



**INFORME FINAL**

Evaluación hidroacústica del recurso jurel  
entre la V y X Regiones, año 2012

**FIP N° 2012-03 / Julio 2013**





## **INFORME FINAL**

Evaluación hidroacústica del recurso jurel  
entre la V y X Regiones, año 2012

**FIP N° 2012-03 / Agosto 2013**

### **REQUIRENTE**

**FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA**  
Presidente Consejo de Investigación Pesquera  
**Pablo Galilea Carrillo**

### **EJECUTOR**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP**

Jefe División Investigación Pesquera  
**Jorge Castillo Pizarro**

Director Ejecutivo  
**Jose Luis Blanco Garcia**

### **JEFE DE PROYECTO**

José Córdova Masanés





**FIP N°2012-03 / Agosto 2013**

**AUTORES**

***Evaluación hidroacústica***

José Córdova Masanés

Bernardo Leiva Pérez

Víctor Catasti Barraza

Christian Valero Beretta

***Oceanografía física y química***

Sergio Núñez Elías

Sebastián Vásquez Pastene

Samuel Soto Mendoza

***Oceanografía pesquera***

José Córdova Masanés

Víctor Catasti Barraza

***Plancton***

Vivian Valenzuela Cuevas

Jorge Angulo Aros

Juan Carlos Saavedra Nievas

***Biología Pesquera***

José Córdova Masanés

Bernardo Leiva Pérez

Francisco Leiva Dietz

***Colaboradores***

Eduardo Iribarra Riquelme

Carlos Concha Palza





## 1. RESUMEN EJECUTIVO

---

El presente informe contiene los resultados de la cuantificaci3n de la biomasa por m3todo hidroac3stico, e indicadores biol3gicos del jurel en el otoño del 2012, las condiciones ambientales y sus relaciones con la distribuci3n del recurso entre V y X Regiones. El crucero de investigaci3n se realiz3 entre el 14 de junio y el 12 de julio del 2012, cubriendo desde los 32°10'S (sur de Pichidangui) a 36°00'S (punta Nugurne) en las primeras doscientas millas, y entre los 37° 30'S (puerto Lebu) a 40°00'S (oeste de Corral) desde las doscientas a seiscientas millas de la costa.

Este estudio se llev3 a cabo con el PAM Biomar III arrendado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) a Pesquera Bío-Bío S.A. para desarrollar el crucero de evaluaci3n, y el apoyo de los cerqueros Pelicano, Don Tito y Don Alfonso, donde se recolectaron muestras biol3gicas en las faenas comerciales. El PAM Biomar III realiz3 un total de 14 transectas paralelas en sentido este-oeste, con diez transectas ubicadas en la Zona Econ3mica Exclusiva (ZEE) y separaci3n cada 25 mn (5-100 mn) y 50 mn (101-200 mn), en tanto las 4 restantes estuvieron en el sector oceánico separadas por 50 mn. El muestreo oceanográfico fue una red de estaciones bioceanográficas, situadas a las 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn en la ZEE y a 230, 260, 300, 330, 360, 400, 430, 460, 500, 530, 560 y 600 millas de la costa. En las estaciones se registraron los valores de temperatura y salinidad, se tomaron muestras de agua para la determinaci3n de oxígeno, clorofila-a; y se realizaron pescas oblicuas de plancton con redes Bongo. Asimismo, se estim3 la densidad del agua ( $\sigma_t$ ); la anomalía en las variables oceanográficas; la capa de mezcla y espesor y profundidad base de la termoclina.

La cuantificaci3n ac3stica de la biomasa de jurel se efectu3 con el sistema Simrad EK-60, previamente calibrado. Se emple3 la frecuencia de 38 Khz recolectando informaci3n de la superficie hasta los 500 m de profundidad. La



identificación de los registros acústicos del jurel se realizó mediante la estimación del coeficiente volumétrico de dispersión y la interpretación de los ecogramas en conjunto con los resultados de la pesca de identificación y la composición de la capturas registrada por las embarcaciones de la flota.

La baja presencia de jurel limitó su captura y por ende disponer de ejemplares para estructurar la biomasa a la talla, razón por lo cual se calculó la biomasa total a partir de la información de pesca previa al crucero de evaluación 2012 (límite norte área prospectada) y la proveniente de la evaluación acústica del 2011. Luego, la biomasa total estimada de jurel para el 2012 y 2011, fue de 3.665 y 4.182,8 toneladas con un coeficiente de variación de 20,6 y 23% y una densidad de 101,8 y 116,19 t/mn<sup>2</sup>, lo cual representa un notorio decremento respecto a la biomasa evaluada en invierno del 2010 (89.736 t) y 2011 (127.520 t), que se acentúa respecto a 2008 (520.934 t) y 2009 (534.538 t) en la zona de estudio. Diferencias que también se reflejan en la abundancia en número, con valores desde 956,40E+06 (2008), 809,41E+06 (2009), 125,65E+06 (2010), 178,15E+06 (2011) y alcanzar este año 6,27E+06 (2011) y 9,52E+06 (2012).

Este año se intensifica el decremento en la abundancia numérica y biomasa total respecto a los últimos años, destacando la escasa presencia del recurso en toda la zona prospectada. La zona de concentración del recurso se ubicó a 430 mn al oeste de Corral, con un patrón de distribución paralelo a la costa, característico para el recurso en la zona norte y sur del país.

Batimétricamente el jurel se ubicó entre los 20 a 130 m de profundidad, con registro en superficie (20 m) a 25 mn de Valparaíso y agregaciones mas profundas (80-130 m) en el sector oceánico, lo que indica que se mantiene al igual que en el periodo 2003-2010, una mayor profundidad en el sector de la alta mar.





La estructura de tallas registrada previa al crucero por naves pesqueras en el límite norte del área prospectada, varió entre 25 y 47 cm de longitud horquilla, con una moda principