para efectos de hacer comparaciones de las abundancias entre zonas latitudinales, el área de estudio se dividió en 3 zonas: norte (estaciones 1 – 28; Arica (18°25'S) a Iquique (20°10'S)); centro (estaciones 29 – 64; punta Gruesa (20°20'S) a punta Copaca (22°20'S)) y sur (estaciones 65 – 98; punta Cobija (22°34'S) a caleta Colorada (24°40'S)).

### 3.3.2.3 Recolección de las muestras

Las muestras para estudiar la composición del zooplancton y estimar la biomasa se recolectaron principalmente de noche (92%), con una red tipo Bongo de arrastre oblicuo de 65 cm de diámetro de boca, equipada con mallas de 297 µm de abertura, a la que se le adosó un medidor de flujo marca TSK a fin de cuantificar el volumen de agua filtrada por la red en cada lance. Los calados se realizaron hasta una profundidad promedio de 92 m a una velocidad de arrastre de 0,6 m/s, mientras que en el virado el tiempo fue de 0,4 m/s.

Durante cada lance la velocidad del buque se mantuvo entre 1 y 3 nudos, dependiendo de las condiciones climáticas del momento y del estado del mar, de manera de mantener un ángulo aproximado de cable entre 45° y 50°, con el viento a babor.

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

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

#### **a) Macrozooplancton**

Las muestras obtenidas en cada estación bio-oceanográfica fueron fijadas inmediatamente después de ser extraídas de los copos recolectores, con una solución de agua de mar con formalina al 5%, neutralizada con tetraborato de sodio para mantener en óptimas condiciones los organismos zooplanctónicos.

En el laboratorio para los análisis cualitativos y cuantitativos del zooplancton, se emplearon microscopios estereoscópicos, marca Nikon y Zeis con aumentos de 8 a 50 veces. Cada muestra fue homogenizada y dividida en porciones iguales por medio de un separador Folsom (Smith y Richardson, 1979; Boltovskoy, 1981 y Griffiths *et al.*, 1984) para realizar los análisis cuantitativos y cualitativos de los diferentes grupos zooplanctónicos presentes en cada una de las muestras. El número de alícuotas realizadas dependió de la concentración de las muestras. La fracción de la muestra subdividida sobre la cual se realizó el recuento y clasificación de los organismos, fue extrapolada posteriormente al total de la muestra.

Cada grupo zooplanctónico identificado fue contabilizado en número de individuos y la densidad fue estandarizada y expresada en número de individuos presentes en 1000 m<sup>3</sup> de agua de mar filtrada. Los grupos zooplanctónicos se clasificaron en base al ordenamiento sistemático formulado por Bougis (1974) y Barnes (1996), utilizando como ayuda en la identificación taxonómica los trabajos de Newell *et al.*, 1966, Vidal (1968), Arcos (1975), Boltovskoy (1981), Palma y Kaiser (1993).

Se empleó el análisis estadístico no paramétrico de Kruskal Wallis, para evaluar si las variables bióticas (grupos zooplanctónicos más abundantes) eran significativamente diferentes entre las áreas latitudinales estudiadas.

La abundancia relativa del zooplancton cuantificado fue estandarizada y expresada como número de individuos presentes en 1.000 m<sup>3</sup> de agua de mar filtrada y su representación gráfica se realizó según la escala métrica log<sup>2</sup> (Frontier, 1980), que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes, a su vez, la densidad y área geográfica de distribución de los grupos zooplanctónicos numéricamente más importantes, fue graficada en cartas de distribución geográfica a través del programa Surfer 8.

En el análisis se consideraron principalmente los organismos zooplanctónicos más abundantes en términos de su dominancia numérica y frecuencia de ocurrencia.

## **b) Biomasa zooplanctónica total**

La medición de los biovolúmenes como medida estimativa de la biomasa zooplanctónica total, se realizó con posterioridad a la determinación cuantitativa y taxonómica de cada grupo zooplanctónico, empleándose el método de desplazamiento de volúmenes húmedos (Postel *et al.*, 2000). El volumen zooplanctónico fue determinado dos veces en cada muestra, promediando la

medici3n de ambas para el resultado final. Se excluyeron de la medici3n los zooplancteres cuyo volumen super3 los 5 ml, como ocurre generalmente con salpas, medusas y langostinos.

La biomasa zooplanct3nica se calcul3 mediante la siguiente ecuaci3n:

$$Y = 1000 \frac{X}{W}$$

Donde:

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

### 3.3.2.5 An3lisis de las clases de tama1o del mesozooplancton

Adicionalmente los grupos mayores del zooplancton fueron contados, medidos y separados por rangos de tama1o, desde 0,25 mm a 19,85 mm de Di3metro Circular Equivalente (**DCE**) utilizando el software Zooimage. Para el desarrollo de esta actividad fue necesario te1ir previamente una al3cuota de la muestra original con Rosa de Bengala al 1%, la que posteriormente fue enjuagada con alcohol et3lico al 70% y escaneada a una resoluci3n de 800 dpi mediante un scanner HP modelo Scanjet G3110.

Todas las im3genes fueron procesadas mediante software Zoolmage (<http://www.sciviews.org/zooimage/index.html>). Los detalles referidos a los procedimientos empleados en el manejo del software se han descrito con detalle en manual del usuario <http://www.sciviews.org/zooimage/index.html>.

Posteriormente, se graficó la distribución espacial de los valores de abundancia de las partículas zooplanctónicas por rangos de tamaños (0,25-2,25 y 2,25-19,85 mm), a fin de facilitar la observación de las variaciones latitudinales en su distribución.

### 3.3.2.6 Índices comunitarios

La descripción comunitaria del mesozooplankton se realizó mediante índices de riqueza, diversidad y uniformidad (Ludwing & Reynolds, 1988), además se analizó el grado de asociación que presentó cada grupo entre pares de muestras, mediante el índice de similitud de Winer (Saiz, 1980), según:

- **Índice de Riqueza Específica**
- **Índice de Margalef (1958).**

$$R1 = \frac{S - 1}{Ln(n)}$$

Donde:

*S* : número total de especies presentes en la muestra.

*n* : número total de individuos de todas las especies presentes en la muestra.

El índice de Margalef de riqueza de especies toma el valor 0, si y sólo si, el número de especies en la muestra es 1. Su valor será máximo mientras mayor sea el número de especies totales de la muestra. Este índice, mide la riqueza de especies de manera independiente del tamaño de la muestra, por lo que resulta apropiado para establecer comparaciones entre éstas.

## b) Diversidad

Para estimar la diversidad de especies en cada una de las estaciones planct3nicas, se utilizar3n los siguientes 3ndices.

### b1) 3ndice de Shannon & Wiener ( $H'$ ).

El 3ndice de Shannon & Wiener, se basa en la teor3a de la informaci3n (mide el contenido de informaci3n por individuo, de un mensaje compuesto por  $S$  especies, cuyas probabilidades de ocurrencia son  $p_1...p_S$ . La informaci3n contenida por individuo en una muestra (nits/ ind; cuando  $H'$  es calculado en base al  $\ln$ ) ha sido ampliamente utilizada como par3metro en ecolog3a de comunidades.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S^*} (p_i * \ln(p_i))$$

Donde:

$p_i$  : abundancia proporcional

$S^*$  : n3mero de especies presentes en la muestra.

El 3ndice de Shannon & Weaver ( $H'$ ) es igual a 0, si y s3lo si, el n3mero de especies en la muestra es 1. Es m3ximo s3lo cuando todas las especies est3n representadas con el mismo n3mero de individuos en la muestra (distribuci3n uniforme).

En la ecuaci3n original del 3ndice de diversidad de Shannon & Weaver se utiliz3 el logaritmo natural y se aplic3 sobre una matriz constituida por 27 grupos zooplanct3nicos, por lo que el valor m3ximo teor3ico que este 3ndice pudiese alcanzar en este estudio no debiera superar los 3,33 nits/ind.

El Índice de Shannon & Wiener, se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos, cuyas probabilidades de ocurrencia son  $p_1 \dots p_S$ ) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.

### **b2) Índice de Pielou (uniformidad)**

$$E1 = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

$H'$  : índice de Shannon & Weaver

S : número total de especies presentes en la muestra

El índice de Pielou permite estimar el grado de uniformidad o similitud presente en una comunidad biológica o en un hábitat. Este índice se mueve en un rango de valores de 0 a 1. Tienden a cero cuando las abundancias relativas de las especies divergen de la uniformidad y existe una máxima dominancia de una especie o grupo. Tienden a 1 cuando todas las especies en una muestra son igualmente abundantes, aportan de igual forma a la diversidad de la muestra, indicando una máxima uniformidad.

### **b3) Índice de similitud de Winer (Saiz, 1980)**

Este índice admite ver el grado de asociación entre pares de muestras, permitiendo agrupar a los individuos de acuerdo a su coexistencia, trabaja con el grado de asociación entre las especies o grupos en el par de muestras (A, B) que se está analizando. Tiene un dominio entre 0 y 1, el valor 0 indica que el par de especies o grupos zooplanctónicos no están presentes simultáneamente en

ninguna muestra y el valor 1, indica lo contrario, es decir, que siempre están presentes simultáneamente.

$$S_w = \frac{\sum x y}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}},$$

Donde:

$x$  e  $y$  son los valores de importancia de cada elemento en la condición A y B, respectivamente.

La obtención del índice para cada par de grupos de especies zooplanctónicas genera una matriz de índices, a partir de la cual es posible establecer relaciones de similitud entre unidades. Para este efecto, se elaborarán dendogramas de relaciones de similitud a través de un método de agrupamiento, siendo el promedio aritmético de pares no ponderado (UPGMA) uno de los métodos usados en este tipo de estudios (Sneath & Sokal, 1973).

En el análisis de los valores derivados de la aplicación de los índices comunitarios se utilizaron como parámetros los resultados obtenidos en estudios similares (Córdova *et al.*, 2011), realizados en la misma zona que se prospectó en el presente estudio.

### **3.3.2.7 Análisis interanual y de componentes principales**

Para explorar la existencia de relaciones interanuales, se realizó un análisis gráfico entre las variables cuantitativas de biomasa-densidad zooplanctónica y morfométricas (promedio anual de la pendiente “b” derivada de la regresión lineal de  $\text{Log}_2$  clase de talla (X) sobre el  $\text{Log}_2$  de la densidad de partículas zooplanctónicas (Y)), donde b es ampliamente utilizado en ecología acuática y

resume la distribución de frecuencia de tamaños corporales individuales en una comunidad independientemente de su especie (White *et al.*, 2007).

Un análisis de componentes principales (ACP) se realizó a los descriptores para explorar la existencia de estructuras comunitarias semejantes a lo largo del área prospectada, construyendo una matriz con el valor promedio de cada variable registrada en un grado de latitud. Los valores propios y vectores del análisis de componentes principales se obtuvo a partir de una matriz de correlaciones, lo que equivale a la aplicación del ACP sobre datos Z estandarizados o adimensionales (Peña, 2002). Considerando que la subdivisión por grados se estableció de manera arbitraria, los resultados de este análisis fueron complementados por gráficos de caja y bigotes de las variables consideradas, los que por su naturaleza descriptiva permiten observar la distribución de éstas.

### **3.3.2.8 Comparación de estructuras zooplanctónicas por zonas**

Este análisis tiene como objetivo comparar las distribuciones de frecuencias zooplanctónicas asociadas a zonas definidas a priori y a variables abióticas, para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre éstas. Bajo esta premisa la distribución multinomial ha sido usada frecuentemente como un modelo en estudios ecológicos y/o biológico-pesqueros y en este sentido, se utilizó para describir las distribuciones zooplanctónicas en la población de estudio.

Existen distintos procedimientos estadísticos que han sido diseñados para abordar la comparación de distribuciones multinomiales (Saavedra *et al.*, 2003), el modelamiento de la distribución bajo un esquema modelo basado es uno de ellos.

Bajo este enfoque se utiliza la teoría asociada al uso de modelos lineales generalizados (GLM), realizando una generalización de la regresión logística para

respuestas dicot3micas, denominada regresi3n logística nominal (Dobson, 2002). Este tipo de modelo se utiliza cuando no existe un orden natural en las categorías de la variable respuesta, como ocurre para las estructuras zooplanctónica. Una categoría se elige arbitrariamente como la categoría de referencia y las funciones de enlace están definidas por,

$$\log(\pi_j) = \log\left(\frac{\pi_j}{\pi_1}\right) = X_j^T \beta_j, \quad \text{para } j = 2, \dots, J$$

Donde:  $\pi_j$  representa la proporci3n de la  $j$ -ésima especie,  $\beta_j$  es el vector de parámetros asociado a la  $j$ -ésima especie y  $X_j$  es el vector de covariables. Las ecuaciones logitos ( $j-1$ ) se utilizan simultáneamente para estimar los parámetros  $\beta_j$ .

Con esta generalizaci3n es posible hacer uso de todas las herramientas de la inferencia existente para estos tipos de modelos, particularmente para el contraste de hip3tesis se utiliz3 la distribuci3n muestral aproximada del estimador m3ximo verosímil.

### **3.4 Relaciones entre la distribuci3n 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 aplicaci3n de Sistemas Geográficos de Informaci3n (SIG) para relacionar los distintos planos de informaci3n y el segundo mediante una modelaci3n con Métodos Aditivos Generalizados (GAM).

### **3.4.1 Análisis cartográfico entre la distribución de las variables oceanográficas y la especie**

Se efectuó un análisis espacial de la distribución y abundancia del recurso con las variables bio-oceanográficas temperatura, salinidad, oxígeno, densidad, cloa, zooplancton, fitoplancton y porcentaje de masas de aguas las que se estimaron en base a la profundidad media de las agregaciones.

Las variables ambientales físicas (temperatura, salinidad, oxígeno, etc), se estimaron mediante una interpolación lineal entre las estaciones bio-oceanográficas más próximas a las agregaciones de pesca, considerando la profundidad media de los cardúmenes. Para las variables biológicas (zooplancton y fitoplancton), los valores asociados a cada agregación se estimaron mediante una interpolación lineal de los valores integrados de las estaciones bio-oceanográficas más cercanas. Luego, cada una de las variables fueron interpoladas mediante los módulos del programa Surfer 8.0, a través del método Kriging, que se utiliza para datos correlacionados entre sí, de esta manera se crearon grillas continuas de datos cuya correlación disminuye al aumentar la distancia entre ellos. La distribución espacial es presentada como una carta de contorno, en donde se representan curvas que unen puntos de igual valor.

La densidad acústica  $s_A$  ( $m^2/mn^2$ ) integrada en la columna de agua fue interpolada con el programa SURFER 8.0, con el método de la distancia inversa al cuadrado entre las UBM y transectas cercanas, trazando líneas de isodensidad, permitiendo de esta manera destacar las áreas de mayor concentración del recurso (Simmonds y MacLennan, 2005).

Una vez generadas las grillas de distribución con una resolución espacial de 0,5 x 1 mn., 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 SHOA. Cada plano de información fue reclasificado para favorecer el estudio visual. A fin de estandarizar entre distintos años, la zona de estudio fue ajustada a una determinada escala espacial, de este modo las cartografías poseen una misma resolución y cobertura geográfica. Finalmente, a la cartografía 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 categoría "i".

$NT$  = N° pixeles totales.

#### **3.4.1.1 Relaciones entre la distribución espacial de la especie y las variables bio-oceanográficas.**

Para determinar la asociación entre la distribución del recurso y las variables ambientales, se aplicó una tabulación cruzada o tabla de contingencia entre las variables analizadas, asimismo, la existencia de asociación se realizó por medio de la prueba  $\chi^2$  (Chi-cuadrado). Las hipótesis a probar:

$H_0$  : No hay asociación entre densidad (especie) y variable bio-oceanográfica.

$H_1$  : Sí hay asociación entre densidad (especie) y variable bio-oceanográfica.

La estadística de prueba está dada por:

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

Donde:

$O_{ij}$  : Número de pixeles observados de la categoría  $(i, j)$ .

$E_{ij}$  : Número de pixeles esperados de la categoría  $(i, j)$ .

El número de pixeles esperado corresponde al valor que debería darse según lo establecido en la hipótesis nula, asumiendo que esta es verdadera. La estadística de prueba se distribuye como una Chi-cuadrado con  $(c-1)(r-1)$  grados de libertad. El criterio de “aceptación o de rechazo” de la hipótesis nula está dado por: Rechace la hipótesis nula si  $\chi^2_{\text{calculado}} > \chi^2_{\text{tabla } (c-1, r-1)}$ , al nivel de significación “ $\alpha$ ” (igual a 0,05 por ejemplo).

Una vez determinada la existencia de asociación entre las variables, se cuantifica el grado de asociación por medio del índice  $V(\text{Cramer})$  (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” es un antecedente de no asociación entre las variables o que el recurso se localizó en un estrecho rango de las variables ambientales, además constituye un antecedente de concentración del recurso. Por el contrario, una proximidad a “+1” es una presunción de alta asociación entre las variables y de que el recurso posee una alta cobertura espacial y se distribuyó en un amplio rango de la variable ambiental.

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

### 3.4.1.2 Estimación de los centros de gravedad (CG)

Una vez realizada la cartografía de la anchoveta se calculó el centro de gravedad (CG), según:

$$CG_n = \frac{\sum_{i=1}^m (Lat(Long)_{in} * Den_{in})}{\sum_{i=1}^m (Den_{in})}$$

Donde:

$CG_n$  = Centro de gravedad del n-ésimo crucero.

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

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

Además, a cada cartografía se le estimó el coeficiente de dispersión relativa (CDR), donde el CDR es una medida de dispersión de la distribución del recurso.

### 3.4.2 Modelamiento entre la densidad acústica de anchoveta y las condiciones ambientales

Se estudia el efecto de las variables bio-oceanográficas y espaciales sobre la distribución de la densidad de anchoveta, mediante modelos aditivos generalizados (GAM). 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 estadísticas exponenciales. El término  $x_k$  es el valor de la k-ésima covariable. El término  $\beta_0$  es un intercepto, y  $S_k(\cdot)$  es una función de suavizamiento unidimensional para la k-ésima covariable.

La variable de interés en este caso es la densidad de anchoveta modelada en función de variables bio-oceanográficas y espaciales donde se localizó la anchoveta. Las variables bio-oceanográficas fueron:

- Biomasa de fitoplancton y zooplancton,
- Temperatura del mar.
- Salinidad del mar.
- Oxígeno disuelto.
- Densidad del agua de mar.
- Clorofila-a

- Gradientes verticales de cada una de las variables señaladas anteriormente.
- Porcentaje de participación de las masas de agua AST, ASAA y AESS.

Las variables espaciales consideradas fueron:

- Latitud,
- distancia a la costa y
- profundidad de las agregaciones

Las variables predictoras fueron introducidas en el modelo a través de funciones de suavizamiento no-paramétricas, de la forma de los suavizadores localmente ponderados (loess) (Hastie y Tibshirani, 1990). Para dar cumplimiento a los supuestos asociados a la distribución de los datos y requeridos en el modelamiento estadístico GAM, 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 entre las estaciones cercanas a la posición geográfica y profundidad promedio de las observaciones acústicas de anchoveta.

Las variables explicativas que aportaron significativamente al modelo fueron seleccionadas mediante la prueba F basada en la máxima verosimilitud con un nivel de significación del 5%. También se calculó el cociente pseudo- $R^2$ , obtenido a través de la devianza nula y la devianza residual, el que permitió evaluar el aporte de todos y cada término modelado en la variabilidad total.

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

Las agregaciones de anchoveta fueron detectadas mediante el programa SonarData Echoview® (Versión 5.30.40), extrayéndose información de las transectas de prospección acústica e intertransectas costeras orientadas a la búsqueda de cardúmenes del crucero RECLAN 1312. Las observaciones fueron separadas en agregaciones diurnas y nocturnas, considerándose para el primer período el horario comprendido entre las 06:45 horas y las 20:00 horas, el período nocturno fue considerado durante las horas faltantes para completar las 24 horas.

**4.1 Descriptores de una agregación**

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

**Descriptores de posición:** Están referidas a la posición geográfica de las agregaciones, utilizándose 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

**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 (*Densidad*) de las agregaciones referidas en unidades de  $s_A$  por área ( $s_A/m^2$ ). Lo que se busca al dividir los  $s_A$  por el área transversal total de la agregación es estandarizar los  $s_A$  individuales relacionándolos con el tamaño de cada agregación, dándonos de esta forma una noción de cuán compactas o dispersas se encuentran éstas. Estos descriptores están determinados de acuerdo a:

$$s_A = 4\pi(1852)^2 10^{0,1\bar{S}v_{prom}} \textit{Altura media}$$

Donde:

$$\bar{S}v_{prom} = 10\log(E) \text{ (dB)}$$

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

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

Siendo “E” la expresión lineal de los valores de Sv, expresado en dB.

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

N = número de muestras utilizadas para calcular  $\bar{S}v_{prom}$  en la agregación, y

$$\textit{Densidad} = s_A/\textit{Área}$$

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

**Descriptores morfológicos:** Dentro de los descriptores morfológicos extraídos directamente desde el ecograma se encuentran: la altura media (m), el área transversal (m<sup>2</sup>), 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<sub>*i*</sub>

N = número total de pings en la agregación.

El área de una agregación se obtiene asociando un rectángulo a cada muestra S con un valor de amplitud sobre el umbral de ecointegración. La superficie del rectángulo  $S_e$  es calculada como el producto de la distancia horizontal cubierta desde el pulso precedente ( $d_j$ ) y la distancia vertical cubierta desde la muestra anterior ( $e$ ), por lo tanto:

$$S_e = d_j * e$$

El área transversal de la agregación (*Área*) 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 extrae 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.

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

**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 es utilizado para medir la posición relativa del centro de la agregación en la columna de agua con respecto al fondo y se expresa en forma porcentual como:

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

Tambi3n se determin3 la distancia a la costa en millas n3uticas (mn) de cada agregaci3n, consider3ndose la distancia desde el punto central de la agregaci3n hasta el punto costero ubicado en la misma latitud.

#### **4.2 An3lisis de los datos**

Los datos fueron separados en d3a-noche, a partir de lo cual se realizaron una serie de an3lisis. El primero fue la estadística descriptiva, entreg3ndose valores promedio con sus respectivas dispersiones de las variables analizadas. Posteriormente se analizan los datos diferenci3ndolos seg3n la hora de detecci3n (intervalos de 1 hora) y seg3n la distancia a la costa. Las agregaciones con su energ3a, morfolog3a y batimetr3a asociada se georeferenciaron considerando su distribuci3n espacial y batim3trica, analiz3ndose las diferencias entre las caracter3sticas de las agregaciones en las diferentes zonas definidas en el crucero. Finalmente los datos fueron analizados mediante t3cnicas multivariadas, herramienta que permite resumir la informaci3n contenida en los datos y reducir su dimensionalidad (Rencher, 1995), espec3ficamente se aplic3 el an3lisis de componentes principales (APC) utilizando el paquete estadístico (SPSS). Se redujo la dimensionalidad del problema obten3ndose nuevas variables que fueron expresadas como combinaci3n lineal de las variables originales, an3lisis diferenciado para agregaciones nocturnas y diurnas.

## VII. RESULTADOS

---

Los resultados se entregan siguiendo un desarrollo desde el ambiente hasta el recurso pesquero, iniciándose con la características oceanográficas físicas y oferta ambiental de alimento (*Objetivo específico 3*), luego la componente biología pesquera con las estructuras de peso, talla, composición y madurez sexual; claves talla edad (*Objetivo específico 2*); luego las estimaciones hidroacústicas de biomasa y abundancia de los recursos (anchoveta y jurel) (*Objetivo específico 1*), su distribución espacial y las relaciones con las condiciones oceanográficas físicas y biológicas (*Objetivo específico 3*); y, finalmente las características de las agregaciones de anchoveta (*Objetivo específico 4*).

### 1. Determinar las condiciones hidrográficas y meteorológicas de la zona de estudio durante la primavera de 2013 (Obj. Específico 3).

#### 1.1 Dinámica de los vientos

De los vientos medidos cada media hora sobre el track de navegación; el 72,7% tuvo intensidad del viento menor a 5 m/s (**Figura 4a**), mientras el 27,3% corresponde a intensidad entre 5 y 10 m/s (**Figura 4b**). Vientos de intensidad mayor a 10 m/s no se registraron en el crucero. Los vientos más débiles, menor a 5 m/s, se distribuyeron a lo largo de toda la zona con la excepción del área oceánica frente a caleta Chipana, donde los vientos registrados fueron de una intensidad moderada. Los vientos moderados, 5 a 10 m/s, también se focalizaron principalmente frente a Arica y el sur de Caleta Vitor, entre Punta Patache y Tocopilla, y entre la bahía Mejillones y Caleta Colorada. Los vientos con dirección norte desfavorables a la surgencia no representan una característica del periodo de estudio, pues sólo representan el 12,8% de los registros.

El índice de surgencia costera promedio por latitud (IS) (**Figura 4c**) mostró un rango de valores entre 122 a 668 m<sup>3</sup>/s por 1.000 m de costa, ubicándose el mínimo en los 19°30'S, seguido de valores de 308 y 351 m<sup>3</sup>/s frente a los 22°30'S y 20°30'S respectivamente, mientras que los máximos se ubicaron en tres puntos, en los 21°30'S (668 m<sup>3</sup>/s), 18°30'S (663 m<sup>3</sup>/s) y 23°30'S (633 m<sup>3</sup>/s). El IT (**Figura 4d**) por su parte también mostró valores en un rango de 25 a 150 m<sup>3</sup>/s<sup>3</sup>, ajustándose los valores con la distribución del IS, coincidiendo los menores y mayores IT con los menores y mayores IS, respectivamente. Por lo tanto, la mayor turbulencia del muestreo se registró en los 21°30'S, 18°30'S y 23°30'S, con valores de 128, 122 y 86 m<sup>3</sup>/s<sup>3</sup>.

## 1.2 Temperatura

La temperatura superficial del mar (TSM) (**Figura 5a**) tuvo un rango total entre 13,9 y 22,7 °C. El mínimo se ubicó a 1 mn frente a caleta Copaca en los 22°20'S y el máximo a 20 mn de la costa al sur de Iquique (20°20'S). Toda la costa registra bajas temperaturas relativas, lo que, con las aguas más cálidas en el sector oceánico, forma frentes térmicos de diversa intensidad. El área al norte de Iquique registró una intrusión de agua cálida hacia el sector costero, registrándose 22°C hasta las 5 mn, en tanto aguas cálidas > 21°C en menor medida se acercaron hasta las 20 mn entre Pta. Arenas y caleta Copaca. Desde la latitud 23°S al sur se registra un gradiente térmico menos intenso en relación al sector norte. En el sector costero los focos de temperaturas < 17°C caracterizaron la surgencia, destacando una mayor extensión hacia el oeste del frente térmico, desde los 19°S y caleta Buena, entre punta Arenas y la península de Mejillones, y desde los 23°50'S al sur.

El rango de anomalías de TSM (ATSM) (**Figura 5b**) varió entre  $-4,0^{\circ}$  y  $3,8^{\circ}\text{C}$ , ubicándose estos valores extremos en la estación de 1 mn frente a punta Copaca el mínimo, y el máximo a 5 mn de la costa al sur de caleta Buena. Estos valores extremos forman focos de regular tamaño siendo los más predominantes en el área los focos de valores de  $-1$  a  $1^{\circ}\text{C}$ . Se destaca, no obstante, 3 focos de ATSM positiva  $> 21^{\circ}$  de mayor extensión en el sector oceánico, seguido de uno más pequeño en la franja costera, localizándose el primero de mayor extensión y que llega hasta la costa entre Pisagua e Iquique, el segundo de menor área está entre Tocopilla y punta Grande, el tercero frente a punta Colorada, y por último el cuarto, costero a 1 mn de Antofagasta. En tanto, los focos costeros de anomalía negativa mayor a  $21^{\circ}\text{C}$  (absoluto), se ubicaron entre caleta Vitor y caleta Camarones (mayor amplitud), desde punta Arenas a punta Grande y frente a Mejillones y caleta Botija (menor amplitud).

### 1.3 Salinidad

La salinidad superficial (SSM) (**Figura 5c**) registra un rango de valores en la zona de muestreo que va desde 34,7 a 35,2 psu ubicados, respectivamente, a 10 mn entre Antofagasta y caleta Colorada y a 20 mn entre el sur de caleta Buena y sur de Iquique. La distribución de esta variable registra los menores valores en la costa formando un frente salino entre Pisagua y caleta Chucumata ( $22^{\circ}30'S$ ), el que es en general débil pero de mayor intensidad en las áreas de mayor salinidad oceánica ( $> 35$  psu) como ocurre en los  $20^{\circ}\text{S}$ . Al norte y sur de esta posición los valores bajos de salinidad ( $< 34,8$  psu) predominan en toda el área de muestreo. Valores de salinidad superiores a 35 forman un foco en gran parte del área al oeste de las 15 mn de la franja de muestreo entre punta Arenas y caleta Cobija. En el sector costero predominan valores cercanos a 34,8 el que bajó de 34,7 desde Antofagasta al sur.

Las anomalías de SSM (ASSM) (**Figura 5d**) tienen un rango de entre -0,3 psu/m, ubicado a 10 mn al norte de caleta Camarones, y +0,4 psu/m a 20 mn de caleta Colorado. No obstante el extenso rango de valores, hay un amplio predominio de anomalías de -0,1 a +0,1 psu/m. En la franja costera (primeras 10 mn) no se observan anomalías mayores a 0,2 (absoluto), registrando algunos focos pequeños a 10 mn al sur de Pisagua y desde las 10 a 20 mn frente a caleta Caramucho. Los focos de ASSM positivos mayores a 0,2 psu/m son 3 y también abarcan áreas relativamente pequeñas, destacando el primer foco entre 5 y 20 mn al sur de caleta Buena, el segundo que va desde Tocopilla a caleta Cobija y donde se ubica un máximo relativo de 0,3 psu/m, y por último al sur del área estudio donde se registro un máximo salino.

#### 1.4 Densidad

La densidad superficial (**Figura 6a**) registró valores en el rango de 24,2 a 26,1 kg/m<sup>3</sup>. Las menores densidades, < 24,4 kg/m<sup>3</sup>, se ubicaron en el sector oceánico desde Pisagua a punta Lobos y punta Arenas a caleta Cobija, coincidiendo con la mayor extensión del muestreo hacia el oeste y con una intrusión de aguas oceánicas hacia la costa. Densidades mayores a 25 kg/m<sup>3</sup> se localizaron en general a lo largo de prácticamente todo el sector costero, aumentando su extensión al oeste, formando en general una franja de marcado gradiente, que se interrumpe por la penetración intensa de aguas cálidas (< 24,6 kg/m<sup>3</sup>) al norte de Iquique donde se registró su valor mínimo (20 mn), y de menor magnitud frente a caleta Copaca y a Antofagasta, determinando que los focos de máximas densidades, >25,4 kg/m<sup>3</sup>, se repartieran entre Arica y norte Pisagua, y desde punta Arenas al extremo sur del área de estudio.

## 1.5 Isoterma de 15°C

La profundidad de la isoterma de 15°C (**Figura 6b**) indica un máximo de 62-65 m en la estación de 20 mn en caleta Colorada (24°40'S). En la franja de las primeras 10 millas náuticas hay un predominio de niveles de profundidad <20 m, excepto caleta Vitor, entre caleta Camarones y Pisagua, en Iquique, entre Caleta Chipana y Antofagasta y de punta Amarilla al sur. En el sector más oeste predominan los niveles mayores a 30 m, exceptuando valores superiores en el área entre Pisagua y caleta Caramucho, desde punta Arenas a punta Amarilla y en caleta Colorada.

La anomalía de profundidad de la isoterma de 15°C (**Figura 6c**) tiene un rango general de -21 a 36 m, extremos ubicados en la estación de 10 mn al sur de Pisagua y en la estación de 20 mn frente a caleta Colorada, respectivamente. Aun cuando hay un extenso rango de anomalía, hay también un amplio predominio de valores entre -10 y 10 m, por lo que valores mayores y menores se encuentran focalizados en áreas de baja cobertura espacial. Los focos de valor negativo se ubicaron en la costa entre Arica y caleta Chipana, excepto las estaciones al norte de caleta Camarones (19°00'S) y caleta Buena. Por otra parte, los focos de anomalías positivas se encuentran en 2 áreas ubicados más hacia el oeste de la zona, desde el norte de Tocopilla a punta Coloso y a 20 mn de caleta Colorada.

## 1.6 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto (OD) superficial (**Figura 6d**) tuvo un rango de concentraciones entre 1,6 y 8,8 mL/L, con una predominancia de valores entre 5 y 6 mL/L. Focos aislados de concentraciones mayores a 7 sector 6 mL/L se distribuyeron en el sector oceánico al sur de caleta Camarones, mientras que el resto lo hizo en el sector costero, en el sector costero en punta Lobos, Antofagasta (máximo absoluto 8,8 mL/L) y sur de punta Amarilla. Focos de concentraciones menores a 5 mL/L y

de área variable se registraron entre caleta Vitor y Camarones ( $< 3$  mL/L), entre caleta Paquica y punta Grande (mínimo absoluto 1,6 mL/L); en el entorno de Mejillones ( $< 3$  mL/L) y en el área de Mejillones; y por último de caleta Botija al sur ( $< 4$  mL/L).

### 1.7 Profundidad de 1 mL/L de OD

La profundidad de la isolínea de 1 mL/L (**Figura 7a**) presentó un marcado gradiente costa–océano en toda el área de estudio. Los datos de profundidad variaron entre 20 y 50 m, ubicándose el máximo a 20 mn frente a caleta Colorada en el extremo oceánico sur del muestreo, mientras que el mínimo se registró en la primera milla de la península de Mejillones. A lo largo de la zona, los mayores variaciones de profundidad se encontraron desde punta Arenas ( $21^{\circ}30'S$ ) hacia el sur, mientras que al norte de esta región los valores fluctuaron principalmente entre 20 y 30 m. Focos de mayor profundidad ( $> 60$  m), se dieron en el sector más oceánico a 20 mn frente a caleta Michilla, sector central de la península de Mejillones y caleta Colorada.

### 1.8 Capa de mezcla

La capa de mezcla (CM) (**Figura 7b**) en la zona de estudio tuvo un máximo espesor de 15 m frente a Tocopilla y un segundo máximo de 11 m frente a punta Amarilla, ambos a 20 mn de la costa. En el área de estudio hubo alto predominio de espesor de CM menor a 5 m entre la costa y el sector oceánico. Focos de espesor mayores a 5 m se ubicaron fuera de las 10 mn entre Arica y sur de caleta Vitor, punta Lobos Mejillones y desde Antofagasta al extremo sur de la zona de muestreo.

## 1.9 Termoclina

El espesor de la termoclina (ET) (**Figura 7c**) tuvo un rango de 2 a 31 m. El máximo se midió en la estación de 20 mn al sur de Iquique ( $20^{\circ}20'S$ ) y el mínimo a una milla al sur de caleta Camarones y caleta Copaca. Un foco principal de ET mayor a 25 m se ubicó entre Pisagua y caleta Chucumata fuera de los 10 mn y uno más débil centrado en las 10 mn de punta Lobos. Entre Arica y caleta Camarones y al sur de punta Lobos hay predominio de ET inferiores a 15 m a lo largo de la zona de muestreo, exceptuando en las estaciones frente a Tocopilla donde se observó intrusión de agua desde el océano que provocó espesores mayores a 15 m.

Temperatura asociada a la base de la termoclina (TBT) (**Figura 7d**) fluctuó entre valores de  $13,3^{\circ}$  a  $17,15^{\circ}$  °C, sin embargo, hubo un amplio predominio de temperaturas entre  $14^{\circ}$  y  $15^{\circ}$  °C que abarcaron desde la costa hasta las 20 mn, interrumpido por focos de temperatura mayor a  $16^{\circ}$  °C que se encuentran principalmente en el área oceánica al sur de caleta Buena, frente a caleta Caramucho y entre caleta Paquica y Michilla. Éste último foco alcanza las 10 mn frente a caleta Copaca, en tanto que a lo largo del sector costero predominan valores menores a  $14^{\circ}$  °C.

La profundidad de la base de la termoclina (PBT) (**Figura 8a**) presentó un rango de 6 a 48 m. El mínimo estuvo en la estación de 1 mn la sur de caleta Camarones ( $19^{\circ}20'S$ ), mientras que el máximo se midió en la estación de 20 mn al sur de Iquique ( $20^{\circ}20'S$ ). Hacia la costa se registraron las menores PBT, las que en general fueron inferiores a 15 m, extendiéndose hacia el oeste preferentemente hasta las 5 mn, mientras que los valores mayores a 20 m se encuentran pasadas las 10 mn. Las mayores profundidades,  $>30$  m, se registraron en focos en el sector oeste de la zona los que se ubicaron entre Arica y caleta Michilla ( $22^{\circ}40'S$ ) fuera

de las 10 mn, mientras que al sur de esta sección no supera los 25 m desde la costa hacia aguas oceánicas.

El gradiente de temperatura promedio de la termoclina (GPT) (**Figura 8b**) tuvo valores que oscilaron entre 0,1 y 0,85 °C/m, sin embargo el rango 0,2 a 0,3 °C/m predominó ampliamente en toda la zona. Los valores mínimos se ubicaron a 1 mn al sur de caleta Vitor, norte de caleta Camarones y punta Tres Picos, y a 10 mn de la costa en caleta Copaca (22°20'S), mientras que el máximo se ubicó en la estación a 1 mn frente a Arica. En la parte central del área de muestreo se registró un foco aislado de mayor gradiente (entre 0,4 y 0,6 °C/m) ubicado entre punta Lobos y punta Arenas, extendiéndose desde la costa hasta las 10 mn.

El gradiente máximo en la termoclina (GMT) (**Figura 8c**) tuvo valores que oscilaron entre 0,14 y 1,66 °C/m, con un máximo registrado a 1 mn frente a Mejillones y mínimo ubicado en la milla de punta Tres Picos. Aunque los valores de GMT inferiores a 0,8 °C/m tuvieron un amplio predominio en la zona, se registraron dos sectores de GMT mayores a 1°C/m, uno ubicado en el extremo norte de la zona fuera de las 10 mn de la costa y un segundo entre caleta Chucumata (20°30'S) y caleta Chipana (21°30'S) desde la costa hacia aguas oceánicas.

La profundidad donde se ubicaron los GMT tuvo un rango de 3 a 29 m (**Figura 8d**), donde el valor mínimo se localizó en las 5 mn frente a Antofagasta y dentro de un área de valores menores a 10 m entre punta Grande (22°30'S) y sur de Pta Coloso (23°50'S), mientras que el valor máximo estuvo en el sector oceánico (20 mn) a la cuadra de punta Arenas, perteneciente a un foco de profundidades mayores a 20 m entre el norte de punta Arenas (21°30'S) a caleta Paquica (21°55'S).

## 1.10 Verticales

### 1.10.1 Distribución vertical de temperatura

La distribución de temperatura en la vertical se muestra en las **Figuras 9 y 10**. Todas las secciones presentaron un fuerte gradiente térmico vertical, el que en general se encontró restringido a los primeros 50 m de la capa superficial. La mayoría de las secciones mostraron además, un marcado ascenso de este gradiente hacia la costa, observándose el efecto más importante de la surgencia en las secciones 21 a 37, lo que sumado a que en los niveles superficiales del sector oceánico una capa cálida de más de 21°C se desarrolló dentro de los primeros 20 m entre las secciones 9-17, 21-25 y 39, provocó un fuerte gradiente horizontal zonal.

En el sector costero la disminución de la temperatura superficial y el registro de isotermas con pendientes positivas hacia la costa, muestran efectos importantes de surgencias, donde se observa la bifurcación entre la isoterma de 13°C con pendiente positiva y la de 12°C con pendiente negativa (**Figura 10**). A niveles más profundos, en todas las secciones bajo los 200 m, las isotermas tendieron a ubicarse con pendiente negativa entre las isotermas de 12°C a 10°C, salvo algunas donde se mantienen de manera paralela a la superficie (secciones 15-19 y 29).

### 1.10.2 Distribución vertical de salinidad

La distribución de salinidad en la vertical se muestra en las **Figuras 11 y 12**. En general, las secciones 1 a 7 se caracterizan por ser bastante homogéneas a lo largo de la columna de agua, pero con núcleos débiles subsuperficiales de 34,8 y 34,9 psu, donde los gradientes de salinidad superficial más importantes se

encuentran en el sector oceánico de las secciones 9, 11 y 13, con valores que oscilaron entre 34,8 y 35,2 psu en los primeros 40 m, disminuyendo su espesor hacia la superficie con pendiente positiva en las 5 mn. Hacia el sur, los valores de salinidad se presentan en núcleos intercalados en los 100 primeros metros con valores entre 34,8 a 34,9 psu (secciones 15-21 y 27-31), lo cual se mantiene en el extremo sur con núcleos de 36,6 a 34,8 psu.

El núcleo de máxima subsuperficial se presentó intenso y bien definido en todas las secciones, con valores en su núcleo principal  $>34,8$  psu y ubicado por bajo los 100 m de profundidad. El espesor de este núcleo principal fue variable ya que en las secciones del extremo norte alcanzó 250 m mientras que hacia el sur se adelgazó a espesores de 100 m en el sector oceánico.

### 1.10.3 Distribución vertical de densidad

La densidad (**Figuras 13 y 14**) tuvo una distribución de isolíneas similar a la presentada por la temperatura, es decir mostró gradientes intensos (picnoclina) en los primeros 50 m de la columna de agua. Esta variable registró también ascensos de las isopicnas en todas las secciones, con valores que fluctúan entre 24,4 a 26,2  $\text{kg/m}^3$ , donde densidades superficiales menores dan origen a un gradiente que se eleva hacia la superficie en las estaciones costeras, mientras que a 20 mn de la costa, se profundizan a medida que se avanza hacia el sur hasta alcanzar los 90 m.

A mayores profundidades ( $>100$  m), las isopicnas de 26,4 y 26,6  $\text{kg/m}^3$  presentaron pendientes positivas y negativas de manera alternada a lo largo del periodo de muestreo, exceptuando las secciones 1 y 15 a 19 las que se mantienen paralelas a la superficie.

#### 1.10.4 Distribución vertical de OD

En la vertical el OD (**Figuras 15 y 16**) registró gradientes óxicos intensos los que se desarrollaron en la capa superficial de los primeros 100 m. En la mayoría de las secciones se observó un marcado ascenso del gradiente hacia la superficie del sector costero, reconociendo un gradiente vertical de OD con valores entre 7 y 0,25 mL/L, ubicado inicialmente en los primeros 50 m y que luego se profundiza en el sector oceánico y hacia el sur (sección 21), hasta alcanzar su mayor profundidad en el límite sur de área prospectada (sección 39), donde registra la profundidad máxima de 90 m a 20 mn de la costa. La capa oxigenada superficial, >5, presentó un aumento en las estaciones de 1 y 5 mn dando origen al hundimiento del gradiente vertical de OD en el sector costero (secciones 7, 9, 11, 13, 15 y 17). A partir de caleta Chipana (sección 21), se reconoce un notorio efecto de la surgencia costera y su progresivo aumento hacia el sur, siendo en el límite sur donde se registra en mayor gradiente horizontal de oxígeno disuelto a los 25 m de profundidad.

Bajo esta capa oxigenada se encuentra la capa de mínimo de oxígeno (concentraciones menores a 1 mL/L), que se extendió más allá de los 500 m siendo apenas detectada en este nivel en las secciones 31, 37 y 39, en tanto que el límite superior de esta capa (1 mL/L) se mantuvo en el sector oceánico entre los 50 y 100 m como máximo, esto en la sección 39. Este límite se acercó hacia la superficie en el sector costero, siendo los ascensos más notorios los correspondientes a las secciones 1, 13, 26 y 27, con 70 m desde las 20 mn a la costa.

### 1.10.5 Masas de agua

La distribución vertical de masas de agua Subantártica (ASAA), Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Subtropical (AST) se presentan en las **Figuras 17 a 22** y se muestran como isolíneas de porcentajes de participación de masa de agua (PPMA).

El AST (**Figuras 17 y 18**) se ubicó en la capa superficial de la zona, con un espesor (PPMA > 10) variable y similar en la vertical a lo largo de la zona, el menor espesor (~20 m) se relacionó con menores valores de PPMA, mientras que el mayor espesor (~50 m) se corresponde con las secciones con mayores valores de PPMA, destacando hacia el sector costero el registro en todas las secciones de una disminución de los PPMA, tanto en espesor como en valor. En este sentido, los PPMA < 40 se observaron en la sección 5, al sur de caleta Vitor, mientras que las áreas con PPMA > 80 se observaron en el sector oceánico de las secciones 9 a 13, y de 23 a 27. De éstas, se destaca la sección ubicada frente a caleta Buena (T11), donde la intrusión de aguas oceánicas hacia el sector costero se presenta con PPMA > 80% en la superficie de la estación de 5 mn y en la vertical de la estación de 20 mn y abarca los primeros 20 m de profundidad.

El ASAA (**Figuras 19 y 20**) presentó en todas las secciones una baja participación, con valores de PPMA levemente superiores al 30% en los primeros 50 m de profundidad. Los menores valores de PPMA se observaron en las secciones al norte de Mejillones (23°00'S), donde predomina una participación del 20%. Al sur de esta sección, los PPMA >30% fueron más evidente en superficie, cubriendo los primeros 25 m de profundidad (> 5 mn) en la sección 31 y los 70 m de profundidad (a 10 mn) en la sección 39, el extremo sur de la zona de estudio. Pequeños núcleos de 40% de participación, se observaron en los primeros 20 m de profundidad, solamente en la estación de 10 mn de las secciones 33, 35 y 39, y

en la estación de 5 mn de la sección 35. El espesor de esta masa, considerando el nivel de máxima profundidad para el PPMA de 10%, estuvo en la mayoría de las secciones entre 100 a 150 m.

El AESS (**Figuras 21 y 22**) presentó altos porcentajes de participación, mayores al 60%, en todas las estaciones muestreadas (sector costero y oceánico), ubicadas entre los 10 y 450 m de profundidad. En algunos casos, los valores de PPMA aumentaron en la estación costera (1 mn) donde alcanza valores >40% en superficie y presentan una mayor participación en el sector costero (1 mn). En estos casos destaca la sección 25, donde los PPMA >60% alcanzan los 10 primeros metros de la columna de agua en la estación costera (1 mn) y las secciones 7 y 29, en las cuales agua con PPMA >40% se acerca a la superficie en la estación de 5 mn en el primer caso, y entre las estaciones de 5 y 10 mn en el segundo caso, evidenciando el efecto de surgencia presentes en estos sectores. Hacia la costa, el ascenso de AESS se ve reflejado por la inclinación positiva de las isolíneas de PPMA, en gran parte de las secciones muestreadas, con la excepción de las secciones 1, 3, 5 y 37, donde no se observa este comportamiento.

## 1.11 Pigmentos

### 1.11.1 Clorofila y feopigmentos superficiales

La distribución de la clorofila estimada (clo) superficial en el mes de diciembre (**Figura 23a**) tuvo un rango total de concentraciones de entre 0,023 a 23,56 µg/l. La clo mostró una franja de concentraciones mayores a 1 µg/l en todo el sector costero, encontrando la mayor parte de la franja productiva (>1 µg/l) con un espesor cercano a las 20 mn, salvo al sur de caleta Buena y desde Tocopila a caleta Cobija, donde los valores de clo son inferiores a 1 µg/l.

Dentro de la franja productiva se observaron focos de clo de altas concentraciones, mayores a 5  $\mu\text{g/l}$ . De norte a sur son: sur de caleta Vitor (13,41  $\mu\text{g/l}$ ), en los 18°50'S, Iquique (15,19  $\mu\text{g/l}$ ), desde el sur de Tocopilla (16,15  $\mu\text{g/l}$ ) a Antofagasta (23,56  $\mu\text{g/l}$ ) y desde punta Amarilla (15,02  $\mu\text{g/L}$ ) a punta Tres Picos (22,99  $\mu\text{g/l}$ ), respectivamente. Se destaca la presencia de concentraciones de clo mayor a 1  $\mu\text{g/l}$ , en sectores donde se observó la intrusión de aguas oceánicas hacia la costa.

Los feopigmentos (feop) mostraron una distribución similar a la clo con un rango de concentraciones entre 0,01 y 4,37  $\mu\text{g/l}$  (**Figura 23b**). Una franja de concentraciones mayores a 0,5  $\mu\text{g/l}$  se desarrolló a lo largo de gran parte de la zona costera, dentro de la cual se observó un foco de altas concentraciones, mayor 3  $\mu\text{g/l}$ , entre Tocopilla y caleta Copaca. El sector costero se interrumpe en varios sectores donde la concentración observada fue de 0,5  $\mu\text{g/l}$ , frente a Pisagua, desde Iquique (20°10'S) a sur (20°20'S), en caleta Chipana y desde punta Amarilla (24°S) hasta el extremo sur, con la salvedad de un foco de > 1  $\mu\text{g/l}$  entre punta Coloso y punta Amarilla.

### 1.11.2 Distribución integrada de clorofila-a y feopigmentos

La clorofila total integrada (cloint) tuvo un rango total entre 10,78 y 625,55  $\text{mg/m}^2$  (**Figura 23c**), presentando valores mayores a 200  $\text{mg/m}^2$  a lo largo de la mayor parte del sector más costero (5 mn). Las excepciones se dieron en la milla al norte de caleta Vitor (18°40'S) y entre Mejillones (23°S) a islote Sta María (23°20'S) con valores de 10,78 y 80  $\text{mg/m}^2$  respectivamente. Dentro de esta lengua se ubican numerosos focos de altas concentraciones de cloint, principalmente entre las 5 y 10 mn, con la excepción de dos sectores a 1 mn que reúnen las mayores concentraciones, al sur de Pisagua (19°40'S) y entre el sur de punta Amarilla (24°10'S) a punta Tres Picos con valores de 625,55  $\text{mg/m}^2$  y > 550  $\text{mg/m}^2$

respectivamente. Entre las 10 y 5 mn y a lo largo de la costa se ubicaron diversos focos con valores mayores a 300 y 400 mg/m<sup>2</sup> ubicados entre el sur de caleta Camarones (19°20'S) y caleta Caramucho, frente a caleta Lobos, desde caleta Chipana a caleta Michilla y entre punta Amarilla y punta Tres Picos. Las menores concentraciones de cloaint (< 100 mg/m<sup>2</sup>) fuera de las 10 mn, se ubicaron en el extremo norte entre Arica y caleta Victor, desde Pisagua a punta Patache (20°50'S), desde caleta Chipana (21°20'S) a sur Mejillones (23°10'S) y desde el norte de Antofagasta (23°30'S) hacia el extremo sur.

Los feopigmentos integrados (feoint) tuvieron una distribuci3n similar a la cloint con un rango de valores entre 3,36 a 148,72 mg/m<sup>2</sup> (**Figura 22d**). Un foco superior a 100 mg/m<sup>2</sup> se registr3 entre caleta Paquica (21°50'S) a sur de Tocopilla (22°10'S) entre la milla y 5 mn. Tambi3n se registraron tres focos m3s d3biles, uno centrado a 10 mn en la estaci3n de los 19°S y dos centrados en las 5 mn en las estaciones de los 21°20'S y frente a caleta Chipana. De norte a sur, feopint de concentraciones mayores a 60 mg/m<sup>2</sup> se distribuyen desde aguas oce3nicas hacia la costa en dos lenguas, la primera desde Arica hacia caleta Chucumata (20°30'S) y la segunda desde punta Lobos (21°S) hacia caleta Copaca (22°20'S), un tercer foco costero se observ3 desde Antofagasta hacia extremo sur de las mediciones. Las menores concentraciones (< 60 mg/m<sup>2</sup>), se ubicaron principalmente fuera de las 10 m, donde el foco de mayor 3rea se registr3 entre los 19°10'S y 21°S, lengua que incluye el sector costero frente a caleta Caramucho, as3 como tambi3n focos de concentraciones menores a 40 mg/m<sup>2</sup>. Un foco costero se encontr3 en las estaciones frente a Arica y se distribuy3 hasta los 19°30'S dentro de la 5 mn. Una lengua de gran amplitud y de concentraci3n < 60 mg/m<sup>2</sup> se ubic3 desde los 21°10'S hasta el extremo sur de las mediciones e incluye el sector costero entre los 22°40'S hasta Antofagasta.

### 1.11.3 Distribución vertical de clorofila-a y feopigmentos

La clorofila total estimada (clo) presentó en la vertical (**Figura 24**) núcleos de concentración mayores a  $1 \mu\text{g/l}$  en todas las transectas, los que se distribuyen en general dentro de los primeros 50 metros, con la excepción de las secciones 9, 21 a 27 y 33 en donde el núcleo alcanzó los 100 m de profundidad dentro de las 5 mn, mientras que en las secciones 23 a 27 se extendió hacia las 15 mn. La amplitud de este núcleo hacia el oeste en las capas superficiales es variable, abarcando la mayoría de las secciones hasta las 20 mn, salvo las secciones 9 y 11 que alcanzan las 18 mn, así como también la ausencia de este núcleo sobre los 40 m en las secciones 1, 3, 9, 13, 15, 21, 23 y 25.

En todas las secciones se observaron núcleos de concentración mayor a  $5 \mu\text{g/l}$  que oscilaron entre la superficie y los 50 m de profundidad, desde la costa hacia las 10 mn, exceptuando las secciones 7 y 17 donde este núcleo se observó hasta las 20 mn, disminuyendo en espesor a medida que avanza hacia el oeste, observando una reducción en espesor a medida que avanza hacia las secciones del área sur.

Las mayores concentraciones ( $> 15 \mu\text{g/l}$ ) se observaron en las secciones 3, 7 a 21, 25, 33 y 35, focalizados dentro de las 5 mn, mientras que las menores concentraciones ( $< 0,5 \mu\text{g/l}$ ) se encontraron bajo los 50 m de profundidad en la mayoría de las secciones, donde este núcleo se presenta de forma alternada entre la costa y el sector oceánico. En las secciones 11, 13, 23, 25 y 33 se observaron núcleos superficiales de  $0,5 \mu\text{g/l}$  entre las 10 y 20 mn.

Los feop en la vertical (**Figura 25**) presentaron núcleos de concentraciones mayores a  $1 \mu\text{g/l}$  en la mayoría de las secciones dentro de los primeros 50 m de

profundidad, desde en el sector costero y hacia el oeste hasta las 10 mn, extendiéndose a las 15 y 20 mn en las secciones 23 y 7 respectivamente. En esta última sección (7) concentraciones mayores a 1  $\mu\text{g/l}$  se presentan en toda la capa superficial (20 mn), alcanzando una profundidad máxima (35 m) donde este núcleo centrado entre las 5 y 10 mn, disminuye su cobertura espacial en profundidad hacia el océano, hasta alcanzar los 5 m de profundidad. Las secciones 3, 5, 11, 13, 17, 19 y 25 muestran núcleos subsuperficiales de concentraciones mayores a 3  $\mu\text{g/L}$  situados dentro de las 5 mn entre los 20 y 30 m. Las menores concentraciones ( $< 0,5 \mu\text{g/l}$ ) se observaron entre la superficie y los 100 m, tanto de forma continua, como en el caso de las secciones 11 y 35 a 39, o bien alternada como en el resto de las secciones, cubriendo desde la milla hacia aguas oceánicas en la parte más profunda.

### 1.12 TSM satelital

Las imágenes promedio semanal de temperatura superficial del mar (TSM) obtenidas con satélite para la zona durante el crucero se muestra en la **Figura 26**. El período se caracterizó por registrar un aumento gradual de las TSM en cada semana el que fue en promedio de 1 a 2°C. Entre la primera y la segunda semana aumentó el área cubierta por TSM de 19°C y 21°C, aumentando el foco cálido oceánico de 21° a 23°C en el área norte de la zona de estudio, en tanto que en la tercera semana este foco aumentó a una TSM de 24°C. En el área sur de la zona la temperatura oscila en menor grado con TSM entre los 19°C y 20°C en el periodo de las tres semanas.

El frente térmico costero es débil y sólo se observó desde caleta Michilla hasta los 26°S en la primera semana. En la segunda y tercera semana prácticamente desaparece debido al aumento de la TSM oceánica que avanza de norte a sur propagándose hacia la costa.

### **1.13 Anomalía de TSM satelital**

En la carta de anomalía de TSM (**Figura 27**) se observó en el sector oceánico desde los 19°S hasta los 26°S un amplio predominio de valores positivos mayor a 1°C, principalmente desde los 72°W hacia el oeste, intercalado con anomalías positivas menores a 1°C. En el sector costero, entre caleta Camarones y caleta Buena, se destaca un foco de anomalía levemente negativa, situación inversa se observa frente a caleta Chucumata, entre punta Amarilla y caleta Botija y al sur de los 25°S donde se presentan focos de anomalía positiva mayor a 1°C. Es así que, el mayor valor positivo alcanzó los 2°C y se registró en la costa, entre caleta Paquica y caleta Copaca.

### **1.14 Anomalía del nivel del mar y circulación geostrofica**

Las imágenes correspondientes se muestran en la **Figura 28**. Se destaca en las dos primeras semanas un predominio de anomalía del nivel del mar negativo en el sector oceánico, observando desde la primera semana la presencia de anomalías de nivel del mar positivas en el sector costero entre Arica y punta Lobos y desde punta norte de la península de Mejillones hacia Antofagasta, donde esta última se intensificó en la tercera semana alcanzando valores mayores a 5 cm, en un área mayor que abarcó desde punta Arenas hasta la punta norte de la península de Mejillones.

La distribución de los giros y estructuras de mesoescala se mantuvo relativamente similar en todo el periodo. Durante las tres semanas se observó la presencia de tres giros ciclónicos centrados en los 19°S, 22°S y 25°S. En las dos primeras se observaron dos estructuras anticiclónicas débiles en el sector costero desde Arica hasta punta Lobos y una segunda en la península de Mejillones, en tanto que en la

tercera semana se produce intensificación de este último giro entre los 22°S y 24°S donde la anomalía del nivel del mar supera los 5 cm provocando un flujo geostrófico hacia aguas oceánicas

### **1.15 Clorofila satelital**

Las imágenes de clorofila satelital (**Figura 29**) muestran que el pigmento presentó concentraciones mayores a 4 µg/l a lo largo de la costa, lo que aumentó desde la primera hacia la tercera semana. A pesar de la cobertura de nubes en la zona costera durante la segunda semana entre Arica e Iquique, se logra distinguir un foco de concentración de clorofila mayor a 10 µg/l frente a caleta Camarones. Entre el área norte y sur de la península de Mejillones se observaron focos de pigmentos de concentración mayor a 5 µg/l durante la segunda semana, situación que cambia hacia la tercera semana donde las concentraciones mayores a 10 µg/l se ubicaron en Arica y entre Antofagasta y punta Amarilla.

### **1.16 Condiciones oceanográficas periodo 2002-2013**

#### **1.16.1 Condición Regional en el periodo 2002-2013**

La serie del MEI en el periodo julio 2002 a febrero de 2014 (**Figura 30a**) muestra valores positivos desde principios de la serie hasta mediados de 2005, desde mediados de 2006 a mediados 2007, desde mediados 2009 a mediados de 2010, desde abril 2012 hasta mayo 2013 (excepto por los meses de febrero y marzo en que el MEI fue levemente negativo) y un último periodo que corresponde desde septiembre a octubre 2013. Los valores MEI de estas fases positivas no superaron el valor de 1,5, midiéndose ese máximo en febrero de 2010.

En esta serie, la primera fase de valor MEI negativos fue breve y se dio entre octubre de 2005 y abril de 2006 llegando hasta -0,62. La segunda fase fue más prolongada y abarcó desde junio de 2007 hasta abril de 2009, con sólo un mes de MEI positivo (0,06) en junio de 2008. En esta larga fase negativa, el valor negativo más intenso fue de -1,5 en marzo de 2008. El periodo de los MEI más negativos en esta serie, y la segunda desde 1950, partió en junio de 2010, con un máximo de -2 en el mes de septiembre, y finalizó en marzo de 2012 con un MEI de -0,4. Desde junio de 2013 a febrero de 2014 los valores MEI han sido principalmente negativos aunque relativamente menores con un máximo de -0,6 en agosto y -0,3 en enero, con una excepción en octubre pero de valor positivo menor a 0,1.

Los rangos de los datos MEI, que son promedios de dos meses (**Figura 30b**), muestran que en la serie 2002-2014 hubo una alternancia de periodos cálidos El Niño y fríos La Niña de intensidad y duración variables. Desde el comienzo de la serie hasta mediados de 2003 hubo un proceso cálido que alcanzó una intensidad moderada, el cual fue seguido de otro proceso cálido en el primer semestre de 2005. Un proceso frío, que escasamente alcanzó una intensidad débil, se midió en los primeros meses de 2006, para pasar rápidamente a un periodo cálido que fue de intensidad moderada a fuerte desde noviembre del mismo año hasta el primer trimestre del 2007.

Continúan en esta serie dos procesos fríos, uno fuerte con un máximo en marzo de 2008 y otro débil con un pico en febrero de 2009. A continuación hubo un proceso cálido que alcanzó un máximo en febrero de 2010 y rápidamente paso a un proceso frío de intensidad fuerte con un máximo en septiembre de 2010, pero que se mantuvo fuerte hasta abril de 2011. Tras un muy breve periodo neutral comenzó un nuevo periodo frío débil desde agosto de 2011 a marzo de 2012, el

que pasó rápidamente a un periodo cálido breve que duró desde abril a septiembre de 2012, el cual no fue definido como evento El Niño por la NOAA.

Desde septiembre 2012 a mayo de 2013 los rangos MEI indican una condición neutral, observándose de junio a agosto una tendencia hacia condiciones frías La Niña débil, lo que cambió rápidamente en septiembre a condiciones neutrales, por lo que no fue considerado como evento La Niña por la NOAA. Por lo tanto, ha habido un periodo neutral desde abril de 2012 a febrero de 2014.

### 1.16.2 Serie anomalía de temperatura satelital

En las serie de ATSM se registró entre 2002 y 2006, en general, una situación variable tanto negativa como positiva, pero que no supera el valor de 1 °C, con algunas excepciones (**Figura 31cde**). Se destacan entre el 2006-2014 dos periodos negativos como los más intensos, el primero en el año 2007, con anomalías de -1 °C en el sector costero y -2 °C en el oceánico, principalmente en el sector oceánico del área norte donde llega casi hasta -3 °C (18° a 23° S). El segundo periodo entre junio y diciembre de 2010 tuvo anomalías negativas promedio >1 °C (absoluto) en la costa del área norte, y cercanas a -1 °C en el sector oceánico tanto al sur como al norte de los 23° S.

Hay también tres periodos de ATSM positivos principales que se destacan en la serie por cobertura espacial y temporal (**Figura 31c-g**). El primero de éstos ocurre en el año 2006, con ATSM positivas que se mantienen prácticamente todo el año con un pico en el primer semestre donde se registran ATSM cercanas a 1°C. El segundo periodo cálido en la zona norte se presenta en los años 2009-2010, donde hubo ATSM que superaron 1°C principalmente en el sector oceánico. En el primer semestre de 2011 se presentaron en la zona de estudio ATSM en general positivas, que superaron el valor de 0,5 °C en el sector oceánico.

En el periodo neutro Ecuatorial del periodo junio-agosto 2011 y desde el momento de reactivación del periodo frío La Niña posterior (septiembre), las ATSM en la zona variaron entre -0,5 y 0,5 °C pero sólo hasta enero de 2012 ya que en febrero es cuando comienza el tercer periodo cálido en la zona, con anomalías positivas que llegaron a 1 °C en promedio, pero que localmente en algunas áreas entre Arica y Antofagasta superaron los 2 °C en marzo de 2012 y se mantuvieron bajo el valor de +0,5 °C desde agosto hasta noviembre de ese año (**Figura 31f**).

Para enero y febrero de 2013 se presentaron ATSM positivas que llegaron a 1°C tanto en la costa como el sector oceánico del área sur, para luego en marzo disminuir abruptamente entre 0° y -1°C en toda la zona, manteniéndose en valores negativos menores a 0,5 °C hasta octubre, excepto en el área oceánica norte y sur en el mes de mayo, que es el único mes desde marzo que registró valores positivos de hasta +0,5 °C. Entre noviembre 2013 y enero de 2014 la tendencia fue hacia valores positivos con máximo > 1°C tanto en el sector costero como oceánico del área sur, cambiando a valores negativos en febrero, aunque menores a 0,5 °C (absoluto).

### 1.16.3 Serie de Clorofila satelital

En cuanto a la serie de promedios de las clorofilas satelitales en la banda costera de las primeras 20 mn, se observan fluctuaciones importantes desde el inicio de la serie hasta finales de 2007, continuando posteriormente un periodo de mayor estabilidad que se extiende hasta septiembre de 2012 (**Figuras 32 cde**). Entre finales de 2008 y finales de 2011 se observa una clara tendencia negativa en la serie, en particular, prácticamente durante todo el año 2009, 2010 y el primer semestre del 2011, donde se registraron valores menores al promedio. El 2012 se invierte la tendencia, sobrepasando los valores promedios de la serie con un máximo de 13,1 µg/l en julio.

En el 2013 la clorofila se mantuvo bajo el promedio hasta el mes de agosto, para incrementarse en septiembre y alcanzar el registro más alto del año con 13,5 µg/l. El comportamiento de la clorofila muestra que en agosto de 2013 se alcanzó la menor concentración comparativamente con igual mes de toda la serie; de igual manera, en septiembre se registró la segunda concentración más alta respecto del mismo mes de la serie. En diciembre 2013 la concentración de clorofila estuvo dentro del valor promedio con 12 µg/L, observado en la serie norte del sector costero, de igual forma ocurrió en diciembre 2008 y 2009.

La separación por áreas (norte y sur de los 23°S) (**Figura 32de**) muestra que en el sector costero norte hay concentraciones más altas que al sur, mientras que en el sector oceánico el promedio de la series de las dos áreas son similares. Ambas series tienen un comportamiento similar en el tiempo.

La figura de la serie costera latitud/tiempo de clorofila (**Figura 32ef**) muestra la disminución de los focos de altas concentraciones con posterioridad al 2008, manteniéndose sólo el área entre los 18° y 20°S como aquella donde se presentan los focos más importantes y recurrentes. En el sentido norte-sur la franja costera productiva se ve interrumpida frecuentemente a la altura de la península de Mejillones (23°S). Hacia el sur, sólo el área de Antofagasta se puede considerar como un foco recurrente de altas concentraciones, y en menor medida los focos menos frecuentes ubicados entre los 25°S y 26°S. Principalmente en el sector norte y en menor medida en el sur, se observa una mayor frecuencia de máximos a mediados de cada año.

La serie oceánica muestra una tendencia similar a la costera aunque con otra escala de concentraciones. En este sector, focos esporádicos de concentraciones mayores a 1 µg/l se registraron hasta el año 2009 siendo el extremo norte, 18° a 19°S, el área más recurrente en el tiempo, con áreas más extensas a mediados de

2005, 2006 y 2007. Desde 2008 en adelante sólo un par de focos se registraron a comienzos de 2010 y 2011, aproximadamente en los 24°S y de los 22°S al sur a mediados de 2012 y 2013, observándose además un pequeño foco, > 1,5 µg/l, cercano a los 26°S a finales de año.

#### 1.16.4 Oxígeno Disuelto

Los focos de OD con concentraciones <5 mL/L indican una mayor actividad de la surgencia y con ello una mayor participación del agua Ecuatorial Subsuperficial. La distribución de OD en los cruceros desde 2007 a 2013, señalan que los sectores donde ha sido más frecuente la presencia de aguas con valores OD menores a 5 mL/L son: de Arica a Pisagua y de punta Arenas a caleta Colorada. De esta serie de cruceros, el año 2008 (Niña débil) es el que presentó la menor frecuencia de estos focos, mientras que las mayores frecuencias se registraron en 2009 (Niño débil), 2010 (Niña fuerte) y 2011 (Niña débil) (**Tabla 3**), coincidiendo además con focos de mayor tamaño.

En lo que respecta al crucero de diciembre de 2007 (Niña moderada), el OD presentó un comportamiento similar al observado en febrero del mismo año (Neutro), mientras que en diciembre de 2008, a pesar que el gradiente óxico desde caleta Buena al norte estuvo más cercano a la superficie, las concentraciones bajas de OD no llegaron a interceptarlas, repitiéndose sólo punta Lobos como único sector de afloramiento de aguas con bajo OD. En diciembre de 2010, prácticamente toda la banda costera entre los 18°40'S y los 23°S presentó focos de menor OD en superficie, en 2009 (Niño moderado/fuerte) y 2011 (Niña débil) estos focos se ubicaron a lo largo del área de mediciones. En diciembre 2012 y 2013 la frecuencia de los focos fue menor que en los años 2009 a 2011, concentrándose éstos en el año 2012 desde Iquique a caleta Chipana y desde la península de Mejillones al sur y el 2013 desde punta Arenas al sur (**Tabla 4**).

Estos focos superficiales de concentraciones menores a 5 mL/L varían en frecuencia, intensidad y ubicación entre los años, mientras que la isolínea de 1 mL/L (como representación del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto), en general, se ha ubicado con niveles máximos entre los 20 y 100 m en el sector más oeste del muestreo, pudiéndose encontrar en la costa entre los 10 y 50 m.

## 2. Determinación de la oferta ambiental de alimento entre la XV y II Regiones durante la primavera de 2013 (Objetivo Específico 3)

### 2.1 Componente Microfitoplanctónica

Un total de 121 especies microfitoplanctónicas fueron identificadas, 57 de las cuales correspondieron a diatomeas y 64 a flagelados.

El grupo de las diatomeas se caracterizó por el dominio de formas en cadena (46), dentro de las cuales el género *Chaetoceros* presentó el mayor número de representantes (12 especies), seguido de *Rhizosolenia* (6). Del total de especies sólo un 14.8% presentó abundancias máximas superiores a 100 cél/mL, entre las cuales destacó *Leptocylindrus danicus* con valores superiores a 500 cél/mL. Los tamaños de las especies de diatomeas fluctuaron entre 50 y 1.780 µm, destacando entre las de mayor magnitud aquellas pertenecientes a los géneros *Pseudo-nitzschia*, *Proboscia* y *Rhizosolenia*. Las formas solitarias presentaron un rango de longitud entre 45 y 3.425 µm, siendo las representantes del género *Lioloma* las de mayor longitud (**Tabla 5**).

Las formas flageladas estuvieron representadas principalmente por dinoflagelados tecados (57 especies), destacando los géneros *Ceratium* y *Protoberidinium* con 15 especies cada uno de ellos. Las abundancias máximas fueron cercanas al orden de magnitud inferior de las diatomeas, y sólo el 6% de las especies alcanzaron

concentraciones superiores a 100 cél/mL, en tanto el resto no superó las 10 cél/mL, dominando *Prorocentrum micans* con un máximo de 846 cél/mL. El espectro de tamaño fluctuó entre 35 y 660  $\mu\text{m}$ . Las mayores magnitudes se debieron a la presencia de ciertas especies del género *Ceratium* que presentaron longitudes superiores a 250 400  $\mu\text{m}$  (**Tabla 6**).

La abundancia fitoplanctónica total integrada fluctuó entre 0,1 y 598,9 cél/mL (**Tabla 7**). Los mayores valores se debieron a las concentraciones celulares que exhibieron las diatomeas, las cuales alcanzaron un máximo de 594,3 cél/mL, con un aporte promedio al total de 95%. La abundancia de los flagelados estuvo dominada por valores inferiores a 10 cél/mL, realizando una contribución promedio al total cercana al 15%. Concentraciones superiores a 100 cél/mL fueron detectadas a 1 mn, en estaciones muy puntuales localizadas entre Arica y punta Madrid (18°25'S-19°00'S) y frente a Bahía Moreno (23°40'S) (**Tabla 7**).

El espectro de tamaño promedio de las diatomeas fluctuó entre 93 y 360  $\mu\text{m}$ , predominando formas de longitudes superiores a 150  $\mu\text{m}$ . Los flagelados exhibieron tamaños entre 60 y 200  $\mu\text{m}$ , prevaleciendo organismos de longitud superior a 100  $\mu\text{m}$ , sin una clara tendencia en cuanto a la distribución, en ambos grupos (**Tabla 8**).

La distribución horizontal de la abundancia de las diatomeas entre la superficie y los 10 m de profundidad, se caracterizó por la presencia de valores superiores a 300 cél/mL entre punta Junín (19°40'S) y punta Hornos (23°00'S), los cuales se presentaron restringidos a la franja entre 1 y 5 mn de la costa. La máxima concentración celular de este grupo (1.261,1 cél/mL) se registró a 10 m de profundidad, a 1 mn frente a los 20°40'S, seguido de un segundo núcleo de menor magnitud (659,4 cél/mL), al sur de punta Copaca (23°30'S), además de otro más pequeño que supera las 200 cél/mL frente a los 24°40'S, evidenciando la

predominancia de altos valores en el nivel de los 10 m. Si bien a 30 y 50 m el patrón de distribución se mantuvo, las concentraciones dominantes no fueron superiores a 100 cél/mL. En toda el área de estudio, las estaciones localizadas a 20 mn de la costa o más exhibieron abundancias menores respecto al sector costero, exceptuando al norte de punta Junín (19°40'S), donde la abundancia costera cercanas a 10 cél/mL se incrementan hacia el sector oceánico (**Fig. 33**).

En la componente vertical las diatomeas exhibieron núcleos de alta concentración celular a nivel costero (1-5 mn) y entre los 5 y 10 m de profundidad, patrón que se registró desde Arica (18°25'S) hasta Punta Hornos (23°00'S) con un marcado descenso de las abundancias desde los 30 m de profundidad, exceptuando el entorno a punta Madrid (19°00'S-19°40'S) donde los máximos se ubicaron en superficie (**Figuras 34, 35 y 36**). Desde Punta Hornos (23°00'S) al sur, además del descenso de las magnitudes, la distribución vertical de las diatomeas se caracterizó por la presencia de máximas abundancias principalmente a nivel superficial y entre 5 y 10 mn de la costa, con un dominio de bajos valores (<10 cél/mL) en toda la columna de agua, lo que fue particularmente evidente entre 23°40'S y 24°20'S (**Figuras 34 y 35**).

Respecto de los flagelados, la distribución horizontal de la abundancia entre la superficie y los 10 m de profundidad, mostró la presencia de dos focos de concentraciones mayores a 100 cél/mL. Estos núcleos, todos a 1 mn de la costa, se localizaron entre Arica (18°30'S) y sur de Punta Madrid, y el segundo frente a Bahía Moreno (23°40'S) donde se registró la abundancia máxima de este grupo (1.247 cél/mL) a 5 m de profundidad.

En el resto del área de estudio las abundancias fueron iguales o inferiores a 1 cél/mL, con la excepción de punta Junín a Tocopilla donde se registraron valores cercanos a 70 cél/mL. En los estratos de 30 y 50 m de profundidad las concentraciones

descendieron de 1 cél/mL, manteniéndose a 30 m el foco ubicado entre Arica (18°25'S) y sur punta Madrid (19°10'S), con un valor superior a 10 cél/mL (**Figura 37**).

La distribución vertical de la abundancia de los flagelados se caracterizó por la presencia de máximos en superficie y a 5 m de profundidad, restringidos principalmente 1 mn de la costa. La posición superficial de estos máximos generó fuertes gradientes verticales desde los 10 m de profundidad, evidenciando en profundidad una columna de agua dominada por abundancias menores a 5 cél/mL, lo cual se mantuvo entre la costa y el sector más oceánico (**Figuras. 38 y 39**).

El espectro de tamaños de las diatomeas entre la superficie y los 50 m de profundidad, evidenció una distribución horizontal caracterizada por un dominio de longitudes entre 200 y 250  $\mu\text{m}$  en aquellos sectores donde se registraron las mayores abundancias, mientras que en las áreas de menor concentración los tamaños fueron iguales o menores a 150  $\mu\text{m}$ . En este sentido, al norte y sur del área se evidenció un aumento de los tamaños en las estaciones localizadas a 20 mn de la costa, lo que se debió a la presencia del género *Proboscia* y de largas cadenas del género *Leptocylindrus*, que superaron los 400  $\mu\text{m}$  de largo (**Figura 40**).

En la distribución horizontal del tamaño de los flagelados, entre la superficie y los 50 m de profundidad, se observó una tendencia al dominio de organismos con tamaños igual o menor a 150  $\mu\text{m}$ . Formas con longitudes superiores a 300  $\mu\text{m}$  se registraron en superficie principalmente en las estaciones localizadas a 20 mn de la costa, en la cercanía de punta Junín (19°40'S) y frente a punta Hornos (23°00'S), correspondientes a dinoflagelados del género *Ceratium*. Situación que también se repitió a 50 m de profundidad al sur de Arica (18°40'S) (**Figura 41**).

### 2.1.1 Análisis de la información

Las diatomeas que realizaron aportes superiores al 50% en forma individual o en conjunto fueron: *Asterionellopsis glacialis*, *Bacteriastrium delicatulum*, *Guinardia striata*, *Chaetoceros compressus*, *Leptocylindrus danicus*, *Chaetoceros sp*, *Leptocylindrus sp*, *Pseudo-nitzschia sp* y *Thalassiosira sp*.

Dentro de estas especies destacó *Chaetoceros compressus* y *Leptocylindrus danicus*, la primera dominó la zona comprendida desde Arica (18°25'S) a sur punta Madrid (19°10'S) y Tocopilla a caleta Botija (24°30'S) con una contribución promedio de 29,8 y 64,2% respectivamente, mientras que la segunda lo hizo con un 46,7% entre Arica (18°25'S) y Tocopilla. Las otras especies realizaron aportes importantes en toda el área de estudio, algunas de ellas en sitios muy puntuales (**Tabla 9**).

Los géneros y especies de flagelados que realizaron aportes superiores al 50% en forma individual o en conjunto fueron: *Ceratium furca* y *C. fusus*, *Dictyocha fibula*, *Dinophysis sp*, *Prorocentrum gracile* y *P Gymnodinium sp*, *Prorocentrum sp* y *Protoperidinium sp*.

La mayoría de ellos exhibió una alta ocurrencia dentro del área de estudio con aportes variables, destacando el género *Ceratium sp* presente en 31 de las 39 transectas analizadas, con una contribución promedio cercana al 41%, así como el género *Prorocentrum sp* con un aporte del 45%, donde las especies *Ceratium furca*, *C. fusus*, *Prorocentrum gracile* y *P. micans*, fueron responsables de las máximas abundancias registradas. Las otras, al igual que las diatomeas, mostraron abundancias importantes en forma localizada, particularmente hacia el sur del área donde se detectó un aumento de la riqueza de especies (**Tabla 10**).

Al analizar la distribución de la abundancia de estas especies en un sentido latitudinal, dada la magnitud de sus concentraciones celulares, fueron las diatomeas y flagelados las que determinaron la estructura espacial de la comunidad, revelando la presencia de tres agrupaciones dentro del área de estudio. La primera de ellas conformada por flagelados entre Arica (18°25'S) y sur punta Madrid (19°10'S), estuvo caracterizada por la dominancia al norte de *Ceratium furca* y *Dictyocha fibula*, mientras que al sur lo hacen *Prorocentrum gracile* y *Ceratium fusus*, registrando este sector un incremento de la abundancia hacia el sur. La segunda y tercera agrupación corresponden solo a diatomeas, distribuyéndose entre punta Junín (19°40'S) y punta Arenas (21°40'S) *Bacteriastrum delicatulum* y *Leptocylindrus danicus* con una mayor recurrencia de altas abundancias en el sector costero, sin registrar tendencia en algún sentido, mientras que de Tocopilla al sur, las abundancia exhiben una disminución progresiva donde la especie dominante fue *Chaetoceros compressus* (**Figura 42**).

El análisis de varianza arrojó diferencias significativas entre la abundancia de diatomeas y flagelados de diciembre de 2013 con todos los cruceros anteriores (**Tabla 11**), como respuesta a que las diatomeas durante 2013 exhibieron abundancias promedio menores a las registradas entre 2007 y 2009, y superiores a las de 2010 y 2011, mientras que los flagelados presentaron concentraciones más bajas que las registradas entre 2007 y 2009.

En relación al espectro de tamaños (**Tabla 11**) las diferencias significativas en diatomeas se relacionan con un incremento del tamaño promedio del grupo durante 2013, al igual que los flagelados en los cuales se observó un incremento respecto de cruceros anteriores.

## 2.2 Componente Zooplanctónica

### 2.2.1 Composición y abundancia del macrozooplancton

Veintisiete grupos zooplanctónicos fueron identificados en las 98 muestras planctónicas recolectadas (**Tabla 12**), sin embargo, la zona estuvo caracterizada por la presencia dominante del grupo copépodos, seguido en menor proporción de Nauplis y larvas de Decápodos, donde todos ellos en conjunto representan el mayor porcentaje de abundancia de la zona (91%). Comparativamente los demás taxas fueron muy escasos y totalizaron el 9% restante de la abundancia relativa, con valores de dominancia entre 1,15 y 0,001%.

#### a) Copépodos

Los copépodos fueron los organismos más abundantes en toda el área de estudio, constituyendo el 88% de la abundancia relativa total (**Tabla 12**). Su densidad en las distintas estaciones fluctuó entre un mínimo de 34.140 ind./1.000m<sup>3</sup> a 5 mn frente a punta Lobos y un máximo de 20.063.040 ind./1.000m<sup>3</sup> a 1 mn de Arica, siendo su promedio por estación de 1.253.486 ind./1.000m<sup>3</sup>.

Este grupo se presentó muy concentrado a lo largo de todo el borde costero (**Figura 43**), formando agregaciones (>1.037.170 ind/1.000m<sup>3</sup>) y más frecuentes desde Arica a Iquique, alcanzando en este sector (zona 1) el 52% de la abundancia total para el grupo, donde las más altas concentraciones (Arica y caleta Camarones) reúnen el 25% del total de copépodos siendo principalmente responsables de esta alta abundancia los copépodos calanoida.

Esta distribución espacial de este grupo a través de las tres zonas determinó que la variación no fuera significativa ( $p=0,3856$ ) (**Tabla 13**).

Este grupo ha mostrado en los últimos dos años un incremento progresivo, siendo en esta ocasión interrumpido por una disminución de un 30,3% respecto del período 2012, manteniendo la densidad promedio el nivel observado el 2011 (**Figura 45**).

#### **b) Nauplis**

Las nauplis se distribuyeron en gran parte del área de estudio (98,8%), fue el segundo grupo más abundante, aunque su abundancia fue muy baja con relación al grupo anterior (1,54%), consignando en cada estación una densidad promedio de 22.002 ind/1.000m<sup>3</sup>. Sus densidades extremas fluctuaron entre un mínimo de 304 y un máximo de 1.160.043 ind/1.000m<sup>3</sup> (**Tabla 12**).

Al igual que el grupo copépodos, la mayor concentración de estos organismos se observó en la zona norte donde se ubicó la densidad más alta (1.160.043 ind/1.000m<sup>3</sup>) a una milla de punta Camarones, mientras que en el centro y sur las abundancia medias fueron bastante similares. Esta tendencia en las concentraciones no permitió detectar la existencia de diferencias significativas entre las tres zonas ( $p=0,0167$ ), marcándose de manera importante una diferencia entre las zona 2 y 3 (sin diferencias) con la zona 1 (**Tabla 13**).

Las nauplis junto a otros grupos fueron dominantes en las tres zonas, observando en gran parte del área prospectada, correspondencia entre las máximas densidades de este organismo y los máximos numéricos de copépodos, sugiriendo que un alto porcentaje de estadios naupliares corresponde a copépodos (**Figura 43**). Su gran contribución en las estaciones marcó una diferencia positiva con respecto al año precedente, alzándose sus niveles de abundancia por sobre un 435%.

### c) Larvas de crustáceos decápodos

Las larvas de crustáceos decápodos fueron junto a los copépodos y nauplis los organismos más frecuentes en toda el área de estudio, constituyéndose en el 100% de las estaciones. Su incidencia a la abundancia relativa total fue de 1,44% (**Tabla 12**), con una presencia promedio en cada estación de 20.600 quetognatos/1.000m<sup>3</sup>, registrándose densidades totales extremas entre 434 ind./1.000m<sup>3</sup> sur de Pisagua (19°33'S) y un máximo de 763.924 ind./1.000m<sup>3</sup> norte de punta Patache (20°45'S). Este grupo incrementó sus concentraciones en la zona norte, sumando en esta última el máximo en la estación más someras, que se registra al norte de Patache (**Figura 43**), Esta distribución no dio cuenta de diferencias latitudinales significativas entre la zona norte y sur, y la zona centro y sur, con un  $p= 0,2182$  (**Tabla 13**). Se distinguió con relación a la primavera 2012 por su gran incremento en la abundancia (76%) (**Figura 44**).

En términos generales, en el gradiente latitudinal, 18 de los 27 grupos zooplanctónicos identificados, presentaron diferencias significativas entre las tres zonas consideradas, con valores de  $p<0,005$  (**Tabla 13**).

#### 2.2.2 Abundancia zooplanctónica total

En la **Figura 45 a** se muestra la distribución de la abundancia total en la zona de estudio, abundancias variables de mayor a menor intensidad se reflejan en sentido longitudinal, donde las máximas se agrupan a lo largo de todo el borde costero como consecuencia de los procesos de surgencia ocurridos en toda la zona de estudio, intensificándose el número de organismos zooplanctónicos por la presencia de estaciones más abundantes, en aquellos sectores coincidente con la detección en esta zona de los menores valores de TSM, salinidad, máxima

intensidad de las surgencias y la extensión también del frente térmico originado entre las aguas más frías de la costa con las oceánicas más cálidas. De manera inversa, la intrusión de aguas cálidas y más salinas presentes desde caleta Buena a Iquique y caleta Cobija a caleta Michilla, producto de surgencias débiles muestra mayor riqueza de taxas y bajas abundancias en los grupos zooplanctónicos asociados al sector costero. Los valores menores se alcanzan en toda la extensión latitudinal al alejarse de la costa, sin embargo, esta tendencia se interrumpe por acercamientos puntuales descritos anteriormente y la presencia en el extremo sur de abundancias mayores (100-300 ind/1.000m<sup>3</sup>) en el sector oceánico.

En la franja costera se verificó el 68% de la abundancia total del área de estudio, sin registrar en este sector agrupamientos importantes de abundancia al concentrar el sector norte (28%), centro (41%) y sur (30%). El análisis a través de Kruskal Wallis avala dicha observación, al no detectarse diferencias estadísticamente significativas entre las zonas (zona 1-2, p=0,36; zona 1-3, p=0,17; zona 2-3, p=0,60).

### **2.2.3 Biomasa zooplanctónica**

La biomasa zooplanctónica estuvo constituida principalmente por copépodos, nauplis y larvas de crustáceos decápodos, con un promedio de 373 mL/1.000m<sup>3</sup> por estación (DE: 277,38). Los valores de biomasa fluctuaron entre 33 y 1.374 mL/1.000m<sup>3</sup>, cada uno situado a 20 mn frente Arica y 1 mn de caleta Chucumata, respectivamente. La distribución geográfica de la biomasa mostró cierta homogeneidad a lo largo de toda la línea costera, sector donde predominaron ampliamente las mayores densidades, estimándose los mayores valores entre caleta Chucumata y caleta Caramucho, además de un foco puntual reducido a 10 mn de punta Arenas, representando los valores de biomasa en todo este sector concentraciones > 1.028 mL/1.000m<sup>3</sup>, Las variaciones de mayor intensidad

registradas por esta variable fueron más bien en sentido longitudinal, decayendo gradualmente hacia las áreas más alejadas de la costa, con la excepción de Mejillones al sur, donde biomاسas en el rango de 300-900 mL/1.000m<sup>3</sup> alcanzan las 20 mn de la costa (**Figura 45b**).

#### 2.2.4 Estructura comunitaria

El análisis de la estructura comunitaria fue abordado mediante la obtención de diversos índices ecológicos complementarios.

En el presente estudio, los valores del índice de riqueza específica de Margalef exhibieron un patrón de distribución en sentido norte-sur, distinto al observado en los años 2010-2012, al registrar un notorio incremento de la riqueza específica en los 20°00'S (**Figura 46**), manteniendo esta distribución semejanza interanual (2012) dado la importante disminución de este índice a partir de los 22°00'S, dando cuenta en cierto modo de la existencia de un biotopo distinto hacia el sur. Los valores registrados durante este año fueron de un orden de magnitud mucho mayor que los años precedentes (serie 2010-2013), en consecuencia, el 89% de las estaciones presentó valores intermedios o altos (>1) de riqueza específica (**Figura 47**).

La distribución espacial, en sentido costa-océano, se caracterizó por exhibir una mayor recurrencia de valores comparativamente más bajos dentro de las primeras 10 millas náuticas (**Figura 48a**). Mientras que la mayor parte de los registros más altos se obtuvieron sobre este límite. En este sentido, se destacan dos estaciones poco usuales donde se registró los valores más altos de este índice, ubicadas a 20 millas frente a punta Arena (1,80) y Tocopilla (1,78), producto del aporte cualitativo tanto de crustáceos meroplanctónicos, como de organismos gelatinosos (Medusas y Ctenofos).

La distribución espacial del índice de riqueza presenta variaciones latitudinales que permiten distinguir 3 zonas y sectores de transición entre ellas. La primera situada entre Arica a Pisagua muestra la recurrencia de bajos valores de riqueza (0,34-1,2), lo que es un rasgo propio de una comunidad en fase de conformación y donde se localizó un alto número de copépodos (**Figura 48**). En las inmediaciones de Iquique (20°00'S y 20°30'S), este índice sufre un aumento notorio y homogéneo en sentido costa-océano sugiriendo la presencia de una comunidad más especializada, lo que define este sector como zona de transición, la cual coincide con temperatura y salinidad distintas producto de la intrusión de aguas cálidas hacia la costa.

La segunda zona se extiende hasta Mejillones (23°00'S), caracterizada por una mayor recurrencia de valores altos de riqueza específica que incluyen los registros máximos detectados en esta prospección. Hacia el sur y Antofagasta, la segunda zona de transición muestra una disminución paulatina de la riqueza específica, estudios previos reconocen una frontera que muestra biotopos diferentes al norte /sur presentes en este sector (**Figura 48**).

Por último, la tercera zona que va desde Antofagasta y el límite sur del área explorada, se caracterizó por la caída de los valores de riqueza específica en un orden de magnitud menor que el descrito para la primera zona, dando cuenta de una comunidad en fase de desarrollo intermedio (**Figura 48**).

El patrón de distribución espacial tanto del índice de diversidad (Shannon-Weaver) como del índice de homogeneidad (Pielou) fue en general semejante al descrito para la riqueza específica de Margalef, verificando una concordancia espacial en la distribución de las magnitudes obtenidas en los índices comunitarios (**Figuras 48 b y c**).

Este año, los índices comunitarios fueron superiores a los registrados durante el 2012, producto de la reducción del número de taxas (28 a 27) y la merma en la abundancia del grupo dominante copépodos, cuya densidad promedio disminuyó en un 30,3% respecto al 2012, lo que redujo la dominancia de este grupo en comunidad zooplanctónica, generando una mayor homogeneidad en la proporción con que participaron las distintas especies por estaciones, lo cual fue determinante en los valores de los índices analizados (**Figura 47**). Es así que, los valores promedio de los índices de riqueza específica (Margalef), diversidad (Shannon y Weaver) y Homogeneidad (Pielou), se incrementaron en un 5, 54 y 53% respectivamente.

La distribución espacial de los valores de riqueza de taxa parece tener relación con la variedad de tamaños disponibles en el medio, dado que ambos parámetros se incrementaron al sur de los 20°00' LS, esta relación ha sido descrita para otras zonas en trabajos homólogos (Córdova *et al.*, 2013).

Las asociaciones formadas mediante el índice de similitud de Winer, con los porcentajes más altos de similitud o co-ocurrencia entre las tres zonas latitudinales fueron en orden jerárquico (**Tabla 14**), los pares de grupos formados entre Larvas Cypris - Nauplis con un 99%, Larvas decápodos - Pterópodos con el 98%, Salpas - Radiolarios (98%), Estomatópodos – Cladóceros (98%), Sifonóforos – Bivalvos (85%) y Copépodos – Ostrácodos (85%) (**Figura 49**). Hubo muchos pares que presentaron altos porcentajes de asociación (>70%).

La coexistencia entre especie fue alta al registrar cuatro grupos con valores sobre 98%, en las primeras 10 mn en la zona norte y centro. En este sentido, los porcentajes de asociación detectados durante este período fueron muy superiores a los del año 2010, donde cuatro pares de grupos coexistieron por sobre un 80%,

mientras que el resto se presentó en porcentajes menores al 63%, en tanto el 2012, la asociaciones no superaron el 91%.

### **2.2.5 Análisis de las Clases de tamaño del mesozooplanton**

La densidad promedio de partículas zooplanctónicas registrada para el área de estudio fue 950 partículas/m<sup>3</sup>, lo que constituye el segundo valor más bajo de la serie 2010-2013 y representa un decremento del 25% con respecto al valor registrado el año anterior (2.433 partículas/m<sup>3</sup>).

Este año, al igual que el 2012 el tamaño de las partículas zooplanctónicas contabilizadas y medidas a través del Diámetro Circular Equivalente (DCE), se distribuyeron en un rango que cubre la mayor parte del espectro de tamaños (0,25 a 20 mm DCE), lo que es distinto a lo registrado durante los años 2010-2011, donde el intervalo de tamaños fue más estrecho (0,25 a 15 mm), evidenciando una mayor recurrencia de partículas con tamaño individual por sobre los 15 mm de DCE, lo que constituye un aspecto notorio que distingue estos resultados dentro de la serie 2010-2013.

La distribución norte-sur de la concentración de las partículas (R1: 0,25-2,25 mm y R2: 2,25-20 mm) fue similar a la descrita para los índices comunitarios, por lo que esta componente (análisis por tamaños) será descrita en función de las áreas definidas por los índices comunitarios.

La distribución “costa-océano” de los organismos inferiores a 2,25 mm (**Figura 50a**) no presentó diferencias importantes con respecto al año anterior y se caracterizó por la presencia de núcleos costeros de alta concentración (dentro de las 10 primeras millas náuticas). La primera zona (18°25’-19°40’ S), presentó una gran concentración (dominancia) de organismos pequeños (R1) entre los que se

destaca el aporte de copépodos, larvas nauplis y cladóceros, donde los núcleos se mantuvieron circunscritos en las 10 primeras millas náuticas de la costa (**Figura 50a**), mientras que la concentración de las partículas más grandes contabilizadas en el R2 de tamaños fue la más baja del área explorada (**Figuras 50b y 51e**).

La primera zona de transición (20°00' S - 20°30' S), definida por la distribución de los índices comunitarios, se caracterizó por una abrupta disminución de las densidades registradas en las partículas pequeñas (discontinuidad en R1) y un aumento notorio de las partículas de mayor tamaño (**Figuras 51 d y e**), dado a la intrusión de taxas de mayor tamaño individual. Este aumento en la diversidad de tamaños y taxa en esta zona (**Figuras 51 a y f**), refuerzan su condición de ecotono o zona de frontera ecológica.

La segunda zona (20°30'S - 23°00'S), se caracterizó por una distribución homogénea en sentido costa-océano, de partículas pequeñas (R1) y una mayor presencia de partículas correspondientes a R2 (**Figura 50 b**), por efecto de los focos detectados frente a caleta Chucumata (20°30'S), punta Arenas (21°40' S) y en las inmediaciones de Tocopilla (22°10' S), sin registrar una variación importante en la tasa de cambio de los valores agrupados por grado de latitud en estas variables (**Figuras 51 d y e**).

La segunda zona de transición (23°00'S -23°40'S), definida por la disminución de los índices comunitarios, presentó una discontinuidad caracterizada por la disminución en las densidades registradas en los dos rangos de tamaños considerados (R1 y R2), dando lugar a la zona 3 (23°40'- 24°40' S), donde se registró un aumento en la diversidad de tamaños y la disminución de taxas.

Los descriptores comunitarios derivados de la información taxonómica y morfométrica, se analizaron a través de componente principales (ACP) para

explorar la existencia de estructuras comunitarias semejantes en la zona explorada, donde los valores propios explicaron el 93% de la variabilidad total del conjunto de datos.

Esta análisis determinó tres grandes agrupaciones que se corresponde con las establecidas en el análisis de estructura comunitaria, estableciendo para el sector Arica–Pisagua la recurrencia de comunidades zooplanctónicas en etapas de conformación, dominadas (baja homogeneidad) por grupos colonizadores de bajo tamaño individual (alta densidad en el rango 0,25-2,25) y con escaso grado de especialización (baja riqueza). Se destaca entre 19°00'S-20°00' S, un aumento norte-sur en el grado de especialización por la intrusión de ejemplares de taxas de mayor tamaño (**Figura 52**).

La segunda agrupación (20°00'-21°00' S y 24°00-25°00'S), se registró mayor recurrencia de comunidades conformadas por individuos de mayor tamaño individual (alta densidad en el rango 0,25-2,25) y alta dominancia taxonómica, sin embargo, el primer sector que tiene una alta dominancia taxonómica, presentó una mayor riqueza específica que explicaría mayor diversidad de individuos de gran tamaño individual pero de escasa abundancia, lo cual corresponde a una zona de transición. En tanto, en el extremo se presenta como un biotopo de condiciones locales específicas, donde la energía disponible se reparte entre individuos de una gran diversidad de tamaños, pero con un menor número de grupos zooplanctónicos.

La tercera agrupación (21°00'S y 24°00'S), se caracterizó por una comunidad rica en grupos taxonómicos, homogénea en las proporciones exhibidas y diversa en tamaños, donde el tramo más meridional presentó condiciones de una zona de transición, por una leve disminución en el número de taxa presentes.

## 2.2.6 Comparación de estructuras zooplanctónicas por zona

Se realizaron las siguientes clasificaciones considerando la latitud (norte = [18°25' - 20°10'S.], centro = [20°10' - 22°30'S.] y sur = [22°30' - 24°40' L.S.]) y la longitud de las estaciones monitoreadas en base a la distancia a la costa (costera = 0 – 10 mn y oceánica = 10,1 - 20 mn). En la **Tabla 15** se presenta el número de estaciones monitoreadas, así como también el número máximo y el total de ejemplares por zona y área evaluada.

En el crucero se monitoreó un total de 98 estaciones, con un menor número de estas en la zona oceánica, las cuales presentan porcentajes en torno al 25% en cada estrato latitudinal (**Figura 53**). El mismo efecto en el número de estaciones ocurre respecto al número de taxas observados, con niveles de representación que fluctuaron entre 2 y 13% para las estaciones realizadas en la zona oceánica (**Figuras 54 y 55**). En la categorización latitudinal (zonas norte, centro y sur) se mantiene un número similar en torno a las 32 estaciones monitoreadas (**Tabla 16 y Figura 53**).

Respecto del número total de taxas y como consecuencia del mayor número de estaciones monitoreadas, se observó un mayor porcentaje de individuos en estaciones cercanas a la costa con un 94% (**Figura 55**), mientras que la zonificación latitudinal presenta los mayores porcentajes asociados a la zona sur del área de estudio, con un porcentaje en torno al 50% (**Tabla 16**). El número de ejemplares en cada combinación de estrato espacial fluctuó entre los 1 y los 68 millones de individuos, con un promedio en torno a los 23 millones de ejemplares (**Figura 54**).

En la **Tabla 16** se detalla por zona latitudinal y longitudinal el porcentaje de representación asociado a cada una de las 27 taxas registradas. Los copépodos

consistentemente representan el porcentaje más alto de ejemplares con un 88% para el área total y con valores que fluctúan entre un 80% y un 93% por zona, seguido por las nauplis, larvas de decápodos, larvas de cifonautas, poliquetos eufáusidos, sifonóforos y cladóceros, con porcentajes entre un 1,5% y un 0,6%, que en conjunto representan para el área total cerca del 8% del total de ejemplares. Cabe destacar que sólo estos 8 grupos representan el 96% del total de ejemplares observados.

### 2.2.7 Comparación de estructuras para la zonificación latitudinal

Debido a que el número de grupos zooplanctónicos observados difiere y existen taxas con una baja representatividad o presentes solo en algunas zonas, lo cual puede influenciar los resultados de la prueba, se optó por considerar solo aquellos taxas que presentaran un porcentaje superior al 0,5% y presentes en todos los estratos, con lo cual se seleccionaron 8 taxas que representan el 96% del total de individuos observados en el área (**Tabla 16**).

Los resultados indican diferencias significativas entre las composiciones de las estructuras zooplanctónicas para las diferentes zonificaciones definidas, tanto latitudinales (norte, centro y sur) como longitudinales (costera y oceánica), con valores p inferiores a 0,01 (**Tabla 17**).

Para las zonas norte, centro y sur los taxas que contribuyen al rechazo de las estructuras corresponden a los eufáusidos, sifonóforos, larvas de cifonautas y larvas de decápodos, con una abundancia casi nula en la zona norte, en contraste con la zona sur y centro, donde en esta última se presentan las mayores abundancias para estos taxas. Los copépodos presentan una abundancia similar en las zonas norte y sur en contraste con la zona centro, donde para este taxa se observan menores abundancias (**Figura 56**).

En la comparación entre zona costera y oceánica, los grupos que contribuyen al rechazo en la hipótesis de igualdad de las estructuras fueron los copépodos, con una mayor abundancia relativa en la zona oceánica, y los nauplis, larvas de decápodos, larvas de cifonautas y poliquetos, con una disminución de las abundancias relativas hacia la zona oceánica (**Figura 57**).

**3. 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 (Objetivo Específico 2).**

**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 a bordo del B/C “Abate Molina”, fue 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 está diseñada específicamente para operar en esta embarcación con peces de pequeño tamaño.

La efectividad en la captura de ejemplares pequeños de anchoveta en el actual crucero (RECLAN 1312), se analizó mediante la comparación de la estructura de talla obtenida por el B/C “Abate Molina” respecto a las tallas obtenidas por la flota cerquera de las regiones XV a II, que operó en el periodo de diciembre de 2013 en igual zona en que se realizó el crucero de evaluación. Para el presente estudio, se utilizaron las estructuras de talla obtenidas en el marco del Programa de Seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales: Pesquerías Pelágicas Zona Norte (regiones XV, I y II).

Durante el actual estudio se utilizaron dos criterios para desarrollar la comparación. El primero consideró los lances con captura positiva de anchoveta realizados por el B/C Abate Molina en el crucero RECLAN 1312, los cuales se compararon con los lances positivos realizados por la flota cerquera durante diciembre de 2013 entre las regiones XV a II (**Tablas 18 y 21**). Posteriormente, el segundo criterio comparó los lances provenientes de ambas plataformas que presentaron correspondencia espacial y temporal. En este caso, los lances utilizados fueron aquellos realizados en una zona común con un margen espacial máximo de 4 millas y de 4 días como margen temporal. Los lances comprometidos en este análisis se realizaron en el periodo 2 al 12 de diciembre 2013, entre las coordenadas  $18^{\circ}28'S - 20^{\circ}54'S$  y  $70^{\circ}12'W - 70^{\circ}32'W$  para los lances de cerco, mientras que los de arrastre se realizaron entre el 01 y el 08 de diciembre, entre las latitudes  $18^{\circ}26,1'S - 20^{\circ}50,4'S$  y rango longitudinal  $70^{\circ}12,6'W - 70^{\circ}30,8'W$ . Bajo estos supuestos se trabajó con 6 lances de cerco y 4 lances de arrastre (**Tabla 19**).

La comparación de la estructura de tallas se realizó mediante los rangos de talla de la captura y la frecuencia acumulada, lo que se considero como la ojiva de selectividad, determinándose la talla de retención ( $L_{50\%}$ ) y el rango de selección que se calculó como la diferencia entre la  $L_{25\%}$  y  $L_{75\%}$

#### **a. Estructura de tallas de anchoveta capturadas con red de cerco**

Para el total de lances de cerco se obtuvo una muestra de 3.588 individuos de los cuales solamente el 0,31% de ellos correspondió a ejemplares reclutas. El total de ejemplares se distribuyó en un rango que va desde 10 a 17,5 cm con escasa presencia de tallas 10 a 11,5 cm, presentando una estructura multimodal con moda principal centrada en 14,5 cm (**Figura 58a**).

En los lances con correspondencia espacio/temporal se observó para una muestra de 651 individuos, una distribución unimodal en la estructura de talla con moda principal en los 15 cm y ejemplares distribuidos entre las tallas 12 a 17,5 cm, sin registros de ejemplares de 17 cm y reclutas (**Figura 59a**).

#### **b. Estructura de tallas de anchoveta capturadas con red de media agua**

Para una muestra de 6.967 individuos en donde el 12,2% de ellos correspondió a reclutas, la estructura de talla observada es multimodal concentrándose los individuos principalmente en torno a una moda principal de 14,5 cm y secundarias de 7 y 5 cm. El rango de tallas observado varió entre 4 y 17,5 cm (**Figura. 58b**).

Para el caso de los lances que se corresponden con los de cerco se observa que los ejemplares de anchoveta se distribuyen principalmente en torno a la talla de 14,5 cm y en una menor proporción en torno a la talla de 6,5 cm, presentando un rango de amplitud desde los 5,5 a 16 cm, con ausencia de las tallas 7,5 a 11 cm. Estos individuos arrojaron un aporte de reclutas de un 2,22% del total (**Figura 59b**).

#### **3.1.1 Comparación estructura de talla de anchoveta entre cerco y arrastre**

Para el caso de la comparación entre todos los lances, se observa que todas las longitudes de retención ( $L_{25\%}$ , y  $L_{50\%}$ ) obtenidas a través de la red de cerco fueron mayores a las registradas con red de arrastre alcanzando una diferencia que va entre 0,5 cm ( $L_{25\%}$ ) y 0,1 cm ( $L_{75\%}$ ), mientras que en el caso de la longitud de retención  $L_{75\%}$  la tendencia se revierte observándose una longitud de retención mayor en 0,06 cm para la red de arrastre. Igualmente, para este arte, se observa un mayor rango de selección calculado (**Tabla 20 y Figura 58**).

En cuanto a los lances de cerco y de arrastre con correspondencia espacio/temporal los resultados muestran que las longitudes de retención  $L_{25\%}$ ,  $L_{50\%}$  y  $L_{75\%}$  obtenidas a través de la red de cerco fueron un poco mayores a las registradas con la red de arrastre, siendo la  $L_{75\%}$  la que presentó la mayor diferencia (0,65 cm), seguida de la retención  $L_{50\%}$  con una diferencia de 0,56 cm. Para estos lances el rango de selección calculado fue mayor en red de cerco que en la de arrastre (**Tabla 20 y Figura 59**).

En términos generales y considerando los artes utilizados como los resultados obtenidos, es factible de establecer que la red de arrastre de media agua (modelo Engel) utilizada por el B/C Abate Molina es menos selectiva que la red de cerco utilizada por la embarcaciones cerqueras, capturando ejemplares de menor tamaño, lo cual permite conocer de mejor manera la estructura de tallas de los individuos componentes del stock.

### **3.2 Resultado de los lances de pesca**

#### **a) Anchoqueta**

Durante el crucero realizado entre el 27 de noviembre y el 23 de diciembre de 2013, se llevaron a cabo un total de 44 lances de lances de pesca de identificación dirigidos a la captura del recurso anchoqueta (**Figura 2b**), a bordo del B/C “Abate Molina”, además de 3 lances realizados por la L/M Valencia en el marco de la componente sesgo de orilla. Del total de lances realizados en 43 de ellos (91,5%) se obtuvo captura de anchoqueta, oscilando estas entre los 0,02 a 2.393 kg por lance y un promedio 207,9 kg por lance.

La captura total obtenida fue de 30.124,7 kg, compuesta principalmente de medusa en un 68,1% (20.522 kg) y de anchoveta con un 29,7% (8.940 kg), el 2,2% restante que equivale a 662,3 kg correspondió a un grupo de 13 especies entre las cuales se encuentra jurel, calamar, pampanito, mote, langostino pelágico y vinciguerra entre otras (**Tablas 21 y 22**).

En los lances en que se obtuvo captura de anchoveta (43) en 6 de ellos se capturó exclusivamente anchoveta y en los restantes estuvo mezclada con otras especies en porcentajes que variaron entre 0,1 y 99,9%. Las mayores capturas de esta especie se obtuvieron en las regiones I y II (desde el Iquique a caleta Botija con 5.329,9 kg, equivalentes al 98,2% del total capturado de anchoveta, y donde 2.462 kg se ubicaron en el entorno de Antofagasta.

#### **b) Jurel**

Del total de lances realizados en el presente crucero dirigidos a la captura de anchoveta, en 16 de ellos (36,4%) se obtuvo captura de jurel, con un total capturado que alcanzó los 11,1 kg, correspondientes a ejemplares que estuvieron comprendidos en el rango de talla 2 a 27 cm de LH, con talla promedio de 10,1 cm y peso promedio de 33,4 g y un aporte de reclutas (< 26 cm LH) igual al 99,4 (**Tabla 23**).

Operacionalmente, los lances de arrastre a media agua tuvieron una duración efectiva de arrastre comprendida entre 3 y 33 minutos, rastreando a una velocidad promedio de 4,2 nudos, con distancias rastreadas entre 0,2 y 2,4 mn.

### 3.2.1 Estructura de tallas de anchoveta

Al considerar el total de lances realizados, la talla de la anchoveta capturada varió entre 4 y 17,5 cm, presentando los ejemplares una distribución prácticamente unimodal concentrándose principalmente entre 14,5 y 15 cm, sin embargo también se observan modas menores en 7 cm que producto del bajo número de ejemplares asociados a ellas alcanzan a un 8,5% del total. El total de los ejemplares presentan una talla promedio de 13,8 cm y un peso promedio de 21,9 gr siendo el aporte porcentual de reclutas del 11,6% para toda el área de estudio (18°25'S a 24°40' S) (**Figura 60**).

Latitudinalmente se observa que se registró una distribución unimodal centrada en 14,5 cm, entre el límite norte del área de estudio hasta la latitud 21°50'S (caleta Patache). Entre los 21°40'S hasta la 24°40'S se mantiene la distribución unimodal, con una leve mayor presencia de adultos con moda principal en 15 cm. Los ejemplares reclutas a lo largo del área de estudio, presentaron presencia con una distribución espacial variable mezclado con adultos, sin lograr establecer una clara estratificación en las estructuras de tallas, con aportes de 0,3% Arica-Pisagua; 33,9% Pisagua- Punta Patache; 6,1% Punta Patache–Tocopilla; 23% Tocopilla- Islote Santa María y 0,2% de Antofagasta a caleta Botija del total de la zona (**Figura 61, Tabla 24**).

#### 3.2.1.1 Estratificación de las estructuras de tallas de anchoveta

Las estructuras de tallas de anchoveta por lance (**Figuras 62 a 66**) se agruparon en 5 zonas (**Figura 61**), (**Tabla 24**).

- **Zona 1:** comprendida entre los 18°25' S - 19°35' S y que contiene los lances 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 y 11 en los cuales se obtuvo una captura total de 107,9 kg de anchoveta (1,2% del total de la especie)(**Tabla 24**). Esta zona presenta una estructura de tallas unimodal con moda principal en los 14,5 cm, y distribuidos en un rango de talla entre 11,5 y 15,5 cm (**Figuras 61 y 62**). La longitud y peso promedio de los ejemplares es de 14,2 cm y 21,8 g. El aporte porcentual de reclutas de esta zona correspondió a un 0,3% los cuales presentan una talla media de 11,5 cm y un peso promedio de 11 g. (**Tabla 25**).
- **Zona 2:** ubicada entre los paralelos 19°35' S - 20°51' S, incluye los lances 12, 13, 14, 15,16, 18, 19 y 21 en los cuales se obtuvo una captura total de anchoveta de 657,6 kg (7,4% del total de anchoveta). En esta zona se observa una estructura de talla multimodal con los individuos principalmente agrupados en torno a la talla de 14 ,5 cm, mientras que un segmento muy menor de ellos se agrupa en torno a las tallas 7,5 y 11,5 cm ordenadas según orden de importancia. La amplitud en la distribución de tallas va desde los 4 a los 16 cm. Los ejemplares de esta zona presentan una talla y peso promedio de 11,9 cm y 15,7 g respectivamente, siendo el aporte de los ejemplares reclutas igual al 33,9% del total de la zona presentando los reclutas una longitud promedio de 7,2 cm y un peso promedio de 3,2 g (**Figuras. 61 y 63; Tablas 24 y 25**).
- **Zona 3:** comprendida entre las latitudes 20°51' S y 22°01' S, incluye los lances 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30 (B/C Abate Molina) y los lances 1 y 2 de la L/M Valencia los cuales arrojaron una captura de anchoveta de 4.360,7 kg (48,8% del total capturado de esta especie), y cuyos individuos se

distribuyen en forma unimodal agrupándose en torno a la talla de 15 cm y en un rango de longitud que va desde los 6,5 a los 16,5 cm. Los ejemplares ubicados en esta zona presentan una talla y peso promedio de 14,1 cm y 22,4 g, donde la presencia de reclutas alcanzó a 6,1% los cuales presentan una talla media de 10,9 cm y un peso medio de 10,6 gr. (**Figuras. 61 y 64; Tablas 24 y 25**).

- **Zona 4:** ubicada entre los paralelos 22°01' S - 23°31' S que incluye los lances 31, 32, 33, 34, 35, y 36 los que arrojaron una captura de 142,2 kg de anchoveta (1,6% del total de esta especie). Los individuos aquí registrados presentan una distribución unimodal agrupados principalmente en torno a la moda de 15 cm y en una muy menor proporción agrupados en torno a los 8,5 cm. El rango de tallas observado está entre los 5 a 17 cm con una talla y peso promedio de 13,2 cm y 19,6 g, donde el aporte de reclutas fue de 23%, presentando una talla y peso medio de 9,5 cm y 7,2 g, respectivamente (**Figuras. 61 y 65; Tablas 24 y 25**).
- **Zona 5:** ubicada en el rango latitudinal 23°31' a 24°40' S incluye los lances 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 y 44, los que reúnen una captura de 3.672,1 kg de anchoveta (41,1% del total de la especie) donde los individuos en esta zona se distribuyen principalmente en forma unimodal concentrados en torno a los 15,5 cm, observándose una proporción muy pequeña de ellos centrados alrededor de la talla de 13 y 14 cm. El rango de amplitud de tallas de todos los individuos de esta zona comprende desde los 10,5 a los 17,5 cm, presentando un peso promedio de 28,2 gr. y una talla promedio de 15,2 cm. En esta zona el aporte de los ejemplares reclutas fue del 0,2% presentando estos individuos una talla promedio de 11,6 cm y un peso promedio de 11 g (**Figuras 61 y 66; Tablas 24 y 25**).

En resumen se observa que en todas las zonas se obtuvo presencia de reclutas de anchoveta en las capturas, con porcentaje de individuos de talla menor a 12 cm que oscil3 entre un m3nimo de 0,2% (zona 5) y un m3ximo de 33,9% (zona 2).

### **3.2.1.2 An3lisis estad3stico de la estratificaci3n de tallas en las zonas, mediante la d3cima de heterogeneidad generalizada (DHG)**

Se realiz3 la prueba estad3stica DHG (d3cima de heterogeneidad generalizada,  $\alpha = 0,05$ ), con el objetivo de verificar las divisiones establecidas en el 3rea total de estudio obtenidas a partir de la estratificaci3n de las estructuras de talla observadas en los lances de identificaci3n realizados en el crucero de evaluaci3n de diciembre de 2013.

El an3lisis estad3stico para las cinco zonas establecidas muestra que 3stas cumplen el supuesto de homogeneidad en sus estructuras aceptando la hip3tesis nula ( $H_0$ ) en un 60% de los casos (**Tabla 26**). Dado este resultado se deduce que la estructura de talla de cada una de las zonas en que se acepta la igualdad es estad3sticamente similar a la estructura de talla global generada por el total de ellas. En el caso de las zonas 2 y 5 en que se rechaza la hip3tesis de igualdad, el resultado se explica por la presencia de ejemplares en torno a 5 cm, sin registr3 en otras zonas y presencia de ejemplares en 7 cm de relativa importancia, mientras que para la zona 5 el grupo modal en 15 cm (mayor) en toda la zona, hace que se rechace la igualdad de las distribuciones de tallas respectivas.

No obstante lo anterior se opt3 en dividir el 3rea total en 5 zonas, considerando el distinto aporte de ejemplares reclutas que se observan en cada una de las divisiones realizadas. Adem3s esta subdivisi3n incluye informaci3n de estructuras de tallas proveniente de la L/M Valencia (Zona 3), en atenci3n a que la prueba

estadística DHG aplicada a lances simultáneos (espacio/temporal) realizados por la lancha artesanal y B/C Abate Molina, muestra que la estructura de talla generada en cada lance es estadísticamente similar a la estructura de talla generada por el conjunto de lances (**Tabla 27**).

En el análisis DHG para los lances que conforman cada una de las zonas se tiene que:

- Para la zona 1, la prueba estadística indica que el 100% de los lances incluidos en ella cumplen con el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas aceptando la hipótesis nula, por lo que se puede afirmar que la estructura de talla generada en cada lance es estadísticamente similar a la estructura de talla generada por el conjunto de lances incluidos en esta zona (**Tabla 28**).
- Para la zona 2, la prueba estadística evidencia que el 62,5% de los lances asignados cumplen el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas, aceptando la hipótesis nula ( $H_0$ ), mientras que en los lances 13, 18 y 21 se rechaza  $H_0$ , mostrando una estructura estadísticamente distinta a la estructura general formada por el conjunto de lances. Lo anterior se explica por el hecho que en general los lances asociados a esta zona presentan una distribución del tipo unimodal con marcada presencia de ejemplares adultos, mientras que los lances en que se rechaza la hipótesis nula presenta una distribución del tipo multimodal y que además representa lances con mayor aporte de reclutas de la zona. No obstante lo anterior se consideran estos lances dentro de esta zona por representatividad geográfica de ellos que caracteriza bien la zona (**Tabla 29**).
- Al igual que en el caso anterior, en la zona 3 (**Tabla 30**), la prueba estadística muestra que el 91,67% de los lances de pesca asignados cumple

el supuesto de homogeneidad en sus estructuras de talla, no rechazándose la hipótesis nula ( $H_0$ ). En otras palabras, la estructura de talla generada por cada uno de estos lances es estadísticamente similar a la estructura generada por el conjunto de ellos. Para el caso del lance 28 cuya distribución del tipo multimodal no corresponde con la registrada en el resto de los lances de la zona, se rechaza la hipótesis de igualdad, registrando este lance una baja presencia de ejemplares adultos y reclutas que supera el 50%, siendo considerado dentro de esta zona por la cercanía geográfica de todos los lances entre sí.

- La zona 4 muestra que el 80% de los lances de pesca asignados cumplen el supuesto de homogeneidad, no rechazando la hipótesis nula ( $H_0$ ), observándose que la estructura de talla de cada uno de estos lances no muestra diferencias estadísticamente significativas respecto de la estructura de talla generada por el conjunto de ellos. El lance 34 rechaza la hipótesis nula dado su distribución del tipo multimodal distinta a lo registrado por el resto de los lances de la zona, donde prevalecen distribuciones del tipo uni o bimodal, observando en este lance en particular una marcada presencia de ejemplares reclutas con aporte porcentual de 66,5%, lo que permite observar ejemplares de tallas menores a 5 cm lo que no se observa en los demás lances asignados a esta zona (**Tabla 31**).
- Para la zona 5, la prueba estadística evidencia que el 87,5% de los lances asignados cumplen el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas, es decir, en todos estos lances se acepta la hipótesis nula (**Tabla 32**) por lo que se puede afirmar que la estructura de talla generada en cada lance es estadísticamente similar a la estructura de talla generada por el conjunto de lances incluidos en esta zona. El lance 39 rechaza la hipótesis de igualdad lo

que se debe a que su distribución es del tipo bimodal que escapa a lo observado en los otros lances, los cuales presentan una distribución principalmente unimodal. Otro motivo del rechazo es que en el lance 39 se observa el mayor aporte de ejemplares de 13 cm, los cuales no aparecen en los demás lances. No obstante lo anterior se considera este lance dentro de esta zona 5 debido a su cercanía geográfica con los demás lances.

### **3.2.2 Estructura de tallas de jurel**

Considerando el total de lances con presencia de jurel, la talla varió entre 2 y 27 cm, presentando los ejemplares una distribución del tipo bimodal, con modas principales centradas en 4 y 19 cm de LH. Los ejemplares presentaron una talla promedio de 10,4 cm y un peso promedio de 12,6 g, siendo en su gran mayoría individuos reclutas (**Figura 67**). Para efectos de análisis las estructuras de tallas de los 16 lances positivos se agruparon en dos zonas (**Figuras 77 a 69**).

#### **3.2.2.1 Análisis estadístico de la estratificación de tallas de jurel en la zona total, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG).**

Se realizó la prueba estadística DHG (dócima de heterogeneidad generalizada,  $\alpha = 0,05$ ), con el objetivo de verificar la zona establecida, 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 diciembre de 2013.

La prueba estadística indica que el 91,67% de los lances asignados dentro del área prospectada (lances 2, 6, 16, 22, 26, 29, 32, 33, 34, 40 y 43), cumplen el supuesto de homogeneidad en sus estructuras aprobando la hipótesis nula ( $H_0$ ) (**Tabla 33**). Es decir, la estructura de talla de todos estos lances no presenta diferencias estadísticamente significativas respecto de la estructura de talla global

generada por el total de lances en su conjunto, salvo el lance 7, donde se registró ejemplares de mayor tamaños (26-27) lo que lo llevó a rechazar la hipótesis de igualdad.

### 3.2.3 Relación longitud-peso de anchoveta

Se ajustó la relación longitud-peso para anchoveta mediante un modelo lineal y uno no lineal para cada una de las zonas y para la zona total de estudio (**Figura 70**). Para la zona total, el modelo lineal evidencia un buen grado de ajuste, estimándose un coeficiente de determinación  $R^2=0,97$  con valores estimados para los coeficientes de regresión de  $a=0,0064$  y  $b=3,0705$ , mientras que en el modelo no lineal se observó un menor grado de ajuste ( $R^2=0,94$ ) en toda la zona evaluada en relación al modelo lineal, si bien los valores de los coeficientes son bastantes similares entre ambos modelos ( $a=0,0060$  y  $b=3,0976$ ) (**Tabla 34**).

En el análisis por zona se observa que en las zonas 1, 3, 4 y 5 el modelo lineal presentó mejores grados de ajuste que el no lineal, mientras que esta situación se revierte por un pequeño margen en la zona 2. En relación a las pendientes se observa que en las zonas 1, 2, 3 y 5 fueron mayores en el modelo lineal, mientras que para la zona 4 este coeficiente fue mayor en el modelo no lineal (**Tabla 34**).

El análisis de varianza (Andeva) para anchoveta, indica que los modelos ajustados para la relación longitud-peso de cada zona, no cumplen con el supuesto de igualdad, rechazándose la hipótesis nula (**H<sub>0</sub>**). El análisis en detalle, comparando pares de zonas entre sí, mostró que todos los pares de zonas, no cumplieron el supuesto de igualdad, ya que sus estructuras de tallas difirieron entre ellas (**Tabla 35**).

Por otro lado, mediante el análisis de varianza de la relación longitud-peso para cada zona, se determinó que el modelo ajustado en ella, explica de forma adecuada el ajuste de las variables longitud-peso utilizadas, encontrando un ajuste significativo de las variables con un 95% de confianza. De lo anterior, se desprende que el modelo total de la relación longitud-peso, sería representativo de toda la estructura de talla presente en la zona total de estudio (**Tabla 36**).

La comparación de los pesos promedios a la talla por zona, estimados por ambos modelos, indicó que en el caso de la zona 1 el modelo no lineal presentó mayores pesos entre las tallas 6 a 14 cm, tendencia que cambia entre las tallas 14,5 a 15,5 cm. En la zona 2 entre las tallas 4 a 14,5 cm el modelo no lineal presentó los mayores pesos, mientras que entre las tallas 15 y 16 cm los mayores pesos correspondieron al modelo lineal. En la zona 3 entre las tallas 6,5 a 14,5 cm se observan los mayores pesos con el modelo no lineal, mientras que para las tallas mayores (15 a 16,5 cm) el modelo lineal arroja los mayores pesos. Para el caso de la zona 4 con el modelo lineal se observan los mayores pesos promedio entre las tallas 5 y 12 cm mientras que en las tallas 12,5 a 17 cm predomina el modelo no lineal. En la zona 5 se mantiene lo observado en las primeras 3 zonas ya que en el rango 10,5 a 15,5 cm el modelo no lineal arroja los mayores pesos promedios, tendencia que cambia en las tallas mayores. En cuanto al análisis de la zona total entre las tallas 4 a 12 cm los mayores pesos los aporta el modelo lineal y desde los 12,5 a los 17,5 cm los mayores pesos promedios se obtienen con el modelo no lineal (**Tabla 37**).

### 3.2.4 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 un test de Tukey, con hipótesis nula ( $H_0$ ) que las regresiones son iguales entre zonas. Para ello se compararon los parámetros de las regresiones por pares de zonas (**Tabla 38**).

La comparación de pendientes mediante el test Tukey ( $\alpha=0,05$ ), mostró que en los pares conformados por la zona 1 con las zonas 2 y 4 las pendientes de regresión fueron estadísticamente similares entre sí, aceptándose la hipótesis de igualdad  **$H_0$** . En los pares zona 1 con zonas 3 y 5 las pendientes de la regresión fueron estadísticamente diferentes por lo que se rechaza la hipótesis nula. Para el caso de los pares conformados por la zona 2 con las zonas 3 y 4 la comparación mostró que las pendientes de regresión fueron estadísticamente similares aceptando  **$H_0$** . El par formado por la zona 2 con la zona 5 rechaza la hipótesis de igualdad, por lo que las pendientes de la regresión son estadísticamente diferentes. Esta última situación se vuelve a repetir entre los pares conformados por la zona 3-zona 4; zona 3-zona 5 y zona 4-zona 5 en donde se rechaza el supuesto de igualdad., lo que está relacionado a las diferencias o similitudes en la estructuras de tallas de las distintas zonas (**Tabla 38**).

### 3.2.5 Relación longitud-peso de jurel

Para el conjunto de datos de longitud y peso obtenidos ( $n = 315$  individuos) a partir de los lances de identificación realizados por el B/C Abate Molina, se estimó la relación de longitud-peso para jurel en toda el área de estudio, mediante la aplicación de un modelo lineal.

Para esta especie el análisis de todos los pares de datos disponibles a través del modelo lineal evidencia un muy buen grado de ajuste, estimándose un coeficiente de determinación  $R^2 = 0,99$ , con valores estimados para los coeficientes de regresión de  $a = 0,0158$  y  $b = 2,8534$  (**Figura 71 y Tabla 39**).

Mediante el análisis de varianza de la relación longitud-peso, se determinó que el modelo ajustado en ella, explica de forma adecuada el ajuste de las variables longitud-peso utilizada encontrando un ajuste significativo de las variables con un 95% de confianza. De lo anterior, se desprende que el modelo total de la relación longitud-peso, sería representativo de toda la estructura de talla presente en la zona total de estudio (**Tabla 40**).

### **3.2.6 Indicadores de madurez sexual de anchoveta en la primavera del 2013**

#### **3.2.6.1 Proporción sexual de anchoveta**

Para la zona total el porcentaje de individuos indeterminados sexualmente alcanzó un 8,6%. De los individuos sexados, las hembras contribuyeron con un 45,8%, en tanto que los machos aportaron el 54,2%, siendo ampliamente dominantes entre las tallas 10 y 14,5 cm (**Figura 72**), mientras que las hembras predominaron principalmente en las tallas mayores desde los 15 a los 17,5. La varianza ( $S^2$ ) estimada de la proporción fue de  $3,7E-05$ .

Para la zona 1 el registro de individuos indeterminados correspondió solamente a un 0,3%, siendo predominantes la presencia de machos (58,9%) mientras que las hembras correspondieron al 41,1% de los ejemplares observados. Los machos predominaron en las tallas 11,5 a 14 cm, mientras que las hembras lo hicieron en

las tallas 15 y 15,5 cm, observándose un registro similar para ambos sexos en la talla 14,5 cm. La varianza ( $S^2$ ) estimada de la proporci3n para esta zona fue de 2,1E-04. En la zona 2 se registr3 un 31,9% de individuos indeterminados sexualmente, de los sexados el 70,6% correspondi3 a machos y el 29,4% restantes a hembras. Las hembras predominaron solo en las tallas 15,5 y 16 cm; mientras que los machos lo hicieron en el rango de tallas 11,5 a 15 cm observándose a tallas menores registros similares de individuos tanto machos como hembras. La varianza ( $S^2$ ) estimada de la proporci3n fue de 2,0E-04. En la zona 3 un 1,2% de los individuos son indeterminados sexualmente, de los que s3 fueron sexados se tiene que los machos correspondieron al 49,5% y las hembras a un 50,5%, siendo predominantes estas entre las tallas 15 a 16,5 cm, mientras que los machos predominaron en las tallas 9 a 14,5 cm. La varianza ( $S^2$ ) estimada de la proporci3n para esta zona fue de 1,2E-04. En la zona 4 se obtuvo un 13,8% de ejemplares no sexados, del resto se observ3 que los machos correspondieron al 56,5% predominando principalmente entre las tallas 13,5 a 15,5 cm, mientras que las hembras con una proporci3n del 43,5% predominaron principalmente entre las tallas 11,5 a 13 cm. La varianza ( $S^2$ ) estimada de la proporci3n para esta zona fue de 3,2E-04. En la zona 5 todos los individuos observados fueron sexados, teniéndose que el 45,7% de ellos correspondieron a machos y el 54,3% a hembras, las que predominaron entre las tallas 13 a 13,5 y 15,5 a 17,5 cm, en el caso de los machos estos predominaron principalmente en las tallas 14 a 15 cm, estimándose la varianza de la proporci3n de esta zona en 1,6E-04 (**Figura 72**).

### **3.2.6.2 Índice Gonadosomático (IGS) y estados de madurez de la anchoveta.**

El IGS promedio para la zona total de estudio fue de 6,4% ( $S^2=1,28941E-07$ ), con un m3nimo observado en 8,5 cm (1,8%) y un m3ximo en 17,5 cm (11,3%) valor este 3ltimo que corresponde al registro de un 3nico ejemplar. En general, se

observa que el IGS no muestra una tendencia clara en relación a la talla pues los valores observados suben y bajan indistintamente en las tallas menores a 11,5 cm, a partir de este valor el incremento en el valor del IGS corresponde con el aumento en la talla de los ejemplares, tendencia que se detiene en la talla 14 cm, para posteriormente retomar esta relación directa en las tallas mayores a los 16 cm (**Figura 73**). En el caso de las hembras, el IGS promedio alcanzó un 6,0% ( $S^2=3,70763E-07$ ), con un comportamiento similar al de la zona total en relación a las tallas en las que los mayores valores de IGS se obtuvieron en el rango 12 a 17,5 cm con un mínimo de 3,1% (12 cm) y un máximo de 11,3% en los 17,5 cm (**Figura 73**). Para los machos, el IGS promedio fue de 6,8% ( $S^2=1,52761E-07$ ), observándose un máximo de 12,5% (17 cm) y un mínimo de 2,0% (10 cm) mostrando igual tendencia que en los casos anteriores en que el IGS se incrementa a tallas mayores principalmente en los rangos 10 a 14 y 15,5 a 17 cm. A tallas menores y a tallas intermedias no se observa una relación directa entre el incremento del IGS con el incremento en la talla de los ejemplares (**Figura 73**).

Para el análisis por zona se tiene que en el caso de la zona 1 el IGS promedio fue de 7,6% ( $S^2=9,44937E-07$ ) con un mínimo de 6,5% (12,5 cm) y un máximo de 9,5% observado en la talla 11,5 cm (valor que proviene de un único ejemplar). Para esta zona los valores de IGS no muestran una tendencia clara en relación a las tallas ya que al aumentar la talla el IGS promedio aumenta y también disminuye. Para los machos de esta zona el valor promedio fue de 7,6% con valores máximo y mínimo de 9,5 y 6,4 en 11,5 y 15,5 cm, respectivamente. A excepción del máximo observado los demás valores se mantienen en torno al 7,3% para todo el rango de tallas. En las hembras el promedio fue de 7,6% con un mínimo de 3,2% (12 cm) y un máximo de 8,1% (15 cm) observándose que no existe una tendencia clara en el aumento del valor de IGS al aumentar la talla de los ejemplares (**Figura 73**).

En la zona 2 el IGS promedio fue de 7,1% ( $S^2=6,05226E-07$ ) con valores que van desde 1,8 a 7,4% registrados en las tallas 11 y 13,5 cm, respectivamente. Bajo la talla 12 cm los valores de IGS presentan un promedio del 3%, sobre esta talla el valor de IGS se ubica en torno al 6,8%. Al igual que en los casos anteriores no existe una relación directa entre el aumento del valor IGS con el aumento en la talla de los ejemplares. Los machos de esta zona arrojaron un valor promedio de IGS de 7,3% con extremos de 1,4 y 7,5% en las tallas 10 y 13,5 cm observándose los menores valores bajo la talla de 12,5 cm (IGS 3,5%), mientras que a tallas mayores se observa un IGS de 7,2%. En las hembras el valor promedio fue de 6,5% con un mínimo de 1,7 en 11,5 cm y un máximo de 7,3% en 14 cm, apreciándose que los menores valores están en el rango 10 a 12 cm (IGS 2,7%) para aumentar a un valor promedio de IGS 6,6% en el rango de talla 12,5 a 16 cm (**Figura 73**).

Para la zona 3 el valor IGS promedio fue de 5,8% ( $S^2=4,09073E-07$ ) con un rango de 1,9% (9,5 cm) y un máximo de 7,5% (16,5 cm), en general para esta zona se observa una tendencia de que el IGS aumenta a medida que aumenta la talla de los ejemplares a partir de los 9,5 cm. En los machos se observa un valor promedio de 6,2% con un mínimo de 1,6% (9,5 cm) y un máximo de 8,6% (16,5 cm) mostrando que el valor de IGS aumenta con el aumento de la talla desde los 9,5 cm en adelante. Las hembras de esta zona arrojan un IGS promedio de 5,4%, con valores extremos de 1,6 y 7,3% registrados en las tallas 9 y 16,5 cm, respectivamente. En este caso el aumento del IGS según aumenta la talla no es constante pues a mayor talla a veces aumenta el IGS y en otras disminuye (**Figura 73**).

En la zona 4 se observa un IGS promedio de 5,1% ( $S^2=8,86194E-07$ ) con un mínimo de 1,8% y un máximo de 6,2%, en relación a las tallas el valor de IGS no muestra una tendencia clara observándose que a tallas menores (8,5 a 13,5 cm)

los valores son bajos (3%) y tanto aumentan como disminuyen al subir la talla, por otro lado los mayores valores (6%) se observan desde los 14 cm en adelante. Los machos de esta zona poseen un valor de IGS de 5,8% con extremos de 2,3% (10 cm) y 6,7% (15,5 cm), en general no se observa la tendencia a que este valor va aumentando según aumenta la talla de los ejemplares. En el caso de las hembras estas poseen un IGS promedio de 4,2% con valores que oscilan entre un 1,0% (11 cm) y un 6,2% (17 cm) observándose que entre las tallas 8,5 a 15 cm los valores de IGS suben y bajan indistintamente, posterior a la talla superior el valor de IGS aumenta según aumenta la talla (**Figura 73**).

La zona 5 presenta un IGS promedio de 6,6% ( $S^2=5,44772E-07$ ) comprendido entre un mínimo de 1,0% en la talla 11,5 cm y un máximo de 11,3% en la talla de 17,5 cm (si bien este valor proviene de un único ejemplar), observándose que en el rango 11,5 a 14 cm el IGS aumenta al aumentar la talla, para posteriormente disminuir, volviéndose a incrementar desde la talla 15,5 cm en adelante. En el caso de los machos el IGS promedio fue de 6,9% con valores extremos de 2,3 y 12,5% observados en las tallas 10,5 y 17 cm, respectivamente. En este caso a partir de la talla 12 cm se observa una relación directa entre el valor del IGS con el aumento de la talla de los ejemplares. En las hembras el IGS promedio fue de un 6,3% con un mínimo de 1,0% (11,5 cm) y un máximo de 11,3% (17,5 cm) apreciándose que a partir de la talla 14,5 cm en adelante el IGS crece al aumentar la talla (**Figura 73**).

En la zona total, la anchoveta presentó estados de madurez 1, 2, 3, 4 y 5, con aportes de 42,8%; 13,9%; 38,5%; 1,1% y 3,8% respectivamente. Para el caso de los machos se observan los estados 1, 2, 4 y 5 destacando el alto porcentaje de la madurez 1 (81,5%) en comparación con los otros estados observados ya que solo el estado 2 alcanzó a un 18,4% (**Figura 74**). La madurez 1 para los machos se

observó en el rango de talla 7 a 16,5 cm con ausencia de las tallas 7,5 a 8,5, mientras que la madurez 2 estuvo acotada al rango 12,5 a 17 cm. En las hembras los estados observados correspondieron a 1, 2, 3, 4 y 5 con el mayor porcentaje correspondiente a la madurez 3 (81,0%) seguido del estado 2 (8,9%) y del estado 5 (7,9%), mientras que al contrario del caso de los machos la madurez 1 representó un valor menor al 0,1%. En las hembras la madurez 3 (ausente en los machos) estuvo comprendida entre los 9 y 17,5 cm con ausencia de las tallas 9,5 y 10,5 cm; la madurez 2 se observó en el rango de talla 8,5 a 16 cm, mientras que la madurez 5 estuvo acotada a las tallas 12 a 16,5 cm (**Figura 74**).

Para la zona 1 se detectaron los estados 1, 2, 3 y 5 con aportes de 54,5; 0,1; 33,6 y 11,8% respectivamente. El estado 1 se registró entre las tallas 12 y 15,5 cm, rango que se mantiene para los estados mayores a excepción del estado 2 que sólo se observa en una única talla (12,5 cm). Para esta zona los machos solo registraron la madurez 1 (100%) comprendida entre los 12 y 15,5 cm. En cuanto a las hembras se observaron los estados de madurez 2, 3 y 5 con un importante aporte del estado 3 (73,9%) seguido del estado 5 con un 25,9%. Las hembras en estado 3 estuvieron comprendidas en el rango 12 a 15,5 cm, mientras que el estado 5 se registró entre 12,5 a 15,5 cm (**Figura 75**).

En la zona 2 se tuvo registro de los estados de madurez 1, 2, 3 y 5 con el mayor aporte de la madurez 1 (70,6%) seguida del estado 3 (23,4%). El estado 1 se observó entre las tallas 7 a 15,5 cm con ausencia de las tallas 7,5 a 9,5 cm, mientras que el estado 3 lo hizo entre las tallas 12 a 16 cm. En esta zona y en el caso de los machos el 100% de los individuos observados presentaron la madurez 1 comprendidos en el rango 7 a 15,5 cm con ausencia de las tallas 7,5 a 9,5 cm. En las hembras se observaron los estados 2, 3 y 5 con una mayor importancia de los estados 3 (79,6%) y 5 (13,5%) comprendido el primero entre las tallas 12 y 16 cm,

mientras que el segundo entre 12 y 15,5 cm con ausencia de las tallas 12,5 y 13 cm (**Figura 76**).

En la zona 3 se observaron los estados de madurez 1 (46,3%); 2 (5,8%); 3 (44,3%) y 5 (3,6%). El estado 1 estuvo comprendido entre las tallas 9 y 16,5 cm, rango que se mantuvo en el estado 3 con ausencia de las tallas 9,5 y 10,5 cm. Los machos de esta zona al igual que en los casos anteriores solo registraron el estado 1 comprendidos entre las tallas 9 a 16,5 cm. Para las hembras se observaron los estados 1, 2, 3 y 5 con el mayor aporte de la madurez 3 (82,4%) seguido de la madurez 2 (10,8%) comprendidos entre el rango 9 a 16,5 cm con ausencia de las tallas 9,5 y 10,5 cm los primeros y entre el rango 9,5 a 16 cm los segundos (**Figura 77**).

Para la zona 4 los ejemplares presentaron los estados de madurez 1, 2 y 3 siendo los mayores aportes los correspondientes al estado 1 (45,2%) y al estado 3 (32,1%). Para la madurez 1, la talla observada correspondió desde los 9,5 a 16 cm, mientras que la madurez 3 se observó entre los 11,5 a los 17 cm. Para el caso de los machos en esta zona se observaron los estados 1 y 2 con aportes correspondientes al 80,9 y 19,1%, respectivamente. El estado 1 se concentró entre las tallas 9,5 a 16 cm, mientras que el estado 2 se concentró entre los 12,5 a 16 cm. Para las hembras de esta zona se registraron los estados 2 y 3 con el mayor aporte correspondiente a la madurez 3 (72,7%) cuyos rangos de distribución corresponden a los 11,5 a 17 cm; mientras que el estado 2 (27,3%) se registró entre las tallas 8,5 a 16 cm (**Figura 78**).

Para la zona 5 los estados de madurez observados correspondieron a los 5 analizados (1 a 5) con el mayor aporte del estado 3 (47,1%), seguido del estado 2 (36,8%) y posteriormente del estado 1 (11,4%). El estado 3 se presentó en las tallas 12,5 a 17,5 cm; el estado 2 en las tallas 11 a 17 cm con ausencia de la talla 12 cm y

en el caso del estado 1 se registró entre los 10,5 a 16,5 cm con ausencia de las tallas 11 y 11,5 cm. Los machos de esta zona presentaron los estados 1, 2, 4 y 5 destacando principalmente el aporte del estado 2 con un 74,6% y cuyos individuos estuvieron comprendidos entre las tallas 13 a 17 cm. El estado 1, segundo en orden de importancia, se registró en un 24,9% entre las tallas 10,5 a 16,5 cm con ausencia de las tallas 11 y 11,5 cm, mientras que los estados 4 y 5 tuvieron un aporte inferior a 0,6% en su conjunto. En el caso de las hembras estas registraron ejemplares en estado de madurez 2, 3, 4 y 5 siendo el estado 3 el de mayor aporte (86,8%) seguido del estado 4 con un 7,8% y posteriormente por el estado 2 con un 4,9%. Las tallas observadas en la madurez 3 correspondieron a 12,5 a 17,5 cm; las observadas en el estado 4 a 12,5 a 16,5 cm, mientras que el estado 2 se registró entre las tallas 11 a 16 cm con ausencia de las tallas 12 y 14 cm (**Figura 79**).

Para el total de la zona se observa que los valores de IGS presentan una cierta similitud entre ellos si bien disminuyen desde la madurez 1 a la 4 (6,7 a 5,3%), tendencia que se rompe al pasar al estado de madurez 5 en donde el valor aumenta a un máximo de 10,8% lo que se condice con un mayor desarrollo gonadal (**Figura 80**).

En la zona 1 en la que se observan la madurez 1, 2, 3 y 5 el valor promedio de IGS entre los estados 1 y 3 disminuye en forma leve (7,6 a 6,6%) para, posteriormente aumentar a un máximo de 10,5% al pasar a la madurez 5. Cabe destacar que el valor IGS de 0,7% registrado en el estado 2 proviene de un único registro lo que no es representativo (**Figura 80**).

En la zona 2 en donde se registran los mismos estados de madurez que en zona 1, los valores de IGS se comportan de la misma forma al relacionarlos con la madurez. Entre los estados 1 y 3 los valores promedio de IGS disminuyen (7,3 a

6,2%) pasando por un valor mínimo de 2,1% en el estado 2 para subir a un máximo de 10,8 al pasar a la madurez 5 (**Figura 80**).

Para la zona 3 nuevamente se observan los estados 1, 2, 3 y 5 con un comportamiento similar de los valores de IGS según la madurez. Al pasar desde el estado 1 al 3 el IGS promedio disminuye (6,3 a 5,3) pasando por un valor mínimo en el estado 2 (2,6%), posteriormente al pasar a la madurez 5 este indicador presenta el valor máximo (11,1%) (**Figura 80**).

En la zona 4 solamente se registran los estados de madurez 1, 2 y 3 apreciándose que el promedio de IGS no difiere entre estados, siendo prácticamente similar entre la madurez 1 y 3 (5,6 y 5,1%, respectivamente), mientras que se observa el menor valor en la madurez 2 (4,0%) (**Figura 80**).

En la zona 5 en donde se registran los 5 estados de madurez, el comportamiento del valor de igs con respecto a la madurez se mantiene en un rango relativamente estrecho (5 a 7%) para los primeros 4 estados, maximizándose en la madurez 5 con un valor de 13,6% (**Figura 80**).

### **3.3 Determinación de las estructuras de edad de anchoveta**

#### **3.3.1 Clave edad-talla**

Para la elaboración de la clave edad-talla en anchoveta se analizó un total de 256 pares de otolitos de tallas comprendidas entre los 4,0 y 17,5 cm de longitud total. Los grupos de edad (GE) se distribuyeron entre el grupo 0 y III, de los cuales los GE I que corresponde a las clases anual 2012 presentaron una frecuencia similar con el 46%. En las **Tablas 41 y 42** se presentan las claves edad talla y su varianza respectiva.

- 4. Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción juvenil de anchoveta que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería y de otras especies de interés comercial y/o alta disponibilidad, que sean detectadas en el área. (Objetivo específico 1).**

#### **4.1 Calibración hidroacústica**

Los resultados de las calibraciones acústicas del sistema EK-60 en 38 khz, del B/C “Abate Molina” se presentan en la **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. Es importante mencionar que las calibraciones del ecosonda se realizan *ante* del crucero, quedando establecidos en los parámetros de captura de datos, por lo que no es necesario aplicar procedimientos de corrección *ex post*.

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

En los lances de pesca se recolectó información de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta en la frecuencia de 38 khz utilizándose el pulso de trabajo de 1.024 ms, mientras que en las estaciones de TS con el buque detenido o navegando a bajas velocidades (<2 nudos), se recolectó información con 38, 120 y 200 khz en tres diferentes longitudes de pulso (256, 512 y 1.024 ms).

En la zona se realizaron un total de 44 lances de media agua, seleccionando los que cumplieron con el requisito de ser mono específicos donde la anchoveta fue la especie principal (>90%). De este modo, en este crucero se procesaron 18 lances y

7 estaciones de medición de TS asociadas a los lances 22; 30-33; 37-38 y 40 (con altas proporciones de anchoveta (**Tabla 44**). Es importante mencionar que en este crucero casi la mitad de los lances (n=19) se encontraron altos porcentajes de medusa (proporción mayor a 90%) (**Tabla 22**).

En las **figura 81** se entrega la distribución de frecuencia de longitud pareado con la distribución de TS, obtenida de lances seleccionados en la frecuencia 38 Khz y pulsos de 256, 512 y 1.024 ms, para una situación esperada de detección de blanco y la observada de manera recurrente en los lances seleccionados. De ellos se deduce que este año no se logró la condición de blanco resuelto dentro del rango de TS esperado, requerida para asociarla con la talla. Dado lo anterior se mantiene la relación ajustada por Castillo *et al.*, (2012), la que a su vez actualizó la compilación desde 1996.

#### 4.3 Determinación del sesgo de orilla en el crucero

La prospección acústica en la franja costera para la evaluación de un posible sesgo debido al comportamiento costero de los recursos en evaluación, se ejecutó con la L/M “Valencia” entre caleta Lobos (21°00’LS) y los 22°00’S, entre la costa y 10 millas náuticas (**Figura 82**), registrando el B/C Abate Molina el mayor acercamiento a 0,7 mn de la costa, mientras que la L/M Valencia alcanzó un mínimo de 0,1 mn, evidenciando una prospección acústica bastante ribereña que cumple con el objetivo del estudio (**Figura 83**).

Para detectar posibles zonas con sesgo de orilla se aplicó la metodología de cociente de las pendientes en los sectores donde los recursos se presentaron mayoritariamente costeros. Se seleccionaron 5 zonas con potenciales riesgos de presentar sesgo de orilla; la primera entre Arica y sur caleta Camarones (19°23’S), la segunda desde Pisagua (19°23’S) a punta Patache (19°23’S), la

tercera frente a islote Santa María (23°20'S-23°30'S), la cuarta en el entorno de Antofagasta (23°30'S-23°42'S) y la quinta entre norte punta Amarilla (23°54'S) y sur punta tres Picos (24°25'S) (**Figura 84**). Los resultados se presentan en la **Figura 85 y Tabla 45**. En ellos se pudo observar un aumento de la densidad acústica en la costa, donde la mayoría de los sectores analizados presentaron una probabilidad de sesgo moderado.

#### **4.3.1 Comparación de la información obtenida por el B/C “Abate Molina” y la L/M “Valencia” para RECLAN 1312.**

La prospección acústica realizada por la embarcación L/M “Valencia” utilizada para complementar la navegación costera no cubierta por el B/C “Abate Molina” en la zona indicada, se llevó a cabo entre el 09 y 11 de diciembre del 2013.

La L/M “Valencia” mostró un mayor acercamiento a la costa que el B/C “Abate Molina”, donde el límite oriental de la prospección de la L/M “Valencia” fue de 0,1 mn de costa, mientras que para el B/C “Abate Molina” fue de 0,7 mn de costa (**Figura 83**). En este sentido, el área costera cubierta sólo por la lancha artesanal llegó a 57,0 mn<sup>2</sup>, mientras el área común cubierta por ambas embarcaciones fue de 547,1 mn<sup>2</sup> (**Figura 82**).

Las observaciones más costeras de anchoveta realizadas con el “Abate Molina” fueron a 1 mn de la costa, donde se acumuló el 2,6% de las observaciones y un 0.9% de la energía acústica total de la zona para dicha embarcación. A esta misma distancia de costa, la L/M “Valencia” ya acumulaba el 25,3% de sus observaciones, con un 34.2% de la energía acústica total, evidenciando la presencia de una fracción del recurso ubicada fuera de área prospectada por el B/C “Abate Molina” en la zona de estudio (**Figura 85**).

Para determinar si los datos acústicos ( $s_A$ ) colectados por el B/C “Abate Molina” y por la lancha artesanal fueron equivalentes, se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) sobre los valores de  $s_A$  en la zona de prospección común para ambas embarcaciones. Además, debido a que los datos acústicos generalmente presentan gran número de valores ceros y un enorme rango de distribución de valores, se aplicó el test no paramétrico de Kolmogorov-Smirnov.

Los resultados del ANDEVA para anchoveta ( $F_{(1; 204)} = 0,1332$ ,  $p=0,7156$ ) aceptaron la hipótesis de igualdad de medias y se puede asumir que los datos de ambas embarcaciones son equivalentes (**Figura 86** y **Tabla 46**), aunque el supuesto de normalidad no se cumple para la especie en estudio.

Los resultados del test de Kolmogorov-Smirnov sobre anchoveta dieron una probabilidad mayor al 10% de que ambas medias fueran iguales (**Tabla 47**), lo que no coincide con los resultados del ANDEVA. Dado el alto número de ceros de los datos analizados se recurre a la prueba de Pennington.

Los resultados de los intervalos de confianza construidos según la metodología de Pennington para anchoveta durante el crucero aceptaron la hipótesis nula, por lo que se asume que los datos de ambas embarcaciones son equivalentes (**Figura 87**).

De los resultados anteriores se desprende que la información acústica obtenida por ambas embarcaciones es estadísticamente similar. Debido a lo anterior se concluye que la información de la L/M “Valencia” en la zona costera no cubierta por el “Abate Molina” (**Figuras 84 y 88**) se puede adicionar a la data del crucero RECLAN 1312.

#### 4.4 Estimación de la abundancia y biomasa de anchoveta y jurel

La abundancia y biomasa de anchoveta se estimaron aplicando la ecuación ajustada por Castillo *et al.* (2012), correspondiente a una compilación de las mediciones del TS *in situ* de anchoveta en la zona norte de Chile entre 1996 y febrero del 2011, según:

La ecuación TS-L ajustada es:

$$TS = 20,89 \text{ Log } (L) - 74,548$$

$$r^2 = 0,9088; n=283; F=2801.69; p<0,05$$

La ecuación estandarizada de esta especie fue:

$$TS = 20 \text{ Log } (L) - 73,54$$

y la relación longitud peso  $P = 0,006318 L^{3,07490}$  ( $R^2=0,971$ ;  $n=7.369$ ), obtenida en el presente crucero.

La abundancia total de anchoveta, varió entre 7.529,2 millones de ejemplares y 7.573,2 millones de ejemplares, según el método utilizado, siendo el mayor con el geoestadístico, habiendo una diferencia de 5,8% entre los valores más alto y bajo. De este total, el 13,9% correspondió a reclutas (<12 cm) (1.050,5 millones de ejemplares) (**Tablas 48 y 59 y Figura 89**).

La biomasa total de anchoveta varió entre 162.784,0 t y 163.858,8 t según el método aplicado, siendo el mayor con el geoestadístico, el 2,8% de esta biomasa

correspondió a la fracción juvenil con 4.576,4 t. La mayor concentración de abundancia (29,6%) y biomasa (30,9%) se localizó frente a Antofagasta, donde se registró una densidad de  $20,9 \times 10^6$  ind/mn<sup>2</sup> y 564 t/mn<sup>2</sup>. El 71,6 y 46% de los reclutas de anchoveta (<12 cm.) en número y el 20,3 y 15,8% en peso se localizaron entre Pisagua a punta Patache (19°35'S - 20°51'S) desde Tocopilla a Antofagasta (22°01'S - 23°31'S) (**Tablas 50 y 51 y Figura 89**).

En el caso del jurel las estimaciones de abundancia y biomasa se realizaron aplicando la ecuación  $TS=20,11 \text{ Log } L-68,67$  ajustada por Córdova *et al.* (1998), y la relación longitud peso  $P= 0,015579 L^{2,85340}$  ( $R^2=0,9901$ ;  $n=315$ ), obtenida en el presente Crucero.

La abundancia de jurel varió entre 3.952,2 millones de ejemplares (conglomerados) y 3.982,8 millones de ejemplares (geoestadístico), con un 100% de ejemplares BTML (26 cm) (**Tabla 52**). La biomasa de esta especie fluctuó entre 5.669,3 t (conglomerados) y 5.894,0 t (geoestadístico) (**Tabla 53**). El 99,3% de la abundancia y 72,5% de la biomasa total se localizó entre los paralelos 21°00'S (punta Lobos) y 24°20'S (punta Tres Picos), donde se registraron densidades medias de  $6,2 \times 10^6$  ind/ mn<sup>2</sup> y 6,6 t/mn<sup>2</sup> (**Figura 90**).

#### **4.5 Precisión de los estimados de la abundancia y de la biomasa de anchoveta y jurel.**

Los coeficientes de variación (CV) de los estimados de la abundancia total de anchoveta en el crucero RECLAN 1312 variaron entre 0,0442 y 0,1143 (**Tablas 54 y 55**), siendo los menores con el método Geoestadístico y Bootstrap, representando coeficientes de error entre 7,3% y 9,7%. Los CV de los estimados de biomasa total de anchoveta variaron entre 0,0496 y 0,1361% según el método de estimación utilizado (**Tablas 56 y 57**), obteniéndose la mayor precisión con el

método Geoestadístico (CV 4,96%), seguido por Bootstrap (CV 6,45%) y Estratos Agrupados (CV 6,90%).

En cuanto al jurel, los CV de los estimados de abundancia total variaron entre 0,1849 y 0,3441, siendo el menor con el método Estratos Agrupados representando un error de 30,60% (**Tabla 58**). Los CV de los estimados totales de biomasa variaron entre 0,1074 (Estratos Agrupados) y 0,1863 (Conglomerados), con errores entre 17,7% (Estratos Agrupados) y 17,7% (Conglomerados) (**Tabla 59**).

#### **4.6 Estructura de edad de la anchoveta**

La estructura de edad fue analizada para la zona total de estudio, expandiendo por grupo de edad las abundancias estimadas por los métodos Bootstrap, Geoestadístico, Hansen y Kish. Con los cuatro métodos señalados la estructura de edad para la anchoveta de la zona norte (XV, I y II regiones) se distribuyó entre el grupo de edad **0** y **III**. La mayor abundancia correspondió al GE I con un 53%, en tanto que el GE **0** y **II** alcanzaron un 23 y 24%, respectivamente (**Tablas 60 a 63**). En relación con el crucero del 2012, se aprecia la misma distribución de grupos de edad pero con una menor abundancia. La abundancia total disminuyó en un 45%, sin embargo el GE **0** (reclutas) disminuyó en 239 millones de individuos que equivalen a un 12% menos que el año 2012, lo cual evidencia un menor reclutamiento que el registrado el 2011. La estructura de edad de los cruceros 2008 al 2013, muestran que los periodos en que se registró un alto reclutamiento (2007 y 2010) son seguidos por años de baja abundancia del recurso y bajos reclutamientos los que probablemente están determinados en gran medida por las condiciones ambientales, que varían cada año (**Figura 91**).

La talla promedio del GE 0 aumento en 2 cm respecto al crucero del año anterior, esto puede ser el reflejo de un menor crecimiento de los peces o que la mayoría de los reclutas del año 2013 corresponden a peces con menor edad en meses.

En el caso del peso total promedio de los peces, exceptuando el GE 0 cuyo peso está determinado por la diferencia en las tallas, el peso GE I y II, para tallas promedio similares, aumento en 2 g respecto del estimado el 2012, esto puede deberse a una mejor condición de los peces durante el presente año, ya que la pendiente de la relación peso-longitud ( $b=3,10$ ) es levemente mayor a la estimada el año anterior ( $b=2,97$ ).

La fracción de ejemplares bajo los 12 cm de longitud total, fue de un 14%, lo que correspondió aproximadamente a 1.063 millones de ejemplares. El reclutamiento, considerado como ejemplares bajo los 12 cm LT, disminuyó en 161 millones de peces, respecto del mismo crucero del año 2012 (Castillo *et al.* 2013).

## **5. Distribución espacial de los recursos (Objetivo Específico 3)**

### **5.1 Total de especies**

Las principales especies detectadas en la prospección acústica diurna fueron la mictófidus sp (familia Myctophidae) con un 50,6%; anchoveta con 28,5%; vinciguerria sp con un 15,4%; jurel con 2,3%; medusa con 1,7% y otros con el 1,4% del total. Se describe la distribución espacial de las especies comerciales, en atención a que las abundancias de mictófidus sp y vinciguerria sp fueron muy acotadas espacialmente en la zona de estudio.

## 5.2 Anchoqueta

Esta especie fue una de las más relevantes en términos de lecturas acústicas alcanzando el 28,5% del total. La anchoqueta exhibió cuatro núcleos principales (**Figura 92a**); el primero se localizó frente a punta Patache a 16 millas de la costa que abarcó un área de aproximadamente 60 mn<sup>2</sup>, donde se reúne una lectura acústica total de 19.927 (m<sup>2</sup>/mn<sup>2</sup>). El segundo foco más pequeño se localizó a la cuadra de Paquica, a 4 millas de la costa en un área muy restringida de 10 mn<sup>2</sup>, este foco registró una lectura total de 14.000 (m<sup>2</sup>/mn<sup>2</sup>). El tercero de mayor área (96 mn<sup>2</sup>) ubicado en las primeras 5 millas de Antofagasta, registra una lectura acústica total de 229.944 (m<sup>2</sup>/mn<sup>2</sup>), dando cuenta de las mayores densidades de esta especie en la zona. Por último, un núcleo de mayor densidad se ubicó frente a punta tres Picos, de área cercana a las 20 mn<sup>2</sup> y una lectura total de 34.227 m<sup>2</sup>/mn<sup>2</sup>, evidenciando esta distribución espacial de anchoqueta una mayor presencia del recurso al sur de Antofagasta.

En este año la anchoqueta se reportó en un área total de app. 2.841 mn<sup>2</sup>, con un índice de ocupación del 20,7%. A su vez la distribución batimétrica indica que el recurso se presentó entre los 5 y 39,5 metros, con una preferencia por los primeros 12 m de la columna de agua (80% de las agregaciones).

De las 5 zonas definidas según la prueba DHG a través de las estructuras de tallas, se subdividió la zona 4 y 5 en 2 subzonas en base a la distribución espacial de anchoqueta, completándose 8 subzonas. La anchoqueta se presentó espacialmente estructurada en 7 de las zonas analizadas, ajustándose a modelos esféricos (**Figura 93** y **Tabla 64**), donde el indicador de ajuste del modelo (RSS) fluctuaron entre 9,71E+09 y 3,34E+15, indicando un buen ajuste entre el variograma teórico y el experimental en las primeras 5 mn.

Los parámetros del modelamiento describen una distancia de máxima correlación entre las muestras que varió entre 0,9 y 4,8 mn, siendo este rango mayor en la zona 4.2 y menor en la zona 2 (**Tabla 64**). Sólo en las zonas 2 y 3 la varianza fue explicada completamente por el modelo, mientras que en las otras zonas se aprecia un efecto aleatorio con nugget entre 4,80E+04 y 5,00E+06 (**Tabla 64** y **Figura 93**).

### 5.3 Jurel

El jurel se distribuyó escasamente en la zona prospectada siendo una especie oceánica alcanzando frecuentemente el límite occidental del área de estudio sugiriendo una continuidad hacia el oeste del límite de la prospección (**Figura 92b**). Este año el jurel exhibió un área total de 921,3 mn<sup>2</sup> que es menor respecto al crucero pasado (1.050 mn<sup>2</sup>), asimismo presentó densidades más altas en relación a años precedentes con una lectura acústica total de 50.439 m<sup>2</sup>/mn<sup>2</sup>.

En este contexto, el jurel mostró un foco mayor bastante acotado localizado entre punta Lobos y caleta Chipana, en una zona oceánica que alcanzó las 20 mn de la costa y comprende una zona app de 30 mn<sup>2</sup>. Para este recurso, al igual que el año pasado se mantiene la recurrencia en las capturas de ejemplares pequeños, registrando en el crucero ejemplares de 2 a 4 cm, que representaron el 60% de la estructura de tallas establecida para la zona. Batimétricamente, el recurso se presentó entre los 8 y 42 metros de profundidad, con una preferencia por los primeros 21 m. (95% de las agregaciones).

Los variogramas ajustados para las zonas 1 y 2 muestran en los ajustes un índice RSS que varió entre 3,76E08 y 1,12E+11, donde la zona 1 presenta efectos aleatorios de micro escala (nugget) del orden de 5,00E+03. En ambos casos se ajustaron modelos

esféricos con estructuras que variaron entre 1,6 mn (zona 1) y 3,0 mn (zona 2) (**Tabla 64** y **Figura 94**).

#### 5.4 Índice de Ocupación de la anchoveta (IOC).

Los índices de ocupación (IOC) revelaron que el recurso ocupó solamente en un 20,7% de los pixeles prospectados (**Tabla 65**), valor que indicó una cobertura espacial menor respecto del año anterior (**Figura 95**), destacándose que es el menor IOC del período 2001-2013. Los ejemplares adultos ocuparon un 20,7% del área prospectada, lo que es bastante superior respecto de la distribución de reclutas que presentaron un IOC de 6,9% (**Tabla 65**). En ambas fracciones, las categorías de bajas densidades presentaron un espacio mayor con un IOC de 19,2% (adultos) y 6,7% (reclutas). En las categorías medias y altas, se observó que los adultos tuvieron una cobertura territorial más amplia con un IOC de 1,0% (densidad media) y 0,3% para categorías altas, lo que indicó que los ejemplares adultos registraron concentraciones superiores (**Tabla 65**).

Verticalmente la anchoveta se localizó entre los 6 y 31 metros, con una marcada preferencia por los primeros 12 metros en donde se registró la mayor cantidad de agregaciones de la especie (app. 80%) (**Figura 96**), lo que es coincidente con lo descrito en años precedentes (Castillo *et al.*, 2013 - 2011).

#### 5.5 Distribución batimétrica de la anchoveta.

##### 5.5.1 Análisis latitudinal de los predictores.

Los valores medios del  $s_A$  en el sentido latitudinal presentaron valores entre grupos de latitudes que se incrementan hacia el sur, con una mayor dispersión entre los 23°-24°S y entre los 24°-25°S, lo que contribuyó a elevar levemente los

valores centrales. Estos dos sectores concentraron en conjunto el 69% del total de la energía acústica respectivamente. En el sentido longitudinal, la anchoveta se localizó mayoritariamente dentro de las primeras 16 mn de costa en toda la zona de estudio, con una media en las 4 mn y una dispersión más amplia entre los 20°-21°S, donde se registraron ecotrazos de anchoveta hasta las 20 mn. Verticalmente la anchoveta se ubicó en profundidades medias entre los 8 y 13 m (**Figura 97**).

Las temperaturas medias en las que se ubicó anchoveta fluctuaron en valores próximos a 14 y 17°C con una leve tendencia a valores medios menores a los 16°C al sur de los 22°S (**Figura 97**). Los gradientes de temperatura en los que se localizó la anchoveta fueron mayores a 0,2 °C/m al norte del 21°S, mientras que al sur de dicho límite fueron ligeramente mayores a 0,2°C/m.

La salinidad muestra una clara reducción hacia el sur, presentando tres sectores, uno al norte del 20°S con salinidades medias de 34,8, otro entre 20° y 23°S con salinidades medias cercanas a 34,8 psu y un tercer sector al sur del 23°S con salinidades medias de 34,7 psu (**Figura 97**). Las densidades medias del agua en las cuales se ubicó la anchoveta mantuvieron sus valores entre los 25,3 y 25,8 Sigma-t, con patrón inverso a la temperatura al incrementar sus valores medios del 21°S al sur.

El rango de oxígeno en el cual se detectaron las agregaciones de anchoveta varió entre 1 y 8 mL/L, con una media en torno a 4 mL/L. Se pudo observar también que las agregaciones que se distribuyeron en aguas menos oxigenadas estuvieron en el extremo norte y entre los 23°-24°S de la zona en estudio (**Figura 97**). Los gradientes de oxígeno que limitan la distribución vertical de anchoveta fueron bastante homogéneos con valores medios entre 0,15 y ,35 mL/L/m.

Los valores medios de clorofila donde se ubicó la anchoveta presentaron un incremento relativo hasta alcanzar los 21°S, para luego disminuir y alcanzar un máximo en el extremo sur del área (15,05 mg/m<sup>3</sup>). Los gradientes verticales de clorofila fueron bastante homogéneos y próximos a cero, con una mayor variabilidad en el extremo sur de la zona de estudio (**Figura 98**).

Las densidades medias de zooplancton donde se encontró anchoveta presentaron una zona de alta concentración entre los 18°-19°S con un valor medio cercanos a 3.000 ind/1.000m<sup>3</sup>. Hacia el sur, los menores valores se presentan bastante similares entre los grupos de latitud, con una marcada regularidad de sus valores dado a una baja dispersión (**Figura 98**).

Las concentraciones de fitoplancton donde se ubicó la anchoveta presentaron sus menores valores entre los 18°-19°S con valores promedio bajo las 50 cél/mL. El mayor valor de fitoplancton asociados al recurso se detectaron entre los 23°-24°S con un valor medio por sobre los 200 cél/mL. En dicha zona se concentró el 40% de los registros de anchoveta de todo el crucero (**Figura 98**).

La zona donde se ubicó la anchoveta muestra AST que disminuyen hacia el sur, donde se registran sus menores valores en torno a 19%, situación que cambia en las ASAA de manera inversa al registrar sus mayores valores cercanos a un 30%, mientras que las AEES no presentan tendencia latitudinal. Las mayores concentraciones de anchoveta se ubicaron entre los 20°-21°S y 23°-24°S, donde el primer sector estuvo asociado al valor medio más alto de AST (40%), valor medio de ASAA (26%) y más bajo de AEES (37%), situación que cambia más al sur, donde predominaron AEES (50%), ASAA (30%) y AST (15%), evidenciando la presencia de anchoveta en dos ambientes distintos en la zona de estudio (**Figura 98**).

## **6 Relaciones entre la distribución espacial de la anchoveta y las variables ambientales físicas y oferta de alimento (Objetivo Específico 3).**

### **6.1 Distribución espacial de la anchoveta y su relación con las variables bio-oceanográficas, mediante Sistemas de Información Geográfico.**

El análisis cartográfico entre la distribución y abundancia de la especie indicó que se distribuyó a lo largo de toda la costa con agregaciones muy focalizadas, registrando sus mayores densidades a la cuadra de Antofagasta (**Figura 99**). Asimismo, se determinó que la mayor frecuencia de cardúmenes (CMFC) fluctuó entre los 6 y 31 m de profundidad.

#### **6.1.1 Asociaciones entre la anchoveta y las variables ambientales y rangos preferentes.**

En general, la fracción adulta presentó correlaciones mayores con las variables ambientales debido a que exhibió una repartición geográfica más extensa y además se distribuyó en un amplio rango de valores de los parámetros ambientales. En contraste, los reclutas registraron asociaciones más bajas debido a su escasa repartición territorial (IOC= 6,9%).

En el caso de la temperatura, los histogramas señalaron que la especie se presentó entre los 10,8 y 20,8°C, con un rango preferencial entre los 14 y 15°C (60% de las celdas) y una moda en la isoterma de 14°C (37% de pixeles) (**Figuras 100 y 101**). Para los adultos, la cobertura espacial del recurso y su distribución en un amplio rango de temperaturas determinó que la asociación entre la temperatura y la frecuencia de cardúmenes fuera significativa ( $\chi^2_{\text{calculado}} = 8.089 > 9,5 \chi^2_{\text{tabla (c-1,r-1)}}$ ), en el rango preferencial se obtuvieron coeficientes  $V(\text{Cramer})$  de 0,33 (adultos) lo

que corrobora una importante correlación entre las variables (**Tabla 66**). A su vez, la anchoveta se localizó en diferenciales térmicos entre  $0,01^{\circ}$  y  $0,6^{\circ}\text{C}/\text{m}$ , con una mayor frecuencia en gradientes menores a  $0,1^{\circ}\text{C}/\text{m}$  (61% de celdas) (**Figuras. 100 y 101**), en el estrato preferente los índices  $V(\text{Cramer})$  de los gradientes térmicos reflejaron una moderada correlación para adultos con un índice de 0,33.

La anchoveta tuvo un estrato preferente entre los 34,6 -34,95 con una moda en la isohalina de 34,8 que concentró el 55% de los pixeles, las distribuciones de adultos registraron significativas asociaciones con la salinidad con un índice de 0,30 (**Tabla 66**), consecuencia de la extensión geográfica de la especie y de su localización en un amplio rango de salinidades. Por su parte, los  $V(\text{Cramer})$  de los gradientes salinos evidenciaron grados de asociación débiles con un valor de 0,26 (adultos) y 0,22 (reclutas).

Para el oxígeno, los ejemplares se presentaron entre los 0,1 y 6,5 ml/L, con una ventana óptima entre 2,0-4,5 ml/L y una moda en la isolínea de 3 ml/L (33% de los registros) (**Figuras 100 y 101**). En el rango óptimo, los coeficientes  $V(\text{Cramer})$  alcanzaron los 0,31 (adultos) lo que reveló una moderada correlación entre las variables. En el caso de la densidad del agua, la especie se ubicó en isopichnas entre 24,8 y 26,1  $\text{kg}/\text{m}^3$  con un rango preferencial entre 25,4 y 25,9  $\text{kg}/\text{m}^3$ , el indicador  $V(\text{Cramer})$  exhibió una moderada correspondencia con los adultos alcanzando un valor de 0,34.

En cuanto a la clorofila, el recurso se distribuyó en un rango entre los 0,01 y 6,9  $\text{mg}/\text{m}^3$ , con un peak principal en concentraciones de 5,0  $\text{mg}/\text{m}^3$  (35% de pixeles). Los valores  $V(\text{Cramer})$  de la fracción adulta alcanzaron los 0,27 lo que reflejó una limitada correlación.

Referente a la oferta de alimentos, la repartición espacial de la anchoveta exhibió una relación inversa con el zooplancton, así el mayor número de agregaciones se registraron en densidades menores a 1.000 (ind/m<sup>3</sup>) estrato que concentra sobre el 75% de la presencia de la especie (**Figuras 100 y 101**) debido a la alta concentración de la especie en rangos acotados de la variable biológica, los índices  $V(Cramer)$  son reducidos (**Tabla 66**). A su vez, el fitoplancton también presentó una abundancia que varió negativamente con la especie, así el mayor número de celdas positivas se registraron en densidades entre 50 y 150 (cél/mL) estrato que concentró el 61% de las celdas, no obstante el valor  $V(Cramer)$  alcanzó los 0,36 (adultos) en el rango óptimo, lo que da cuenta de una alta relación entre las variables (**Tabla 66**).

En relación a las masas de agua, los indicadores  $V(Cramer)$  indicaron que la anchoveta se presentó en sectores donde mayoritariamente predominaban las masas de aguas subantártica y ecuatorial subsuperficial lo que coincide con los porcentajes que dichas aguas registraron en las profundidades donde se encuentra la especie. La asociación entre la ASAA y la frecuencia de cardúmenes fue significativa ( $\chi^2_{calculado} 12.352 > 9,5 \chi^2_{tabla (c-1,r-1)}$ ) y también en el caso de la AESS ( $\chi^2_{calculado} 4.550 > 9,5 \chi^2_{tabla (c-1,r-1)}$ ). Se destaca que en el estrato preferente, los índices  $V(Cramer)$  calculados indicaron significativas correlaciones entre el recurso y la ASAA ( $V(Cramer)$  de 0,40 y con la AESS ( $V(Cramer)$  de 0,35 (**Tabla 66**).

## **6.2 Modelamiento estadístico de la densidad de anchoveta y las condiciones ambientales.**

Las variables significativas en el modelamiento GAM fueron Grad. Térmico, Fitoplancton, O<sub>2</sub>, Distancia a la costa, Grad. Cloa-a, Grad. O<sub>2</sub>, Zooplancton, AST, Profundidad media, Salinidad, Cloa-a, Lat y AESS (**Tabla 67**). Las 12 variables modeladas maximizan la reducción de la devianza residual disminuyendo un total

de 1.430,47 residuales. El pseudo coeficiente de determinación muestra que el modelo explica un 32,4% de la variabilidad total de anchoveta en la zona y periodo del estudio (**Tabla 67**), siendo uno de los mayores logrados para esta especie.

El gradiente térmico fue la variable más significativa en el modelo ajustado, explicando un 12,2% de la varianza total; el fitoplancton fue la segunda variable en importancia, explicando el 3,6% de la variabilidad total, el O<sub>2</sub> también tiene buen aporte a la varianza total, con el 4,1%, a continuación se ubicaron la distancia a la costa, Grad. Cloa-a, Grad. O<sub>2</sub>, y Zooplancton, con aportes de 2,9; 2,7 1,2 y 1,9% de la variabilidad. Las variables fitoplancton, AST, Prof media, salinidad, Cloa-a, Lat y AESS, tuvieron aportes marginales inferiores al 1%.

En las **Figuras 102 y 103** 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%. El gradiente térmico muestra una relación con efecto positivo que favorece el aumento de densidad acústica de anchoveta conforme aumenta la magnitud de esta variable, siendo esta variable reconocida por el aporte a la variabilidad de los modelos GAM en recursos pequeños pelágicos en las zonas Norte y centro-sur (anchoveta y sardina común), donde su localización espacial ha estado de manera recurrente en la franja costera y en sectores donde se registran frentes térmico de distinta intensidad, producto de acercamiento de aguas cálidas oceánicas y afloramiento por procesos de surgencias. Es así que, investigaciones financiadas por el Fondo de Investigación Pesquera en la zona norte desde 1993, han permitido determinar que la anchoveta se localiza preferentemente entre los 16 y 18°C de temperatura en invierno y primavera, ampliándose el límite superior hasta los 19°C en otoño, mientras que en el verano se sitúa entre los 19 y 22°C, siendo los sectores de mayor gradiente térmica y halina los que definen la distribución espacial de la especie, tanto en el sentido horizontal - áreas fontogénicas (Castillo *et al.*, 1996),

como en el sentido vertical - termoclina (Castillo *et al.*, 2000; Swartzman *et al.*, 1994). Los juveniles de anchoveta se ubican preferentemente entre la costa y el borde interno de los frentes costeros, asociados a altos rangos de clorofila a (Castillo *et al.*, 1997 y 1998; G3mez *et al.*, 2012) y existiendo al igual que en la anchoveta sudafricana y la de la zona centro-sur de Chile, una relaci3n entre la distribuci3n espacial de los reclutas y los sectores de surgencia.

Las densidades de anchoveta crece en valores mayores de fitoplancton (278 c3l/mL) cuyo crecimiento se presenta bajo un aumento de la banda de confianza, agrup3ndose la anchoveta en abundancias de zooplancton entre 434 -2.170 (ind/m<sup>3</sup>). Con la clo-a se minimiza la anchoveta entre los 6 y 7 mg/m<sup>3</sup>, en valores mayores y menores la cloa-a present3 relaciones positivas, aunque con altas bandas de confianza. La anchoveta tendi3 a mantenerse en niveles de O<sub>2</sub> entre 4 a 6 mL/L, disminuyendo en valores de O<sub>2</sub> superiores.

El modelamiento con las masas de agua para la anchoveta presenta una relaci3n con amplios l3mites de confianza y un punto de convergencia que no revela una relaci3n entre las variables y la densidad de anchoveta.

La gradiente cloa-a presenta una forma de domo maximiz3ndose la anchoveta entre 0,05 y 0,3 mg/m<sup>3</sup>. En relaci3n a la gradiente t3rmica la anchoveta aumenta entre 0 y 0,14 °C/m, manteni3ndose sin variaci3n a mayores valores, en tanto para gradiente de ox3geno esto se present3 entre 0,03 y 0,3 mL/L/m.

## **7. Caracterizar y analizar las agregaciones de anchoveta (Objetivo Espec3fico 4).**

Se analizan y entregan los resultados correspondientes a 1.833 detecciones de anchoveta del crucero RECLAN 1312. La muestra fue separada en agregaciones

diurnas y nocturnas, considerándose para el primer período el horario comprendido entre las 06:45 horas y las 20:00 horas (902 observaciones). El período nocturno fue considerado durante las horas faltantes para completar las 24 horas (931 detecciones).

Se entregan los resultados de los valores de los descriptores morfológicos y batimétricos, analizándose las diferencias que presentan en ambiente diurno y nocturno.

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

## **7.1 Resultados generales agregaciones diurnas y nocturnas**

Las **Tablas 68** y **69** entregan los resultados para los descriptores morfológicos, batimétricos y energéticos de 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 70**. En ésta se observa que solamente la profundidad del fondo, y el área de las agregaciones no presentan diferencias significativas entre el día y la noche.

### **7.1.1 Descriptores morfológicos**

Las agregaciones diurnas de anchoveta registraron longitudes entre 1,6 y 528,8 m con valor promedio de 28,3 m y desviación estándar (ds) de  $\pm 36,9$ . En la noche el rango varió entre 4,5 y 2.112,8 m con promedio en 61 m (ds  $\pm 177,7$ ). Los valores

promedio del alto de agregaciones, a pesar de presentar valores cercanos, estadísticamente presentan diferencias significativas entre el día y la noche, con valores levemente mayores durante el día (2,9 y 2,5 m, respectivamente), explicado por las diferencias en los coeficientes de variación (1,78 día y 1,67 noche). La elongación, al igual que el largo presenta mayor valor promedio en ambiente nocturno, alcanzando en el día un valor de 9,9 (ds  $\pm 0,89$ ) y en la noche 18,5 (ds  $\pm 29,3$ ). Los promedios e intervalos de confianza de los tres primeros descriptores se observan en la **Figura 104**.

Los valores de perímetro y área presentan en promedio menor valor en el día que en la noche, presentando en el primer caso un valor de 77,3 m (ds  $\pm 105,4$ ) v/s 190,4 m (ds  $\pm 525,2$ ) y para el caso del área un promedio durante el día de 92,2 m<sup>2</sup> (ds  $\pm 193,2$ ) y en la noche de 299,1 m<sup>2</sup> (ds  $\pm 1.637,5$ ), presentando por ende un menor CV en ambos descriptores en período nocturno (**Figura 105**), lo que se explica debido a la tendencia de formar agregaciones tipo estrato y en consecuencia de mayor área y perímetro durante la noche. El valor de la dimensión fractal, que es una medida de la complejidad de la forma de la agregación, alcanzó valores promedio de 1,38 (ds  $\pm 0,14$ ) y 1,54 (ds  $\pm 0,15$ ) para las agregaciones diurnas y nocturnas respectivamente, reflejando una tendencia general a formar durante el día agregaciones más cohesionadas (especialmente en el borde de la agregación) que durante la noche (**Figura 105**).

### 7.1.2 Descriptores batimétricos y distancia a la costa

Los resultados indican que las agregaciones de anchoveta en la zona norte no presentan diferencias significativas en su comportamiento batimétrico diurno y nocturno referido a la profundidad de agregaciones, las que en período diurno se encontraron en promedio en los 8,3 m (ds  $\pm 2,3$ ) de profundidad (con máximo en 19,3 m), mientras que durante la noche el promedio de profundidad fue de 7,6 m (ds  $\pm 1,6$ )

(Figura 106) con un máximo de 14,6 m evidenciando una mayor superficialidad durante el periodo nocturno.

Las profundidades de los fondos en que fueron detectadas las agregaciones no presentan diferencias significativas, en promedio durante el día el fondo alcanzó los 152,4 m (ds  $\pm 109,7$  m) y en ambiente nocturno promedió los 144,8 m (ds  $\pm 95,4$  m) (Figura 106). Se debe consignar que se asumió una profundidad máxima de 1.800 m cuando se perdió la señal de fondo, pudiendo ser mayor en algunos casos. El descriptor Índice de altura, que relaciona la ubicación de las agregaciones respecto a la profundidad del fondo, en ambos casos (diurno y nocturno) presentó valores altos que reflejan tendencia de las agregaciones a mantenerse alejadas del fondo, con valores promedio de 91,8% (ds  $\pm 5,6$ ) y 92,9% (ds  $\pm 4,1$ ) de distancia respecto al fondo para el caso diurno y nocturno respectivamente (Figura 106). La distancia a la costa en que fueron detectadas las agregaciones, se relaciona directamente con los fondos detectados, esta variable tampoco presenta diferencias estadísticas entre el día y la noche, siendo en promedio levemente mayor en el día que la noche con distancias de 4,0 mn (ds  $\pm 3,9$ ) y 4,3 mn (ds  $\pm 3,3$ ), respectivamente (Figura 107). Las distancias máximas detectadas desde la costa fueron de 21,6 y 15,1 mn en el día y la noche, respectivamente.

### 7.1.3 Descriptores de energía

Los valores promedio de energía retrodispersada ( $s_A$ ) fueron de mayor valor en la noche respecto al día (Figura. 107). En ambiente diurno variaron entre 10,1 y 13.366,3  $s_A$  con promedio en 376,2  $s_A$  (ds  $\pm 1.275,8$ ), y en ambiente nocturno entre 10,0 y 76.593,2  $s_A$  promediando 518,5  $s_A$  ( $\pm 3.901,3$ ). La densidad acústica de las agregaciones, al contrario del caso anterior fue notablemente superior en ambiente diurno que nocturno (Figura 107), con rango diurno entre 0,1 y 546,9  $s_A / m^2$  y

promedio en  $5,2 s_A /m^2$  (ds  $\pm 22,8$ ), y rango nocturno entre 0,1 y  $15,8 s_A /m^2$  promediando  $1,5 s_A /m^2$  (ds  $\pm 1,5$ ).

#### 7.1.4 Valores promedio descriptores por rango de hora

Se agrupó los valores observados de los descriptores por rango de hora, siendo éste de 1 hora. El número de observaciones varió entre 3 (20 p.m.) y 208 (02 a.m.) obteniéndose datos en casi todo el rango horario (24 horas).

Los resultados del largo de agregaciones muestran una tendencia clara a presentar mayores valores en ambiente nocturno pudiéndose observar claramente en este caso los límites entre la tendencia diurna y nocturna, produciéndose efectivamente un corte desde las 6 a.m y después de las 20 hrs. El alto de las agregaciones no presenta tendencia notoria durante el ciclo de 24 horas, registrándose promedios entre los 2 y 3,5 m indistintamente del período diurno o nocturno, alcanzando valores de hasta 4,5 m promedio, mayores a los valores entre 2,0 y 3,5 m., observados durante el resto del día. Como resultado de las diferencias en el largo de las agregaciones, la elongación aumenta también en horario nocturno, registrando los valores máximos en oscuridad (**Figura 108**).

Los valores de perímetro y área por rango de hora presentan el mismo patrón observado en los valores del largo y 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, observándose también que dicho corte ocurre en los umbrales de los períodos diurno-nocturno (**Figura 109**).

La profundidad de agregaciones no presenta una tendencia clara, observándose para todo el día cardúmenes en torno a los 7,0 y 9,5 m de profundidad, de forma muy heterogénea. La profundidad del fondo presenta los mayores valores en ambiente nocturno alrededor de las 04:00 horas, mientras que los menores valores los presenta en ambiente diurno, entre las 09:00 y 12:00 horas, como también desde las 18:00, hasta las 00:00 horas, observándose una leve diferencia entre ambiente día-noche. El índice de altura en general presenta valores altos en todo el ciclo horario, observándose los valores menores en torno a las 18:00 y las 20:00 horas (**Figura 110**).

La distancia a la costa de las agregaciones de anchoveta presenta valores altos entre las 04:00 y las 06:00 horas, los cuales van disminuyendo, dentro del periodo diurno, aumentando levemente alrededor de las 17:00 horas. Lo cual muestra que en el presente periodo las agregaciones de anchoveta se extendieron hasta mayores distancias desde la costa en el periodo nocturno (**Figura 111**).

La energía retrodispersada presenta sus máximos valores a las 23:00 y 00:00 horas, respectivamente, con valores menores y más constantes en el período diurno, este aumento en los valores de  $s_A$  en período nocturno está fuertemente relacionado al aumento del tamaño de las agregaciones y la tendencia a formar agregaciones tipo estrato en dicho período, ya que al observar el comportamiento de los valores de la densidad acústica, ésta aumenta considerablemente en el período diurno, observándose que el período de inicio y término de los valores altos de densidad es a las 6 de la mañana y las 20 horas (**Figura 111**).

### 7.1.5 Valores promedio descriptores agregaciones costeras y no-costeras

Se agrupó los descriptores en dos categorías según la distancia a la costa en que fueron detectadas las agregaciones, categorizando como agregaciones costeras a las detectadas a menos de 5 mn de la costa y como no-costeras a las que superaron dicho límite. Como resultado de esta división, en período diurno 668 agregaciones calificaron como costeras y 234 como no-costeras, mientras que en la noche resultaron 658 y 273 agregaciones para la primera y segunda categoría, respectivamente.

Las **Tablas 71 y 72** entregan los resultados de las ANDEVAS realizadas 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, el largo, alto, elongación, perímetro, área, profundidad de agregaciones, energía retrodispersada y densidad de agregaciones no presentan diferencias significativas entre agregaciones costeras y no-costeras, quedando la dimensión fractal en zona de indecisión ( $\sigma=0,003$ ). En ambiente nocturno solamente las variables morfométricas, alto, dimensión fractal, y energía retrodispersada no presentan diferencias significativas entre agregaciones costeras y no costeras.

Considerando el ambiente diurno, en las variables morfométricas, se observa que las agregaciones costeras presentan levemente mayor valor promedio de largo y elongación que las agregaciones no costeras, contrario a lo observado en el descriptor alto (**Figura 112**). En la noche se observa la tendencia contraria con las agregaciones no costeras presentando levemente mayor valor promedio para las variables largo, alto y elongación (**Figura 112**). Similar situación se observa en los descriptores relacionados con el tamaño de las agregaciones, donde en ambiente diurno las agregaciones costeras presentan mayor tamaño que las no costeras, en la noche, los valores promedio de perímetro son levemente mayores, en las

agregaciones no costeras, el 3rea y dimensi3n fractal, por el contrario, presentan valores m3s altos en las agregaciones costeras (**Figura 113**).

Batim3tricamente la profundidad media de agregaciones presenta leves diferencias en ambiente diurno, en ambiente nocturno las agregaciones no costeras se ubican en promedio a mayor profundidad en la columna de agua que las costeras (**Figura 114**). La profundidad del fondo tanto en ambiente diurno como nocturno es notablemente mayor en las agregaciones no-costeras, lo anterior dada la relaci3n directamente proporcional entre el fondo y la distancia a la costa, esto 3ltimo provoca que el 3ndice de altura presente mayor valor en las agregaciones no-costeras (**Figura 114**). El descriptor de energ3a retrodispersada ( $s_A$ ) no presenta diferencias estad3sticas entre agregaciones costeras y no costeras en ambiente diurno, aunque se registra un valor medio levemente m3s alto, en las agregaciones no costeras. Durante el periodo nocturno se observa la situaci3n inversa observ3ndose un valor mayor en las agregaciones costeras, que en las agregaciones no costeras. (**Figura 115**). La densidad de agregaciones tampoco presenta diferencias significativas, tanto en el d3a como en la noche, sin embargo, se observa un valor mayor en las agregaciones costeras, que en las no costeras, tanto para el ambiente diurno como para el nocturno. (**Figura 115**).

## 7.2 An3lisis de componentes principales

### 7.2.1 Agregaciones diurnas

El resumen de la informaci3n de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 68** donde se incluye el valor m3ximo, m3nimo, promedio y desviaci3n est3ndar para las caracter3sticas morfom3tricas, batim3tricas y de energ3a de las agregaciones diurnas del crucero.

La matriz de correlaciones entre las variables originales se entrega en la **Tabla 73**, las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables morfométricas largo-perímetro (0,99), largo-elongación (0,87), perímetro-área (0,82), largo-área (0,82), perímetro-elongación (0,84), fondo-Ind. Altura (0,70), la variable de energía ( $s_A$ ) asociada con el área (0,61) y con el alto de agregaciones (0,59), y la variable Distancia a la costa-prof. fondo (0,64) y distancia a la costa-Ind. Altura (0,51) Esta matriz de correlaciones es utilizada como matriz de entrada para la aplicación de análisis de componentes principales (ACP).

El valor de la medida de suficiencia de muestreo (MSA) la cual con valor sobre 0,6 considera aceptable la muestra para la aplicación de un análisis factorial (Hair *et al*, 1999), en el caso diurno fue de 0,611.

El ACP arrojó cuatro componentes principales que en conjunto explican el 81,1% de la variabilidad total. El componente 1 es el más importante con un valor propio de 4,1 explicando el 34,1% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 2,2 explicando el 18,5% de la variabilidad. El tercer componente explica el 18,3% de la variabilidad con un valor propio de 2,2 y el cuarto con valor propio de 1,23 explica el 10,29% de la variabilidad. La **Tabla 74** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por todos los componentes.

Los valores correlacionados de las variables originales con los componentes principales se aprecian en la **Tabla 75**, en ésta se observa que la componente 1 asocia principalmente a los descriptores morfológicos largo, alto, elongación, perímetro y área con la variable energética  $s_A$ , asociando la respuesta acústica con el tamaño de las agregaciones en ambiente diurno. El componente 2 asocia positivamente a la variable elongación, dimensión fractal y al índice de altura. El

tercer componente asocia a la profundidad del fondo con la distancia a la costa. El componente 4 se correlaciona positivamente con la densidad de agregaciones y negativamente con la profundidad de éstas.

Lo anterior indica que dentro de la caracterización de la anchoveta en ambiente diurno podemos identificar dos grupos principales de agregaciones, uno de mayor tamaño con una fuerte respuesta acústica que se ubican en fondos de baja profundidad, y cercanos a la costa, y otro grupo secundario que se encuentra más alejado de la costa, en mayores fondos y de forma más irregular, con menor respuesta acústica y de menor tamaño.

## 7.2.2 Agregaciones nocturnas

La **Tabla 74** incluye 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 76** las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables morfométricas largo-alto (0,64), largo-elongación (0,84) largo-perímetro (0,99), largo-área (0,91), alto-perímetro (0,64), alto-área (0,71), alto- $s_A$  (0,67), elongación-perímetro (0,86), perímetro- $s_A$  (0,74), perímetro-área (0,88),  $s_A$ -área (0,94), altura de fondo-índice de altura (0,70), altura de fondo-distancia de la costa (0,67), Al igual que en el caso diurno esta matriz es utilizada como matriz de entrada para la aplicación de análisis de componentes principales (ACP).

Con un valor de MSA igual a 0,71 en el caso nocturno, el ACP arrojó cuatro componentes principales que en conjunto explican el 82,62% de la variabilidad

total. El de mayor importancia fue el componente 1 con valor propio de 4,87 explicando el 40,62% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 2,3 explicando el 19,2% de la variabilidad. El tercer componente explica el 12,6% de la variabilidad con un valor propio de 1,52 y el cuarto, de menor importancia con valor propio de 1,22 explica el 10,15% de la variabilidad. La **Tabla 77** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por todos los componentes.

La correlación de las variables originales con los componentes principales se aprecian en la **Tabla 78**, en ésta se observa que el componente 1 asocia fuertemente a las variables morfológicas largo, alto, elongación, perímetro, y área junto a la distancia a la costa. El componente 2 asocia fuerte y positivamente a la profundidad del fondo con el índice de altura, y la densidad. El componente 3 correlaciona a las variables dimensión fractal de (manera positiva) con la profundidad de la agregación (de forma negativa). El componente 4 asocia fuertemente sólo a la energía retrodispersada de las agregaciones ( $s_A$ ).

Aun cuando se encuentran diferencias entre las variables diurnas y nocturnas de las agregaciones de anchoveta, especialmente en las referidas a cardúmenes observados durante la noche más grandes que de día, ubicados a menor profundidad y más cercanos a la costa, la agrupación que hace el ACP para caracterizar agregaciones es similar en el día y la noche, agrupando también en la noche un grupo principal de agregaciones de mayor largo, alto, elongación, perímetro, área y distancia a la costa, respecto a uno secundario ubicado en zonas de fondos mayores, más cercanos al fondo y de mayor densidad, y consecuentemente más alejados de la costa.

## VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

---

### 1. Análisis de la hidrografía

En el Pacífico Ecuatorial se presenta desde abril de 2013 una condición ENSO neutral posterior al evento frío La Niña 2011-2012. Se espera que esta condición se mantenga al menos hasta el primer semestre del año 2014 ([http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/enso\\_advisory/](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/)).

No obstante lo anterior, la zona de la XV, I y II Regiones registró condiciones cálidas desde mayo (Reyes y Pizarro, 2013a) hasta al menos julio de 2012, y otro frío en junio-agosto de 2013, sin observar eventos El Niño o La Niña, respectivamente. A mayo (2014) se mantienen condiciones neutras que se mantendrían hasta mediados de año, con un 50% de probabilidad que se desarrolle una condición cálida El Niño de intensidad débil a moderada.

En el presente crucero desarrollado en diciembre de 2013, la zona que corresponde a las primeras 20 mn desde la costa entre Arica y los 25°S presentó anomalías de las variables temperatura y salinidad superficial y profundidad de la isoterma de 15°C con un amplio predominio de valores considerados normales. Valores positivos y significativos de anomalías estuvieron ubicados en focos hacia el sector más oeste de la zona y asociados a la presencia de agua oceánica como también hacia la costa en áreas donde ocurrió una menor intensidad de la surgencia como fue frente al norte de Iquique, información que fue confirmada por la información satelital de TSM y por la distribución de viento, la cual se acopla a la condición regional, señalando una condición de neutralidad en la zona de estudio al igual que lo reportado el 2012 (Reyes y Pizarro, 2012b).

En este sentido, los vientos medidos durante este crucero (2013), fueron de intensidad moderada no superando los 10 m/s, donde el porcentaje de aquellos de intensidades menores a 5 m/s de este crucero (73%) y el porcentaje de vientos favorables a la surgencia (87%), no difieren mayormente de los porcentajes registrados en todos los cruceros anteriores.

La intensidad débil de los vientos fue relativamente constante a lo largo de la costa, sin embargo los IS fueron variables debido a los esporádicos focos de vientos más intensos entre los 18°40'S y 19°00'S, entre 21°00'S y 22°00'S y al sur de los 22°50'S, permitiendo que los eventos de surgencia se dieran en gran parte del sector costero pero con distinta intensidad. Por otra parte, la delgada capa de mezcla, con un amplio predominio de valores menores a 5 m y los relativamente bajos valores de índice de turbulencia, corresponden a una característica habitualmente registrada para el mes de diciembre, la cual está asociada a bajas intensidades del viento como las registradas en el crucero.

Las áreas de menor intensidad de afloramiento costero asociadas a la intrusión de aguas oceánicas hacia la costa, fueron norte de Iquique, caleta Copaca y caleta Colorada, mientras que las áreas de mayor intensidad de la surgencia fueron, comparativamente, aquellas desde el sur caleta Vitor a norte Pisagua, norte de Tocopilla a caleta Botija, península de Mejillones y caleta Cobija, donde las TSM menores a 16°C, ATSM negativas > 2°C (absoluto) y en la mayor parte de las localidades concentraciones costeras de OD < 4,5 ml/L OD caracterizaron el proceso de afloramiento.

Las surgencias más activas del periodo se caracterizaron por TSM menores a 16°C y concentraciones de OD < 4 ml/L, lo que indica una mayor presencia de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), rica en nutrientes, que es aportada por la

surgencia (Sievers y Silva, 1982; Silva, 1983; Morales *et al.*, 1996). Es así que, en el área de caleta Copaca, los PPMA de AESS fueron mayores al 60% en superficie, mientras que para el resto en el sector costero el porcentaje de AESS varió entre 40 a 30%, localizándose entre los 10 y 20 m y con PPMA superiores a lo observado el 2012. Distribución de las AESS que favorecería la actividad fitoplanctónica en la franja costera.

En los periodos de diciembre en que se han efectuado los cruceros RECLAN bajo condiciones regionales neutras o Niña débil, la zona norte de Chile ha registrado condiciones normales (**Tabla 3**), donde, el oxígeno superficial no muestra un patrón claro respecto de las condiciones ambientales locales. Es así que, el año 2008 (normal local) como 2011 (normal local) y 2012 (normal local) hubo concentraciones de OD más altas que en 2013 (normal local), con distinta frecuencia de focos costeros de menor OD (ver **Tabla 3** para condiciones regionales), evidenciando condiciones de surgencias más intensas durante el 2013. En la vertical, un patrón del comportamiento del OD tampoco es claro, si se considera que bajo la condición El Niño moderado y cálido local del 2009, se esperaba una profundización del límite superior de la capa de mínimo OD (Morales *et al.*, 1996, Blanco *et al.*, 2002), lo cual no fue evidente. Asimismo, el año 2010 (frío) solo muestra diferencias de profundidad cercana sólo a  $\pm 20$  m en la mayor parte de la zona de muestreo, al igual que lo registrado este año. Por lo tanto, los procesos locales condicionarían mayormente los procesos de surgencia costera y la distribución del OD vertical y horizontal en la zona de estudio y no los procesos remotos durante los meses de diciembre en la serie de cruceros RECLAN.

Una diferencia entre la situación actual de 2013 y la de diciembre de 2012, ambos periodos normales localmente, se observa en la anomalía de nivel del mar y corrientes geostroficas. Diciembre de 2012 muestra giros y estructuras variadas de

menor intensidad en comparación con 2013 que muestra giros de mesoescala mayoritariamente ciclónicos y corrientes geostróficas de mayor intensidad. Al comparar los dos periodos se observa una mayor intensidad de la surgencia en diciembre 2013, dado que la inestabilidad baroclina en la columna de agua generada por la surgencia es lo que favorece la generación de giros de mesoescala (Leth y Middleton, 2004), razón por lo cual el actual crucero 2013 presentaría una mayor actividad y variabilidad de la posición e intensidad de las estructuras y giros de mesoescala en relación a lo observado en el crucero 2012, donde fueron más permanentes abarcando mayor área a lo largo de la costa.

En relación a la distribución de clorofila medida en el crucero, las altas concentraciones registradas este año, que corresponden a mayores a 5  $\mu\text{g/l}$  y valores integrados mayores a 200  $\text{mg/m}^2$ , se encuentran a lo largo de casi toda la costa, principalmente con focos máximos de muestreo en caleta Vitor, Iquique, caleta Copaca, Antofagasta y sur de punta Amarilla. Estas áreas coinciden con la ubicación de altas concentraciones de flagelados y diatomeas, asociados a la presencia de organismos de menor tamaño (diatomeas 93-360  $\mu\text{m}$  y flagelados 60-200  $\mu\text{m}$ ), los cuales son ítems alimentarios principales de copépodos que destacan como grupo dominante en la oferta alimentaria del zooplancton.

La alta biomasa pigmentaria encontrada en este muestreo se mantuvo dentro del valor promedio observado en toda la serie (12  $\mu\text{g/l}$ , promedio superficial de las estaciones), a diferencia de igual periodo del año anterior fue levemente inferior al alcanzar a 11  $\mu\text{g/l}$ . En este sentido, en el muestreo del presente año, junto con el de 2012 y 2011, las concentraciones de feopigmentos fueron atípicamente altas, lo que podría estar relacionado, principalmente en el sector norte, a una intensa presión de pastoreo por parte del zooplancton.

En la vertical, al igual que el año pasado se destaca el aumento del tamaño del núcleo pigmentario de concentraciones mayores a 1  $\mu\text{g/l}$ , ya que el espesor de éste que tradicionalmente se ubica entre los primeros 20 a 30 m, en el presente muestreo se observó cercano a 50 m, lo que significa un aumento de al menos 20 m, lo que es también 10 m más profundo en relación al muestreo del 2011 (normal local). En este año se destaca, además, valores mayores respecto al año pasado y una lengua amplia de agua de altas concentraciones que se extendió desde la caleta Camarones en dirección oeste y que alcanzó hasta las 20 mn, a diferencia del resto del área donde los núcleos no superan la 10 mn de la costa.

En este sentido, los muestreos de años 2013, 2012 y 2011, mencionados anteriormente debido a las altas concentraciones de clorofila, se han realizado en condiciones locales normales. Este acoplamiento entre alta clorofila y fase normal, coincide con lo reportado por Montecino *et al.* (2006) para la zona norte, quienes además indican que las condiciones cálidas no favorecen las altas concentraciones de clorofila debido a la profundización de la nutriclina, mientras que en los periodos fríos, a pesar de contar con una nutriclina más somera, aumenta también la turbulencia, por lo que las mayores concentraciones se favorecen en periodo neutros o de transición. No obstante, lo anterior no se observa en el muestreo de diciembre de 2008, también considerado normal, ya que presentó bajas concentraciones de clorofila en la serie (2008-2013).

A partir de la información satelital histórica de clorofila se destaca un cambio en las concentraciones a fines de 2007, lo que es más evidente al norte de los 23°S. Antes del 2007, las concentraciones en el sector costero del área norte, fueron en general las más altas de esta serie, con valores máximos promedio entre 14 -28  $\mu\text{g/l}$ , mientras que en los años posteriores a 2007 este valor disminuyó a 12- 15  $\mu\text{g/l}$ . En el sector costero del área sur los rangos son menores aunque se sigue la misma tendencia. En el sector oceánico del área norte y sur, igualmente se registraron las

mayores concentraciones en el periodo 2002-2007 las que llegaron hasta 1,2  $\mu\text{g/l}$ , mientras que en el periodo posterior no se supera, en general, un valor de concentración de 0,8  $\mu\text{g/l}$ .

En el promedio costero general (toda la zona) queda de manifiesto la pendiente negativa de la serie que ocurre desde el 2008 en adelante, coincidiendo también para el mismo periodo con una menor variabilidad. Entre los años 2008 y mediados de 2012, es destacable que el periodo neutro o tiempo de transición de los eventos ENOS son notoriamente más breves (menor a 3 meses) en comparación a lo que ocurre entre el 2002 y 2007 y desde Agosto de 2012 a abril de 2013. Por lo tanto, una mayor concentración de clorofila superficial se ha dado, en general, en los periodos de transición o periodos neutros más largos, lo que se ajusta a los descrito por Montecinos *et al.* (2006).

Cabe señalar que la diferencia de las concentraciones entre los promedios de crucero y la satelital radicaría en el origen de la información, ya que la satelital es una integración hasta el 20% de la penetración de la luz v/s el valor superficial promedio de todas las estaciones del muestreo discreto.

La comparación de los valores promedio satelitales (diciembre) y de promedio de datos *in situ* presentan diferencias que pueden ser atribuidas al hecho de que la información satelital es un promedio mensual de teóricamente todos los días del mes con datos cada 4 km (pixel con información) mientras que los cruceros son distribuciones sinópticas y discretas. En cuanto a los centros más recurrentes e importantes en términos de producción, la serie satelital también indica que corresponde al área entre los 18° y 22°S, más el área de Mejillones y Antofagasta.

La zona norte de Chile se ve afectada por los procesos cálidos y fríos, El Niño y La Niña, que ocurren en el Pacífico Tropical (Blanco *et al.*, 2002). Esta situación se

observa claramente en series de ATSM satelital desde el año 2002, donde periodos con anomalías negativas en la zona se asocian a eventos fríos La Niña y la presencia de anomalías positivas a eventos cálidos El Niño, principalmente entre el límite norte de Chile y los 24°S (Reyes y Pizarro, 2013a).

La información de rangos del MEI ayuda a interpretar la intensidad de los procesos ENOS y también a definir los periodos neutros o de transición (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/rank.html>). En este sentido, los periodos de transición más extensos ocurrieron entre el año 2002 y 2007, pero posterior al 2007 estos periodos se vuelven mucho más breves con cambios rápidos a condición cálida o fría. Como ejemplo de lo anterior, en el año 2010 el MEI cambió de +0,9 en abril a -1,2 en julio alcanzando un valor de -2,02 en septiembre del mismo año, el cual es uno de los valores del MEI más bajo de la serie 1950–2012 y que es clasificado como La Niña fuerte, fase que se prolongó con distinta intensidad hasta el primer cuatrimestre de 2011 seguido, una vez más, por un muy breve periodo neutral pero igualmente negativo, dándose comienzo a un nuevo periodo frío débil desde agosto de 2011 a marzo de 2012. En abril los valores MEI fueron positivos originando un rápido y nuevo o cambio de fase alcanzándose un máximo de +1,1 en julio, sin embargo, la disminución abrupta del MEI en agosto originó que este periodo no fuera considerado como El Niño, manifestándose, entonces, condiciones neutras en la zona desde abril de 2012 hasta el final de la serie en junio 2014, periodo neutral que es el más largo de la serie desde el año 2007.

Por otra parte, en las series de ATSM satelital (2002-2012) se observa que durante la etapa de declinación de los procesos La Niña, en la zona norte de Chile ocurre un rápido e intenso calentamiento. Esto se observa en los eventos fríos de los años 2007-2008, 2008-2009, 2010-2011 y también en el último periodo frío La Niña débil 2011-2012 que finalizó en abril de 2012.

Al respecto, observaciones *in situ* indicaron que en septiembre de 2011 hubo anomalías de ATSM negativas no significativas y ASSM negativas significativas acopladas a La Niña (Reyes y Pizarro, 2012a). En diciembre siguiente hubo una situaci3n neutral (Reyes y Pizarro, 2012b) la cual comenz3 a cambiar a c3lida desde enero de 2012 y en marzo-abril 2012, momento de declinaci3n y t3rmino de La Niña, hubo claras condiciones c3lidas y salinas en la zona (Reyes y Pizarro, 2013a). Las series de ATSM satelitales muestran condiciones c3lidas en toda la zona a partir del mes de enero 2012 con valores  $> 1^{\circ}\text{C}$ , principalmente entre los  $18^{\circ}$  y  $24^{\circ}\text{S}$ , y que se extendieron hasta septiembre pero con declinaci3n de las anomalías desde agosto a valores positivos pero neutrales ( $< 1^{\circ}\text{C}$ ). Esto significa que si bien la zona de estudio registr3 condiciones normales locales a partir de agosto (Reyes y Pizarro, 2013b) hubo un intenso periodo c3lido previo entre febrero y julio.

Finalmente, en base a los mismos rangos del MEI, se puede seÑalar que los cruceros RECLAN de diciembre de 2007 y 2010 mostraron efectos de La Niña (moderada y fuerte, respectivamente), como as3 tambi3n en diciembre de 2009 hubo efectos de El Niño, mientras que el crucero de febrero de 2007 registr3 condiciones normales, acorde con lo que se registraba en la regi3n ecuatorial. Por otra parte, el crucero de 2008, 2011 registraron condiciones normales en la zona de estudio al tiempo que se desarrollaba un evento La Niña d3bil, mientras que el crucero RECLAN de diciembre 2012 y 2013 se desarroll3 en condiciones normales asociadas a una condici3n regional neutral.

## 2. Oferta ambiental de alimento

La comunidad fitoplanct3nica durante diciembre de 2013 no evidenci3 grandes cambios respecto de cruceros anteriores en cuanto a grupos y especies que la componen, sin embargo se registr3 una variaci3n respecto del control que ejercen

las diatomeas en las abundancias y los patrones de distribución, detectándose una mayor influencia de las formas flageladas.

En relación a la estructura de la comunidad, las especies de diatomeas *Thalassiosira minúscula*, *Bacteriastrium delicatulum*, *Chaetoceros compressus* y *Leptocylindrus danicus*, dominaron con un aporte a la abundancia cercano al 70%, marcando diferencia respecto al periodo 2011-2012, donde la especie *Thalassiosira minúscula* contribuyó al total por sobre el 90%. Este año, las mayores abundancias de diatomeas muestran una distribución espacial distinta, al no registrar su presencia donde habitualmente se registraron altas densidades (Arica a Pisagua), así como también altos registros (>200 cél/mL) en sectores históricos caracterizados por bajas abundancias (Punta Coloso al sur). Respecto de las magnitudes, tal como lo reflejó el análisis de varianza, éstas fueron superiores a las de 2010 y 2011, con la dominancia espacial de *Thalassiosira minúscula* en toda la zona de estudio.

Los flagelados presentaron concentraciones similares a las reportadas en los últimos cruceros (2010 al 2012), lo cual no generó las diferencias significativas ya informadas. A diferencia de las diatomeas, los flagelados no muestran variación en las especies dominantes; *Ceratium furca*, *Dictyocha fibula* y *Prorocentrum gracile*, así como en la distribución de las mayores concentraciones, manteniendo su presencia dominante frente a Arica (18°25'S) y en Bahía Moreno (23°40'S), destacando este año para el primer sector un notorio predominio que reemplazó a las diatomeas.

El aumento progresivo que se ha evidenciado en los niveles de abundancia del zooplancton desde el año 2010 a la fecha, se interrumpe este año, al registrar una tasa de cambio negativa de un 25% respecto del 2012. Abundancia que ha estado supeditada principalmente a un grupo zooplanctónico, los copépodos,

constituyentes del segundo eslabón más importante de la cadena trófica, quienes en todas las prospecciones realizadas en la zona norte a través de los años, han dominado, constituyendo en la mayoría de los casos más de un 90% de la abundancia zooplanctónica total, circunscribiéndose particularmente en las zonas de afloramientos donde pueden formar densas agregaciones, como lo ocurrido durante este período. Sus altas tasas de reproducción y crecimiento en estos sectores bien pueden ser estrategias para la mantención de las poblaciones en algunas zonas, ya que una buena fracción de ellos es advechado hacia áreas oceánicas durante los procesos de surgencia (Escribano y Rodríguez, 1994; Escribano y Hidalgo, 2000), donde la mayor intensidad de las surgencias este año pudieran explicar su disminución del 30%, al considerar que las características de este sector altamente productivo son directamente proporcionales a la intensificación de las surgencias y la extensión del frente térmico hacia la zona oceánica.

### **3. Biología pesquera**

Durante la prospección de diciembre del año 2013 la talla de la anchoveta varió entre 4 y 17,5 cm, lo que coincide plenamente con lo observado en los cruceros inmediatamente anteriores (2012 y 2011) y es un poco más amplia que la observada en el año 2010 (5 y 17,5 cm). La principal diferencia es que en el actual crucero la moda principal se ubicó en los 14,5 cm, mientras que en el 2012 los ejemplares estuvieron concentrados en torno a una moda principal de 14 cm y en 2011 se concentraron en torno a los 15,5 cm. La tendencia observada en los últimos años (presencia de ejemplares de mayores tallas) se mantiene, revirtiéndose la tendencia a la baja del aporte de reclutas al registrar este año un aumento (11,6%) respecto al año pasado (3,8%). Valor que si bien es menor al reportado el 2010 (60%), pudiera sugerir a futuro el inicio de un ciclo de mayor presencia de reclutas en la zona.

Durante el 2013 la talla de jurel varió entre 2 a 27 cm, rango más cercano a lo observado el 2012 donde se registraron ejemplares entre 3 y 26 cm, más que a lo observado el 2011 (3-29 cm LH), caracterizado estos periodos por una distribución multimodal, donde la moda de mayor importancia en el actual crucero correspondió a la de 8 cm de LH, muy próxima a la observada en 2012 (7 cm LH), pero muy por bajo de lo reportado el 2011 (24 cm LH) y 2010 (28 cm LH). No obstante esta diferencia para los años 2011 y similitud el 2012, los ejemplares de jurel observados arrojaron un registro de ejemplares reclutas de un 96,6; 98,8 y 94%, respectivamente. Esto se diferencia con lo observado el 2010, donde se registró un 26% de ejemplares bajo la talla mínima legal.

En la comparación de las tallas provenientes de las capturas realizadas con arte de cerco y de arrastre, se obtuvo para el caso del análisis de todos los lances, que la moda para ambos artes fue de 14,5 cm y que la amplitud de tallas en el arrastre fue de 4 a 17,5 cm (multimodal), sin ausencia de tallas intermedias, mientras que el rango de tallas observado en el cerco correspondió desde 10,0 a 17,5 cm (unimodal). Por otro lado, en el caso de los lances con correspondencia espacio/temporal se observa que la moda en cerco fue mayor que la de arrastre, mientras que la amplitud de tallas registradas con este arte es más estrecha que la observada en el arrastre. Esto es importante pues es justamente lo que se busca en el uso de la red de media agua, que es tener registro del mayor espectro de tallas del recurso en el estudio. Esto se ve corroborado por el rango de selección el que en el caso de los lances con correspondencia fue mayor en el arte de arrastre.

La mayor presencia de reclutas de anchoveta (11,6 %) observada en el actual crucero, modifica una situación decreciente vista en los años anteriores, donde se observó una fracción de reclutas que cae desde un 61,8% (2010) a 8,1% (2011) y 3,8% (2012). Valores que muestran que el resultado actual representa un aumento

importante en la presencia de reclutas en la zona, lo que quizás estaría indicando una tendencia hacia futuras prospecciones.

La proporción sexual de anchoveta durante el año 2013 fue de un 54,2% de machos y de un 45,8% de hembras, lo que se diferencia con lo obtenido en el 2011 (hembras 50,5% y machos 49,5%) y 2010 (hembras 51,2% y machos 48,8%), pero semejante a lo obtenido en 2012, en donde los machos superaron a las hembras en un mayor margen (53,1% y 46,9%, respectivamente). En general este indicador muestra que de acuerdo a lo observado en todo el periodo la proporción de sexos es pareja año a año.

El IGS promedio fue de 6,4%, valor superior al obtenido en el 2012 (5,5%), 2011 (4,4%) y levemente menor al valor promedio de 2010 (6,7%), lo que refleja un aumento del número de ejemplares maduros, que en relación a los dos últimos cruceros estaría evidenciando un adelantamiento en el inicio del desove.

En la zona total se registraron los estados de madurez 1, 2, 3, 4 y 5, al igual que los años 2012 y 2011, con los principales aportes de los estados 1 y 3, lo que difiere de los años anteriores (2011), donde destacan ejemplares con madurez 2 y 3. En los machos se observaron los estados 1, 2, 4 y 5 con un gran aporte del estado 1 (81,5%), mientras que en las hembras los estados correspondieron a los 5 analizados con el mayor aporte correspondiente a la madurez 3 (>80,%).

El factor de condición (FC) mostró un valor promedio de 0,77, superior al valor de 2012 (0,74) pero bastante cercano a los observados en los años 2011 (0,76) y 2010 (0,77) (**Figura 116**). Al analizar la evolución del factor por talla, se observa que no existe una tendencia clara del valor en relación al tamaño de los ejemplares, al aumentar la talla el FC indistintamente aumenta o disminuye (**Figura 117**).

#### 4. Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta

La serie histórica de la abundancia de anchoveta total muestra importantes fluctuaciones interanuales, con máximos en 1998, 2001, 2008 y 2011 y mínimos en 2000, 2009, 2012 y 2014. También es posible distinguir dos periodos, diferenciados por los máximos alcanzados; entre 1997 y 2002, en que los máximos fueron superiores y entre 2007 y 2013, en que los máximos son inferiores al periodo anterior (**Figura 118**).

La abundancia total de anchoveta estimada en el presente crucero (7.573,2 millones de ejemplares) presenta un decremento relativo de un 45,2 y 2,69%, respecto al valor estimado en la primavera del 2012 (13.821,2 millones de ejemplares) y 2011 (7.782,99 millones de ejemplares), el que a su vez constituye el valor más bajo de la serie reciente disponible desde el 2005 (**Figura 118**). No obstante lo anterior, este resultado sigue siendo uno de los más bajos de la serie histórica, siendo superando solamente por el mínimo registrado en diciembre del año 1996 (2.163,7 millones de ejemplares).

La biomasa total también presenta importantes fluctuaciones interanuales con máximos en 1998, 2001, 2008 y 2010 y mínimos en 1999, 2000, 2009, 2012 y 2013. Al respecto, importante destacar que la falta de coincidencia entre los máximos y mínimos de la abundancia y biomasa se explica por las diferencias de las estructuras de tallas de anchoveta entre los años, por cuanto un aumento directo en biomasa dado un aumento en el número dependerá del tamaño individual de los ejemplares de anchoveta (**Figura 118**).

La biomasa total evaluada en el presente caso (163.859 t) también representa una disminución en relación al mismo periodo del año anterior, alcanzando al 45,3%,

encontrándose entre los bajos valores de la serie histórica reciente, siendo superado por el obtenido en la temporada 2009 (-17%) y comparándose con el 2012 (**Figura 118**).

En general, en los periodos identificados (1998-2001 y 2007-2014) la fracción juvenil presenta fluctuaciones similares al total, coincidiendo los años en que se obtuvieron los máximos y mínimos. La excepción se puede mencionar en el 2012, 2013 y 2014, puesto que se verifican divergencias en los niveles alcanzados, situación que es especialmente evidente el año pasado, donde se registra un incremento relativo del total mientras que la fracción juvenil fue mínima, constituyéndose en el segundo valor después del mínimo histórico registrado este año. Del mismo modo la fracción juvenil en peso, constituye el valor menor de la serie, con mermas entre 75% respecto al 2009 (18.540,0 t) y 97% en comparación al 2010 (167.290 t).

La **Figura 118** muestra la estructura histórica de tallas de la abundancia y biomasa de anchoveta, destacándose que en el periodo 1996-2002 se registró un importante aporte de la fracción juvenil (<12 cm), con aportes relativos entre 42,87% y 91,48% en número y entre 17,29% y 70,38% en peso. De este modo, se destaca al año 2000 como año con un débil reclutamiento, aunque el aporte relativo de los juveniles fue 42,87% en número y 25,98% en peso, con la excepción de dicho año, en los otros años se aprecian reclutamientos sostenidos. Entre 2007 y 2013 el aporte de los juveniles respecto al periodo anterior fue inferior, con aporte relativos entre 8,85% y 86,03% en número y 2,98% y 65,9% en peso, siendo los menores los años 2007 (10,05% en número y 5,91% en peso); 2009 (43,39% en número y 13,68% en peso) 2010 ( 36,57% en número y 13,1% en peso), 2012 (25,78% en número y 4,51% en peso); 2013 (8,85% en número y 2,98% en peso) y 2014 (13,1% en número y 2,73% en peso), destacando una reducción de los reclutamientos y el registro de volúmenes bastante débiles en los dos últimos años.

## 5. Distribución espacial y Centros de Gravedad de anchoveta en los cruceros de verano (período 1996–2013).

En el período 1996 a 2014 se han efectuado 15 cruceros para cuantificar hidroacústicamente la anchoveta en el peak del reclutamiento. La **Figura 119** muestra las cartografías de distribuciones de adultos y juveniles clasificados por categoría de densidad.

En verano de 1996 el recurso presentó una cobertura territorial de 3.650 mn<sup>2</sup> (IOC=31%), y una distribución a lo largo de la costa en las primeras 10 mn. Dicha situación se mantuvo en los primeros cuatro cruceros (RECLAN 9601-9811), en los cuales se observaron el puerto de Arica y en los alrededores de punta Lobos como focos principales, detectándose una tendencia a que ambas fracciones compartieran idénticos espacios. En verano de 1998, la zona de estudio estuvo bajo la influencia del fenómeno de “El Niño” (Dirección de Hidrografía y Navegación, 1998) que trajo como consecuencia anomalías positivas del orden de 5°C a 6°C en el océano Pacífico, lo que influyó en la localización de anchoveta en temperaturas superiores a 19°C y en salinidades mayores a 35,2 psu (**Figs. 120 y 121**), asimismo, el recurso registró un desplazamiento latitudinal hacia el sur incorporando el SW de Antofagasta.

En años posteriores (RECLAN 0001-0012-0111), hubo un leve aumento en las densidades del recurso, observando en este período que ambas porciones también comparten espacios muy similares. Los cruceros RECLAN 0702, 0712 y 0812, continúan mostrando altas concentraciones en Arica; no obstante emergen punta Lobos y Mejillones como zonas relevantes (**Figura 95**). Adicionalmente, la anchoveta incrementa notablemente su repartición espacial alcanzando un IOC=57% (RECLAN 0712) (**Figura 99**). En cuanto a las condiciones ambientales,

se destaca que en los cruceros RECLAN 0712 y 0812, la especie se situó mayoritariamente en temperaturas entre 12 y 18°C, con una moda en la isoterma de 14°C, asimismo se concentró mayoritariamente entre las 34,5 y 34,8 (**Figuras 120 y 121**).

En los cruceros RECLAN 0912 y 1012, tanto adultos como reclutas registraron amplias reparticiones espaciales, los adultos presentaron sus áreas principales frente de Arica (RECLAN 0912) y a unas 25 mn frente de Pta. Lobos (RECLAN 1012), mientras que los reclutas las registraron frente de Arica (RECLAN 0912) y en un área oceánica localizada a 38 mn frente de Pisagua (RECLAN 1012). En lo referente a variables ambientales la especie mostró fuertes fluctuaciones interanuales, así en el año 2010 se presentó entre los 13-21,3°C (76% de celdas) y las isohalinas que limitaron la repartición oscilaron entre 34,64-35,15, en cambio en el año 2011 el recurso se presentó en rango muy inferiores en ambos parámetros (11-20°C e isohalinas de 34,38-35,11).

Los cruceros RECLAN 1112, 1212 y 1312 se destacaron por una disminución continua en la extensión territorial y solamente alcanzaron un IOC=21% siendo los más bajos del período 2007-2014, asimismo la anchoveta también presentó una disminución en sus biomásas, destacándose que los adultos presentaron concentraciones muy superiores a los reclutas. Respecto a las condiciones oceanográficas del recurso, se destaca que se presentaron en rangos menores de isotermas 12-16°C (RECLAN 12312), 12-20,5°C (RECLAN 1112) y 12-19,9°C (RECLAN 1212) y también de isohalinas entre 34,7-34,8 (RECLAN 1312), 34,4 y 35,1 (1112) y entre 34,5-35,1 (1212) (**Figuras 120 y 121**).

El análisis de los CG indicó importantes variaciones interanuales (**Figura 122**). Se observó que en el crucero RECLAN 9601 los reclutas se ubicaron más al norte que los adultos, sin embargo en los dos años siguientes este patrón varía

drásticamente y los CG de adultos exhibieron un fuerte desplazamiento al norte, que coincide con una localización en temperaturas y salinidades más altas. Por su parte, el año 2000 (RECLAN 0001) presentó un comportamiento atípico con CG emplazados muy al norte del área de estudio influenciado por las grandes concentraciones que se registraron en los alrededores de Arica, especialmente el CG de reclutas alcanzó el SW de Arica. En los cruceros RECLAN 0702 y 0712, los CG de ambas fracciones se desplazaron en dirección sur-oeste alcanzando la cuadra de Tocopilla y alrededores de punta Lobos (**Figura 122**).

Los CG de adultos en los cruceros RECLAN 0812, 0912, 1012, 1112, 1212 y 1312, mantuvieron una posición más bien meridional y se ubicaron al sur de caleta Chipana, con un desplazamiento continuo en dirección sur hasta alcanzar caleta Copaca en el presente crucero. Por su parte, los CG de reclutas en los cruceros del 2008, 2009 y 2010 se desplazaron continuamente hacia el norte alcanzando la cuadra de Iquique el año 2011, influenciado por las altas concentraciones de juveniles detectadas en el extremo norte de la zona de estudio, no obstante en los años 2011, 2012 y 2013, los CG de reclutas migraron hacia el sur y se localizaron en las cercanías de Cta. Chipana.

## **6. Relaciones entre la distribución y abundancia de anchoveta y las variables bio-oceanográficas**

### **6.1 Análisis mediante SIG**

Del análisis de los coeficientes  $V(Cramer)$  se observó que la porción adulta presentó correlaciones más altas debido a que exhibió una cobertura espacial mayor, específicamente, el fitoplancton alcanzó un índice  $V(Cramer)$  de 0,36 y la masa de agua ASAA que reporta  $V(Cramer)$  de 0,40. Debido a lo anterior, se

ajustó un modelo entre el IOC de anchoveta y el fitoplancton lo que dio cuenta de una asociación lineal positiva entre las variables ( $R^2=0,75$  adultos y  $R^2=0,35$  reclutas) y una relación funcional entre el promedio de  $s_A$  de anchoveta y las masas ASAA ( $R^2=0,40$  adultos y  $R^2=0,35$  reclutas), destacando que el nivel de abundancia del fitoplancton favorecería la dispersión de la anchoveta, así como una mayor presencia de aguas ASSA a la densidad del recurso (**Figura 123**).

Por otra parte, se debe considerar que los mecanismos que controlan la distribución y abundancia de los peces son complejos, en este contexto el régimen oceanográfico de la región está determinado por la Corriente de Humbolt, que transporta aguas ricas en nutrientes desde la región subantártica; la intrusión desde el norte hacia la costa de aguas subtropicales también ricas en nutrientes y pobres en oxígeno; y por las surgencias costeras provocadas por los vientos del sur y suroeste, así Yáñez *et al.*, (2005) señalan que los forzamientos físicos afectan los ecosistemas marinos y mencionan que las variables oceanográficas más importante serían temperatura, salinidad, profundidad de la capa de mezcla, profundidad de la termoclina e intensidad de la surgencia. A nivel subsuperficial, el rasgo más característico lo constituye la presencia de la masa de agua ecuatorial subsuperficial (AESS) de alta salinidad y mínimo contenido de oxígeno y la masa de agua subantártica (ASAA) de bajas salinidades y alto contenido de oxígeno, quienes juegan un papel importante en la distribución de los recursos pelágicos.

En este sentido una surgencia débil provocaría el ascenso del ASAA y una más intensa provocaría el ascenso de AESS caracterizada por una alta salinidad, alta concentración de nutrientes y bajo contenido de oxígeno, como se observó este año donde la participación supera el 50%. Según Rodríguez (1998) en el núcleo de AESS existe un fitoplancton de baja diversidad dominado por especies grandes de diatomeas del género *Rhizosolenia*, mientras que en ASAA hay un fitoplancton

con mayor diversidad y dominado por especies pequeñas de los géneros *Chaetoceros* y *Leptocylindrus* presentes en la zona de estudio. Por lo anterior, para la ASAA se ajustó un modelo que indicó una asociación directa entre la densidad de anchoveta y el porcentaje de ASAA, es decir a mayor porcentaje de ASAA mayor densidad del recurso ( $R^2=0,40$  adultos y  $R^2=0,35$  reclutas) (**Figura 123b**) destacando para esta relación la menor presencia ASAA y biomasa de anchoveta en la zona de estudio.

## 6.2 Modelamiento GAM

El modelo GAM entre las densidades acústicas de anchoveta ( $s_A$ ) y las variables ambientales y espaciales ajustado en el presente caso presenta una de las mayores explicaciones de la varianza respecto a los logrados en análisis anteriores de la misma especie y zona, con un 32,4% de la varianza. De las trece variables significativas que fueron consideradas en el modelo, la mayor explicación a la varianza se concentró en tres (gradiente térmico, abundancia del fitoplancton y oxígeno) que aportaron con el 61,4% de la varianza total. Entre ellas la variable gradiente térmica fue la que más aportó a la explicación de la varianza (12,2%), mostrando que la anchoveta se concentró en zona de fotogénica asociada a sectores de surgencias.

En general el gradiente térmico ha sido una variable que ha aportado a la variabilidad de los modelos GAM en recursos pequeños pelágicos en las zonas Norte y centro sur (anchoveta y sardina común), dando cuenta que estas especies adoptan distribuciones espaciales asociadas a sectores donde se registran intrusiones de aguas oceánicas cálidas, que mezcladas con agua frías en costa generan gradientes térmicos latitudinales de diferentes intensidad. La relación entre la anchoveta y las variables zooplancton y clorofila-a muestran la alta vinculación de la especie con las concentraciones del alimento, puesto que ambas

variables se incrementaron con las densidades de la especie. Del mismo modo, los bajos valores del O<sub>2</sub> y la localización eminentemente costera de la anchoveta permiten deducir la importancia de la surgencia costera en las abundancias de la especie.

## **7. Variación interanual de descriptores de las agregaciones de anchoveta**

Dada la continuidad anual se consideraron los cruceros realizados en diciembre desde el año 2007 al actual (diciembre del 2013). Los valores promedios y desviación estandar de los descriptores en ambiente diurno y nocturno para la serie 2007-2013 se presentan en la **Tabla 79**.

En los aspectos morfométricos se observa valores bastantes estables referidos al largo y alto en las agregaciones diurnas de anchoveta, situación que cambia durante el periodo nocturnas respecto al 2012, con una disminución importante en el largo que alcanza a un 77% y en menor medida para el alto con un 11%, con valores que están bajo el rango histórico de la serie, evidenciando este año agregaciones diurnas similares al 2012 pero con tamaños bastante menores durante el periodo nocturno (**Figura 124**).

Los descriptores referidos al tamaño de las agregaciones también presentan en el caso diurno estabilidad y una notoria disminución nocturna respecto al año anterior y de la serie histórica (caso nocturno), donde el perímetro se redujo en un 85% y el área en un 68%, con respecto al 2012, con valores promedio nocturnos de este año que corresponden a los más bajos registrados en la zona (**Figura 125**).

Las agregaciones presentaron una menor profundidad en la columna de agua que el año anterior, tanto en el caso diurno (18,6%) como nocturno (18,2%), manteniéndose en ambos casos el valor promedio en el rango entre 9 y 10 m,

evidenciando una distribución más somera para ambos periodos. Similar situación se observa en la profundidad del fondo referido al año 2012, donde en ambos casos, la profundidad del fondo presenta valores superiores que establece para este crucero una distribución de la anchoveta más costera (**Figura 126**). El índice de altura en ambos ambientes y en toda la serie de años presenta valores altos (mayores al 90%) reflejando nula asociación con el fondo marino.

Los valores de energía retrodispersada presentan sus promedios más bajos el 2011 en ambos ambientes, este año en ambiente diurno se detectó un aumento respecto al año anterior (14,5%) siendo el tercer valor más alto de la serie. En el caso nocturno el repunte fue leve con solo 6% ubicándose en el tercer valor más bajo de la serie histórica. (**Figura 127**). Además se observa que en ambiente nocturno los promedios de  $s_A$  son mayores que en ambiente diurno, sin embargo este mayor valor está claramente asociado al área o tamaño de las agregaciones, las cuales en ambiente nocturno tienden a agregarse formando estratos aumentando su área (**Figura 124**). Lo anterior se corrobora al observar la gráfica de densidad relativa al área (**Figura 128**) donde se aprecia claramente que durante el día los valores son mayores en toda la serie de años. Al respecto este año, en el caso diurno se observó un mayor valor de densidad relativa respecto al 2012, lo que se puede explicar debido al aumento observado en la abundancia ( $s_A$ ) de las agregaciones y su reducción en el área.

La distancia promedio a la costa en que han sido detectadas las agregaciones ha variado en el caso diurno entre las 4 y 8 mn, siendo los años 2008, 2011 y 2013 los años en que más cercanas se han detectado las agregaciones. Este año el promedio se ubicó en las 4 mn. En el caso nocturno la distancia a la costa ha variado entre 5 y 7 mn excepto el año 2009 en que se detectaron las agregaciones más lejanas en promedio llegando a las 15 mn en el caso diurno, este año las agregaciones se detectaron a 4 y 4,3 mn (**Figura 128**). El número de observaciones tuvo su máximo

el año 2007 (2.036) para luego disminuir drásticamente a 883 detecciones el año 2006, posteriormente aumenta el año 2009 para presentar desde ese año una tendencia a la baja que se mantiene hasta el año actual (**Figura 128**). En el caso nocturno, el número de detecciones presenta tendencia positiva respecto al 2012, aun cuando siempre el número de observaciones ha sido menor dado el menor número de transectas que se realizan de noche, sin embargo, esto puede ser explicado por la fuerte disminución del largo de las agregaciones nocturna en un 77% (**Figura 128**).

## 8. Relación con otros estudios

La abundancia y biomasa de anchoveta histórica en las evaluaciones hidroacústicas, reporta un periodo de altos valores (1996-2002) y otro de bajos volúmenes (2002-2013), caracterizado el primero por la presencia prolongada de condiciones cálidas (MEI) y el segundo por ciclos intermitentes entre eventos fríos y cálidos, observando durante 1998, una mayor densidad media 7.020.616,6 (ind/m<sup>3</sup>) de copépodos (grupo dominante zooplancton >90%) respecto a valores de 778.000 a 1.800.000 (ind/m<sup>3</sup>) reportados en los últimos años (2010-2013). Este comportamiento, no difiere de lo observado en evaluaciones acústicas de jurel realizadas en la zona centro-sur (ZEE), donde se reportan biomásas de 3,7 a 6,1 millones de toneladas entre 1997 y 2001, seguido de un descenso que va desde 2,08 millones de toneladas a 3.655 toneladas el 2012, registrando previo a la drástica caída periodos cálidos o fríos de 3 a 4 años y altas densidades de copépodos (50.000 a 150.000 ind/m<sup>3</sup>), los que posteriormente cambian debido a la alternancia entre régimen cálido y frío de reducida extensión, en conjunto a una reducción importante de zooplancton a través de densidades de copépodos del orden de los 35.000 a 60.000 (ind/m<sup>3</sup>) (Córdova *et al.*, 2013). Evidenciando a meso escala cambios importantes en el medio ambiente que pueden explicar la variación

negativa en la abundancia del recurso, siendo necesario explorar en mayor profundidad estos resultados.

## 9. Periodo de ejecución del crucero

La información de la fracción recluta proviene de la operación de la flota cerquera, donde antecedentes independientes de la pesquería solo se obtiene desde cruceros de investigación. Es así que, desde 2001 a 2011 la máxima presencia de reclutas fue reportado por la flota entre noviembre y febrero (20 a 52%), coincidiendo con el periodo de ejecución del crucero de evaluación (noviembre-diciembre) y con los mayores porcentajes reclutas reportados en ellos (43 a 86%). En los dos últimos años, la operación de la flota ha registrado presencia de reclutas (2 a 8%) entre febrero a junio, reconociendo para diciembre 2013 una reducida operación y la posterior paralización de faena durante enero del 2014, que no permitió a la autoridad del sector disponer de antecedentes de reclutas. En este sentido, el desarrollo de este estudio (noviembre-diciembre 2013) permitió reconocer un aumento en fracción reclutas desde un 10% (2012) a 14% (2013%), lo cual puede indicar una tendencia de recuperación en futuras evaluaciones. Luego, es importante la continuidad de este estudio durante noviembre-diciembre para evaluar el éxito del desove de invierno, así como incorporar una evaluación de reclutas centrado en el periodo de invierno, que permita cuantificar la magnitud del reclutamiento presente e iniciar una nueva serie adicional a la evaluación de la anchoveta en la zona norte.

Antecedentes de capturas de anchoveta en Perú (puerto Ilo) también muestran una fuerte reducción de la fracción de reclutas desde 70 – 95% (2003-2009) a 13-30% (2011-2013), evidenciando un cambio a meso escala en al área norte del país. Esto en conjunto con el hecho de que la pesquería de anchoveta en la zona norte se sustenta en distintas cohortes que ingresan a la zona durante el



transcurso del a1o, por lo cual la evaluaci3n de la poblaci3n que se realiza en la primavera, para proyectar al a1o siguiente ser3a parcial y no ser3a capaz de explicar las capturas que se obtienen durante todo el a1o, es necesario validar temporalmente este resultado para el siguiente a1o pesquero, siendo recomendable un segundo crucero a realizar a finales de oto1o o invierno.

## IX. CONCLUSIONES

---

- La abundancia total de anchoveta con el método geoestadístico alcanzó a 7.573,2 millones con error estimado igual a 552,8 millones de ejemplares y la biomasa a 163.859 toneladas con error estimado igual a 13.436,4 t. De este total, el 13,9%, en número y 2,8%, en peso correspondió a reclutas (<12 cm). El 51% de la abundancia estuvo al norte de caleta Paquica (21°50'S) y el 52,7% de la biomasa total de anchoveta se localizó de Mejillones al sur. El 64% de los reclutas de anchoveta (<12 cm) en número y el 59% en peso se localizaron entre el sur de Pisagua (19°40'S) y caleta Paquica.
- La biomasa y abundancia totales de anchoveta, presentan decrementos de 45,3% en peso y 45,2% en número respecto a las estimaciones del año 2012. La fracción reclutas en peso disminuyó en 58,9% y en términos numéricos en 24,6%, respecto al 2012, estando ambas fracciones entre los más bajos de la serie histórica desde 1996.
- La estructura de tallas de anchoveta fue multimodal con moda principal centrada en 14,5 cm y secundarias de poca importancia porcentual, donde el rango de talla fluctuó entre 4,5 y 17,5 cm, mientras que el aporte de reclutas alcanzó un 11,6%.
- La estructura de tallas de jurel fue bimodal con modas centradas en 7 y 19 cm LH, con un rango de talla que varió entre 3 y 27 cm, mientras que el aporte de reclutas fue del 99,4%.

- La abundancia de jurel con el método geoestadístico fue 3.982,8 millones de ejemplares  $\pm$  26,3%, con un 100% de ejemplares BTML (26 cm). La biomasa fue 5.894,0 t  $\pm$  14,2% (geoestadístico). El 99,3% de la abundancia y 72,5% de la biomasa total se localizó entre los paralelos 21°00'S (punta Lobos) y 24°20'S (punta Tres Picos).
- La abundancia de anchoveta distribuida por grupo de edad, correspondiente a las estimaciones hechas por los cuatro métodos (método Geoestadístico, Bootstrap, Hansen y Kish), se caracterizó, por la presencia de 4 grupos de edad (0 al III) con un predominio del grupo de edad I, que alcanzó una abundancia aproximada a los 3.989 millones de individuos, equivalente al 53% de la abundancia total.
- El reclutamiento, considerado como ejemplares del grupo de edad 0, disminuyó en 239 millones de ejemplares, respecto del mismo crucero del año anterior.
- El Pacífico Ecuatorial presenta desde abril de 2012 una condición ENSO neutral, lo que incluye el periodo de muestreo del crucero RECLAN 1312, condición observada a nivel regional hasta el final de la serie en abril 2013 y proyectada durante el primer semestre del 2014, la cual es la más extensa desde el año 2007.
- La zona norte de Chile registró desde junio a agosto 2013 condiciones locales frías que no evolucionaron, lo que incluye el momento del crucero RECLAN 1312 en diciembre, donde la zona de estudio registró condiciones locales normales acopladas a similar condición regional.

- Las áreas de menor intensidad de afloramiento costero fueron en Iquique, caleta Copana y caleta Colorada, donde se observó intrusión de aguas oceánicas hacia la costa, en tanto las de mayor intensidad fueron aquellas ubicada en caleta Camarones, caleta Copaca, península de Mejillones y caleta Botija.
- Los procesos de surgencia habituales aportaron al sector costero de toda la zona Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) entre un 30 y 60%, lo que favoreció la actividad fitoplanctónica.
- Durante los meses de la serie de cruceros RECLAN, los procesos locales condicionarían mayormente los procesos de surgencia costera y la distribución del OD vertical y horizontal en la zona de estudio, por sobre los procesos regionales.
- La mayor intensidad de la circulación geostrófica y de las estructuras y giros de mesoescala, en relación a lo observado en el crucero 2012, se debería a una mayor intensidad de la surgencia en diciembre 2013.
- Áreas de altas concentraciones de clorofila *in situ* se midieron a lo largo de toda la costa, interrumpiéndose frente a caleta Chipana y península de Mejillones, con focos máximos del muestreo en caleta Victor, Iquique, Copaca, Antofagasta y sur punta Amarilla, con valores cercanos a los alcanzados el año pasado.
- En general, las áreas de altas concentraciones de clorofila *in situ* coinciden con la ubicación de altas concentraciones de diatomeas y flagelados, siendo característico para ambos grupos organismos de menor tamaño en el sector

costero. donde se registran altas concentraciones pigmentarias asociadas a organismos menores a 2,25 mm.

- Las altas concentraciones de clorofila *in situ* estarían asociadas, en general, a condiciones locales normales en la zona, con excepción de diciembre de 2008, que registra las concentraciones más bajas de toda la serie de cruceros.
- La comunidad fitoplanctónica registró una disminución en la cantidad de representantes de diatomeas y flagelados asociados principalmente a un menor número de especies de los géneros *Chaetoceros* y *Ceratium*.
- Las diatomeas fueron quienes controlaron las abundancias y los patrones de distribución observados, sin embargo este año se registró una mayor influencia de flagelados, quienes mantienen concentraciones más bajas que en cruceros anteriores.
- A diferencia del año anterior, la composición de la oferta de alimento fitoplanctónica estuvo caracterizada por cuatro especies, *Thalassiosira minuscula*, *Bacteriastrium delicatulum*, *Chaetoceros compressus* y *Leptocylindrus danicus*, sin registrar dominancia de *Thalassiosira minuscula* como el 2012. Entre los flagelados, la dominancia de *Ceratium furca* es característica en la zona, de igual manera que la de *Prorocentrum gracile* y *P. micans*, al sur del área de estudio.
- La abundancia zooplanctónica de la zona disminuyó en un 25% respecto del año 2012, constituyendo la segunda más baja de la serie 2010-2013. Al igual que el 2012, el tamaño de partículas contabilizadas han ampliado el espectro de tamaño (0,25-20 mm) respecto al 2010-2011 (0,25 a 15 mm).

- El decremento en la abundancia total se vio reflejada por la baja concentración de organismos de la mayoría de los taxas en todo el borde costero, donde hubo un desarrollo permanente de surgencias intensas.
- En la zona, donde confluyen las mayores densidades de la mayoría de los taxas, la variación de los índice comunitarios y diversidad de tamaños permitió reconocer la presencia de 3 biotopos distintos y sus respectivas zonas de transición (frontera ecológica), lo cual complementa lo establecido en el periodo 2010-2012.
- Tanto los índices comunitarios como densidad de partículas, dieron cuenta de que a lo largo de la zona explorada, la energía disponible (como biomasa pigmentaria) junto con las condiciones físicas del entorno, favorecieron la proliferación del zooplancton, siendo la más alta registrada en la serie 2010-2012.
- La estructura general de la comunidad zooplanctónica, a través de sus tres subzonas, es propia de una comunidad en fase inicial de la sucesión ecológica.
- Del análisis de los coeficientes  $V(Cramer)$  se señaló que la porción adulta presentó correlaciones más altas debido a que exhibió una cobertura espacial mayor, específicamente, el fitoplancton alcanzó un índice  $V(Cramer)$  de 0,36 y las masas de agua AESS y ASAA reportaron  $V(Cramer)$  superiores a 0,35.
- La variabilidad observada en la densidad de anchoveta es explicada principalmente por las variables gradiente térmico, fitoplancton y oxígeno

disuelto. El conjunto de variables modeladas explicó el 32,4% de la variabilidad total de la densidad de anchoveta. La variable gradiente térmica explicó mayormente el ajuste del modelo con un aporte del 12,2%.

- La anchoveta presenta diferencias en el tamaño de sus agregaciones en ambiente diurno y nocturno, con mayores valores de largo, perímetro y área en la noche. Asimismo, se observó una tendencia a la disminución en el tamaño de las agregaciones diurnas y nocturnas respecto al año anterior, con una reducción de detecciones en el día y un aumento durante la noche.

## 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 2001. Cuadernos de Estadística. Tablas de Contingencia Bidimensionales. Edit La Muralla, Madrid, España. 212 pág.
- Antezana, T. 1978. Distribution of Euphausiids in the Chile-Perú current with particular reference to the endemic *E. macronata* and the oxygenic minimum layer. Ph.D. Thesis Diss. Univ. California, USA, pp. 1-446.
- Arcos, D. F. 1975. Copépodos Calanoídeos de la bahía de Concepción, Chile. Conocimiento sistemático y variación estacional. Gayana Zool. 32:1 – 31.
- Bakun, A & R. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru current systems. CALCOFI Rep. 23:99 112.
- Bakun, A. 1973. Coastal Upwelling Indices, West Coast of North America, 1946 – 1971. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 671, 103 pp.

- Bakun, A. 1975. Daily and weekly upwellind indices, West Coast of North America, 1967 – 1973. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 693, 113 pp.
- Bakun, A. 1987. Monthly variability in the ocean habitat off Peru 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.
- Barnes, R. 1996. Zoología de los invertebrados. México, D.F., Interamericana. 1.157 p.
- Barría P., R. Gili, B. Morales-Nin, 1998. Evaluación indirecta y análisis de la variabilidad del crecimiento de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur. Informe Final. FIP 97-10. IFOP: p. (más Tablas y Figuras).
- Bertrand A., M. Segura, M. Gutiérrez y L. 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.
- Blanco, J. L. 1996. Variabilidad térmica y salina en la zona norte de Chile. Informe interno. IFOP.
- Blanco, J. L. A. C. Thomas, M. E. Carr y P. T Strub. 2001. Seasonal climatology of hidrographics conditions in the upwelling region off northern Chile. J. Geophis, Res., 106, C6, 11451-11467.

- Blanco J. L., M. Carr, A. Thomas and P. Strub, 2002. Hydrographic conditions off northern Chile during the 1996-1998 La Niña and El Niño events. *J. Geophys. Res.*, 107, C3.
- Böhm M.G., C. Hernández, E. Díaz, L. Ossa, H. Reyes, F. Espíndola, R. Aravena, Z. Young, F. Cerna, V. Bocic, C. Machuca, L. Muñoz y M. Troncoso. 2011. "Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales: Asesoría Integral para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2010", actividad 1: Recursos pelágicos Zona Norte, Informe Final. Convenio SUBPESCA – IFOP, 257 p + Anexos.
- Böhm M.G., C. Hernández, E. Díaz, L. Ossa, G. Pérez, H. Reyes, R. Aravena, Z. Young, F. Cerna, V. Bocic, C. Machuca, L. Muñoz, A. López y M. Troncoso. 2012. "Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales: Asesoría Integral para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2011", actividad 1: Recursos pelágicos Zona Norte, Informe Final. Convenio SUBPESCA – IFOP, 265 p + Anexos.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina. 936 pp.
- Bougis, P. 1974. *Ecologie du plancton marin. II. Le zooplancton.* 200 p.
- 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.

Carpenter, J. H. 1965. The Chesapeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnol. And Oceanogr.*, 10: 141-143.

Castillo, J., M. Espejo, S. Lillo y J. Córdova. 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. A. Saavedra, F. Leiva, H. Reyes, M. Pizarro, V. Catasti, C. Lang, B. Leiva, F. Cerna, A. López y L. Herrera. 2011. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la XV, I y II Regiones, año 2011. Informe Final. FIP 2010-13. 250 pp + Figuras, Tablas y Anexos.

Castillo, J. A. Saavedra, R. Vargas, J. Angulo, H. Reyes, M. Pizarro, V. Catasti, E. Molina, M. Rojas, R. Lorca, J. Bosso, A. Ruiz, I. Toro, A. López y L. Herrera. 2012. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la XV, I y II Regiones, año 2012. Informe Avance. SUBPESCA.

Castillo, J. M.A. Barbieri, M. Espejo, V. Catasti, S. Rosales, J. Osses, P. Barría, G. Daneri, H. González. 1998. Estimación del Reclutamiento de Anchoveta en las regiones I y II. Informe Final 97-51. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 181 pp + Tablas y Figuras.

Castillo, J., A. Saavedra, F. Leiva, C. Hernández, C. Lang, H. Reyes, M. Pizarro, F. Cerna, A. López, L. Herrera y G. Claramunt. 2007. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la I y II Regiones,

2007. Informe final Proyecto FIP 2006-39. Inst. Fom., Pesq., Valparaíso, Chile. 116 p+anexos.

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, 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.A. Barbieri, J. Córdova, S. Lillo, U. Parker, J. L. Blanco, M. Braun y J. Osses. 1996. Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española, de las Regiones I a IV. IFOP. Informe final de proyecto FIP. 165p + Anexos.

Castillo, J., M. Braun y J.L Blanco. 1993. Cuantificación estacional de la biomasa de los recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica. Zona Norte. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos – Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 54p. + anexos.

Conover, M.R. 1981. Practical nonparametric statistics. John Wiley & Sons, New York, New York, USA. 493 pp.

- Córdova, J., B. Leiva, V. Catasti, H. Reyes, M. Pizarro, V. Valenzuela, J. Angulo, P. Rojas y C. Lang. 2011. Evaluación hidroacústica de jurel en la XV, I y II Regiones, año 2009. Informe Final FIP, IFOP. 2009-07: 1- 74.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, S. Lillo. 1998. Evaluación hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (161p)+ Anexos Figs.
- Córdova, J., J. Castillo, A. Paillamán y S. Lillo, 1995. Evaluación del reclutamiento de anchoveta de la zona norte (I y II Regiones). En: Evaluación hidroacústica y distribución de recurso. FIP-IFOP. 100 pp.
- Cressie, N. A. C. 1993. Statistics for spatial data. John Wiley and Son, Inc.
- Dirección de Hidrografía y Navegación, 1998. Boletín de Alerta Climático N° 88. Enero 1998. Editado en la Dirección de Hidrografía y Navegación-Marina de Guerra del Perú.
- Dobson, A. 2002. "An Introduction to Generalized Linear Models 2nd Edition" Chapman and Hall, London.
- 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.
- Escribano, R. & L. Rodríguez. 1994. Life cycle of *Calanus chilensis* Brodsky in bay of San Jorge, Antofagasta, Chile. En: F. Ferrari & B. Bradley (eds.). Ecology and morphology of copepods. Kluwer Academic Publications, Boston, pp. 289-294.
- Escribano, R. & P. Hidalgo. 2000. Spatial distribution of copepods in the north of the Humboldt Current region off Chile during coastal upwelling. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 80: 283-290.
- Espejo, M. y J. Castillo. 1997. SIMBAD un nuevo enfoque de procesamiento de datos acústicos. En Resúmenes XVII. Congreso de Ciencias del Mar. pp 186-187.
- 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. Maintaining precision calibrations with optimal cooper spheres.

- Frontier, S.1980. Métodos de análisis rápido en muestras planctónicas. Acta Oceanográfica. Pacífico, 1(1): 137 – 145.66. Zooplankton de la región de Nosy-Bé I) Programa des recoltés et techniques d'etude. II) Plancton de surface aux stations 5 et 10.Cah Orstom (océanogr.), 4(3):3-37.
- Gómez F., A. Montecino, S. Hormazabal, L. A. Cubillos, M. Correa-Ramirez y F. Chavez. 2012. Impact of spring upwelling variability off southern-central Chile on common sardine (*Strangomera bentincki*) recruitment.
- Griffiths, F. B., G. H. Brown, D. D. Ried y R. R. Parker. 1984. Estimation of sample zooplankton abundance from Folsom splitter sub-samples. J.Plank. Res., 6(5): 721-731.
- Guzmán, O., J. Castillo; S. Lillo; P. Pineda; L. Rodríguez & 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.
- 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. y R. Tibshirani, 1990. Generalized Additive Models. London. Chapman and Hall.

- Hillebrand H, C-D Dürselen, D Kirschtel, U Pollinger 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.
- Jeffrey, S. W., R. F. C. Mantoura & S. W. Wright. 1997. Phytoplankton pigments in oceanography: methods. *Monographs on Oceanographic Methodology.* SCOR and UNESCO.
- Leth, O., and J. F. Middleton. 2004. A mechanism for enhanced upwelling off central Chile: Eddy advection, *Journal of Geophysical Research*, 109, doi:10. 1029/2003JC002129.
- Lillo, S, R. Bahamonde, J. Olivares, E. Molina, E. Díaz, M. Rojas, M. Braun, J. Angulo, V. Valenzuela, S. Nuñez, S. Vásquez, A. Sepulveda, S. Giglio y A Saavedra. 2013. Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2012. Informe final proyecto FIP 2012-04.
- Lohrenz, S. E., D. Wiesenburg, I. P. Palma, K. S. Jhonson & D. E. Gustafson, Jr. 1988. Interrelationships among primary production, chlorophyll, and environmental conditions in frontal regions of the western Mediterranean Sea. *Deep-Sea. Res.* 35(5):793-810.
- Ludwig, J. & J. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology. A primer on methods and computing.* Wiley & Sons. NY. 329 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, New Zealand, 9–12 February 1972. Wellington, New Zealand National Commission for UNESCO*, pp. 71–99.
- 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., M.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.
- Matheron, G. 1971. The theory of and their applications. *Les cahiers du Centre de Morphologie, fasc. 5, Centre de Geostatistique, Fontainebleau*, 212 p.
- 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.
- Millero, F. & A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state of seawater. *Deep Sea Res.*, 28A, 625-629.

- Montecino C., M. A. Paredes, P. Paploni & J. Rutlant. 2006. Revisiting chlorophyll data along the coast in north-central Chile, considering multiscale environmental variability. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 213-223.
- Morales C. E., J. L. Blanco, M. Braun, H. Reyes & A. G. Davies. 1996. Anchovy larval distribution in the coastal zone off northern Chile: The effect of low dissolved oxygen concentrations and of a cold-warm sequence (1990-1995). *Invest. Pesq. Valparaíso*: 24, 77-96.
- Newell, G. E. y R. C. Newell. 1966. *Marine plankton a practical guide*. Hutchinson Educational, University of London. 221 pp.
- Nielsen and Schoch. 1980. Errors in estimating mean weight and other statistic from mean length. *Trans. of the Am. Fish. Soc.* 109 : 319 - 322.
- NODC. 1991. *Key to Oceanographic Record Documentation N°14*. National Oceanographic Data Center. NOAA. USA.
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993. *Plancton marino de aguas chilenas*. Ediciones universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 151 pp.
- Parsons, T. R., Y. Maita & C. M. Lalli. 1984. *A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis* 172 pp. Pergamon Press.
- Perea, A, C. Peña, R. Oliveros-Ramos, B. Buitrón y J. Mori. 2011. Potential egg production, recruitment, and closed fishing season of the Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*): Implications for fisheries management. Producción potencial de huevos, reclutamiento y veda reproductiva de

la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*): Implicaciones en el manejo pesquero. Ciencias Marinas (2011), 37(4B): 585–601.

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. 1991. Contributions géostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Géostatistique, Fontainebleau, 211 pp.

Petitgas, P. and A. Prampart. 1993. EVA (Estimation variance) Logiciel de géostatistique pour IBM-PC effectuant l'analyse structurale et les calculs de variance d'estimation es quantités totales pour des données géographiquement corréelées. ICES C.M. 1993/D:65.

Petitgas, P. y T. Lafont. 1997. EVA2: Estimation variance. A geostatistical software on Windows 95 for the precision of fish stock assesment surveys. ICES CM 1997/Y:22.

Pienaar L. and W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 - 2747.

Postel, L., H. Fock and W. Hagen. 2000. Biomass and abundance. In: Zooplankton methodology manual. Ed: R.P. Harris, P.H. Wiebe, J. Lenz, H.R. Skjoldal and M. Huntley. ICES.

Rencher, A. 1995. Methods of multivariate analysis. New York: wiley. 627 pp.

- Reyes H. & M. Pizarro. 2012a. Condiciones Oceanográficas. En: Evaluación del stock desovante de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2011. Informe Final Proyecto FIP 2011-08.
- Reyes H. & M. Pizarro. 2012b. Condiciones hidrográficas, distribución y abundancia de pigmentos entre la XV y II regiones durante la primavera de 2011. En: Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I y II regiones, año 2012. Informe Final SUBPESCA. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile).
- Reyes H., & M. Pizarro. 2013a. Oceanografía física y química. En: Evaluación hidroacústica de Jurel entre la XV y III regiones, año 2012. Informe Final Proyecto FIP 2012-01. Inst., Fom., Pesq., Valparaíso, Chile.
- Reyes H. & M. Pizarro. 2013b. Condiciones Oceanográficas. Evaluación del stock desovante de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2012. Informe Final proyecto FIP 2012-06. Inst., Fom. Pesq. Valparaíso, Chile.
- Reynolds, R. 1982. A monthly averaged climatology of Sea Surface Temperature. Technical Report NNS-31, National Meteorological Center, NOAA, Silver Springs, Md.
- 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. y 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.
- Robotham, H., J. Castillo, O. Padilla, J.C. Gutiérrez-Estrada, I. Pulido-Calvo. 2008. Identificación acústica de especies pelágicas pequeñas en la zona centro-sur de Chile mediante análisis discriminante y redes neuronales artificiales. En: Nuevas aproximaciones metodológicas para el análisis de pesquerías. Gutiérrez y Yáñez Eds. 2008.
- Robotham, H., P. Bosch, J.C. Gutiérrez-Estrada, J. Castillo e I. Pulido Calvo. 2010. Acoustic identification of small pelagic fish species in Chile using support vector machines and neural networks. Fisheries Research 102 (2010) 115–122.
- Rodríguez, L. 1998. Revisión sobre fitoplancton y mareas rojas en masas de agua de la zona de Antofagasta, Chile. Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Facultad de Recursos del Mar, Universidad de Antofagasta. Electronic Source: [www.uantof.cl/riben/LRODRIGUEZ.htm](http://www.uantof.cl/riben/LRODRIGUEZ.htm)
- 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 pág.
- Saavedra, J.C., H. Miranda & Z. Young. 2003. “Métodos de Comparación de Distribuciones de Frecuencia de Tallas y Edades”. Documento Técnico. Comisión Estadística. Instituto Fomento Pesquero. 10 p.
- Saiz, F. 1980. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. Arch. Biol. Med. Exp., 13: 387-402.

- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des espèces pélagiques à partir d'attributs discriminants des bancs de poissons mono spécifiques. Thèse Ecole doctorale des sciences de la mer.
- Sievers y Silva. 1982. Masas de agua y circulación frente a la costa de Chile entre Latitudes 18° a 33°S. Operación Oceanográfica Marchile VII. Cienc. Tecnol. Mar. CONA, 6.
- Silva, N. 1983. Masas de agua y circulación en la zona norte de Chile. Latitudes 18°S-32°S. (Operación Oceanográfica MARCHILE XI - ERFEN II). Cienc. y Tecnol. Mar, CONA, 7: 47-84.
- Simmonds E. John, N. Williamson, F. Gerlotto & A. Aglen. 1991. Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991, 113 p (Figures).
- Simmonds E. J. N. Williamson, F. Gerlotto & A. Aglen. 1992. Acoustic survey design and analysis procedure: a comprehensive review of current practice. ICES Cooperative Research Report, No. 187. 127 pp.
- Simmonds, E, y D. MacLennan. J. 2005. Fish and Fisheries Series, 5: Fisheries acoustics. Chapman and Hall, London. 438 pp.
- 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.

- Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO. Doc. Téc. Pesca (175):107 p.
- Sneath, P. y R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco, 573 pp.
- Sournia, A. 1978 (Ed). Phytoplankton Manual. UNESCO, Monographs on Oceanographic Methodology, Paris. 337 p.
- Sparre, P. and S. Venema. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part I - Manual. FAO Fish. Tech. Paper 306/1.
- Swartzman G, Stuetzle W, Kulman K, Wen N. 1994. Modeling the distribution of fish schools in the Bering Sea: morphological school identification. Nat Res Model 8:177–194.
- 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 International Equation of State of Seawater. UNESCO Tech. Papers in Mar. Sci. N°38.
- UNESCO, 1981c. Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978. UNESCO Tech. Papers in Mar. Sci., N°37.
- Vidal, J. 1968. Copépodos Calanoídoes epipelágicos de la expedición Marchile II, Gayana Zool., 15:1 - 98.

Villafañe VE & FMH Reid. 1995. Métodos de microscopía para la cuantificación del fitoplancton. En: Manual de Métodos Ficológicos. K Alveal, ME Ferrario, EC Oliveira y E Sar (eds.). Universidad de Concepción, Concepción. 169-185 pp.

Wilkinson L 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 pages.

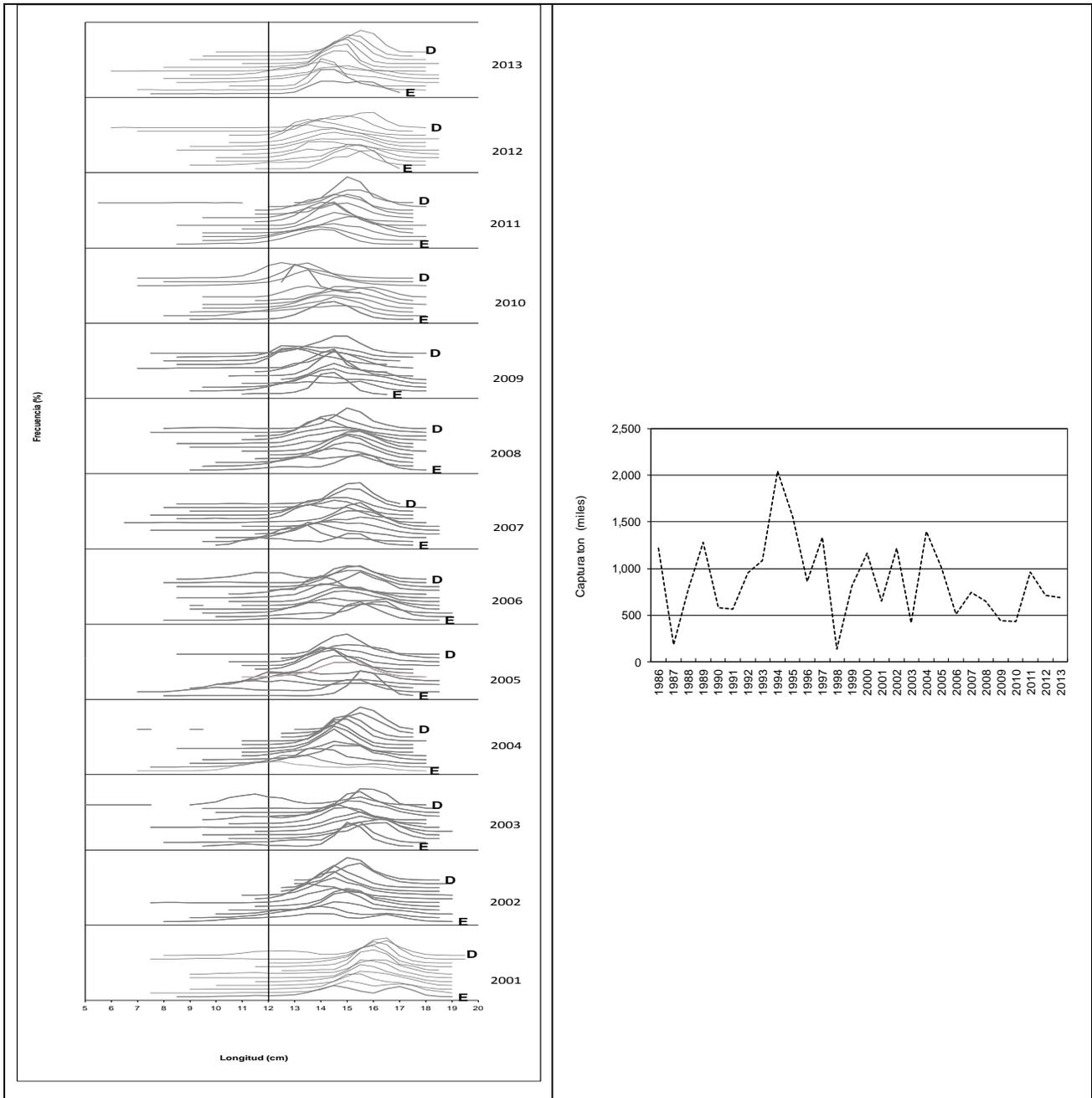
Yáñez, E., C. Silva, A. Órdenes, F. Gómez, A. Valdenegro, N. Silva, S. Hormazábal, A. Montecinos, L. Cubillos, F. Espíndola y O. Pizarro. 2005. Análisis integrado histórico ambiente – recursos, I y II Regiones. Informe Final FIP N° 2003–33. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.



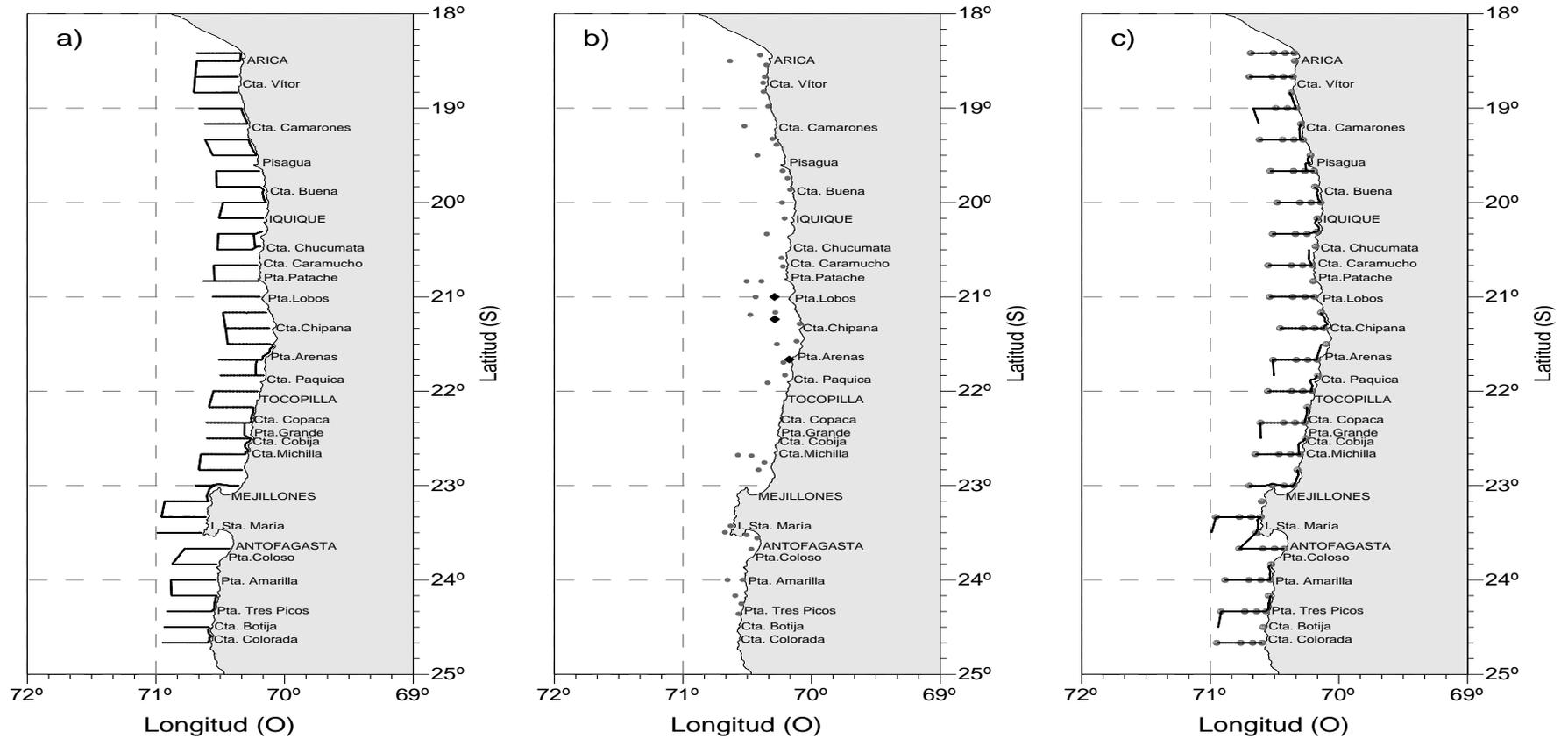
# **FIGURAS**

---

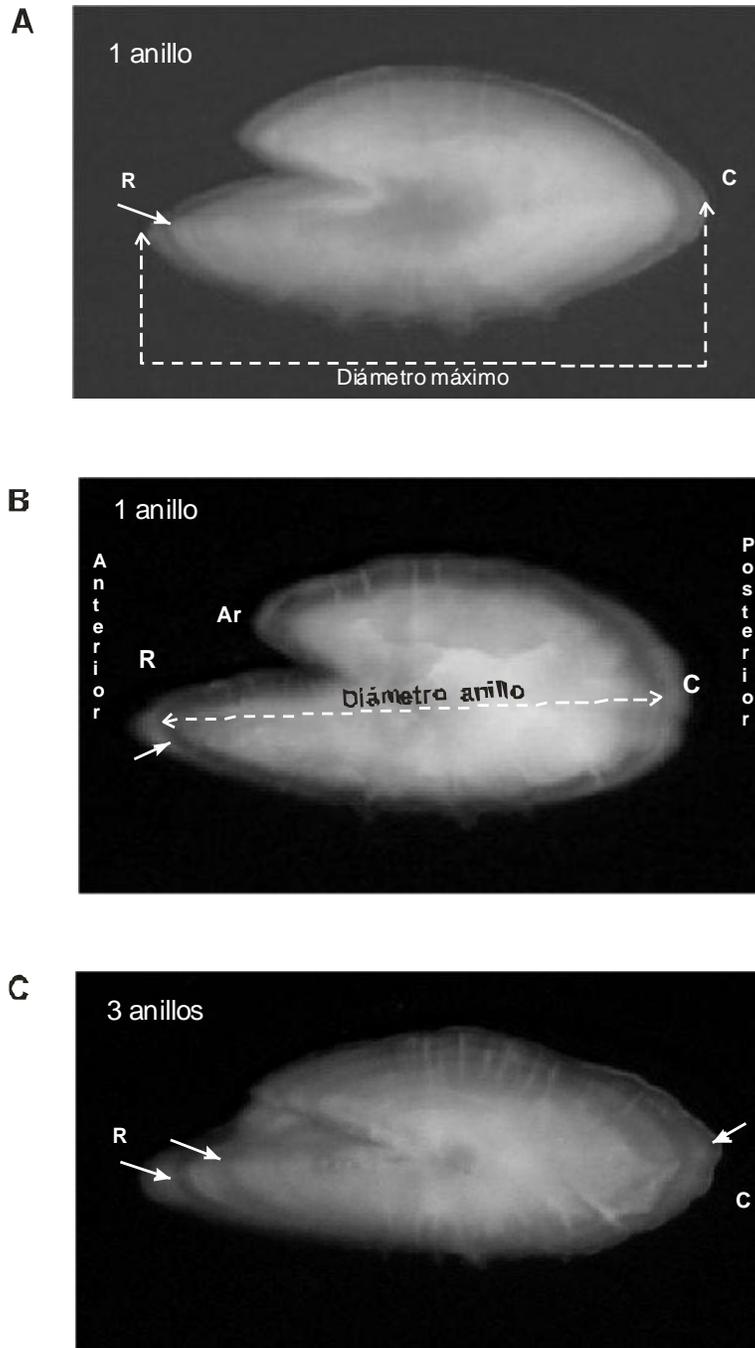




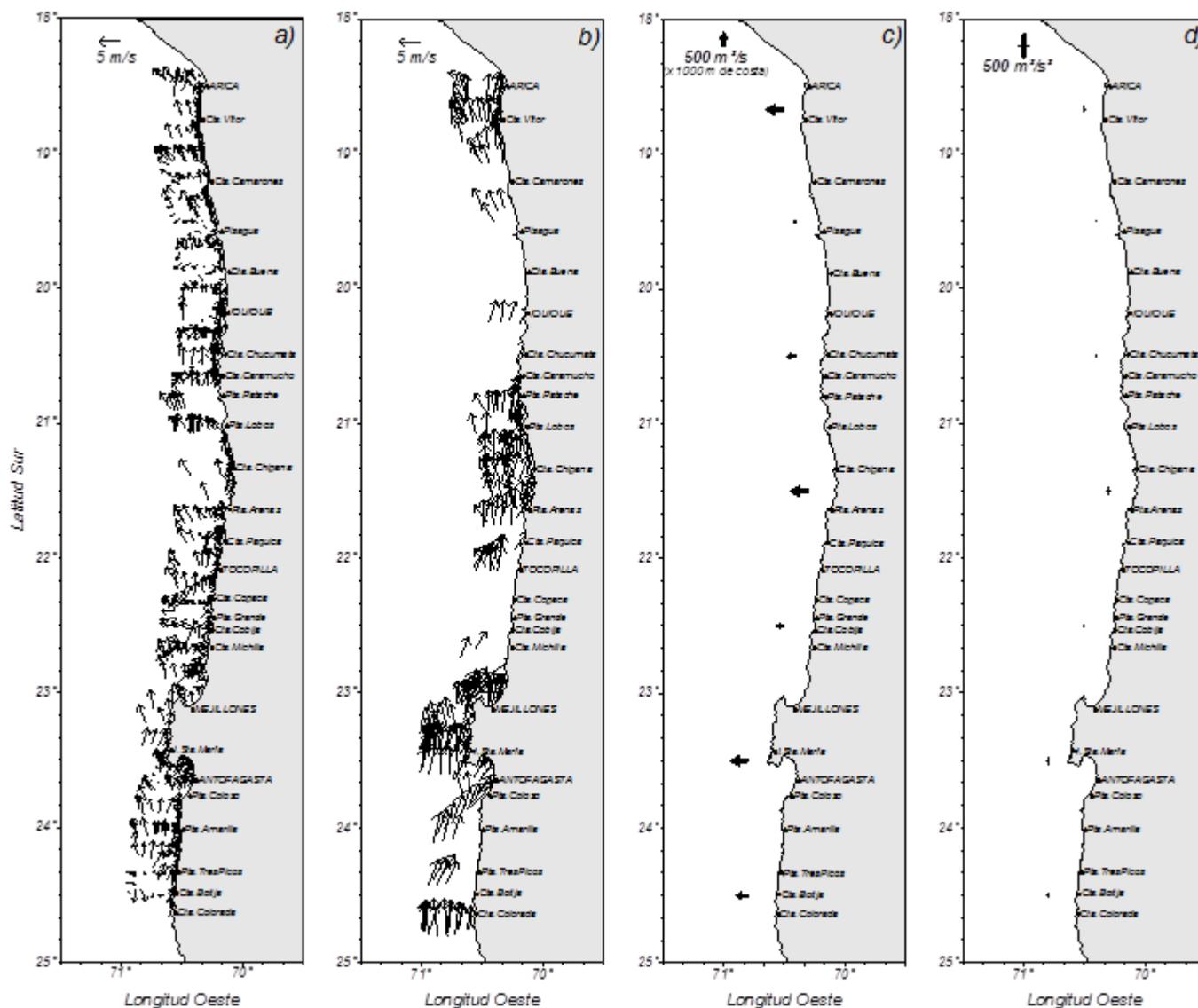
**Figura 1.** Estructura de talla mensuales en el período 2001-2013 (E: Enero; D: Diciembre) y capturas anuales de anchoveta entre 1986 y 2013 para las Regiones XV, I y II.



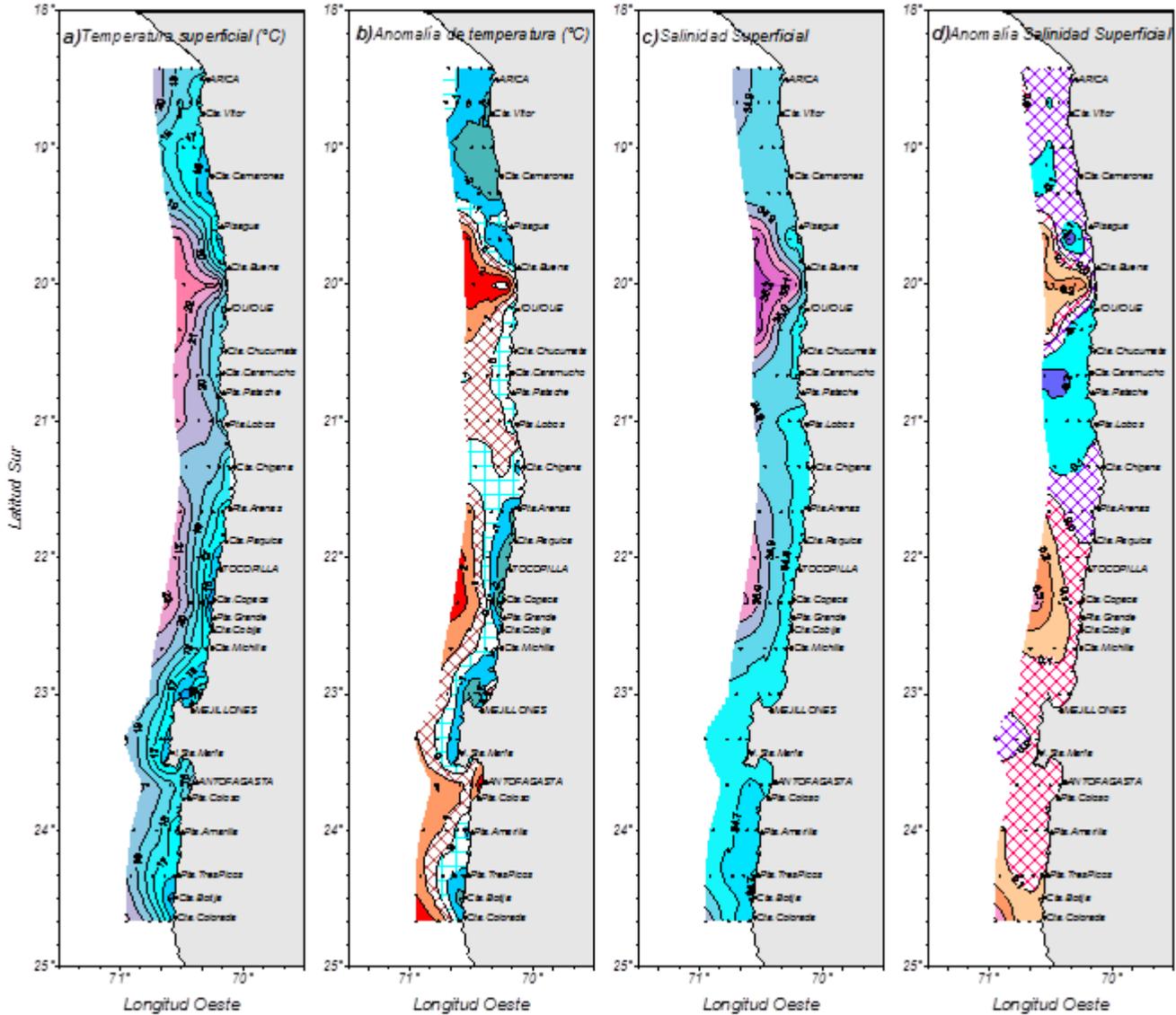
**Figura 2.** a) Distribuci3n espacial de las transectas diurnas, b) localizaci3n de lances de pesca realizados por B/C Abate Molina (1-44), L/M Valencia (1-3) y c) distribuci3n espacial de las transectas nocturnas y de las estaciones bio-oceanográficas, durante el crucero RECLAN 1312.



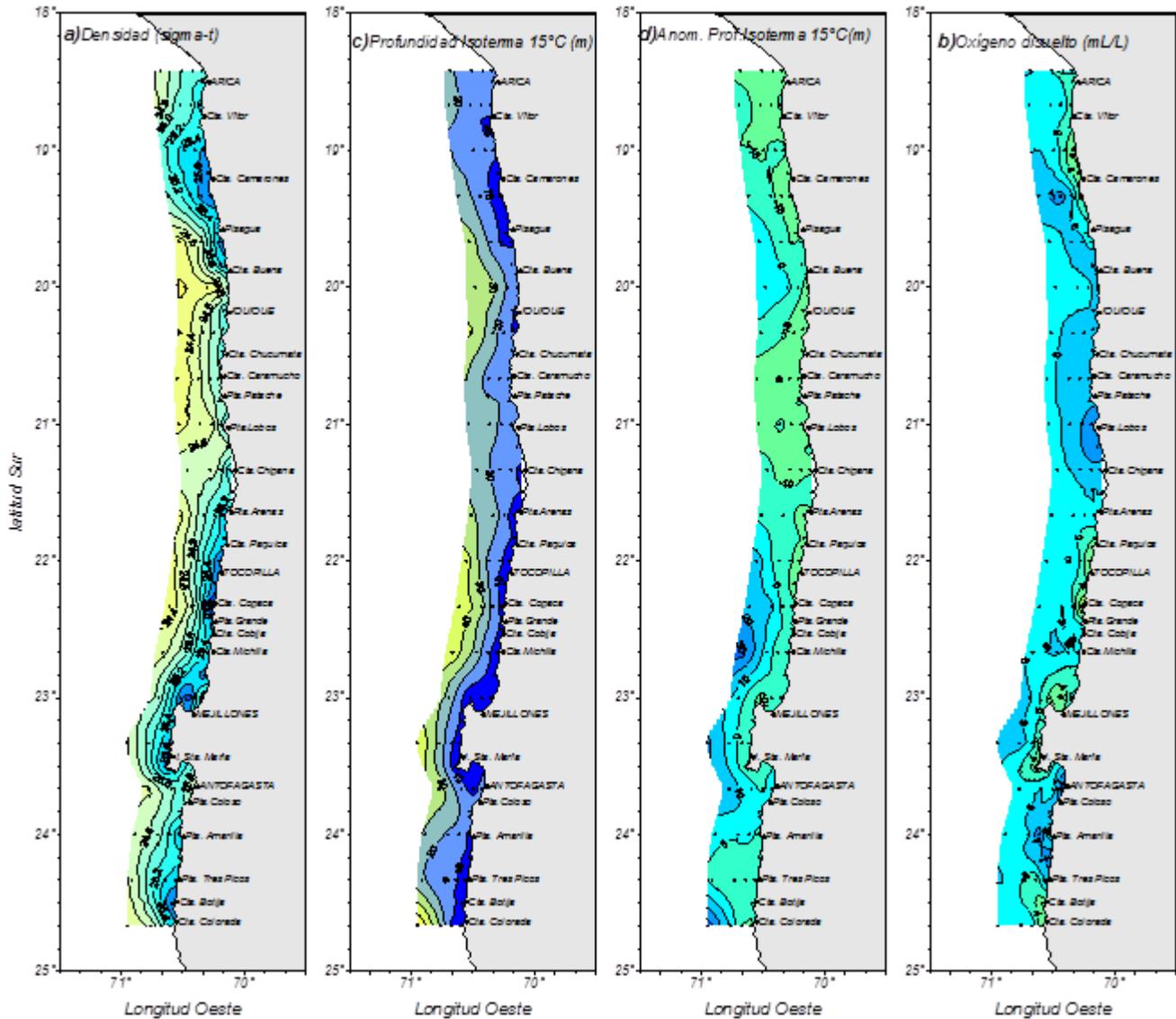
**Figura 3.** Otolitos de anchoveta en que se indica con flechas los anillos de crecimiento considerados para asignar edad. R=rostró; C=cauda; Ar=antirrostró. Las imágenes muestran (A) otolito de un pez de 10 cm; (B)= de un pez de 11 cm y (C) pez de 14,5 cm de longitud total.



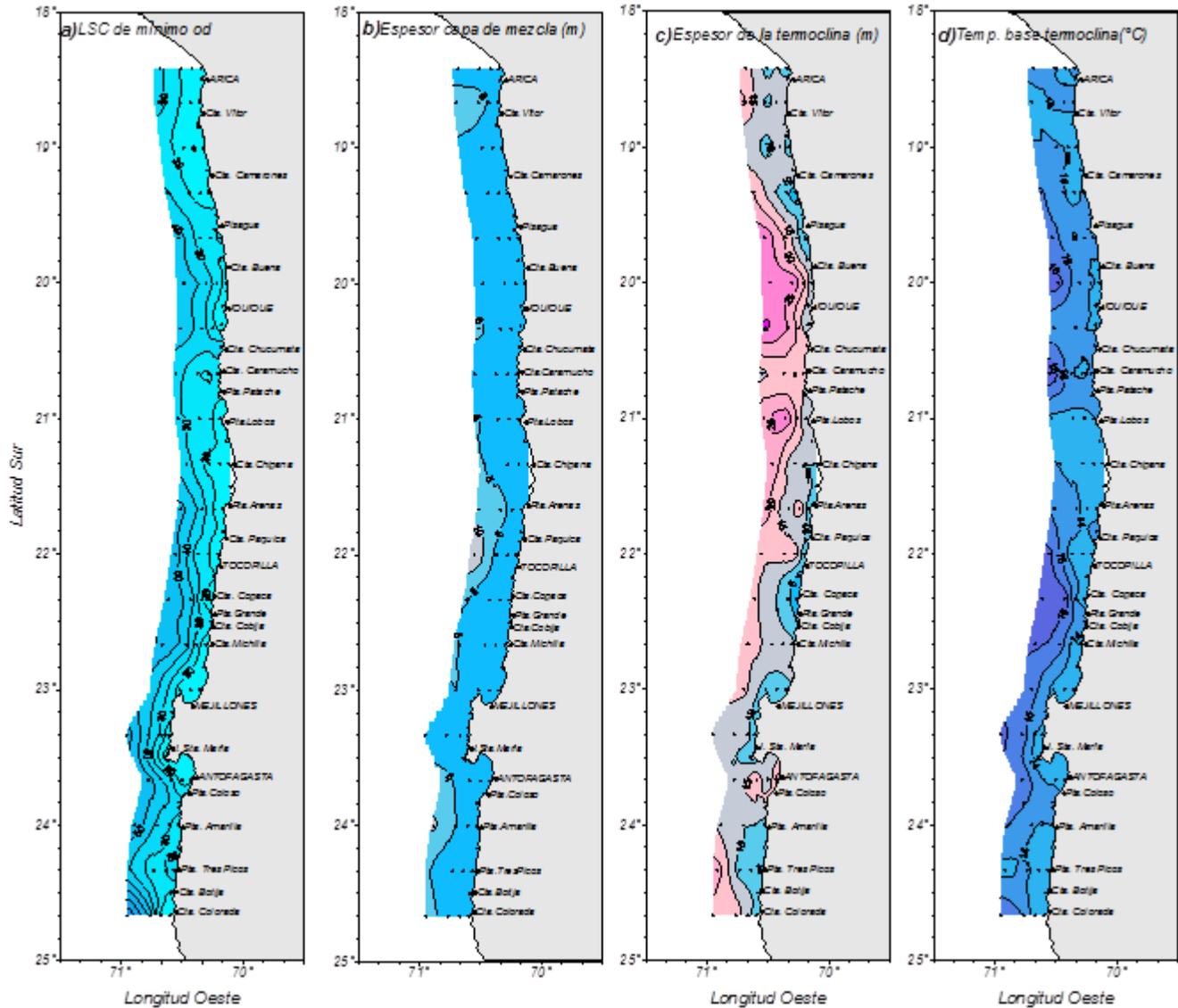
**Figura 4.** Información del viento predominante medido cada una media hora sobre el track de navegación: a) dirección e intensidad del viento menor a 5 m/s, b) dirección e intensidad del viento entre 5 y 10 m/s, c) índice de surgencia promedio por grado de latitud y d) índice de turbulencia promedio por grado de latitud. Crucero diciembre 2013.



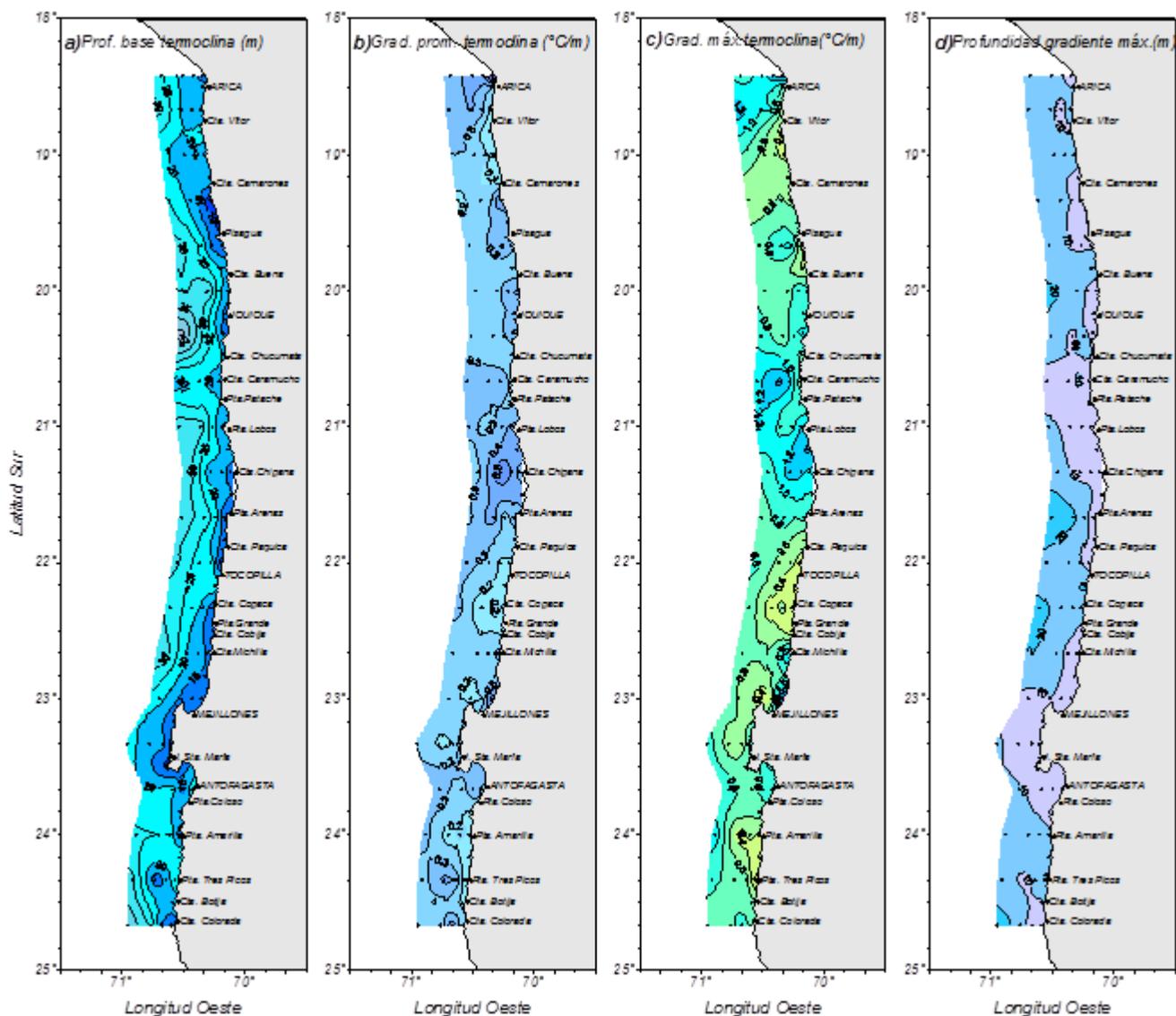
**Figura 5.** Distribución superficial de a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), b) anomalía de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), c) salinidad (psu) y d) anomalía de salinidad (psu). Crucero diciembre 2013.



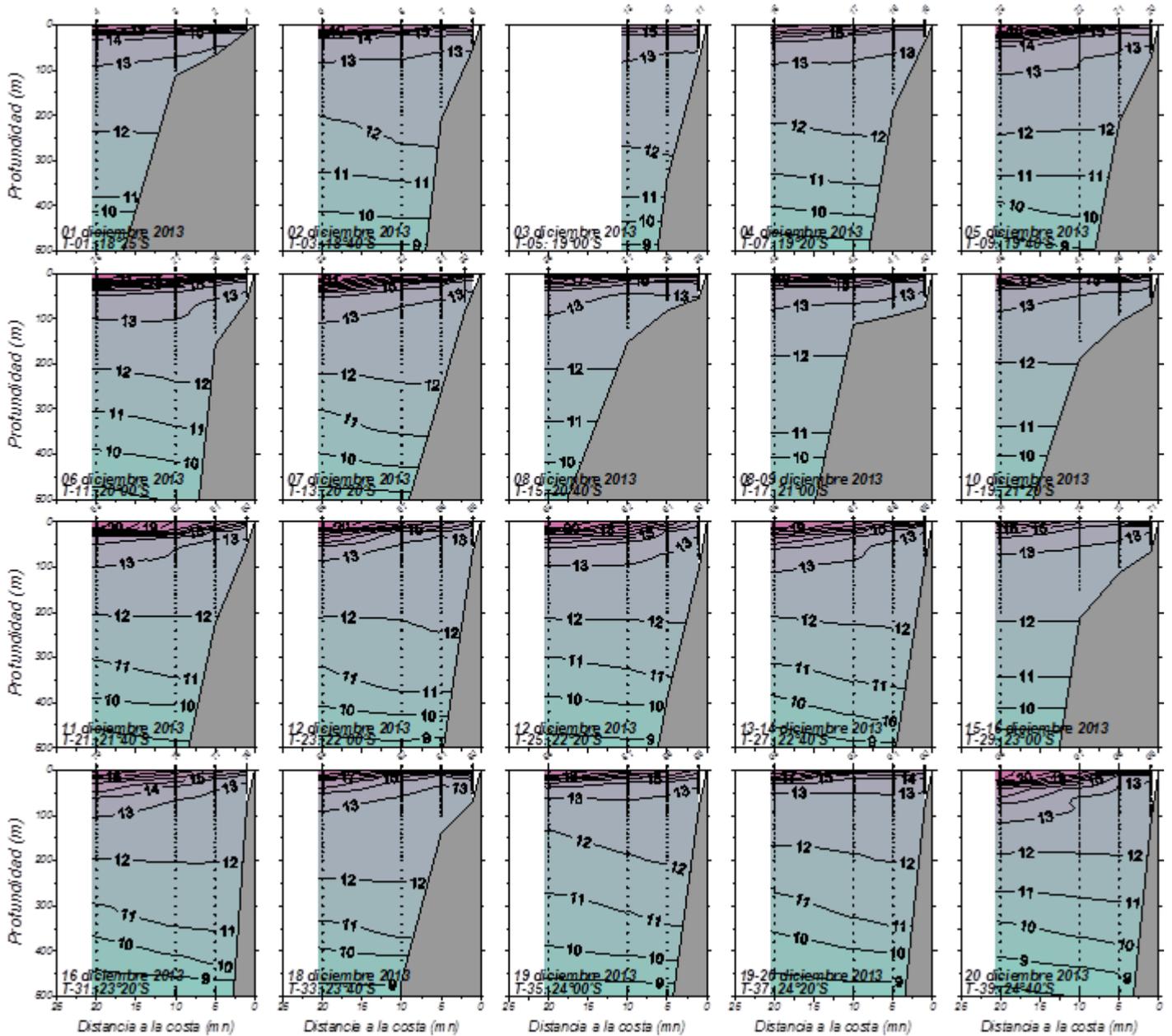
**Figura 6.** Distribución superficial de a) densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), b) profundidad de la isoterma de  $15^\circ\text{C}$  (m), c) anomalía de profundidad de la isoterma  $15^\circ\text{C}$  (m) y d) contenido de oxígeno disuelto ( $\text{mL}/\text{L}$ ). Crucero diciembre 2013.



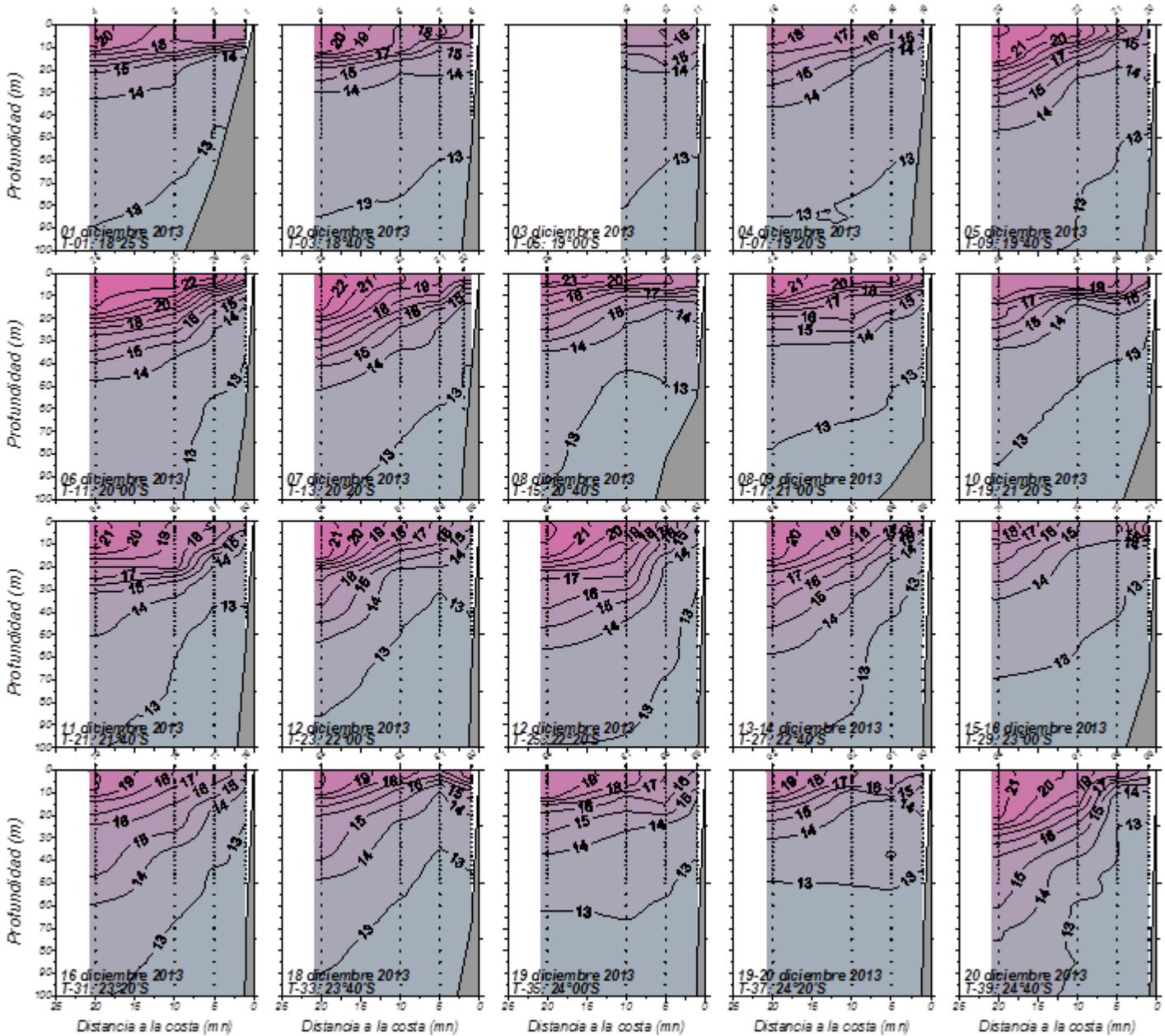
**Figura 7.** Distribución de a) profundidad (m) de la isolínea de oxígeno correspondiente a la concentración de 1 mL/L, como indicadora del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto, b) espesor de la capa de mezcla (m), c) espesor de la termoclina (m) y d) temperatura base de la termoclina (°C). Crucero diciembre 2013.



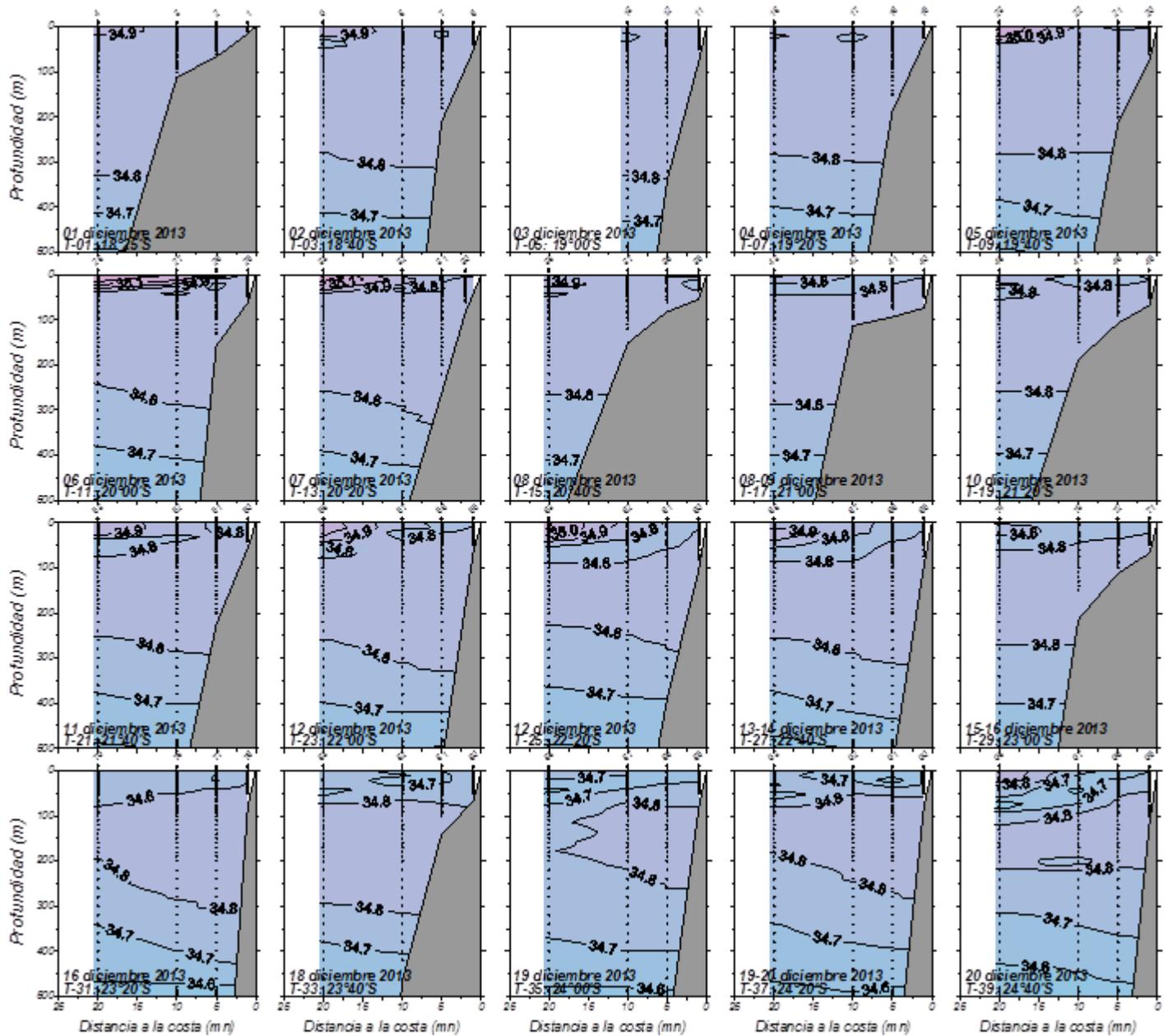
**Figura 8.** Distribución de a) Profundidad de la base de la termoclina (m), b) gradiente de temperatura promedio de la termoclina ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ), c) máximo gradiente de temperatura en la termoclina ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ) y d) profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m). Crucero diciembre 2013.



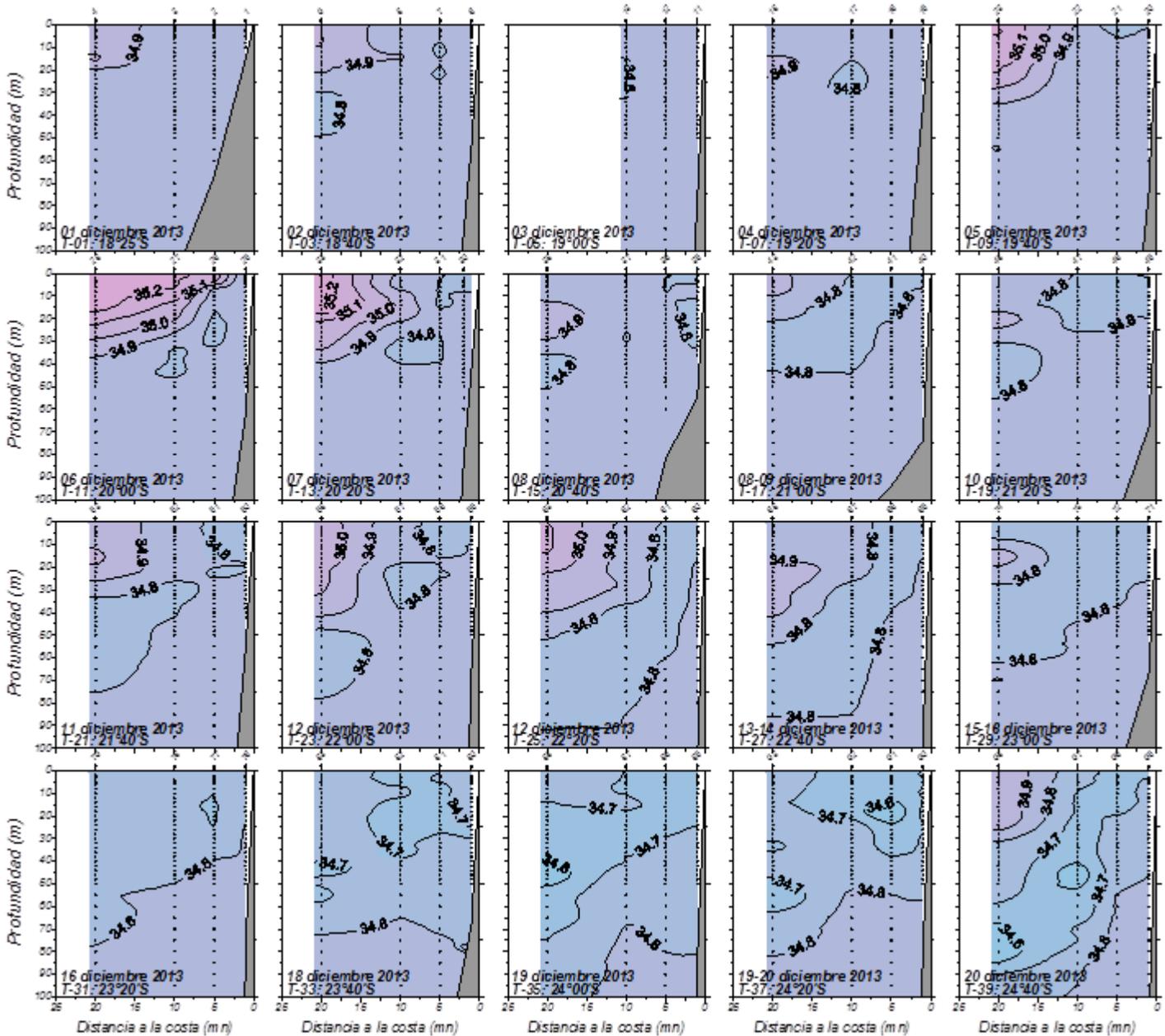
**Figura 9.** Distribución vertical de temperatura (°C) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.



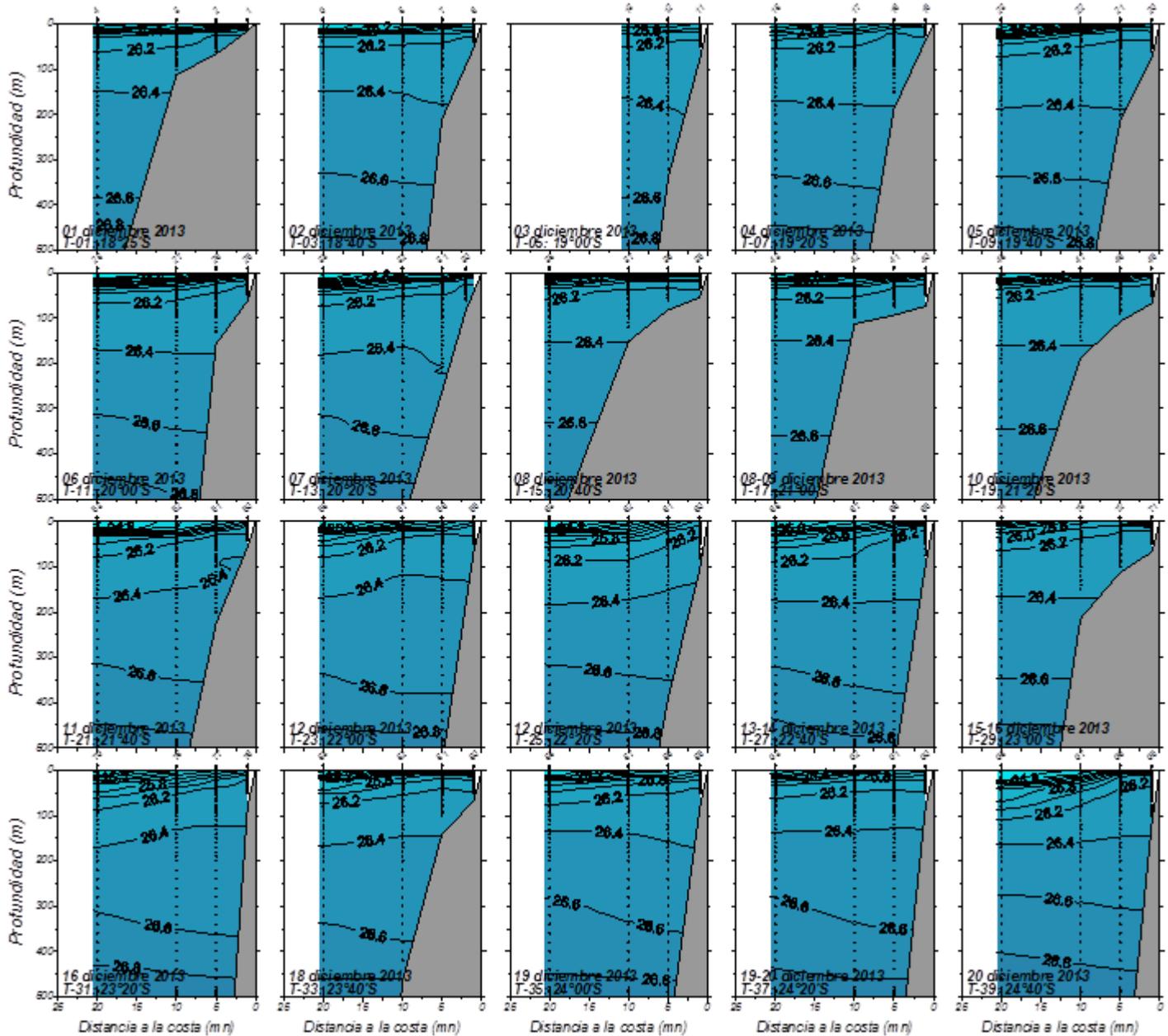
**Figura 10.** Distribución vertical de temperatura (°C) de los primeros 100 m en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.



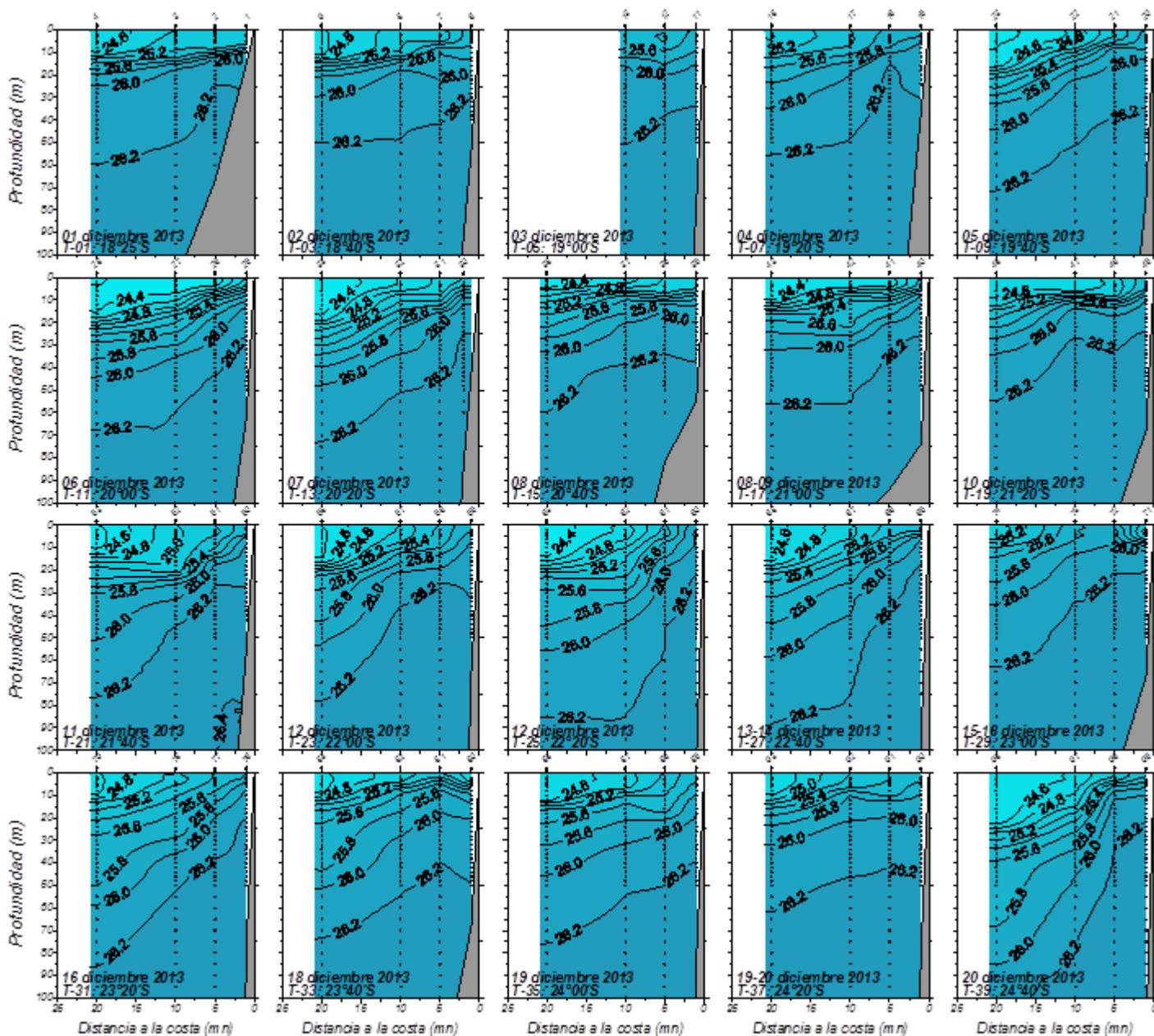
**Figura 11.** Distribución vertical de salinidad (psu) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.



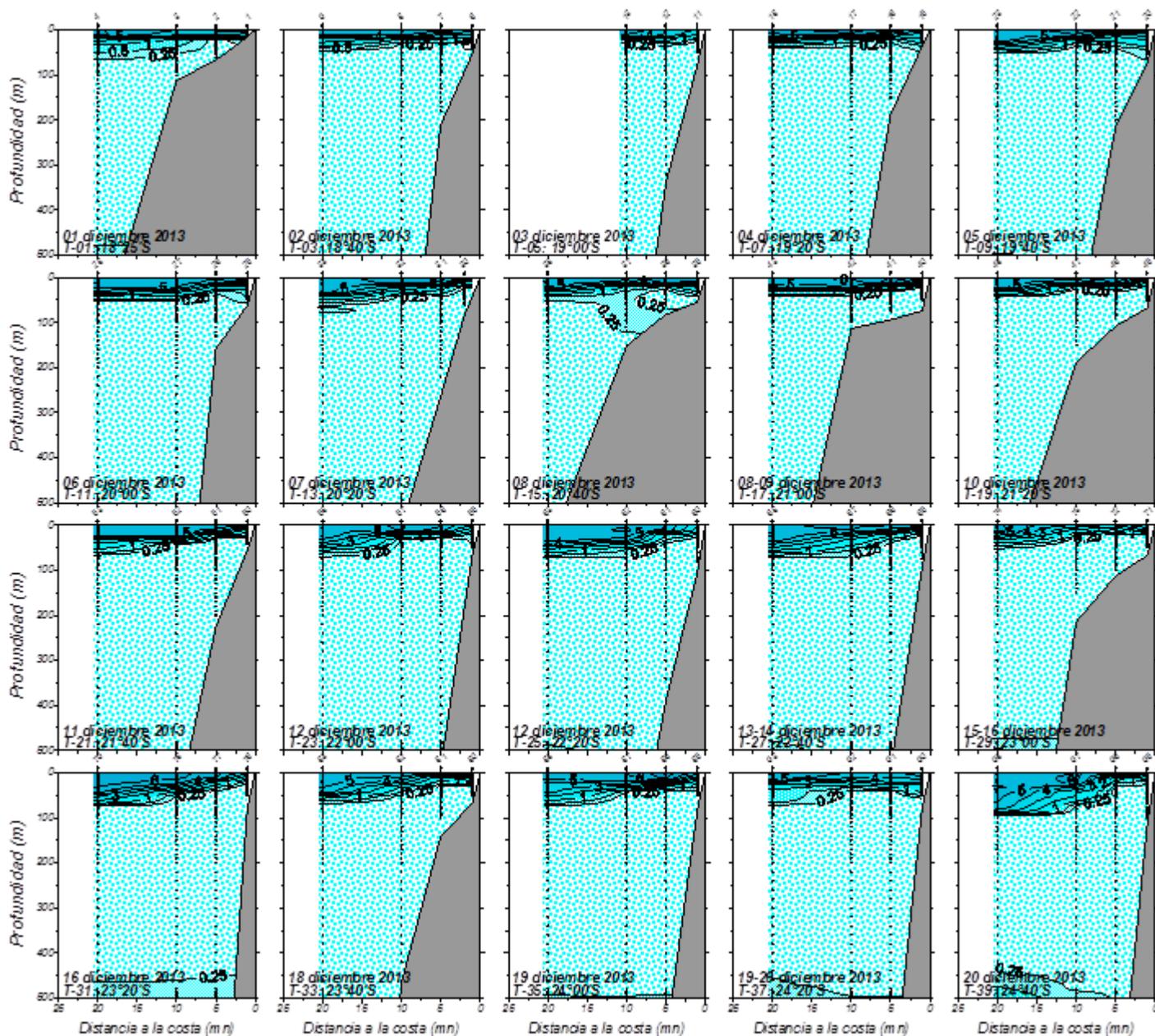
**Figura 12.** Distribución vertical de salinidad de los primeros 100 m en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.



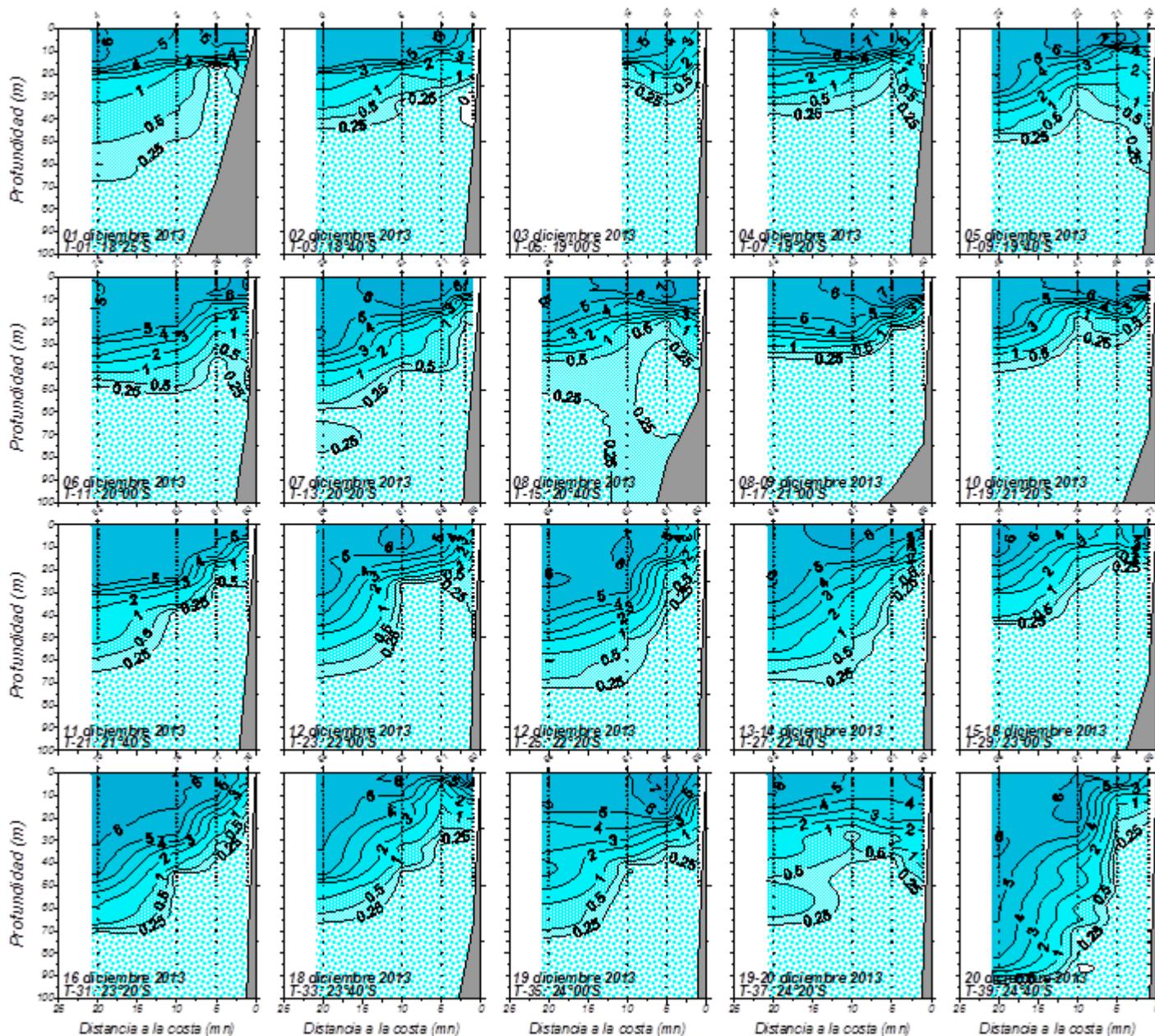
**Figura 13.** Distribución vertical de densidad ( $\sigma_t$ ) ( $\text{kg/m}^3$ ) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.



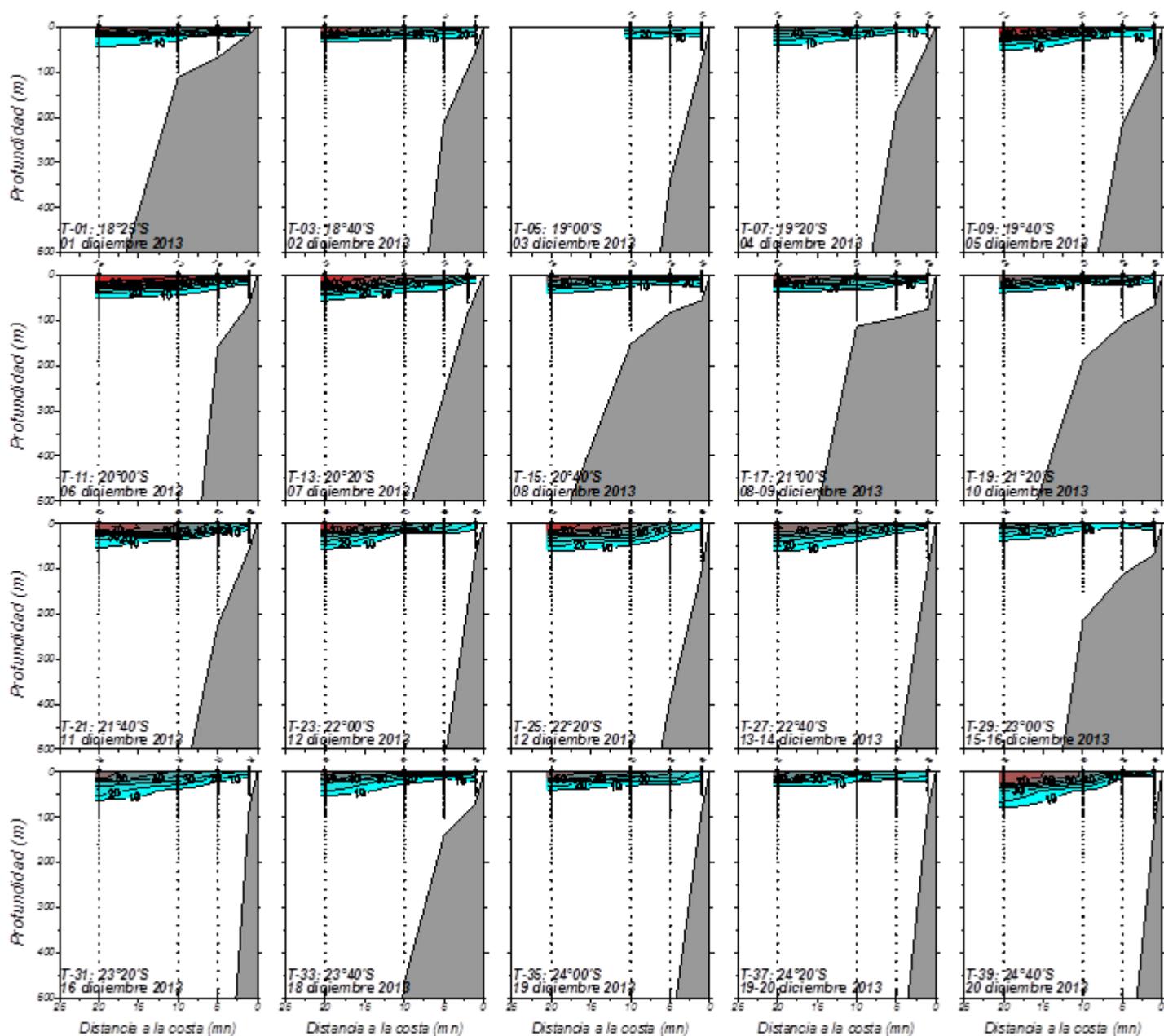
**Figura 14.** Distribución vertical de densidad ( $\sigma\text{-t}$ )( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) de los primeros 100 m en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.



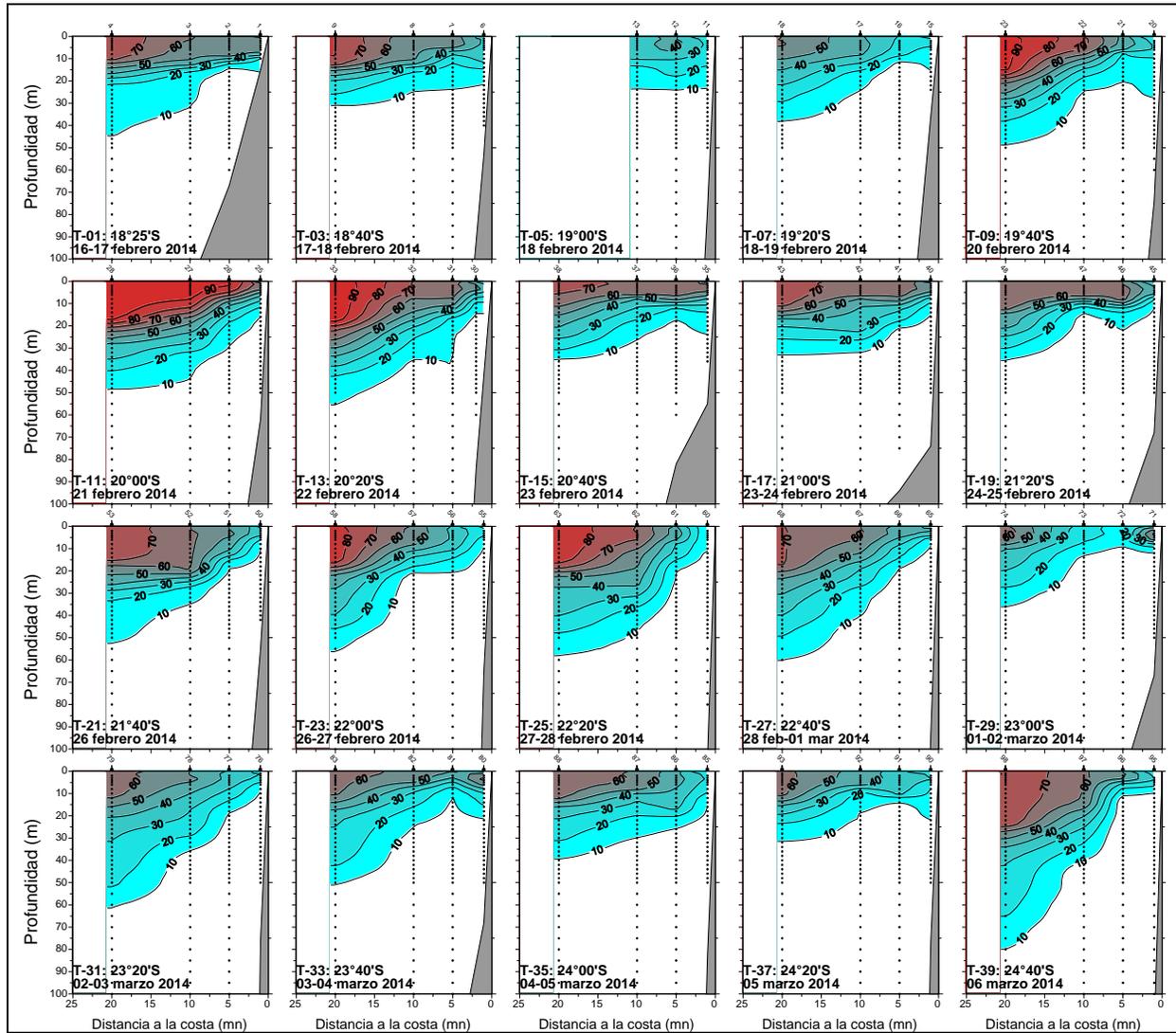
**Figura 15.** Distribución vertical del contenido de oxígeno disuelto (mL/L) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.



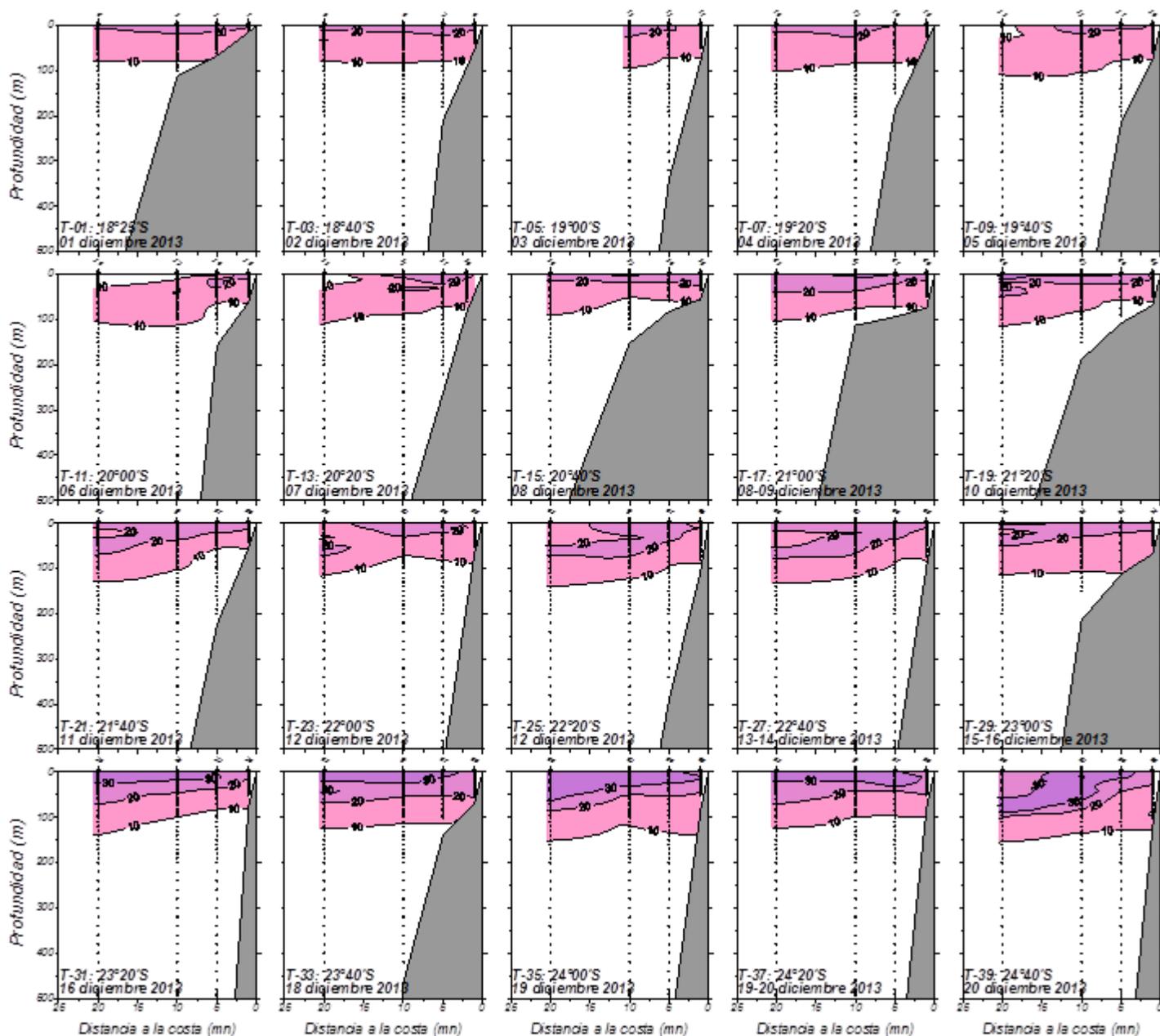
**Figura 16.** Distribución vertical del contenido de oxígeno disuelto (mL/L) de los primeros 100 m en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.



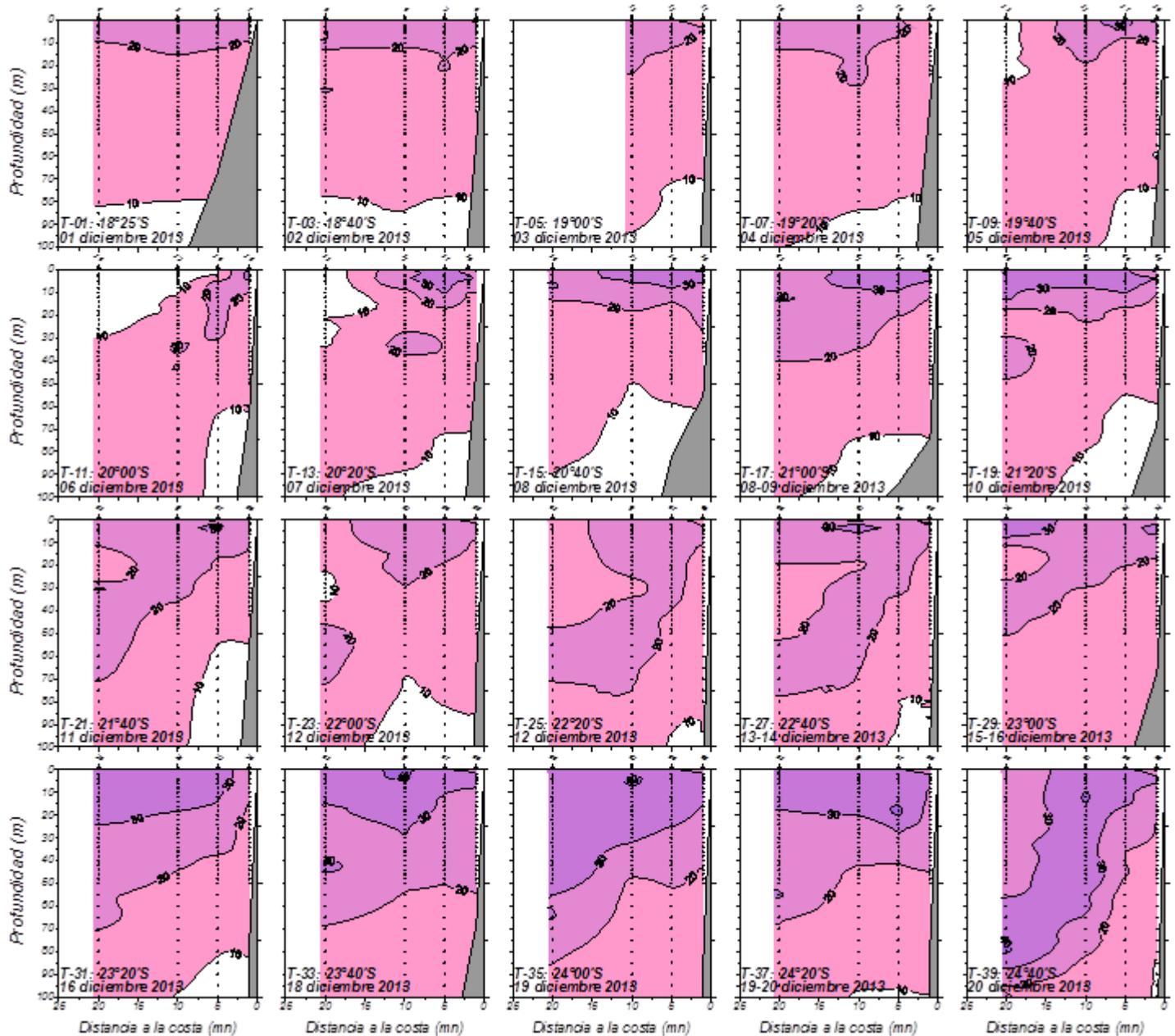
**Figura 17.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subtropical (AST) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.



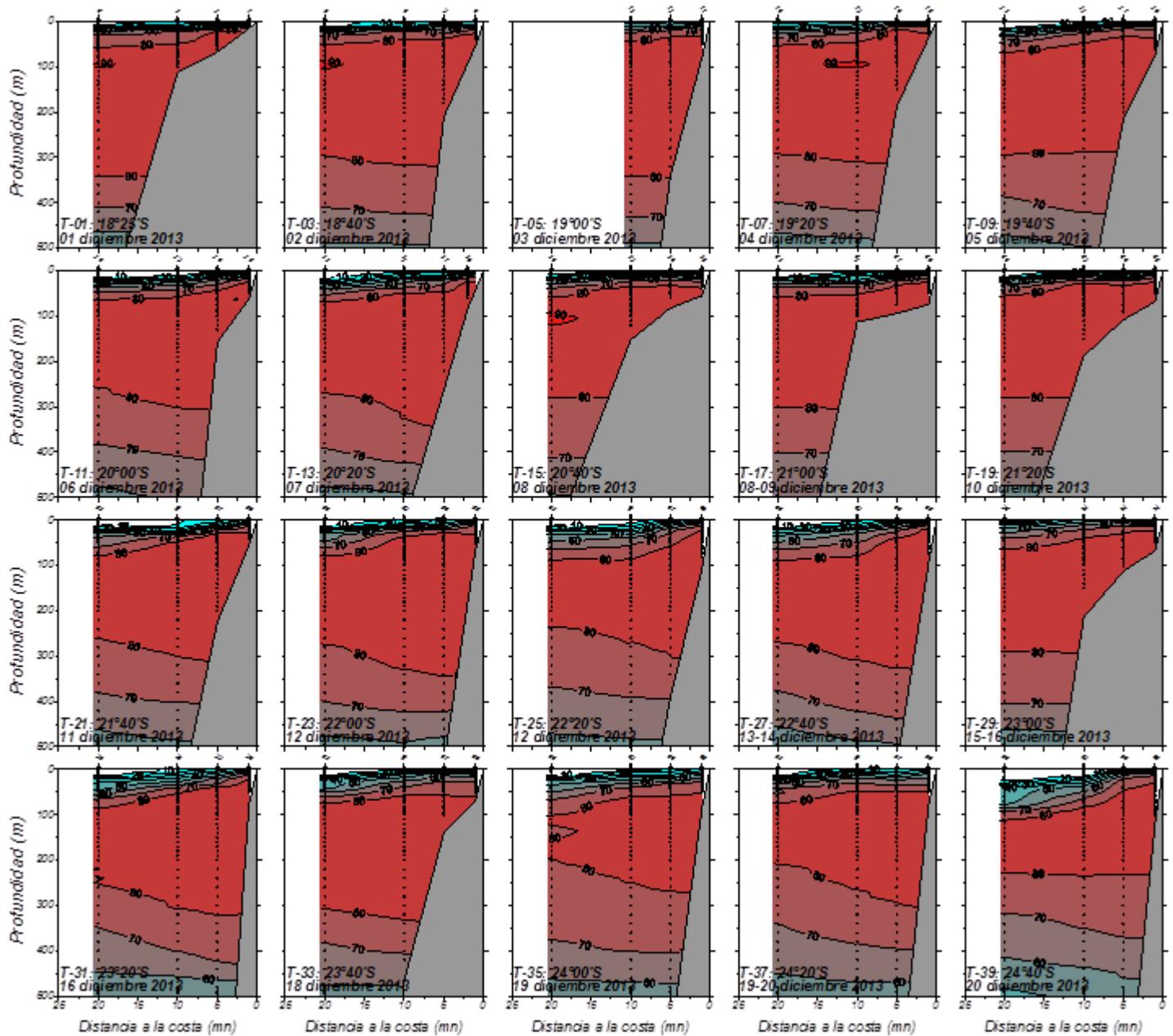
**Figura 18.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subtropical (AST) de los primeros 100 m en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.



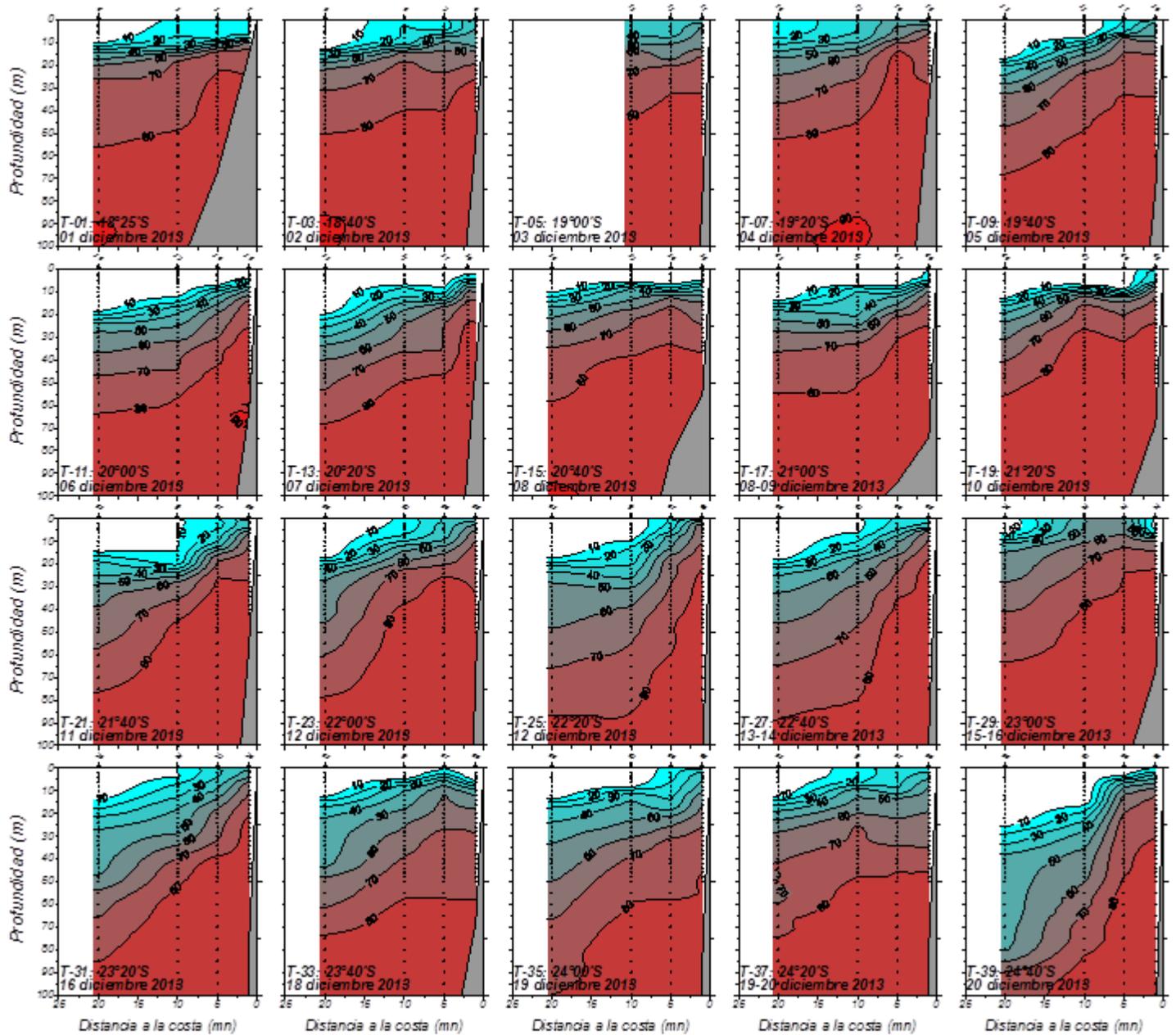
**Figura 19.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subantártica (ASAA) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.



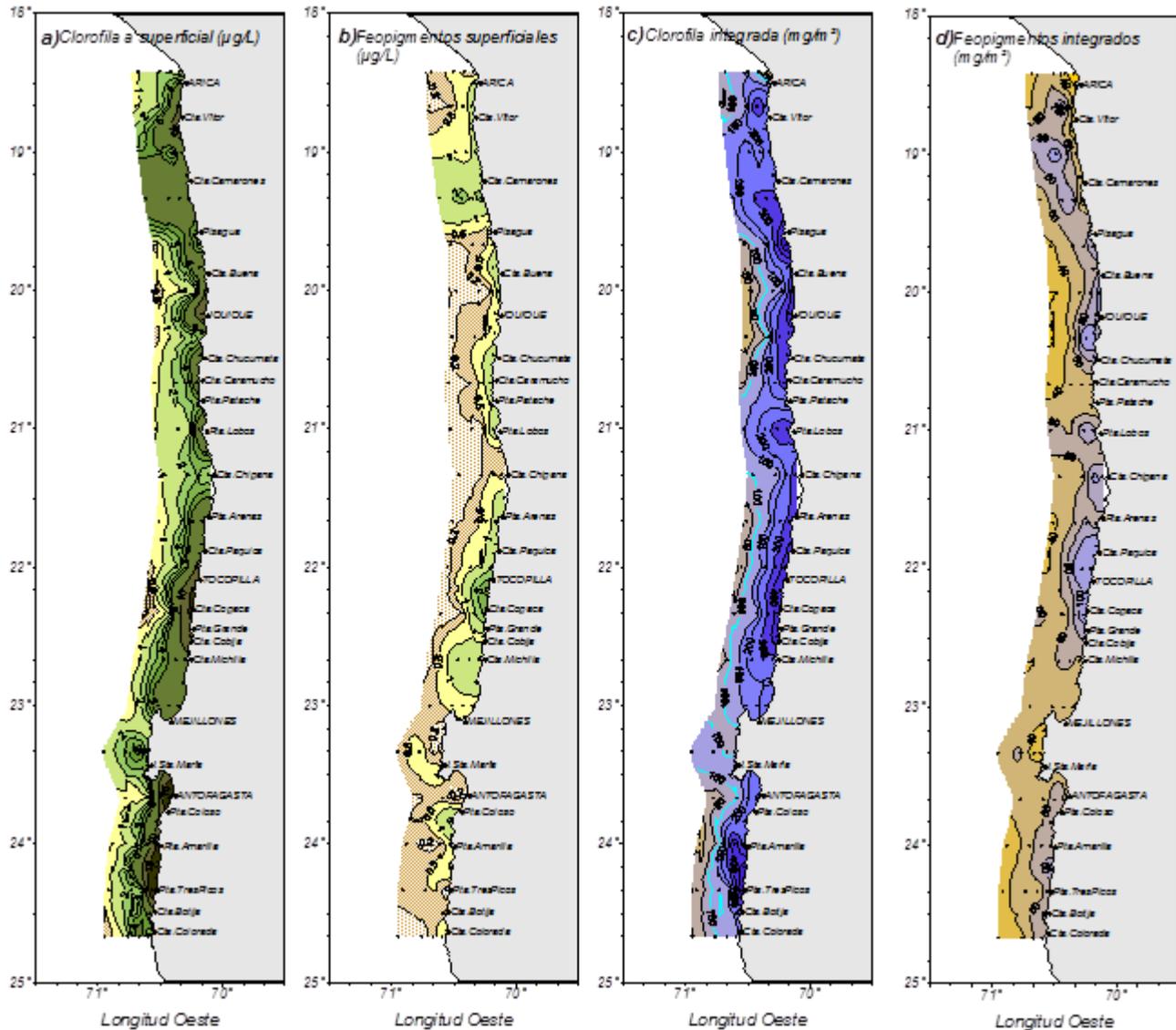
**Figura 20.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subantártica (ASAA) de los primeros 100 m en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.



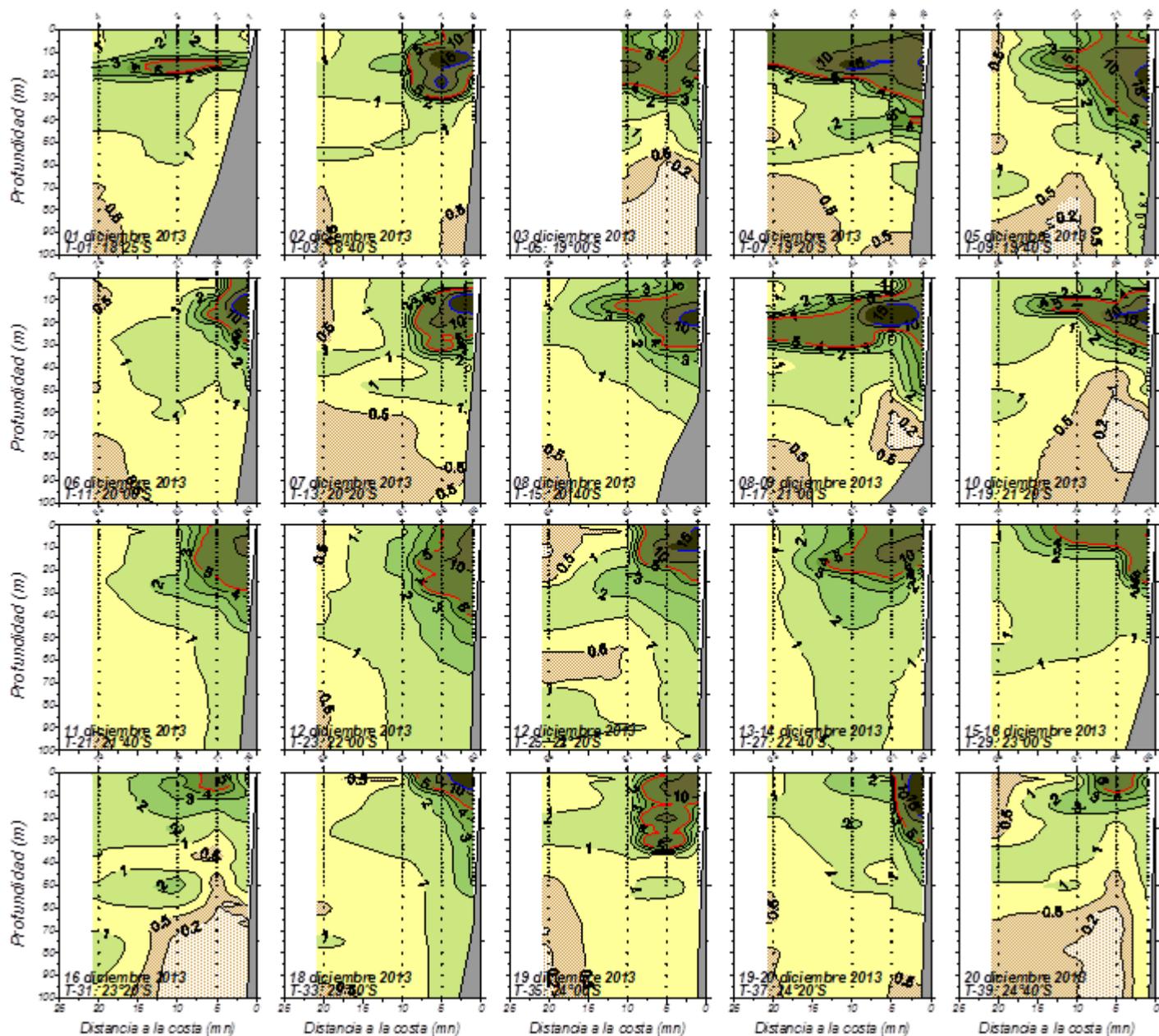
**Figura 21.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.



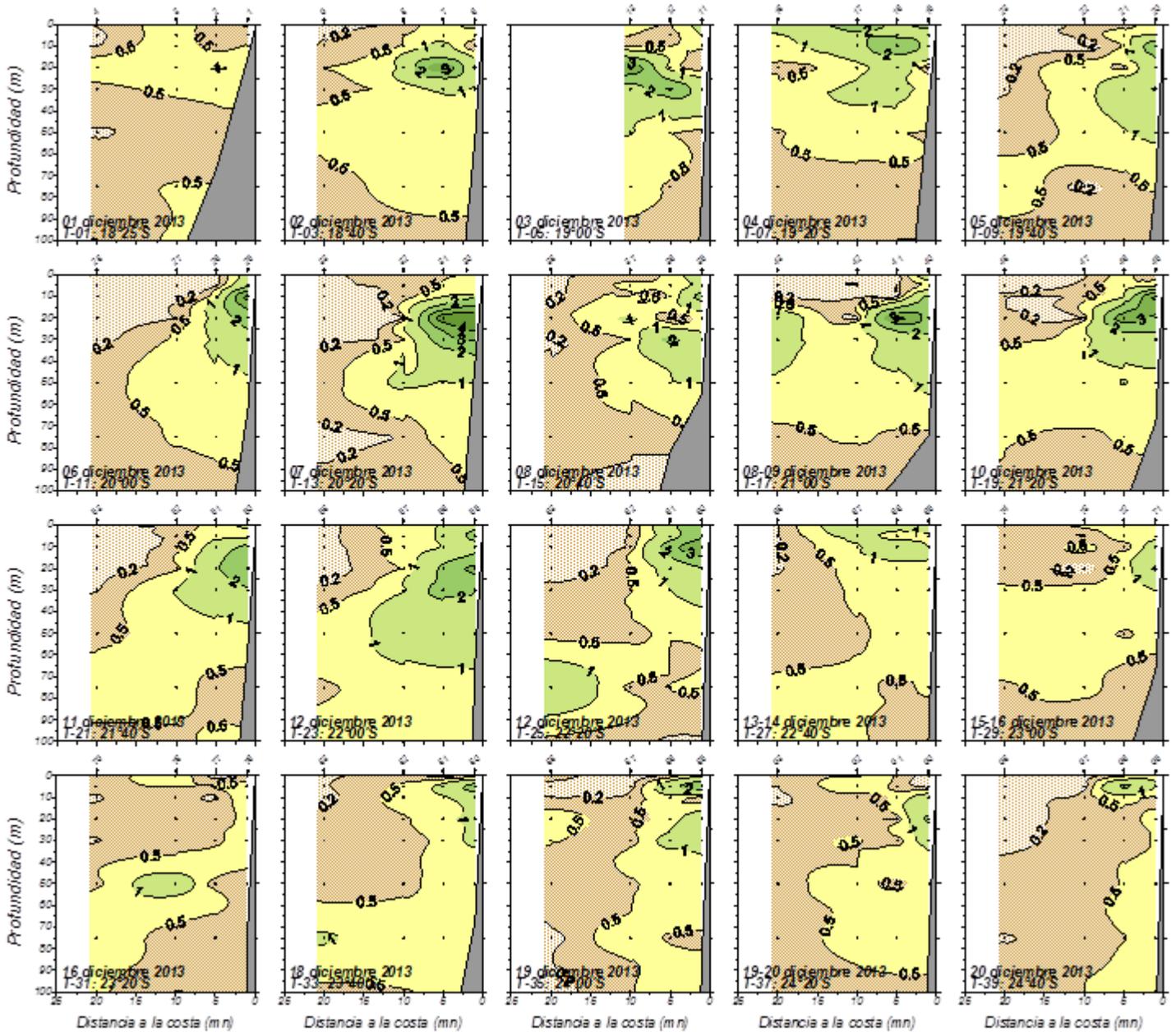
**Figura 22.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) de los primeros 100 m en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.



**Figura 23.** Distribución de a) clorofila-a estimada superficial ( $\mu\text{g/L}$ ), b) feopigmento superficial ( $\mu\text{g/L}$ ), c) clorofila estimada integrada ( $\text{mg/m}^2$ ), y d) feopigmentos integrados ( $\text{mg/m}^2$ ). Crucero diciembre 2013.

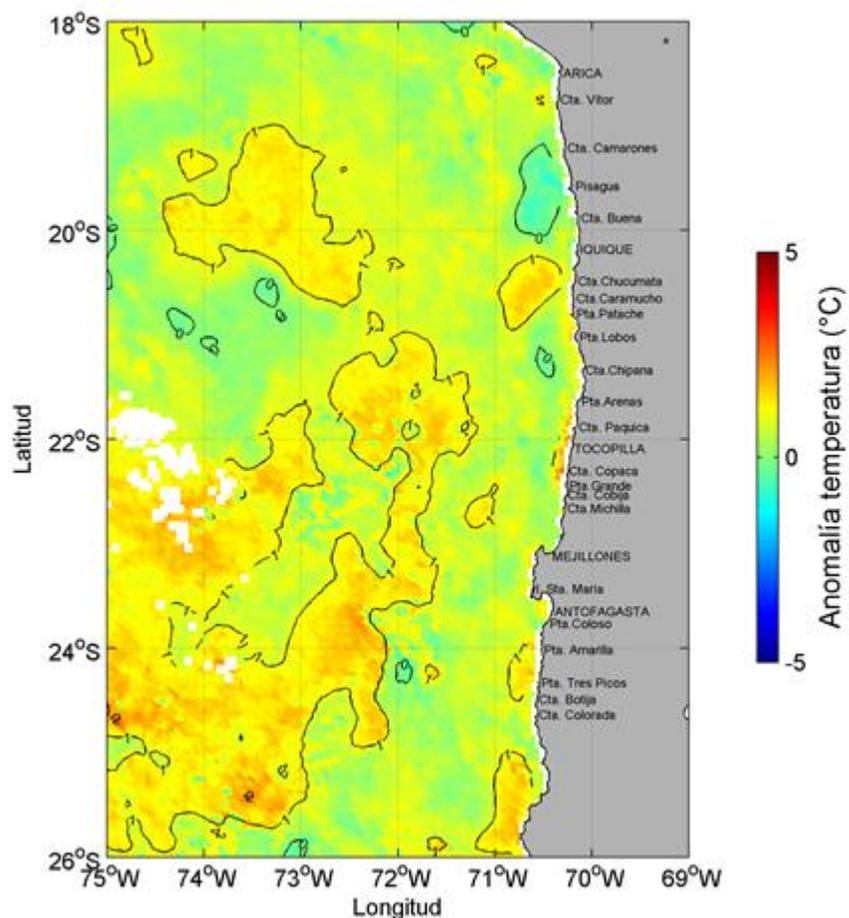


**Figura 24.** Distribución vertical de clorofila-a estimada ( $\mu\text{g/L}$ ) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.

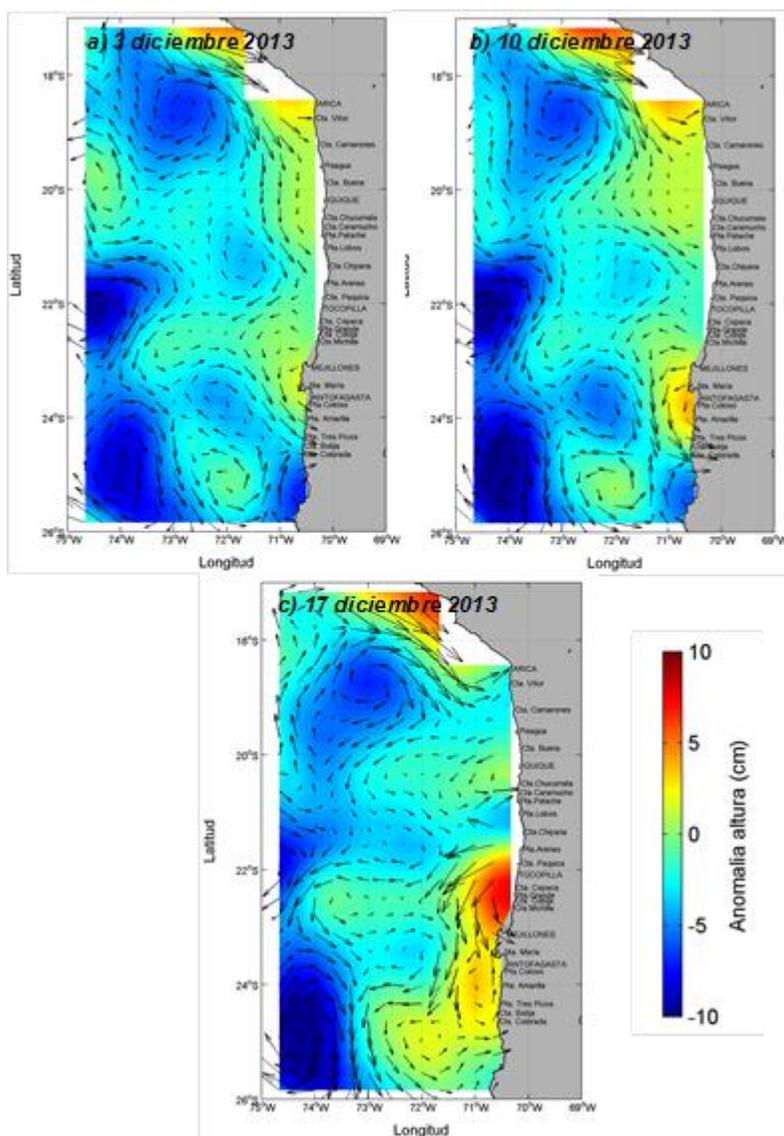


**Figura 25.** Distribución vertical de feopigmentos ( $\mu\text{g/L}$ ) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2013.

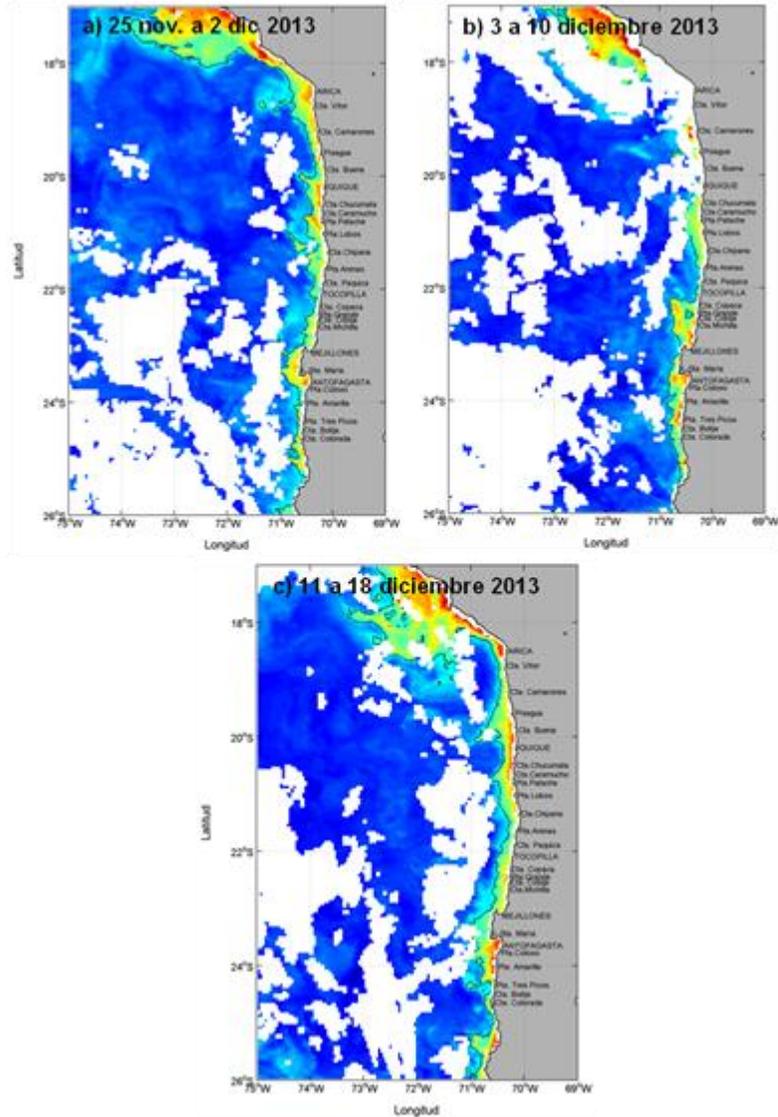




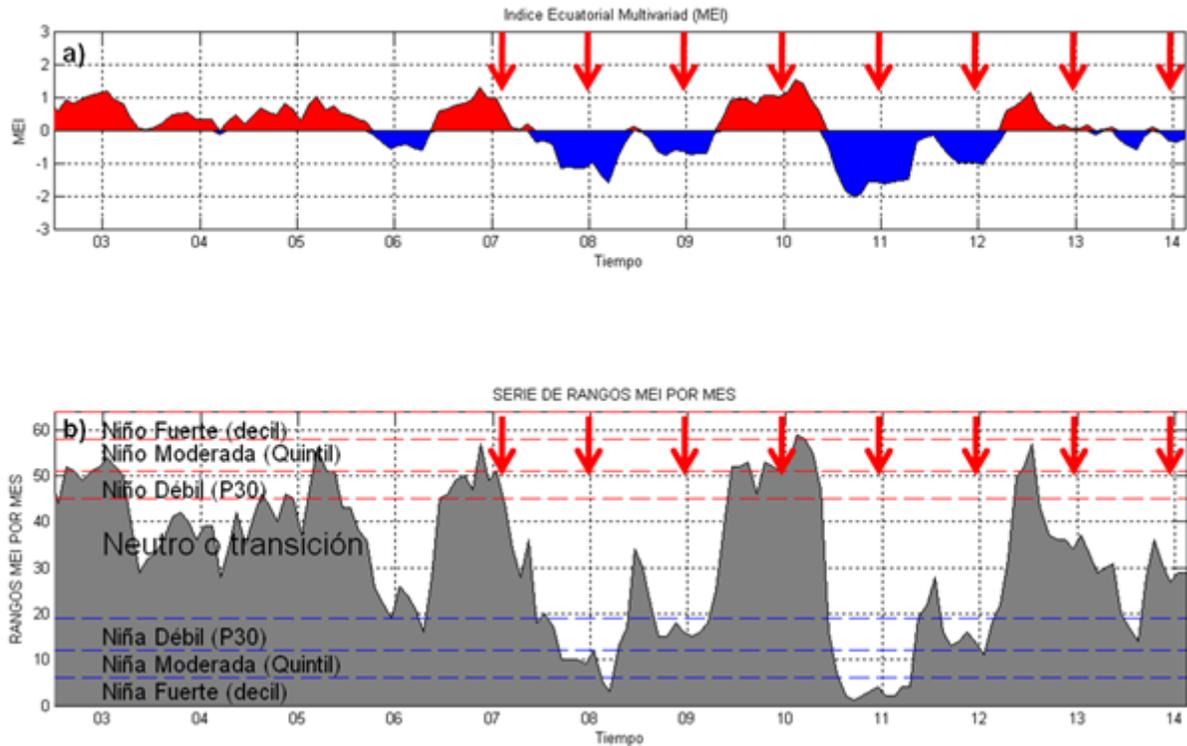
**Figura 27.** Anomalía de la temperatura superficial del mar (°C) de la imagen del satélite MODIS-A correspondiente al promedio del mes de diciembre del 2013 (promedio mensual del mes de diciembre de la serie 2002 a 2012).



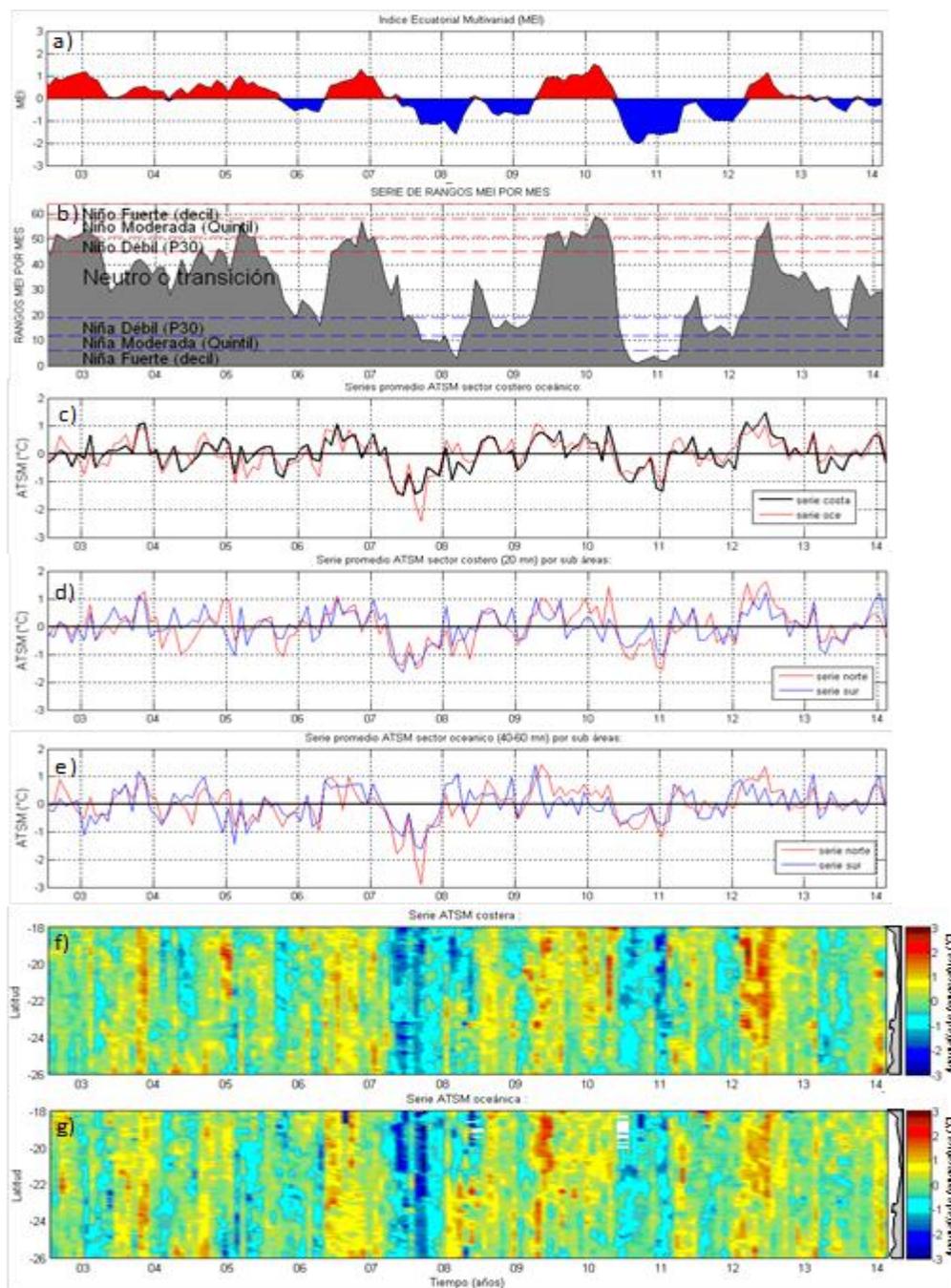
**Figura 28.** Imágenes diarias de anomalía del nivel del mar y velocidades geostróficas (satelital) representativas del período del crucero en los días 3, 10 y 17 de diciembre del 2013 (Fuente: Aviso).



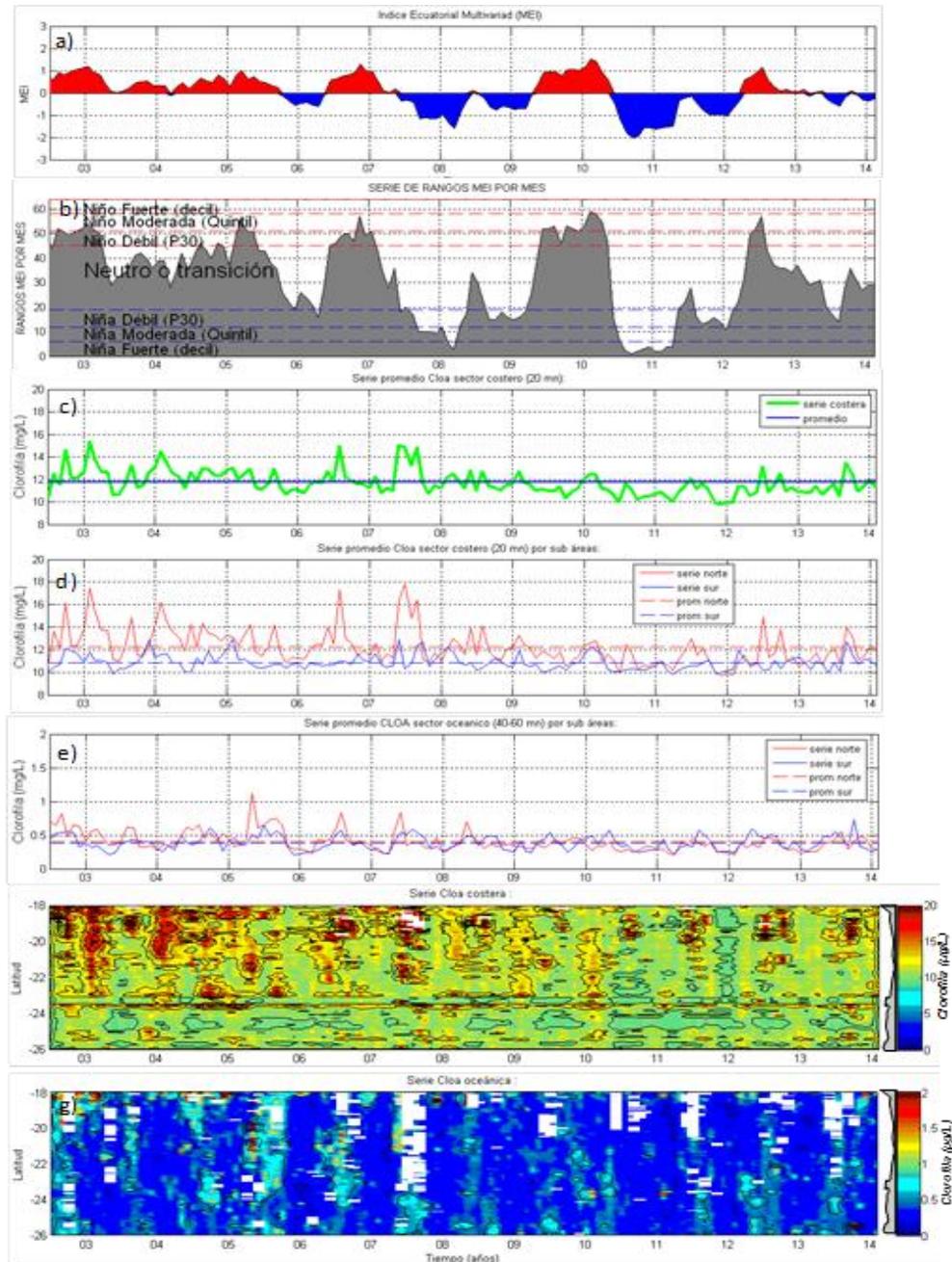
**Figura 29.** Clorofila-a ( $\mu\text{g/L}$ ) de imágenes de satélite MODIS-A, correspondiente a los promedios semanales calculados entre los días a) 25 de noviembre a 2 de diciembre, b) 3 a 10 diciembre y c) 11 a 18 de diciembre del 2013. (Fuente: MODIS-A).



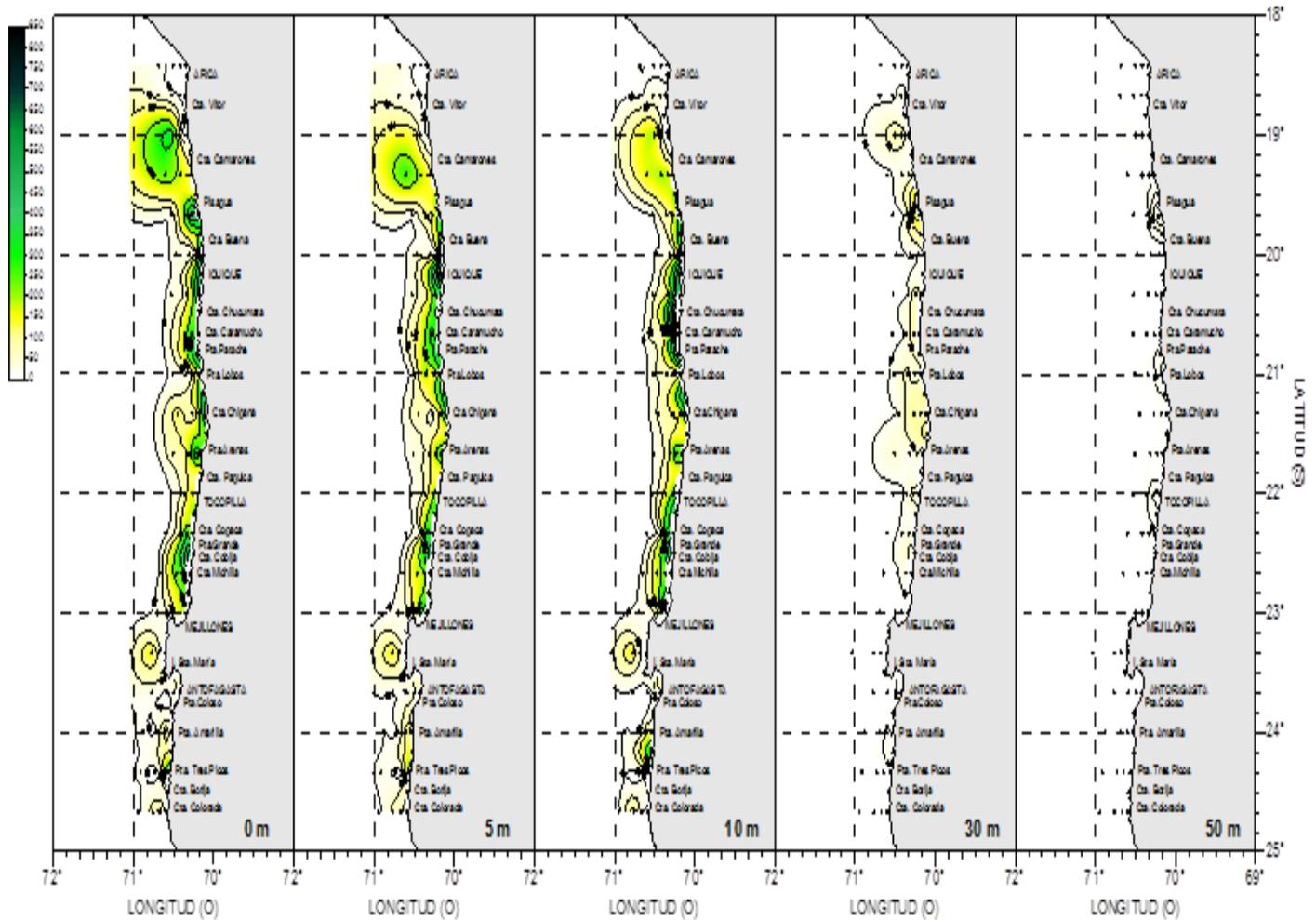
**Figura 30.** a) Serie de tiempo del Índice Ecuatorial Multivariado (MEI) y b) serie de rangos de intensidad de los periodos cálidos y fríos asociados al valor MEI para el periodo Julio 2002 – febrero 2014. Fuente: NOAA (<http://www.cdc.noaa.gov/people/klaus.wolter/MEI/>). Se incluyen los momentos de realización de los crueros RECLAN desde el año 2007.



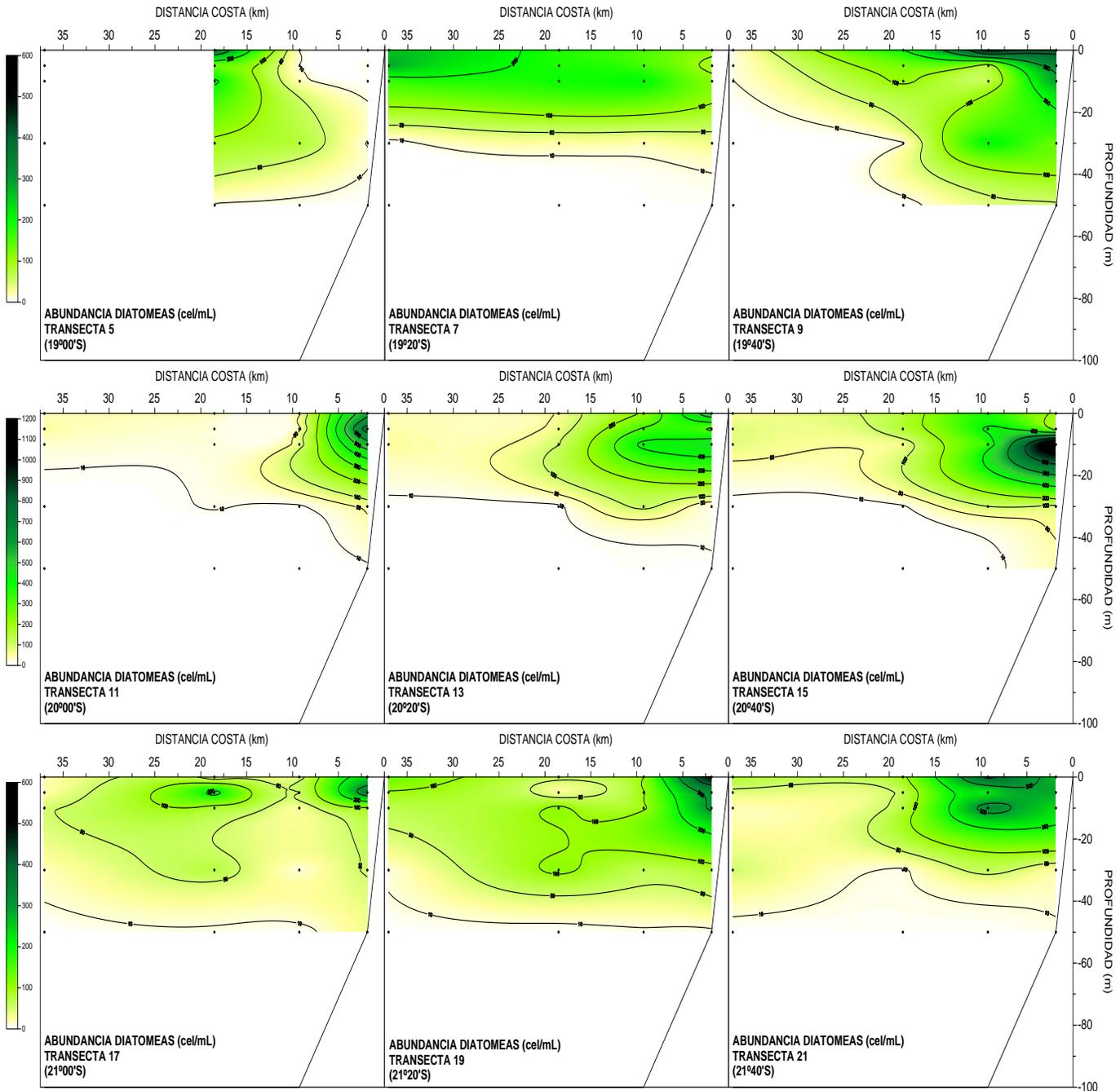
**Figura 31.** Series de tiempo para el período julio 2002- febrero 2014 de a) rangos MEI y clasificación ENOS, b) MEI, c) Promedio de ATSM (°C) entre las latitudes 18° a 26°S en el sector costero y oceánico. Promedio de ATSM (°C) al norte y sur de los 23°S sector d) costero y e) oceánico. Diagrama Hovmöller de ATSM f) costero y g) oceánico, para el área total, latitudes 18° a 26°S.



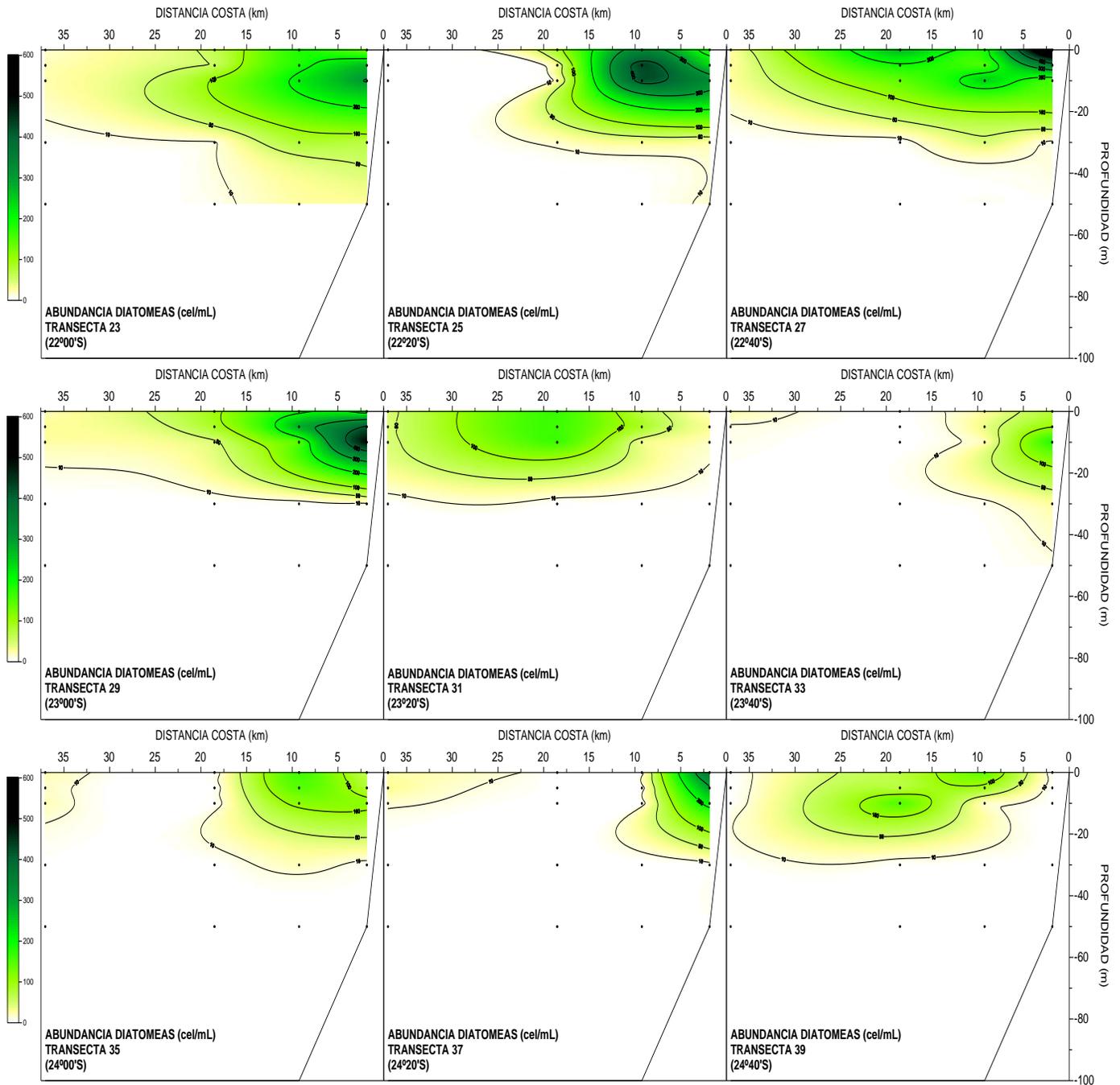
**Figura 32.** Series de tiempo para el período julio 2002- febrero 2014 a) rangos MEI y clasificación ENOS, b) MEI, y c) Promedio de la concentración de clorofila satelital ( $\mu\text{g/L}$ ) (cloas) entre las latitudes  $18^\circ$  a  $26^\circ\text{S}$  en el sector costero. Promedio de cloas ( $\mu\text{g/L}$ ) al norte y sur de los  $23^\circ\text{S}$  en el sector d) costero y e) oceánico. Diagrama Hovmöller de cloas f) costero y g) oceánico, para el área total, latitudes  $18^\circ$  a  $26^\circ\text{S}$ .



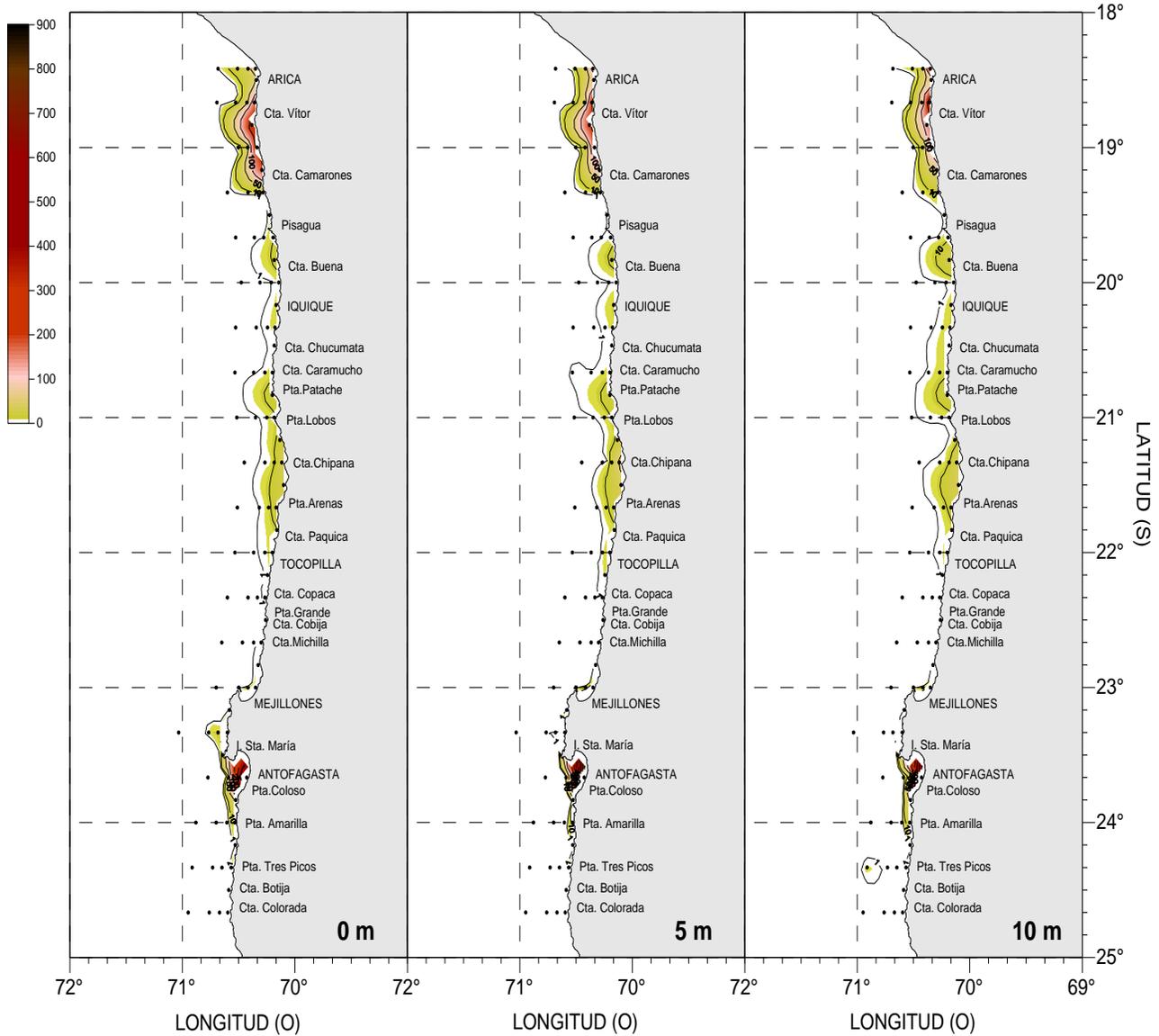
**Figura 33.** Distribución horizontal de la abundancia de diatomeas (cél/mL) entre la superficie y 50 m de profundidad, durante diciembre de 2013.



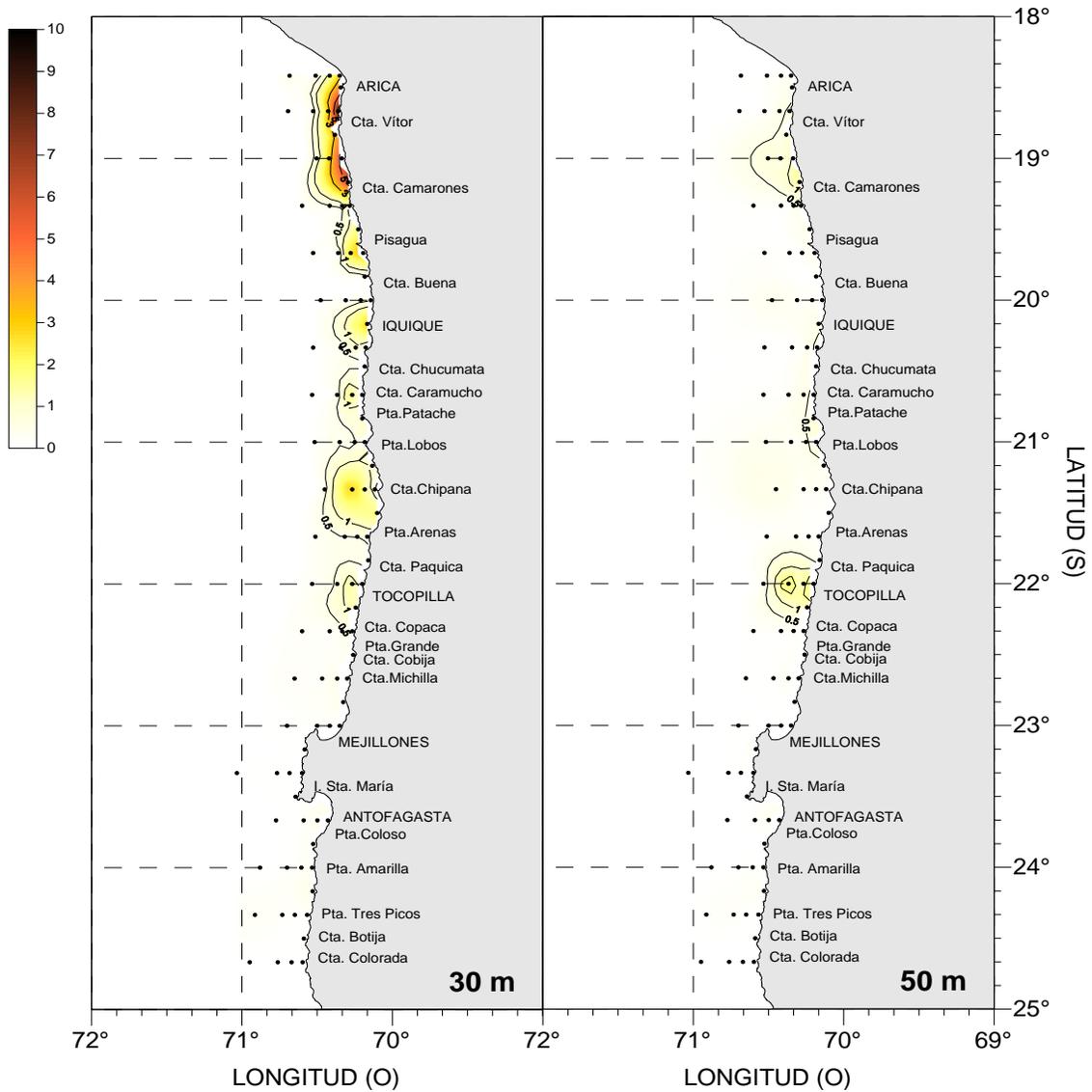
**Figura 34.** Distribución vertical de la abundancia de diatomeas (cél/mL) entre los 19°00' y 21°40' de latitud sur, durante diciembre de 2013.



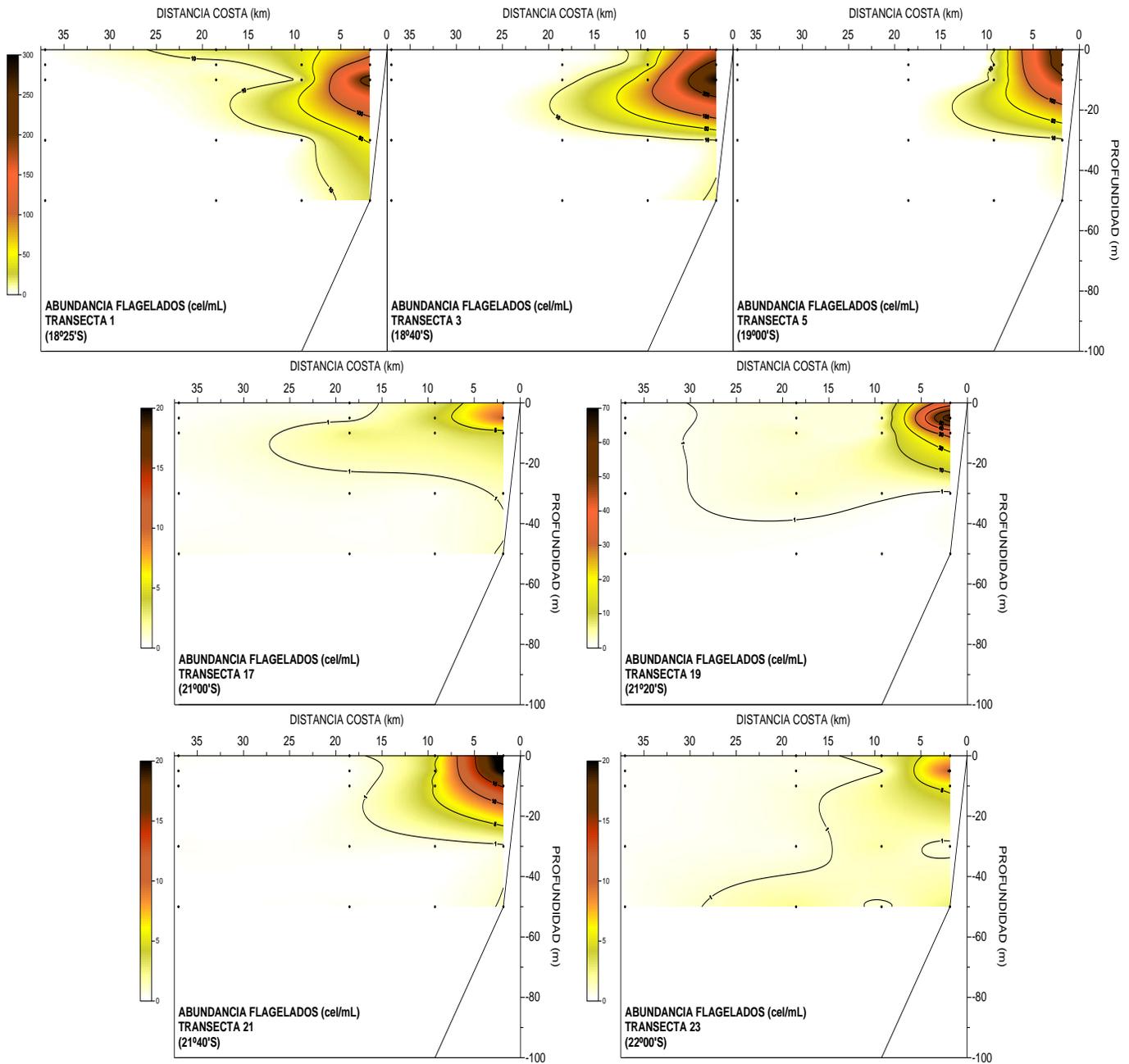
**Figura 35.** Distribución vertical de la abundancia de diatomeas (cél/mL) entre los 22°00' y 24°40' de latitud sur, durante diciembre de 2013.



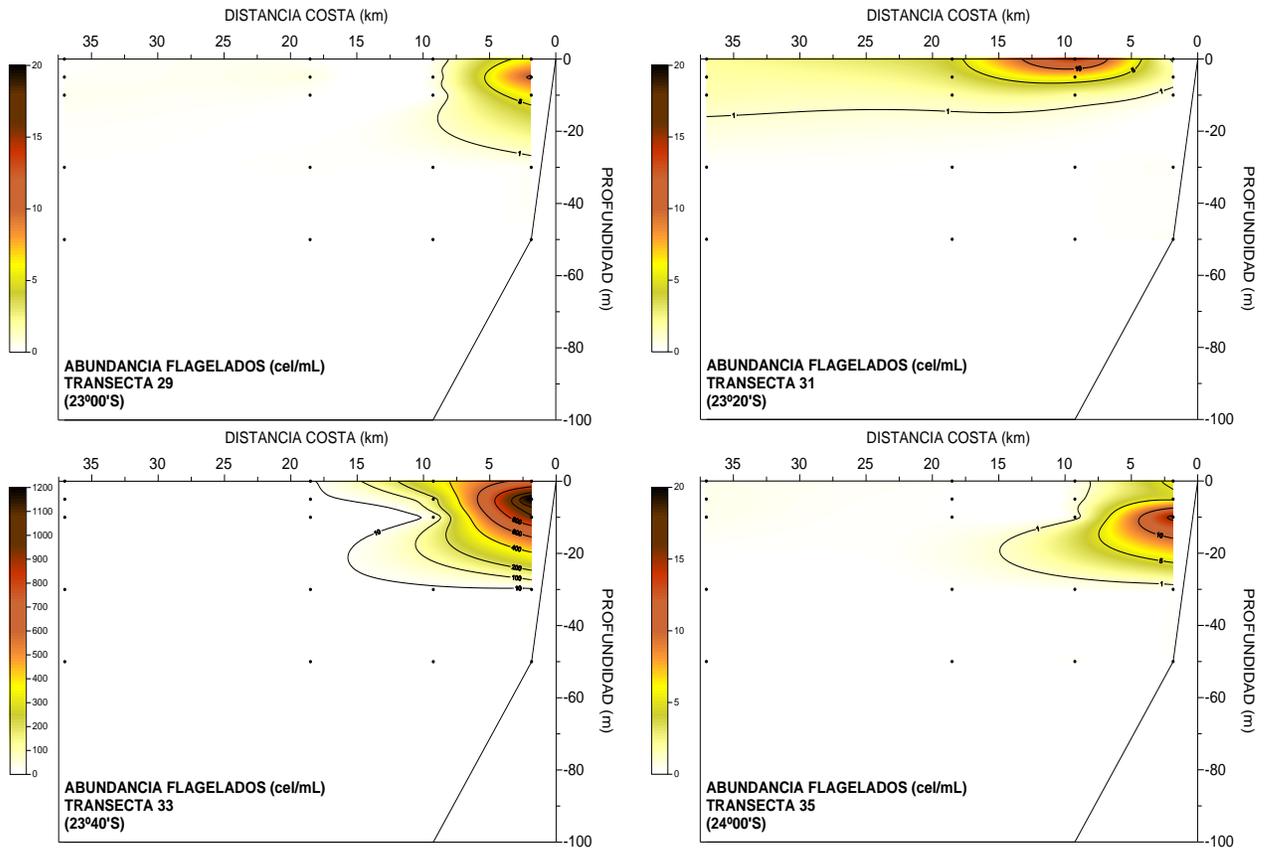
**Figura 36.** Distribución horizontal de la abundancia de flagelados (cél/mL) entre la superficie y 10 m de profundidad, durante diciembre de 2013.



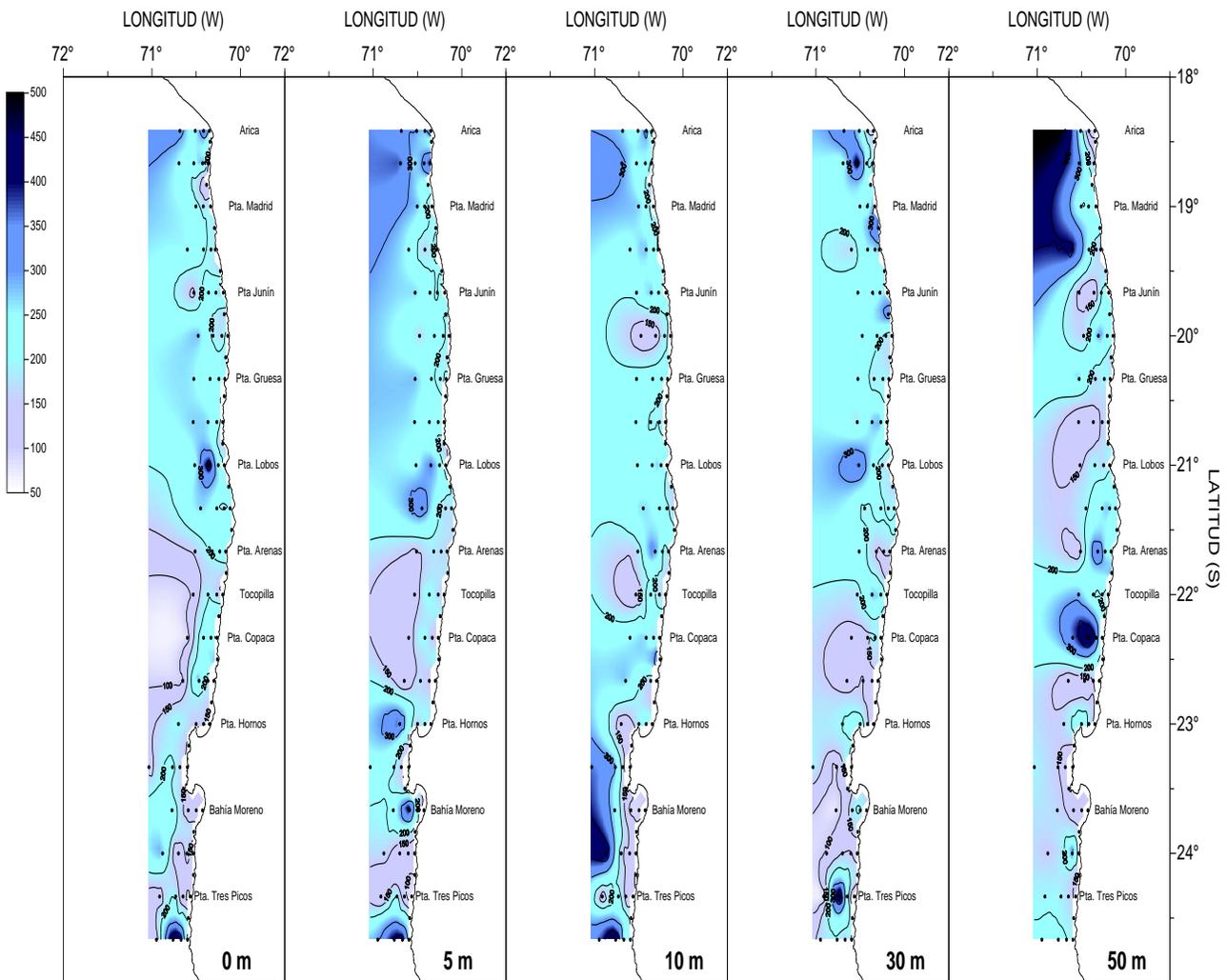
**Figura 37.** Distribuci3n horizontal de la abundancia de flagelados (cél/mL) a 30 y 50 m de profundidad, durante diciembre de 2013.



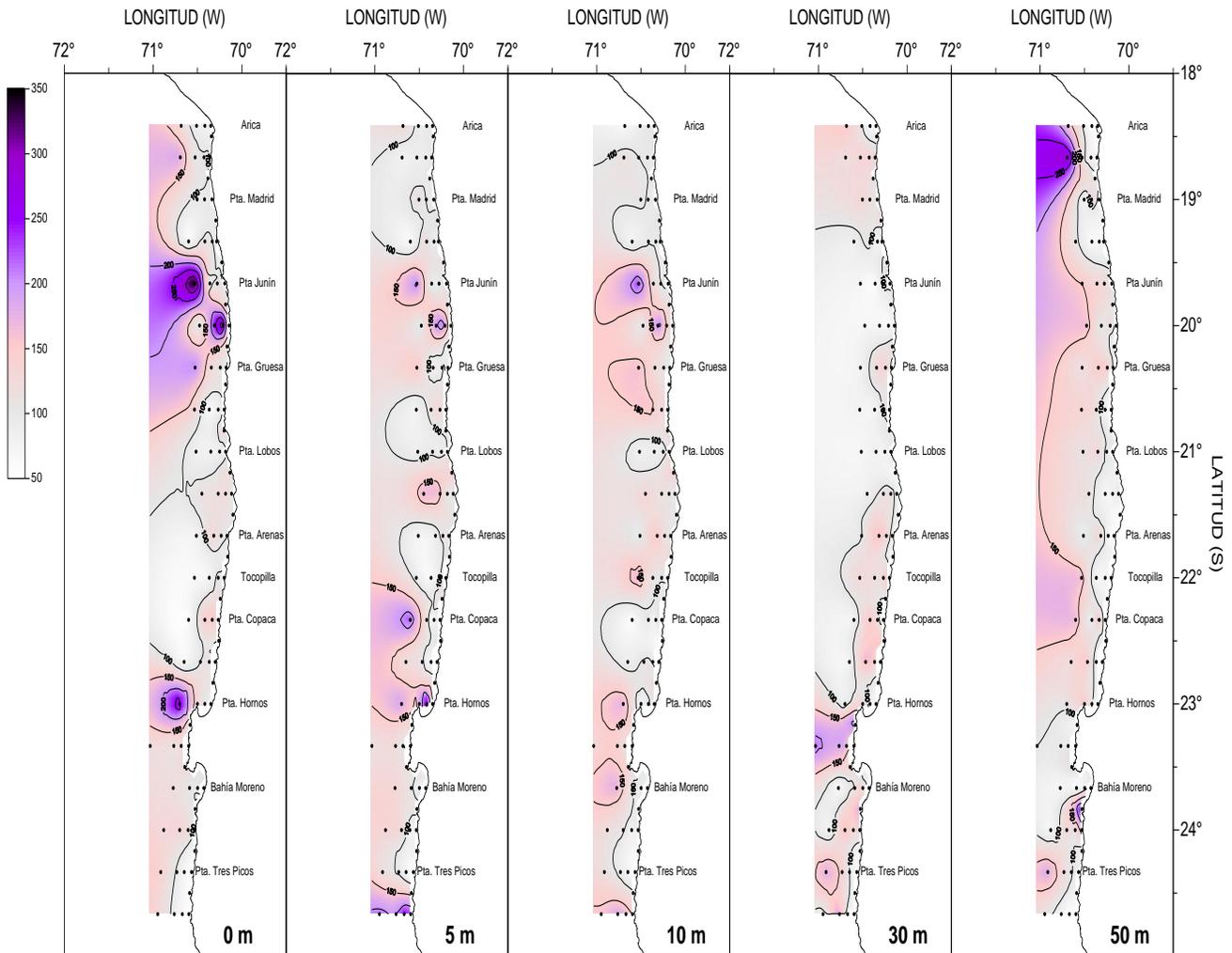
**Figura 38.** Distribución vertical de la abundancia de flagelados (cél/mL) entre los 18°25' y 22°00' de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2013.



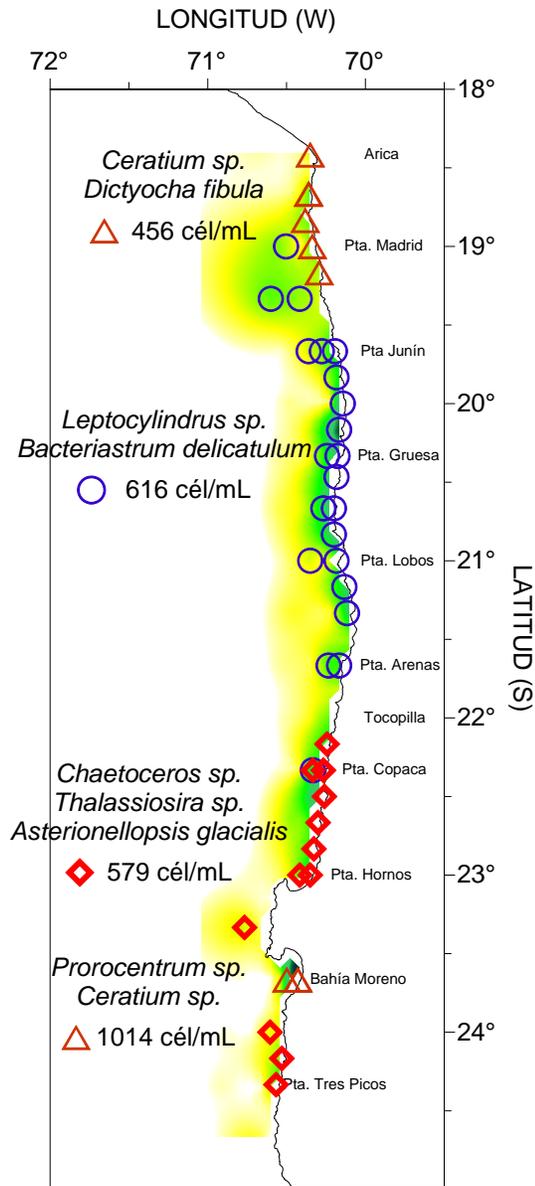
**Figura 39.** Distribuci3n vertical de la abundancia de flagelados (c3l/mL) entre los 23°00' y 24°00' de latitud sur, durante diciembre de 2013.



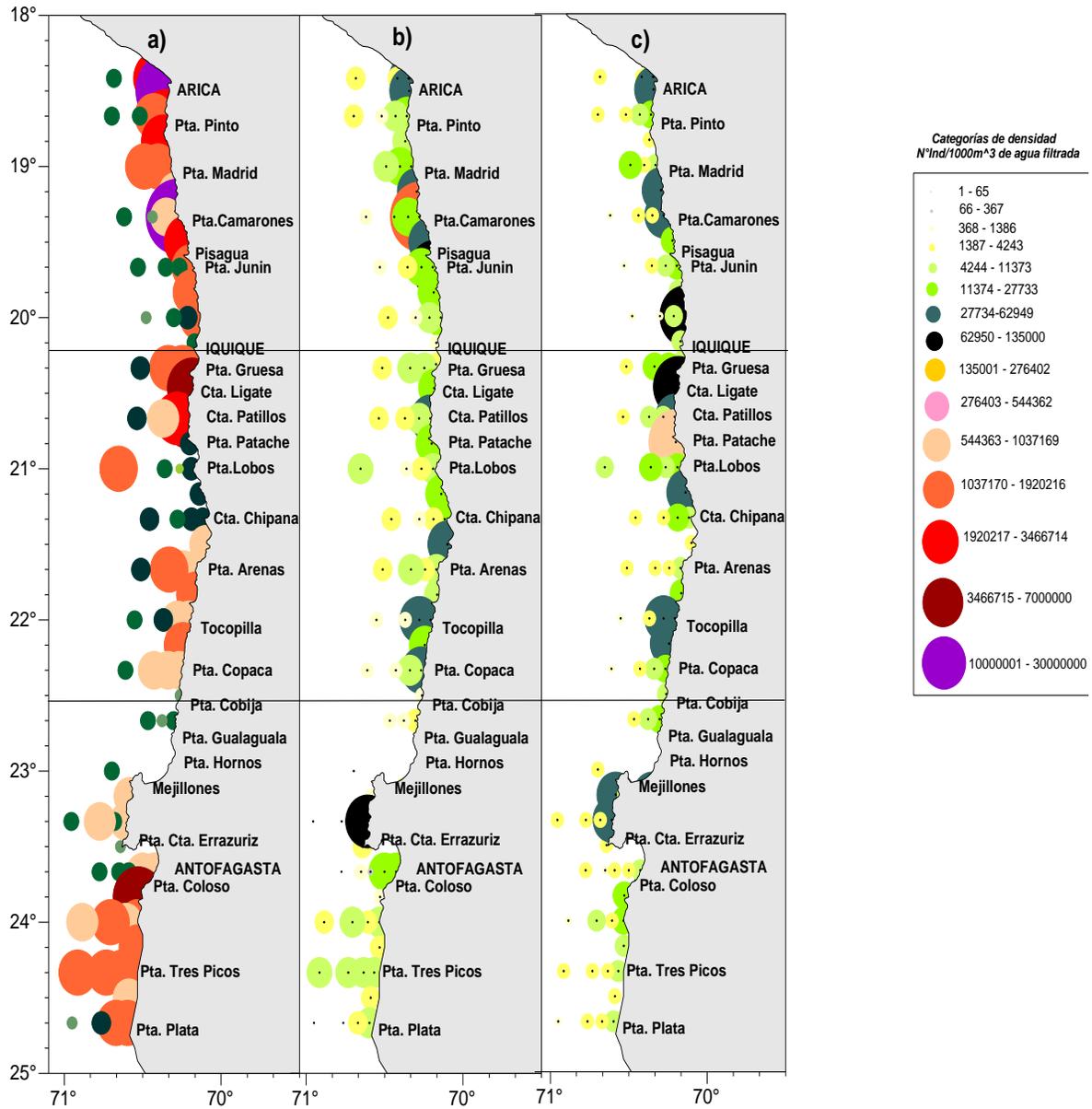
**Figura 40.** Distribución horizontal del espectro de tamaño ( $\mu\text{m}$ ) de diatomeas entre la superficie y 50 m de profundidad, durante diciembre de 2013.



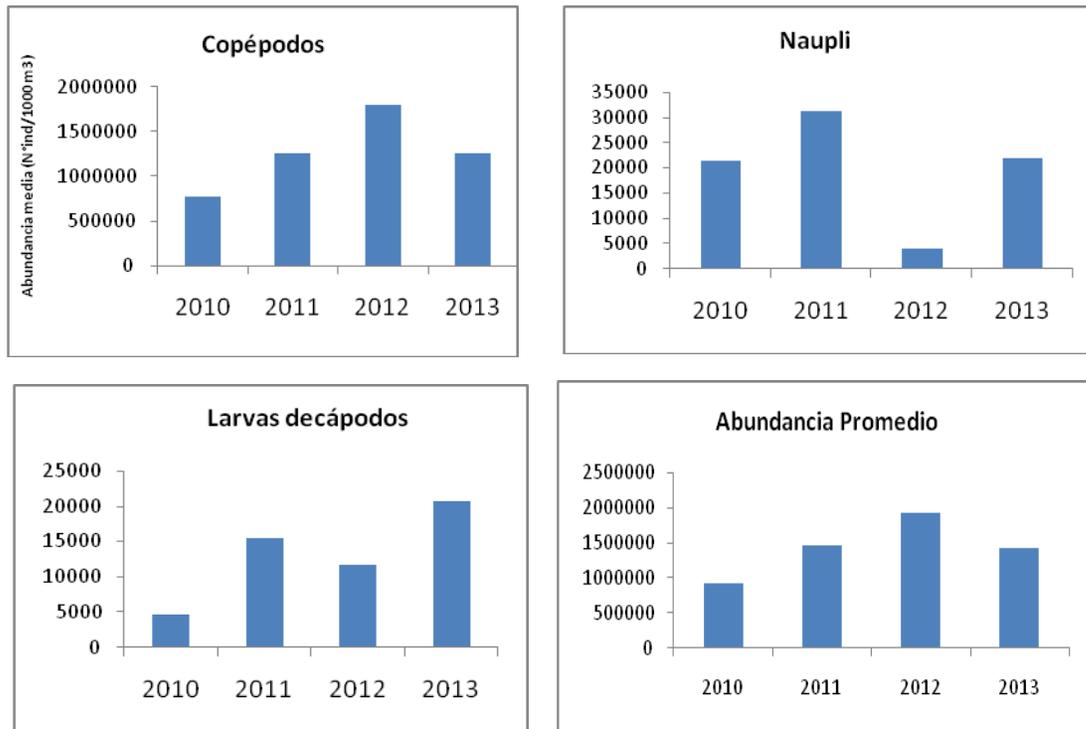
**Figura 41.** Distribuci3n horizontal del espectro de tama1o ( $\mu\text{m}$ ) de flagelados entre la superficie y 50 m de profundidad, durante diciembre de 2013.



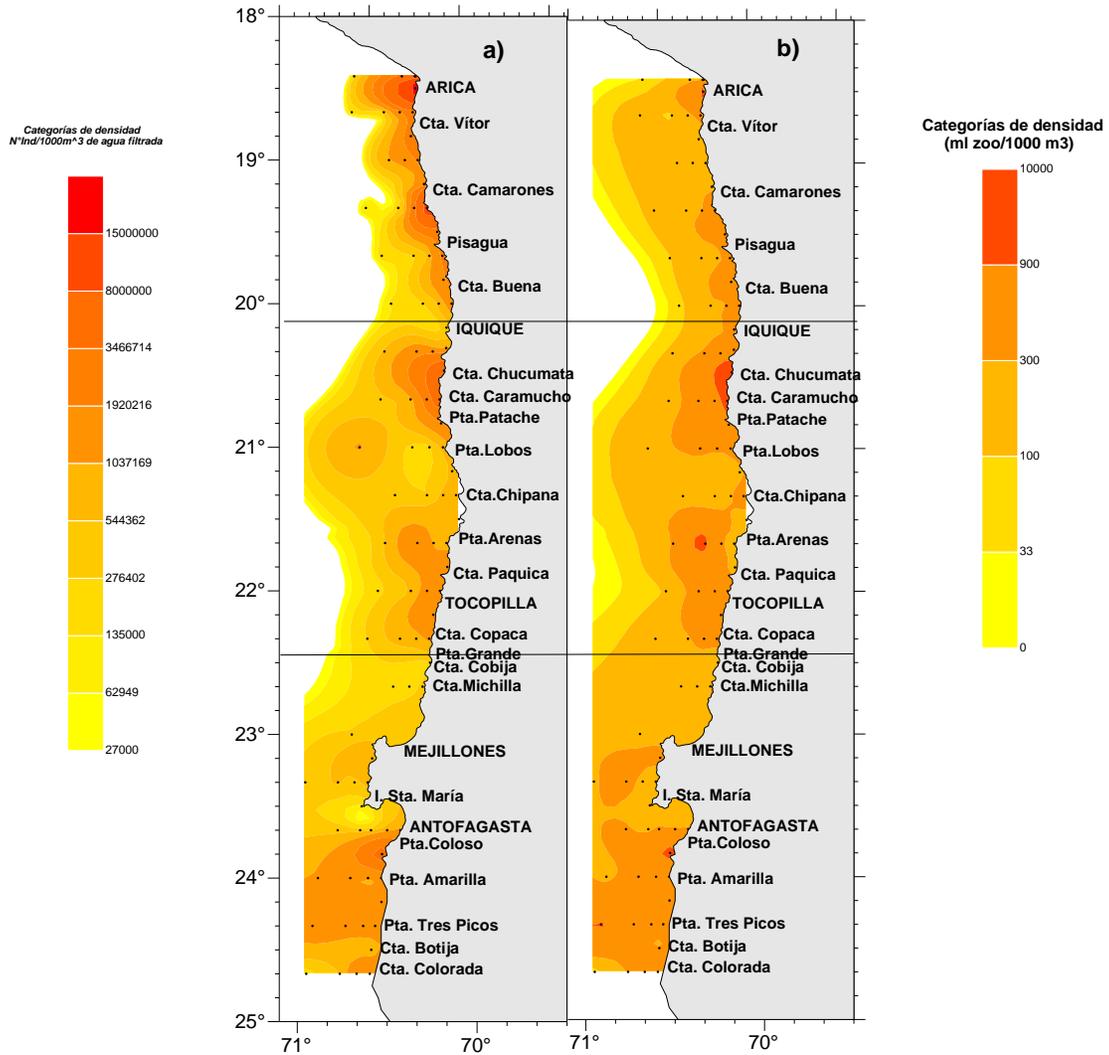
**Figura 42.** Áreas de máxima abundancia fitoplanctónica definidas por los principales géneros y especies de diatomeas y flagelados (los valores corresponden al valor promedio de concentración celular integrada entre la superficie y los 10 m de profundidad).



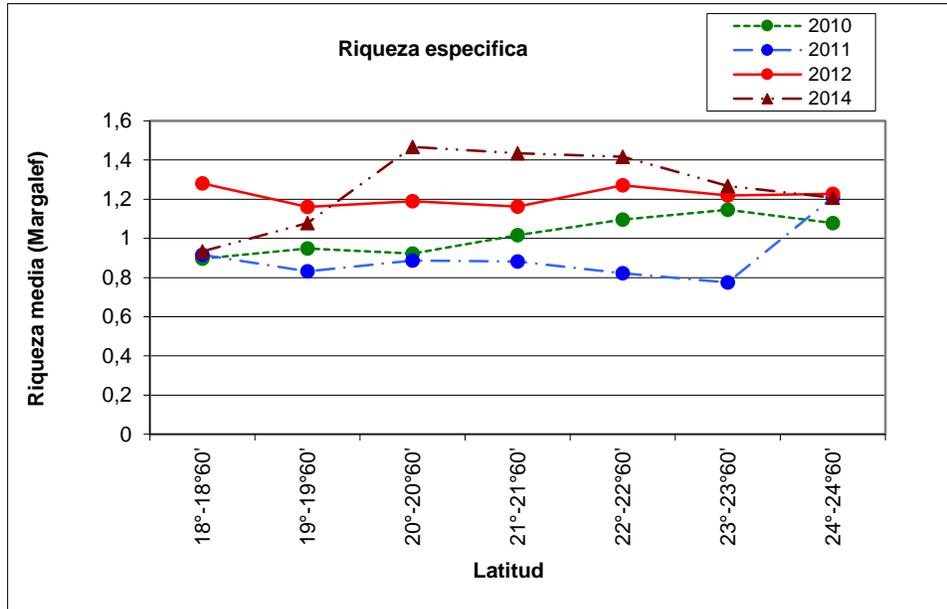
**Figura 43.** Distribuci3n y abundancia de: a) cop3podos b) nauplis y c) larvas de crust3ceos dec3podos. Crucero RECLAN 1312.



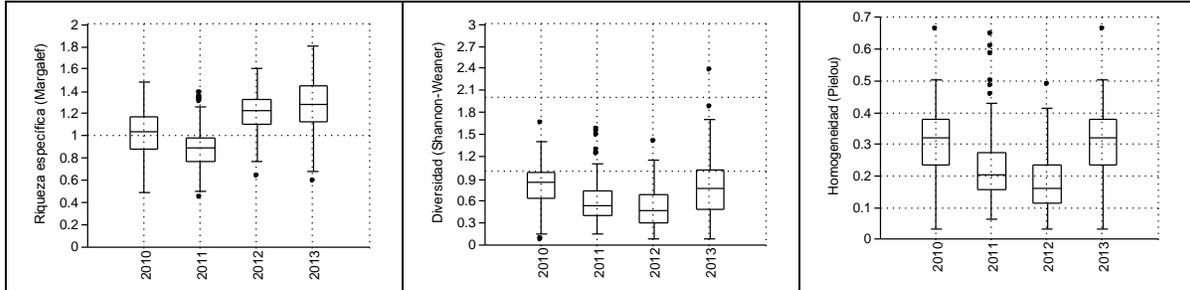
**Figura 44.** Valores promedios de la densidad de copéodos, Nauplis, larvas de crustáceos decápodos y de la abundancia zooplanctónica total. Crucero RECLAN periodo 2010-2013.



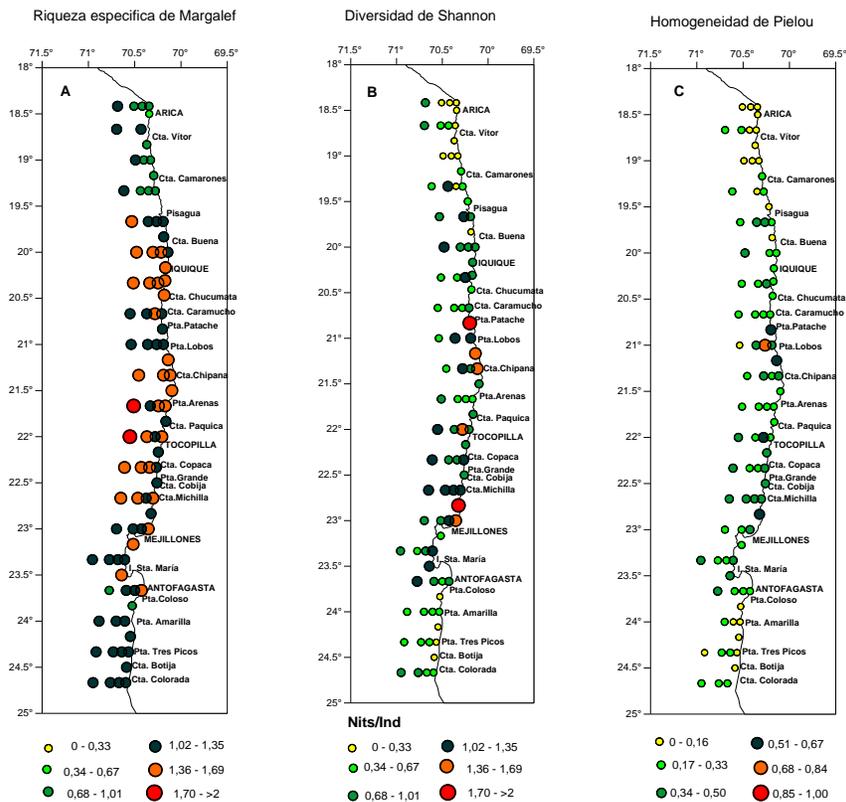
**Figura 45.** Distribución de la abundancia (a) y biomasa del zooplancton (b). Crucero RECLAN.1312.



**Figura 46.** Distribución interanual de los valores promedios por latitud del índice de riqueza específica de Margalef, obtenidos para la serie 2010-2013.

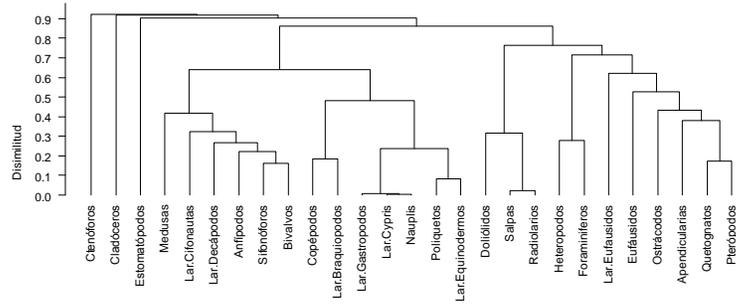


**Figura 47.** Gráficos de caja y bigotes de los índices comunitarios de: a) diversidad de Shannon y Weaver; b) Homogeneidad de Pielou, obtenidos para el área y periodos (2010-2013).

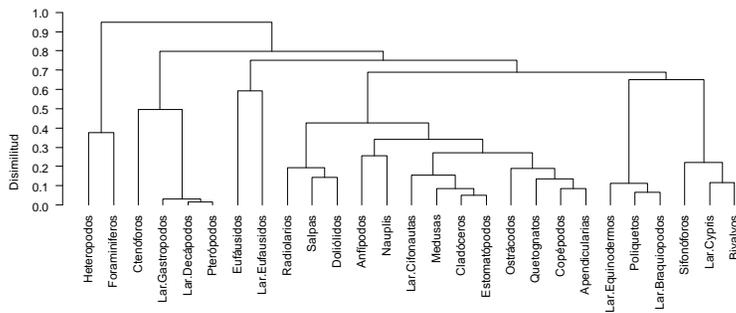


**Figura 48.** Distribución espacial de los valores los índices comunitarios: a) índice de riqueza específica de Margalef, b) índice diversidad de Shannon & Weaver y c) índice de riqueza uniformidad de Pielou. Crucero RECLAN 1312.

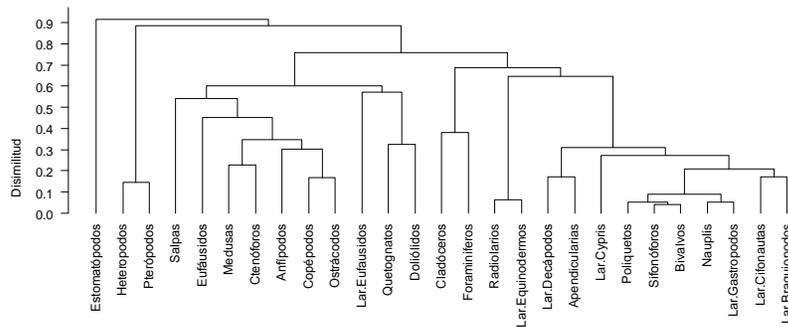
**Norte [18°25' - 20°00']**



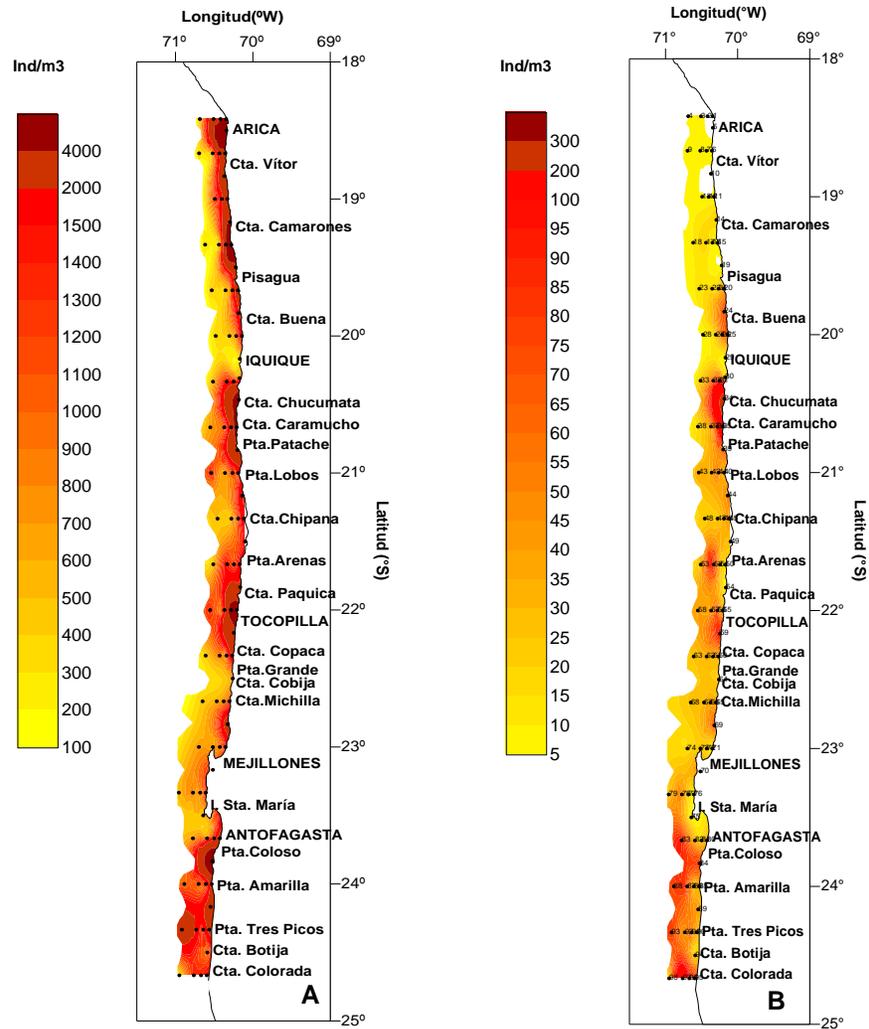
**Centro [20°20' - 22°30']**



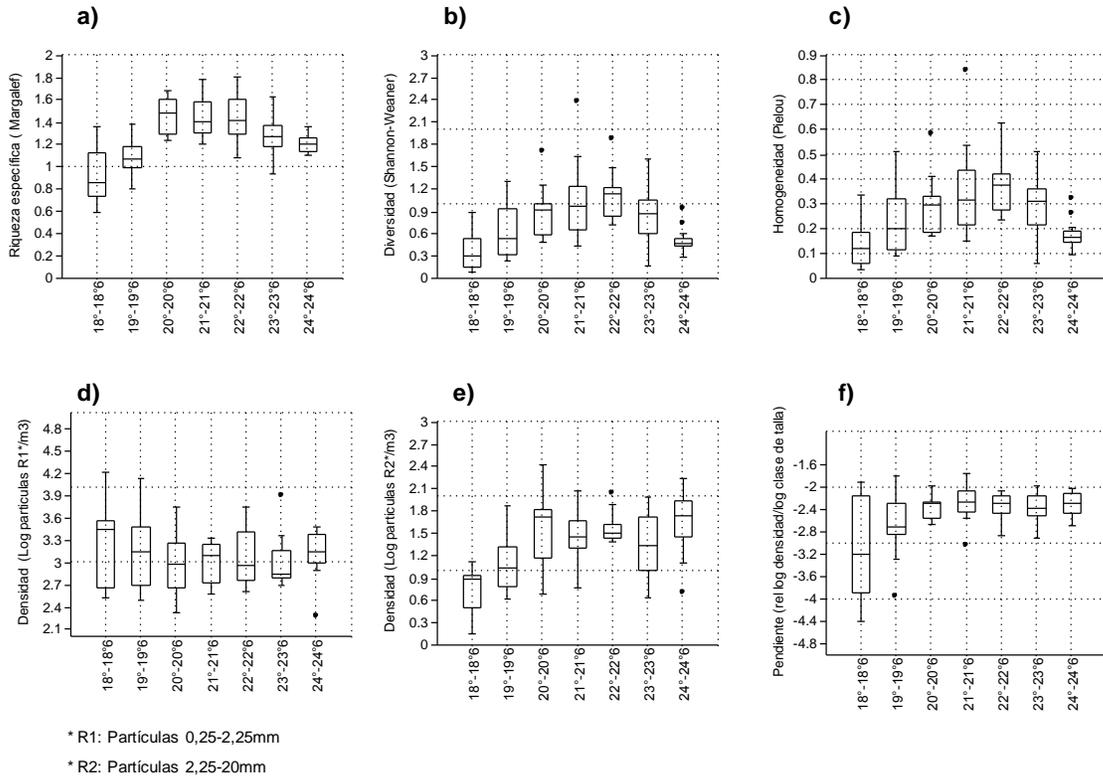
**Sur [22°40' - 24°40']**



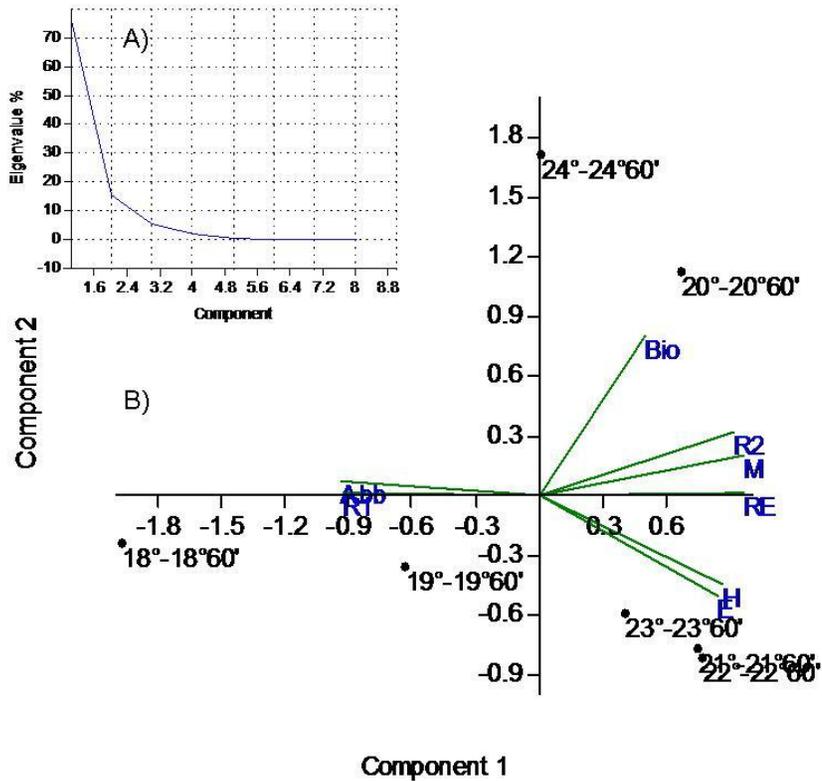
**Figura 49.** Dendrograma de asociación de grupos zooplanctónicos para análisis diferenciados por zona latitudinal. Crucero RECLAN 1312.



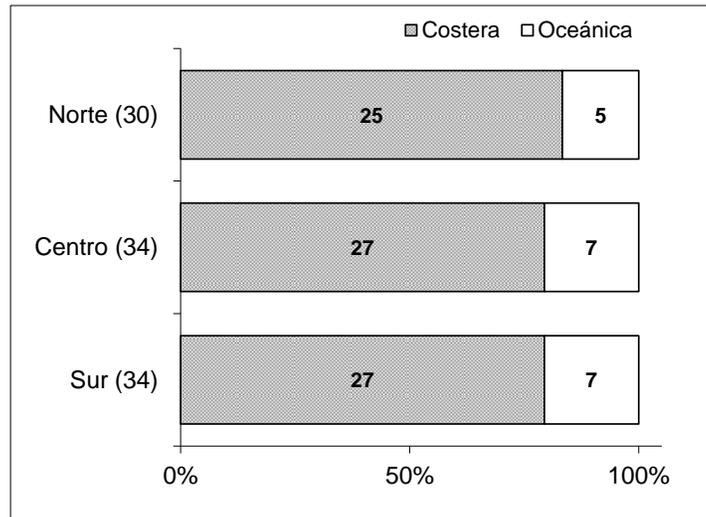
**Figura 50.** Abundancia de los organismos zooplanctónicos (ind/m<sup>3</sup>): a) Menores a 2,25 mm de longitud, b) Mayores a 2,25 mm de longitud. Crucero RECLAN 1312.



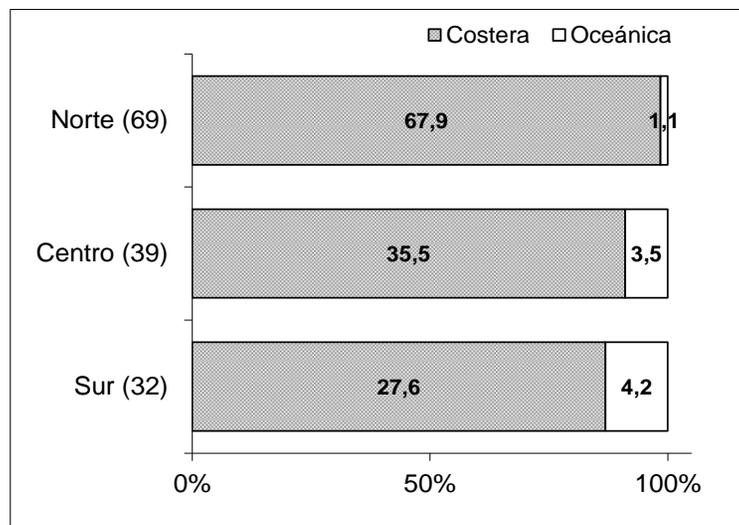
**Figura 51.** Diagramas de caja y bigotes de las variables agrupadas por latitud: a) Riqueza específica, b) Diversidad, c) Homogeneidad, d) Densidad de partículas (R1), e) Densidad de partículas (R2) y f) Pendiente, obtenidas en los análisis comunitarios y por tamaños del mesozooplancton. Crucero RECLAN 1312.



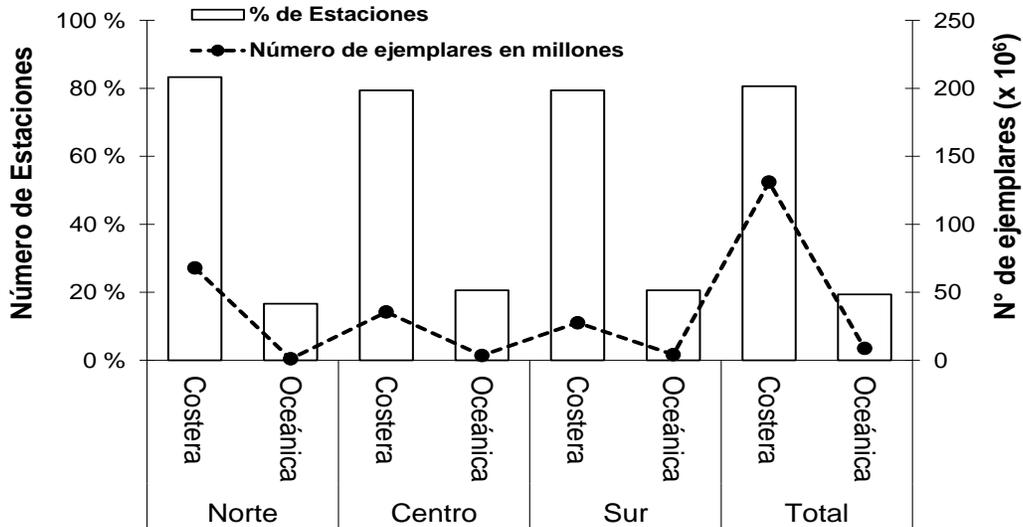
**Figura 52.** Gráficas de los resultados derivados del análisis por componentes principales (ACP): A) Gráfico de sedimentación (Scree plot) y B) Gráfico (biplot) de los componentes principales 1 y 2.



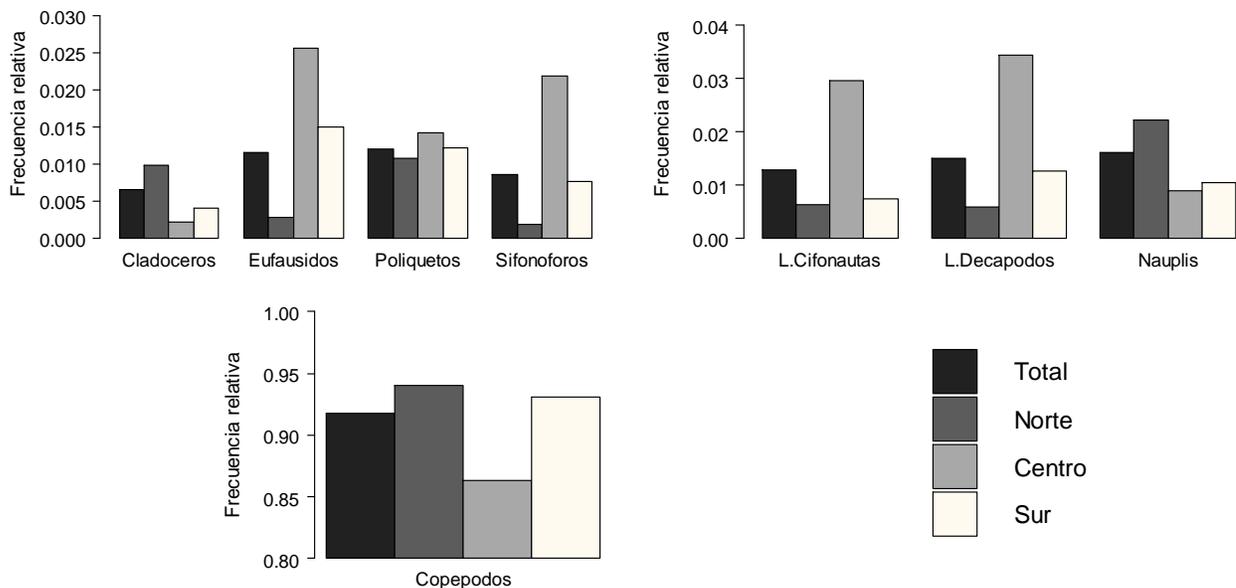
**Figura 53.** Proporción de estaciones observadas por distancia a la costa y separadas por zona. Valores al interior de las barras y entre paréntesis en el eje de las ordenadas corresponden a los tamaños de muestra Crucero RECLAN 1312.



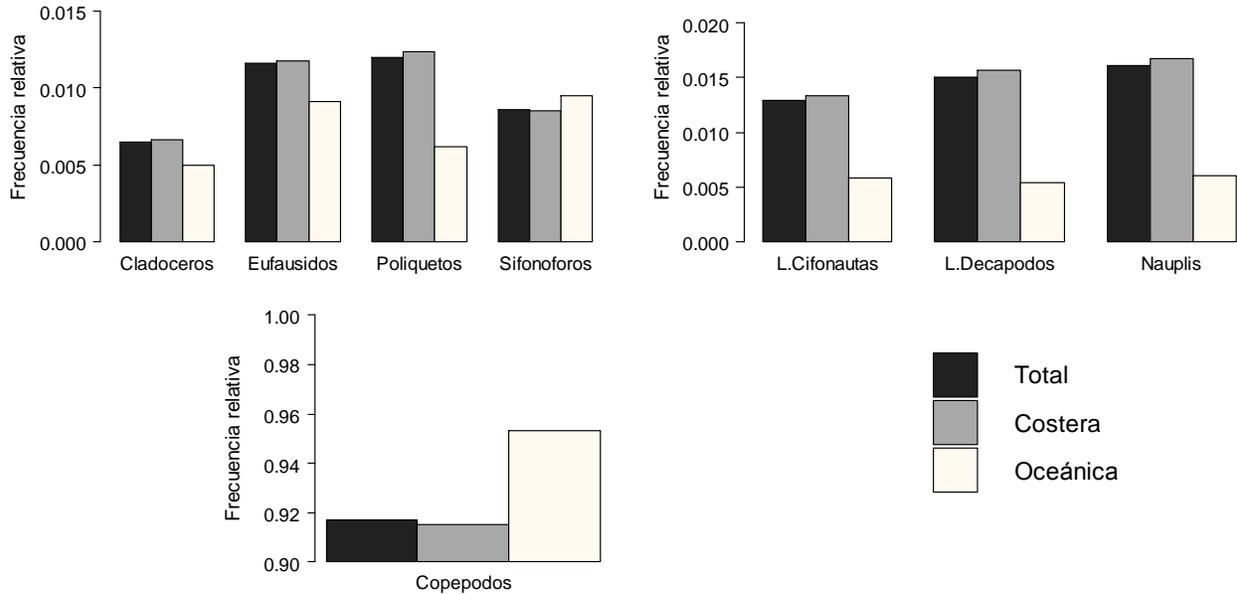
**Figura 54.** Proporción del número de taxis observadas por distancia a la costa y separadas por zona. Valores al interior de las barras y entre paréntesis en el eje de las ordenadas corresponden al número de taxis en millones. Crucero RECLAN 1312.



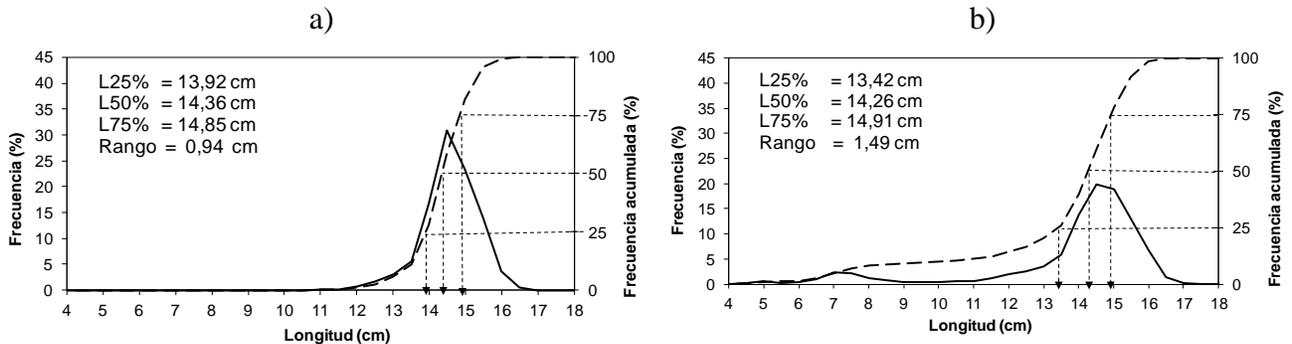
**Figura 55.** Porcentaje de estaciones y número de taxis (x 10<sup>6</sup>) respecto de la distancia a la costa y la zona. Crucero RECLAN 1312.



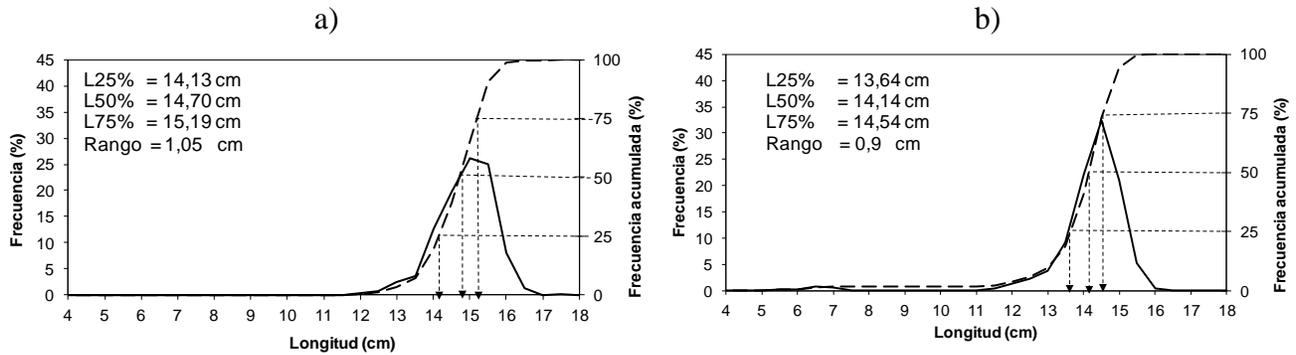
**Figura 56.** Composición de la estructura zooplanctónica según zonificación latitudinal y para el área total, separados por el porcentaje de frecuencia relativa de cada grupo de taxa. Crucero RECLAN 1312.



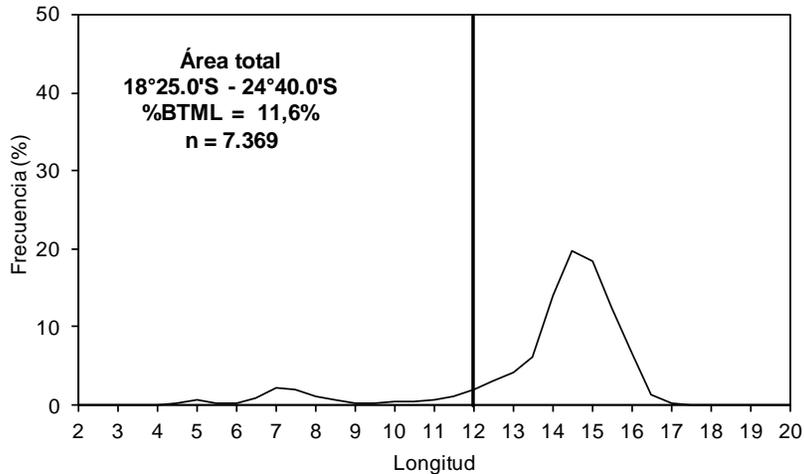
**Figura 57.** Composición de la estructura zooplanctónica según distancia a la costa y para el área total, separados por el porcentaje de frecuencia relativa de cada grupo de taxa. Cruceiro RECLAN 1312



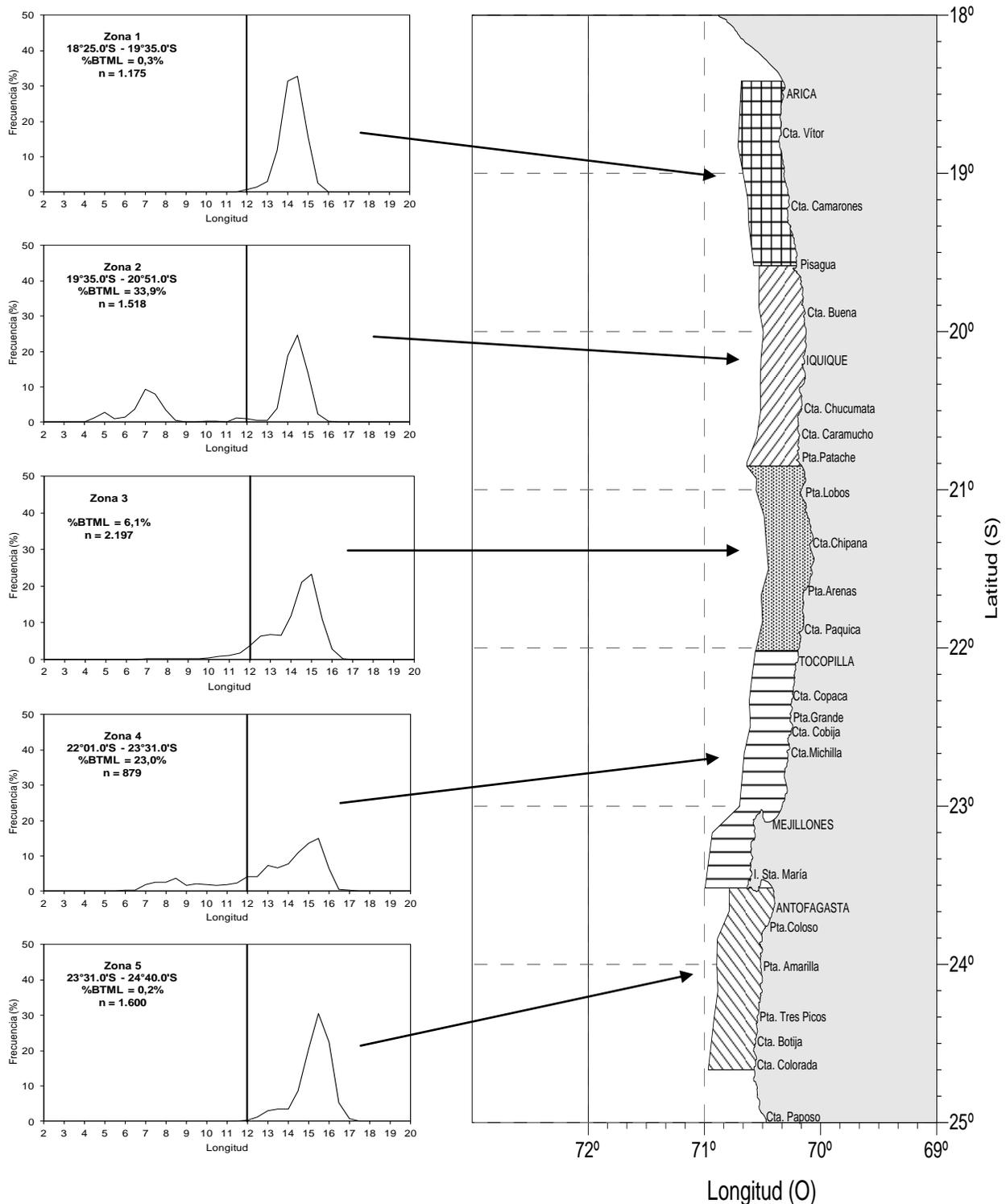
**Figura 58.** Estructura de tallas y ojivas de selectividad de anchoveta: a) Total de lances positivos de anchoveta flota cerquera XV a II Región. Diciembre 2013 y b) Total de lances positivos de anchoveta con arrastre de media agua B/C Abate Molina. XV a II Reg., Diciembre -2013.



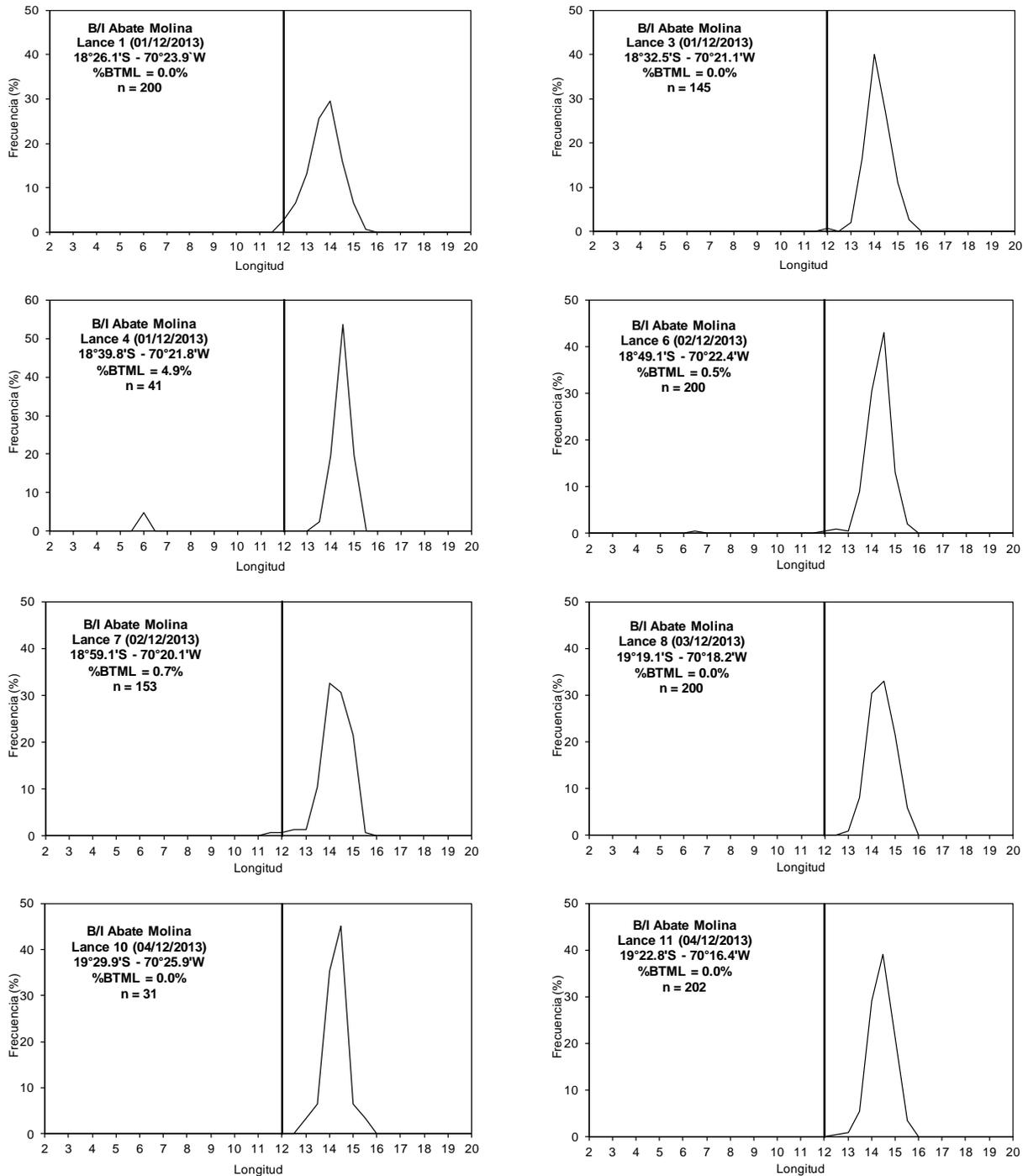
**Figura 59.** Estructura de tallas y ojivas de selectividad de anchoveta. Lances con correspondencia temporal y espacial. Regiones XV a II, período diciembre 2013: a) de cerco y b) de arrastre de mediagua.



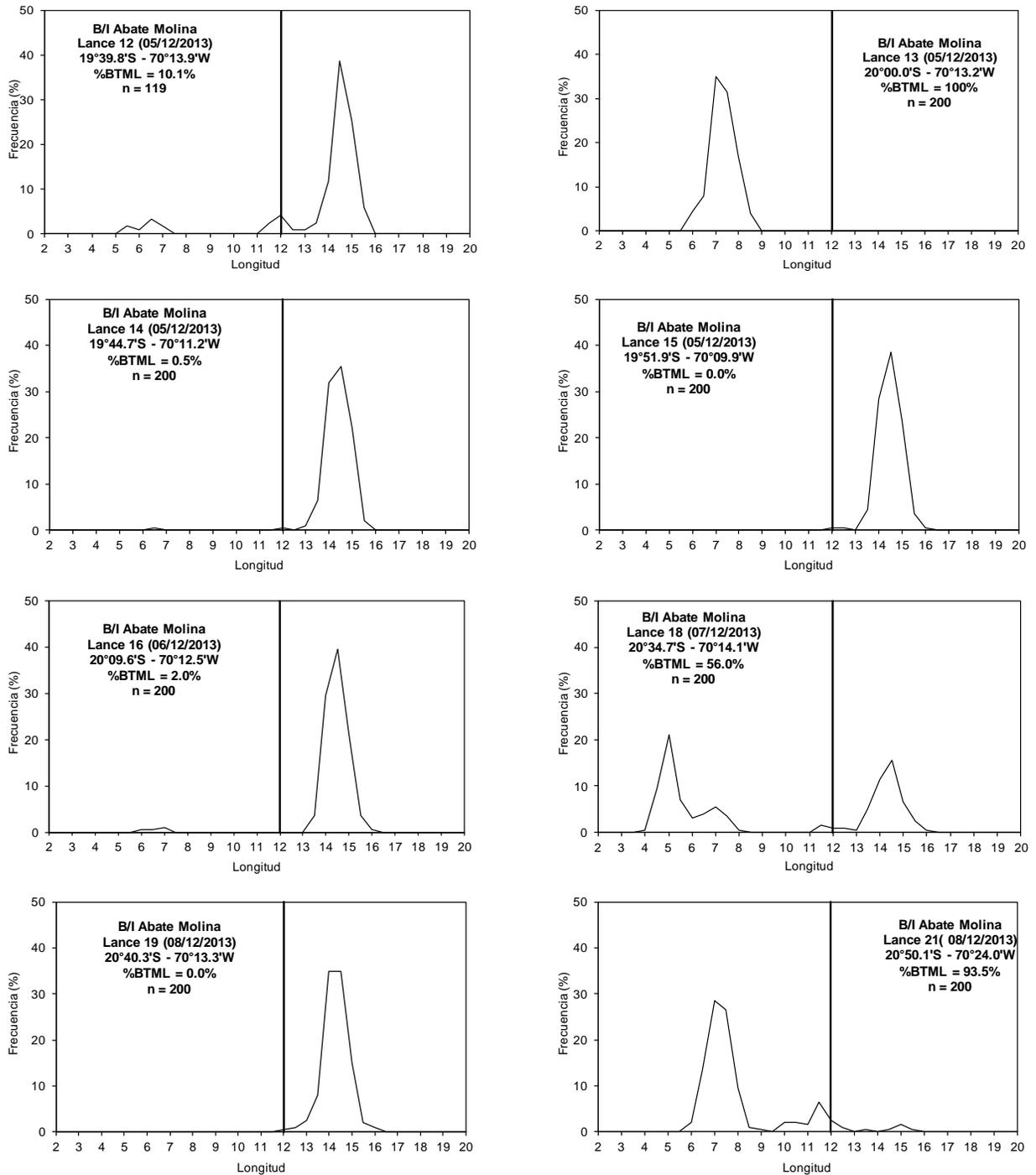
**Figura 60.** Estructura de tallas de anchoveta para la zona total. Crucero RECLAN 1312.



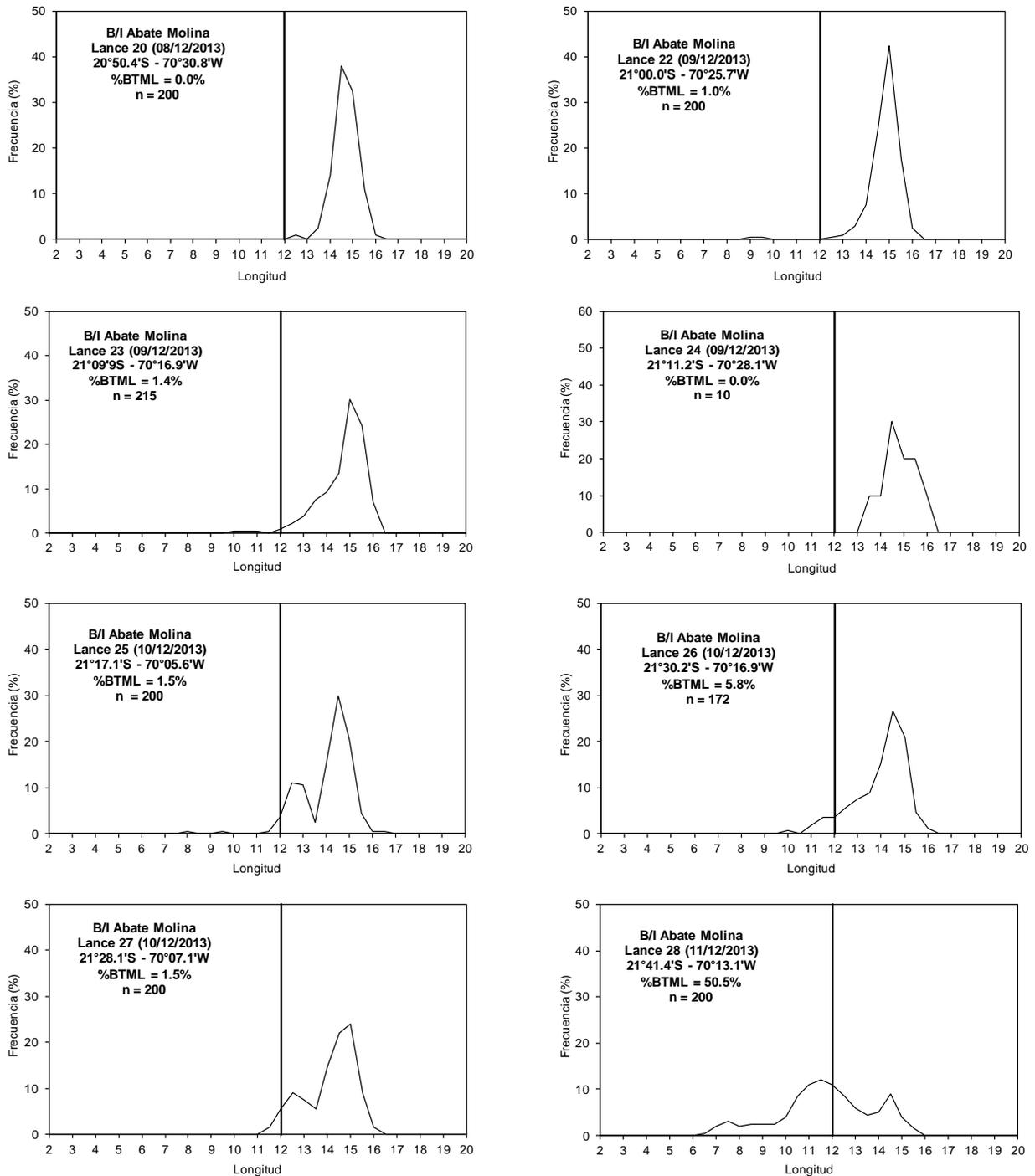
**Figura 61.** Estructura de talla de anchoveta por zona. Crucero RECLAN 1312.



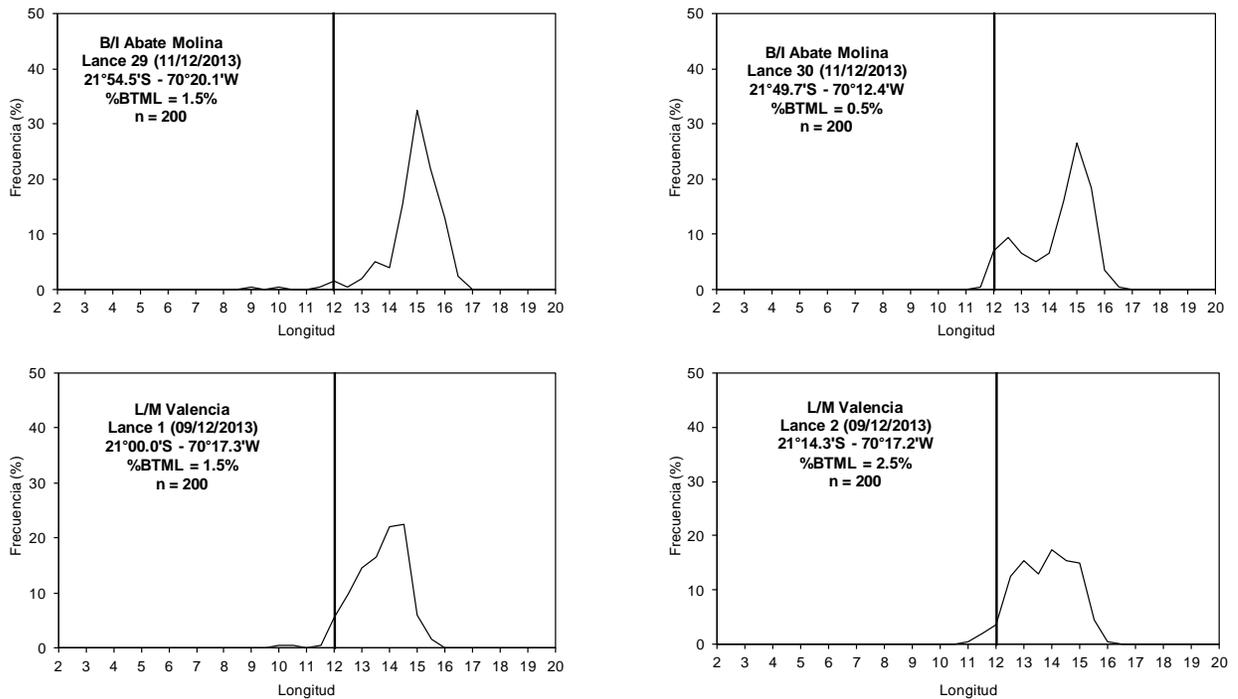
**Figura 62.** Estructura de tallas para anchoveta en la Zona 1, lances 1, 3, 4, 6, 7, 8, 10 y 11 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 1312.



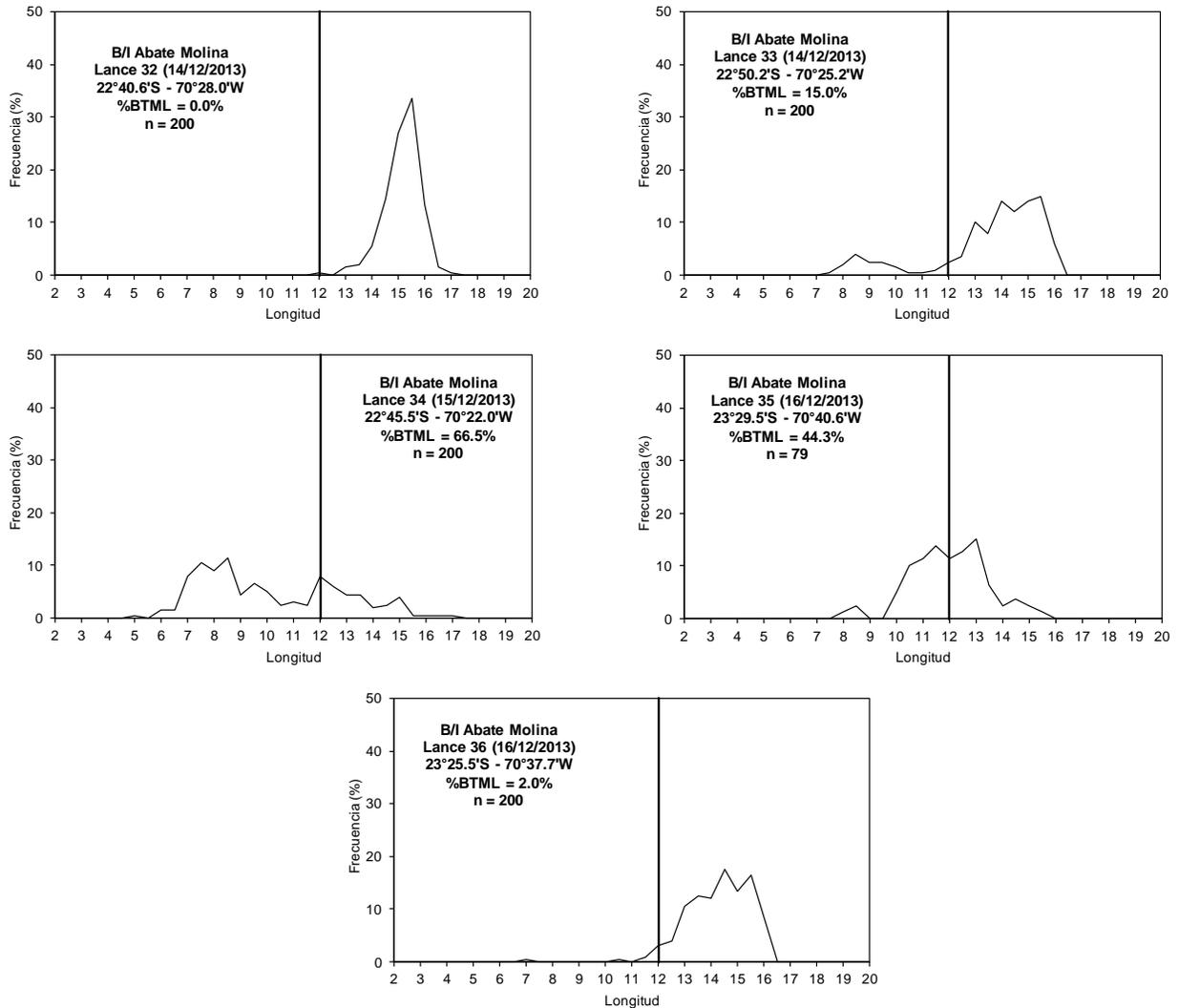
**Figura 63.** Estructura de tallas para anchoveta en la Zona 2, lances 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19 y 21 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 1312.



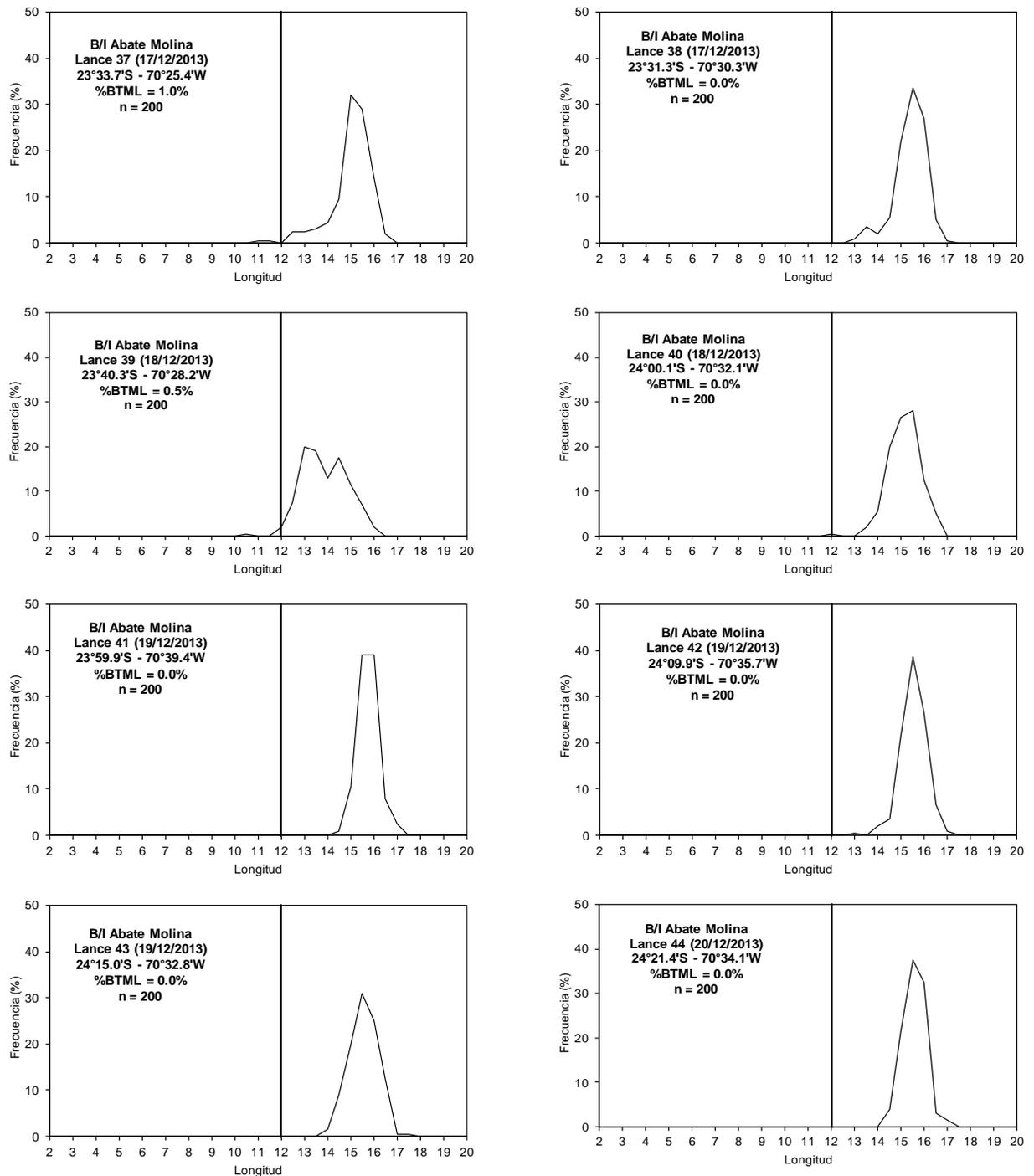
**Figura 64.** Estructura de tallas para anchoveta en la Zona 3, lances 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30 realizados por B/C Abate Molina y lances 1 y 2 por L/M Valencia. Crucero RECLAN1312.



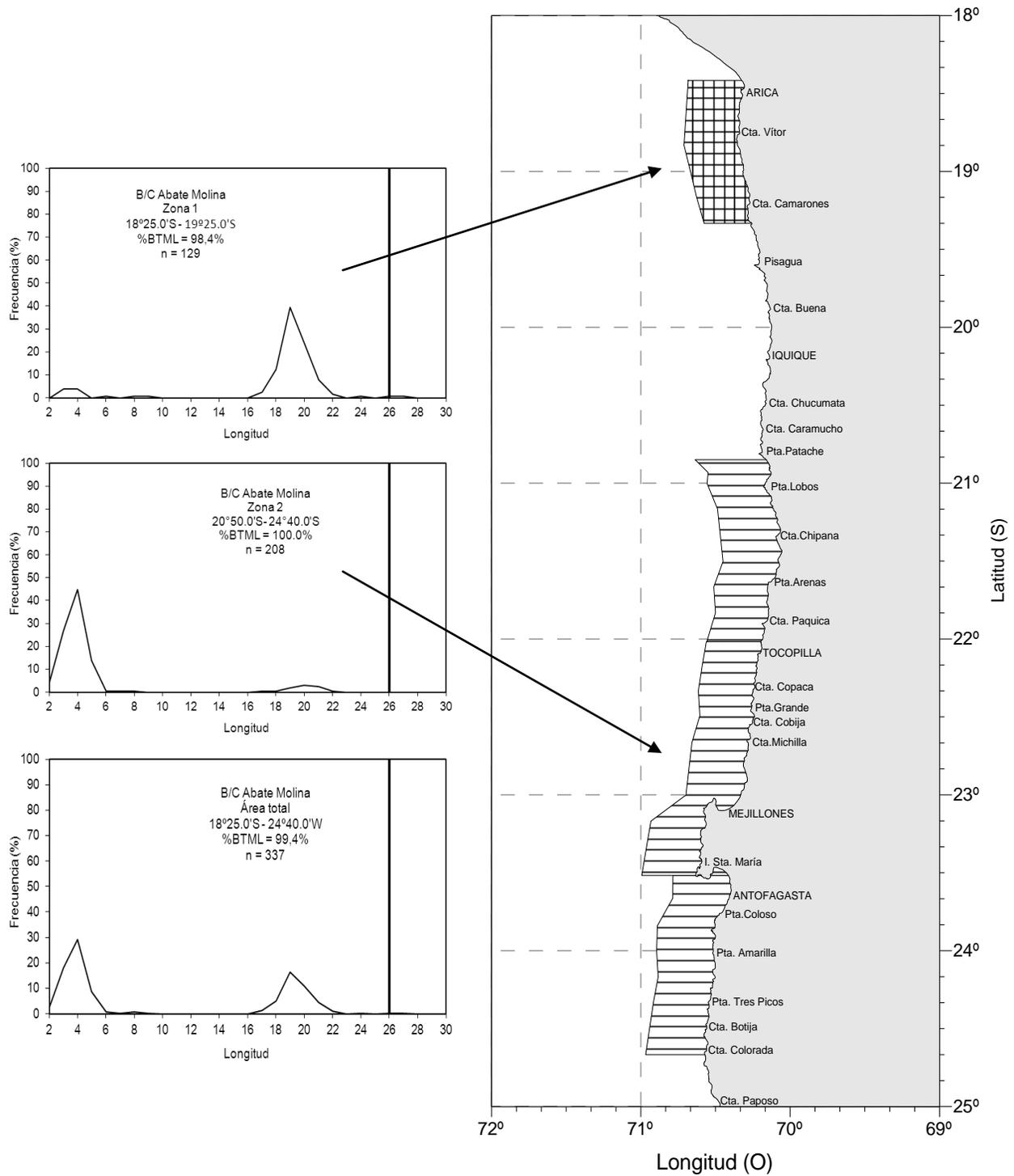
**Figura 64. (Cont.)** Estructura de tallas para anchoveta en la Zona 3, lances 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30 realizados por B/C Abate Molina y lances 1 y 2 por L/M Valencia. Crucero RECLAN1312.



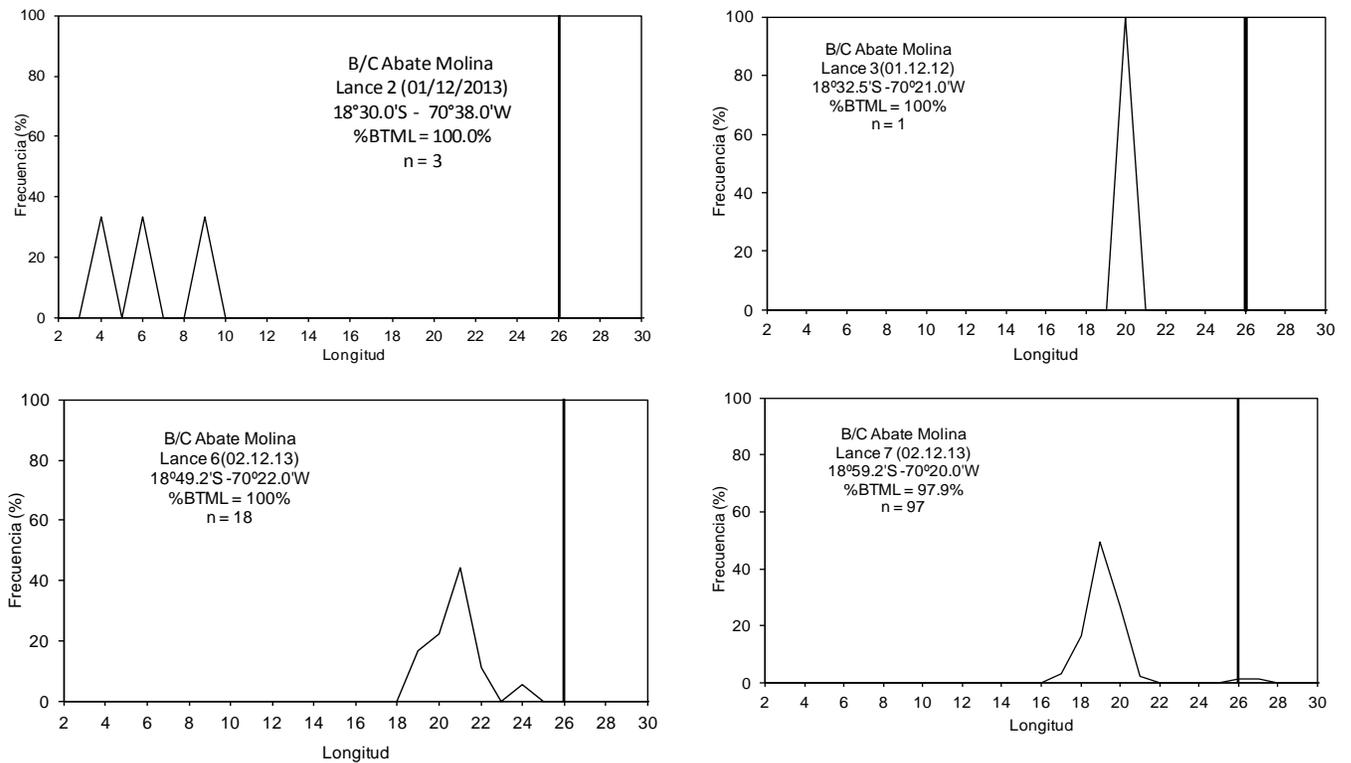
**Figura 65.** Estructura de tallas para anchoveta en la Zona 4, lances 32, 33, 34, 35 y 36 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 1312.



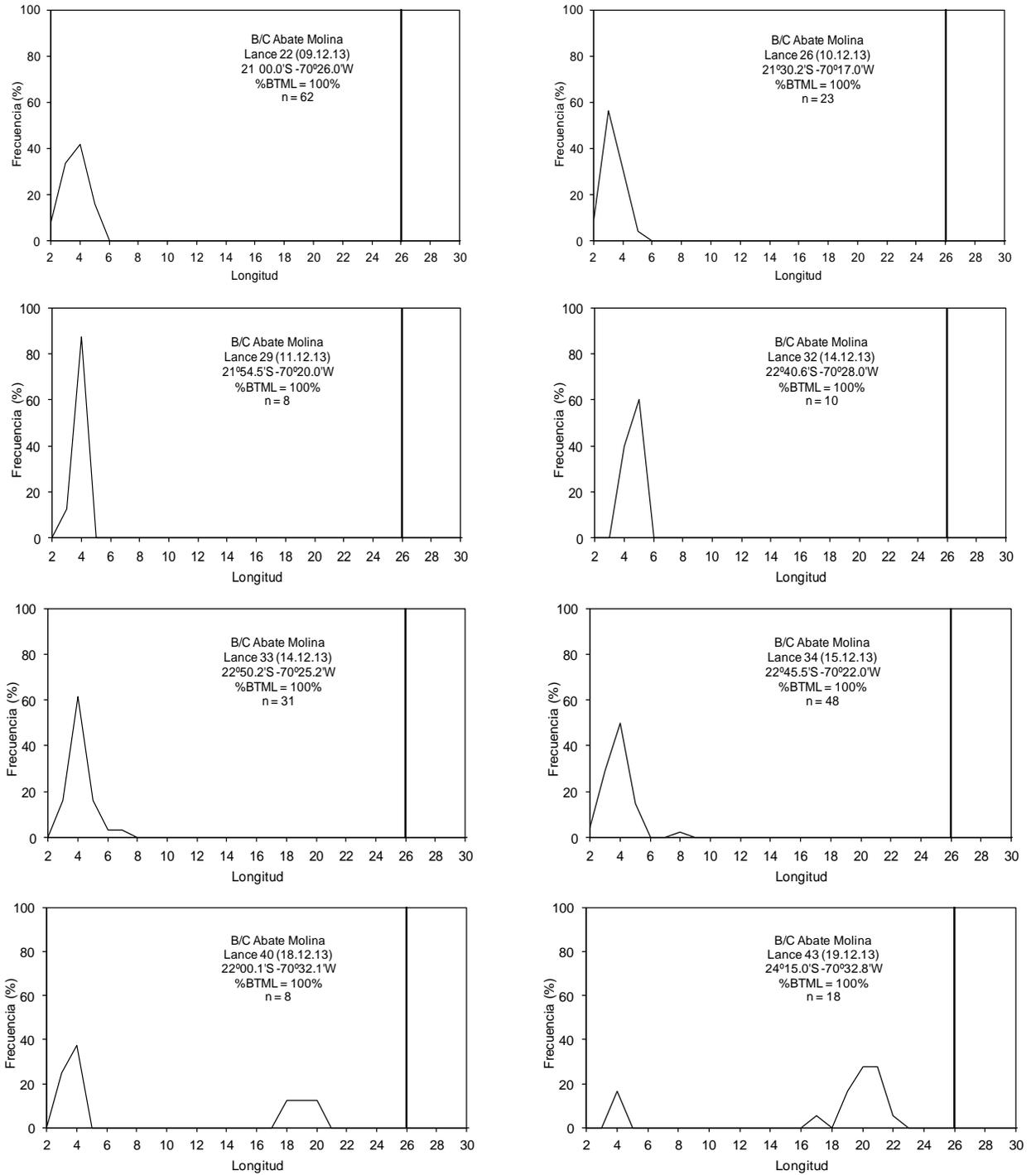
**Figura 66.** Estructura de tallas para anchoveta en la Zona 5, lances 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 y 44 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 1312.



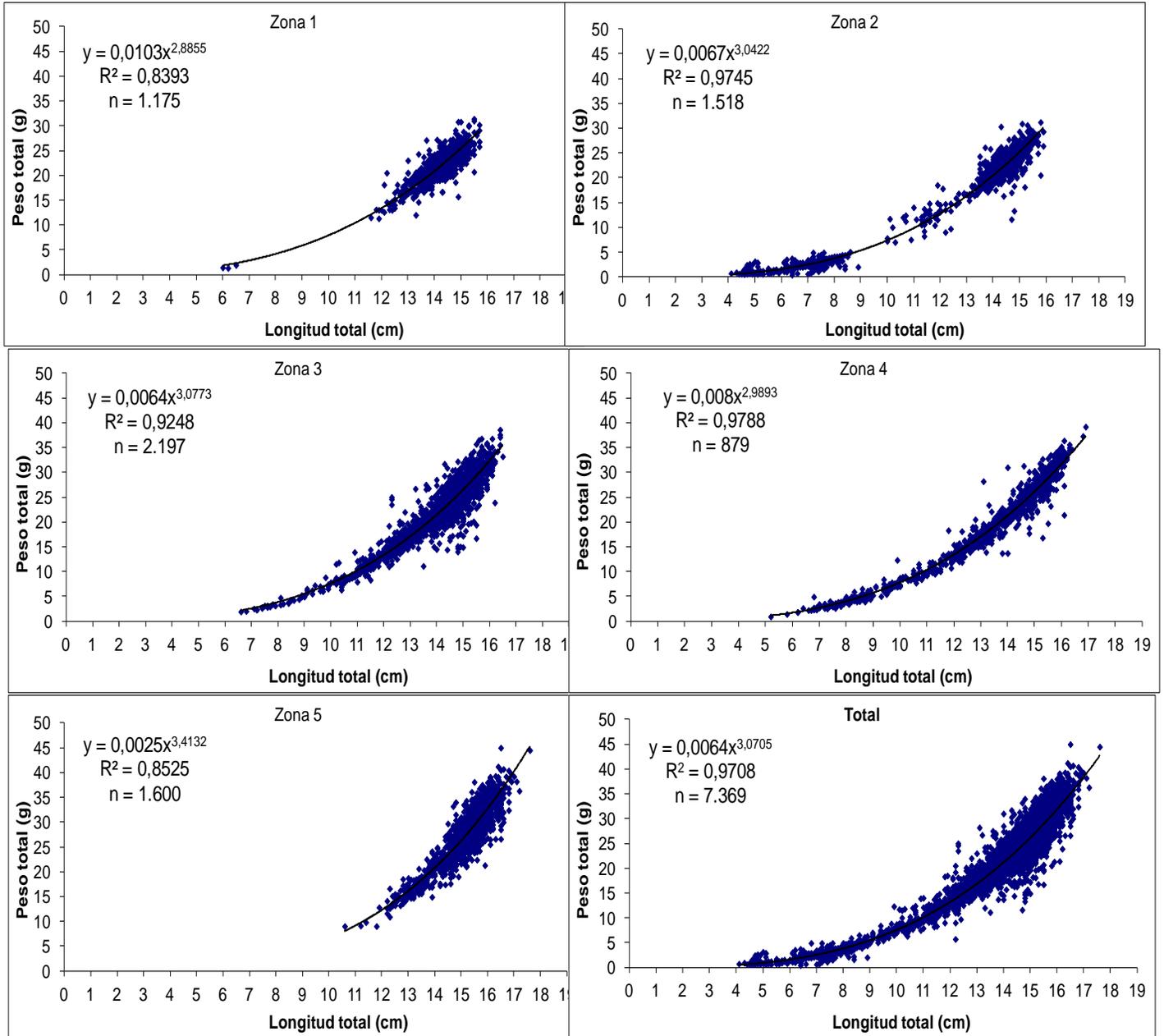
**Figura 67.** Estructura de tallas de jurel para la zona total. Crucero RECLAN 1312.



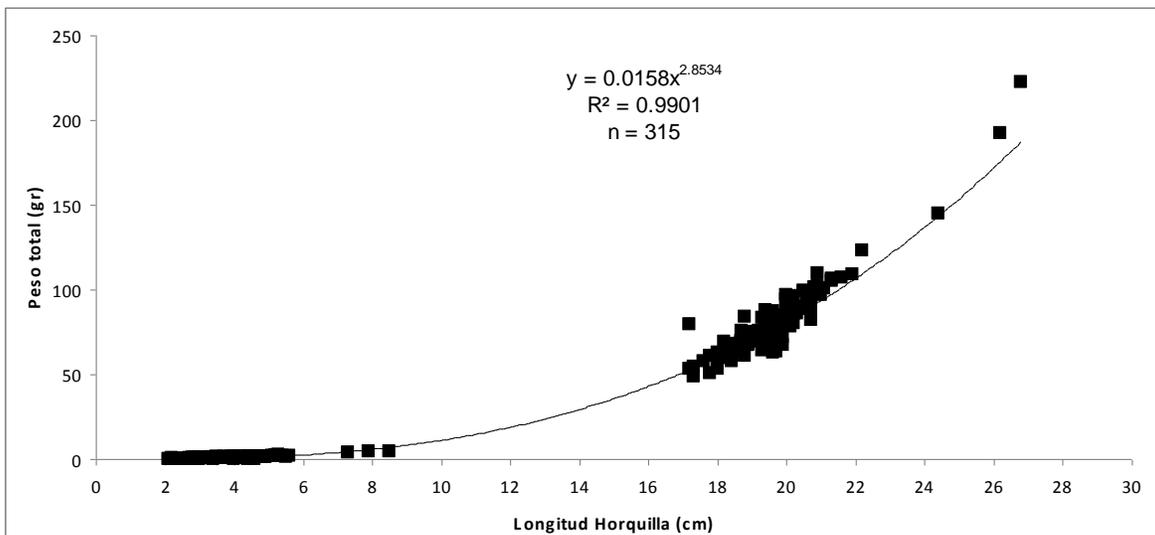
**Figura 68.** Estructura de tallas para jurel en la Zona 1, lances 2, 3, 6 y 7 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 1312.



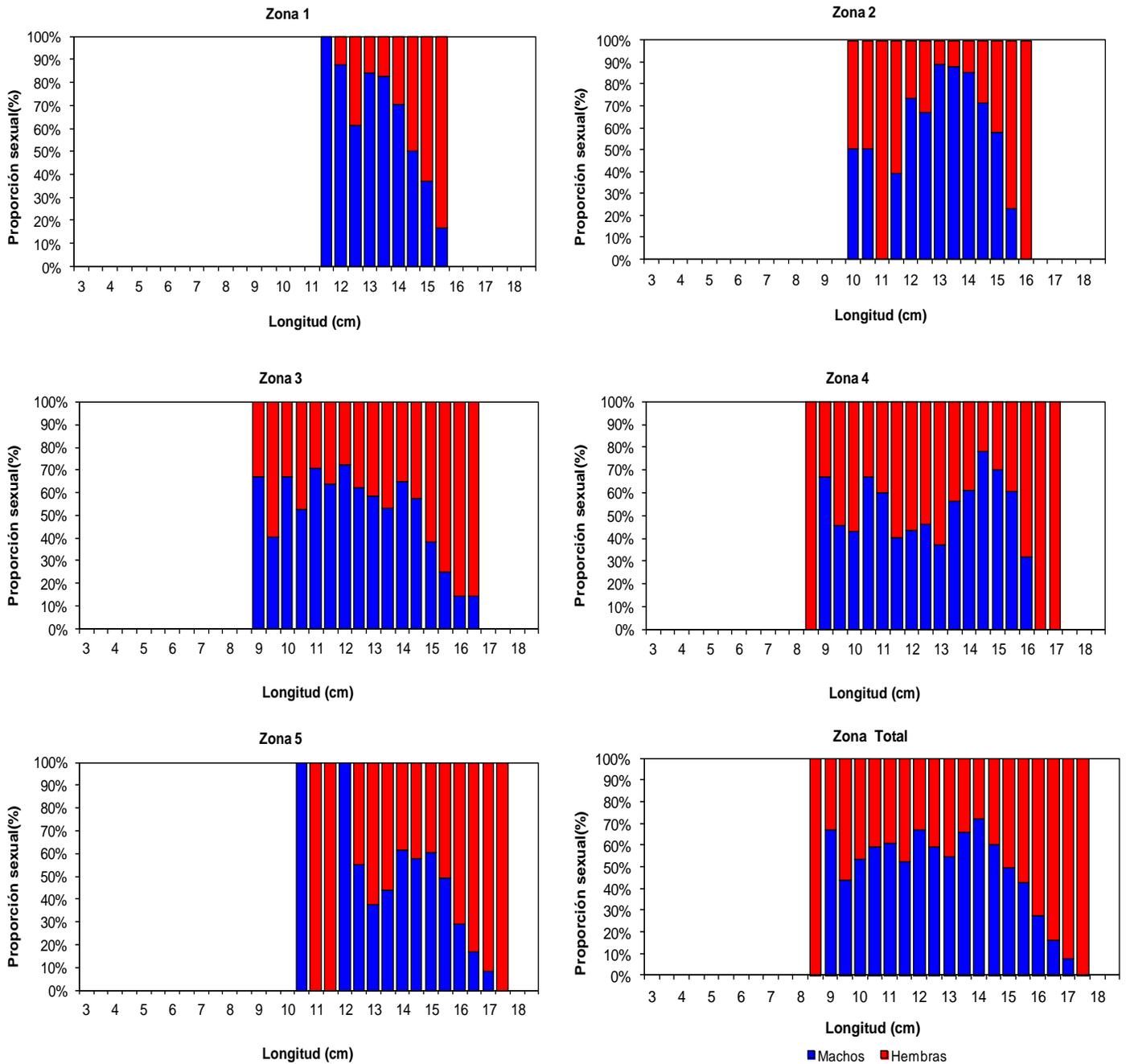
**Figura 69.** Estructura de tallas para jurel en la Zona 2. Lances 22, 26, 29, 32, 33, 34, 40, y 43 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 1312.



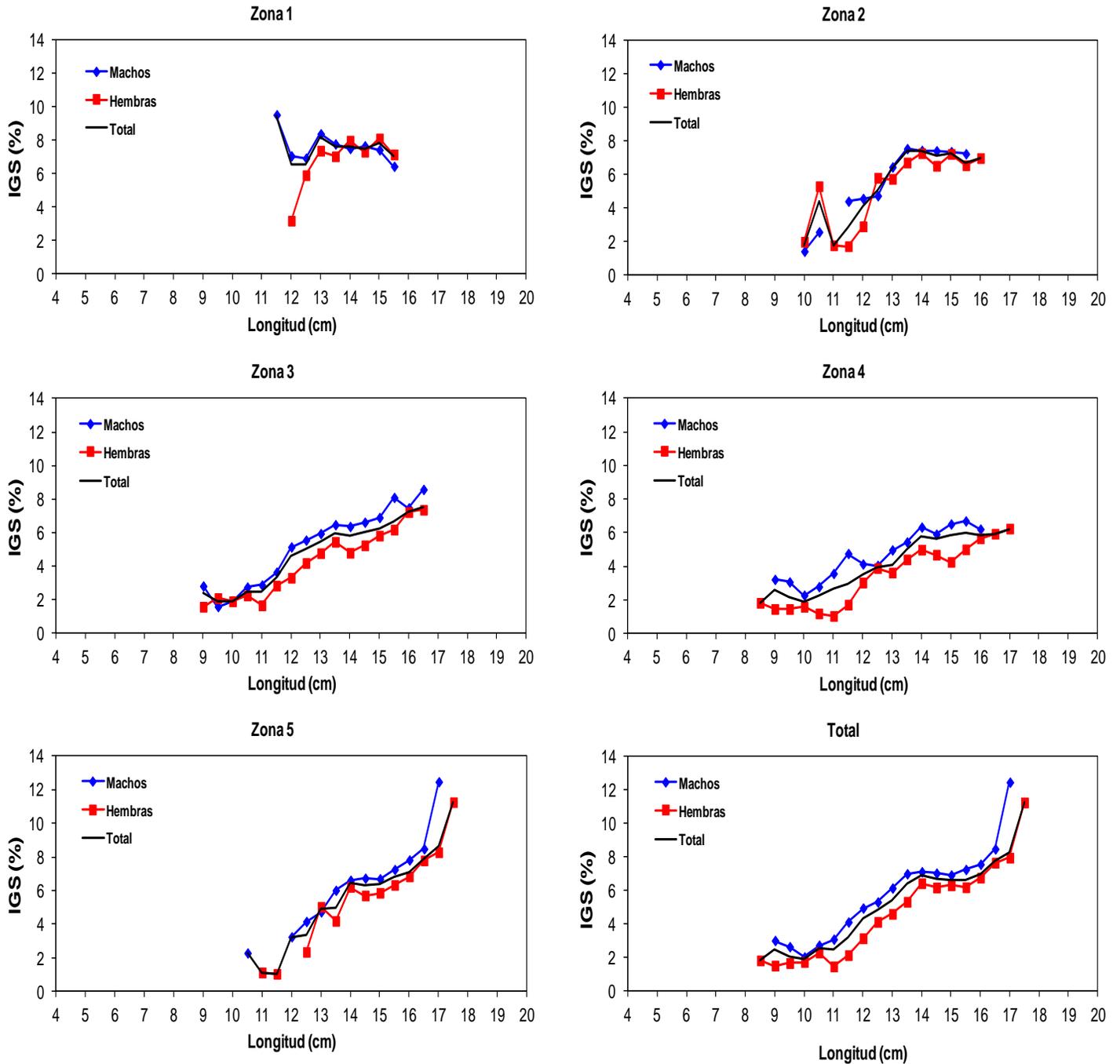
**Figura 70.** Relación longitud – peso establecida para anchoveta en cada subzona y en zona total. Crucero RECLAN 1312.



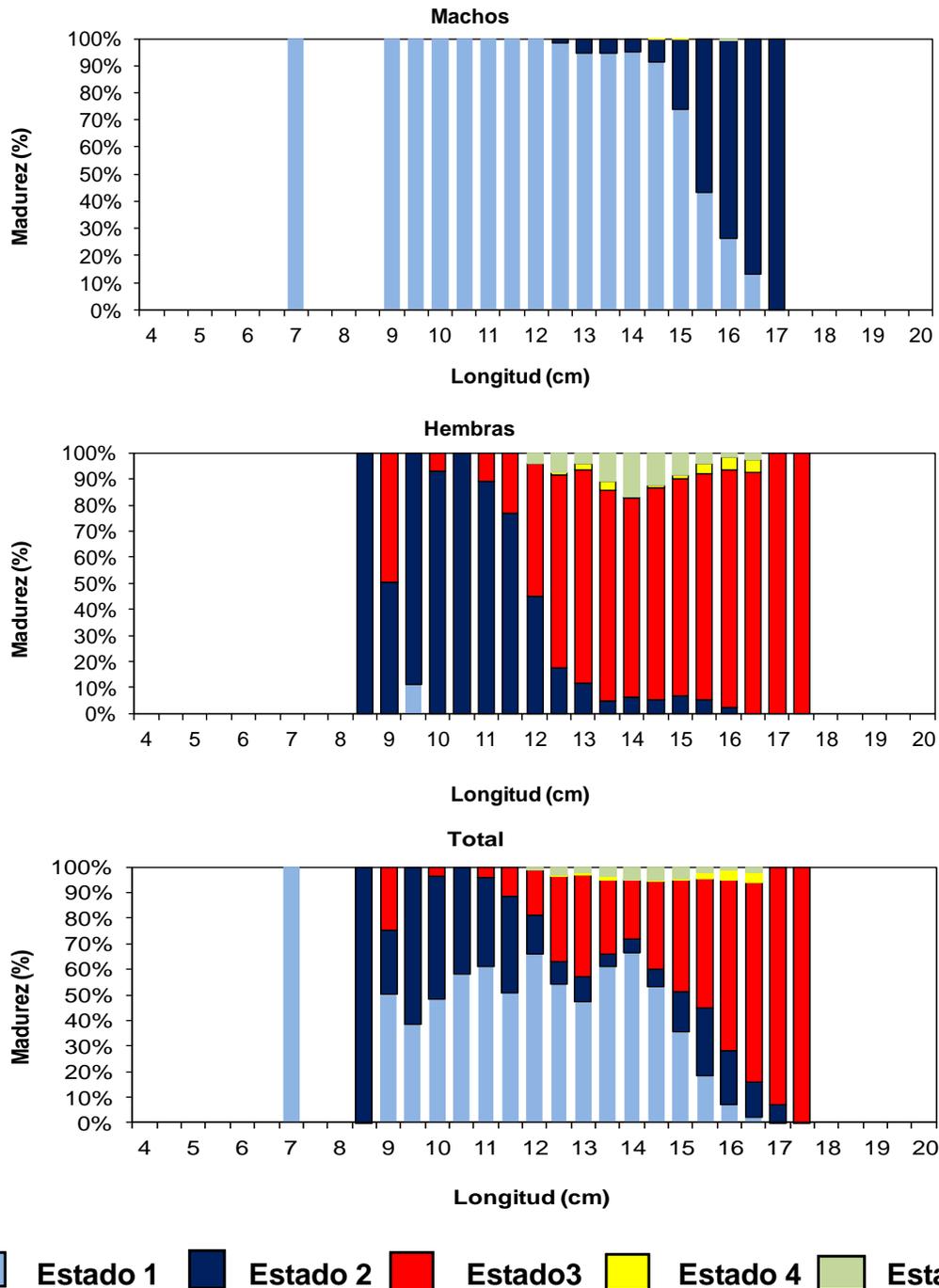
**Figura 71.** Relación longitud – peso establecida para jurel. Crucero RECLAN 1312.



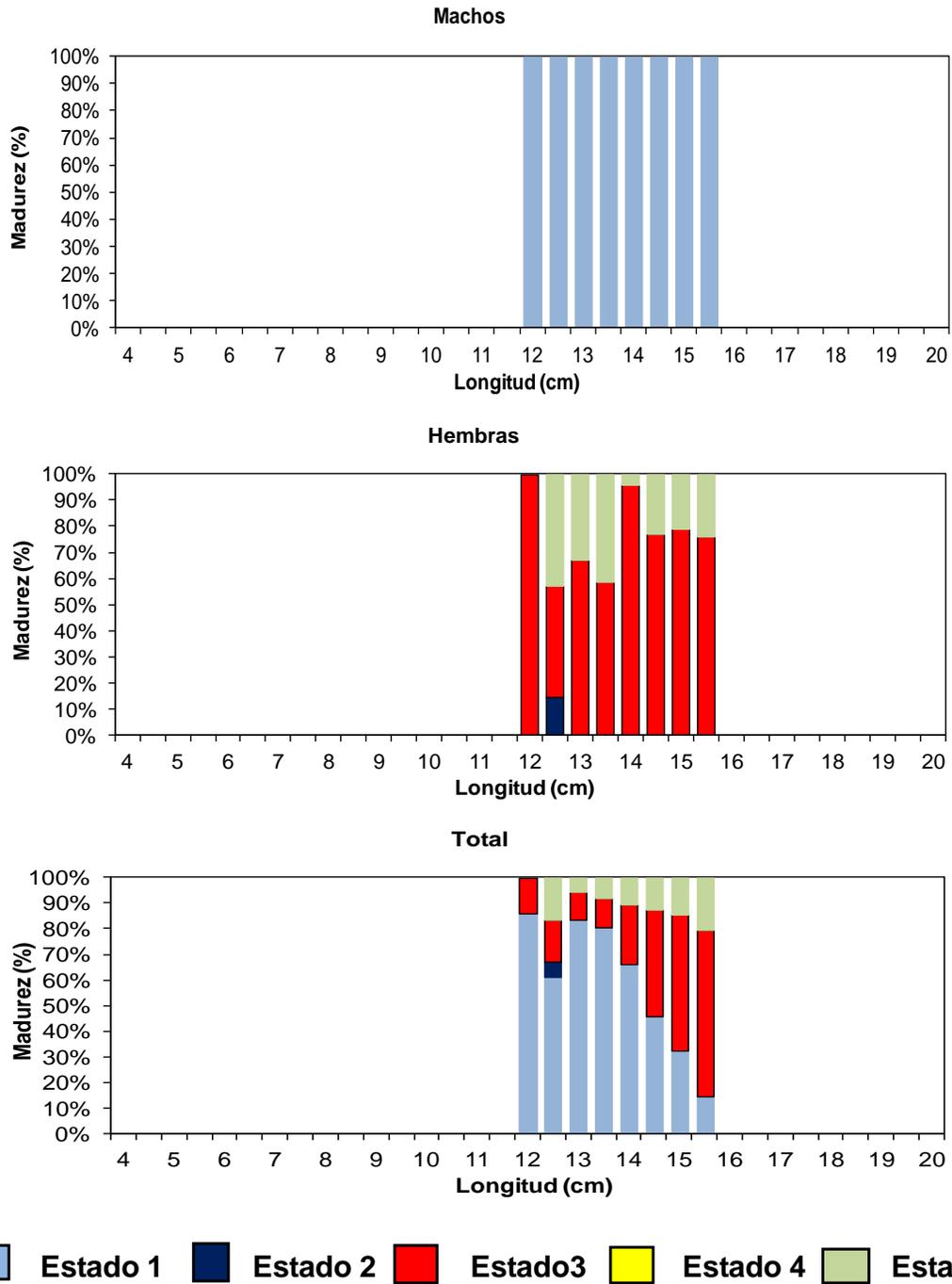
**Figura 72.** Proporción de machos y de hembras del total de ejemplares sexuados de anchoveta para cada subzona y para el total de la zona. Crucero RECLAN 1312.



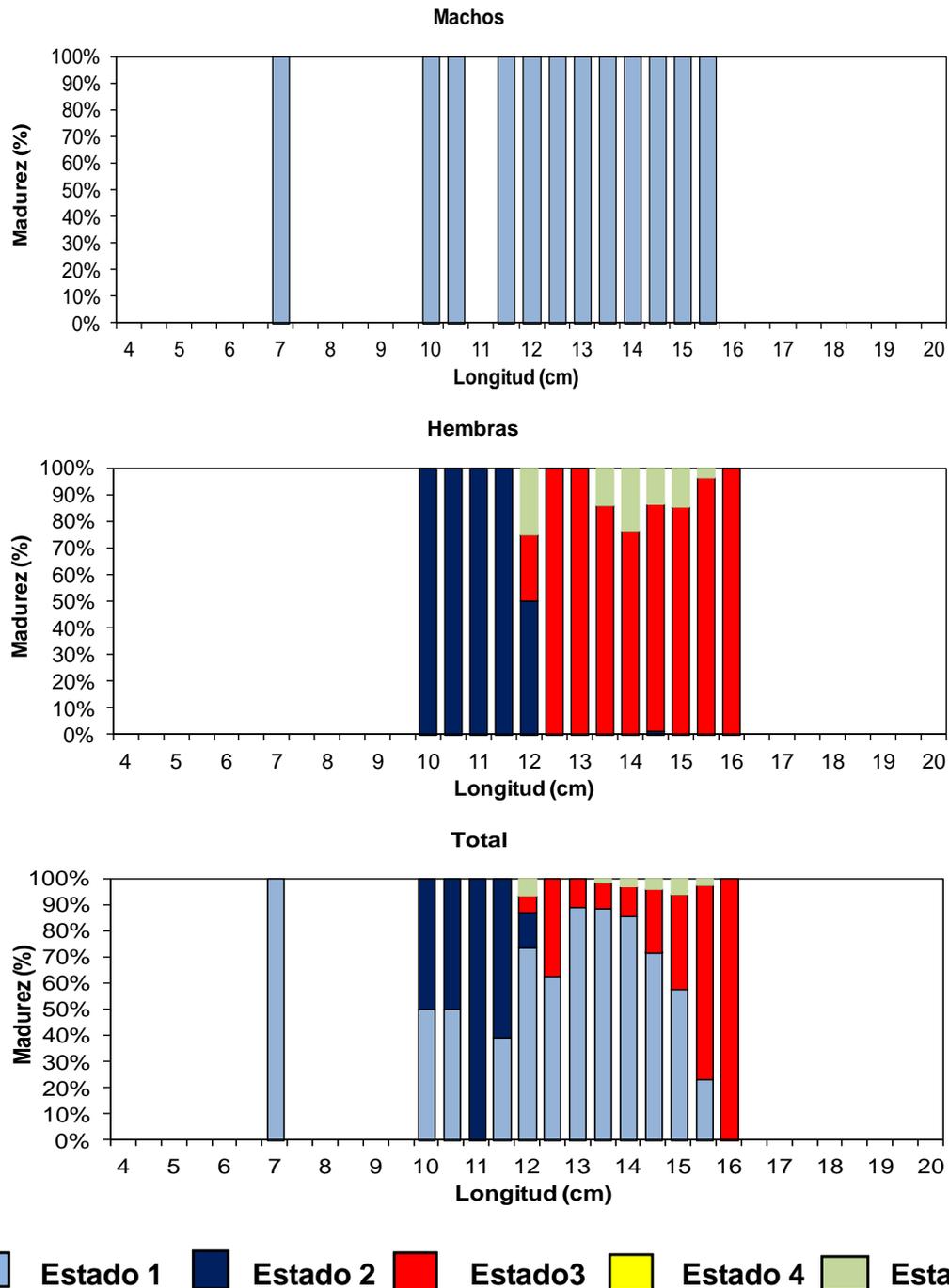
**Figura 73.** Índice gonadosomático de anchoveta por sexo para cada subzona y para la zona total. Crucero RECLAN 1312.



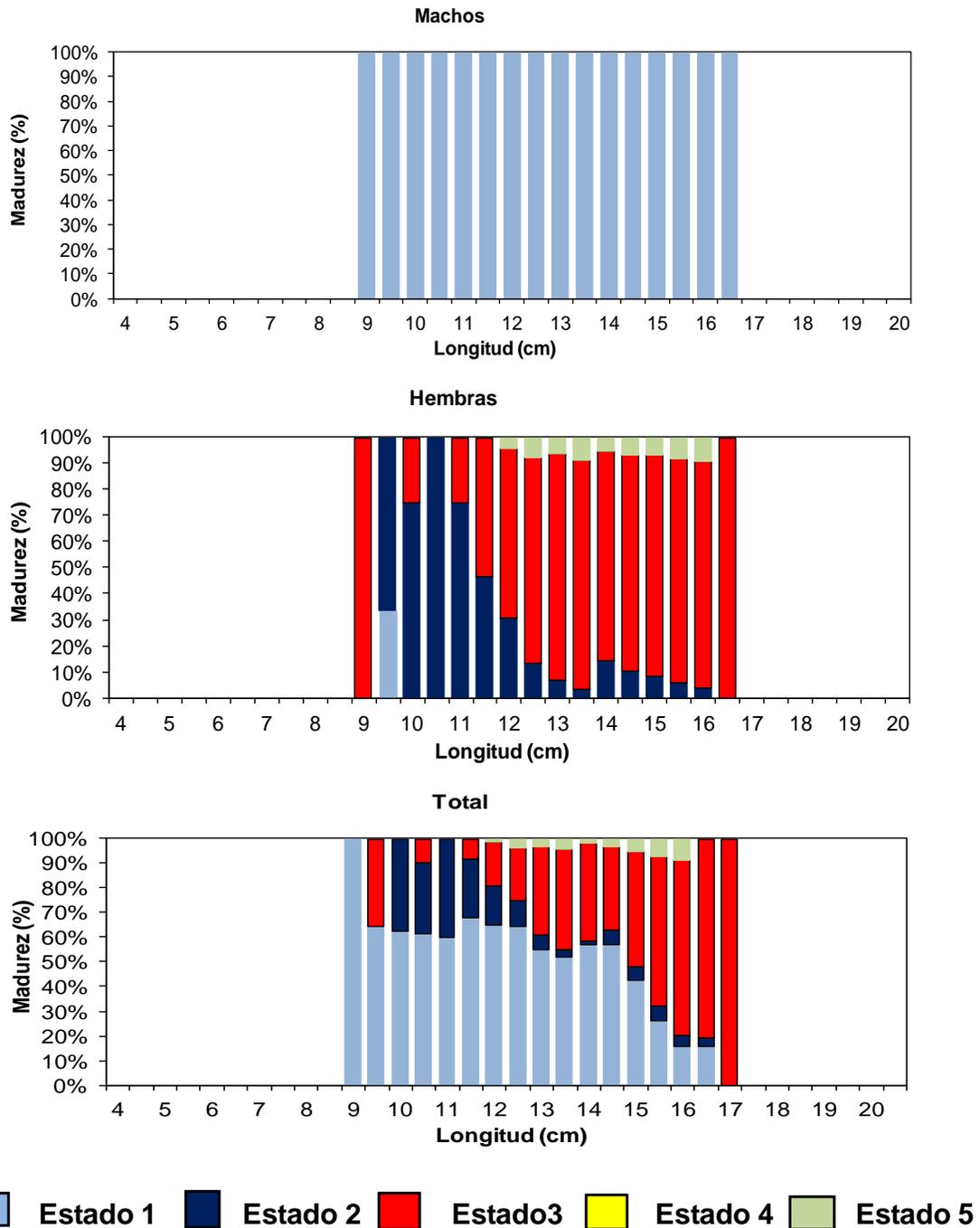
**Figura 74.** Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo y total, zona total. Crucero RECLAN 1312.



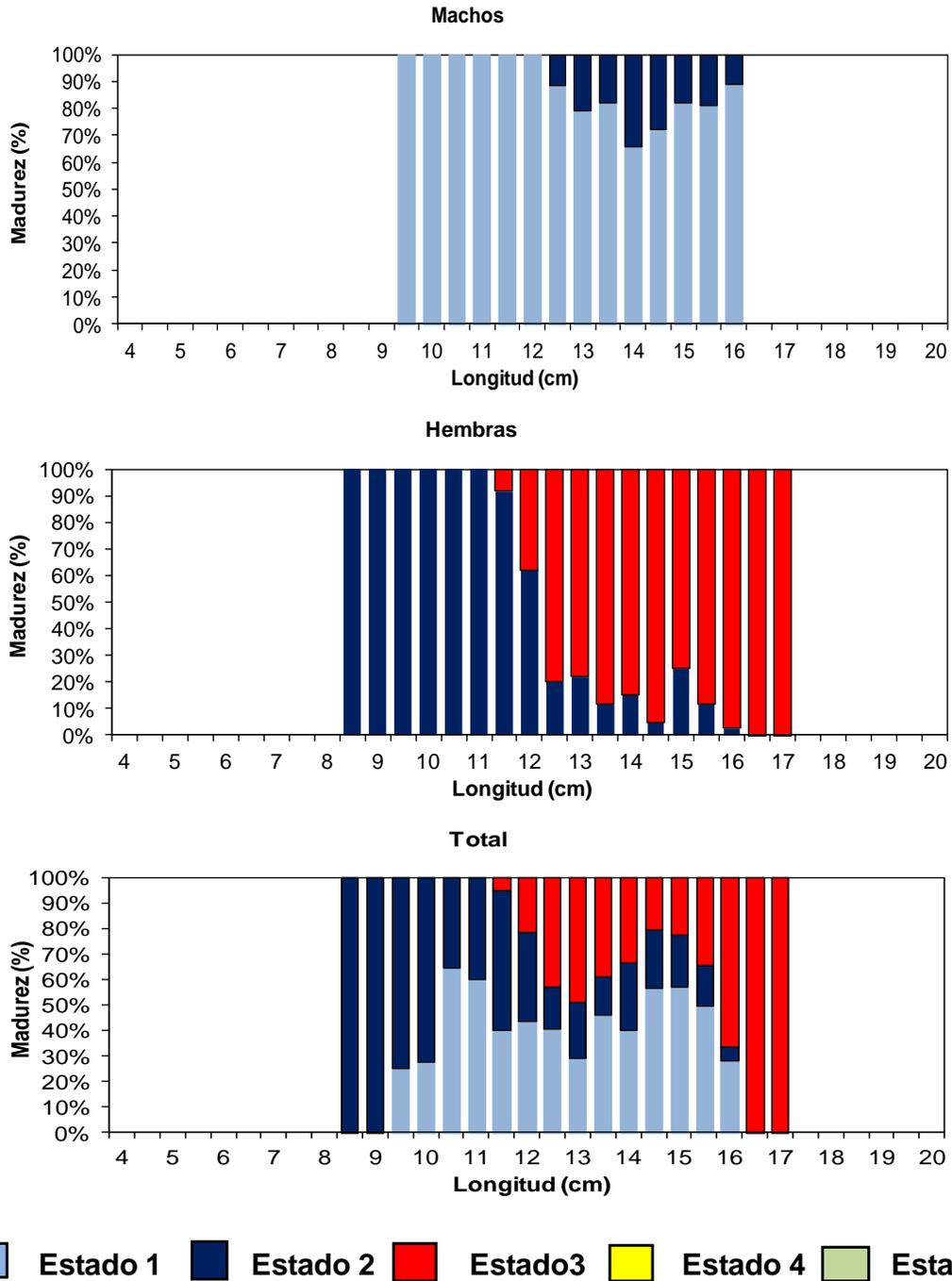
**Figura 75.** Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo y total, zona 1. Crucero RECLAN 1312.



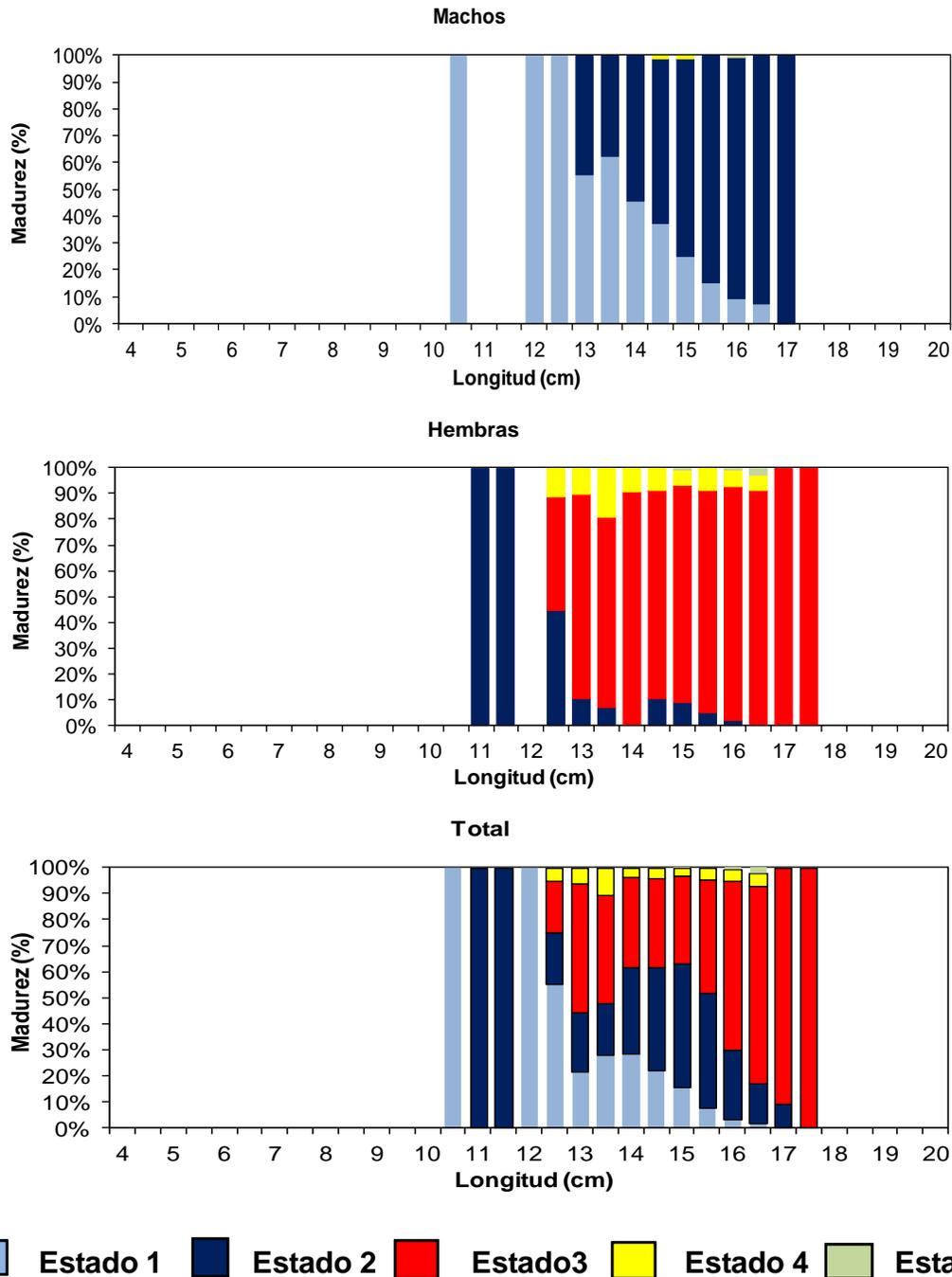
**Figura 76.** Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo y total, zona 2. Crucero RECLAN 1312.



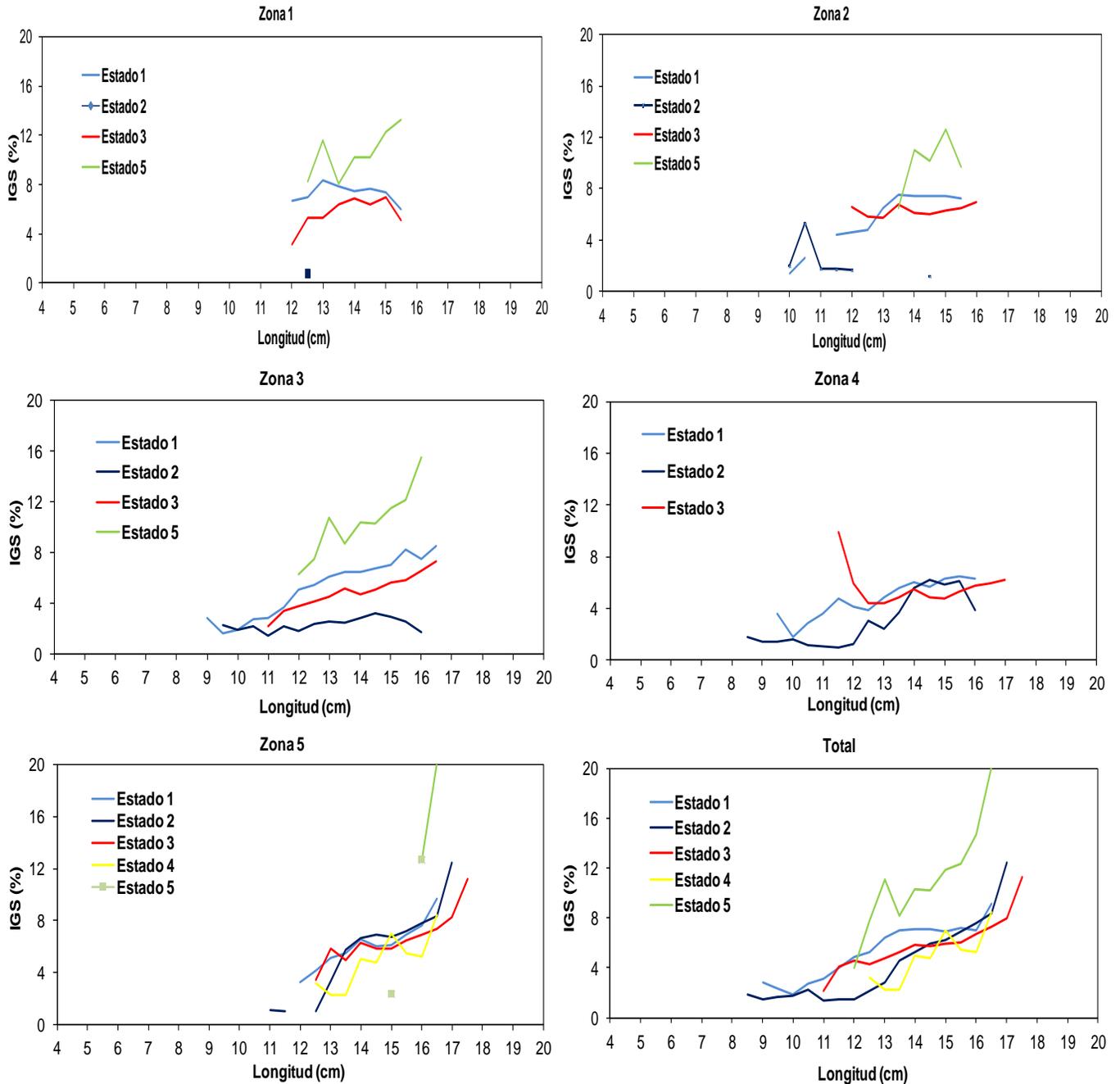
**Figura 77.** Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo y total, zona 3. Crucero RECLAN 1312.



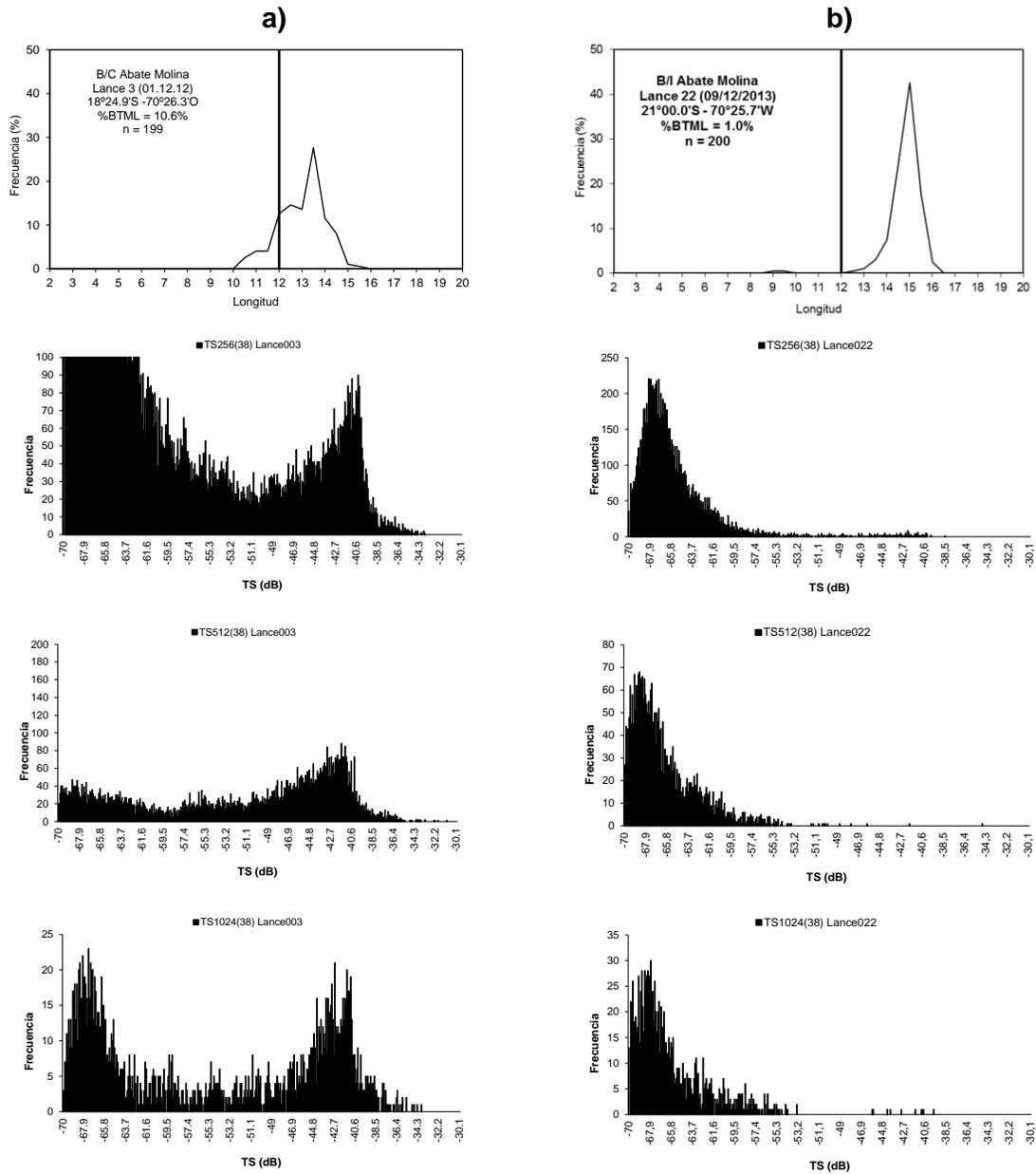
**Figura 78.** Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo y total, zona 4. Crucero RECLAN 1312.



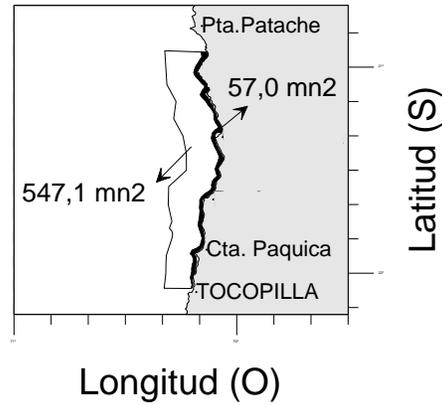
**Figura 79.** Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo y total, zona 5. Crucero RECLAN 1312.



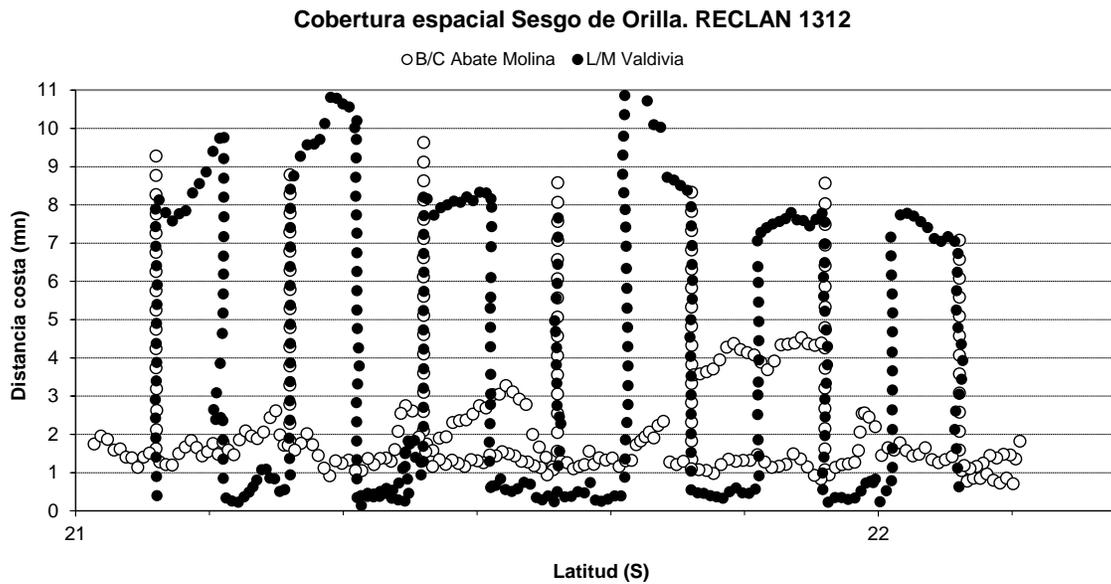
**Figura 80.** Índice gonadosomático (IGS) de anchoveta para cada subzona y zona total de estudio, en relación al estado de madurez sexual. Crucero RECLAN 1312.



**Figura 81.** Frecuencia de talla (cm) y frecuencia de TS (dB) a) presencia de blanco en el rango de anchoveta b) ausencia de blanco en el rango de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.

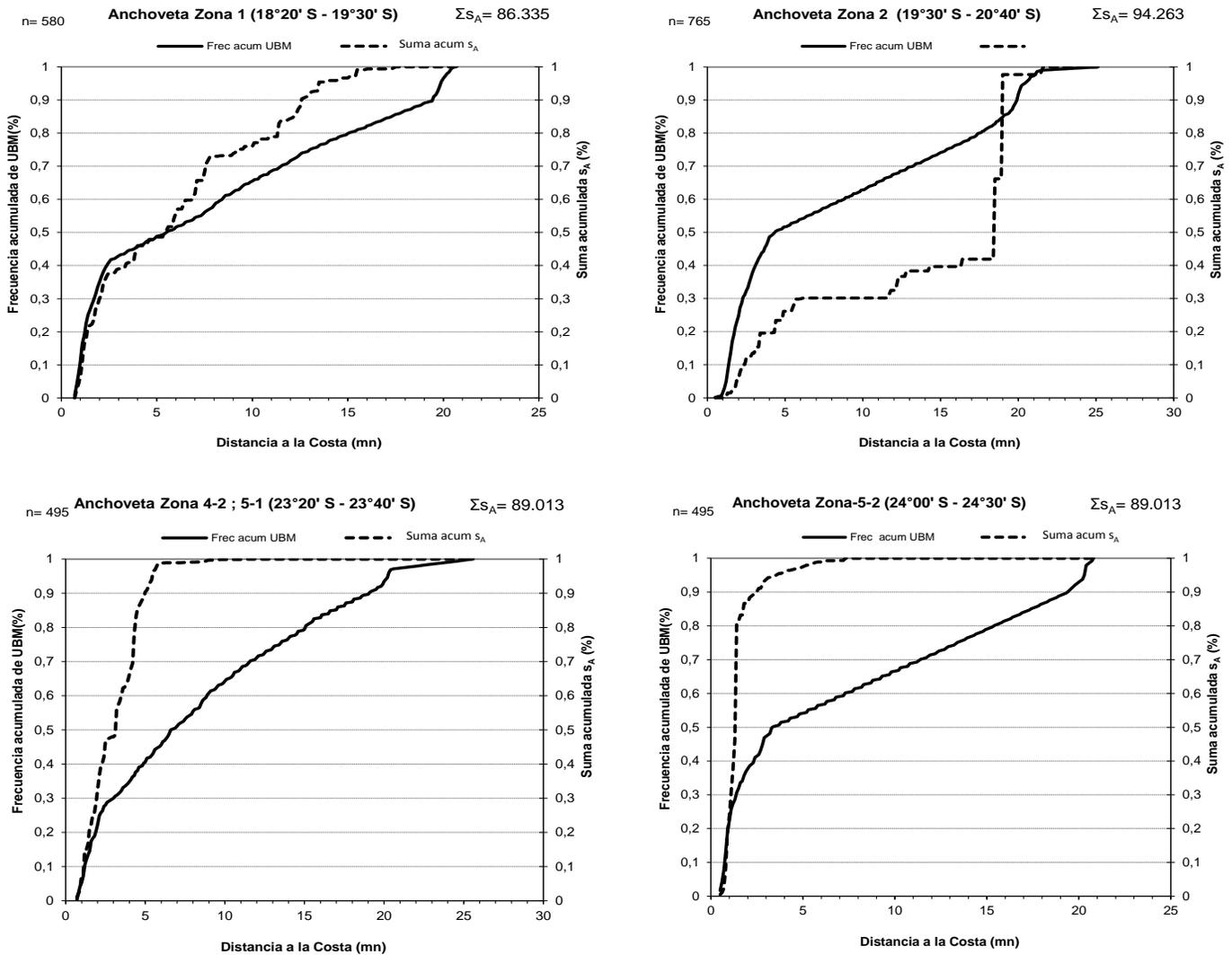


**Figura 82.** Zona de estudio del sesgo de orilla, Crucero RECLAN 1312. En blanco zona común al B/C Abate Molina y L/M Valencia. En negro zona de orilla cubierta solo por la lancha artesanal.

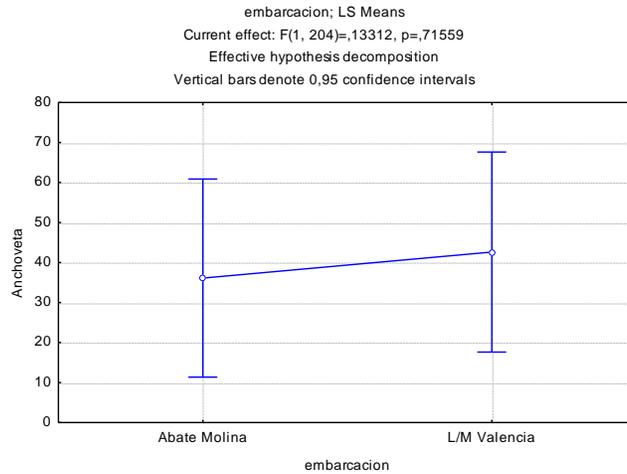


**Figura 83.** Cobertura espacial de la prospección acústica realizada por el B/C Abate Molina y L/M Valencia en la zona de sesgo de orilla. Crucero RECLAN 1312.

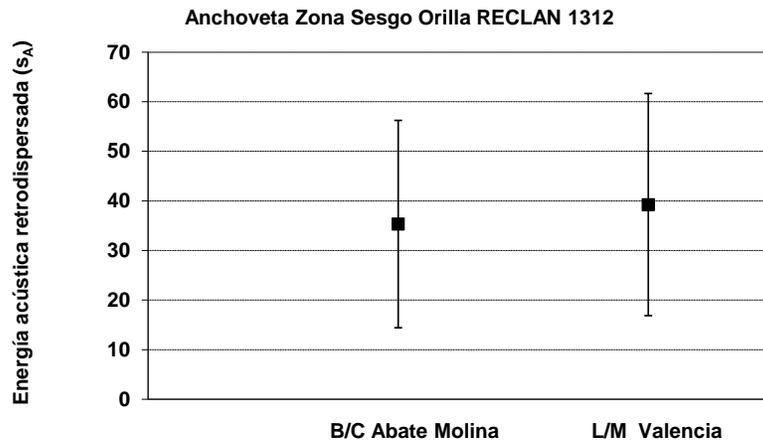




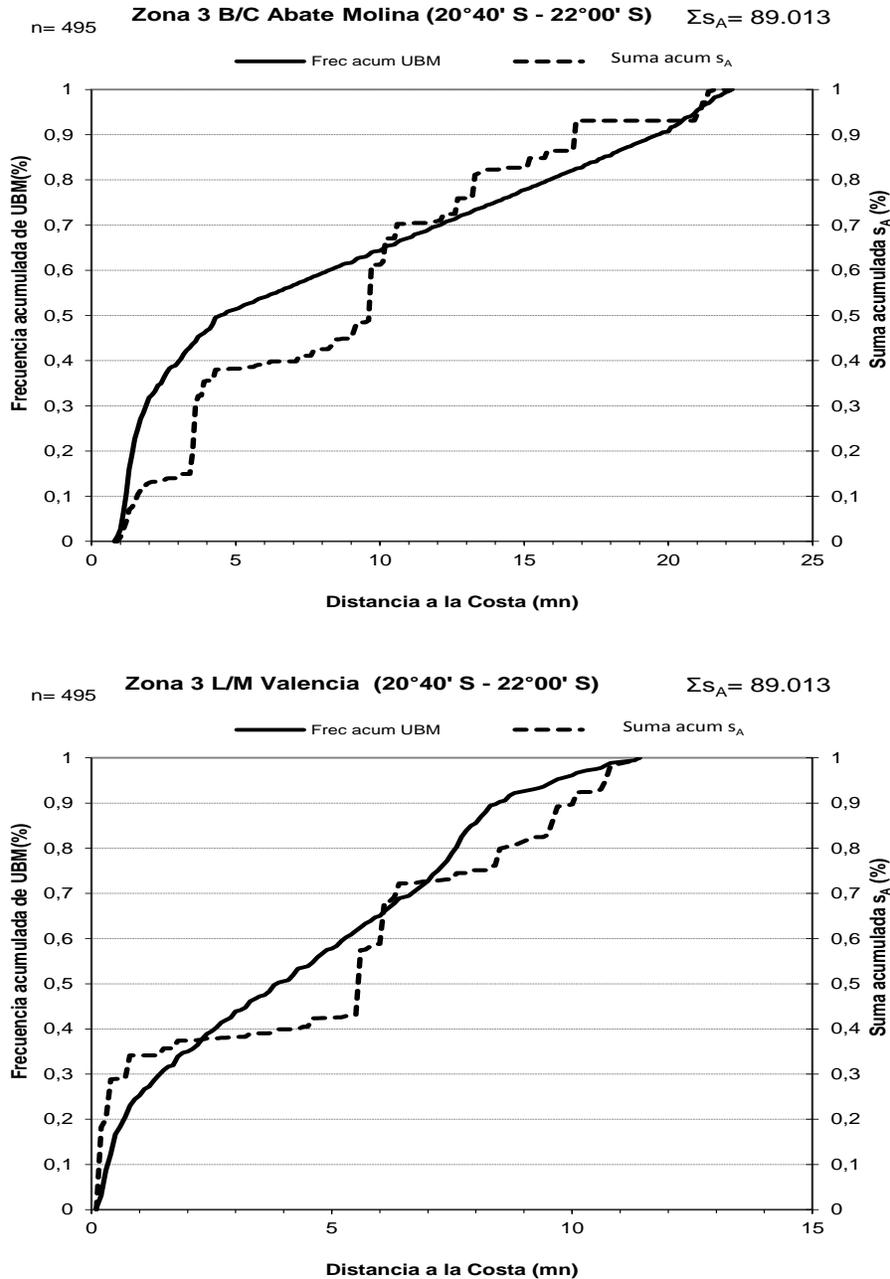
**Figura 85.** Frecuencia acumulada de intensidad de muestreo y de energía acústica para las zonas con potencial riesgo de sesgo de orilla. Crucero RECLAN 1312.



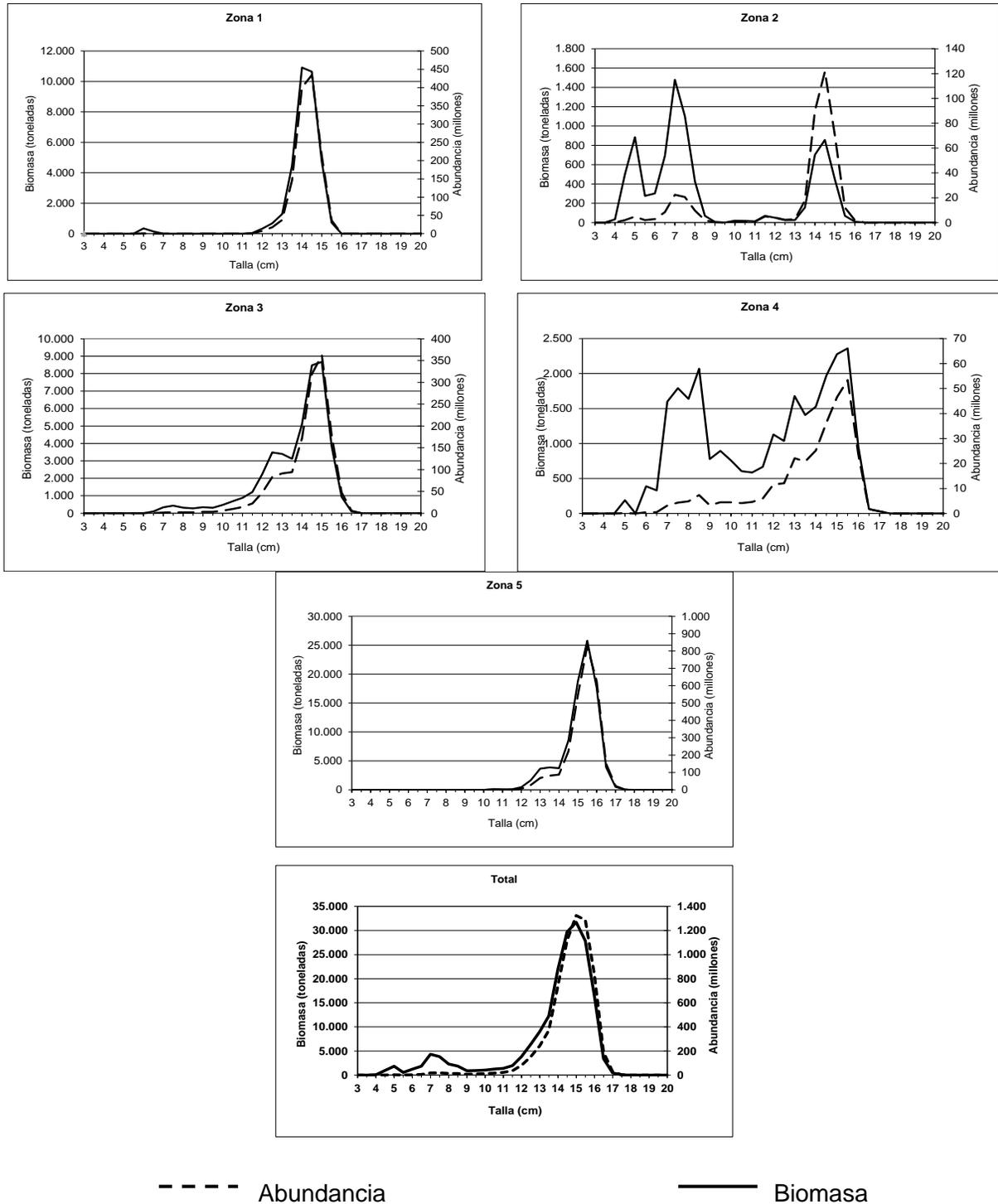
**Figura 86.** Resultados del ANDEVA aplicado a los datos de  $s_A$  para anchoveita. Zona común para sesgo de orilla. Crucero RECLAN 1312.



**Figura 87.** Intervalos de confianza para las medias ( $\alpha = 0,01$ ) de los datos acústicos de anchoveita provenientes del B/C Abate Molina y L/M Valencia en la zona común del sesgo de orilla. Crucero RECLAN 1312.

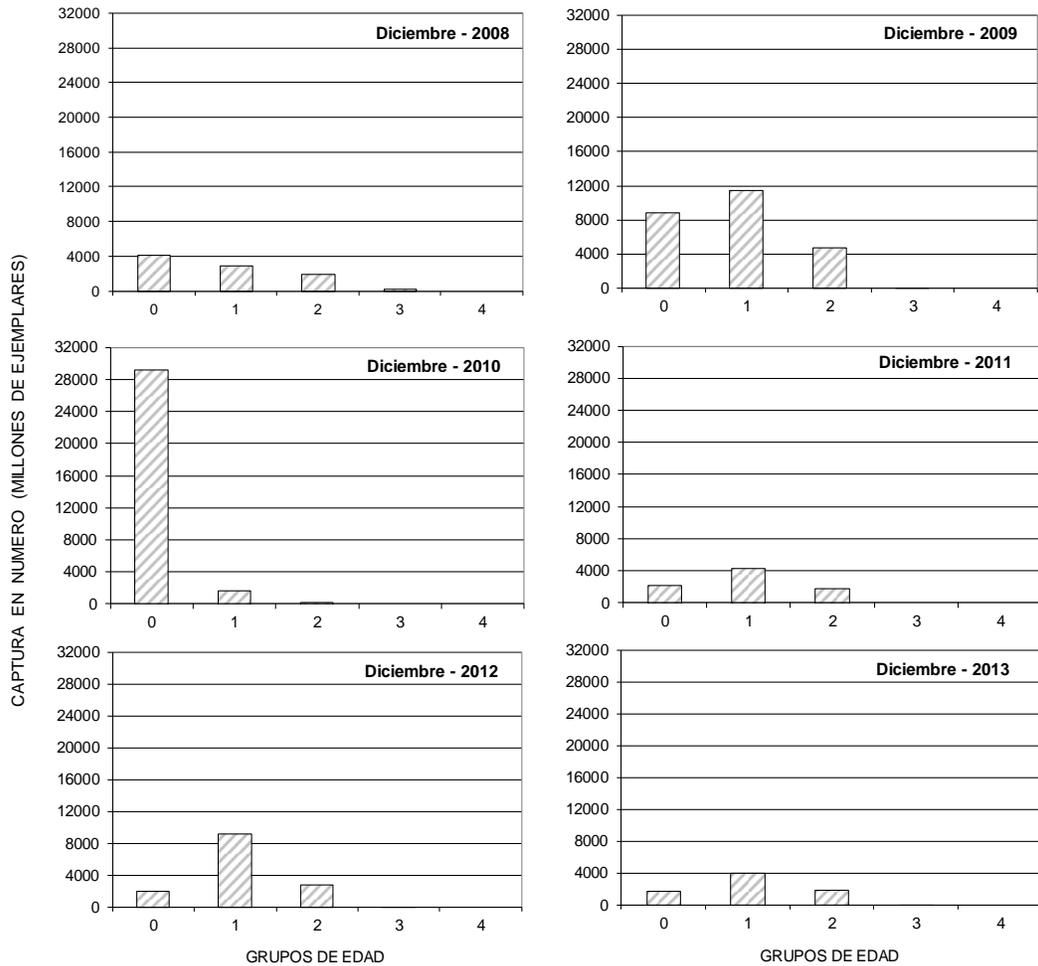


**Figura 88.** Frecuencia acumulada de intensidad de muestreo y de energía acústica de anchoveta en la zona de sesgo de orilla para B/C Abate Molina y L/M Valencia. Crucero RECLAN 1312.



**Figura 89.** Abundancia (millones) y Biomasa (t) de anchoveta por talla, subzona y total entre Arica y caleta Colorada. Crucero RECLAN 1312.





**Figura 91.** Composición de captura en número por grupo de edad de anchoveta Cruceros de evaluación hidroacústica Zona Norte (XV, I y II región)

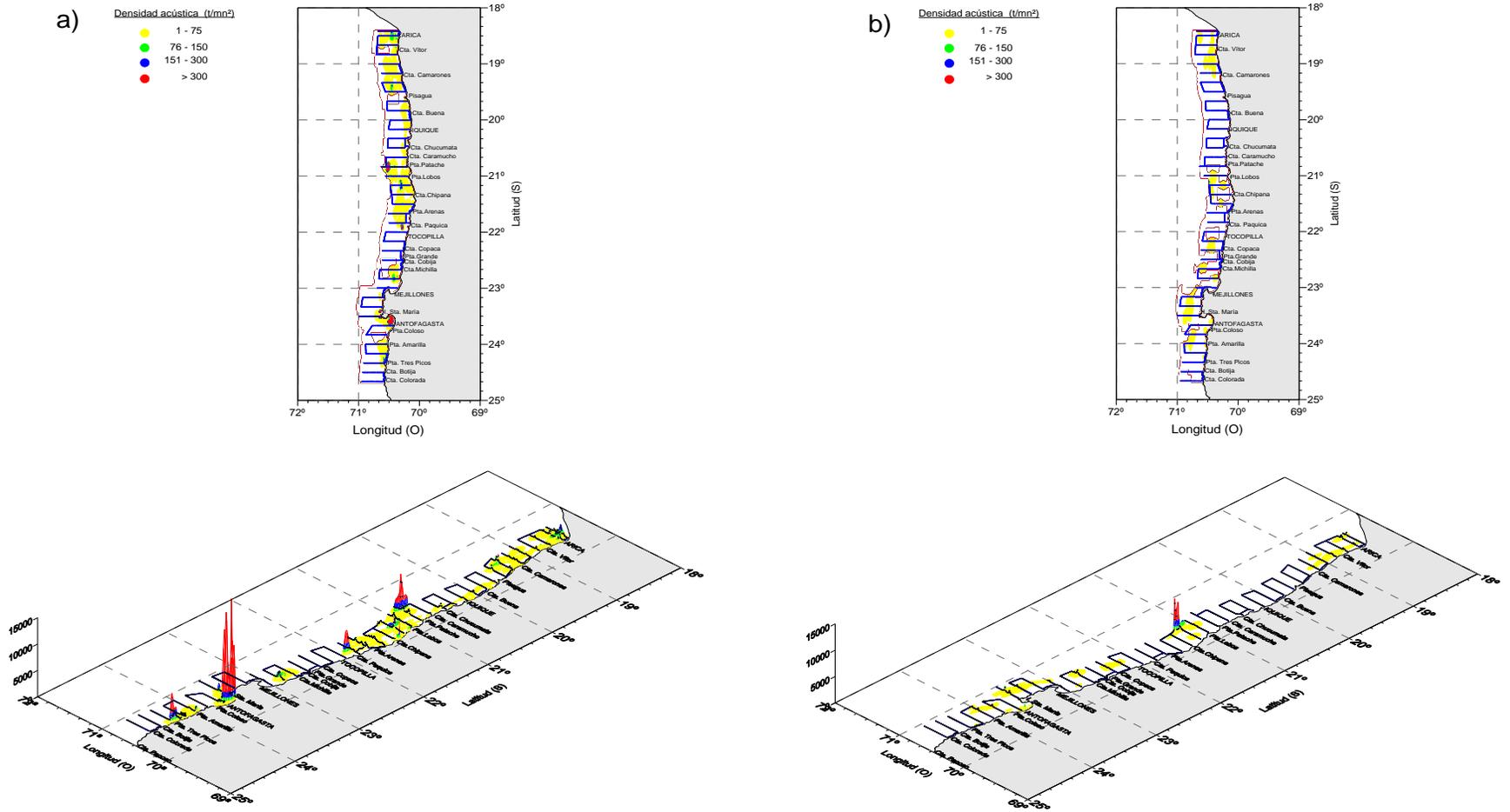
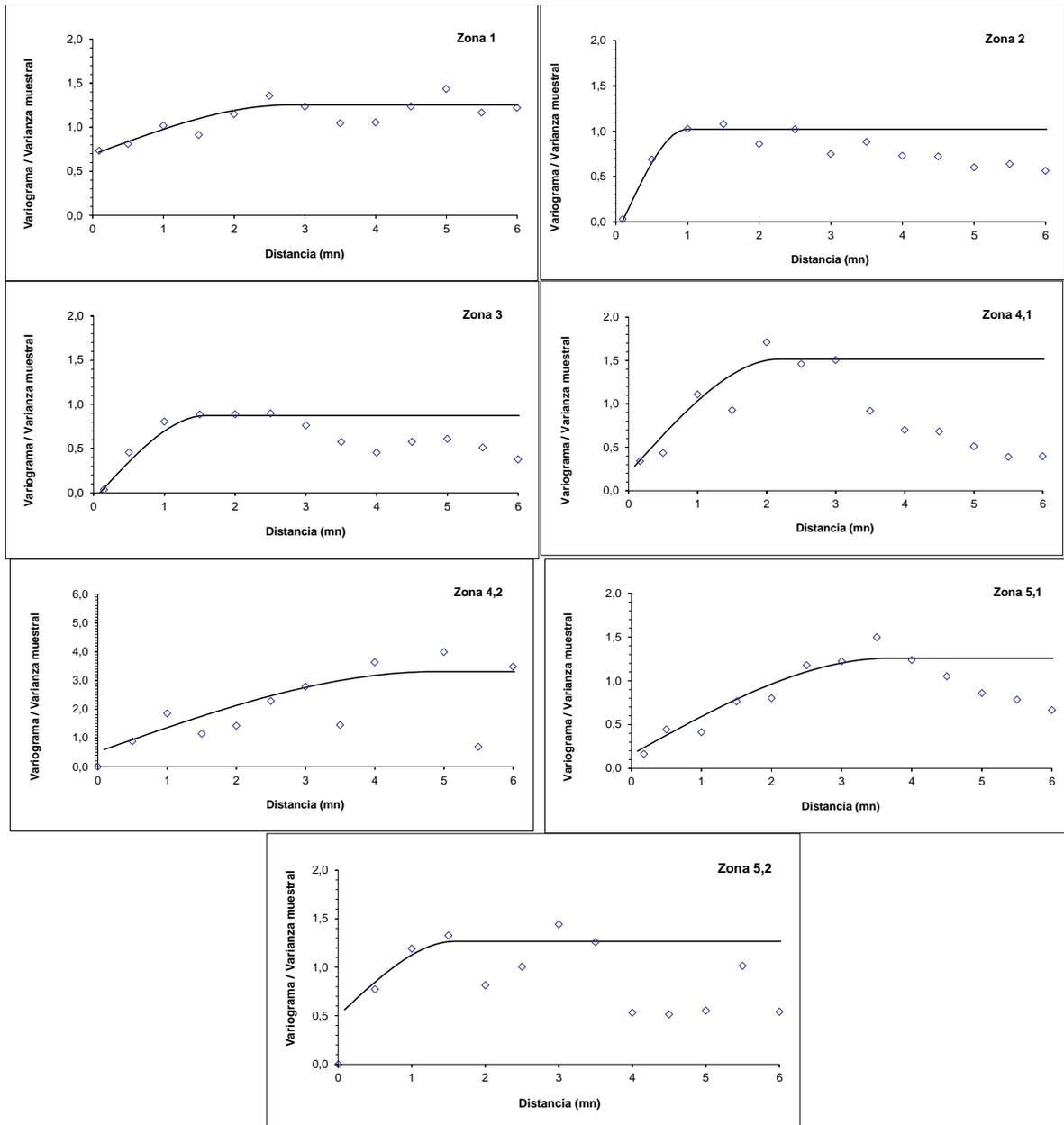
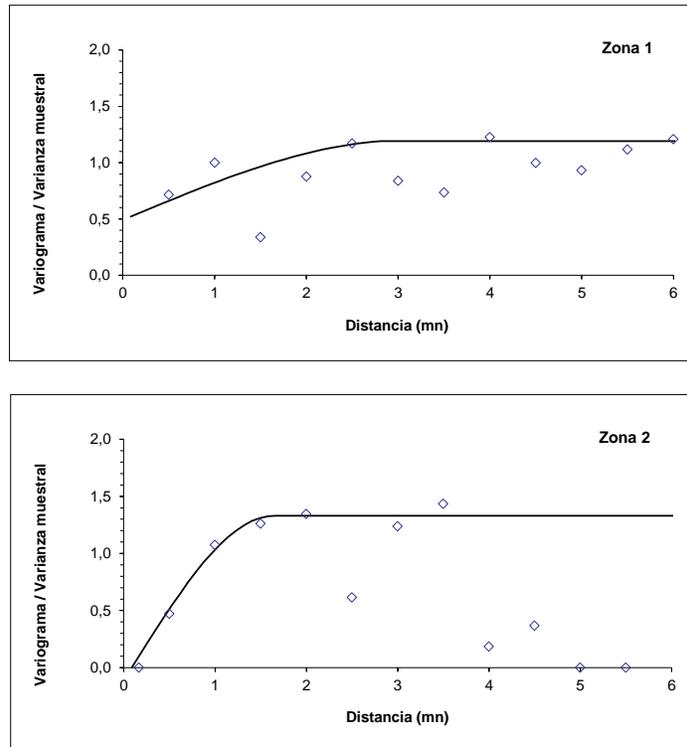


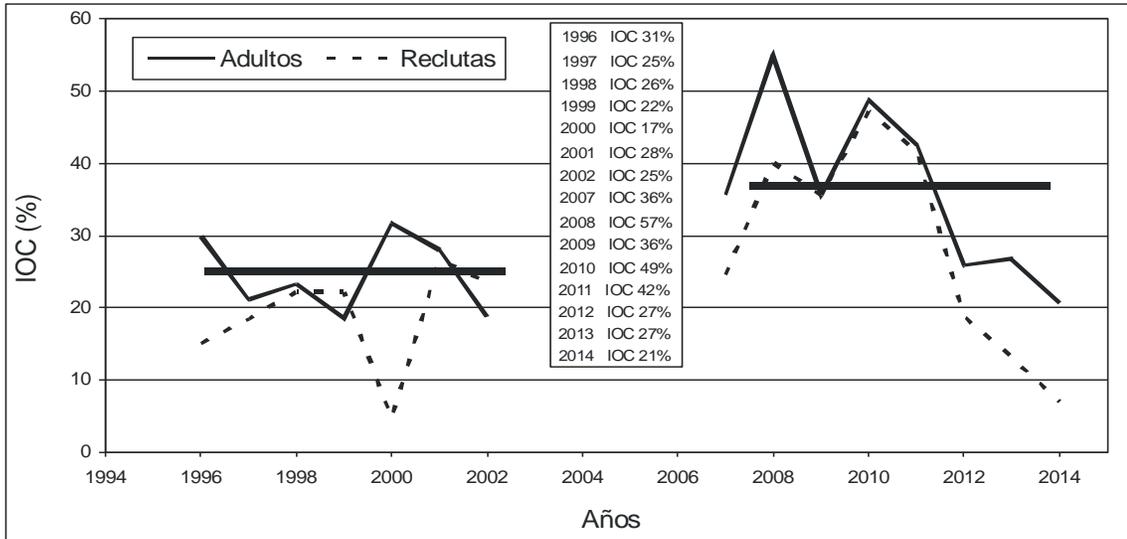
Figura 92. Distribuci3n espacial de la densidad acústica (t/mn²) de a) anchoveta y b) jurel en el crucero RECLAN 1312.



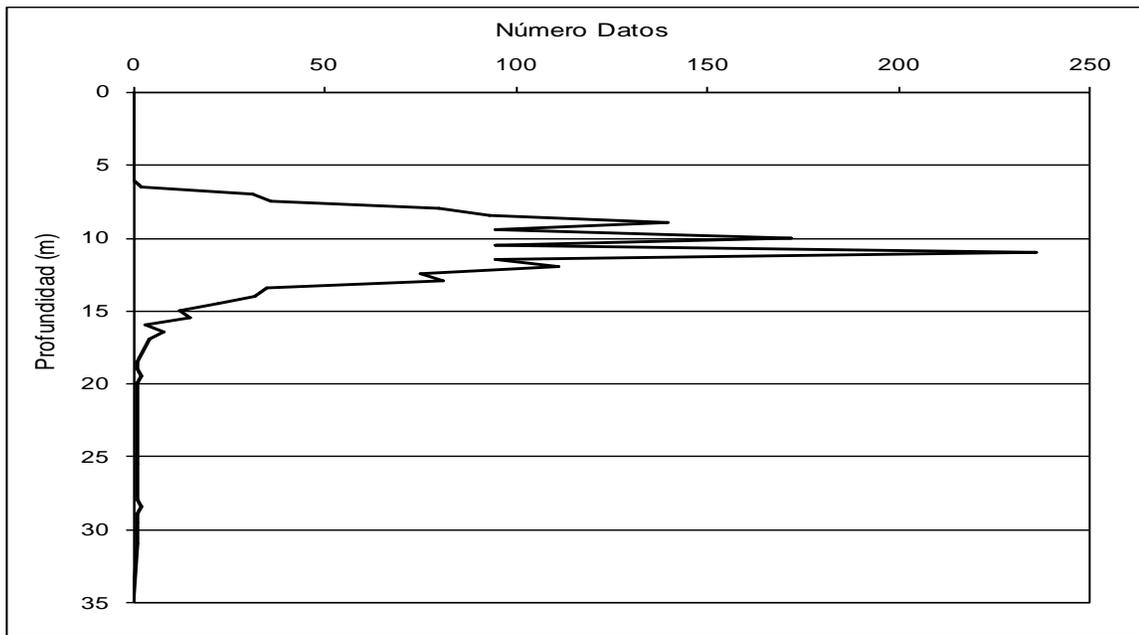
**Figura 93.** Semi variogramas estandarizados de anchoveta por subzona. Crucero RECLAN 1312



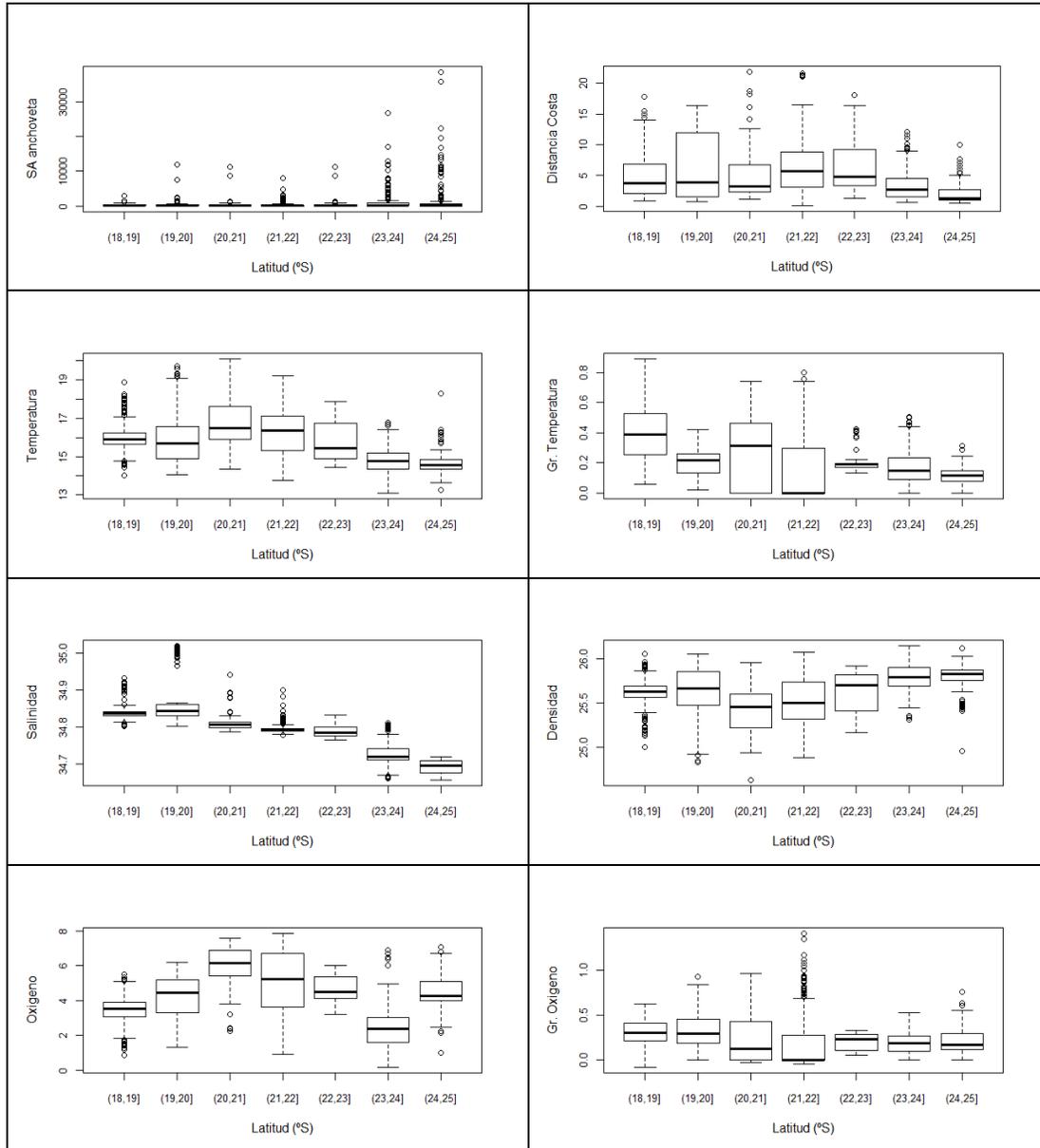
**Figura 94.** Semi variogramas estandarizados de jurel por subzona. Crucero RECLAN 1312.



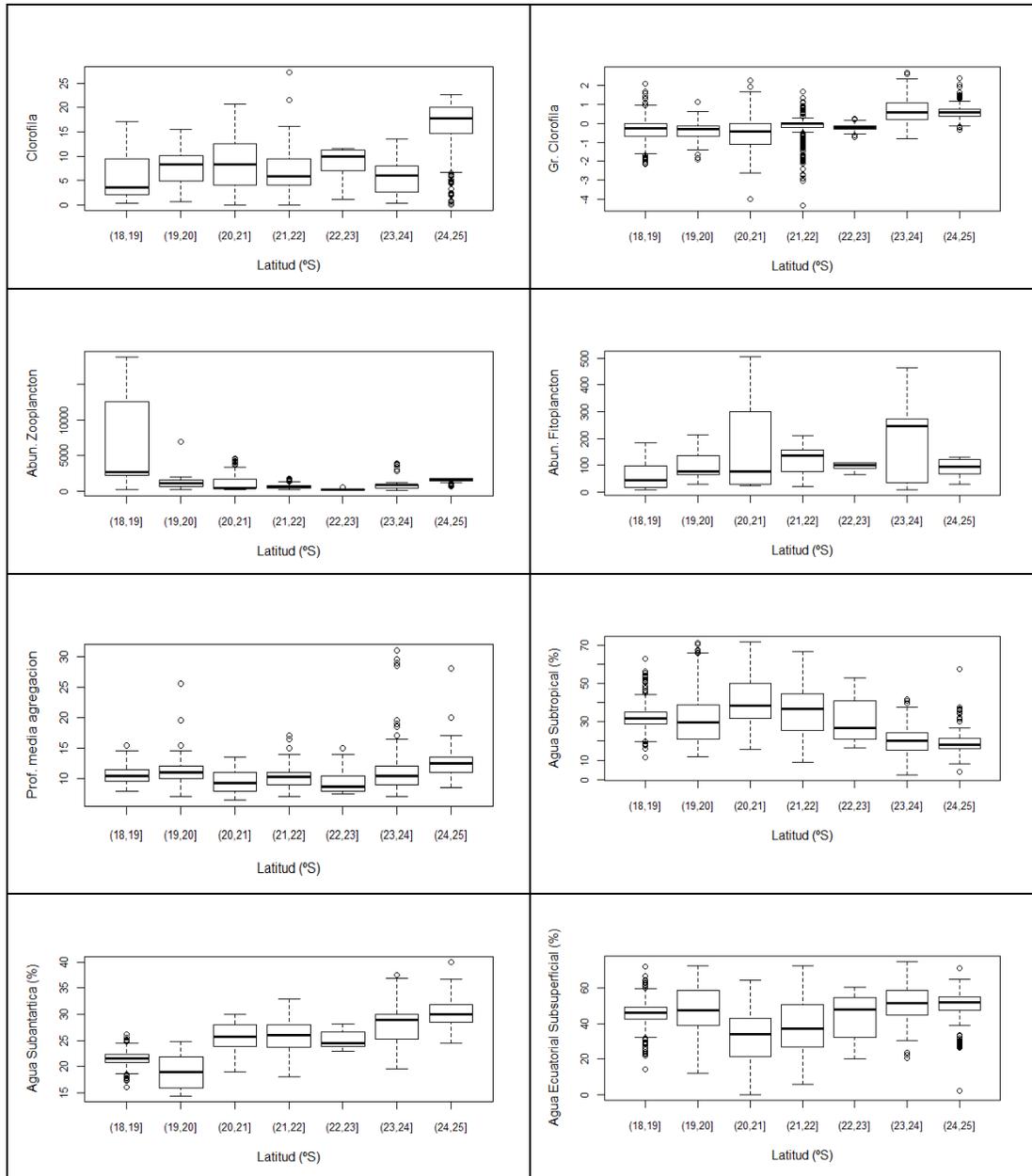
**Figura 95.** Índices de ocupación (IOC) de las distribuciones de anchoveta. Período 1996-2014.



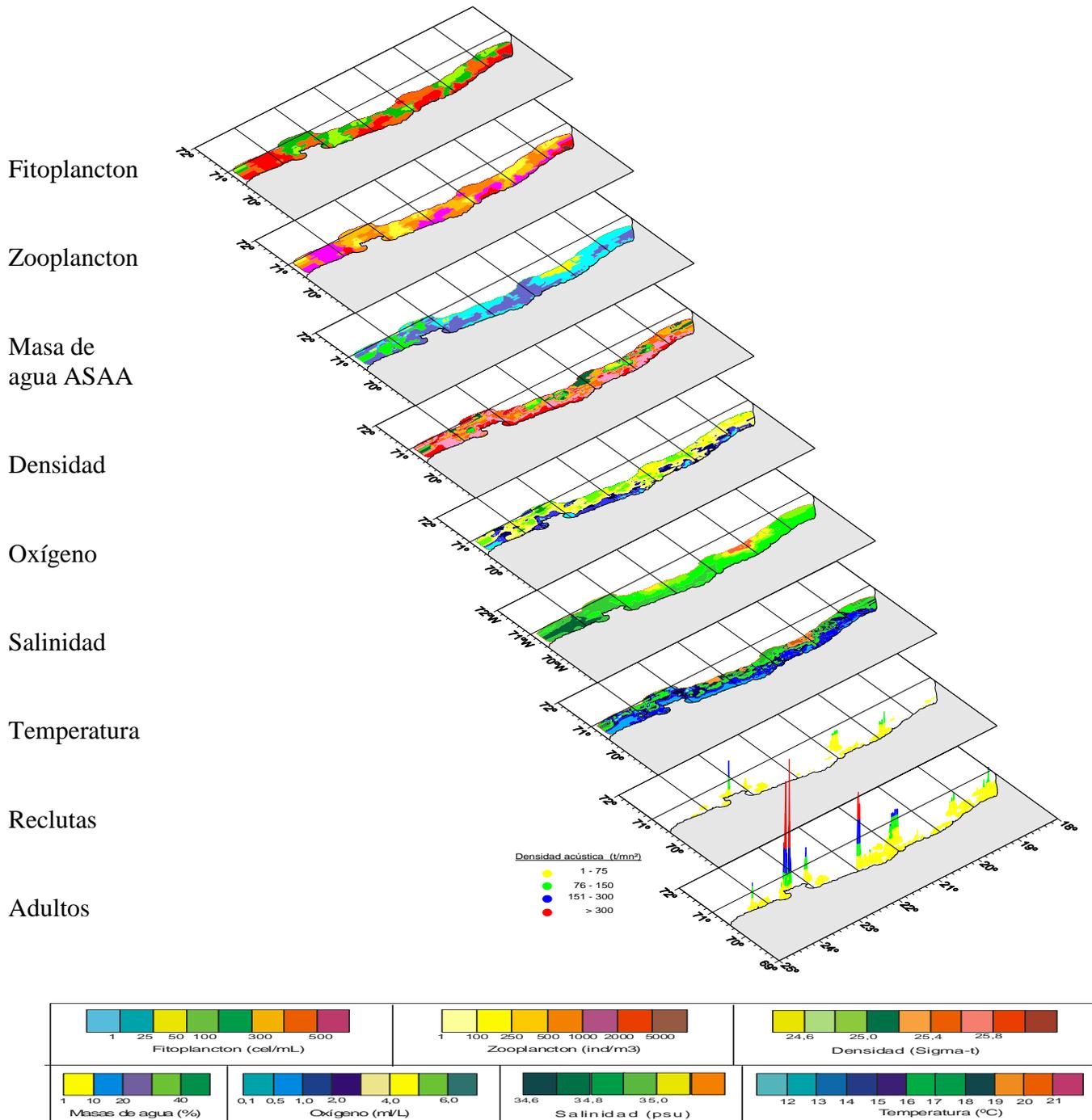
**Figura 96.** Distribución batimétrica de la anchoveta. Crucero RECLAN 1312.



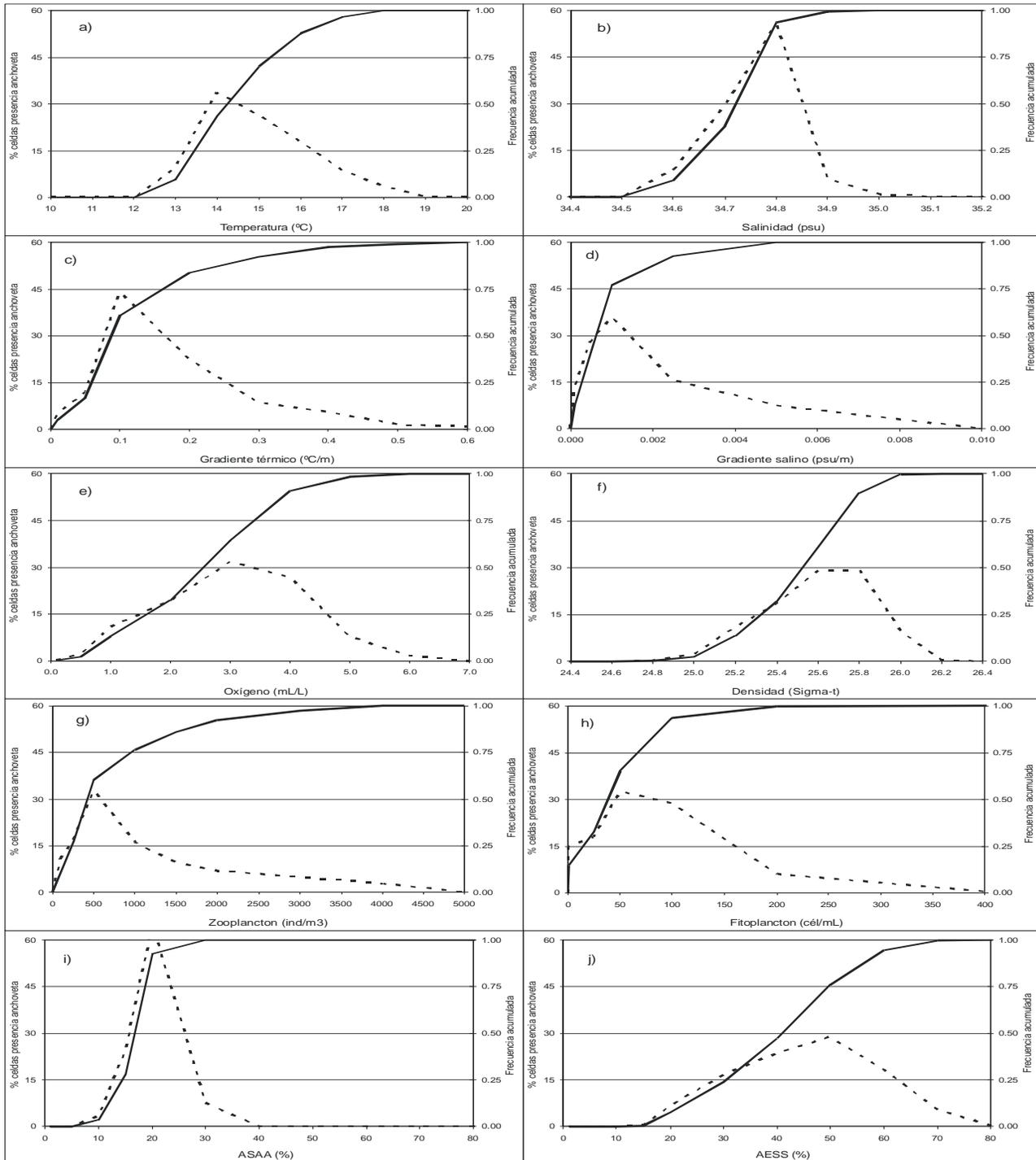
**Figura 97.** Box plot de las variables  $s_A$  ( $m^2/mn^2$ ), distancia a la costa (mn), temperatura ( $^{\circ}C$ ), gradiente térmico ( $^{\circ}C/m$ ), salinidad, densidad ( $\sigma-t$ ), oxígeno (mL/L), gradiente oxígeno (mL/L/m), relacionadas con anchoveta. Crucero RECLAN 1312.



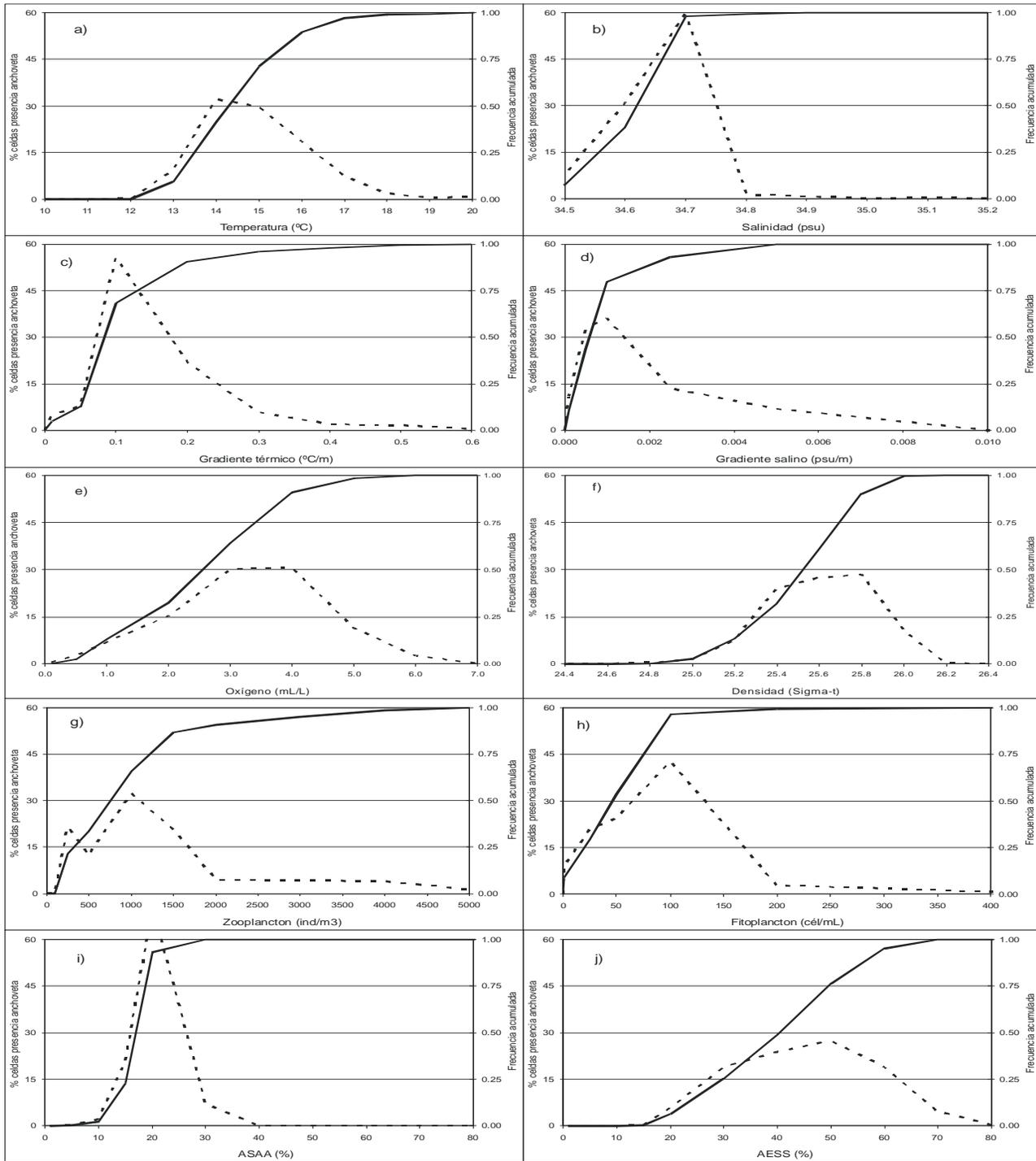
**Figura 98.** Box plot de las variables clorofila (mg/m<sup>3</sup>), gradiente clorofila (mg/m<sup>3</sup>/m), zooplankton (ind/m<sup>3</sup>), fitoplancton (cél/mL), AST (%), ASAA (%) y AESS (%) relacionadas con anchoveta. Crucero RECLAN 1312.



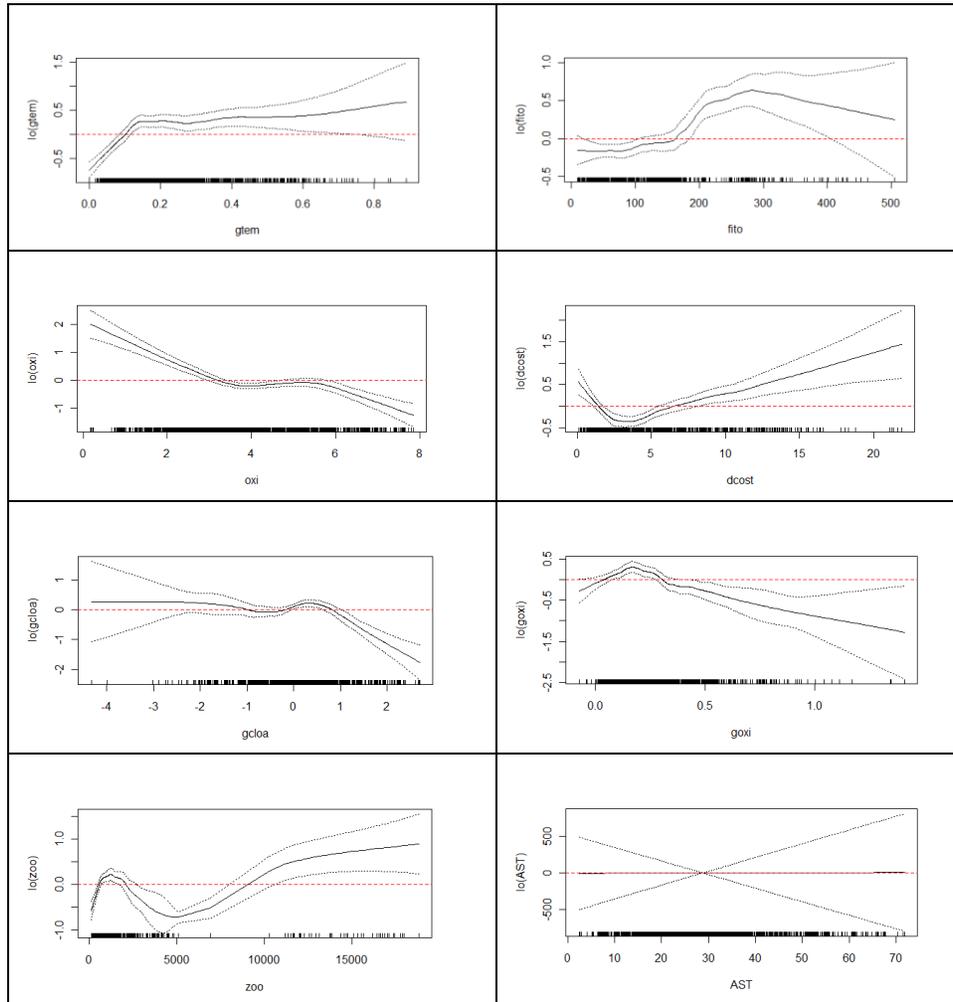
**Figura 99.** Distribución espacial de los adultos y reclutas de anchoveta y de las variables bio-oceanográficas. Crucero RECLAN 1312.



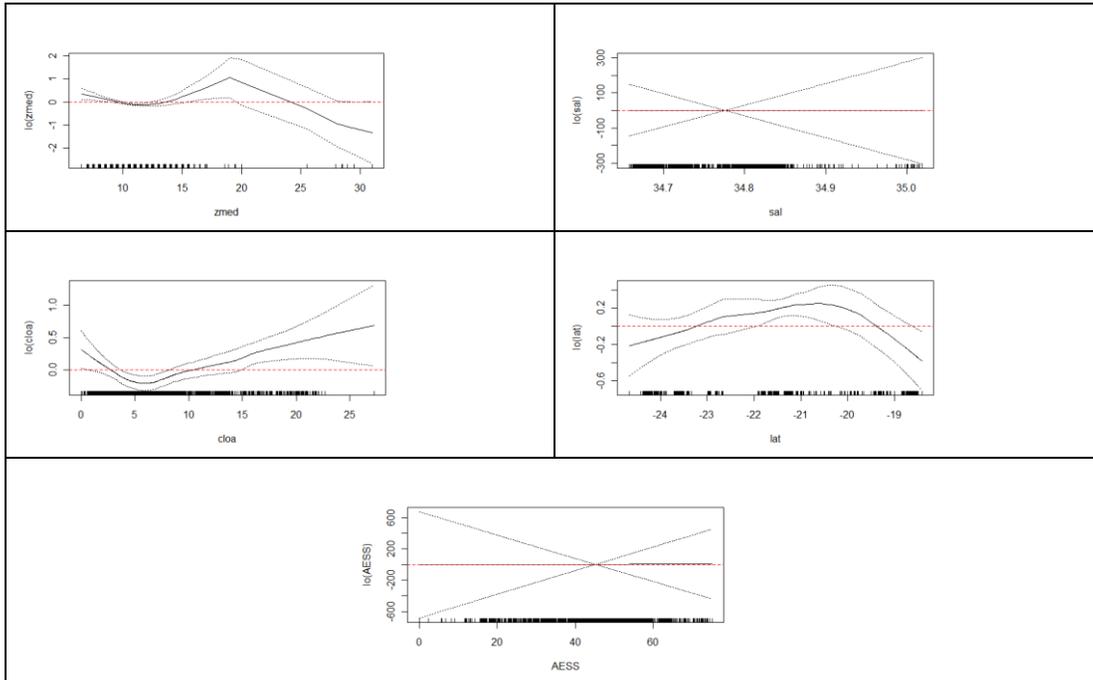
**Figura 100.** Frecuencia acumulada y rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación a las variables bio-oceanográficas. Crucero RECLAN 1312.



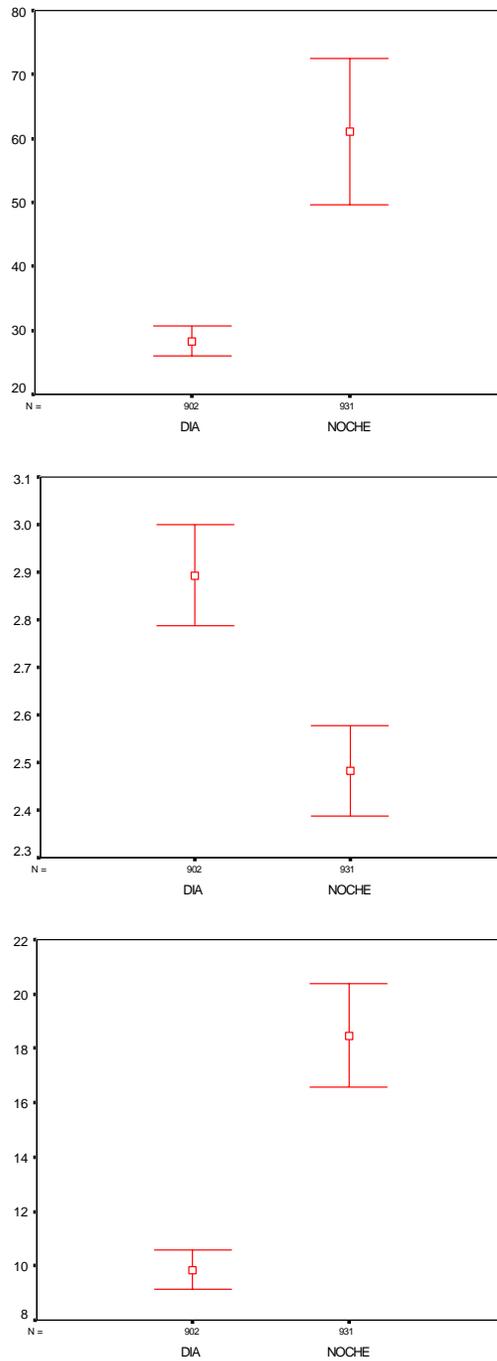
**Figura 101.** Frecuencia acumulada y rangos de preferencia de reclutas de anchoveta en relación a las variables bio-oceanográficas. Crucero RECLAN 1312.



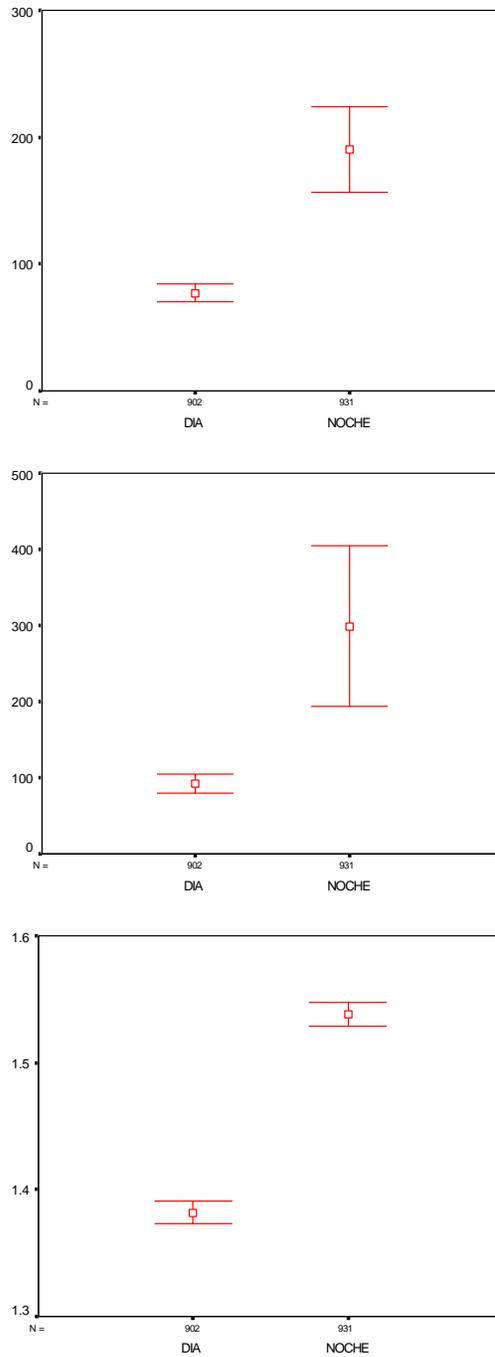
**Figura 102.** Efectos de los predictores gradiente térmico (gtem), fitoplancton (fito), distancia a la costa (dcost), oxígeno (oxi), gradiente oxígeno (goxi), gradiente cloa-a (gcloa), AST y zooplancton (zoo), sobre el logaritmo de la densidad de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess



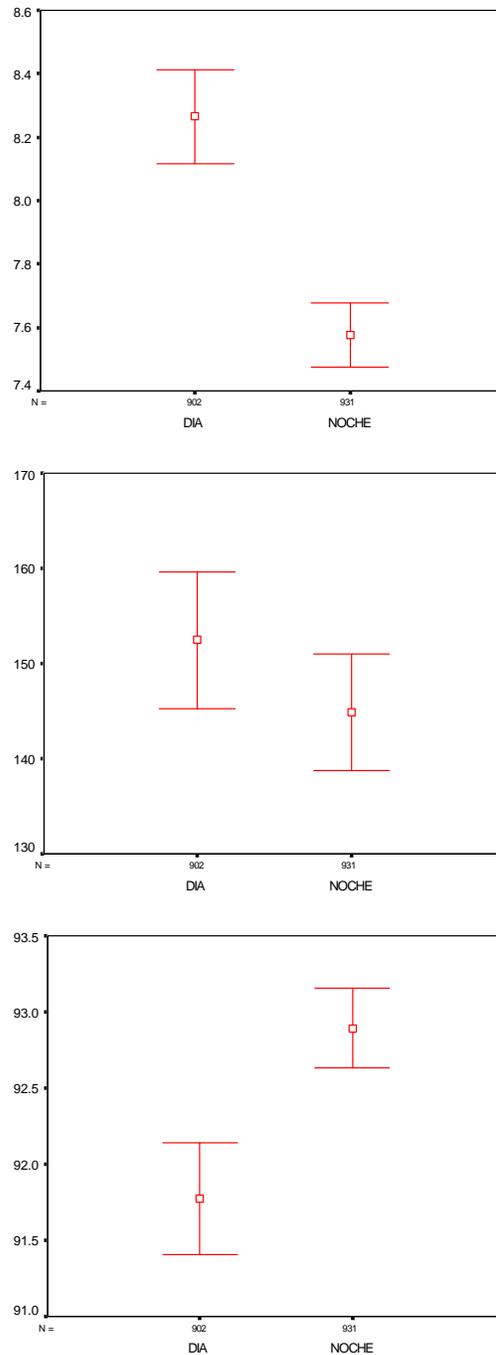
**Figura 103.** Efectos de los predictores Profundidad media de las agregaciones (*zmed*), salinidad (*sal*), clorofila (*cloa*), latitud (*lat*) y AESS, sobre el logaritmo de la densidad de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y  $\log(\text{predictor})$  función suavizadora loess



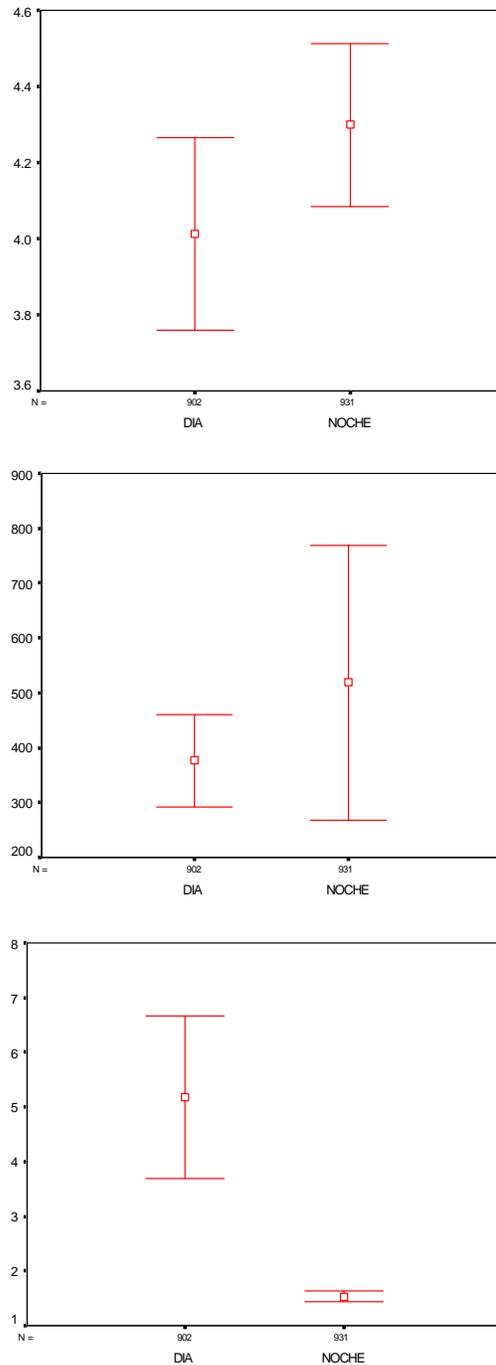
**Figura 104.** Valores promedio e Intervalo de confianza del largo, alto y elongación de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.



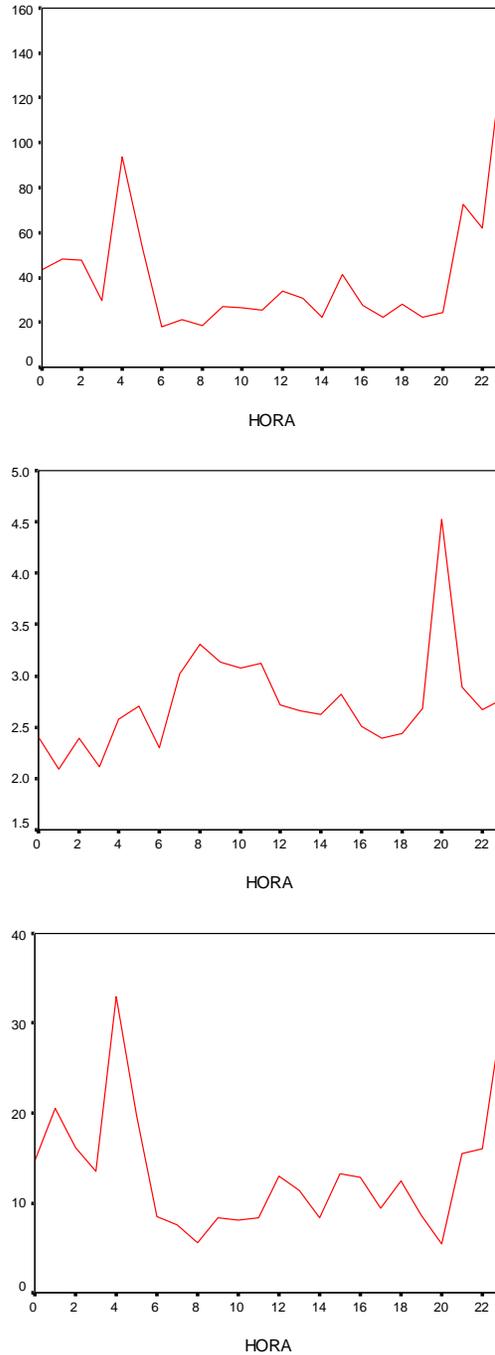
**Figura 105.** Valores promedio e Intervalo de confianza del perímetro, área y dimensión fractal de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.



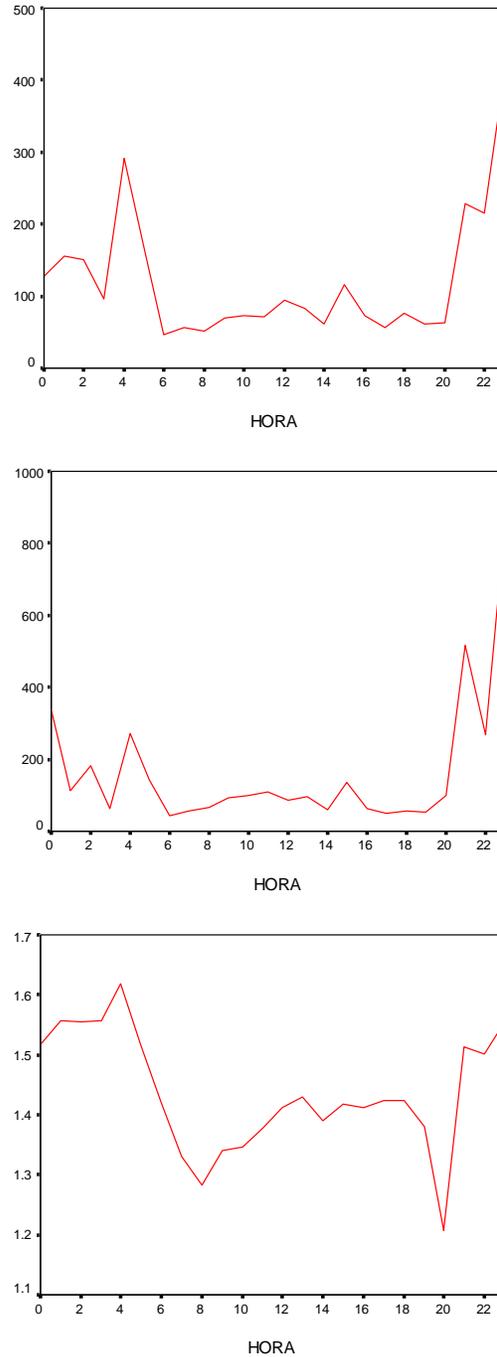
**Figura 106.** Valores promedio e Intervalo de confianza de la profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.



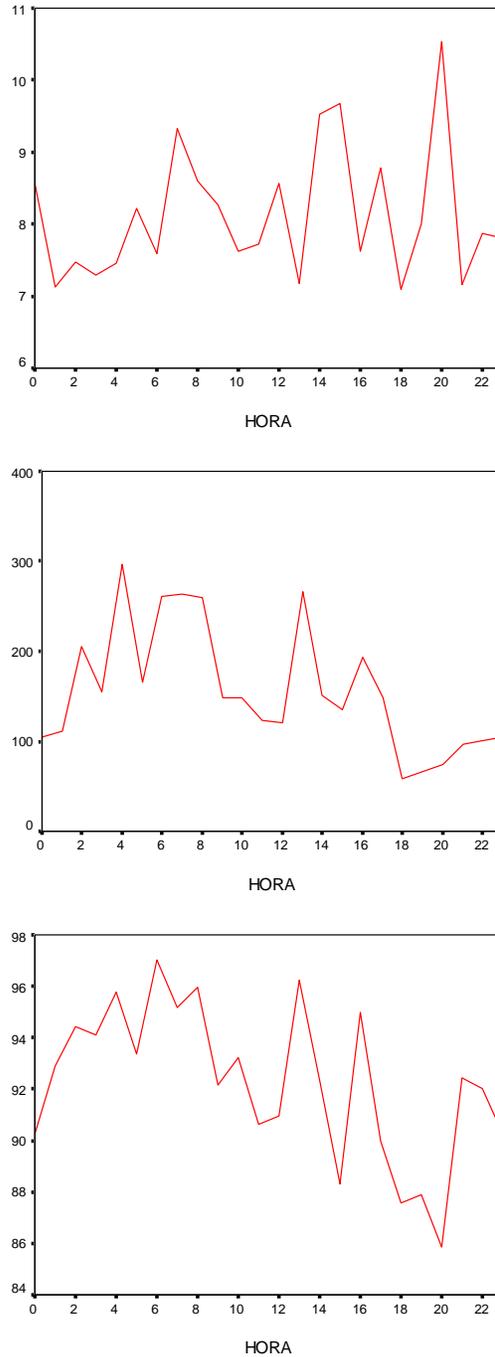
**Figura 107.** Valores promedio e Intervalo de confianza de la distancia a la costa, energía retrodispersada ( $s_A$ ) y densidad acústica de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.



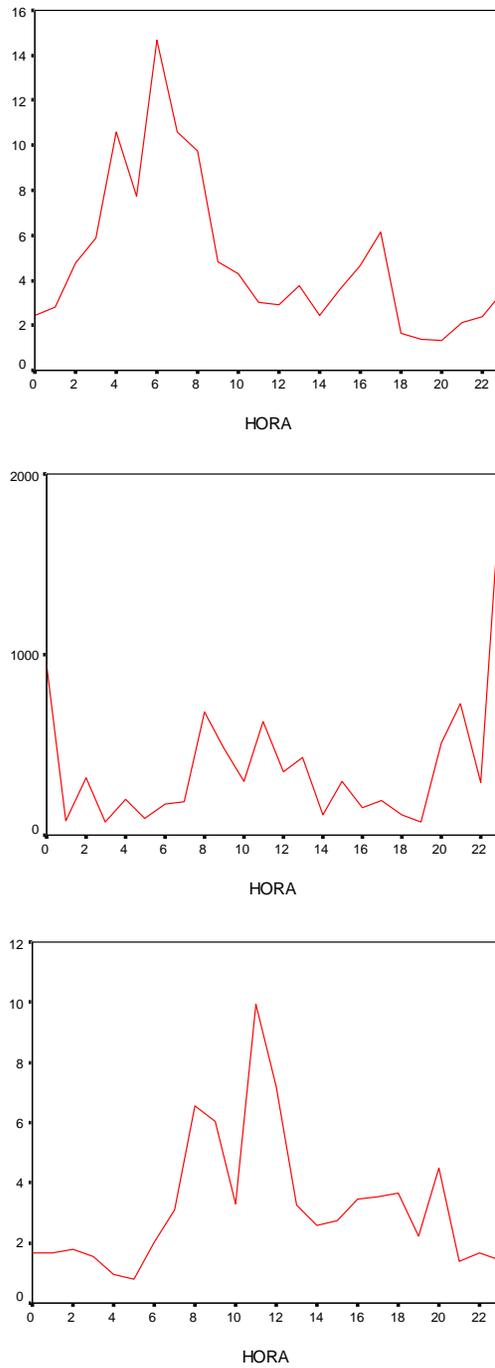
**Figura 108.** Promedio del largo, alto y elongación de agregaciones por rango de hora



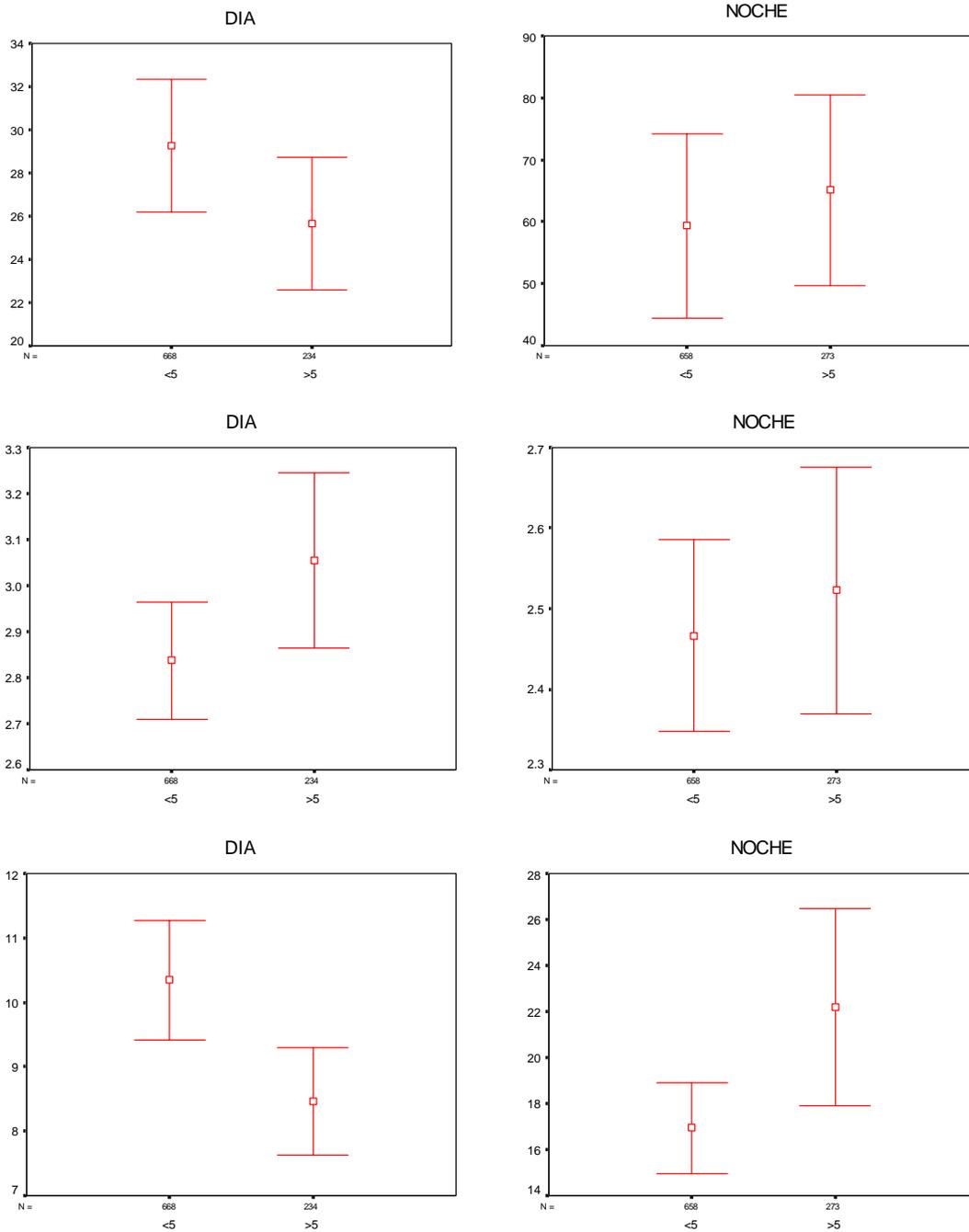
**Figura 109.** Promedio del perímetro, área y dimensión fractal por rango de hora.



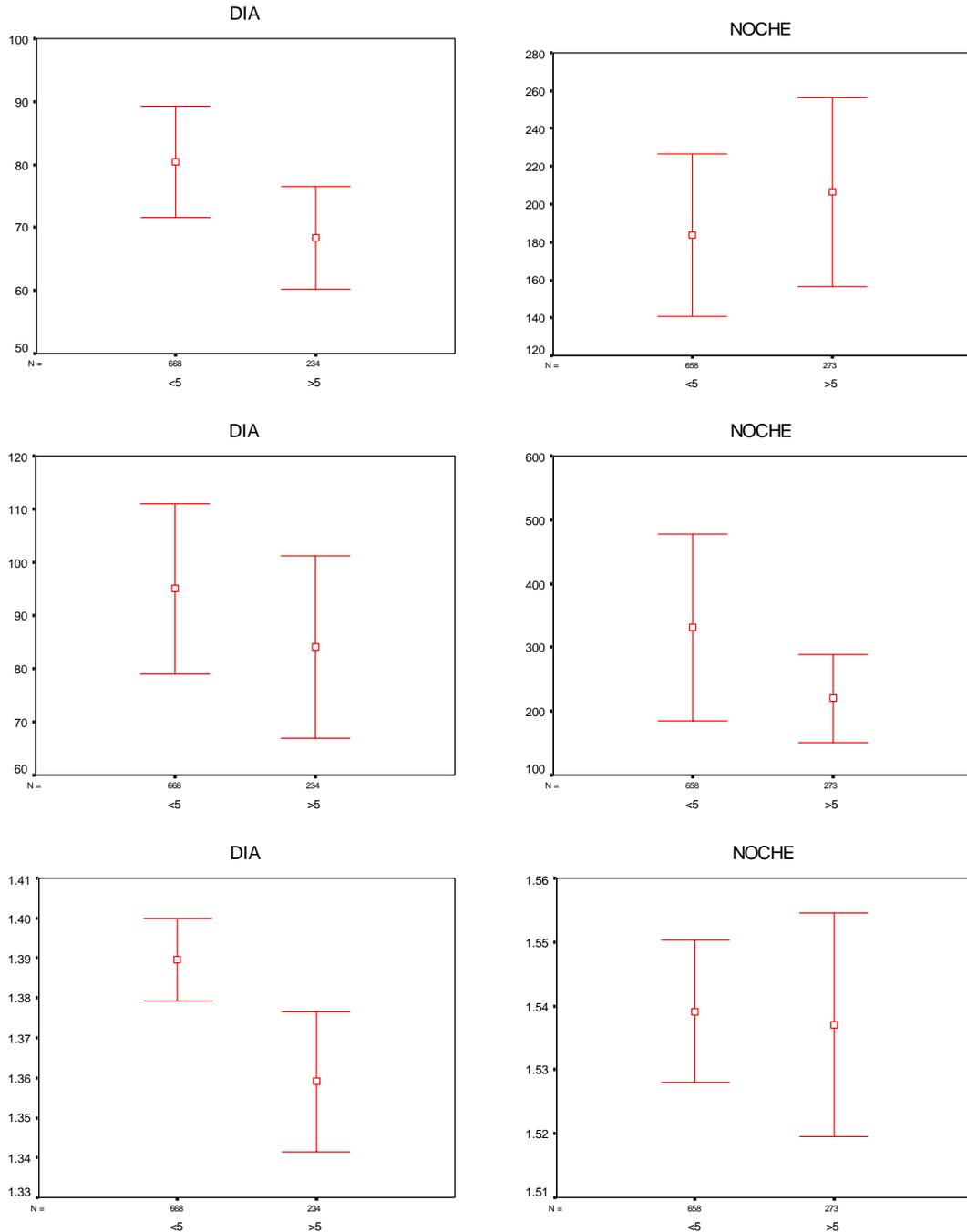
**Figura 110.** Promedio de la profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura por rango de hora.



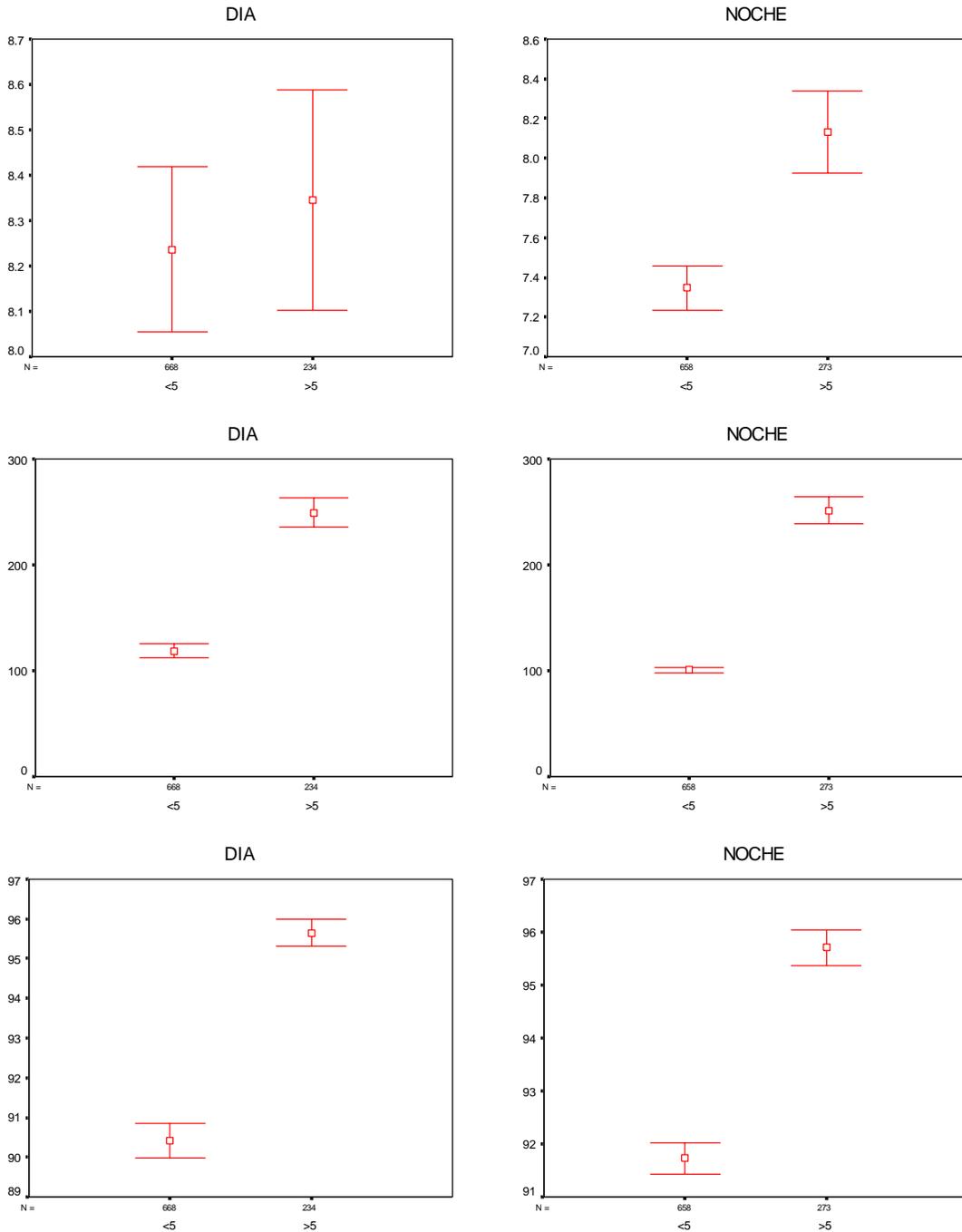
**Figura 111.** Promedio de la distancia a la costa, energía retrodispersada y densidad de agregaciones por rango de hora.



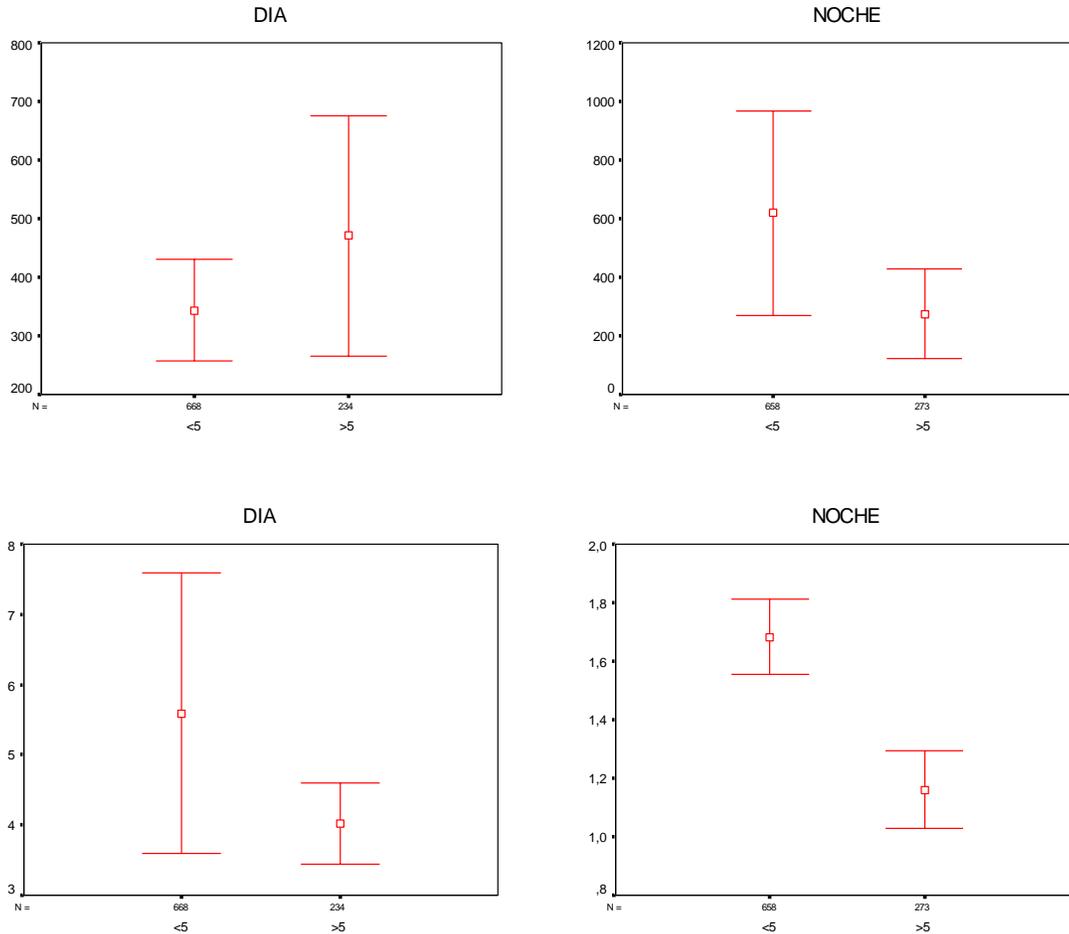
**Figura 112.** Promedio de largo, alto y elongación de agregaciones según distancia a la costa y crucero, condición diurna.



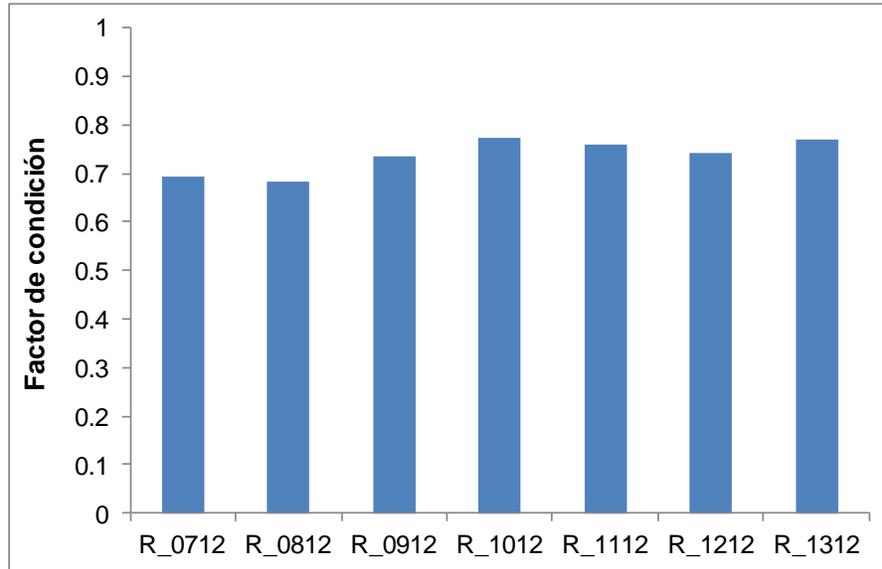
**Figura 113.** Promedio de perímetro, área y dimensión fractal según distancia a la costa y crucero, condición diurna y nocturna.



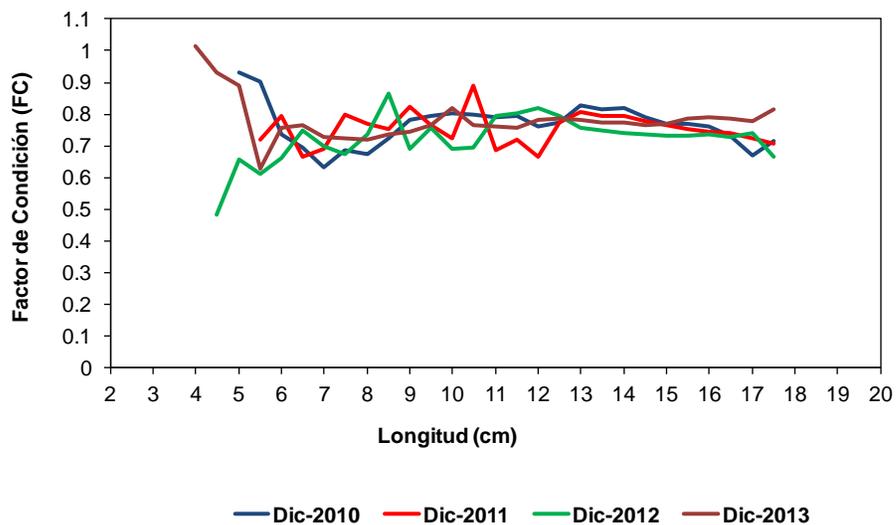
**Figura 114.** Promedio profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según distancia a la costa y cruceo, condición diurna y nocturna.



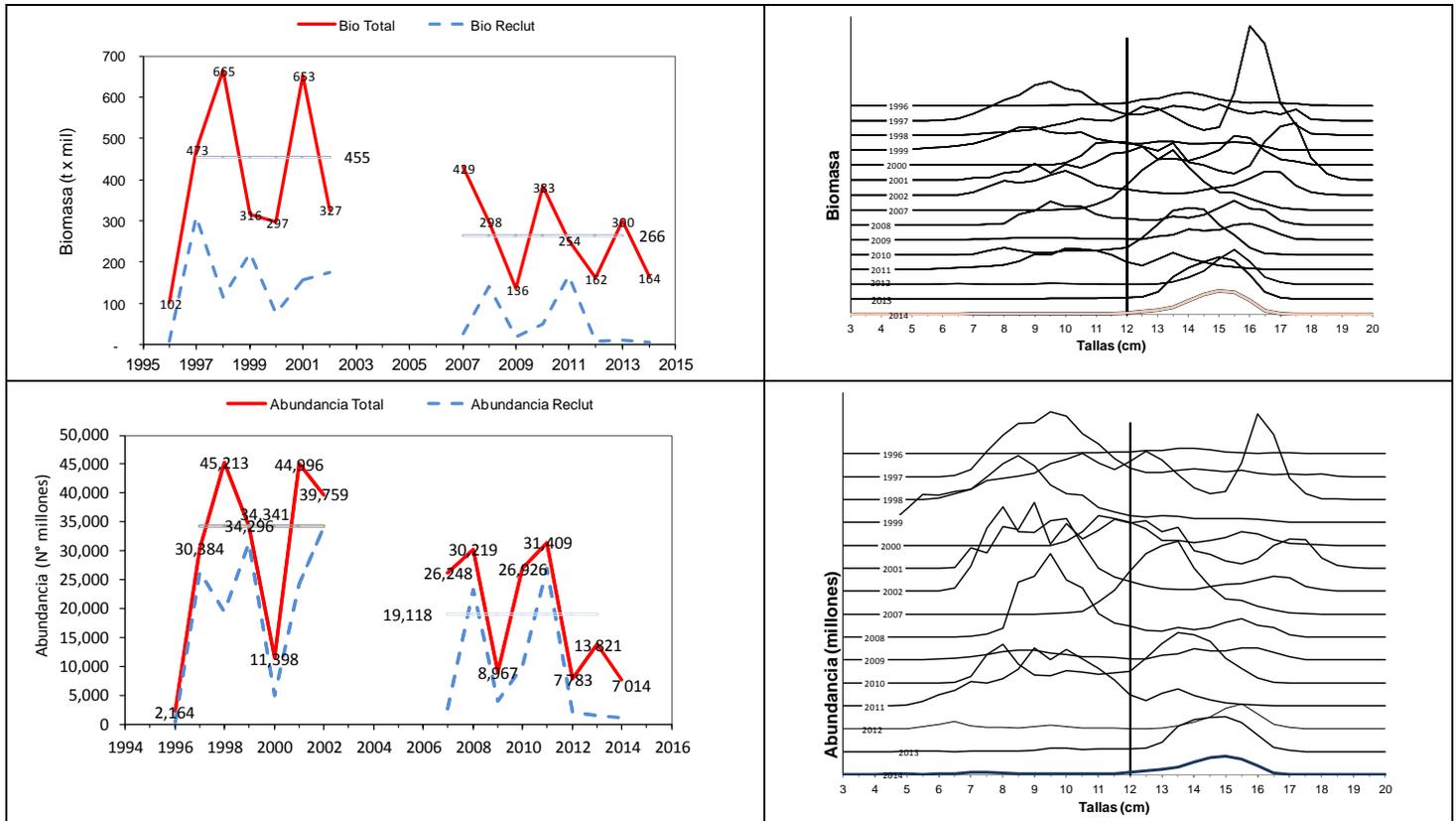
**Figura 115.** Promedio  $s_A$  y de densidad de agregaciones según distancia a la costa y cruceo, condición diurna y nocturna.



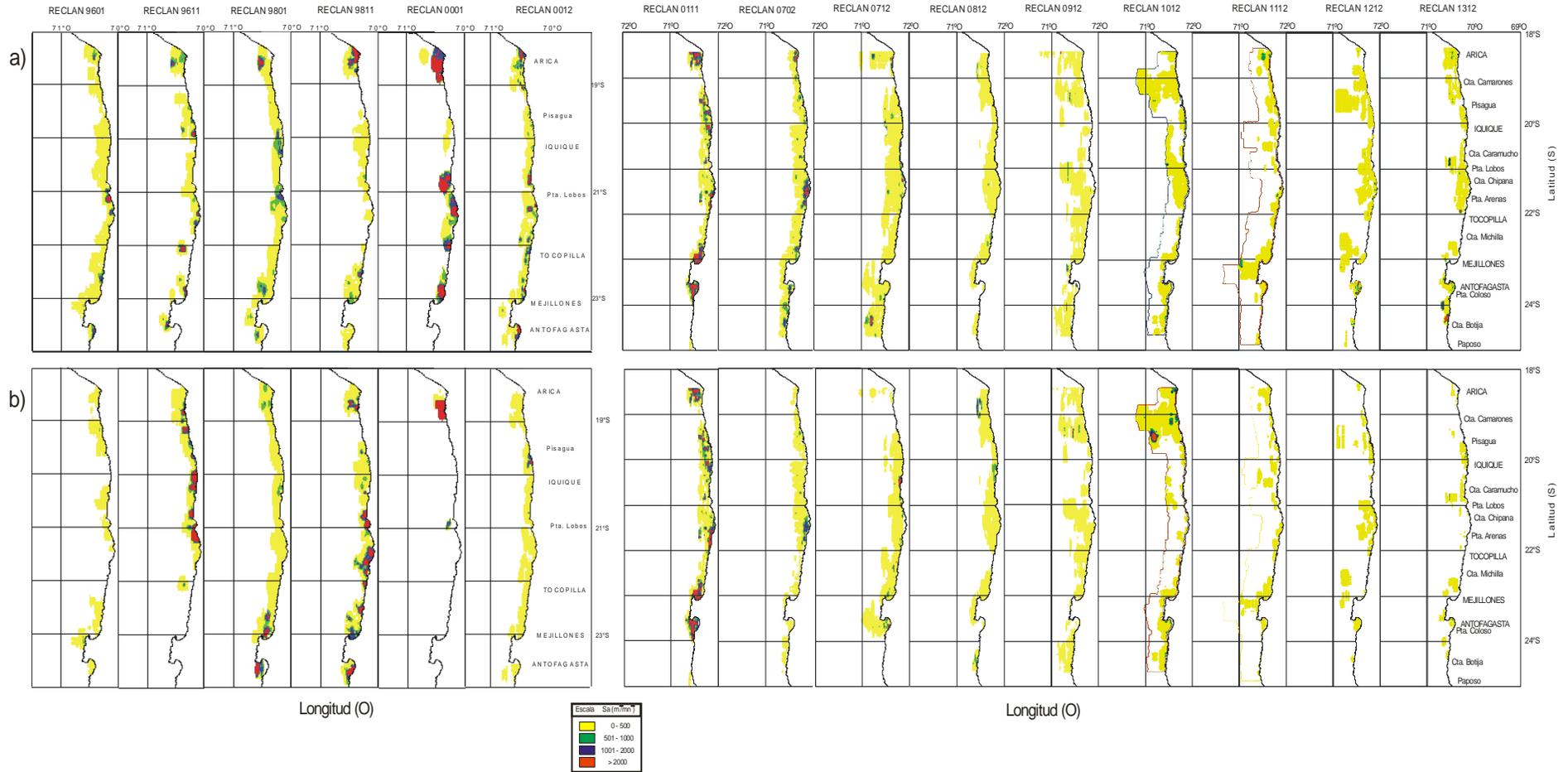
**Figura 116.** Factor de condici3n (FC) promedio de anchoveta. Cruceros RECLAN diciembre. 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013. XV, I y II Regiones.



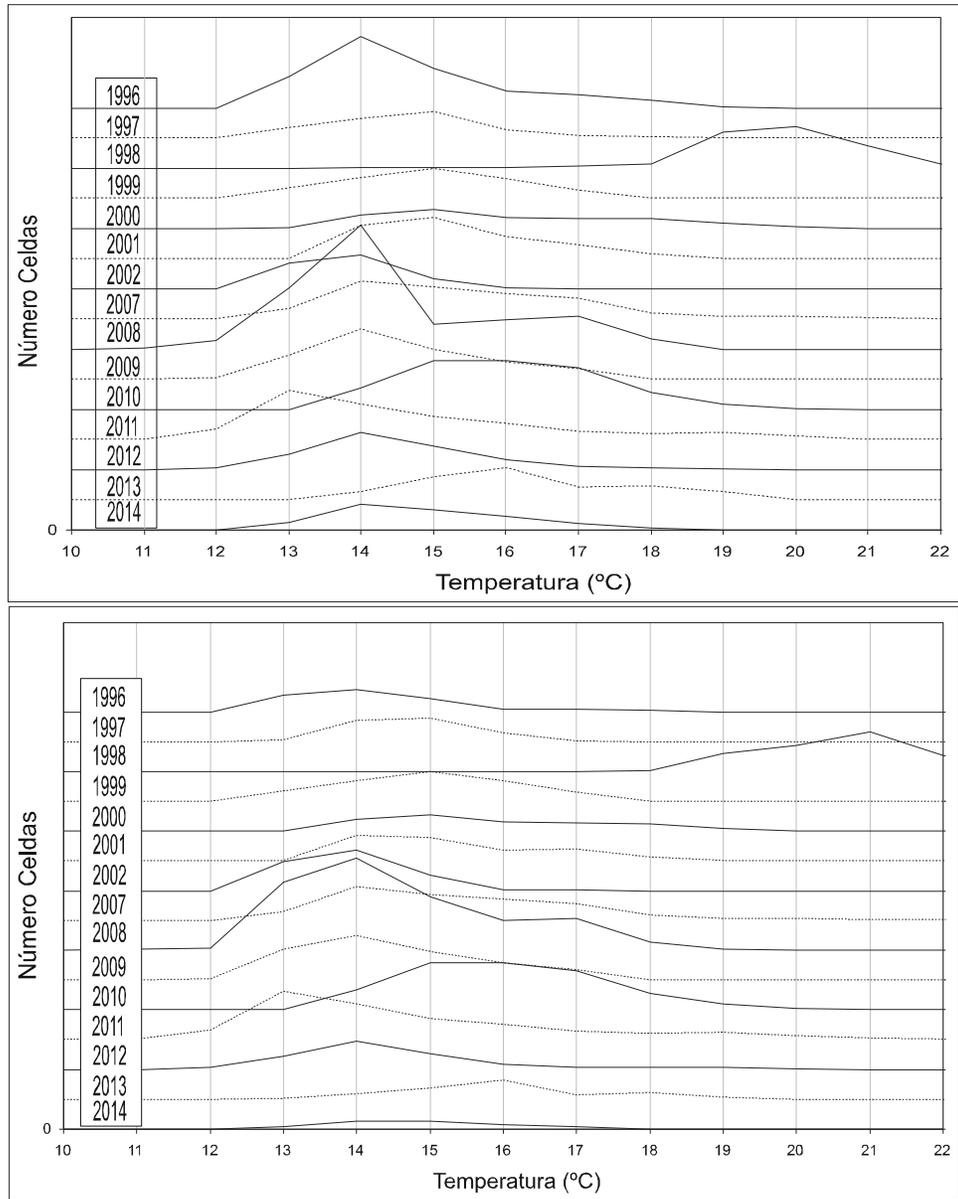
**Figura 117.** Factor de condici3n (FC) promedio de anchoveta por talla. Cruceros RECLAN diciembre 2010, 2011, 2012 y 2013. XV, I y II Regiones.



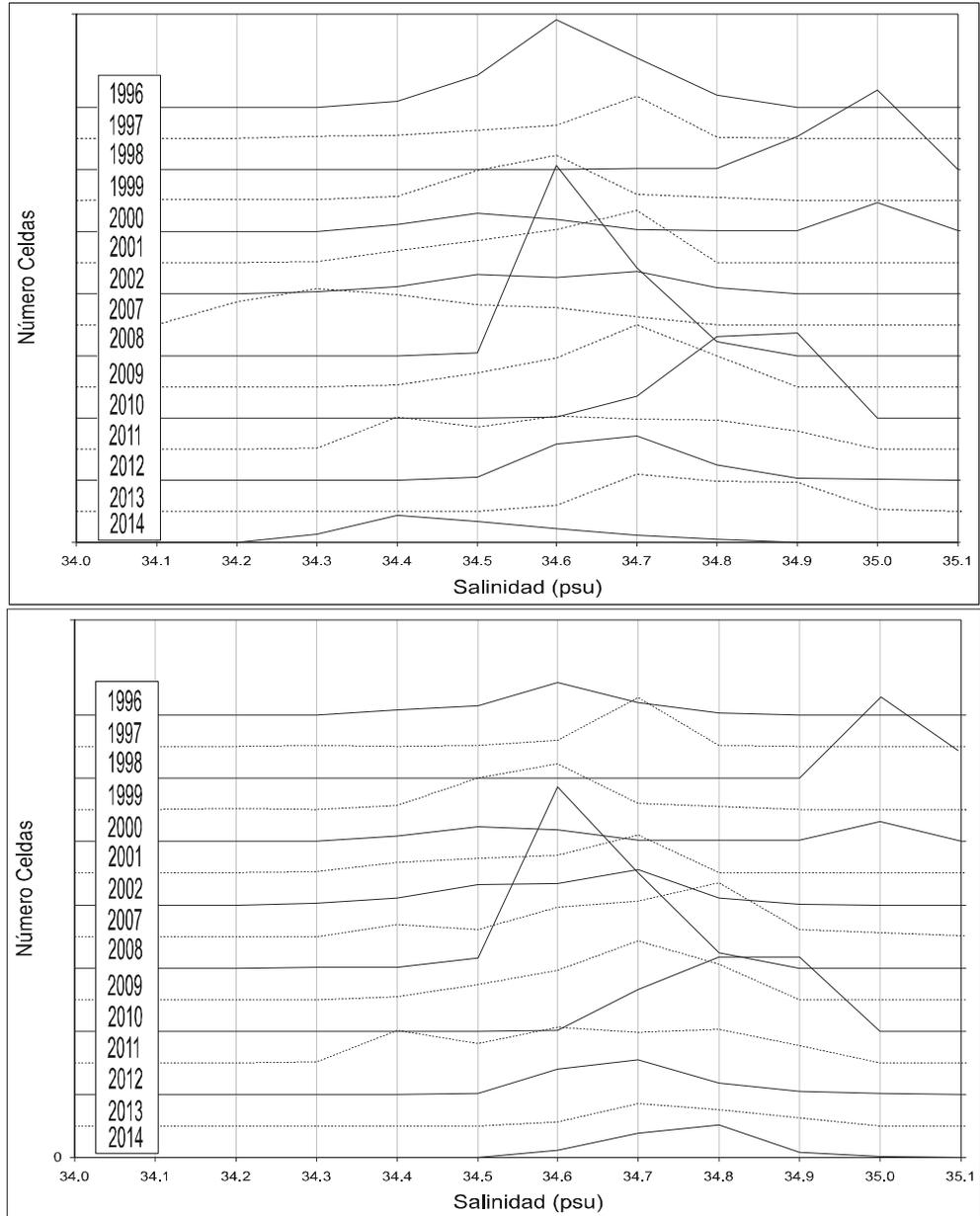
**Figura 118.** Abundancia (millones) y biomasa (t) de anchoveta total y reclutas (<12 cm.) por años, y estructura de tallas entre Arica y punta Buitre en la primavera-verano del periodo 1996-2013. Se indica el promedio de las abundancias y biomاسas totales para los periodos 1996-2002 y 2007-2013.



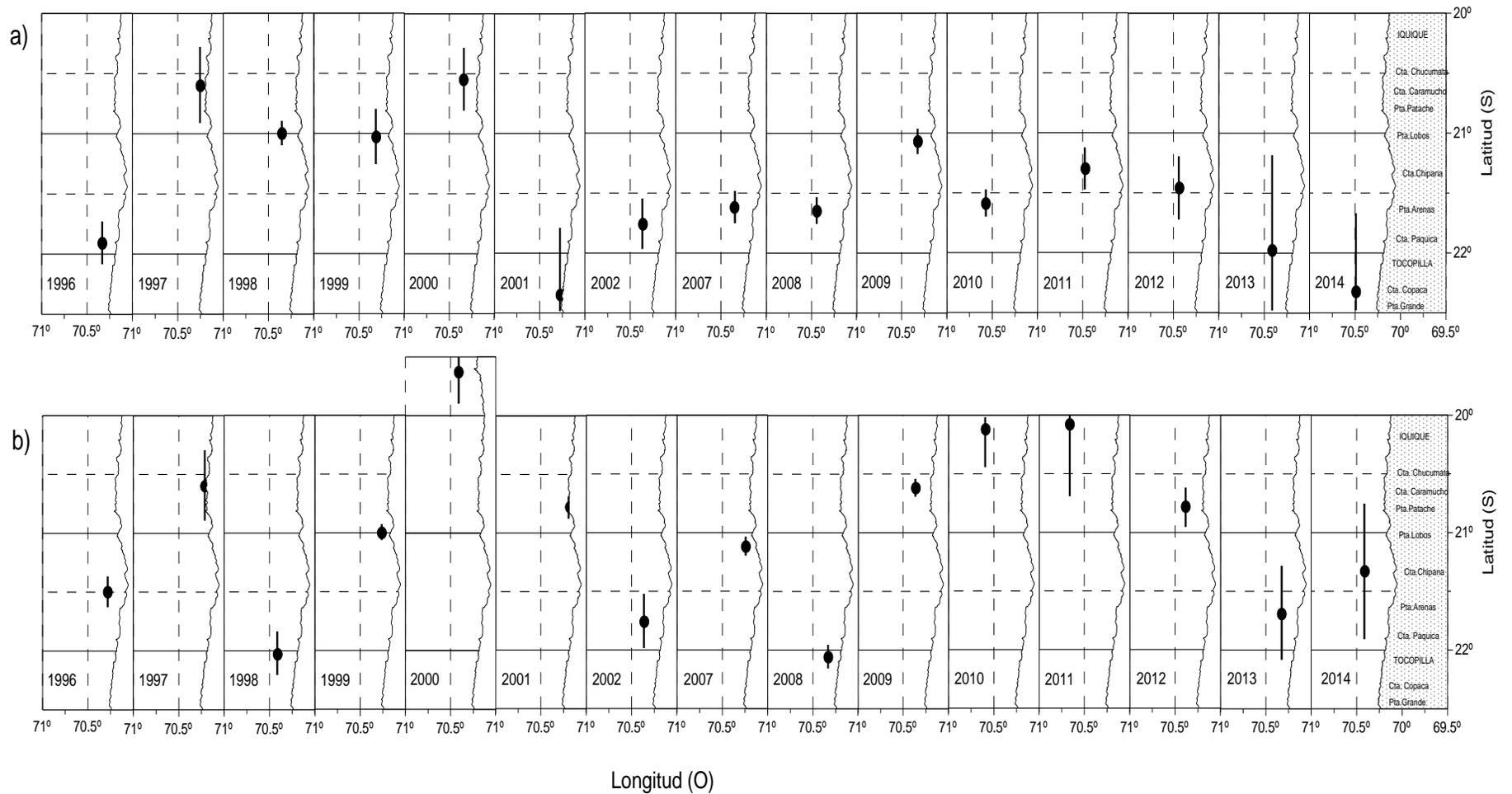
**Figura 119.** Distribuci3n espacial de las distribuciones de anchoveta en la zona norte de Chile a) total, b) Adultos y c) Reclutas.



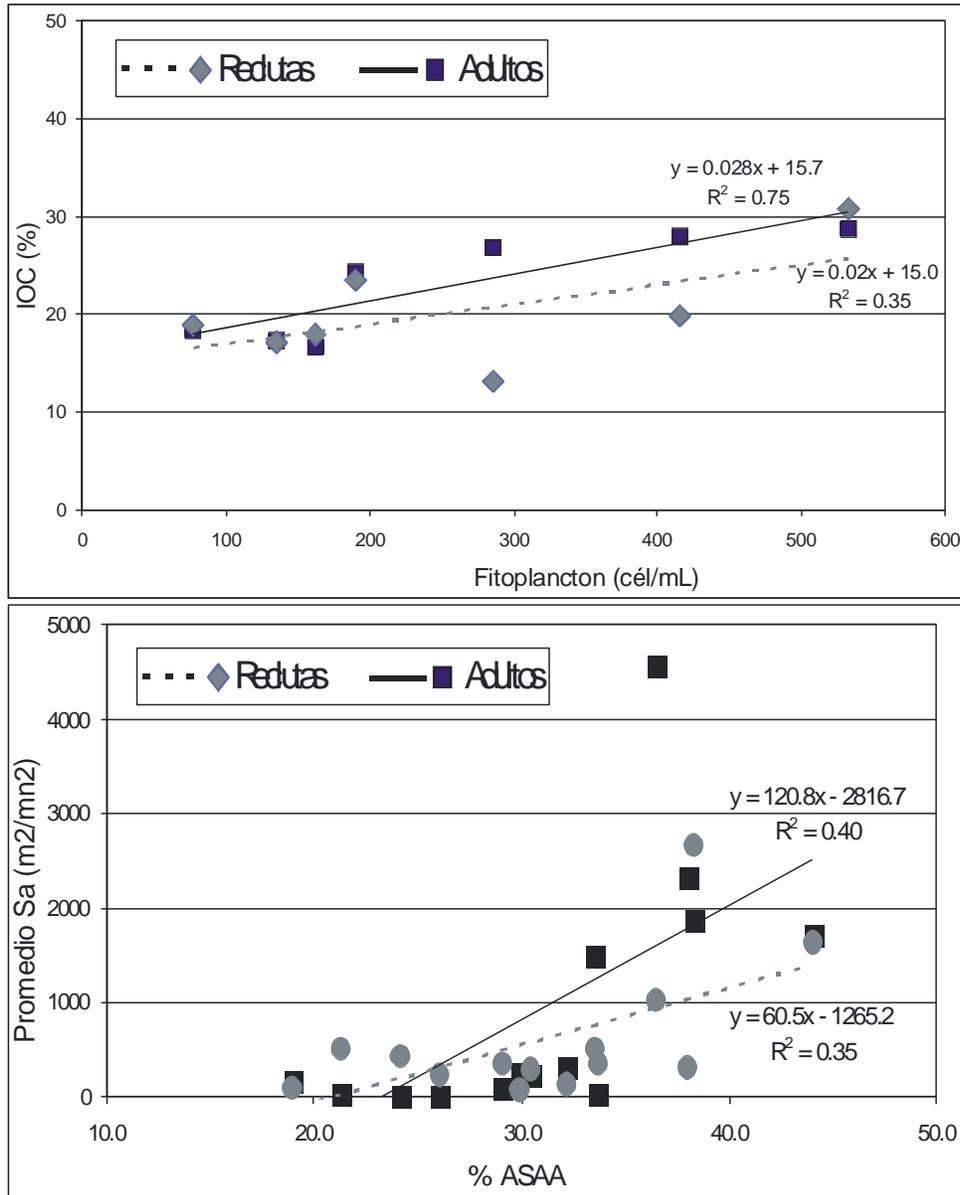
**Figura 120.** Rangos de distribución históricos respecto de la temperatura de a) adultos y b) reclutas de anchoveta.



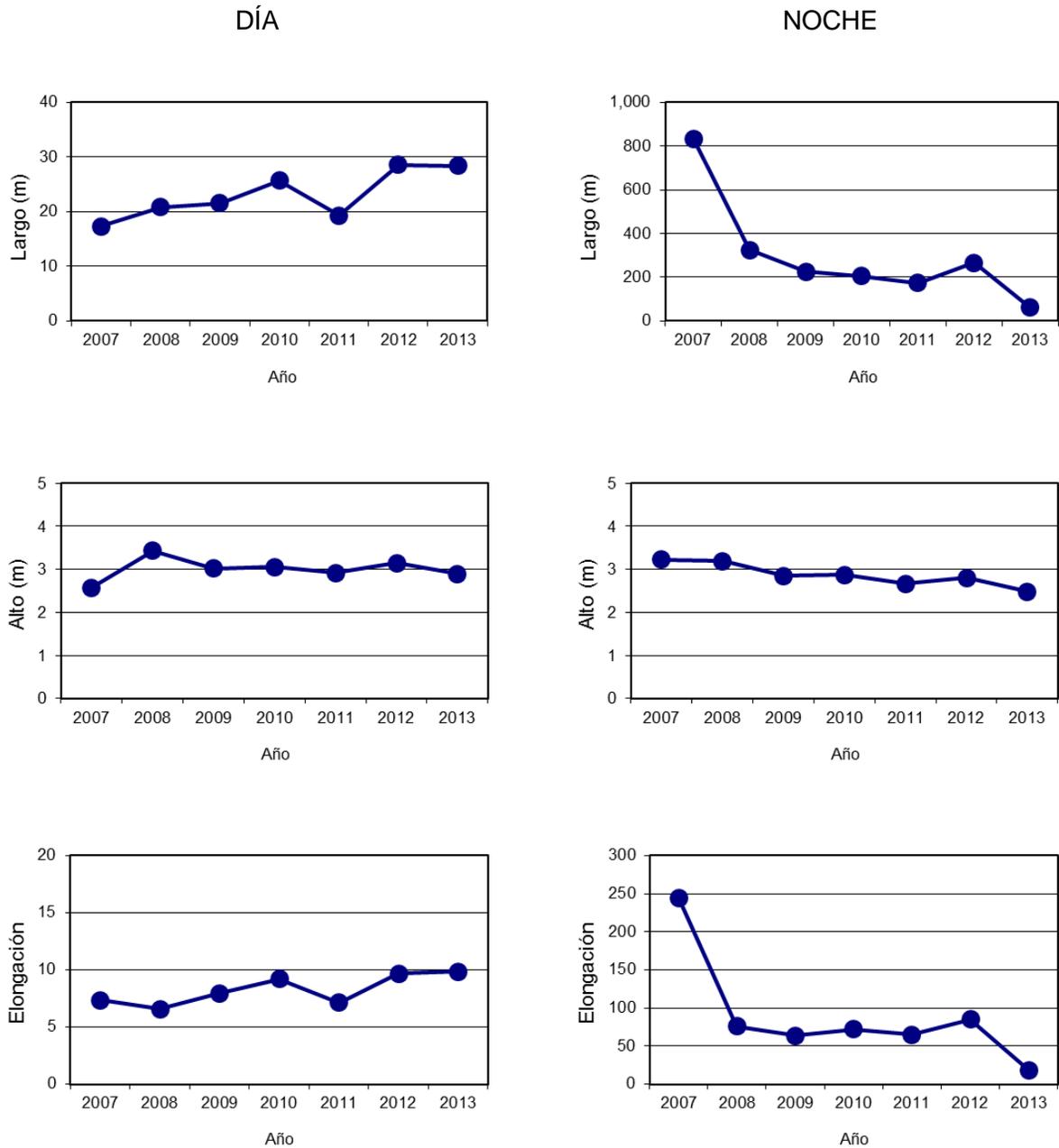
**Figura 121.** Rangos de distribución históricos respecto de la salinidad de a) adultos y b) reclutas de anchoveta.



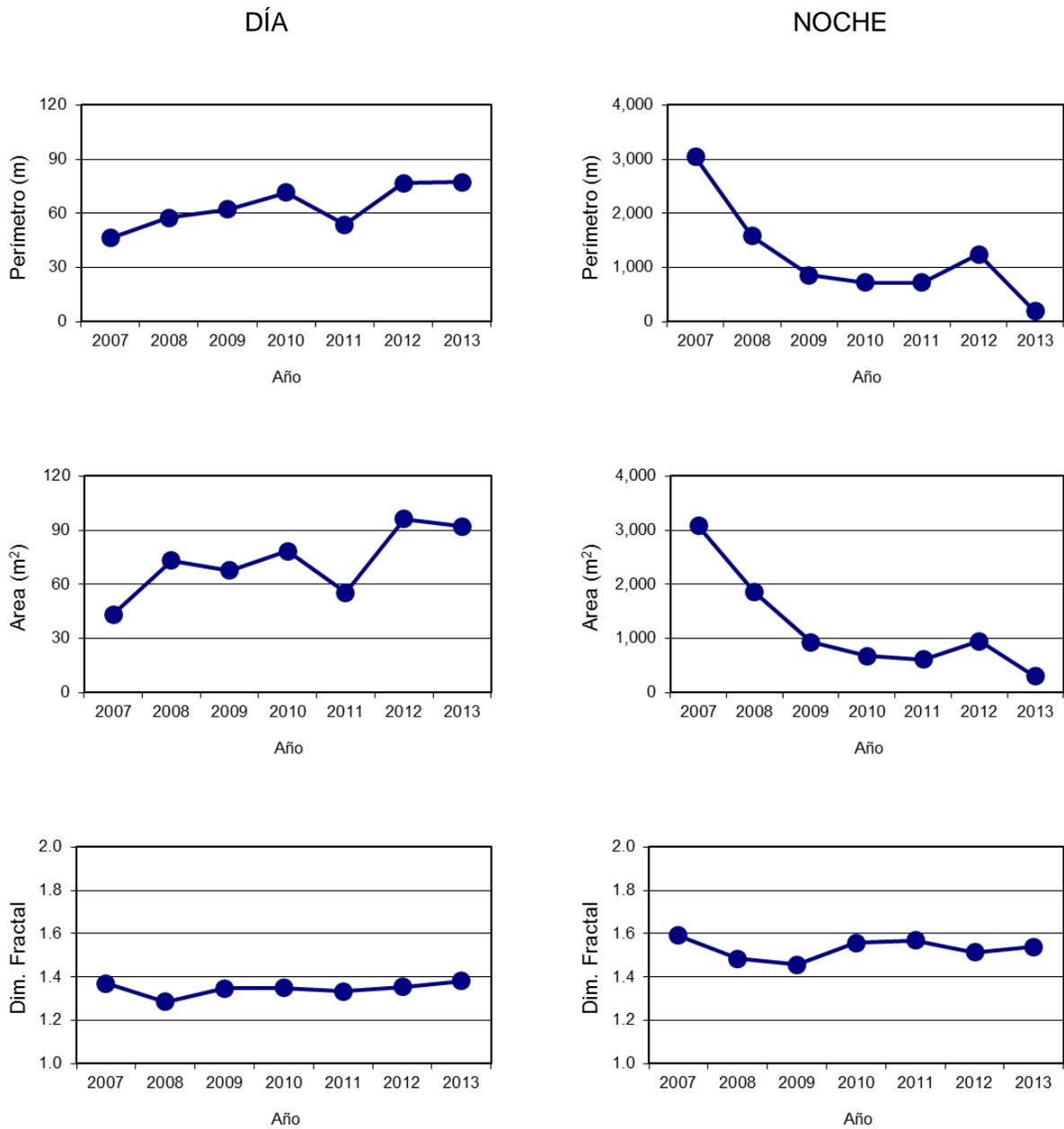
**Figura 122.** Localizaci3n de los centros de gravedad hist3ricos de las distribuciones de a) adultos y b) reclutas.



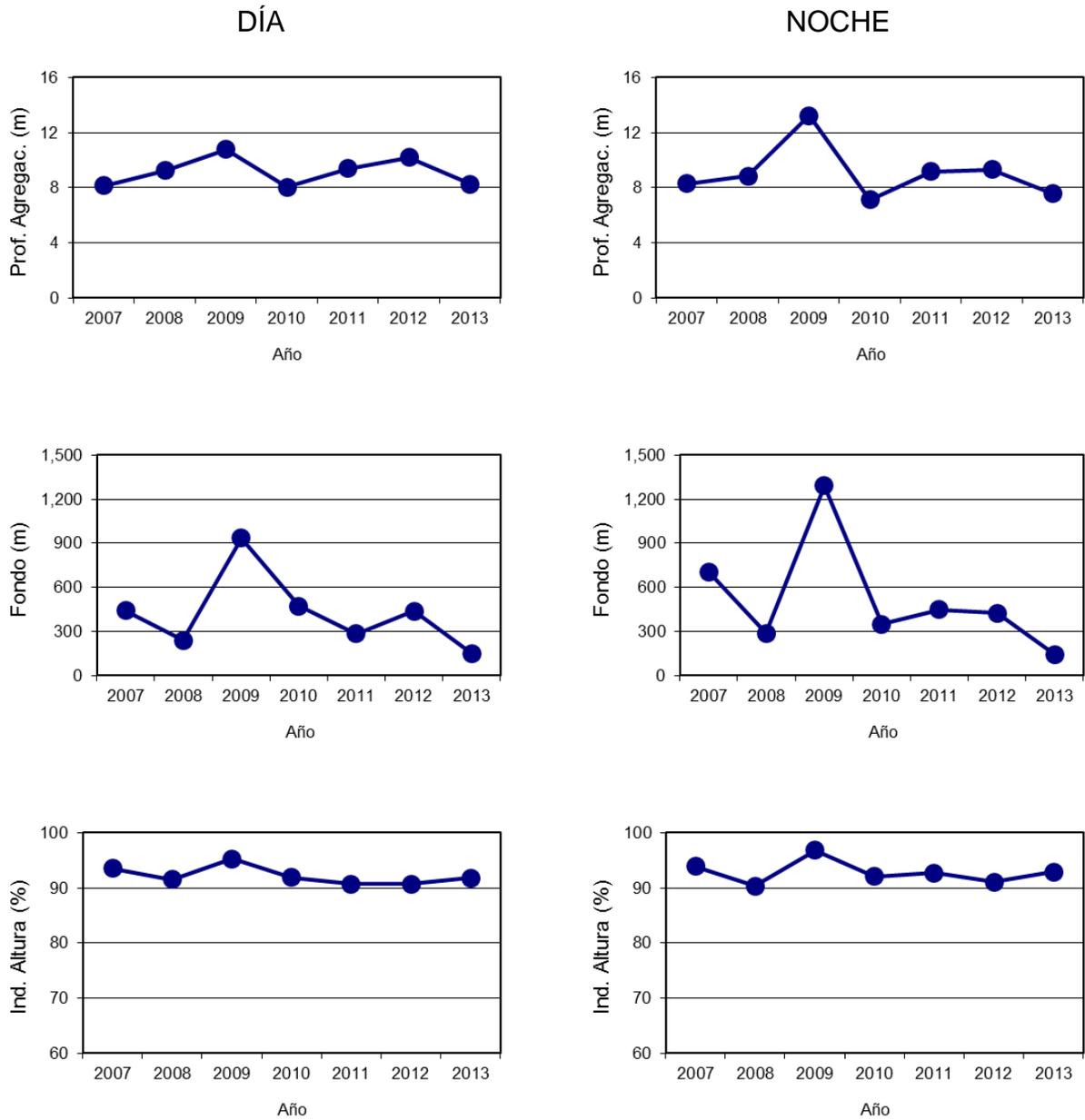
**Figura 123.** a) Índice de ocupación de anchoveta en función del fitoplancton y b) Promedio  $S_A$  en función del porcentaje de masa de agua ASAA. Período 1996-2014.



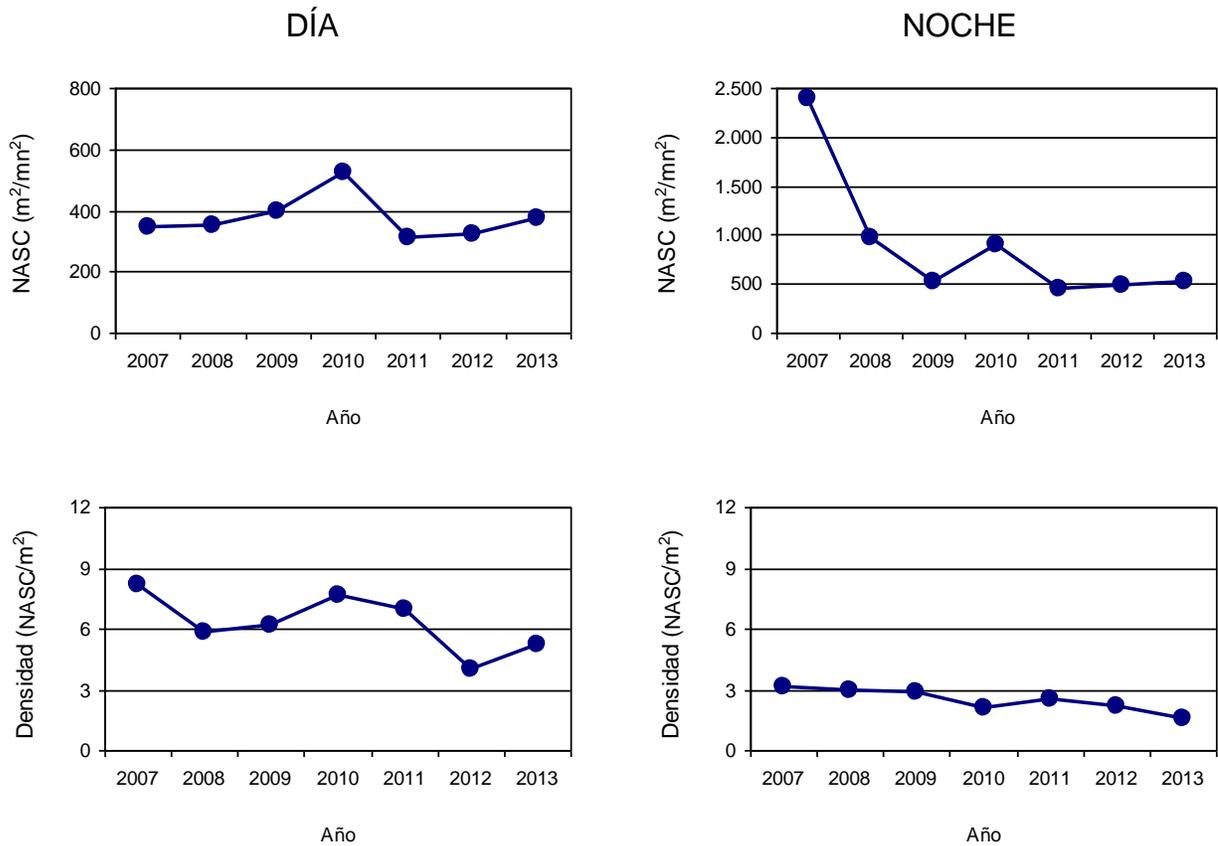
**Figura 124.** Valores promedio del largo, alto y elongación para anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN 1312.



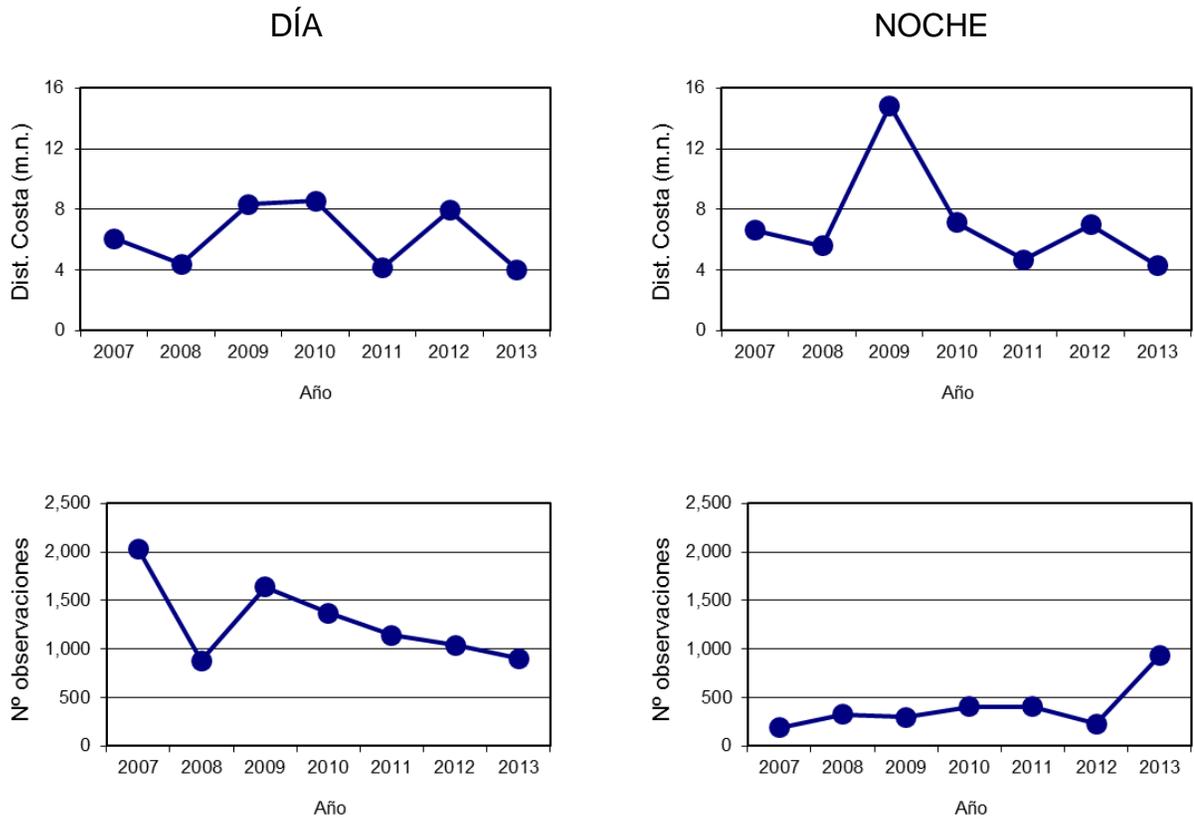
**Figura 125.** Valores promedio del perímetro, área y dimensión fractal para anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN 1312.



**Figura 126.** Valores promedio de la profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura para anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN 1312.



**Figura 127.** Valores promedio de la energía retrodispersada  $s_{A_r}$  y densidad para anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN 1312.



**Figura 128.** Valores promedio de la distancia a la costa y número de observaciones para anchoveta, caso diurno y nocturno. Crucero RECLAN 1312.

# **T A B L A S**

---



**Tabla 1.** Categorías por densidad.

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

**Tabla 2.** Valores de primavera de los pares T-S de las aguas tipo, utilizados en los triángulos de mezcla.

<b>AGUA TIPO</b>	<b>SIGLA</b>	<b>PRIMAVERA</b>	
		<b>T°C</b>	<b>SAL.</b>
<b>SUBTROPICAL</b>	<b>AST</b>	22,50	35,30
<b>SUBANTARTICA</b>	<b>ASAA</b>	12,50	33,80
<b>ECUATORIAL SUBSUPERFICIAL</b>	<b>AESS</b>	13,00	35,00
<b>INTERMEDIA ANTARTICA</b>	<b>AIAA</b>	3,00	34,00
<b>PROFUNDA DEL PACIFICO</b>	<b>APP</b>	1,75	34,68

**Tabla 3.** Fechas de los cruceros RECLAN realizados en la XV, I y II Región, fase MEI y efecto en la zona de estudio.

<b>Crucero RECLAN periodo</b>	<b>Condición Regional según MEI</b>	<b>Efecto en la zona norte al momento del crucero</b>
Febrero 2007	Neutro/Transición cálido-frío	Normal
Diciembre 2007	Niña moderada	Fase fría, en periodo central del proceso
Diciembre 2008	Niña débil	Normal
Diciembre 2009	Niño moderado/ fuerte	Fase cálida, anomalías +2°C y +0,2 psu
Diciembre 2010	Niña fuerte	Fase fría, anomalías < -2, con intrusión aguas cálidas
Diciembre 2011	Niña débil	Normal
Diciembre 2012	Neutro	Normal
Diciembre 2013	Neutro	Normal

**Tabla 4.** Localidades donde se presentaron focos superficiales de concentración < 5 mL/L en los cruceros RECLAN XV- I-II, periodo 2007 - 2013.

<b>Localidades</b>	<b>Años</b>							
	Feb-07	Dic-07	Dic-08	Dic-09	Dic-10	Dic-11	Dic-12	Dic-13
Arica-Pisagua	x	x		x	x	x		x
Iquique-caleta Patillos		x		x	x	x	x	
Punta Lobos-Chipana	x	x	x	x	x	x	x	
Punta Arenas-Tocopilla-punta Grande				x	x	x		x
Península de Mejillones-bahía Moreno	x	x		x		x	x	x
Caleta El cobre-caleta Colorada	x	x		x	x	x	x	x

**Tabla 5.** Abundancia máxima (cél/mL) y rango de tamaño ( $\mu\text{m}$ ) de los géneros y especies de diatomeas identificadas durante el crucero de diciembre de 2013. (S): diatomeas solitarias, (C): diatomeas en cadena.

DIATOMEAS	ABUND. MAX. (cél/mL)	TAMAÑO ( $\mu\text{m}$ )		DIATOMEAS	ABUND. MAX. (cél/mL)	TAMAÑO ( $\mu\text{m}$ )	
		MIN	MAX			MIN	MAX
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (C)	176,4	71	325	<i>Leptocylindrus danicus</i> (C)	709,6	59	355
<i>Asteromphalus arachne</i> (S)	0,2	45	80	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (C)	55,2	50	1.164
<i>Asteromphalus heptactis</i> (S)	0,1	80	80	<i>Lioloma delicatulum</i> (S)	7,6	1065	3.425
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> (C)	244,8	50	200	<i>Lioloma pacificum</i> (S)	0,4	555	1.050
<i>Cerataulina pelagica</i> (C)	1,8	50	390	<i>Lithodesmium undulatum</i> (C)	12,4	50	613
<i>Chaetoceros affinis</i> (C)	23,2	78	368	<i>Neocalyptrella robusta</i> (S)	0,2	365	470
<i>Chaetoceros compressus</i> (C)	294,0	50	284	<i>Nitzschia longissima</i> (S)	0,4	150	350
<i>Chaetoceros constrictus</i> (C)	40,0	75	395	<i>Odontella longicruris</i> (C)	29,2	98	1.025
<i>Chaetoceros convolutus</i> (C)	0,6	75	100	<i>Planktoniella sol</i> (S)	5,4	75	143
<i>Chaetoceros curvisetus</i> (C)	23,6	55	179	<i>Proboscia alata</i> (C)	2,6	212	1.780
<i>Chaetoceros danicus</i> (C)	33,1	75	263	<i>Proboscia indica</i> (C)	21,6	242	1.155
<i>Chaetoceros decipiens</i> (C)	2,6	180	250	<i>Pseudo-nitzschia australis</i> (C)	7,8	105	1.645
<i>Chaetoceros didymus</i> (C)	1,8	100	400	<i>Pseudo-nitzschia</i> sp. (C)	69,0	65	1.098
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> (C)	5,2	75	470	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (C)	0,1	400	400
<i>Chaetoceros protuberans</i> (C)	1,6	100	213	<i>Rhizosolenia acuminata</i> (C)	0,0	538	538
<i>Chaetoceros radicans</i> (C)	163,2	50	454	<i>Rhizosolenia bergonii</i> (C)	0,1	350	460
<i>Chaetoceros tortissimus</i> (C)	398,4	67	280	<i>Rhizosolenia imbricata</i> (C)	10,3	200	1.365
<i>Corethron criophilum</i> (S)	0,1	175	175	<i>Rhizosolenia imbricata</i> var. <i>minuta</i> (C)	6,0	120	517
<i>Coscinodiscus centralis</i> (S)	0,4	125	235	<i>Rhizosolenia setigera</i> f. <i>pungens</i> (C)	0,4	200	275
<i>Coscinodiscus wailesii</i> (S)	0,1	325	370	<i>Rhizosolenia styliformis</i> (C)	0,2	475	1.175
<i>Cylindrotheca closterium</i> (S)	17,4	53	185	<i>Stephanopyxis turris</i> (C)	2,2	100	585
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (C)	3,0	50	445	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (C)	11,6	120	432
<i>Detonula pumila</i> (C)	20,4	50	460	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (C)	41,4	50	200
<i>Ditylum brighwellii</i> (C)	1,0	168	700	<i>Thalassiosira aestivalis</i> (C)	95,0	50	575
<i>Eucampia zodiacus</i> (C)	360,6	50	360	<i>Thalassiosira decipiens</i> (C)	1,2	60	223
<i>Fragilariopsis doliolus</i> (C)	21,6	50	150	<i>Thalassiosira minuscula</i> (C)	86,4	50	350
<i>Guinardia delicatula</i> (C)	3,6	50	520				
<i>Guinardia flaccida</i> (C)	2,0	65	325				
<i>Guinardia striata</i> (C)	148,1	80	710				
<i>Hemiaulus hauckii</i> (C)	5,0	75	455				
<i>Hemiaulus sinensis</i> (C)	0,4	75	100				

**Tabla 6.** Abundancia máxima (cél/mL) y rango de tamaño (µm) de los géneros y especies de flagelados identificados durante el crucero de diciembre de 2013. (T): flagelados tecados, (A): flagelados atecados.

FLAGELADOS	ABUND. MAX. (cél/mL)	TAMAÑO (µm)		FLAGELADOS	ABUND. MAX. (cél/mL)	TAMAÑO (µm)	
		MIN	MAX			MIN	MAX
<i>Amphisolenia globifera</i> (T)	0,1	300	300	<i>Gonyaulax polygramma</i> (T)	0,2	65	75
<i>Ceratium azoricum</i> (T)	1,6	94	145	<i>Gonyaulax spinifera</i> (T)	0,1	65	75
<i>Ceratium candelabrum</i> (T)	0,2	460	460	<i>Gymnodinium sp.</i> (A)	3,4	38	180
<i>Ceratium declinatum</i> (T)	0,4	159	195	<i>Gyrodinium sp.</i> (A)	1,6	48	100
<i>Ceratium deflexum</i> (T)	0,4	260	663	<i>Kofoidinium splendens</i> (A)	0,1	125	125
<i>Ceratium furca var. berghii</i> (T)	139,0	143	375	<i>Lingulodinium polyedrum</i> (T)	0,2	53	65
<i>Ceratium fusus var. seta</i> (T)	449,0	200	550	<i>Micracanthodinium setiferum</i> (T)	0,1	100	150
<i>Ceratium lineatum</i> (T)	0,2	100	150	<i>Oxytoxum scolopax</i> (T)	0,2	95	100
<i>Ceratium macroceros</i> (T)	0,2	245	460	<i>Podolampas palmipes</i> (T)	0,2	90	165
<i>Ceratium massiliense</i> (T)	1,2	180	413	<i>Podolampas spinifera</i> (T)	0,2	148	165
<i>Ceratium minutum</i> (T)	0,2	75	85	<i>Polykrikos sp.</i> (T)	0,1	200	200
<i>Ceratium pentagonum</i> (T)	0,1	200	265	<i>Prorocentrum gracile</i> (T)	846,0	34	41
<i>Ceratium pulchellum</i> (T)	1,0	175	250	<i>Prorocentrum micans</i> (T)	79,8	49	64
<i>Ceratium ranipes</i> (T)	0,1	275	275	<i>Protoceratium reticulatum</i> (T)	0,1	60	60
<i>Ceratium symmetricum</i> (T)	0,1	210	210	<i>Protopteridinium brochii</i> (T)	0,2	60	75
<i>Ceratium tripos</i> (T)	1,2	170	235	<i>Protopteridinium claudicans</i> (T)	0,6	90	130
<i>Ceratocorys horrida</i> (T)	0,1	70	70	<i>Protopteridinium conicum</i> (T)	0,6	85	110
<i>Corythodinium longiceps</i> (T)	0,8	63	67	<i>Protopteridinium crassipes</i> (T)	3,2	70	100
<i>Corythodinium reticulatum</i> (T)	0,1	45	52	<i>Protopteridinium depressum</i> (T)	1,6	125	160
<i>Corythodinium tessellatum</i> (T)	0,1	60	65	<i>Protopteridinium divergens</i> (T)	2,0	70	125
<i>Dictyocha fibula</i> (A)	176,0	35	65	<i>Protopteridinium globulus</i> (T)	0,1	70	73
<i>Dinophysis acuminata</i> (T)	3,4	50	65	<i>Protopteridinium latissimum</i> (T)	0,2	75	110
<i>Dinophysis caudata</i> (T)	1,6	80	125	<i>Protopteridinium leonis</i> (T)	1,2	65	95
<i>Dinophysis mitra</i> (T)	0,1	65	73	<i>Protopteridinium oceanicum</i> (T)	0,2	125	225
<i>Dinophysis odiosa</i> (T) (T)	0,2	75	75	<i>Protopteridinium ovum</i> (T)	0,1	68	75
<i>Dinophysis rotundata</i>	0,8	50	63	<i>Protopteridinium pedunculatum</i> (T)	0,6	60	80
<i>Dinophysis tripos</i> (T)	0,2	100	173	<i>Protopteridinium pellucidum</i> (T)	3,8	50	60
<i>Diplopsalis lenticula</i> (T)	2,0	75	100	<i>Protopteridinium pyrum</i> (T)	4,0	60	105
<i>Diplopsalis minor</i> (T)	6,7	50	75	<i>Protopteridinium steinii</i> (T)	0,6	75	183
<i>Distephanus speculum</i> (A)	1,3	40	55	<i>Ptychodiscus noctiluca</i> (T)	0,2	65	80
<i>Eutreptiella marina</i> (A)	0,2	50	50	<i>Pyrocystis lunula</i> (A)	1,6	80	162
<i>Goniodoma polyedricum</i> (T)	0,2	70	75	<i>Pyrophacus horologium</i> (T)	0,1	100	115

**Tabla 7.** Abundancia celular integrada (cél/mL) y aporte porcentual (%) de diatomeas (DIATO) y flagelados (FLAGE). DDC: distancia de la costa (mn).

LATITUD	TRANSECTA	DDC	TOTAL	DIATO	FLAGE	%DIATO	%FLAGE
18°25'S	T1	1	143,4	2,0	141,4	1,4	98,6
		5	9,8	1,0	8,8	10,0	90,0
		10	8,7	2,3	6,5	26,2	73,8
		20	11,7	11,4	0,3	97,4	2,6
18°30'S	IT-2	1	53,8	3,7	50,1	6,9	93,1
18°40'S	T3	1	185,4	6,1	179,2	3,3	96,7
		5	46,4	23,4	22,9	50,6	49,4
		10	12,8	11,4	1,4	89,0	11,0
		20	4,9	4,6	0,3	93,0	7,0
18°50'S	IT-4	1	73,0	7,1	65,8	9,8	90,2
19°00'S	T5	1	91,9	5,3	86,6	5,8	94,2
		5	42,8	37,0	5,9	86,3	13,7
		10	122,9	122,0	0,9	99,2	0,8
19°10'S	IT-6	1	52,9	13,3	39,6	25,2	74,8
19°20'S	T7	1	102,8	96,8	6,0	94,2	5,8
		5	86,4	83,1	3,2	96,3	3,7
		10	87,2	85,5	1,7	98,1	1,9
		20	83,2	82,9	0,3	99,6	0,4
19°30'S	IT-8	1	191,5	189,4	2,0	98,9	1,1
19°40'S	T9	1	192,8	188,6	4,2	97,8	2,2
		5	141,8	140,1	1,7	98,8	1,2
		10	53,1	52,8	0,3	99,5	0,5
		20	4,5	4,4	0,2	95,7	4,3
19°50'S	IT-10	1	156,2	146,4	9,9	93,7	6,3
20°00'S	T11	1	271,8	270,0	1,8	99,3	0,7
		5	25,4	25,1	0,3	98,6	1,4
		10	14,7	14,6	0,1	99,3	0,7
		20	13,7	13,6	0,1	99,0	1,0
20°10'S	IT-12	1	264,0	260,0	4,0	98,5	1,5
20°20'S	T13	1	180,3	176,9	3,4	98,1	1,9
		5	198,2	196,5	1,7	99,1	0,9
		10	34,7	34,5	0,3	99,2	0,8
		20	20,9	20,8	0,1	99,5	0,5
20°30'S	IT-14	1	490,1	484,8	5,3	98,9	1,1
20°40'S	T15	1	598,9	594,3	4,6	99,2	0,8
		5	186,4	183,4	3,0	98,4	1,6
		10	39,9	39,6	0,3	99,3	0,7
		20	32,2	31,8	0,5	98,5	1,5

**Continuación Tabla 7**

<b>LATITUD</b>	<b>TRANSECTA</b>	<b>DDC</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DIATO</b>	<b>FLAGE</b>	<b>%DIATO</b>	<b>%FLAGE</b>
<b>20°50'S</b>	<b>IT-16</b>	1	456,4	436,5	19,9	95,6	4,4
<b>21°00'S</b>	<b>T17</b>	1	102,9	99,8	3,1	97,0	3,0
		5	18,7	17,5	1,3	93,1	6,9
		10	73,4	72,5	1,0	98,7	1,3
		20	22,0	21,8	0,2	99,1	0,9
<b>21°10'S</b>	<b>IT-18</b>	1	210,6	207,8	2,8	98,7	1,3
<b>21°20'S</b>	<b>T19</b>	1	187,7	170,5	17,2	90,8	9,2
		5	64,4	62,4	2,0	96,9	3,1
		10	80,4	78,2	2,3	97,2	2,8
		20	37,0	36,6	0,4	99,0	1,0
<b>21°30'S</b>	<b>IT-20</b>	1	122,6	108,4	14,2	88,4	11,6
<b>21°40'S</b>	<b>T21</b>	1	185,7	173,6	12,0	93,5	6,5
		5	156,7	154,5	2,2	98,6	1,4
		10	30,7	30,3	0,4	98,8	1,2
		20	33,0	32,9	0,2	99,5	0,5
<b>21°50'S</b>	<b>IT-22</b>	1	55,2	52,1	3,1	94,4	5,6
<b>22°00'S</b>	<b>T23</b>	1	144,2	140,6	3,5	97,6	2,4
		5	119,9	118,3	1,6	98,7	1,3
		10	40,0	39,1	0,9	97,8	2,2
		20	8,5	8,4	0,2	98,1	1,9
<b>22°10'S</b>	<b>IT-24</b>	1	263,4	261,3	2,1	99,2	0,8
<b>22°20'S</b>	<b>T25</b>	1	126,5	125,5	0,9	99,3	0,7
		5	180,3	180,0	0,4	99,8	0,2
		10	16,8	16,7	0,1	99,2	0,8
		20	0,2	0,0	0,2	6,1	93,9
<b>22°30'S</b>	<b>IT-26</b>	1	289,1	288,7	0,4	99,9	0,1
<b>22°40'S</b>	<b>T27</b>	1	110,9	110,7	0,2	99,8	0,2
		5	107,4	106,8	0,6	99,4	0,6
		10	68,4	68,2	0,2	99,7	0,3
		20	10,3	10,2	0,2	98,3	1,7
<b>22°50'S</b>	<b>IT-28</b>	1	241,5	237,1	4,4	98,2	1,8
<b>23°00'S</b>	<b>T29</b>	1	180,7	177,6	3,1	98,3	1,7
		5	74,7	74,6	0,1	99,9	0,1
		10	24,6	24,4	0,2	99,3	0,7
		20	10,0	9,8	0,2	98,5	1,5

**Continuación Tabla 7**

<b>LATITUD</b>	<b>TRANSECTA</b>	<b>DDC</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DIATO</b>	<b>FLAGE</b>	<b>%DIATO</b>	<b>%FLAGE</b>
<b>23°10'S</b>	<b>IT-30</b>	1	7,1	6,7	0,3	95,2	4,8
<b>23°20'S</b>	<b>T31</b>	1	8,8	8,4	0,4	95,2	4,8
		5	21,6	19,7	1,9	91,1	8,9
		10	66,8	65,8	1,0	98,5	1,5
		20	18,0	17,3	0,7	96,1	3,9
<b>23°30'S</b>	<b>IT-32</b>	1	17,7	16,9	0,8	95,6	4,4
<b>23°40'S</b>	<b>T33</b>	1	472,7	70,1	402,6	14,8	85,2
		5	52,1	11,4	40,7	21,9	78,1
		10	0,6	0,1	0,5	17,4	82,6
		20	4,0	3,9	0,1	97,8	2,2
<b>23°50'S</b>	<b>IT-34</b>	1	47,2	23,6	23,6	49,9	50,1
<b>24°00'S</b>	<b>T35</b>	1	44,2	39,4	4,9	89,0	11,0
		5	59,2	58,9	0,3	99,6	0,4
		10	0,3	0,2	0,1	66,9	33,1
		20	8,0	7,8	0,2	97,8	2,2
<b>24°10'S</b>	<b>IT-36</b>	1	132,3	131,6	0,7	99,5	0,5
<b>24°20'S</b>	<b>T37</b>	1	106,4	106,1	0,3	99,7	0,3
		5	0,1	0,1	0,0	100,0	0,0
		10	0,8	0,6	0,1	84,6	15,4
		20	9,1	7,2	2,0	78,4	21,6
<b>24°30'S</b>	<b>IT-38</b>	1	9,8	9,8	0,0	100,0	0,0
<b>24°40'S</b>	<b>T39</b>	1	0,3	0,3	0,0	89,0	11,0
		5	19,3	19,3	0,0	99,8	0,2
		10	48,6	48,5	0,1	99,8	0,2
		20	0,2	0,1	0,1	55,4	44,6

**Tabla 8.** Tamaño promedio ( $\mu\text{m}$ ) de diatomeas (T-DIATO) y flagelados (T-FLAGE). DDC: distancia de la costa (mn).

LATITUD	TRANSECTA	DDC	T-DIATO	T-FLAGE
18°25'S	T1	1	256	88
		5	252	76
		10	240	91
		20	350	126
18°30'S	IT-2	1	223	96
18°40'S	T3	1	216	103
		5	266	102
		10	287	104
		20	314	159
18°50'S	IT-4	1	174	104
19°00'S	T5	1	221	92
		5	200	106
		10	246	102
19°10'S	IT-6	1	232	99
19°20'S	T7	1	208	89
		5	198	82
		10	230	102
		20	261	73
19°30'S	IT-8	1	198	100
19°40'S	T9	1	272	105
		5	210	110
		10	215	88
		20	198	207
19°50'S	IT-10	1	229	113
20°00'S	T11	1	201	92
		5	194	174
		10	217	164
		20	187	96
20°10'S	IT-12	1	187	97
20°20'S	T13	1	195	87
		5	212	124
		10	192	117
		20	258	142
20°30'S	IT-14	1	184	108
20°40'S	T15	1	198	113
		5	230	101
		10	207	103
		20	209	115

**Continuación Tabla 8**

<b>LATITUD</b>	<b>TRANSECTA</b>	<b>DDC</b>	<b>T-DIATO</b>	<b>T-FLAGE</b>
<b>20°50'S</b>	<b>IT-16</b>	1	163	117
<b>21°00'S</b>	<b>T17</b>	1	193	106
		5	212	79
		10	292	95
		20	224	84
<b>21°10'S</b>	<b>IT-18</b>	1	189	100
<b>21°20'S</b>	<b>T19</b>	1	191	91
		5	208	108
		10	225	113
		20	252	121
<b>21°30'S</b>	<b>IT-20</b>	1	200	91
<b>21°40'S</b>	<b>T21</b>	1	196	92
		5	188	108
		10	257	135
		20	163	82
<b>21°50'S</b>	<b>IT-22</b>	1	174	87
<b>22°00'S</b>	<b>T23</b>	1	163	120
		5	186	99
		10	233	82
		20	151	125
<b>22°10'S</b>	<b>IT-24</b>	1	219	105
<b>22°20'S</b>	<b>T25</b>	1	164	106
		5	231	108
		10	276	120
		20	99	115
<b>22°30'S</b>	<b>IT-26</b>	1	245	98
<b>22°40'S</b>	<b>T27</b>	1	177	76
		5	132	101
		10	193	128
		20	138	88
<b>22°50'S</b>	<b>IT-28</b>	1	141	104
<b>23°00'S</b>	<b>T29</b>	1	146	91
		5	202	167
		10	197	123
		20	214	167

**Continuación Tabla 8**

<b>LATITUD</b>	<b>TRANSECTA</b>	<b>DDC</b>	<b>T-DIATO</b>	<b>T-FLAGE</b>
<b>23°10'S</b>	<b>IT-30</b>	1	138	136
<b>23°20'S</b>	<b>T31</b>	1	163	99
		5	150	122
		10	214	141
		20	222	134
<b>23°30'S</b>	<b>IT-32</b>	1	136	127
<b>23°40'S</b>	<b>T33</b>	1	123	90
		5	146	99
		10	205	89
		20	190	112
<b>23°50'S</b>	<b>IT-34</b>	1	154	147
<b>24°00'S</b>	<b>T35</b>	1	125	125
		5	199	88
		10	123	138
		20	239	102
<b>24°10'S</b>	<b>IT-36</b>	1	127	73
<b>24°20'S</b>	<b>T37</b>	1	106	60
		5	105	
		10	287	134
		20	93	147
<b>24°30'S</b>	<b>IT-38</b>	1	144	
<b>24°40'S</b>	<b>T39</b>	1	208	60
		5	315	107
		10	367	192
		20	225	147

**Tabla 9.** Aporte porcentual (%) por transecta (T) e inter-transecta (IT) de los géneros y especies de diatomeas que exhibieron las mayores abundancias. *A. glacialis*: *Asterionellopsis glacialis*, *B. delicatulum*: *Bacteriastrium delicatulum*, *G. striata*: *Guinardia striata*.

DIATOMEAS	T1	IT2	T3	IT4	T5	IT6	T7	IT8	T9	IT10	T11	IT12	T13	IT14	T15
<i>B. delicatulum</i>	63,8	22,7			27,6		49,5		42,8		30,3				
<i>Chaetoceros sp.</i>		31,8	29,4		27,9	29,9									
<i>Leptocylindrus sp.</i>	18,2		25,8		27,7		21,3		29,6	51,2	65,0	72,4	51,0	76,5	58,8
<i>Pseudo-nitzschia sp.</i>	15,9	45,5													
<i>Thalassiosira sp.</i>			31,0	84,7		67,7		61,5	21,7	25,9					

DIATOMEAS	IT16	T17	IT18	T19	IT20	T21	IT22	T23	IT24	T25	IT26	T27	IT28	T29	IT30
<i>A. glacialis</i>									30,8				39,0		
<i>B. delicatulum</i>			37,1	37,5	48,0	47,5	68,9	32,1		46,9	16,6	25,1			
<i>Chaetoceros sp.</i>									34,3	27,8	69,2	45,3	23,1	66,7	30,7
<i>Leptocylindrus sp.</i>	74,8	55,6	54,9	46,6		36,7		27,8							20,0
<i>Pseudo-nitzschia sp.</i>															24,1
<i>Thalassiosira sp.</i>					25,9										

DIATOMEAS	T31	IT32	T33	IT34	T35	IT36	T37	IT38	T39
<i>Chaetoceros sp.</i>	92,6	80,6	72,7	83,7	92,7	81,7	81,2	81,3	
<i>G. striata</i>									97,8

**Tabla 10.** Aporte porcentual (%) por transecta (T) e inter-transecta (IT) de los géneros y especies de flagelados que exhibieron las mayores abundancias. (*D. fibula*: *Dictyocha fibula*.)

FLAGELADOS	T1	IT2	T3	IT4	T5	IT6	T7	IT8	T9	IT10	T11	IT12	T13	IT14	T15
<i>Ceratium sp.</i>		32,3	48,4	52,0	29,9	53,0	39,2	28,5	55,4	70,2	31,1	34,6	29,1	22,0	24,6
<i>D. fibula</i>	72,1	53,1	43,2	37,4	64,4	27,8	27,0								
<i>Diplopsalis sp.</i>								31,1			19,9	18,5		24,6	26,3
<i>Gymnodinium sp.</i>												19,5			21,8
<i>Protoperidinium sp.</i>								28,0	18,3		23,3	20,1	26,7	30,6	

FLAGELADOS	IT16	T17	IT18	T19	IT20	T21	IT22	T23	IT24	T25	IT26	T27	IT28	T29	IT30
<i>Ceratium sp.</i>	20,0	20,9							30,1	33,0	35,8	26,5	54,3	60,8	44,2
<i>Diplopsalis sp.</i>							21,9		28,4						23,1
<i>Gymnodinium sp.</i>		30,0	22,2					25,3	25,1	25,9		32,6			
<i>Prorocentrum sp.</i>	60,0	31,6	49,6	80,6	76,6	67,2	53,8	30,1			29,9	12,9	15,1		19,2
<i>Protoperidinium sp.</i>										25,4				23,3	

FLAGELADOS	T31	IT32	T33	IT34	T35	IT36	T37	IT38	T39
<i>Ceratium sp.</i>	52,9	22,6	42,8	72,7	35,9		62,0		61,2
<i>Diplopsalis sp.</i>					29,5	21,4			
<i>Gymnodinium sp.</i>						26,2			
<i>Prorocentrum sp.</i>	39,7	74,3	56,1	22,5					
<i>Protoperidinium sp.</i>					15,3	42,9			

**Tabla 11.** Resultados del análisis comparativo entre la abundancia y tamaño del fitoplancton obtenidos durante el crucero de diciembre de 2013 y durante los cruceros realizados entre 2007 y 2011. *K*: estadístico de Kruskal-Wallis.

<b>Parámetros</b>	<b>Cruceros</b>	<b><i>K</i></b>	<b>Valor-<i>p</i></b>
<b>Abundancia Diatomeas</b>	Febrero 2007	36,760	0,000
	Diciembre 2007	64,460	0,000
	Diciembre 2008	17,229	0,000
	Diciembre 2009	31,136	0,000
	Diciembre 2010	20,442	0,000
	Diciembre 2011	12,013	0,000
<b>Abundancia Flagelados</b>	Febrero 2007	486,900	0,000
	Diciembre 2007	70,507	0,000
	Diciembre 2008	57,843	0,000
	Diciembre 2009	106,084	0,000
<b>Tamaño Diatomeas</b>	Diciembre 2007	58,913	0,000
	Diciembre 2009	30,814	0,000
	Diciembre 2012	6,868	0,009
<b>Tamaño Flagelados</b>	Febrero 2007	66,198	0,000
	Diciembre 2007	15,316	0,000
	Diciembre 2008	26,780	0,000
	Diciembre 2009	32,458	0,000
	Diciembre 2010	19,204	0,000

**Tabla 12.** Valores numéricos correspondientes a los grupos zooplanctónicos analizados entre 1 y 20 mn. Total: número total de individuos; N°est (+): estaciones positivas; MIN: mínimo; MAX: máximo; Media (t): promedio por estaciones totales; STD: desviación estándar; % FO: % de la frecuencia de ocurrencia, % DN: % de la dominancia numérica y CV: coeficiente de variación.

Grupos Zooplanctónicos	Total Individuos	N° est (+)	MIN	MAX	Media	STD	%DN	%FO
Copépodos	122841610	98	34140	20063040	1253486	2406724	87,91	100,0
Nauplis	2156186	89	304	1160043	22002	117433	1,54	90,8
Larvas Decápodos	2018839	98	434	763924	20600	77883	1,44	100,0
Larvas cifonautas	1725747	95	145	350257	17610	41810	1,24	96,9
Poliquetos	1603668	98	495	160771	16364	27640	1,15	100,0
Eufáusidos	1553643	86	145	229280	15853	34098	1,11	87,8
Sifonóforos	1146651	92	148	126079	11701	22403	0,82	93,9
Cladóceros	870120	42	156	328698	8879	36670	0,62	42,9
Quetognatos	787940	86	156	30217	8040	8219	0,56	87,8
Apendicularias	782867	92	256	54658	7988	9186	0,56	93,9
Larvas Equinodermos	516399	61	134	192731	5269	21623	0,37	62,2
Doliólidos	496084	73	151	106714	5062	13585	0,36	74,5
Bivalvos	483979	45	134	152274	4939	19477	0,35	45,9
Pterópodos	404752	56	149	253329	4130	25599	0,29	57,1
Medusas	375661	90	141	80314	3833	8806	0,27	91,8
Anfípodos	363350	86	145	42388	3708	6189	0,26	87,8
Larvas Braquiópodos	338486	70	134	49483	3454	6851	0,24	71,4
Larvas Eufáusidos	308978	87	141	150824	3153	15253	0,22	88,8
Ostrácodos	274653	92	145	21194	2803	2911	0,20	93,9
Salpas	245900	45	134	74885	2509	9012	0,18	45,9
Larvas Gastrópodos	199668	49	134	55129	2037	7253	0,14	50,0
Larvas Cypris	121658	38	130	67912	1241	6927	0,09	38,8
Ctenóforos	73228	57	130	8424	747	1359	0,05	58,2
Radiolarios	19058	17	151	4740	194	684	0,01	17,4
Foraminíferos	18325	21	151	3078	187	507	0,01	21,4
Estomatópodos	6247	10	134	2231	64	281	0,00	10,2
Heterópodos	1911	9	134	323	19	66	0,00	9,2

**Tabla 13.** Resultado de la Prueba de Kruskal-Wallis. Los valores significativos se indican en negrita (valor  $p < 0,05$ ).

Grupos	Abundancia media			Valor P
	Zona 1 (18°25'-20°00')	Zona 2 (20°20'-22°30')	Zona 3 (22°40'-24°40')	
Copépodos	2186703	904752	810165	0,3856
Eufáusidos	5663	26549	13049	<b>0,0278</b>
Larvas Eufáusidos	8819	6322	1386	0,7935
Ostrácodos	1714	3495	3472	<b>0,0000</b>
Cladóceros	23007	2303	3590	<b>0,0002</b>
Anfípodos	1819	7226	1672	<b>0,0000</b>
Larvas Cypris	2549	1086	336	<b>0,0099</b>
Estomatópodos	62	119	8	0,1479
Nauplis	52380	9298	9157	<b>0,0167</b>
Larvas Decápodos	13541	35679	10936	0,2182
Medusas	1017	7689	2120	<b>0,0000</b>
Sifonóforos	4345	22744	6709	<b>0,0000</b>
Ctenóforos	220	1371	722	<b>0,0000</b>
Quetognatos	2556	9614	11115	<b>0,0000</b>
Poliquetos	24748	14990	10574	0,1387
Heterópodos	63	29	17	0,7732
Pterópodos	649	9755	1346	<b>0,0026</b>
Salpas	52	6738	223	<b>0,0000</b>
Doliólidos	293	3460	10774	<b>0,0000</b>
Apendicularias	2701	10327	10082	<b>0,0000</b>
Radiolarios	24	527	6	<b>0,0000</b>
Foraminíferos	60	40	484	<b>0,0000</b>
Larvas cifonautas	13511	31600	6479	<b>0,0012</b>
Larvas Braquiópodos	4168	3909	2368	0,442
Larvas Equinodermos	3333	3066	9422	0,3225
Larvas Gastrópodos	1732	2695	1620	0,5783
Bivalvos	1761	6378	6171	<b>0,0022</b>

**Tabla 14.** Grados de asociación entre pares de grupos zooplanctónicos en relación a la zona latitudinal y distancia de la costa.

Zona Total	%	Zona	Distancia costa (mn)
Larvas Cypris - Nauplis	99	Norte	0-10
Larvas decápodos - Pterópodos	98	Centro	0-10
Salpas - Radiolarios	98	Norte	0-10
Estomatópodos - Cladóceros	98	Centro	10.1-20
Sifonóforos – Bivalvos	85	Norte	0-10
Copépodos - Ostrácodos	85	Sur	10,1-20

**Tabla 15.** Número estaciones, especies y ejemplares para las tres zonas definidas en función a la distancia a la costa.

Zona	Distancia a la Costa	Número de Estaciones	Número de Especies	Número de Taxas x 10 <sup>6</sup>
Norte	Costera	25	27	67,9
	Oceánica	5	27	1,1
	Total	30	27	69,0
Centro	Costera	27	27	35,5
	Oceánica	7	27	3,5
	Total	34	27	39,0
Sur	Costera	27	27	27,6
	Oceánica	7	27	4,2
	Total	34	27	31,8
Total	Costera	79	27	131,0
	Oceánica	19	27	8,7
	Total	98	27	139,7

**Tabla 16.** Porcentaje de ejemplares por grupo zooplanctónico, según distancia a la costa y zona latitudinal.

Taxa	Distancia a la Costa		Zona Latitudinal			Total
	Costera	Oceánica	Norte	Centro	Sur	
Anfípodos	0,3	0,2	< 0,1	0,6	0,2	0,3
Apendiculars	0,5	1,8	0,1	0,9	1,1	0,6
Bivalvos	0,4	< 0,1	< 0,1	0,6	0,7	0,3
Cladóceros*	0,6	0,4	1,0	0,2	0,4	0,6
Copépodos*	88,0	86,5	93,0	79,9	86,7	87,9
Ctenóforos	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1
Doliólidos	0,3	1,9	< 0,1	0,3	1,2	0,4
Estomatópodos	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Eufáusidos*	1,1	0,8	0,3	2,4	1,4	1,1
Foraminíferos	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Heterópodos	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
L.Braquiópodos	0,3	< 0,1	0,2	0,3	0,3	0,2
L.Cifonautas*	1,3	0,5	0,6	2,7	0,7	1,2
L.Cypris	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
L.Decápodos*	1,5	0,5	0,6	3,2	1,2	1,4
L.Equinodermos	0,4	< 0,1	0,1	0,3	1,0	0,4
L.Eufáusidos	0,2	0,4	< 0,1	0,6	0,1	0,2
L.Gastrópodos	0,1	0,1	< 0,1	0,2	0,2	0,1
Medusas	0,3	0,4	< 0,1	0,7	0,2	0,3
Nauplis*	1,6	0,5	2,2	0,8	1,0	1,5
Ostrácodos	0,2	0,6	< 0,1	0,3	0,4	0,2
Poliquetos*	1,2	0,6	1,1	1,3	1,1	1,1
Pterópodos	0,2	0,9	< 0,1	0,9	0,1	0,3
Quetognatos	0,4	2,3	0,1	0,9	1,2	0,6
Radiolarios	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Salpas	0,2	0,4	< 0,1	0,6	< 0,1	0,2
Sifonóforos*	0,8	0,9	0,2	2,0	0,7	0,8

\* Taxa seleccionado para modelamiento

**Tabla 17.** Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona y distancia a la costa.

Estrato	Hipótesis	Wald	p.value
Zona Latitudinal	Ho: norte=centro=sur	4.273.677	< 0,001
	Ho: norte=centro	3.810.292	< 0,001
	Ho: norte=sur	931.999	< 0,001
	Ho: centro=sur	983.070	< 0,001
Zona Longitudinal	Ho: costera = oceánica	256.210	< 0,001

**Tabla 18.** Lances de Flota Cerquera (Programa Seguimiento 2013. Principales Pesquerías Nacionales-Pelágicos Zona Norte), usados para comparar estructura de talla de las capturas de anchoveta con la estructura obtenida en B/C Abate Molina en diciembre 2013.

Lance	Cód. Embarcación	Fecha Hora	Latitud	Longitud	Número muestras
1	100657	12/12/13 9:30	202800	701500	77
2	100684	12/12/13 9:30	204300	702000	113
3	100703	12/2/13 11:00	182800	702400	109
4	100703	12/6/13 11:00	182800	702900	98
5	100714	12/12/13 8:00	205400	703200	98
6	100852	12/2/13 10:42	193900	701600	111
7	100889	12/3/13 9:10	202400	701700	115
8	100939	12/4/13 14:30	202100	701800	118
9	101016	12/4/13 11:00	182800	702400	91
10	200865	12/4/13 5:15	200600	701200	111
11	200865	12/4/13 9:18	200500	701000	123
12	900998	12/3/13 13:00	182800	702900	106
13	900998	12/18/13 10:00	182800	702400	108
14	940039	12/9/13 11:00	182800	702400	105
15	940040	12/2/13 11:00	182800	702400	117
16	940040	12/16/13 11:00	182800	702400	109
17	940040	12/18/13 11:00	182800	702400	101
18	940183	12/3/13 12:00	182800	702900	122
19	940256	12/4/13 12:00	201200	701300	105
20	940280	12/3/13 13:00	182800	702900	106
21	940280	12/4/13 11:00	182800	702400	107
22	940280	12/18/13 11:00	182800	702400	93
23	940282	12/6/13 12:00	182800	702900	111
24	940488	12/9/13 11:00	182800	702400	111
25	940493	12/18/13 10:00	182800	702400	120
26	941508	12/3/13 15:00	182800	702900	93
27	941508	12/4/13 11:00	182800	702400	110
28	941508	12/6/13 11:00	182800	702900	112
29	941508	12/16/13 11:00	182800	702400	88
30	941508	12/18/13 10:00	182800	702400	100

**Tabla 19.** Lances correspondientes espacio/temporal de arrastre (B/C Abate Molina Crucero RECLAN 1312) y lances de cerco (Flota cerquera. Proyecto Seguimiento 2013. Principales. Pesquerías Nacionales-Pelágicos Zona Norte) utilizados para comparar estructura de tallas de las capturas de anchoveta.

Lance	Cód. Embarcación	Fecha Hora	Latitud	Longitud	Número muestras
3	100703	12/2/13 11:00	182800	702400	109
6	100852	12/2/13 10:42	193900	701600	111
15	940040	12/2/13 11:00	182800	702400	117
10	200865	12/4/13 5:15	200600	701200	111
19	940256	12/4/13 12:00	201200	701300	105
5	100714	12/12/13 8:00	205400	703200	98
1	B/C Abate Molina	12/1/13 3:03	182610	702385	200
12	B/C Abate Molina	12/5/13 0:56	193980	701395	119
16	B/C Abate Molina	12/6/13 13:40	200960	701255	200

**Tabla 20.** Tallas al 25, 50 y 75% de anchoveta capturadas con redes de cerco de la flota y arrastre a media agua del B/C Abate Molina: a) todos los lances de ambos artes de pesca y b) lances correspondientes espacio/temporal.

Frecuencia Acumulada	a) Todos los lances		b) Lances coincidentes	
	Cerco	Arrastre	Cerco	Arrastre
25%	13.92	13.42	14.13	13.64
50%	14.36	14.26	14.70	14.14
75%	14.85	14.91	15.19	14.54
rango	0.94	1.49	1.05	0.90

**Tabla 21.** Resumen operacional y capturas realizadas por el B/C Abate Molina y L/M Valencia. Crucero RECLAN1312.

Lance	Embarcación	Fecha	Latitud	Longitud	Anchoveta		Jurel		Medusas		Otras especies		Captura total lance (kg)	
					Captura (kg)	Proporción (%)	Captura (kg)	Proporción (%)	Captura (kg)	Proporción (%)	Captura (kg)	Proporción (%)		
1	Abate Molina	1/12/13	1826.1	7023.9	10.0	1.1			898.8	98.9			908.8	
2	Abate Molina	1/12/13	1830.0	7038.0	0.04	0.0	0.01	0.001	691.9	100.0			692.0	
3	Abate Molina	1/12/13	1832.5	7021.1	3.9	1.6	0.1	0.040	244.8	98.4			248.8	
4	Abate Molina	1/12/13	1839.9	7021.9	0.9	0.1			896.5	99.9	0.04	0.004	897.5	
5	Abate Molina	2/12/13	1843.4	7022.6					1070.9	100.0	0.02	0.001	1070.9	
6	Abate Molina	2/12/13	1849.2	7022.5	21.5	0.6	1.6	0.05	3504.5	99.3	0.35	0.01	3528.0	
7	Abate Molina	2/12/13	1859.2	7020.2	3.6	0.3	7.3	0.5	1417.5	99.2	0.05	0.004	1428.5	
8	Abate Molina	3/12/13	1919.2	7018.2	60.0	3.8			1536.9	96.2			1596.9	
9	Abate Molina	3/12/13	1911.5	7031.4	0.02	0.02			69.4	86.2	11.1	13.8	80.6	
10	Abate Molina	4/12/13	1930.0	7025.9	0.6	7.9			7.2	90.9	0.1	1.1	7.9	
11	Abate Molina	4/12/13	1922.9	7016.5	7.4	2.2			330.0	97.7	0.3	0.1	337.6	
12	Abate Molina	5/12/13	1939.8	7014.0	2.7	1.7			153.5	96.0	3.8	2.4	159.9	
13	Abate Molina	5/12/13	2000.0	7013.2	146.6	65.8			76.3	34.2			222.8	
14	Abate Molina	5/12/13	1944.7	7011.2	12.5	1.9			632.8	97.9	1.0	0.2	646.3	
15	Abate Molina	5/12/13	1951.9	7010.0	228.7	37.6			379.5	62.4			608.2	
16	Abate Molina	6/12/13	2009.6	7012.6	34.0	56.2	0.02	0.02	25.7	42.5	0.7	1.2	60.4	
17	Abate Molina	6/12/13	2020.0	7020.7							387.0	100.0	387.0	
18	Abate Molina	7/12/13	2034.7	7014.1	45.3	16.2	0.004	0.001	233.2	83.6	0.4	0.1	278.8	
19	Abate Molina	8/12/13	2040.3	7013.3	136.3	100.0							136.3	
20	Abate Molina	8/12/13	2050.4	7030.8	172.9	100.0							172.9	
21	Abate Molina	8/12/13	2050.1	7024.0	51.7	97.4					1.4	2.6	53.1	
22	Abate Molina	9/12/13	2100.0	7025.7	207.9	99.3	0.1	0.04			1.5	0.7	209.4	
23	Abate Molina	9/12/13	2109.9	7017.0	5.5	32.1	0.1	0.3	11.4	66.6	0.2	1.0	17.1	
24	Abate Molina	9/12/13	2111.2	7028.1	0.3	51.8	0.2	29.5			0.1	18.7	0.5	
25	Abate Molina	10/12/13	2117.1	7005.6	20.0	1.0			2000.0	99.0			2020.0	
26	Abate Molina	10/12/13	2130.2	7016.9	4.5	4.1	0.01	0.01	103.4	95.9			107.9	
27	Abate Molina	10/12/13	2128.1	7007.1	7.9	1.1			699.3	98.9			707.2	
28	Abate Molina	11/12/13	2141.4	7013.1	18.4	5.8			297.9	94.1	0.2	0.1	316.5	
29	Abate Molina	11/12/13	2154.5	7020.1	29.5	6.7	0.005	0.001	408.0	93.2	0.1	0.03	437.6	
30	Abate Molina	11/12/13	2149.7	7012.4	393.9	100.0							393.9	
31	Abate Molina	13/12/13	2240.2	7034.3									0.0	
32	Abate Molina	14/12/13	2240.6	7028.0	76.1	98.5	0.2	0.3			1.0	1.2	77.3	
33	Abate Molina	14/12/13	2250.2	7025.2	35.1	35.1	0.01	0.01	64.3	64.3	0.7	0.7	100.1	
34	Abate Molina	15/12/13	2245.5	7022.0	11.2	1.1	0.1	0.01	958.1	97.8	10.3	1.1	979.6	
35	Abate Molina	16/12/13	2329.5	7040.6	1.1	0.1			964.1	99.9	0.1	0.01	965.3	
36	Abate Molina	16/12/13	2325.5	7037.7	18.8	1.6			1137.6	98.4	0.1	0.01	1156.5	
37	Abate Molina	17/12/13	2333.7	7025.4	2393.0	97.4			63.4	2.6			2456.4	
38	Abate Molina	17/12/13	2331.3	7030.3	11.4	12.8			77.6	87.2			89.0	
39	Abate Molina	18/12/13	2340.3	7028.2	58.1	13.4			376.0	86.6	0.1	0.02	434.2	
40	Abate Molina	18/12/13	2400.1	7032.1	43.1	34.0	0.2	0.2	83.1	65.5	0.4	0.3	128.9	
41	Abate Molina	19/12/13	2359.9	7039.4	176.6	100.0							176.6	
42	Abate Molina	19/12/13	2410.0	7035.7	75.0	99.9					0.1	0.1	75.1	
43	Abate Molina	19/12/13	2415.0	7032.8	773.7	99.8	1.4	0.2			0.2	0.02	775.2	
44	Abate Molina	20/12/13	2421.4	7034.1	141.2	14.9			808.5	85.1			949.7	
1	LM Valencia	9/12/14	2100.0	7017.3	1500	100.0							1500.0	
2	LM Valencia	9/12/15	2114.3	7017.2	2000	100.0							2000.0	
3	LM Valencia	10/12/16	2139.8	7010.4					300	56.6	230.0	43.4	530.0	
<b>Captura Total (kg)</b>					8940.4				11.2		20522.0		651.1	30124.7
<b>Proporción (%) respecto captura total</b>					29.7				0.04		68.1		2.2	

**Tabla 22.** Captura (kg) por especie y total realizada por el B/C Abate Molina con red de arrastre de media agua y L/M Valencia con arte de cerco. Crucero RECLAN1312.

Lance	Embarcación	Captura por especies en el lance (kg)													Total (kg)		
		Anchoveta	Jurel	Calamar	Agujilla	Mote	Pampanito	Medusas	Pejerey	Jibia	Cojinoba	Langostino	Mictófidós	Vinciguerría		Otros	Eufaúsidos
1	Abate Molina	10.0						898.8									908.8
2	Abate Molina	0.04	0.01					691.9									692.0
3	Abate Molina	3.9	0.1					244.8									248.8
4	Abate Molina	0.9				0.01	0.03	896.5									897.5
5	Abate Molina							1070.9				0.02					1070.9
6	Abate Molina	21.5	1.6				0.4	3504.5									3528.0
7	Abate Molina	3.6	7.3				0.1	1417.5									1428.5
8	Abate Molina	60.0						1536.9									1596.9
9	Abate Molina	0.02						69.4				10.9	0.2				80.6
10	Abate Molina	0.6		0.1				7.2									7.9
11	Abate Molina	7.4			0.3			330.0									337.6
12	Abate Molina	2.7		0.1			0.2	153.5			1.7					1.9	159.9
13	Abate Molina	146.6						76.3									222.8
14	Abate Molina	12.5					0.2	632.8	0.1		0.7				0.04		646.3
15	Abate Molina	228.7						379.5									608.2
16	Abate Molina	34.0	0.02	0.5	0.2			25.7							0.1		60.4
17	Abate Molina												387.0				387.0
18	Abate Molina	45.3	0.004	0.4				233.2									278.8
19	Abate Molina	136.3															136.3
20	Abate Molina	172.9															172.9
21	Abate Molina	51.7		1.4													53.1
22	Abate Molina	207.9	0.1	0.1						1.4							209.4
23	Abate Molina	5.5	0.1	0.2				11.4									17.1
24	Abate Molina	0.3	0.2	0.1													0.5
25	Abate Molina	20.0						2000.0									2020.0
26	Abate Molina	4.5	0.01					103.4									107.9
27	Abate Molina	7.9						699.3									707.2
28	Abate Molina	18.4		0.2				297.9									316.5
29	Abate Molina	29.5	0.005	0.1				408.0									437.6
30	Abate Molina	393.9															393.9
31	Abate Molina																0.0
32	Abate Molina	76.1	0.2	1.0													77.3
33	Abate Molina	35.1	0.01	0.7				64.3									100.1
34	Abate Molina	11.2	0.1				0.03	958.1									979.6
35	Abate Molina	1.1		0.05				964.1									965.3
36	Abate Molina	18.8						1137.6			0.1						1156.5
37	Abate Molina	2393.0						63.4									2456.4
38	Abate Molina	11.4						77.6									89.0
39	Abate Molina	58.1		0.01				376.0			0.1						434.2
40	Abate Molina	43.1	0.2	0.4			0.03	83.1									126.9
41	Abate Molina	176.6															176.6
42	Abate Molina	75.0		0.1													75.1
43	Abate Molina	773.7	1.4												0.2		775.2
44	Abate Molina	141.2						808.5									949.7
1	LM Valencia	1500															1500.0
2	LM Valencia	2000															2000.0
3	LM Valencia					230.0		300.0									530.0
		8940.4	11.2	5.2	0.2	230.3	0.8	20522.0	0.1	1.4	0.3	2.4	10.9	387.2	0.2	12.2	30124.7
		29.7	0.04	0.02	0.001	0.764	0.003	68.1	0.0003	0.00	0.001	0.01	0.04	1.29	0.001	0.04	

**Tabla 23.** Lances con capturas de jurel, peso y longitud promedio de los individuos para la zona total. Porcentaje, peso promedio y talla promedio de reclutas para el total de la zona. Crucero RECLAN-1312.

Zona	Latitud inicio	Latitud fin	Lances	Peso promedio (g)	Longitud promedio (cm)	Reclutas		
						% de la zona	Peso promedio (g)	Longitud promedio (cm)
1	18°25'S	19°20'S	2,3,6,7,16	75,2	19,4	98,4	73,6	19,3
2	20°50'S	24°40'S	22,26,29,32,33,34,40,43	2,1	5,5	100,0	2,1	5,5
Total	18°25' S	24°40'S		12,6	10,4	99,4	12,3	10,3

**Tabla 24.** Límite de las zonas establecidas según la estratificación de tallas para anchoveta, lances de pesca asignados, captura (kg) de anchoveta por zona y porcentaje de la zona respecto del total capturado B/C Abate Molina y L/M Valencia. Crucero Reclan1312.

Zona	Latitud inicial	Latitud final	Lances	Captura de anchoveta (kg)	% respecto total anchoveta
1	18°25' S	19°35'S	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 y 11	107,9	1,2
2	19°35'S	20°51' S	12, 13, 14, 15, 16, 18, 19 y 21	657,6	7,4
3	20°51'S	22°01'S	20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30 (*)	4.360,7	48,8
4	22°01'S	23°31' S	31, 32, 33, 34, 35 y 36	142,2	1,6
5	23°31'S	24°40' S	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 y 44	3.672,1	41,1

(\*): en esta zona se incorporan los lances 1, 2 y 3 realizados por L/M Valencia.

**Tabla 25.** Porcentaje de reclutas de anchoveta por zona, talla media y peso medio de reclutas por zona. Crucero RECLAN1312.

Zona	Latitud inicio	Latitud fin	Reclutas		
			% de la zona	Talla media (cm)	Peso medio (g)
1	18°25' S	19°35'S	0,3.	11,5	11
2	19°35'S	20°51' S	33,9	7,2	3,2
3	20°51'S	22°01'S	6,1	10,9	10,6
4	22°01'S	23°31' S	23,0	9,5	7,2
5	23°31'S	24°40'S	0.2	11,6	11
Total	18°25'S	24°40'S	11,6	8,6	5,9

**Tabla 26.** Comparación de la estructura de talla entre todas las zonas establecidas para anchoveta, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.

<b>Parámetros del análisis</b>	<b>X<sup>2</sup> crítico=</b>	<b>41</b>
	<b>N° de categorías=</b>	<b>28</b>
	<b>Z=</b>	<b>1.64485</b>
	<b>Grupos=</b>	<b>5</b>
	<b>np=</b>	<b>491</b>
<b>Zonas</b>	<b>X<sup>2</sup> calculado</b>	<b>Ho</b>
1	14.02	NR
3	15.23	NR
4	26.73	NR
5	46.94	R
2	57.01	R
<b>% APROBACIÓN</b>		<b>60.00</b>

**Tabla 27.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta de B/C Abate Molina y L/M Valencia, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.

<b>Parámetros del análisis</b>	<b>X<sup>2</sup> crítico=</b>	<b>24</b>
	<b>N° de categorías=</b>	<b>15</b>
	<b>Z=</b>	<b>1.64485</b>
	<b>Grupos=</b>	<b>4</b>
	<b>Np=</b>	<b>225</b>
<b>Lances</b>	<b>X<sup>2</sup> calculado</b>	<b>Ho</b>
2	11,15	<b>NR</b>
23	16,50	<b>NR</b>
1	21,97	<b>NR</b>
22	22,75	<b>NR</b>
<b>% APROBACIÓN</b>		<b>100.00</b>

**Tabla 28.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta. Zona 1, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.

<b>Parámetros del análisis</b>			<b>X<sup>2</sup> crítico=</b>	<b>19</b>	
			<b>N° de categorías=</b>	<b>11</b>	
			<b>Z=</b>	<b>1.64485</b>	
			<b>Grupos=</b>	<b>8</b>	
			<b>np=</b>	<b>178</b>	
<b>Lances</b>	<b>X<sup>2</sup> calculado</b>	<b>Ho</b>	<b>Lances</b>	<b>X<sup>2</sup> calculado</b>	<b>Ho</b>
10	1.72	<b>NR</b>	4	7.03	<b>NR</b>
8	2.07	<b>NR</b>	6	7.73	<b>NR</b>
11	2.22	<b>NR</b>	7	8.24	<b>NR</b>
3	2.55	<b>NR</b>	1	13.75	<b>NR</b>
<b>% APROBACIÓN</b>					<b>100.00</b>

**Tabla 29.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta. Zona 2, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.

Parámetros Del Análisis			$X^2$ crítico= 36 N° de categorías= 24 Z= 1.64485 Grupos= 8 np= 238		
Lances	$X^2$ calculado	Ho	Lances	$X^2$ calculado	Ho
14	6.02	NR	12	7.41	NR
15	6.47	NR	21	61.97	R
19	7.00	NR	13	63.13	R
16	7.10	NR	18	73.14	R
<b>% APROBACIÓN</b>					<b>62.50</b>

**Tabla 30.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta. Zona 3, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.

Parámetros del análisis			$X^2$ crítico= 32 N° de categorías= 21 Z= 1.64485 Grupos= 12 np= 262		
Lances	$X^2$ calculado	Ho	Lances	$X^2$ calculado	Ho
27	1.25	NR	23	6.45	NR
24	2.37	NR	22	9.06	NR
26	3.87	NR	101	9.61	NR
20	5.01	NR	29	10.68	NR
30	5.85	NR	25	10.76	NR
102	6.37	NR	28	72.77	R
<b>% APROBACIÓN</b>					<b>91.67</b>

**Tabla 31.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta. Zona 4, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.

<b>Parámetros del análisis</b>	<b>X<sup>2</sup>crítico=</b> <b>N° de</b> <b>Z=</b> <b>Grupos=</b> <b>np=</b>	<b>36</b> <b>24</b> <b>1.64485</b> <b>5</b> <b>211</b>
<b>Lances</b>	<b>X<sup>2</sup> calculado</b>	<b>Ho</b>
33	4.62	NR
36	6.29	NR
35	16.82	NR
32	27.77	NR
34	67.58	R
<b>% APROBACIÓN</b>		<b>80.00</b>

**Tabla 32.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta. Zona 5, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.

<b>Parámetros del análisis</b>			<b>X<sup>2</sup>crítico=</b> <b>N° de categorías=</b> <b>Z=</b> <b>Grupos=</b> <b>np=</b>	<b>24</b> <b>15</b> <b>1.64485</b> <b>8</b> <b>233</b>	
<b>Lances</b>	<b>X<sup>2</sup> calculado</b>	<b>Ho</b>	<b>Lances</b>	<b>X<sup>2</sup> calculado</b>	<b>Ho</b>
38	0.64	NR	40	6.17	NR
42	1.99	NR	43	9.29	NR
44	3.76	NR	37	15.70	NR
41	6.08	NR	39	65.60	R
<b>% APROBACIÓN</b>					<b>87.50</b>

**Tabla 33.** Comparación de la estructura de talla entre lances para jurel. Zona Total, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG;  $\alpha = 0.05$ ). Crucero RECLAN 1312.

Parámetros del análisis			$X^2$ crítico= 27 N° de categorías= 17 Z= 1.64485 Grupos= 12 np= 64		
Lances	$X^2$ calculado	Ho	Lances	$X^2$ calculado	Ho
29	1.50	NR	40	7.49	NR
22	3.01	NR	33	12.73	NR
32	3.77	NR	43	14.58	NR
34	4.28	NR	2	16.25	NR
26	5.13	NR	6	20.83	NR
16	6.94	NR	7	44.72	R
<b>% APROBACIÓN</b>					<b>91.67</b>

**Tabla 34.** Parámetros de la relación longitud-peso de anchoveta, obtenidos a través del ajuste de una regresión lineal y de una regresión no lineal para cada zona y zona total. Crucero RECLAN 1312.

	Parámetros	Zona 1 n = 1.175	Zona 2 n = 1.518	Zona 3 n = 2.197	Zona 4 n = 879	Zona 5 n = 1.600	Zona Total n = 7.369
Modelo Lineal	a	0,0103	0,0067	0,0064	0,008	0,0025	0,0064
	b	2,8855	3,0422	3,0773	2,9893	3,4132	3,0705
	R <sup>2</sup>	0,8393	0,9745	0,9248	0,9788	0,8525	0,9708
Modelo no lineal	a	0,028172	0,009762	0,009219	0,007335	0,003549	0,005965
	b	2,506415	2,899732	2,939581	3,021712	3,291919	3,097608
	R <sup>2</sup>	0,717109	0,977774	0,8729375	0,9622445	0,811409	0,936539

**Tabla 35.** Análisis de varianza para la comparación de la relación longitud-peso de anchoveta por zona. Crucero RECLAN 1312.

anchoveta	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	SC residual	GL residual
Zona 1	4,195168004	12,1052414	41,6160227	6,68610563	1.173
Zona 2	197,7864241	601,700453	1878,39745	47,9207778	1.516
Zona 3	27,52521401	84,7026731	281,85669	21,2032093	2.195
Zona 4	45,85284843	137,068427	418,597877	8,85770924	877
Zona 5	5,862919783	20,0114125	80,1166056	11,813329	1.598
Regresión pool (p)					
Regresión Común (c)				96,481131	7.359
Regresión total (t)	281,2225743	855,588208	2.700,58464	97,553281	7.363

k=	5
GLp=	7,359
Fc =	20,44428688
F 0.05(1) =	2,22
Ho=	Es rechazada

**Tabla 36.** Análisis de varianza de la relación longitud-peso de anchoveta para las zonas y total. Crucero RECLAN 1312.

Zona		GL	SC	PC	F	Valor crítico
Zona 1	Regresión	1	6,58819093	6,58819093	6128,05046	0
	Residuos	1173	1,26107773	0,00107509		
	Total	1174	7,84926866			
Zona 2	Regresión	1	345,249311	345,249311	57908,13	0
	Residuos	1516	9,03841923	0,00596202		
	Total	1517	354,287731			
Zona 3	Regresión	1	49,1622953	49,1622953	26983,3865	0
	Residuos	2195	3,99917328	0,00182195		
	Total	2196	53,1614686			
Zona 4	Regresión	1	77,2817884	77,2817884	40568,2911	0
	Residuos	877	1,67066757	0,00190498		
	Total	878	78,9524559			
Zona 5	Regresión	1	12,8827969	12,8827969	9239,44771	0
	Residuos	1598	2,22813204	0,00139433		
	Total	1599	15,1109289			
Zona total	Regresión	1	646,808009	646,808009	252635,909	0
	Residuos	7367	18,861272	0,00256024		
	Total	7368	665,669281			

GL: Grados de libertad SC: Suma de cuadrados PC: Promedio de los cuadrados F: F calculado

**Tabla 37.** Comparación de pesos de anchoveta entre diferentes modelos. Crucero RECLAN 1312.

Longitud (cm)	Modelo Lineal						Modelo no lineal					
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona Total
a	0,0103	0,0067	0,0064	0,008	0,0025	0,0064	0,028172	0,009762	0,009219	0,007335	0,003549	0,005965
b	2,8855	3,0422	3,0773	2,9893	3,4132	3,0705	2,506415	2,899732	2,939581	3,021712	3,291919	3,097608
R <sup>2</sup>	0,8393	0,9745	0,9248	0,9788	0,8525	0,9708	0,717109	0,977774	0,8729375	0,9622445	0,811409	0,936539
4.0		0.5				0.4		0.5				0.4
4.5		0.6				0.6		0.8				0.6
5.0		0.9		1.0		0.9		1.0		0.9		0.9
5.5		1.2		1.3		1.2		1.4		1.3		1.2
6.0	1.8	1.5		1.7		1.6	2.5	1.8		1.6		1.5
6.5	2.3	2.0	2.0	2.1		2.0	3.1	2.2	2.3	2.1		2.0
7.0	2.8	2.5	2.5	2.7		2.5	3.7	2.8	2.8	2.6		2.5
7.5	3.4	3.1	3.1	3.3		3.1	4.4	3.4	3.4	3.2		3.1
8.0	4.1	3.7	3.8	4.0		3.8	5.2	4.1	4.2	3.9		3.7
8.5	4.9	4.5	4.6	4.8		4.6	6.0	4.8	5.0	4.7		4.5
9.0	5.8	5.3	5.5	5.7		5.4	6.9	5.7	5.9	5.6		5.4
9.5	6.8	6.3	6.5	6.7		6.4	8.0	6.7	6.9	6.6		6.4
10.0	7.9	7.3	7.6	7.8		7.5	9.0	7.7	8.0	7.7		7.5
10.5	9.1	8.5	8.8	9.0	7.8	8.7	10.2	8.9	9.3	8.9	8.2	8.7
11.0	10.4	9.8	10.2	10.3	9.1	10.1	11.5	10.2	10.6	10.3	9.5	10.0
11.5	11.8	11.2	11.7	11.8	10.6	11.5	12.8	11.6	12.1	11.8	11.0	11.5
12.0	13.3	12.8	13.3	13.4	12.3	13.1	14.3	13.1	13.7	13.4	12.7	13.1
12.5	15.0	14.5	15.1	15.1	14.1	14.9	15.8	14.8	15.5	15.1	14.5	14.9
13.0	16.8	16.3	17.0	17.0	16.1	16.8	17.5	16.6	17.3	17.0	16.5	16.8
13.5	18.7	18.3	19.1	19.0	18.3	18.9	19.2	18.5	19.4	19.1	18.7	18.9
14.0	20.8	20.4	21.4	21.2	20.7	21.1	21.0	20.6	21.6	21.3	21.0	21.2
14.5	23.0	22.7	23.9	23.6	23.4	23.5	22.9	22.8	23.9	23.7	23.6	23.6
15.0	25.4	25.2	26.5	26.1	26.2	26.1	25.0	25.1	26.4	26.3	26.4	26.2
15.5	27.9	27.8	29.3	28.8	29.4	28.9	27.1	27.6	29.1	29.0	29.4	29.0
16.0		30.6	32.3	31.6	32.7	31.8		30.3	31.9	31.9	32.7	32.0
16.5			35.5	34.7	36.3	35.0			35.0	35.0	36.1	35.2
17.0				37.9	40.2	38.3				38.3	39.9	38.6
17.5					44.4	41.9					43.9	42.3
18.0												

**Tabla 38.** Test Tukey para comparación de pendientes de la relación longitud-peso de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.

Zona 1- Zona 2		Zona 1- Zona 3		Zona 1- Zona 4		Zona 1- Zona 5		Zona 2- Zona 3	
k=	5	k=	5	k=	5	k=	5	k=	5
GLp=	7.359	GLp=	7.359	GLp=	7.359	GLp=	7.359	GLp=	7044
q=	<b>3,1509</b>	q=	<b>5,6859</b>	q=	<b>3,3047</b>	q=	<b>14,2828</b>	q=	<b>8.21</b>
q0.05,GLp,k	<b>3,858</b>	q0.05,GLp,k	<b>3,858</b>	q0.05,GLp,k	<b>3,858</b>	q0.05,GLp,k	<b>3,858</b>	q0.05,GLp,k	<b>3.858</b>
Ho=	acepto	Ho=	rechazo	Ho=	acepto	Ho=	rechazo	Ho=	rechazo

Zona 2- Zona 4		Zona 2- Zona 5		Zona 3- Zona 4		Zona 3- Zona 5		Zona 4- Zona 5	
k=	5	k=	5	k=	5	k=	5	k=	5
GLp=	7.359	GLp=	7.359	GLp=	7.359	GLp=	7.359	GLp=	7.359
q=	<b>2,9610</b>	q=	<b>9,4069</b>	q=	<b>5,2156</b>	q=	<b>11,1951</b>	q=	<b>14,5611</b>
q0.05,GLp,k	<b>3,858</b>	q0.05,GLp,k	<b>3,858</b>	q0.05,GLp,k	<b>3,858</b>	q0.05,GLp,k	<b>3,858</b>	q0.05,GLp,k	<b>3,858</b>
Ho=	acepto	Ho=	rechazo	Ho=	rechazo	Ho=	rechazo	Ho=	rechazo

**Tabla 39.** Parámetros de la relación longitud-peso de jurel, obtenidos a través del ajuste de una regresión lineal para la zona total. Crucero RECLAN 1312.

	Parámetros	Zona Total n = 312
Modelo Lineal	a	0.0158
	b	2.8534
	R <sup>2</sup>	0.9901
Modelo no lineal	a	0.017966
	b	2.7992
	R <sup>2</sup>	0.9902

**Tabla 40.** Análisis de varianza de la relación longitud-peso de jurel para la zona total. Crucero RECLAN 1312.

Zona		GL	SC	PC	F	Valor crítico
Zona total	Regresión	1	58,1433	58,1433	31338,7638	0
	Residuos	70	0,6972	0,00996		
	Total	71	58,8405			

GL: Grados de libertad  
 SC: Suma de cuadrados  
 PC: Promedio de los cuadrados  
 F : F calculado

**Tabla 41.** Clave edad-talla de anchoveta para la zona norte (Arica-Antofagasta). RECLAN 1312. DICIEMBRE 2013.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD					
		0	I	II	III	IV	V
3.0							
3.5							
4.0	1	1					
4.5	1	1					
5.0	2	2					
5.5	1	1					
6.0	2	2					
6.5	2	2					
7.0	4	4					
7.5	6	6					
8.0	7	7					
8.5	3	3					
9.0	2	2					
9.5	4	4					
10.0	4	4					
10.5	4	4					
11.0	4	4					
11.5	8	7	1				
12.0	8	7	1				
12.5	8	7	1				
13.0	9	6	3				
13.5	13	2	11				
14.0	30		29	1			
14.5	39		25	14			
15.0	26		20	6			
15.5	21		9	12			
16.0	28		12	16			
16.5	15		5	10			
17.0	3			2	1		
17.5	1			1			
18.0							
18.5							
19.0							
TOTAL	256	76	117	62	1		
%	100.0	29.7	45.7	24.2	0.4		

**Tabla 42.** Varianzas de la clave edad-talla de anchoveta para la zona norte (Arica-Antofagasta). RECLAN1312, DICIEMBRE 2013.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD					
		O	I	II	III	IV	V
3.0							
3.5							
4.0	0.0000	0.0000					
4.5	0.0000	0.0000					
5.0	0.0000	0.0000					
5.5	0.0000	0.0000					
6.0	0.0000	0.0000					
6.5	0.0000	0.0000					
7.0	0.0000	0.0000					
7.5	0.0000	0.0000					
8.0	0.0000	0.0000					
8.5	0.0000	0.0000					
9.0	0.0000	0.0000					
9.5	0.0000	0.0000					
10.0	0.0000	0.0000					
10.5	0.0000	0.0000					
11.0	0.0000	0.0000					
11.5	0.0313	0.0156	0.0156				
12.0	0.0313	0.0156	0.0156				
12.5	0.0313	0.0156	0.0156				
13.0	0.0556	0.0278	0.0278				
13.5	0.0217	0.0108	0.0108				
14.0	0.0022		0.0011	0.0011			
14.5	0.0121		0.0061	0.0061			
15.0	0.0142		0.0071	0.0071			
15.5	0.0245		0.0122	0.0122			
16.0	0.0181		0.0091	0.0091			
16.5	0.0317		0.0159	0.0159			
17.0	0.2222			0.1111	0.1111		
17.5							
18.0							
18.5							
19.0							

**Tabla 43.** Calibración de los ecosondas (EK-60) a diferentes frecuencias y tamaño de pulso ( $\mu$ s) del B/C Abate Molina desde el 2008 y portátiles instalados en la lancha L/M Valencia).

Fecha	Frecuencia (Khz)												PORTATIL 38		
	18			38			120			200					
	Pulso (us)														
	512	1024	2048	256	512	1024	256	512	1024	256	512	1024	256	512	1024
12/26/2008				24,49	26,04	26,31	24,05	22,44	22,38	26,43	26,30	26,41			
5/29/2009				24,69		26,53	19,29								
1/4/2010				24,66	26,25	26,62				27,37	25,78	25,32			
6/4/2010				24,46		26,48			19,77						
23/11/2010				24,35	25,91	26,21	19,12	19,80	19,57	25,54	25,50	25,82			
12/29/2010	21,83	23,05	23,59												
3/27/2011		22,80			26,05	26,41									
4/27/2011				25,84	26,13	26,58	28,44	28,78	28,70	26,24	26,18	26,12			
7/18/2011		22,89				26,48			28,56						
10/4/2011		22,95				26,27						23,80			24,67
11/24/2011				24,5	26,18	26,27									
11/25/2011							28,63	29,1	28,89	26,41	26,09	26,17			
12/27/2011	21,83	23,06	23,36			26,52		28,87			25,65				
12/28/2011										26,94	26,95	26,93			
11/21/2012				24,31	26,07	26,63	28,26	28,92	28,86						24,79
11/22/2012	21,63	23,02		24,53	26	26,45	28,26	24,41	28,32				22,52	24,19	24,66
25/11/2013	21,75	23,02			26,16	26,52		28,91	28,81		26,13	26,04			

**Tabla 44.** Lances y estaciones de TS realizados durante crucero RECLAN 152 1312.

Lance	Embarcación	Estación TS	Latitud	Longitud	Captura
13	Abate Molina		20°00'	S 70°13.2' O	99% Anchoveta
15	Abate Molina		19°51.9'	S 70°09.95' O	99% Anchoveta
18	Abate Molina		20°34.7'	S 70°14.05' O	96% Anchoveta
19	Abate Molina		20°40.29'	S 70°13.275' O	100% Anchoveta
20	Abate Molina		20°50.35'	S 70°30.75' O	100% Anchoveta
21	Abate Molina		20°50.05'	S 70°24' O	99% Anchoveta
22	Abate Molina	TS	21°00'	S 70°25.7' O	99% Anchoveta
30	Abate Molina	TS	21°49.65'	S 70°12.35' O	100% Anchoveta
32	Abate Molina	TS	22°40.55'	S 70°27.95' O	99% Anchoveta
33	Abate Molina	TS	22°50.15'	S 70°25.15' O	92% Anchoveta
37	Abate Molina	TS	23°33.65'	S 70°25.35' O	99% Anchoveta
38	Abate Molina	TS	23°31.25'	S 70°30.25' O	95% Anchoveta
39	Abate Molina		23°40.3'	S 70°28.15' O	95% Anchoveta
40	Abate Molina	TS	24°00.05'	S 70°32.1' O	96% Anchoveta
41	Abate Molina		23°59.9'	S 70°39.35' O	100% Anchoveta
42	Abate Molina		24°09.95'	S 70°35.7' O	99% Anchoveta
43	Abate Molina		24°14.95'	S 70°32.75' O	99% Anchoveta
44	Abate Molina		24°21.35'	S 70°34.1' O	92% Anchoveta

**Tabla 45.** Regla de decisión (P) para determinar zonas con posible sesgo de orilla para anchoveta durante el crucero RECLAN 1312. Donde  $\Delta x$  está dado por la distancia de costa donde se produce el cambio de pendiente de la curva de Suma acumulada de  $s_A$ ,  $m_{s_A}$  es la pendiente de la misma curva a la distancia  $\Delta x$ ,  $m_{UBM}$  es la pendiente de la curva de frecuencia acumulada de ubm a la distancia  $\Delta x$  y P es el cociente entre  $m_{s_A}$  y  $m_{UBM}$ .

Especie	Zona	$\Delta x$	$m_{UBM}$	$m_{s_A}$	P	Área orilla (mn <sup>2</sup> )
Anchoveta	1	2.2	0.24	0.224	0.9	38.40
Anchoveta	2	3.4	0.16	0.07	0.5	109.91
Anchoveta	4-1	2.5	0.15	0.244	1.6	10.28
Anchoveta	5-1	2.5	0.15	0.244	1.6	11.10
Anchoveta	5-2	1.8	0.25	0.615	2.4	11.46

**Tabla 46.** Estadística descriptiva (a) y resultados de significancia del ANOVA (b) para anchoveta en la zona común para B/C Abate Molina y L/M Valencia. RECLAN 1312.

a)

		Estadística descriptiva				
		Mean	Std. Dev.	Std. Err.	-95.00%	95.00%
Total	206	39.3422	127.7885	8.9034	21.7881	56.8963
Abate Molina	104	36.1182	108.4937	10.6386	15.0189	57.2175
Valencia	102	42.6294	145.3247	14.3892	14.0849	71.1739

b)

Resultados test ANOVA					
	SS	Degr. of	MS	F	p
Intercepto	319332	1	319331.6	19.4723	0.0000
Origen	2183	1	2183.1	0.1332	0.7156
Error	3345446	204	16399.2		

**Tabla 47.** Resultado test Kolmogorov-Smirnov para anchoveta en la zona común para B/C Abate Molina y L/M Valencia. RECLAN 1312.

	Max dif neg	Max dif pos	p-level	Media Abate	Media Valencia	Dev Std Abate	Desv Std Valencia	N Abate	N Valencia
Anchoveta	-0.06297	0.01885	$p > .10$	36.1182	42.6294	108.4937	145.3247	104	102

**Tabla 48.** Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S). Método Conglomerados y Estratos Agrupados. Crucero RECLAN 1312.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4-1	Zona 4-2	Zona 5-1	Zona 5-2	Total
4,0		2,6						2,6
4,5		38,8						38,8
5,0		68,7		2,2	3,1			74,0
5,5		21,5						21,5
6,0	14,4	23,5		4,5	6,3			48,6
6,5	6,1	53,9	3,9	3,8	5,3			73,0
7,0		115,1	13,5	18,4	25,7			172,7
7,5		85,6	17,6	20,6	28,8			152,6
8,0		33,1	12,8	18,8	26,3			91,1
8,5		5,4	11,3	23,8	33,3			73,8
9,0		0,5	14,0	9,0	12,5			36,0
9,5			12,5	10,3	14,4			37,2
10,0		1,5	19,2	8,7	12,2			41,7
10,5		1,4	27,5	7,0	9,7	2,9	1,0	49,5
11,0		0,9	35,5	6,7	9,4	2,7	0,9	56,2
11,5	1,8	5,5	49,1	7,7	10,7	2,4	0,8	78,1
12,0	13,5	3,9	91,0	13,0	18,2	11,1	3,8	154,5
12,5	27,9	1,9	140,9	11,9	16,7	40,6	14,1	254,0
13,0	52,8	2,0	137,2	19,3	27,0	89,8	31,1	359,4
13,5	183,5	12,1	126,0	16,2	22,7	95,1	33,0	488,5
14,0	449,0	54,7	205,7	17,5	24,6	91,4	31,7	874,5
14,5	437,7	66,6	342,5	22,7	31,8	208,6	72,3	1.182,1
15,0	194,9	34,6	350,7	26,2	36,7	459,4	159,2	1.261,7
15,5	29,7	5,4	155,4	27,1	38,0	631,2	218,8	1.105,5
16,0		0,7	37,9	11,0	15,3	433,0	150,1	648,0
16,5			3,9	0,7	1,0	95,5	33,1	134,3
17,0				0,3	0,5	12,8	4,4	18,1
17,5						1,0	0,3	1,4
18,0								
<b>Total</b>	<b>1.411,3</b>	<b>639,9</b>	<b>1.808,1</b>	<b>307,5</b>	<b>430,2</b>	<b>2.177,5</b>	<b>754,7</b>	<b>7.529,2</b>
Reclutas<=11,5	22,3	458,0	216,9	141,4	197,9	8,0	2,8	1.047,3
% Reclutas	1,6	71,6	12,0	46,0	46,0	0,4	0,4	13,9
Área (mn <sup>2</sup> )	843,3	532,8	1.019,1	115,3	59,8	107,3	163,8	2.841,3
ρ (n <sup>0</sup> /mn <sup>2</sup> )	1,7	1,2	1,8	2,7	7,2	20,3	4,6	2,6
% Total	18,7	8,5	24,0	4,1	5,7	28,9	10,0	100,0

**Tabla 49.** Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S), Método Bootstrap y Geoestadístico. Crucero RECLAN 1312.

Talla	Método Bootstrap								Método Geoestadístico							
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4-1	Zona4-2	Zona 5-1	Zona 5-2	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4-1	Zona4-2	Zona 5-1	Zona 5-2	Total I
4,0		2,6						2,6		2,6						2,6
4,5		39,1						39,1		38,8						38,8
5,0		69,3		2,2	3,3			74,8		68,7		2,2	3,1			74,1
5,5		21,6						21,6		21,5						21,5
6,0	14,5	23,7		4,6	6,7			49,5	14,6	23,5		4,6	6,3			48,9
6,5	6,1	54,3	4,0	3,9	5,7			74,1	6,2	53,9	3,9	3,9	5,3			73,2
7,0		116,0	13,7	18,9	27,5			176,1		115,1	13,4	18,8	25,9			173,2
7,5		86,3	17,8	21,2	30,9			156,1		85,6	17,4	21,1	29,1			153,2
8,0		33,4	13,0	19,3	28,2			93,9		33,1	12,7	19,3	26,6			91,6
8,5		5,4	11,4	24,5	35,6			76,9		5,4	11,1	24,4	33,6			74,5
9,0		0,5	14,2	9,2	13,4			37,3		0,5	13,8	9,2	12,6			36,1
9,5			12,7	10,6	15,4			38,6			12,4	10,5	14,5			37,4
10,0		1,6	19,5	9,0	13,1			43,1		1,5	19,1	8,9	12,3			41,8
10,5		1,4	27,9	7,1	10,4	2,9	1,0	50,7		1,4	27,2	7,1	9,8	3,0	1,0	49,6
11,0		1,0	36,0	6,9	10,1	2,6	0,9	57,4		0,9	35,1	6,9	9,5	2,7	0,9	56,1
11,5	1,9	5,5	49,8	7,9	11,5	2,4	0,8	79,7	1,9	5,5	48,6	7,9	10,8	2,5	0,8	77,9
12,0	13,7	4,0	92,2	13,3	19,4	10,8	3,9	157,3	13,7	3,9	90,0	13,3	18,3	11,4	3,7	154,3
12,5	28,2	1,9	142,8	12,3	17,9	39,7	14,2	256,9	28,3	1,9	139,4	12,2	16,8	41,8	13,5	254,0
13,0	53,5	2,0	139,0	19,8	28,9	87,7	31,4	362,3	53,5	2,0	135,8	19,8	27,2	92,4	29,9	360,7
13,5	185,7	12,2	127,6	16,6	24,2	92,9	33,2	492,5	185,9	12,1	124,7	16,6	22,8	97,9	31,7	491,7
14,0	454,4	55,1	208,4	18,0	26,3	89,2	31,9	883,3	454,9	54,7	203,6	18,0	24,8	94,0	30,4	880,3
14,5	442,9	67,1	347,0	23,3	34,0	203,6	72,8	1190,8	443,5	66,6	339,0	23,2	32,0	214,6	69,5	1188,3
15,0	197,2	34,9	355,3	26,9	39,2	448,5	160,5	1262,6	197,5	34,6	347,1	26,8	37,0	472,6	153,0	1268,6
15,5	30,0	5,4	157,4	27,9	40,6	616,3	220,4	1098,1	30,1	5,4	153,8	27,8	38,3	649,3	210,2	1114,8
16,0		0,7	38,4	11,3	16,4	422,8	151,2	640,8		0,7	37,5	11,2	15,5	445,4	144,2	654,5
16,5			4,0	0,7	1,1	93,3	33,4	132,5			3,9	0,7	1,0	98,3	31,8	135,8
17,0				0,3	0,5	12,5	4,5	17,9				0,3	0,5	13,2	4,3	18,3
17,5						1,0	0,4	1,3						1,0	0,3	1,4
18,0																2,6
<b>Total</b>	<b>1428,2</b>	<b>644,9</b>	<b>1831,9</b>	<b>315,9</b>	<b>460,3</b>	<b>2126,1</b>	<b>760,5</b>	<b>7567,7</b>	<b>1429,9</b>	<b>640,0</b>	<b>1789,5</b>	<b>314,7</b>	<b>433,7</b>	<b>2240,0</b>	<b>725,3</b>	<b>7573,2</b>
Reclutas	22,6	461,5	219,8	145,3	211,7	7,8	2,8	1071,5	22,6	458,0	214,7	144,8	199,5	8,2	2,7	1050,5
% Reclutas	1,6	71,6	12,0	46,0	46,0	0,4	0,4	14,2	1,6	71,6	12,0	46,0	46,0	0,4	0,4	13,9
Área(mn <sup>2</sup> )	843,3	532,8	1019,1	115,3	59,8	107,3	163,8	2841,3	843,3	532,8	1019,1	115,3	59,8	107,3	163,8	2841,3
ρ (n°/mn <sup>2</sup> )	1,7	1,2	1,8	2,7	7,7	19,8	4,6	2,7	1,7	1,2	1,8	2,7	7,3	20,9	4,4	2,7
% Total	18,9	8,5	24,2	4,2	6,1	28,1	10,0	100,0	18,9	8,5	23,6	4,2	5,7	29,6	9,6	100,0

**Tabla 50.** Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S). Método Conglomerados y Estratos agrupados. Crucero RECLAN 1312.

Talla	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4-1	Zona 4-2	Zona 5-1	Zona 5-2	Total
4,0		1,2						1,2
4,5		24,9						24,9
5,0		61,2		1,9	2,7			65,8
5,5		25,6						25,6
6,0	22,4	36,6		7,0	9,8			75,8
6,5	12,1	107,5	7,9	7,6	10,6			145,7
7,0		288,2	33,9	46,1	64,5			432,6
7,5		265,1	54,4	63,8	89,3			472,6
8,0		125,0	48,3	71,1	99,5			343,9
8,5		24,6	51,2	108,3	151,6			335,7
9,0		2,6	75,9	48,6	68,0			195,1
9,5			80,1	65,9	92,2			238,2
10,0		11,5	144,4	65,5	91,6			313,0
10,5		12,1	239,8	60,6	84,8	25,5	8,8	431,7
11,0		9,5	356,8	67,7	94,8	26,7	9,2	564,7
11,5	21,3	62,9	566,1	88,4	123,7	27,9	9,7	900,0
12,0	177,4	51,8	1195,2	170,6	238,7	145,3	50,4	2029,4
12,5	415,6	28,8	2098,7	177,6	248,5	605,1	209,8	3784,2
13,0	888,1	33,6	2306,1	324,3	453,8	1509,6	523,2	6038,9
13,5	3462,7	228,8	2377,4	305,6	427,6	1795,3	622,3	9219,7
14,0	9476,3	1153,8	4341,6	370,4	518,3	1928,5	668,5	18457,3
14,5	10291,0	1564,7	8051,8	533,5	746,5	4903,5	1699,6	27790,7
15,0	5085,5	903,6	9150,9	683,8	956,8	11987,2	4155,0	32922,7
15,5	856,4	155,6	4484,9	783,4	1096,2	18216,3	6314,0	31906,7
16,0		22,9	1204,7	349,0	488,4	13778,2	4775,7	20619,0
16,5			138,0	25,2	35,3	3341,8	1158,3	4698,7
17,0				13,0	18,2	491,7	170,4	693,3
17,5						42,2	14,6	56,8
18,0								
<b>Total</b>	<b>30.708,8</b>	<b>5.202,3</b>	<b>37.008,0</b>	<b>4.439,2</b>	<b>6.211,5</b>	<b>58.824,7</b>	<b>20.389,5</b>	<b>162.784,0</b>
Reclutas	55,8	1.058,6	1.658,7	702,6	983,2	80,0	27,7	4.566,7
% Reclutas	0,2	20,3	4,5	15,8	15,8	0,1	0,1	2,8
Área (mn <sup>2</sup> )	843,3	532,8	1.019,1	115,3	59,8	107,3	163,8	2.841,3
ρ (t/mn <sup>2</sup> )	36,4	9,8	36,3	38,5	103,9	548,2	124,5	57,3
% Total	18,9	3,2	22,7	2,7	3,8	36,1	12,5	100,0

**Tabla 51.** Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S), Método Bootstrap y Geoestadístico. Crucero RECLAN 1312.

Talla	Método Bootstrap								Método Geoestadístico							
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4-1	Zona4-2	Zona 5-1	Zona 5-2	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4-1	Zona4-2	Zona 5-1	Zona 5-2	Total I
4,0		1,2						1,2		1,2						1,2
4,5		25,1						25,1		25,0						25,0
5,0		61,7		2,0	2,9			66,6		61,2		2,0	2,7			65,9
5,5		25,8						25,8		25,6						25,6
6,0	22,7	36,9		7,2	10,5			77,2	22,7	36,6		7,1	9,9			76,3
6,5	12,3	108,4	8,0	7,8	11,3			147,7	12,3	107,6	7,8	7,7	10,7			146,0
7,0		290,5	34,3	47,3	69,0			441,1		288,3	33,5	47,2	65,0			433,9
7,5		267,1	55,1	65,6	95,5			483,3		265,1	53,8	65,3	90,0			474,3
8,0		126,0	48,9	73,1	106,5			354,4		125,1	47,8	72,8	100,3			345,9
8,5		24,8	51,9	111,3	162,1			350,1		24,6	50,7	110,9	152,8			339,0
9,0		2,6	76,9	49,9	72,8			202,3		2,6	75,1	49,8	68,6			196,1
9,5			81,1	67,7	98,7			247,5			79,2	67,5	93,0			239,7
10,0		11,6	146,3	67,3	98,0			323,2		11,5	142,9	67,0	92,4			313,9
10,5		12,2	243,0	62,3	90,8	24,9	8,9	442,1		12,1	237,4	62,1	85,5	26,2	8,5	431,8
11,0		9,6	361,5	69,6	101,4	26,0	9,3	577,4		9,5	353,2	69,3	95,5	27,4	8,9	563,8
11,5	21,5	63,4	573,6	90,9	132,4	27,2	9,7	918,7	21,5	62,9	560,3	90,5	124,7	28,7	9,3	898,0
12,0	179,6	52,2	1210,9	175,3	255,4	141,9	50,8	2066,0	179,8	51,8	1182,9	174,7	240,7	149,5	48,4	2027,7
12,5	420,6	29,0	2126,4	182,5	265,9	590,8	211,4	3826,6	421,1	28,8	2077,2	181,8	250,5	622,5	201,6	3783,5
13,0	898,7	33,9	2336,6	333,2	485,5	1473,9	527,3	6089,1	899,8	33,6	2282,5	332,0	457,5	1552,9	502,9	6061,2
13,5	3504,1	230,6	2408,8	313,9	457,4	1752,9	627,1	9294,8	3508,4	228,9	2353,0	312,8	431,0	1846,8	598,0	9278,9
14,0	9589,5	1162,7	4398,9	380,6	554,5	1883,0	673,6	18642,7	9601,2	1153,9	4297,1	379,2	522,5	1983,9	642,4	18580,2
14,5	10413,9	1576,9	8158,1	548,1	798,6	4787,7	1712,7	27996,0	10426,7	1565,0	7969,3	546,1	752,5	5044,2	1633,4	27937,1
15,0	5146,2	910,6	9271,7	702,5	1023,6	11704,1	4186,8	32945,6	5152,5	903,8	9057,0	699,9	964,5	12331,3	3993,0	33102,1
15,5	866,6	156,8	4544,0	804,9	1172,7	17786,1	6362,5	31693,6	867,7	155,6	4438,8	801,9	1105,0	18739,1	6068,0	32176,1
16,0		23,1	1220,6	358,6	522,5	13452,8	4812,4	20390,0		22,9	1192,3	357,3	492,3	14173,6	4589,6	20828,1
16,5			139,8	25,9	37,8	3262,9	1167,2	4633,6			136,6	25,8	35,6	3437,7	1113,2	4748,9
17,0				13,4	19,5	480,0	171,7	684,6				13,3	18,3	505,8	163,8	701,2
17,5						41,2	14,7	55,9						43,4	14,0	57,4
18,0																
<b>Total</b>	<b>31075,6</b>	<b>5242,6</b>	<b>37496,4</b>	<b>4560,8</b>	<b>6645,4</b>	<b>57435,5</b>	<b>20545,9</b>	<b>163002,2</b>	<b>31113,6</b>	<b>5203,1</b>	<b>36628,4</b>	<b>4544,1</b>	<b>6261,7</b>	<b>60512,9</b>	<b>19595,0</b>	<b>163858,8</b>
Reclutas	56,5	1066,8	1680,6	721,9	1051,9	78,1	27,9	4683,8	56,5	1058,8	1641,7	719,3	991,1	82,3	26,7	4576,4
% Reclutas	0,2	20,3	4,5	15,8	15,8	0,1	0,1	2,9	0,2	20,3	4,5	15,8	15,8	0,1	0,1	2,8
Área(mn <sup>2</sup> )	843,3	532,8	1019,1	115,3	59,8	107,3	163,8	2841,3	843,3	532,8	1019,1	115,3	59,8	107,3	163,8	2841,3
ρ(n°/mn <sup>2</sup> )	36,9	9,8	36,8	39,6	111,2	535,3	125,4	57,4	36,9	9,8	35,9	39,4	104,7	564,0	119,6	57,7
% Total	19,1	3,2	23,0	2,8	4,1	35,2	12,6	100,0	19,0	3,2	22,4	2,8	3,8	36,9	12,0	100,0

**Tabla 52.** Abundancia (millones de ejemplares) de jurel por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S). Métodos Conglomerados y Estratos Agrupados, Método Bootstrap y Método Geoestadístico. Crucero RECLAN 1312.

Talla	Método Conglomerados y Estratos Agrupados			Método Bootstrap			Método Geoestadístico		
	Zona 1	Zona 2	Total	Zona 1	Zona 2	Total	Zona 1	Zona 2	Total
2,0	0,0	75,0	75,0	0,0	75,1	75,1	0,0	75,5	75,5
3,0	0,0	1.227,4	1.227,4	0,0	1228,6	1228,6	0,0	1236,0	1236,0
4,0	3,8	2.046,0	2.049,8	3,7	2047,9	2051,6	4,4	2060,2	2064,5
5,0	0,0	486,8	486,8	0,0	487,3	487,3	0,0	490,2	490,2
6,0	1,7	65,8	67,5	1,7	65,9	67,6	1,9	66,3	68,2
7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8,0	0,0	13,8	13,8	0,0	13,9	13,9	0,0	13,9	13,9
9,0	0,8	0,0	0,8	0,7	0,0	0,7	0,9	0,0	0,9
10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18,0	1,7	1,8	3,5	1,6	1,8	3,4	1,9	1,8	3,7
19,0	8,0	0,8	8,8	7,8	0,8	8,6	9,1	0,8	10,0
20,0	5,7	5,1	10,9	5,6	5,1	10,7	6,5	5,1	11,7
21,0	1,8	4,6	6,4	1,7	4,6	6,4	2,0	4,7	6,7
22,0	0,6	0,0	0,6	0,6	0,0	0,6	0,7	0,0	0,7
23,0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,6	0,6	0,0	0,6	0,6
24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
26,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27,0	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2
28,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>24,4</b>	<b>3.927,8</b>	<b>3.952,2</b>	<b>23,8</b>	<b>3931,5</b>	<b>3955,3</b>	<b>27,8</b>	<b>3955,1</b>	<b>3982,8</b>
<b>Reclutas</b>	<b>24,3</b>	<b>3.927,8</b>	<b>3.952,0</b>	<b>23,6</b>	<b>3931,5</b>	<b>3955,1</b>	<b>26,8</b>	<b>3954,5</b>	<b>3981,3</b>
<b>% Reclutas</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
<b>Area (mn<sup>2</sup>)</b>	<b>281,1</b>	<b>640,3</b>	<b>921,3</b>	<b>281,1</b>	<b>640,3</b>	<b>921,3</b>	<b>281,1</b>	<b>640,3</b>	<b>921,3</b>
<b>ρ (n<sup>0</sup>/mn<sup>2</sup>)</b>	<b>0,1</b>	<b>6,1</b>	<b>4,3</b>	<b>0,1</b>	<b>6,1</b>	<b>4,3</b>	<b>0,1</b>	<b>6,2</b>	<b>4,3</b>
<b>% Total</b>	<b>0,6</b>	<b>99,4</b>	<b>100,0</b>	<b>0,6</b>	<b>99,4</b>	<b>100,0</b>	<b>0,7</b>	<b>99,3</b>	<b>100,0</b>

**Tabla 53.** Biomasa (toneladas) de jurel por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S). Métodos Conglomerados y Estratos Agrupados, Método Bootstrap y Método Geoestadístico Crucero RECLAN-1312.

Talla	Método Conglomerados y Estratos Agrupados			Método Bootstrap			Método Geoestadístico		
	Zona 1	Zona 2	Total	Zona 1	Zona 2	Total	Zona 1	Zona 2	Total
2,0	0,0	8,6	8,6	0,0	8,6	8,6	0,0	8,6	8,6
3,0	0,0	445,7	445,7	0,0	446,1	446,1	0,0	448,8	448,8
4,0	3,2	1.688,3	1691,4	3,1	1689,9	1693,0	3,6	1700,0	1703,6
5,0	0,0	759,3	759,3	0,0	760,1	760,1	0,0	764,6	764,6
6,0	4,5	172,8	177,2	4,4	172,9	177,3	5,1	174,0	179,0
7,0	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
8,0	0,0	82,5	82,5	0,0	82,6	82,6	0,0	83,1	83,1
9,0	6,3	0,0	6,3	6,1	0,0	6,1	7,1	0,0	7,1
10,0	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
11,0	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
12,0	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
13,0	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
14,0	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
15,0	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
16,0	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
17,0	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
18,0	101,4	108,9	210,3	98,8	109,0	207,8	115,2	109,7	224,9
19,0	565,7	57,0	622,7	551,5	57,1	608,5	643,0	57,4	700,4
20,0	467,6	416,6	884,3	455,9	417,0	872,9	531,5	419,5	951,1
21,0	166,7	434,1	600,8	162,5	434,5	597,0	189,5	437,1	626,6
22,0	66,7	0,0	66,7	65,0	0,0	65,0	75,8	0,0	75,8
23,0	0,0	67,0	67,0	0,0	67,0	67,0	0,0	67,4	67,4
24,0	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
25,0	14,8	0,0	14,8	14,5	0,0	14,5	16,9	0,0	16,9
26,0	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
27,0	31,7	0,0	31,7	30,9	0,0	30,9	36,0	0,0	36,0
28,0	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0	
<b>Total</b>	<b>1.428,5</b>	<b>4.240,8</b>	<b>5.669,3</b>	<b>1392,6</b>	4244,8	5637,4	<b>1623,8</b>	<b>4270,3</b>	<b>5894,0</b>
<b>Reclutas</b>	<b>1.396,8</b>	<b>4.240,8</b>	<b>5.637,6</b>	<b>1361,7</b>	4244,8	5606,5	<b>1587,8</b>	<b>4270,3</b>	<b>5858,0</b>
<b>% Reclutas</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	100,0	100,0	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
<b>Área (mn²)</b>	<b>281,1</b>	<b>640,3</b>	<b>921,3</b>	<b>281,1</b>	640,3	921,3	<b>281,1</b>	<b>640,3</b>	<b>921,3</b>
<b>ρ (t/mn²)</b>	<b>5,1</b>	<b>6,6</b>	<b>6,2</b>	<b>5,0</b>	<b>6,6</b>	<b>6,1</b>	<b>5,8</b>	<b>6,7</b>	<b>6,4</b>
<b>% Total</b>	<b>25,2</b>	<b>74,8</b>	<b>100,0</b>	<b>24,7</b>	<b>75,3</b>	<b>100,0</b>	<b>27,5</b>	<b>72,5</b>	<b>100,0</b>

**Tabla 54.** Varianza de la Abundancia de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S), Método Conglomerados y Estratos Agrupados. Crucero RECLAN 1312.

Talla	Método Conglomerado								Método Estratos Agrupados							
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4-1	Zona 4-2	Zona 5-1	Zona 5-2	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4-1	Zona 5-1	Zona 5-2	Total I	
4,0		6,285E+12						6,285E+12		6,184E+12					6,184E+12	
4,5		3,898E+14						3,898E+14		1,737E+14					1,737E+14	
5,0		1,131E+15		4,608E+12	1,034E+13			1,146E+15		4,324E+14		4,073E+12	7,593E+12		4,441E+14	
5,5		1,276E+14						1,276E+14		6,289E+13					6,289E+13	
6,0	1,084E+15	1,442E+14		1,775E+13	5,291E+13			1,299E+15	1,213E+15	6,497E+13		1,039E+13	1,508E+13		1,303E+15	
6,5	2,300E+13	6,947E+14	1,343E+13	1,271E+13	3,787E+13			7,817E+14	2,095E+13	2,644E+14	1,348E+13	7,435E+12	1,079E+13		3,170E+14	
7,0		3,044E+15	5,979E+13	2,883E+14	9,577E+14			4,350E+15		1,061E+15	6,268E+13	1,286E+14	1,377E+14		1,390E+15	
7,5		1,688E+15	8,250E+13	3,612E+14	1,206E+15			3,338E+15		5,918E+14	8,781E+13	1,585E+14	1,656E+14		1,004E+15	
8,0		2,602E+14	4,783E+13	3,019E+14	1,004E+15			1,614E+15		9,770E+13	5,055E+13	1,340E+14	1,425E+14		4,247E+14	
8,5		8,577E+12	3,698E+13	4,815E+14	1,610E+15			2,137E+15		4,572E+12	3,909E+13	2,104E+14	2,184E+14		4,724E+14	
9,0		2,123E+11	4,941E+13	6,855E+13	2,265E+14			3,447E+14		2,088E+11	5,286E+13	3,109E+13	3,412E+13		1,183E+14	
9,5			3,942E+13	9,020E+13	2,999E+14			4,295E+14			4,217E+13	4,014E+13	4,285E+13		1,252E+14	
10,0		9,422E+11	7,826E+13	6,563E+13	2,118E+14			3,567E+14		6,651E+11	8,513E+13	3,179E+13	3,808E+13		1,557E+14	
10,5		7,685E+11	1,415E+14	4,231E+13	1,308E+14	8,549E+12	1,027E+12	3,249E+14		5,424E+11	1,560E+14	2,284E+13	3,081E+13	8,549E+12	1,027E+12	2,198E+14
11,0		4,081E+11	2,233E+14	3,958E+13	1,228E+14	7,039E+12	8,456E+11	3,939E+14		3,136E+11	2,476E+14	2,119E+13	2,835E+13	7,039E+12	8,456E+11	3,054E+14
11,5	3,174E+12	8,094E+12	4,083E+14	5,099E+13	1,616E+14	5,846E+12	7,023E+11	6,387E+14	3,140E+12	3,875E+12	4,554E+14	2,593E+13	3,287E+13	5,846E+12	7,023E+11	5,278E+14
12,0	4,577E+13	4,651E+12	1,329E+15	1,329E+15	4,770E+14	7,508E+13	8,404E+12	3,269E+15	2,566E+13	2,533E+12	1,492E+15	6,428E+13	6,915E+13	3,212E+13	4,687E+12	1,691E+15
12,5	1,643E+14	1,241E+12	3,118E+15	3,118E+15	4,019E+14	8,934E+14	9,746E+13	7,795E+15	7,394E+13	7,579E+11	3,512E+15	5,442E+13	5,885E+13	2,051E+14	3,792E+13	3,943E+15
13,0	5,893E+14	1,276E+12	2,953E+15	2,953E+15	1,061E+15	4,253E+15	4,611E+14	1,227E+16	2,650E+14	7,450E+11	3,326E+15	1,364E+14	1,387E+14	7,822E+14	1,609E+14	4,810E+15
13,5	6,451E+15	3,507E+13	2,698E+15	2,698E+15	7,477E+14	4,762E+15	5,162E+14	1,791E+16	2,446E+15	1,331E+13	3,007E+15	9,543E+13	9,625E+13	8,634E+14	1,789E+14	6,700E+15
14,0	3,800E+16	6,820E+14	6,730E+15	6,730E+15	8,802E+14	4,396E+15	4,765E+14	5,790E+16	1,393E+16	2,336E+14	7,567E+15	1,109E+14	1,101E+14	8,006E+14	1,655E+14	2,291E+16
14,5	3,614E+16	1,009E+15	1,838E+16	1,838E+16	1,473E+15	2,269E+16	2,455E+15	1,005E+17	1,326E+16	3,439E+14	2,070E+16	1,843E+14	1,812E+14	3,773E+15	8,183E+14	3,926E+16
15,0	7,271E+15	2,754E+14	1,911E+16	1,911E+16	1,966E+15	1,097E+17	1,186E+16	1,693E+17	2,751E+15	9,580E+13	2,156E+16	2,448E+14	2,391E+14	1,756E+16	3,888E+15	4,634E+16
15,5	1,954E+14	7,339E+12	3,949E+15	3,949E+15	2,110E+15	2,069E+17	2,236E+16	2,395E+17	9,459E+13	3,118E+12	4,424E+15	2,621E+14	2,552E+14	3,282E+16	7,301E+15	4,516E+16
16,0		1,898E+11	3,357E+14	3,357E+14	3,437E+14	9,744E+16	1,053E+16	1,090E+17		1,258E+11	3,615E+14	4,339E+13	4,315E+13	1,557E+16	3,450E+15	1,947E+16
16,5			3,931E+12	3,931E+12		4,784E+15	5,181E+14	5,311E+15			4,204E+12	2,485E+11	3,383E+11	8,345E+14	1,764E+14	1,016E+15
17,0					2,893E+11	9,183E+13	1,009E+13	1,022E+14				6,932E+10	1,109E+11	2,582E+13	4,376E+12	3,038E+13
17,5						1,012E+12	1,215E+11	1,133E+12						1,012E+12	1,215E+11	1,133E+12
18,0																
Total	8,997E+16	9,521E+15	5,979E+16	6,044E+16	1,550E+16	4,560E+17	4,930E+16	7,405E+17	3,408E+16	3,459E+15	6,725E+16	2,023E+15	2,097E+15	7,329E+16	1,619E+16	1,984E+17
Reclutas	1,110E+15	7,505E+15	1,181E+15	1,825E+15	6,033E+15	2,143E+13	2,575E+12	1,768E+16	1,237E+15	2,765E+15	1,293E+15	8,263E+14	9,047E+14	2,143E+13	2,575E+12	7,050E+15
CV	0,2125	0,1525	0,1352	0,7995	0,2893	0,3101	0,2942	0,1143	0,1308	0,0919	0,1434	0,1463	0,1064	0,1243	0,1686	0,0592
Error	35,0	25,1	22,3	131,6	47,6	51,0	48,4	18,8	21,5	15,1	23,6	24,1	17,5	20,5	27,7	9,7

**Tabla 55.** Varianza de la Abundancia de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S), Método Bootstrap y Geoestadístico. Crucero RECLAN 1312.

Talla	Método Bootstrap								Método Geoestadístico							
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4-1	Zona 4-2	Zona 5-1	Zona 5-2	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4-1	Zona 4-2	Zona 5-1	Zona 5-2	Total
4,0		6,2730E+12						6,273E+12		6,194E+12						6,194E+12
4,5		1,6195E+14						1,620E+14		1,924E+14						1,924E+14
5,0		3,9258E+14		4,1865E+12	8,8730E+12			4,056E+14		4,928E+14		4,077E+12	9,817E+12			5,067E+14
5,5		5,9557E+13						5,956E+13		6,849E+13						6,849E+13
6,0	1,2438E+15	6,0703E+13		9,4103E+12	1,9771E+13			1,334E+15	1,277E+15	7,182E+13		8,252E+12	4,425E+13			1,402E+15
6,5	2,1423E+13	2,3981E+14	1,3594E+13	6,7355E+12	1,4151E+13			2,957E+14	2,099E+13	3,016E+14	1,296E+13	5,907E+12	3,167E+13			3,731E+14
7,0		9,4530E+14	5,0562E+13	1,0201E+14	2,1208E+14			1,310E+15		1,232E+15	4,746E+13	7,765E+13	7,670E+14			2,124E+15
7,5		5,2791E+14	6,4846E+13	1,2455E+14	2,5873E+14			9,760E+14		6,865E+14	6,042E+13	9,368E+13	9,642E+14			1,805E+15
8,0		8,8382E+13	3,8931E+13	1,0603E+14	2,2038E+14			4,537E+14		1,117E+14	3,640E+13	8,043E+13	8,040E+14			1,033E+15
8,5		4,3758E+12	3,0058E+13	1,6488E+14	3,4243E+14			5,417E+14		4,918E+12	2,810E+13	1,236E+14	1,286E+15			1,443E+15
9,0		2,1187E+11	3,7847E+13	2,4915E+13	5,1842E+13			1,148E+14		2,092E+11	3,517E+13	1,919E+13	1,818E+14			2,364E+14
9,5			3,0194E+13	3,1811E+13	6,6129E+13			1,281E+14			2,806E+13	2,418E+13	2,401E+14			2,924E+14
10,0		6,5695E+11	5,4630E+13	2,6417E+13	5,5133E+13			1,368E+14		6,892E+11	5,025E+13	2,122E+13	1,716E+14			2,437E+14
10,5		5,3580E+11	9,1057E+13	1,9999E+13	4,1912E+13	8,1496E+12	1,0429E+12	1,627E+14		5,621E+11	8,292E+13	1,697E+13	1,078E+14	9,046E+12	9,486E+11	2,182E+14
11,0		3,1219E+11	1,3801E+14	1,8483E+13	3,8724E+13	6,7100E+12	8,5865E+11	2,031E+14		3,219E+11	1,250E+14	1,563E+13	1,010E+14	7,448E+12	7,810E+11	2,502E+14
11,5	3,2153E+12	3,6540E+12	2,4282E+14	2,2083E+13	4,6179E+13	5,5727E+12	7,1311E+11	3,242E+14	3,215E+12	4,240E+12	2,188E+14	1,822E+13	1,318E+14	6,186E+12	6,486E+11	3,831E+14
12,0	2,6023E+13	2,4307E+12	7,5300E+14	5,1095E+13	1,0624E+14	3,1763E+13	4,3368E+12	9,749E+14	2,132E+13	2,716E+12	6,738E+14	3,898E+13	3,821E+14	2,811E+13	4,765E+12	1,152E+15
12,5	7,4576E+13	7,3742E+11	1,7289E+15	4,3351E+13	9,0158E+13	2,1382E+14	3,1725E+13	2,183E+15	5,332E+13	7,998E+11	1,542E+15	3,316E+13	3,221E+14	1,228E+14	4,200E+13	2,116E+15
13,0	2,6730E+14	7,2116E+11	1,6342E+15	1,0606E+14	2,2011E+14	8,3816E+14	1,2925E+14	3,196E+15	1,911E+14	7,909E+11	1,457E+15	7,871E+13	8,466E+14	3,528E+14	1,838E+14	3,111E+15
13,5	2,4541E+15	1,2061E+13	1,6103E+15	7,3964E+13	1,5346E+14	9,2692E+14	1,4333E+14	5,374E+15	1,510E+15	1,519E+13	1,452E+15	5,466E+13	5,960E+14	3,801E+14	2,048E+14	4,213E+15
14,0	1,3958E+16	2,0730E+14	3,7780E+15	8,5465E+13	1,7723E+14	8,5902E+14	1,3271E+14	1,920E+16	8,283E+15	2,723E+14	3,376E+15	6,267E+13	7,008E+14	3,552E+14	1,893E+14	1,324E+16
14,5	1,3289E+16	3,0488E+14	1,0165E+16	1,4148E+14	2,9330E+14	4,1009E+15	6,4470E+14	2,894E+16	7,896E+15	4,013E+14	9,062E+15	1,033E+14	1,172E+15	1,403E+15	9,476E+14	2,099E+16
15,0	2,7605E+15	8,5312E+13	1,0483E+16	1,8740E+14	3,8841E+14	1,9198E+16	3,0407E+15	3,614E+16	1,695E+15	1,113E+14	9,334E+15	1,363E+14	1,564E+15	5,974E+15	4,525E+15	2,334E+16
15,5	9,5591E+13	2,8852E+12	2,2768E+15	2,0041E+14	4,1532E+14	3,5923E+16	5,7004E+15	4,461E+16	7,192E+13	3,483E+12	2,042E+15	1,455E+14	1,678E+15	1,090E+16	8,509E+15	2,335E+16
16,0		1,2347E+11	2,4801E+14	3,3450E+13	6,9370E+13	1,7025E+16	2,6976E+15	2,007E+16		1,313E+11	2,296E+14	2,455E+13	2,737E+14	5,273E+15	4,017E+15	9,818E+15
16,5			3,0123E+12	2,1849E+11	4,5804E+11	9,0073E+14	1,4030E+14	1,045E+15			2,800E+12	1,862E+11	1,158E+12	3,425E+14	2,030E+14	5,497E+14
17,0				6,5838E+10	1,3880E+11	2,6377E+13	3,7938E+12	3,038E+13				6,022E+10	2,492E+11	1,829E+13	4,711E+12	2,331E+13
17,5						9,6438E+11	1,2341E+11	1,088E+12						1,070E+12	1,122E+11	1,183E+12
18,0																
Total	3,419E+16	3,109E+15	3,347E+16	1,584E+15	3,291E+15	8,007E+16	1,267E+16	1,684E+17	2,102E+16	3,983E+15	2,990E+16	1,187E+15	1,238E+16	2,518E+16	1,883E+16	1,125E+17
Reclutas	1,268E+15	2,492E+15	7,926E+14	6,615E+14	1,376E+15	2,043E+13	2,615E+12	6,614E+15	1,302E+15	3,175E+15	7,256E+14	5,090E+14	4,841E+15	2,268E+13	2,378E+12	1,058E+16
CV	0,1295	0,0865	0,0999	0,1260	0,1246	0,1331	0,1480	0,0542	0,1014	0,0986	0,0966	0,1095	0,2565	0,0708	0,1892	0,0443
Error	21,3	14,2	16,4	20,7	20,5	21,9	24,4	8,9	16,7	16,2	15,9	18,0	42,2	11,7	31,1	7,3

**Tabla 56.** Varianza de la Biomasa de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S), Método Conglomerados y Estratos Agrupados. Crucero RECLAN 1312.

Talla	Método Conglomerado								Método Estratos Agrupados							
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4-1	Zona 4-2	Zona 5-1	Zona 5-2	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4-1	Zona 4-2	Zona 5-1	Zona 5-2	Total I
4,0		3,692E-01						3,692E-01		3,633E-01						3,633E-01
4,5		6,719E+01						6,719E+01		2,993E+01						2,993E+01
5,0		3,844E+02		1,566E+00	3,513E+00			3,894E+02		1,469E+02	1,384E+00	2,580E+00				1,509E+02
5,5		1,693E+02						1,693E+02		8,342E+01						8,342E+01
6,0	2,223E+03	2,957E+02		3,641E+01	1,085E+02			2,663E+03	2,488E+03	1,333E+02		2,130E+01	3,092E+01			2,673E+03
6,5	8,464E+01	2,557E+03	4,942E+01	4,677E+01	1,394E+02			2,877E+03	7,709E+01	9,732E+02	4,960E+01	2,737E+01	3,972E+01			1,167E+03
7,0		1,828E+04	3,590E+02	1,731E+03	5,751E+03			2,612E+04		6,371E+03	3,764E+02	7,720E+02	8,267E+02			8,346E+03
7,5		1,570E+04	7,676E+02	3,360E+03	1,122E+04			3,106E+04		5,506E+03	8,169E+02	1,475E+03	1,541E+03			9,338E+03
8,0		3,648E+03	6,705E+02	4,232E+03	1,408E+04			2,263E+04		1,370E+03	7,086E+02	1,879E+03	1,998E+03			5,954E+03
8,5		1,715E+02	7,396E+02	9,630E+03	3,221E+04			4,275E+04		9,143E+01	7,819E+02	4,208E+03	4,367E+03			9,448E+03
9,0		6,000E+00	1,397E+03	1,938E+03	6,403E+03			9,743E+03		5,904E+00	1,494E+03	8,789E+02	9,647E+02			3,344E+03
9,5			1,592E+03	3,642E+03	1,211E+04			1,734E+04			1,702E+03	1,621E+03	1,730E+03			5,053E+03
10,0		5,113E+01	4,247E+03	3,562E+03	1,150E+04			1,936E+04		3,609E+01	4,620E+03	1,725E+03	2,067E+03			8,448E+03
10,5		5,687E+01	1,047E+04	3,131E+03	9,678E+03	6,326E+02	7,600E+01	2,405E+04		4,014E+01	1,154E+04	1,690E+03	2,280E+03	6,326E+02	7,600E+01	1,626E+04
11,0		4,050E+01	2,215E+04	3,927E+03	1,218E+04	6,984E+02	8,390E+01	3,909E+04		3,112E+01	2,457E+04	2,102E+03	2,813E+03	6,984E+02	8,390E+01	3,030E+04
11,5	4,163E+02	1,062E+03	5,355E+04	6,688E+03	2,119E+04	7,667E+02	9,211E+01	8,377E+04	4,119E+02	5,083E+02	5,973E+04	3,401E+03	4,312E+03	7,667E+02	9,211E+01	6,922E+04
12,0	7,761E+03	7,886E+02	2,253E+05	2,437E+04	8,087E+04	1,273E+04	1,425E+03	3,533E+05	4,351E+03	4,294E+02	2,530E+05	1,090E+04	1,172E+04	5,446E+03	7,948E+02	2,867E+05
12,5	3,593E+04	2,714E+02	6,817E+05	2,650E+04	8,785E+04	1,953E+05	2,131E+04	1,049E+06	1,616E+04	1,657E+02	7,677E+05	1,190E+04	1,287E+04	4,483E+04	8,289E+03	8,620E+05
13,0	1,647E+05	3,566E+02	8,255E+05	8,837E+04	2,967E+05	1,189E+06	1,289E+05	2,694E+06	7,409E+04	2,083E+02	9,299E+05	3,813E+04	3,879E+04	2,187E+05	4,499E+04	1,345E+06
13,5	2,276E+06	1,237E+04	9,516E+05	7,842E+04	2,638E+05	1,680E+06	1,821E+05	5,443E+06	8,628E+05	4,694E+03	1,061E+06	3,366E+04	3,395E+04	3,046E+05	6,312E+04	2,364E+06
14,0	1,681E+07	3,018E+05	2,978E+06	1,154E+05	3,894E+05	1,945E+06	2,108E+05	2,275E+07	6,162E+06	1,033E+05	4,909E+04	4,873E+04	3,542E+05	7,325E+04	1,014E+07	1,014E+07
14,5	1,983E+07	5,535E+05	1,008E+07	2,391E+05	8,081E+05	1,245E+07	1,347E+06	4,531E+07	7,274E+06	1,887E+05	1,136E+07	1,011E+05	9,943E+04	2,070E+06	4,489E+05	2,154E+07
15,0	4,902E+06	1,857E+05	1,289E+07	3,918E+05	1,325E+06	7,396E+07	7,995E+06	1,016E+08	1,855E+06	6,459E+04	1,453E+07	1,650E+05	1,612E+05	1,184E+07	2,621E+06	3,124E+07
15,5	1,614E+05	6,060E+03	3,261E+06	5,147E+05	1,742E+06	1,709E+08	1,846E+07	1,950E+08	7,811E+04	2,575E+03	3,653E+06	2,164E+05	2,107E+05	2,710E+07	6,029E+06	3,729E+07
16,0		1,909E+02	3,375E+05	1,025E+05	3,456E+05	9,798E+07	1,059E+07	1,094E+08		1,265E+02	3,635E+05	4,363E+04	4,339E+04	1,566E+07	3,469E+06	1,958E+07
16,5			4,775E+03	5,538E+02	1,705E+03	5,811E+06	6,293E+05	6,447E+06			5,107E+03	3,018E+02	4,110E+02	1,014E+06	2,143E+05	1,234E+06
17,0				1,525E+02	4,239E+02	1,346E+05	1,478E+04	1,499E+05				1,016E+02	1,625E+02	3,784E+04	6,412E+03	4,451E+04
17,5						1,772E+03	2,129E+02	1,985E+03						1,772E+03	2,129E+02	1,985E+03
18,0																
Total	4,419E+07	1,104E+06	3,233E+07	1,624E+06	5,479E+06	3,662E+08	3,958E+07	4,905E+08	1,633E+07	3,801E+05	3,638E+07	6,901E+05	6,843E+05	5,865E+07	1,298E+07	1,261E+08
Reclutas	2,724E+03	4,249E+04	9,600E+04	4,192E+04	1,366E+05	2,098E+03	2,520E+02	3,221E+05	2,977E+03	1,533E+04	1,064E+05	1,980E+04	2,297E+04	2,098E+03	2,520E+02	1,698E+05
CV	0,2165	0,2019	0,1536	0,2871	0,3768	0,3253	0,3086	0,1361	0,1316	0,1185	0,1630	0,1871	0,1332	0,1302	0,1767	0,0690
Error	35,6	33,2	25,3	47,2	62,0	53,5	50,8	22,4	21,7	19,5	26,8	30,8	21,9	21,4	29,1	11,4

**Tabla 57.** Varianza de la Biomasa de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S), Método Bootstrap y Geostatístico. Crucero RECLAN 1312.

Talla	Método Bootstrap								Método Geostatístico							
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4-1	Zona4-2	Zona 5-1	Zona 5-2	Total	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4-1	Zona4-2	Zona 5-1	Zona 5-2	Total l
4,0		3,6856E-01						3,686E-01		3,639E-01						3,639E-01
4,5		2,7911E+01						2,791E+01		3,315E+01						3,315E+01
5,0		1,3339E+02		1,4225E+00	3,0149E+00			1,378E+02		1,674E+02		1,385E+00	3,336E+00			1,722E+02
5,5		7,8998E+01						7,900E+01		9,085E+01						9,085E+01
6,0	2,5509E+03	1,2450E+02		1,9300E+01	4,0549E+01			2,735E+03	2,620E+03	1,473E+02		1,692E+01	9,075E+01			2,875E+03
6,5	7,8852E+01	8,8270E+02	5,0036E+01	2,4792E+01	5,2088E+01			1,088E+03	7,726E+01	1,110E+03	4,770E+01	2,174E+01	1,166E+02			1,373E+03
7,0		5,6764E+03	3,0362E+02	6,1254E+02	1,2735E+03			7,866E+03		7,399E+03	2,850E+02	4,663E+02	4,606E+03			1,276E+04
7,5		4,9113E+03	6,0327E+02	1,1587E+03	2,4070E+03			9,080E+03		6,386E+03	5,621E+02	8,715E+02	8,970E+03			1,679E+04
8,0		1,2390E+03	5,4577E+02	1,4864E+03	3,0895E+03			6,361E+03		1,566E+03	5,103E+02	1,128E+03	1,127E+04			1,448E+04
8,5		8,7514E+01	6,0115E+02	3,2976E+03	6,8484E+03			1,083E+04		9,837E+01	5,621E+02	2,472E+03	2,573E+04			2,886E+04
9,0		5,9893E+00	1,0699E+03	7,0432E+02	1,4655E+03			3,246E+03		5,914E+00	9,943E+02	5,426E+02	5,139E+03			6,682E+03
9,5			1,2190E+03	1,2843E+03	2,6697E+03			5,173E+03			1,133E+03	9,761E+02	9,694E+03			1,180E+04
10,0		3,5652E+01	2,9647E+03	1,4336E+03	2,9920E+03			7,426E+03		3,740E+01	2,727E+03	1,152E+03	9,311E+03			1,323E+04
10,5		3,9651E+01	6,7384E+03	1,4800E+03	3,1016E+03	6,0309E+02	7,7174E+01	1,204E+04		4,160E+01	6,136E+03	1,256E+03	7,975E+03	6,694E+02	7,020E+01	1,615E+04
11,0		3,0975E+01	1,3694E+04	1,8339E+03	3,8422E+03	6,6576E+02	8,5194E+01	2,015E+04		3,194E+01	1,240E+04	1,551E+03	1,003E+04	7,390E+02	7,749E+01	2,483E+04
11,5	4,2172E+02	4,7926E+02	3,1849E+04	2,8965E+03	6,0569E+03	7,3092E+02	9,3532E+01	4,253E+04	4,217E+02	5,561E+02	2,870E+04	2,389E+03	1,729E+04	8,113E+02	8,507E+01	5,025E+04
12,0	4,4126E+03	4,1217E+02	1,2768E+05	8,6640E+03	1,8015E+04	5,3859E+03	7,3538E+02	1,653E+05	3,615E+03	4,605E+02	1,142E+05	6,610E+03	6,480E+04	4,766E+03	8,080E+02	1,953E+05
12,5	1,6304E+04	1,6122E+02	3,7797E+05	9,4775E+03	1,9711E+04	4,6747E+04	6,9359E+03	4,773E+05	1,166E+04	1,749E+02	3,371E+05	7,249E+03	7,042E+04	2,684E+04	9,182E+03	4,626E+05
13,0	7,4730E+04	2,0161E+02	4,5687E+05	2,9650E+04	6,1537E+04	2,3432E+05	3,6136E+04	8,934E+05	5,342E+04	2,211E+02	4,073E+05	2,201E+04	2,367E+05	9,862E+04	5,139E+04	8,697E+05
13,5	8,6571E+05	4,2547E+03	5,6805E+05	2,6091E+04	5,4134E+04	3,2697E+05	5,0558E+04	1,896E+06	5,328E+05	5,357E+03	5,121E+05	1,928E+04	2,102E+05	1,341E+05	7,224E+04	1,486E+06
14,0	6,1757E+06	9,1724E+04	1,6716E+06	3,7815E+04	7,8418E+04	3,8009E+05	5,8720E+04	8,494E+06	3,665E+06	1,205E+05	1,494E+06	2,773E+04	3,101E+05	1,572E+05	8,378E+04	5,858E+06
14,5	7,2907E+06	1,6726E+05	5,5766E+06	7,7618E+04	1,6091E+05	2,2498E+06	3,5370E+05	1,588E+07	4,332E+06	2,202E+05	4,972E+06	5,664E+04	6,430E+05	7,699E+05	5,199E+05	1,151E+07
15,0	1,8611E+06	5,7517E+04	7,0675E+06	1,2635E+05	2,6186E+05	1,2943E+07	2,0500E+06	2,437E+07	1,143E+06	7,504E+04	6,293E+06	9,190E+04	1,054E+06	4,028E+06	3,051E+06	1,574E+07
15,5	7,8936E+04	2,3825E+03	1,8801E+06	1,6549E+05	3,4296E+05	2,9664E+07	4,7072E+06	3,684E+07	5,939E+04	2,876E+03	1,687E+06	1,202E+05	1,385E+06	9,003E+06	7,026E+06	1,928E+07
16,0		1,2415E+02	2,4938E+05	3,3635E+04	6,9753E+04	1,7119E+07	2,7125E+06	2,018E+07		1,321E+02	2,309E+05	2,469E+04	2,752E+05	5,302E+06	4,039E+06	9,872E+06
16,5			3,6591E+03	2,6541E+02	5,5639E+02	1,0941E+06	1,7042E+05	1,269E+06			3,401E+03	2,262E+02	1,407E+03	4,161E+05	2,466E+05	6,677E+05
17,0				9,6466E+01	2,0337E+02	3,8648E+04	5,5586E+03	4,451E+04				8,823E+01	3,651E+02	2,680E+04	6,902E+03	3,416E+04
17,5						1,6897E+03	2,1622E+02	1,906E+03						1,876E+03	1,967E+02	2,072E+03
18,0																
Total	1,637E+07	3,378E+05	1,804E+07	5,314E+05	1,102E+06	6,411E+07	1,015E+07	1,106E+08	9,804E+06	4,426E+05	1,610E+07	3,894E+05	4,362E+06	1,997E+07	1,511E+07	6,618E+07
Reclutas	3,051E+03	1,375E+04	5,964E+04	1,623E+04	3,384E+04	2,000E+03	2,559E+02	1,288E+05	3,119E+03	1,767E+04	5,406E+04	1,284E+04	1,102E+05	2,220E+03	2,328E+02	2,004E+05
CV	0,1302	0,1109	0,1133	0,1598	0,1580	0,1394	0,1551	0,0645	0,1006	0,1279	0,1096	0,1373	0,3335	0,0739	0,1984	0,0496
Error	21,4	18,2	18,6	26,3	26,0	22,9	25,5	10,6	16,6	21,0	18,0	22,6	54,9	12,2	32,6	8,2

**Tabla 58.** Varianza de la Abundancia de jurel por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S). Método Conglomerados, Método Estratos Agrupados, Método Bootstrap y Método Geoestadístico. Crucero RECLAN 1312.

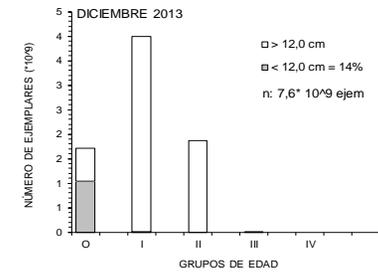
Talla	Método Conglomerados			Método Estratos agrupados			Método Bootstrap			Método Geoestadístico		
	Zona 1	Zona 2	Total	Zona 1	Zona 2	Total	Zona 1	Zona 2	Total	Zona 1	Zona 2	Total
2,0	0,0000E+00	1,7859E+15	1,7859E+15	0,0000E+00	7,3717E+14	7,3717E+14	0,0000E+00	8,7537E+14	8,7776E+14	0,0000E+00	1,1938E+15	1,1938E+15
3,0	0,0000E+00	4,6444E+17	4,6444E+17	0,0000E+00	1,3973E+17	1,3973E+17	0,0000E+00	1,8317E+17	1,8326E+17	0,0000E+00	2,8040E+17	2,8040E+17
4,0	3,5400E+14	1,2860E+18	1,2863E+18	6,8128E+14	3,7002E+17	3,7070E+17	6,6949E+14	4,9274E+17	4,9348E+17	7,8427E+14	7,6665E+17	7,6743E+17
5,0	0,0000E+00	7,3025E+16	7,3025E+16	0,0000E+00	2,1832E+16	2,1832E+16	0,0000E+00	2,8682E+16	2,8694E+16	0,0000E+00	4,4008E+16	4,4008E+16
6,0	6,9287E+13	1,3892E+15	1,4585E+15	1,3335E+14	6,2026E+14	7,5361E+14	1,3104E+14	7,2099E+14	8,5437E+14	1,5350E+14	9,5568E+14	1,1092E+15
7,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
8,0	0,0000E+00	6,8958E+13	6,8958E+13	0,0000E+00	5,8333E+13	5,8333E+13	0,0000E+00	5,9356E+13	5,9756E+13	0,0000E+00	6,3360E+13	6,3360E+13
9,0	1,3561E+13	0,0000E+00	1,3561E+13	2,6099E+13	0,0000E+00	2,6099E+13	2,5647E+13	0,0000E+00	2,5647E+13	3,0045E+13	0,0000E+00	3,0045E+13
10,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
11,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
12,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
13,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
14,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
15,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
16,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
17,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
18,0	8,8717E+11	1,6369E+12	2,5241E+12	2,5147E+11	2,8893E+12	3,1408E+12	1,8966E+11	2,6964E+12	2,9110E+12	5,2998E+11	2,3738E+12	2,9038E+12
19,0	2,0188E+13	2,8571E+11	2,0474E+13	5,5322E+12	4,0278E+11	5,9350E+12	4,1214E+12	3,8376E+11	4,5085E+12	1,1872E+13	3,5564E+11	1,2228E+13
20,0	1,0345E+13	1,6140E+13	2,6485E+13	2,9208E+12	5,7864E+12	8,7072E+12	2,1998E+12	6,1676E+12	8,4011E+12	6,1686E+12	7,1630E+12	1,3332E+13
21,0	1,0433E+12	1,2586E+13	1,3629E+13	3,7500E+11	2,9117E+12	3,2867E+12	3,0406E+11	3,4296E+12	3,7437E+12	7,0141E+11	4,6274E+12	5,3289E+12
22,0	1,6028E+11	0,0000E+00	1,6028E+11	1,0883E+11	0,0000E+00	1,0883E+11	9,9069E+10	0,0000E+00	9,9069E+10	1,5826E+11	0,0000E+00	1,5826E+11
23,0	0,0000E+00	2,3169E+11	2,3169E+11	0,0000E+00	1,8675E+11	1,8675E+11	0,0000E+00	1,7794E+11	1,7947E+11	0,0000E+00	1,6490E+11	1,6490E+11
24,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
25,0	9,0001E+09	0,0000E+00	9,0001E+09	1,2659E+10	0,0000E+00	1,2659E+10	1,2256E+10	0,0000E+00	1,2256E+10	1,5343E+10	0,0000E+00	1,5343E+10
26,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
27,0	8,8210E+09	0,0000E+00	8,8210E+09	2,9093E+09	0,0000E+00	2,9093E+09	2,3037E+09	0,0000E+00	2,3037E+09	5,6727E+09	0,0000E+00	5,6727E+09
28,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
Total	4,695E+14	1,827E+18	1,827E+18	8,499E+14	5,330E+17	5,339E+17	8,331E+14	7,063E+17	7,071E+17	9,873E+14	1,093E+18	1,094E+18
Reclutas	4,695E+14	1,827E+18	1,827E+18	8,499E+14	5,330E+17	5,339E+17	8,331E+14	7,063E+17	7,071E+17	9,873E+14	1,093E+18	1,094E+18
CV	0,8872	0,3441	0,3420	1,1937	0,1859	0,1849	1,2123	0,2138	0,2126	1,1318	0,2644	0,2626
Error	146,0	56,6	56,3	196,5	30,6	30,4	199,5	35,2	35,0	186,3	43,5	43,2

**Tabla 59.** Varianza de la Biomasa de jurel por talla, subzona y total estimada entre Arica y caleta Colorada (24°40'S). Método Conglomerados, Método Estratos Agrupados, Método Bootstrap y Método Geoestadístico. Crucero RECLAN 1312.

Talla	Método Conglomerados			Método Estratos agrupados			Método Bootstrap			Método Geoestadístico		
	Zona 1	Zona 2	Total	Zona 1	Zona 2	Total	Zona 1	Zona 2	Total	Zona 1	Zona 2	Total
2,0	0,0000E+00	2,3283E+01	2,3283E+01	0,0000E+00	9,6104E+00	9,6104E+00	0,0000E+00	1,1412E+01	1,1412E+01	0,0000E+00	1,5563E+01	1,5563E+01
3,0	0,0000E+00	6,1238E+04	6,1238E+04	0,0000E+00	1,8423E+04	1,8423E+04	0,0000E+00	2,4151E+04	2,4151E+04	0,0000E+00	3,6972E+04	3,6972E+04
4,0	1,5998E+02	5,8116E+05	5,8132E+05	3,0788E+02	1,6722E+05	1,6753E+05	3,0255E+02	2,2268E+05	2,2298E+05	3,5443E+02	3,4646E+05	3,4681E+05
5,0	0,0000E+00	1,4936E+05	1,4936E+05	0,0000E+00	4,4653E+04	4,4653E+04	0,0000E+00	5,8664E+04	5,8664E+04	0,0000E+00	9,0011E+04	9,0011E+04
6,0	4,3551E+02	8,7321E+03	9,1676E+03	8,3816E+02	3,8987E+03	4,7369E+03	8,2365E+02	4,5319E+03	5,3555E+03	9,6487E+02	6,0070E+03	6,9719E+03
7,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
8,0	0,0000E+00	2,4110E+03	2,4110E+03	0,0000E+00	2,0395E+03	2,0395E+03	0,0000E+00	2,0753E+03	2,0753E+03	0,0000E+00	2,2153E+03	2,2153E+03
9,0	9,3640E+02	0,0000E+00	9,3640E+02	1,8021E+03	0,0000E+00	1,8021E+03	1,7709E+03	0,0000E+00	1,7709E+03	2,0746E+03	0,0000E+00	2,0746E+03
10,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
11,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
12,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
13,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
14,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
15,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
16,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
17,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
18,0	3,2228E+03	5,9466E+03	9,1694E+03	9,1353E+02	1,0496E+04	1,1410E+04	6,8898E+02	9,7953E+03	1,0484E+04	1,9253E+03	8,6235E+03	1,0549E+04
19,0	9,9877E+04	1,4135E+03	1,0129E+05	2,7370E+04	1,9927E+03	2,9362E+04	2,0390E+04	1,8986E+03	2,2289E+04	5,8737E+04	1,7595E+03	6,0496E+04
20,0	6,8575E+04	5,8881E+04	1,2746E+05	1,9361E+04	3,8356E+04	5,7718E+04	1,4582E+04	4,0883E+04	5,5465E+04	4,0890E+04	4,7481E+04	8,8371E+04
21,0	9,1398E+03	6,0007E+04	6,9147E+04	3,2851E+03	2,5508E+04	2,8793E+04	2,6637E+03	3,0044E+04	3,2708E+04	6,1446E+03	4,0538E+04	4,6683E+04
22,0	1,8312E+03	0,0000E+00	1,8312E+03	1,2434E+03	0,0000E+00	1,2434E+03	1,1319E+03	0,0000E+00	1,1319E+03	1,8081E+03	0,0000E+00	1,8081E+03
23,0	0,0000E+00	1,9510E+03	1,9510E+03	0,0000E+00	2,7503E+03	2,7503E+03	0,0000E+00	2,6204E+03	2,6204E+03	0,0000E+00	2,4284E+03	2,4284E+03
24,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
25,0	2,1336E+02	0,0000E+00	2,1336E+02	3,0010E+02	0,0000E+00	3,0010E+02	2,9054E+02	0,0000E+00	2,9054E+02	3,6372E+02	0,0000E+00	3,6372E+02
26,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
27,0	3,2447E+02	0,0000E+00	3,2447E+02	1,0702E+02	0,0000E+00	1,0702E+02	8,4741E+01	0,0000E+00	8,4741E+01	2,0867E+02	0,0000E+00	2,0867E+02
28,0	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
Total	1,847E+05	9,311E+05	1,116E+06	5,553E+04	3,153E+05	3,709E+05	4,2729E+04	3,9735E+05	4,401E+05	1,135E+05	5,825E+05	6,960E+05
Reclutas	1,844E+05	9,311E+05	1,116E+06	5,542E+04	3,153E+05	3,708E+05	4,2644E+04	3,9735E+05	4,400E+05	1,133E+05	5,825E+05	6,958E+05
CV	0,3009	0,2275	0,1863	0,1650	0,1324	0,1074	0,1484	0,1485	0,1177	0,2075	0,1787	0,1415
Error	49,5	37,5	30,7	27,2	21,8	17,7	24,4	24,0	19,1	34,1	29,4	23,3

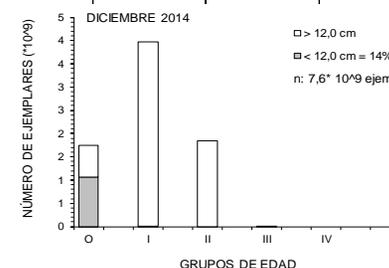
**Tabla 60.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Geoestadístico. Crucero RECLAN152-1312, Diciembre 2013.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD											
		O		I		II		III		IV			
		A <sub>0</sub> (N°)	VAR	A <sub>0</sub> (N°)	VAR								
3.0													
3.5													
4.0	2,608,917	2,608,917	6.1943E+12										
4.5	38,757,547	38,757,547	1.9235E+14										
5.0	74,068,490	74,068,490	5.0670E+14										
5.5	21,461,791	21,461,791	6.8492E+13										
6.0	48,945,680	48,945,680	1.4018E+15										
6.5	73,220,511	73,220,511	3.7309E+14										
7.0	173,248,690	173,248,690	2.1244E+15										
7.5	153,154,545	153,154,545	1.8048E+15										
8.0	91,601,856	91,601,856	1.0326E+15										
8.5	74,492,225	74,492,225	1.4430E+15										
9.0	36,143,621	36,143,621	2.3636E+14										
9.5	37,422,379	37,422,379	2.9236E+14										
10.0	41,846,327	41,846,327	2.4373E+14										
10.5	49,550,785	49,550,785	2.1821E+14										
11.0	56,079,093	56,079,093	2.5024E+14										
11.5	77,906,161	68,167,891	3.8260E+14	9,738,270	9.5258E+13								
12.0	154,332,984	135,041,361	1.2366E+15	19,291,623	3.7281E+14								
12.5	254,002,900	222,252,537	2.5955E+15	31,750,362	1.0084E+15								
13.0	360,678,823	240,452,549	4.8832E+15	120,226,274	3.8463E+15								
13.5	491,655,843	75,639,360	2.6429E+15	416,016,482	5.5596E+15								
14.0	880,335,937			850,991,406	1.3206E+16	29,344,531	8.4976E+14						
14.5	1,188,281,342			761,718,809	1.6958E+16	426,562,533	1.1038E+16						
15.0	1,268,586,553			975,835,810	2.4948E+16	292,750,743	1.2381E+16						
15.5	1,114,835,134			477,786,486	1.8968E+16	637,048,648	2.2304E+16						
16.0	654,530,734			280,513,172	5.5224E+15	374,017,562	6.9250E+15						
16.5	135,762,351			45,254,117	3.3876E+14	90,508,234	5.2199E+14						
17.0	18,287,635					12,191,757	4.4096E+13	6,095,878	3.6325E+13				
17.5	1,369,683					1,369,683	1.1827E+12						
18.0													
18.5													
19.0													
TOTAL	7,573,168,536	1,714,156,154		3,989,122,812		1,863,793,692		6,095,878					
PORCENTAJE	100.00	22.63		52.63		24.61		0.08					
LONG. PROM.(cm)	13.7	9.8		14.6		15.3		17.0					
PESO PROM. (g)	22.0	8.8		24.2		28.0		38.3					
VARIANZA	1.68E+17	2.20E+16		9.14E+16		5.46E+16		3.72E+13					
CV	0.0541	0.0865		0.0758		0.1254		1.0000					



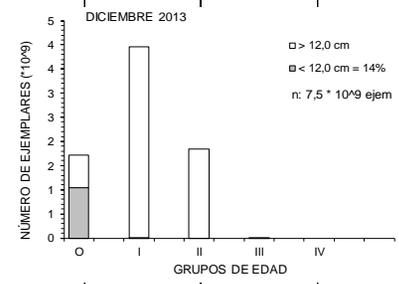
**Tabla 61.** Composici3n en n3mero por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). M3todo Bootstrap. Crucero RECLAN152-1312, Diciembre 2013.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		A <sub>0</sub> (N <sup>o</sup> )	VAR	A <sub>0</sub> (N <sup>o</sup> )	VAR						
3.0											
3.5											
4.0	2,628,692	2,628,692	6.2730E+12								
4.5	39,051,314	39,051,314	1.6195E+14								
5.0	74,786,743	74,786,743	4.0564E+14								
5.5	21,624,462	21,624,462	5.9557E+13								
6.0	49,510,077	49,510,077	1.3337E+15								
6.5	74,056,237	74,056,237	2.9572E+14								
7.0	176,097,724	176,097,724	1.3099E+15								
7.5	156,074,658	156,074,658	9.7604E+14								
8.0	93,851,506	93,851,506	4.5372E+14								
8.5	76,944,859	76,944,859	5.4175E+14								
9.0	37,283,978	37,283,978	1.1481E+14								
9.5	38,644,036	38,644,036	1.2813E+14								
10.0	43,097,281	43,097,281	1.3684E+14								
10.5	50,728,957	50,728,957	1.6270E+14								
11.0	57,430,383	57,430,383	2.0310E+14								
11.5	79,701,959	69,739,214	3.4244E+14	9,962,745	9.9256E+13						
12.0	157,251,496	137,595,059	1.1175E+15	19,656,437	3.8638E+14						
12.5	256,894,869	224,783,010	2.6686E+15	32,111,859	1.0312E+15						
13.0	362,341,171	241,560,781	4.9786E+15	120,780,390	3.9133E+15						
13.5	492,497,138	75,768,790	2.7002E+15	416,728,347	6.4208E+15						
14.0	883,299,706			853,856,383	1.8784E+16	29,443,324	8.6691E+14				
14.5	1,190,784,518			763,323,409	2.0303E+16	427,461,109	1.2141E+16				
15.0	1,262,590,448			971,223,422	3.2449E+16	291,367,027	1.2987E+16				
15.5	1,098,116,463			470,621,341	2.2414E+16	627,495,121	2.8787E+16				
16.0	640,761,343			274,612,004	7.2290E+15	366,149,339	1.0097E+16				
16.5	132,466,377			44,155,459	3.7803E+14	88,310,918	7.2626E+14				
17.0	17,854,683					11,903,122	4.5546E+13	5,951,561	3.5421E+13		
17.5	1,333,324					1,333,324	1.0878E+12				
18.0											
18.5											
19.0											
TOTAL	7,567,704,402	1,741,257,761		3,977,031,797		1,843,463,283		5,951,561			
PORCENTAJE	100	23.01		52.55		24.36		0.08			
LONG. PROM.(cm)	13.6	9.8		14.6		15.3		17.0			
PESO PROM. (g)	21.9	8.8		24.1		28.0		38.3			
VARIANZA	2.0E+17	1.81E+16		1.13E+17		6.57E+16		3.54E+13			
CV	0.0587	0.0773		0.0847		0.1390		1.0000			



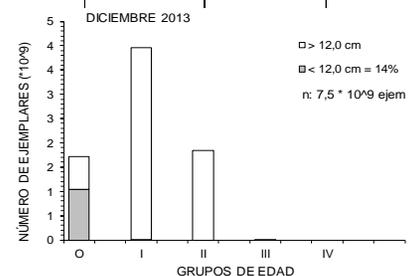
**Tabla 62.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Hansen. Crucero RECLAN152-1312, Diciembre 2013.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		A <sub>0</sub> (N°)	VAR	A <sub>0</sub> (N°)	VAR						
3.0											
3.5											
4.0	2,608,478	2,608,478	6.1836E+12								
4.5	38,751,019	38,751,019	1.7367E+14								
5.0	73,980,561	73,980,561	4.4411E+14								
5.5	21,458,176	21,458,176	6.2894E+13								
6.0	48,595,875	48,595,875	1.3034E+15								
6.5	73,039,395	73,039,395	3.1704E+14								
7.0	172,725,285	172,725,285	1.3899E+15								
7.5	152,600,126	152,600,126	1.0038E+15								
8.0	91,069,561	91,069,561	4.2474E+14								
8.5	73,775,256	73,775,256	4.7241E+14								
9.0	35,973,989	35,973,989	1.1828E+14								
9.5	37,191,037	37,191,037	1.2516E+14								
10.0	41,738,449	41,738,449	1.5567E+14								
10.5	49,545,375	49,545,375	2.1975E+14								
11.0	56,167,400	56,167,400	3.0536E+14								
11.5	78,079,988	68,319,972	4.9108E+14	9,759,996	9.5258E+13						
12.0	154,465,740	135,157,523	1.6407E+15	19,308,218	3.7281E+14						
12.5	254,046,328	222,290,537	3.9654E+15	31,755,791	1.0084E+15						
13.0	359,350,675	239,567,117	5.5913E+15	119,783,558	3.9879E+15						
13.5	488,516,765	75,156,425	2.6748E+15	413,360,339	7.3135E+15						
14.0	874,517,388			845,366,808	2.2236E+16	29,150,580	8.4976E+14				
14.5	1,182,052,425			757,725,913	2.4358E+16	424,326,511	1.3283E+16				
15.0	1,261,714,825			970,549,865	3.8393E+16	291,164,960	1.3442E+16				
15.5	1,105,500,568			473,785,958	2.2706E+16	631,714,610	2.9157E+16				
16.0	647,958,011			277,696,290	7.2076E+15	370,261,720	9.9889E+15				
16.5	134,326,251			44,775,417	3.8314E+14	89,550,834	7.2170E+14				
17.0	18,080,989					12,053,993	4.6451E+13	6,026,996	3.6325E+13		
17.5	1,354,403					1,354,403	1.1331E+12				
18.0											
18.5											
19.0											
TOTAL	7,529,184,316	1,709,711,554		3,963,868,154		1,849,577,611		6,026,996			
PORCENTAJE	100.00	22.71		52.65		24.57		0.08			
LONG. PROM.(cm)	13.7	9.8		14.6		15.3		17.0			
PESO PROM. (g)	22.0	8.8		24.2		28.0		38.3			
VARIANZA	2.16E+17	2.09E+16		1.28E+17		6.75E+16		3.63E+13			
CV	0.0618	0.0845		0.0903		0.1405		1.0000			



**Tabla 63.** Composici3n en n3mero por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). M3todo Kish. Crucero RECLAN152-1212, Diciembre 2013.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		A <sub>0</sub> (N°)	VAR	A <sub>0</sub> (N°)	VAR						
3.0											
3.5											
4.0	2,608,478	2,608,478	6.2846E+12								
4.5	38,751,019	38,751,019	3.8984E+14								
5.0	73,980,561	73,980,561	1.1461E+15								
5.5	21,458,176	21,458,176	1.2761E+14								
6.0	48,595,875	48,595,875	1.2987E+15								
6.5	73,039,395	73,039,395	7.8172E+14								
7.0	172,725,285	172,725,285	4.3496E+15								
7.5	152,600,126	152,600,126	3.3381E+15								
8.0	91,069,561	91,069,561	1.6144E+15								
8.5	73,775,256	73,775,256	2.1374E+15								
9.0	35,973,989	35,973,989	3.4466E+14								
9.5	37,191,037	37,191,037	4.2953E+14								
10.0	41,738,449	41,738,449	3.5667E+14								
10.5	49,545,375	49,545,375	3.2493E+14								
11.0	56,167,400	56,167,400	3.9395E+14								
11.5	78,079,988	68,319,972	5.7425E+14	9,759,996	9.5258E+13						
12.0	154,465,740	135,157,523	2.8242E+15	19,308,218	3.7281E+14						
12.5	254,046,328	222,290,537	6.8546E+15	31,755,791	1.0084E+15						
13.0	359,350,675	239,567,117	8.7002E+15	119,783,558	4.6097E+15						
13.5	488,516,765	75,156,425	2.8185E+15	413,360,339	1.5215E+16						
14.0	874,517,388			845,366,808	5.4887E+16	29,150,580	8.4976E+14				
14.5	1,182,052,425			757,725,913	4.9160E+16	424,326,511	2.0807E+16				
15.0	1,261,714,825			970,549,865	1.1028E+17	291,164,960	1.9118E+16				
15.5	1,105,500,568			473,785,958	5.6018E+16	631,714,610	9.0229E+16				
16.0	647,958,011			277,696,290	2.2838E+16	370,261,720	3.8407E+16				
16.5	134,326,251			44,775,417	7.9223E+14	89,550,834	2.5626E+15				
17.0	18,080,989					12,053,993	7.0394E+13	6,026,996	3.6325E+13		
17.5	1,354,403					1,354,403	1.1331E+12				
18.0											
18.5											
19.0											
TOTAL	7,529,184,316	1,709,711,554		3,963,868,154		1,849,577,611		6,026,996			
PORCENTAJE	100.00	22.71		52.65		24.57		0.08			
LONG. PROM.(cm)	13.7	9.8		14.6		15.3		17.0			
PESO PROM. (g)	22.0	8.8		24.2		28.0		38.3			
VARIANZA	2.16E+17	2.09E+16		1.28E+17		6.75E+16		3.63E+13			
CV	0.0618	0.0845		0.0903		0.1405		1.0000			



**Tabla 64.** Parámetros de modelos de variogramas ajustados por especie y zona. Crucero RECLAN 1312.

Especie	Zona	Dirección(°)	Modelo	Nugget(C0)	Meseta (C)	Rango (mn)	Varianza muestral	RSS mínimo
anchoa	1	omni	sph	1,20E+05	9.00E+04	2,7	42,86	8.11E+10
anchoa	2	omni	sph	0	4.80E+04	0,9	100,00	9.71E+09
anchoa	3	omni	sph	0	6.10E+05	1,5	100,00	2.00E+12
anchoa	4.1	omni	sph	4.80E+04	2010E+05	2,1	81,40	2.64E+11
anchoa	4.2	omni	sph	7.00E+05	3.20E+06	4,8	82,05	1.40E+14
anchoa	5.1	omni	sph	5.00E+06	2.70E+07	3,6	84,38	3.34E+15
anchoa	5.2	omni	sph	2.00E+06	2.50E+06	1,5	55,56	1.04E+14
jurel	1	omni	sph	5.00E+03	6.50E+03	3,0	56,52	3,76E+08
jurel	2	omni	sph	0	8.50E+04	1,6	100,00	1.12E+11

RSS= Residual Square Sum

Sph = esférico

Expo = exponencial

**Tabla 65.** Índices de ocupación totales (N° pixeles por categorías/N° pixeles totales)

DENSIDAD	Baja	Media	Alta	
<b>IOC (celdas totales)</b>				
Adultos	19,3	1,0	0,3	20,6
Reclutas	6,7	0,1	0,0	6,9
Total	19,3	1,1	0,3	20,7
<b>IOC (celdas positivas)</b>				
Adultos	81,4	16,2	2,4	100,0
Reclutas	99,6	0,4	0,0	100,0
Total	79,8	17,7	2,5	100,0

**Tabla 66.** Coeficientes  $V(Cramer)$  de Cramer de la distribución de anchoveta, respecto de las variables ambientales en la CMFC. Crucero RECLAN 1312.

<b>VARIABLE (rango óptimo)</b>		<b>Adulto</b>	<b>Recluta</b>
Temperatura (°C)	(14,0-15,5)	0,33	0,22
Salinidad (psu)	(34,8-34,95)	0,30	0,23
Gradiente térmico (°C/m)	(< 0,1)	0,33	0,23
Gradiente salino (psu/m)	(<0,001)	0,26	0,22
Oxígeno (mL/L)	(2,0-4,5)	0,31	0,21
Densidad ( $\sigma_t$ )	(25,6-25,9)	0,34	0,19
Clorofila (mg/m <sup>3</sup> )	(5,0-6,5)	0,27	0,23
Zooplancton (ind/m <sup>3</sup> )	(500-1000)	0,25	0,18
Fitoplancton (cél/mL)	(50-150)	0,36	0,21
ASAA (%)	(15-25)	0,40	0,25
AESS (%)	(40-45)	0,35	0,19
AST (%)	(20-35)	0,33	0,22

**Tabla 67.** 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.

n	Predictor	DF	R.Deviance	Pr(F)	Pseudo-R2
	Null	1484	3917,30		
1	Grad. Térmico	1479,83	3438,59	1,50E-08	0,122
2	Abun. Fitoplancton	1475,84	3296,56	3,22E-03	0,158
3	Oxígeno	1472,26	3136,57	2,15E-12	0,199
4	Dist. De costa	1468,21	3022,83	3,94E-11	0,228
5	Grad. Clorofila	1463,23	2918,04	1,73E-06	0,255
6	Grad. Oxígeno	1458,57	2871,98	4,17E-04	0,267
7	Abun. Zooplancton	1453,59	2795,11	5,34E-08	0,286
8	AST	1449,44	2765,29	1,02E-08	0,294
9	Prof. Media	1445,61	2732,04	8,79E-05	0,303
10	Salinidad	1441,40	2704,61	2,85E-04	0,310
11	Clorofila	1437,71	2683,39	1,49E-03	0,315
12	Latitud	1434,42	2665,74	4,52E-04	0,319
13	AESS	1430,47	2649,65	2,48E-02	0,324

**Tabla 68.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones diurnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.

Variable	Promedio	Max	Min	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	28,3	528,8	1,6	36,9	0,77	902
Alto (m)	2,9	22,1	1,1	1,6	1,78	902
Elongación	9,9	147,6	0,5	11,0	0,89	902
Perímetro (m)	77,3	1.636,5	9,4	105,4	0,73	902
Área (m <sup>2</sup> )	92,2	1.931,7	3,7	193,2	0,48	902
Dim. Fractal	1,38	1,94	1,01	0,14	10,14	902
Prof. Card (m)	8,3	19,3	3,8	2,3	3,63	902
Prof. Fondo (m)	152,4	499,2	25,2	109,7	1,39	902
Índice altura (%)	91,8	99,1	52,9	5,6	16,36	902
Dist. Costa (mn)	4,0	21,6	0,6	3,9	1,04	902
S <sub>A</sub> (m <sup>2</sup> /mn <sup>2</sup> )	376,2	13.366,3	10,1	1.275,8	0,29	902
Densidad (S <sub>A</sub> /m <sup>2</sup> )	5,2	546,9	0,1	22,8	0,23	902

**Tabla 69.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones nocturnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.

Variable	Promedio	Max	Min	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	61,0	2.112,8	4,5	177,7	0,34	931
Alto (m)	2,5	19,5	0,7	1,5	1,67	931
Elongación	18,5	485,4	1,4	29,3	0,63	931
Perímetro (m)	190,4	5.723,8	13,2	525,2	0,36	931
Área (m <sup>2</sup> )	299,1	23.920,8	4,1	1.637,5	0,18	931
Dim. Fractal	1,54	2,49	1,07	0,15	10,51	931
Prof. Card (m)	7,6	14,6	4,1	1,6	4,81	931
Prof. Fondo (m)	144,8	384,3	20,2	95,4	1,52	931
Índice altura (%)	92,9	98,6	61,9	4,1	22,78	931
Dist. Costa (mn)	4,3	15,1	0,8	3,3	1,29	931
s <sub>A</sub> (m <sup>2</sup> /mn <sup>2</sup> )	518,5	76.593,2	10,0	3.901,3	0,13	931
Densidad (s <sub>A</sub> /m <sup>2</sup> )	1,5	15,8	0,1	1,5	0,99	931

**Tabla 70.** Resultados ANDEVA para descriptores Crucero RECLAN 1312, factor día-noche.

Variable		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	33,64	1	33,64	40,20	0,000
	Intra-grupos	1532,20	1831	0,84		
	Total	1565,84	1832			
Alto	Inter-grupos	5,70	1	5,70	60,37	0,000
	Intra-grupos	172,84	1831	0,09		
	Total	178,54	1832			
Elongación	Inter-grupos	72,96	1	72,96	134,04	0,000
	Intra-grupos	996,70	1831	0,54		
	Total	1069,66	1832			
Perímetro	Inter-grupos	73,58	1	73,58	79,70	0,000
	Intra-grupos	1690,24	1831	0,92		
	Total	1763,82	1832			
Área	Inter-grupos	9,24	1	9,24	5,83	<b>0,016</b>
	Intra-grupos	2900,22	1831	1,58		
	Total	2909,46	1832			
Dim. Fractal	Inter-grupos	1,86	1	1,86	565,43	0,000
	Intra-grupos	6,03	1831	0,00		
	Total	7,90	1832			
Prof. Agregación	Inter-grupos	1,84	1	1,84	39,30	0,000
	Intra-grupos	85,61	1831	0,05		
	Total	87,45	1832			
Fondo	Inter-grupos	0,01	1	0,01	0,01	<b>0,906</b>
	Intra-grupos	660,98	1831	0,36		
	Total	660,99	1832			
Ind. Altura	Inter-grupos	0,08	1	0,08	24,81	0,000
	Intra-grupos	5,68	1831	0,00		
	Total	5,75	1832			
Dist. Costa	Inter-grupos	6,20	1	6,20	16,62	0,000
	Intra-grupos	682,45	1831	0,37		
	Total	688,65	1832			
s <sub>A</sub>	Inter-grupos	179,02	1	179,02	97,35	0,000
	Intra-grupos	3366,94	1831	1,84		
	Total	3545,96	1832			
Densidad	Inter-grupos	122,45	1	122,45	315,04	0,000
	Intra-grupos	711,68	1831	0,39		
	Total	834,13	1832			

**Tabla 71.** Resultados ANDEVA para descriptores diurnos. Crucero RECLAN 1312, factor: agregaciones costeras-agregaciones no costeras.

Variable		Suma de	G.L.	Media cuadrática	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	0,01	1	0,01	0,01	<b>0,903</b>
	Intra-grupos	539,55	900	0,60		
	Total	539,56	901			
Alto	Inter-grupos	0,60	1	0,60	6,31	<b>0,012</b>
	Intra-grupos	85,18	900	0,09		
	Total	85,78	901			
Elongación	Inter-grupos	1,17	1	1,17	2,93	<b>0,087</b>
	Intra-grupos	358,75	900	0,40		
	Total	359,92	901			
Perímetro	Inter-grupos	0,08	1	0,08	0,13	<b>0,723</b>
	Intra-grupos	575,95	900	0,64		
	Total	576,03	901			
Área	Inter-grupos	1,01	1	1,01	0,82	<b>0,367</b>
	Intra-grupos	1112,65	900	1,24		
	Total	1113,66	901			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,03	1	0,03	8,94	0,003
	Intra-grupos	2,90	900	0,00		
	Total	2,93	901			
Prof. Agregación	Inter-grupos	0,10	1	0,10	1,69	<b>0,193</b>
	Intra-grupos	55,03	900	0,06		
	Total	55,13	901			
Fondo	Inter-grupos	108,96	1	108,96	375,41	0,000
	Intra-grupos	261,23	900	0,29		
	Total	370,19	901			
Ind. Altura	Inter-grupos	0,57	1	0,57	162,80	0,000
	Intra-grupos	3,15	900	0,00		
	Total	3,72	901			
s <sub>A</sub>	Inter-grupos	8,26	1	8,26	4,27	<b>0,039</b>
	Intra-grupos	1740,70	900	1,93		
	Total	1748,96	901			
Densidad	Inter-grupos	0,49	1	0,49	0,84	<b>0,359</b>
	Intra-grupos	524,43	900	0,58		
	Total	524,93	901			

**Tabla 72.** Resultados ANDEVA para descriptores nocturnos Crucero RECLAN 1312, factor: agregaciones costeras-agregaciones no costeras.

Variable		Suma de	G.L.	Media cuadrática	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	18,53	1	18,53	17,67	0,000
	Intra-grupos	974,11	929	1,05		
	Total	992,64	930			
Alto	Inter-grupos	0,16	1	0,16	1,76	<b>0,185</b>
	Intra-grupos	86,90	929	0,09		
	Total	87,06	930			
Elongación	Inter-grupos	12,27	1	12,27	18,25	0,000
	Intra-grupos	624,52	929	0,67		
	Total	636,78	930			
Perímetro	Inter-grupos	16,36	1	16,36	13,84	0,000
	Intra-grupos	1097,85	929	1,18		
	Total	1114,21	930			
Área	Inter-grupos	25,96	1	25,96	13,70	0,000
	Intra-grupos	1760,60	929	1,90		
	Total	1786,56	930			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,00	1	0,00	0,04	<b>0,844</b>
	Intra-grupos	3,10	929	0,00		
	Total	3,10	930			
Prof. Agregación	Inter-grupos	1,48	1	1,48	47,35	0,000
	Intra-grupos	29,00	929	0,03		
	Total	30,48	930			
Fondo	Inter-grupos	137,32	1	137,32	831,30	0,000
	Intra-grupos	153,46	929	0,17		
	Total	290,79	930			
Ind. Altura	Inter-grupos	0,35	1	0,35	202,22	0,000
	Intra-grupos	1,61	929	0,00		
	Total	1,96	930			
S <sub>A</sub>	Inter-grupos	0,11	1	0,11	0,06	<b>0,804</b>
	Intra-grupos	1617,87	929	1,74		
	Total	1617,98	930			
Densidad	Inter-grupos	6,09	1	6,09	31,30	0,000
	Intra-grupos	180,66	929	0,19		
	Total	186,75	930			

**Tabla 73.** Matriz de correlaciones entre las variables originales, agregaciones diurnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.

	Largo	Alto	Elongación	Perímetro	Area	Dim. Fractal	Prof. Agreg.	Fondo	Ind. Altura	NASC	Densidad	Dist. Costa
Largo	1	0,36	0,87	0,99	0,82	0,19	0,16	-0,09	-0,18	0,33	-0,05	-0,03
Alto	0,36	1	-0,01	0,39	0,70	-0,48	0,40	-0,01	-0,34	0,59	0,01	0,11
Elongación	0,87	-0,01	1	0,84	0,49	0,45	0,00	-0,10	-0,06	0,07	-0,06	-0,08
Perímetro	0,99	0,39	0,84	1	0,82	0,19	0,19	-0,09	-0,20	0,31	-0,05	-0,04
Area	0,82	0,70	0,49	0,82	1	-0,05	0,26	-0,08	-0,31	0,61	-0,02	0,01
Dim. Fractal	0,19	-0,48	0,45	0,19	-0,05	1	-0,13	-0,03	0,06	-0,17	-0,08	-0,12
Prof. Agreg.	0,16	0,40	0,00	0,19	0,26	-0,13	1	-0,05	-0,49	0,13	-0,06	-0,02
Fondo	-0,09	-0,01	-0,10	-0,09	-0,08	-0,03	-0,05	1	0,70	0,01	-0,03	0,64
Ind. Altura	-0,18	-0,34	-0,06	-0,20	-0,31	0,06	-0,49	0,70	1	-0,16	0,02	0,51
S <sub>A</sub>	0,33	0,59	0,07	0,31	0,61	-0,17	0,13	0,01	-0,16	1	0,39	0,17
Densidad	-0,05	0,01	-0,06	-0,05	-0,02	-0,08	-0,06	-0,03	0,02	0,39	1	0,00
Dist. Costa	-0,03	0,11	-0,08	-0,04	0,01	-0,12	-0,02	0,64	0,51	0,17	0,00	1

**Tabla 74.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes, agregaciones diurnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.

Componente	Total	% de la varianza	% acumulado
<b>1</b>	<b>4,09</b>	<b>34,06</b>	<b>34,06</b>
<b>2</b>	<b>2,22</b>	<b>18,50</b>	<b>52,56</b>
<b>3</b>	<b>2,19</b>	<b>18,29</b>	<b>70,84</b>
<b>4</b>	<b>1,23</b>	<b>10,29</b>	<b>81,13</b>
5	0,81	6,78	87,91
6	0,55	4,58	92,49
7	0,38	3,14	95,63
8	0,20	1,67	97,31
9	0,15	1,24	98,55
10	0,14	1,14	99,69
11	0,03	0,25	99,94
12	0,01	0,06	100,00

**Tabla 75.** Matriz de correlaciones entre las variables originales y los componentes principales, agregaciones diurnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.

Variable	Comp 1	Comp 2	Comp 3	Comp 4
Largo	<b>0,92</b>	0,35	-0,06	-0,01
Alto	<b>0,61</b>	-0,47	0,49	-0,15
Elongación	<b>0,69</b>	<b>0,58</b>	-0,30	0,04
Perímetro	<b>0,92</b>	0,32	-0,06	-0,03
Área	<b>0,92</b>	-0,03	0,21	-0,02
Dim. Fractal	0,06	<b>0,59</b>	-0,49	0,11
Prof. Agreg.	0,35	-0,45	0,06	<b>-0,45</b>
Fondo	-0,23	0,49	<b>0,70</b>	-0,20
Ind. Altura	-0,44	<b>0,67</b>	0,46	0,07
Dist. Costa	-0,11	0,35	<b>0,76</b>	-0,16
S <sub>A</sub>	<b>0,54</b>	-0,25	0,49	0,45
Densidad	0,01	-0,16	0,20	<b>0,85</b>

**Tabla 76.** Matriz de correlaciones entre las variables originales, agregaciones nocturnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.

	Largo	Alto	Elongación	Perímetro	Area	Dim. Fractal	Prof. Agreg.	Fondo	Ind. Altura	NASC	Densidad	Dist. Costa
Largo	1	0,64	0,84	0,99	0,91	0,00	0,25	0,01	-0,13	0,78	-0,04	-0,06
Alto	0,64	1	0,35	0,64	0,71	-0,40	0,49	0,03	-0,18	0,67	-0,07	-0,08
Elongación	0,84	0,35	1	0,86	0,58	0,22	0,18	0,09	-0,05	0,44	-0,15	0,01
Perímetro	0,99	0,64	0,86	1	0,88	0,02	0,26	0,02	-0,13	0,74	-0,06	-0,06
Area	0,91	0,71	0,58	0,88	1	-0,07	0,25	-0,03	-0,16	0,94	0,02	-0,09
Dim. Fractal	0,00	-0,40	0,22	0,02	-0,07	1	-0,21	0,06	0,14	-0,08	-0,16	0,00
Prof. Agreg.	0,25	0,49	0,18	0,26	0,25	-0,21	1	0,16	-0,24	0,22	-0,30	0,14
Fondo	0,01	0,03	0,09	0,02	-0,03	0,06	0,16	1	0,70	-0,04	-0,17	0,67
Ind. Altura	-0,13	-0,18	-0,05	-0,13	-0,16	0,14	-0,24	0,70	1	-0,16	-0,10	0,45
S <sub>A</sub>	0,78	0,67	0,44	0,74	0,94	-0,08	0,22	-0,04	-0,16	1	0,07	-0,08
Densidad	-0,04	-0,07	-0,15	-0,06	0,02	-0,16	-0,30	-0,17	-0,10	0,07	1	-0,16
Dist. Costa	-0,06	-0,08	0,01	-0,06	-0,09	0,00	0,14	0,67	0,45	-0,08	-0,16	1

**Tabla 77.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes, agregaciones nocturnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.

Componente	Total	% de la varianza	% acumulado
1	<b>4,87</b>	<b>40,62</b>	<b>40,62</b>
2	<b>2,30</b>	<b>19,21</b>	<b>59,83</b>
3	<b>1,52</b>	<b>12,64</b>	<b>72,47</b>
4	<b>1,22</b>	<b>10,15</b>	<b>82,62</b>
5	0,63	5,21	87,83
6	0,55	4,56	92,39
7	0,45	3,71	96,10
8	0,20	1,70	97,80
9	0,17	1,45	99,25
10	0,07	0,61	99,86
11	0,01	0,09	99,95
12	0,01	0,05	100,00

**Tabla 78.** Matriz de correlaciones entre las variables originales y los componentes principales, agregaciones nocturnas de anchoveta. Crucero RECLAN 1312.

Variable	Comp 1	Comp 2	Comp 3	Comp 4
Largo	<b>0,97</b>	0,07	0,18	0,03
Alto	<b>0,78</b>	-0,02	-0,46	0,07
Elongación	<b>0,75</b>	0,20	0,40	-0,20
Perímetro	<b>0,96</b>	0,08	0,19	-0,01
Área	<b>0,95</b>	-0,01	0,04	0,16
Dim. Fractal	-0,09	0,19	<b>0,77</b>	-0,37
Prof. Agreg.	0,39	0,14	<b>-0,63</b>	-0,46
Fondo	-0,03	<b>0,91</b>	-0,12	0,16
Ind. Altura	-0,23	<b>0,77</b>	0,16	0,33
Dist. Costa	<b>0,86</b>	-0,05	-0,01	0,23
S <sub>A</sub>	-0,06	-0,36	0,11	<b>0,78</b>
Densidad	-0,10	<b>0,80</b>	-0,19	0,10

**Tabla 79.** Valores promedios de los descriptores por año para anchoveta, caso diurno y nocturno, serie 2007-2013.

Variable / Año	Ambiente diurno													
	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.
Largo (m)	<b>17,3</b>	19,5	<b>20,8</b>	19,2	<b>21,5</b>	28,4	<b>25,6</b>	29,8	<b>19,3</b>	18,1	<b>28,6</b>	35,4	<b>28,3</b>	36,9
Alto (m)	<b>2,6</b>	1,5	<b>3,4</b>	1,9	<b>3,0</b>	1,8	<b>3,1</b>	1,6	<b>2,9</b>	1,4	<b>3,1</b>	1,7	<b>2,9</b>	1,6
Elongación	<b>7,3</b>	8,2	<b>6,6</b>	5,9	<b>8,0</b>	9,4	<b>9,2</b>	10,2	<b>7,1</b>	6,6	<b>9,7</b>	10,4	<b>9,9</b>	11,0
Perímetro (m)	<b>46,5</b>	53,7	<b>57,7</b>	56,7	<b>62,2</b>	101,1	<b>71,7</b>	86,8	<b>53,9</b>	52,0	<b>76,9</b>	95,4	<b>77,3</b>	105,4
Area (m <sup>2</sup> )	<b>43,3</b>	76,9	<b>73,1</b>	139,6	<b>67,8</b>	142,9	<b>78,5</b>	136,5	<b>55,4</b>	79,1	<b>96,4</b>	210,5	<b>92,2</b>	193,2
Dim. Fractal	<b>1,4</b>	0,2	<b>1,3</b>	0,1	<b>1,3</b>	0,2	<b>1,3</b>	0,2	<b>1,3</b>	0,2	<b>1,4</b>	0,2	<b>1,38</b>	0,1
Prof. Card (m)	<b>8,2</b>	3,8	<b>9,3</b>	4,4	<b>10,8</b>	4,6	<b>8,0</b>	3,4	<b>9,4</b>	3,3	<b>10,2</b>	3,6	<b>8,3</b>	2,3
Prof. Fondo (m)	<b>443,3</b>	669,1	<b>240,7</b>	384,3	<b>937,1</b>	902,0	<b>473,0</b>	726,8	<b>283,2</b>	494,1	<b>439,4</b>	645,2	<b>152,4</b>	109,7
Índice altura (%)	<b>93,5</b>	6,4	<b>91,6</b>	6,9	<b>95,2</b>	5,3	<b>91,9</b>	9,5	<b>90,7</b>	6,0	<b>90,7</b>	7,2	<b>91,8</b>	5,6
s <sub>A</sub> (m <sup>2</sup> /mn <sup>2</sup> )	<b>347,9</b>	1,021,0	<b>348,3</b>	1,045,2	<b>394,8</b>	1,698,0	<b>526,3</b>	1,350,9	<b>312,7</b>	655,3	<b>321,4</b>	977,7	<b>376,2</b>	1,275,8
Densidad (s <sub>A</sub> /área agreg.)	<b>8,2</b>	10,9	<b>5,8</b>	9,9	<b>6,2</b>	9,8	<b>7,7</b>	11,3	<b>7,0</b>	8,7	<b>4,0</b>	6,2	<b>5,2</b>	22,8
Dist. Costa (m.n.)	<b>6,1</b>	6,1	<b>4,4</b>	3,8	<b>8,3</b>	7,6	<b>8,6</b>	11,7	<b>4,2</b>	4,2	<b>7,9</b>	10,5	<b>4,0</b>	3,9
N° obs.	<b>2,036</b>		<b>883</b>		<b>1,639</b>		<b>1,372</b>		<b>1,140</b>		<b>1,042</b>		<b>902</b>	

Variable / Año	Ambiente nocturno													
	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.
Largo (m)	<b>832,9</b>	1,302,3	<b>323,8</b>	1,460,3	<b>225,1</b>	635,3	<b>204,1</b>	417,4	<b>173,0</b>	458,0	<b>266,3</b>	834,6	<b>61,0</b>	177,7
Alto (m)	<b>3,2</b>	1,8	<b>3,2</b>	2,5	<b>2,9</b>	1,5	<b>2,9</b>	1,6	<b>2,7</b>	1,7	<b>2,8</b>	1,4	<b>2,5</b>	1,5
Elongación	<b>245,0</b>	325,7	<b>75,9</b>	249,2	<b>64,0</b>	168,1	<b>72,2</b>	138,2	<b>65,2</b>	158,3	<b>85,1</b>	229,0	<b>18,5</b>	29,3
Perímetro (m)	<b>3,044,5</b>	4,841,1	<b>1,582,5</b>	7,737,8	<b>863,6</b>	2,614,9	<b>723,5</b>	1,712,7	<b>725,3</b>	2,002,4	<b>1,245,1</b>	4,487,2	<b>190,4</b>	525,2
Area (m <sup>2</sup> )	<b>3,084,3</b>	5,706,6	<b>1,854,8</b>	10,727,4	<b>931,9</b>	3,178,6	<b>674,1</b>	1,671,2	<b>617,8</b>	2,641,9	<b>954,0</b>	3,625,7	<b>299,1</b>	1,637,5
Dim. Fractal	<b>1,6</b>	0,2	<b>1,5</b>	0,2	<b>1,5</b>	0,2	<b>1,6</b>	0,2	<b>1,6</b>	0,2	<b>1,5</b>	0,2	<b>1,5</b>	0,1
Prof. Card (m)	<b>8,3</b>	3,3	<b>8,8</b>	3,5	<b>13,2</b>	6,3	<b>7,1</b>	2,7	<b>9,2</b>	3,3	<b>9,3</b>	3,3	<b>7,6</b>	1,6
Prof. Fondo (m)	<b>706,0</b>	874,1	<b>289,3</b>	434,7	<b>1,291,3</b>	873,9	<b>350,7</b>	623,0	<b>450,4</b>	646,8	<b>425,8</b>	673,1	<b>144,8</b>	95,4
Índice altura (%)	<b>93,9</b>	6,4	<b>90,3</b>	10,9	<b>96,8</b>	3,8	<b>92,1</b>	8,2	<b>92,7</b>	6,8	<b>91,1</b>	6,7	<b>92,9</b>	4,1
s <sub>A</sub> (m <sup>2</sup> /mn <sup>2</sup> )	<b>2,391,2</b>	4,119,6	<b>964,3</b>	4,611,6	<b>522,9</b>	1,648,1	<b>894,2</b>	2,229,0	<b>444,4</b>	1,735,5	<b>487,0</b>	1,373,2	<b>518,5</b>	3,901,3
Densidad (s <sub>A</sub> /área agreg.)	<b>3,1</b>	6,2	<b>2,9</b>	5,6	<b>2,9</b>	4,0	<b>2,0</b>	2,5	<b>2,5</b>	4,2	<b>2,1</b>	2,9	<b>1,5</b>	1,5
Dist. Costa (m.n.)	<b>6,6</b>	5,6	<b>5,6</b>	4,9	<b>14,8</b>	12,3	<b>7,1</b>	9,4	<b>4,7</b>	4,5	<b>7,0</b>	9,9	<b>4,3</b>	3,3
N° obs.	<b>187</b>		<b>326</b>		<b>299</b>		<b>407</b>		<b>405</b>		<b>229</b>		<b>931</b>	



# **A N E X O S**

---



# **A N E X O 1**

---

Reunión de coordinación y Taller de  
Difusión de Resultados FIP N° 2013-03



## REUNIÓN DE COORDINACIÓN

---

### **Proyecto FIP N° 2013--03**

**“Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta  
en la XV, I y II Regiones, año 2014”**

---

De acuerdo a lo establecido en los Términos Básicos de Referencia del Proyecto “Evaluación Hidroacústica de Anchoveta entre la XV, I y II Regiones, año 2014”: FIP 2013-03, se llevó a cabo la reunión de coordinación de las actividades inherentes al crucero de evaluación (plan de trabajo del crucero) con el FIP y Subsecretaría de Pesca.

La reunión se desarrolló en dependencias del Fondo de Investigación Pesquera, ubicada en Bellavista 168, piso 21 Valparaíso el día 22 noviembre del 2013, en ella se analizó la metodología a aplicar durante la evaluación acústica de anchoveta en la zona norte del país, considerando aspectos tales como el uso de información previa de desembarques para redistribuir el esfuerzo de muestreo en el área. En este sentido, aspectos operacionales y administrativos para el desarrollo de este estudio fueron analizados, estos es, tiempos requeridos para licitar, asignar y ejecutar estudio durante el periodo optimo, especialmente el tiempo que toma Resolución de Pesca, así como también las limitaciones metodologías en cuanto a área de prospección, disponibilidad de plataformas para realizar investigación científicas y su costo de oportunidad asociados.

A continuación se entrega Acta de Reunión de Coordinación FIP y Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, más listado de asistente.



**ACTA DE REUNION DE COORDINACION**

PROYECTO FIP 2013-03: "EVALUACION HIDROACUSTICA DEL RECLUTAMIENTO DE ANCHOVETA EN LA XV, I Y II REGIONES"

EJECUTOR: INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

FECHA: 22/11/13	LUGAR: FIP, VALPARAISO												
<b>TEMAS TRATADOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación metodología, plan trabajo y fechas ejecución campo</li> <li>- Sectorialista solicita evaluar la posibilidad de incorporar información de la foto para ver si se está realizando crudeación en período correcto</li> <li>- Consulta analizará lo solicitado, y veré cómo podría implementarlo, tal vez con información recogida en los seguimientos pesqueros plágicos del año anterior.</li> </ul>													
<b>ASISTENTES</b> <table border="0"> <tr> <td>Nombre</td> <td>Firma</td> <td>Institución</td> </tr> <tr> <td>Alexandra Odeus</td> <td></td> <td>SPR</td> </tr> <tr> <td>José Andrés</td> <td></td> <td>IFOP</td> </tr> <tr> <td>MAURIZO ZAVANDO</td> <td></td> <td>FIP</td> </tr> </table>		Nombre	Firma	Institución	Alexandra Odeus		SPR	José Andrés		IFOP	MAURIZO ZAVANDO		FIP
Nombre	Firma	Institución											
Alexandra Odeus		SPR											
José Andrés		IFOP											
MAURIZO ZAVANDO		FIP											

## TALLER DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS

---

### Proyecto FIP N° 2013-03

“Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta  
entre la XV, I y II Regiones, año 2014”  
(Iquique)

---

Se presentaron los principales resultados del estudio correspondientes a condiciones oceanográficas, oferta de alimento, cuantificación del recurso y sus inter-relaciones con el ambiente (ver Agenda Taller). Resultados que indican una condición oceanográfica normal para el periodo, con surgencias activas intensas dado el mayor aporte de AESS (30-60%) y valores de oxígeno menores a 4ml/L, reconociendo una menor abundancia del fito y zooplancton y la localización de la anchoveta en las cercanías de las surgencia presentes en la zona.

Los resultados alcanzados respecto al año pasado, muestran una disminución del 45% en la disponibilidad del recurso y agregaciones de menor tamaño que determinaron una disminución del índice de cobertura desde 0,27% (2012) a 0,21% (2013).

La audiencia coincidió con la situación registrada en el cruce de noviembre-diciembre del 2013, reconociendo la alta variabilidad en la disponibilidad que presenta la anchoveta frente a cambios del medio ambiente y su efecto en el volumen del stock parental, coincidiendo en la necesidad de mantener este estudio y a la vez incorporar una nueva evaluación durante el invierno, para conocer la magnitud de la abundancia

de anchoveta y así visualizar cambios importantes que puedan afectar el desove y la fuerza del reclutamiento del recurso en la zona de estudio.

Por otra parte, la alta biomasa de anchoveta registrada entre 1996-2002, asociada a una mayor densidad de zooplancton (copépodos) y condiciones oceanográficas más prolongadas (periodos fríos/cálidos 3-4 años), respecto a una menor abundancia del recurso, de copépodos y condiciones oceanográficas variables desde el 2007-2013, se asemeja bastante bien con un comportamiento similar observado en las evaluaciones de jurel realizadas en la zona centro sur (1997-2012), sugiriendo un patrón de cambio a nivel general en el país. Esto llevó a concluir en la necesidad de coordinar las distintas investigaciones realizadas por el estado y sector privado, a fin de mejorar el entendimiento de los cambios observados a través de los años, que permitan a futuro aplicar medidas de manejo que permitan la sustentabilidad de la anchoveta en la zona de estudio.



## Taller de Resultados

### “Evaluación Hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la XV, I y II Regiones, año 2014”

PROYECTO FIP 2013-03

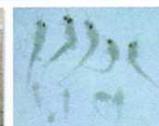


Iquique, martes 5 de agosto de 2014

Salón Gino Schiarewa (H-19) del Campus Huayquique, de la Universidad Arturo Prat, Iquique

#### PROGRAMA

- 09:30 - 09:45 **Bienvenida.**  
*José Córdova M., Jefe Proyecto IFOP*
- 09:45 - 10:15 **Resultados Oceanografía.**  
*Hernán Reyes R., IFOP.*
- 10:15 - 10:45 **Resultados oferta ambiental de alimento  
Componente Fitoplancton.**  
*Liliana Herrera C., UNAP-Iquique.*
- 10:45 - 11:15 **Resultados oferta ambiental de alimento  
Componente Zooplancton,**  
*Vivian Valenzuela C., IFOP.*
- 11:15 - 11:45 **Café ☕**
- 11:45 - 12:15 **Estimados de abundancia y biomasa de anchoveta.**  
*José Córdova M., IFOP.*
- 12:15 - 12:45 **Interrelaciones entre las variables oceanográficas y  
la anchoveta mediante Sistemas de Información Geográficas.**  
*Víctor Catasti B., IFOP.*
- 12:45 - 13:15 **Modelamiento estadístico entre las variables oceanográficas  
y anchoveta.**  
*Víctor Catasti B., IFOP.*
- 13:15 - 13:45 **Discusión  
Cierre**



www.ifop.cl

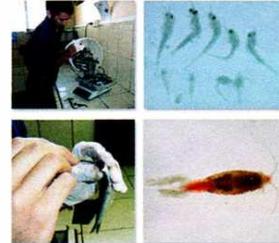
## Taller de Resultados

"Evaluación Hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la XV, I y II Regiones, año 2014"

PROYECTO FIP 2013-03



Iquique, martes 5 de agosto de 2014  
Salón Gino Schiarewa (H-19) del Campus Huayquique, de la Universidad Arturo Prat, Iquique



### ASISTENCIA

N°	Nombre	Mail	Institución	Firma
1	Jessica Pizarro	JPizarro@unap.cl	UNAP	
2	Edgardo Santander	esantander@unap.cl	UNAP	
3	Monsieur Medina	mmedina@unap.cl	UNAP	
4	Liliana Alvarez	liliana@unap.cl	UNAP	
5	Viviana Valenzuela		IFOP	
6	Jose R. Cañon	jcanon@corpesca.cl	CIAM	
7	Alexis Gacitúa	Alexis.Gacitua@gmail.com	UNAP	
8	Juan Pablo Aguero B.	juanpabloaguero@gmail.com	UNAP	
9	Guillermo S.	guillermo@gmail.com	LAPPET. UNAP.	
10	Carlos Gaspar	Carlos.Gaspar@ifop.cl	IFOP	
11	Luis Bustos	LBUSTOS@CORPESCA	CORPESCA	
12	Carla Merino	Cmerino@unap.cl	UNAP.CIAM	
13	M.A. Moreno	Morenos@unap.cl	UNAP	
14	Cristian Toledo	ctoledo@subpesca.cl	SUBPESCA IQUIQUE	

## Taller de Resultados

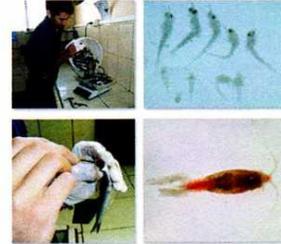
"Evaluación Hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la XV, I y II Regiones, año 2014"

PROYECTO FIP 2013-03



Iquique, martes 5 de agosto de 2014

Salón Gino Schiarewa (H-19) del Campus Huayquique, de la Universidad Arturo Prat, Iquique



### ASISTENCIA

N°	Nombre	Mail	Institución	Firma
16	IVÁN MONTECINO Z.	FLOM@IQUIQUE@CAMANCHACA.CL	CAMANCHACASA	
17	VICTOR CATASÍ	VICTOR.CATASÍ@IFOP.CL	IFOP	
18	ADOLFO CAVAZZI S.	ACAVAZZI@CAMANCHACA.CL	CPC	
19	JORGE OLIVA L.	joliva@impesnor.cl	CIAM	
20	FRANCISCO BRIONES G.	FBRIONES@DGTM.CL	Autonomía Marítima	
21	Nelly Ledesma Z.	Nledesma@dircelemar.cl	Gerencia Regional de Iquique	
22	Paola Moreno G.	pmoreno@unap.cl	UNAP	
23	Eliane Escudé	eliane.escude@ifop.cl	Ifop	
24	Gabriel Claramunt	gabriel.claramunt@ifop.cl	UNAP	
25	Hernán Reyes.	hernan.reyes@ifop.cl	IFOP	
26	José Cordón.	jose.cordon@ifop.cl	IFOP	
27				
28				
29				



## **A N E X O 2**

---

Asignación personal científico y técnico  
por objetivo específico y actividad  
FIP N° 2013-03



**HORAS HOMBRE DETALLADAS DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL  
PROFESIONAL Y TÉCNICO  
FIP N° 2013-03**

**Objetivo general.**

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

**IFOP**

<b>PERSONAL</b>	<b>CRUCERO</b>	<b>PROCESAMIENTO</b>	<b>ANÁLISIS</b>	<b>INFORMES</b>	<b>TOTAL</b>
Angulo Aros Jorge Andrés	180	205	22	10	417
Castillo Pizarro Jorge Hernán			5		5
Catasti Barraza Víctor Cristian	180	65	90	60	395
Cerna Troncoso José Francisco		40	30	10	80
Córdova Masanés José Gerardo	180	225	134	134	673
Lang Abarzúa Carolina B.		91	69	30	190
Leiva Dietz Francisco Javier		90	60	75	225
Leiva Pérez Bernardo Patricio	180	135	81		396
Legua Delgado Javier Andres		100	75		175
López Ahumada Amalia Lourdes		140			140
Molina Guerrero Esteban G.		75	60		135
Pizarro Revello Elisa Milena		190	90	42	322
Reyes Rivas Hernán Alejandro	180	50	81	60	371
Rojas García Manuel Anselmo	105	90			195
Saavedra Godoy Álvaro René	105	90	115	45	355
Saavedra Nieves Juan Carlos		90	45		135
Vargas Silva, René Alfonso		120	65		185
Valenzuela Cuevas Vivian Del		205	45	39	289
Iribarra Riquelme Eduardo F.	180				180
Concha Palza Carlos Manuel	180				180
Ibieta Figueroa Christian Antonio	105				105
Cascales Hellman Emma Karin	180				180
Traductor				5	5
<b>Sub Total IFOP</b>	<b>1.755</b>	<b>2.001</b>	<b>1.067</b>	<b>510</b>	<b>5.333</b>

## UNAP

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
Herrera Campos Liliana	5		45	20	70
Jaque Baginsky Jeannelle		60	20		80
Muñoz Lepe Paula María	180				180
<b>Sub Total UNAP</b>	<b>185</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>20</b>	<b>330</b>
<b>Total PROYECTO</b>	<b>1.940</b>	<b>2.061</b>	<b>1.132</b>	<b>530</b>	<b>5.663</b>

### Objetivo 1

Estimar 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.

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
Castillo Pizarro Jorge			5		5
Córdova Masanés José	46	57	47	34	184
Leiva Dietz Francisco		90	60	75	225
Leiva Pérez Bernardo	180	135	81		396
Rojas García Manuel	105	90			195
Saavedra Godoy Álvaro	105	45	58	23	231
Saavedra Nievas Juan		30	15		45
Concha Palza Carlos	180				180
Ibieta Figueroa Christian	105				105
Traductor				5	5
<b>Total</b>	<b>721</b>	<b>447</b>	<b>266</b>	<b>137</b>	<b>1.571</b>

## Objetivo 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.

### IFOP

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
Córdova Masanés José	46	56	23	34	159
Catasti Barraza Víctor	180	43	45	23	291
Cerna Troncoso J. Francisco		40	30	10	80
López Ahumada Amalia		140			140
Lorca Aghemio Roberto	170				170
Molina Guerrero Esteban		75	60		135
Saavedra Nieves Juan		30	15		45
Vargas René		120	65		185
Iribarra Riquelme Eduardo	180				180
<b>Total IFOP</b>	<b>406</b>	<b>504</b>	<b>238</b>	<b>67</b>	<b>1.215</b>

## Objetivo 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.

### IFOP

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
Angulo Aros Jorge Andrés	180	205	22	10	417
Córdova Masanés José Gerardo	44	56	42	33	175
Catasti Barraza Víctor Cristian		22	45	37	104
Lang Abarzúa Carolina B.		91	69	30	190
Legua Delgado Javier Andres		100	75		175
Pizarro Revello Elisa Milena		190	90	42	322
Reyes Rivas Hernán Alejandro	180	50	81	60	371
Saavedra Nieves Juan Carlos		30	15		45
Valenzuela Cuevas Vivian Del		205	45	39	289
Cascales Hellman Emma Karin	180				180
<b>Total IFOP</b>	<b>584</b>	<b>949</b>	<b>484</b>	<b>251</b>	<b>2.268</b>

## UNAP

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
Herrera Campos Liliana	5		45	20	70
Jaque Baginsky Jeannelle		60	20		80
Muñoz Lepe Paula María	180				180
<b>Sub Total UNAP</b>	<b>185</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>20</b>	<b>330</b>
<b>Total PROYECTO</b>	<b>769</b>	<b>1.009</b>	<b>549</b>	<b>271</b>	<b>2.598</b>

## Objetivo 4

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

## IFOP

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
Córdova Masanés José	44	56	22	33	155
Šaavedra Godoy Álvaro René		45	57	22	124
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>101</b>	<b>79</b>	<b>55</b>	<b>279</b>

## TALLERES\*

PERSONAL	TALLER I	TALLER II	TOTAL
Córdova Masanés José Gerardo	8	15	23
Catasti Barraza Víctor Cristian		15	15
Reyes Rivas Hernán Alejandro		15	15
Valenzuela Cuevas Vivian Del		15	15
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>60</b>	<b>68</b>

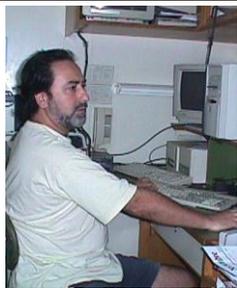
\*Taller I H/H incluida en el Informe.

# **A N E X O 3**

---

Respaldo audiovisual actividades  
Proyecto FIP N° 2013-03



					
B/C Abate Molina	Lance pesca	Lance pesca	Lance pesca	Muestreo biol3gico	Muestras anchovetas
					
Ac3stica	Muestra agua botellas	Muestra agua Rosetta	Cloa-a	Filtrado cloa-a	Filtrado cloa-a
					
Análisis oxígeno	Plancton	Plancton	Plancton	Sesgo orilla	Apoyo industrial





---

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

**Sección Ediciones y Producción**

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

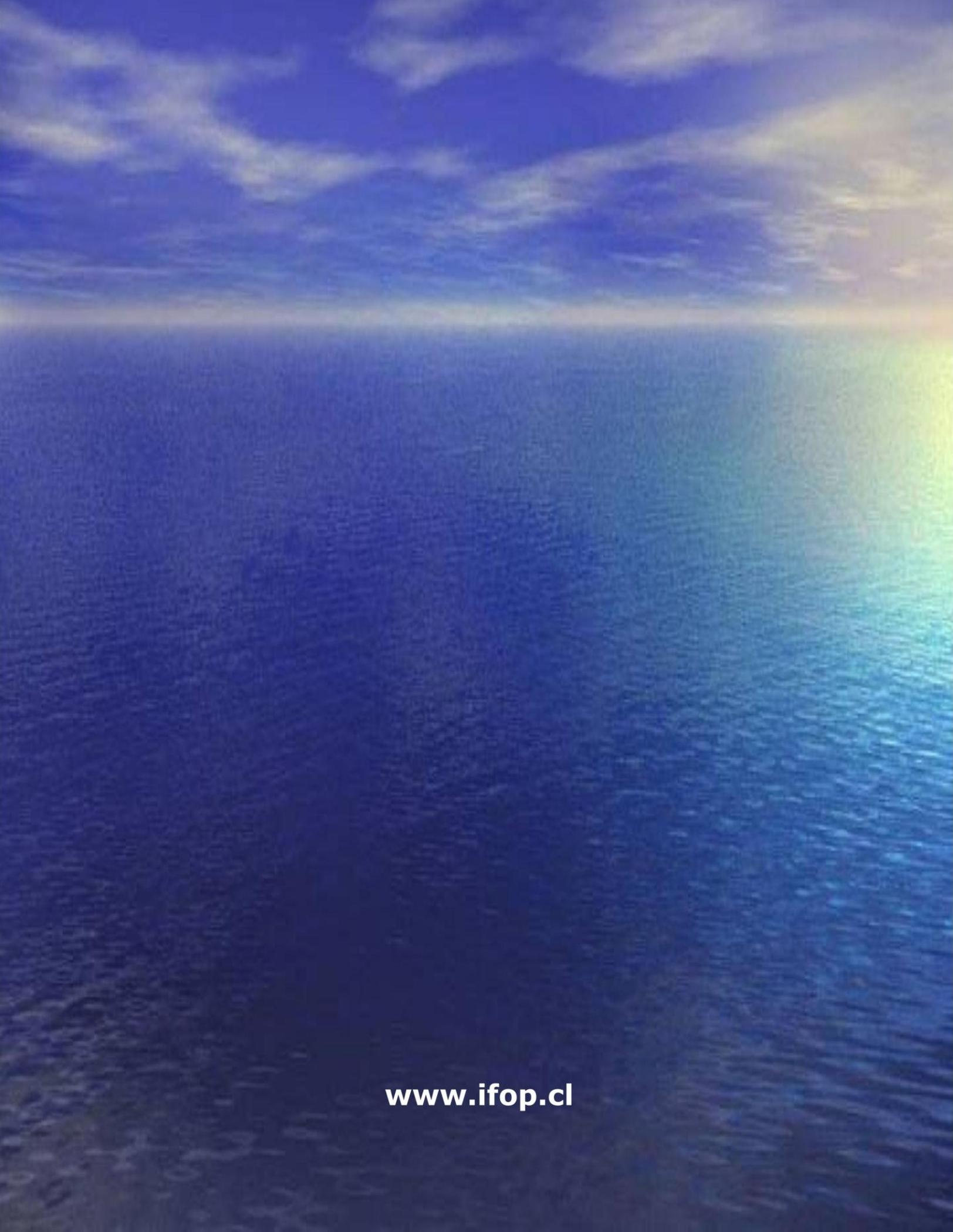
Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)

---





[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)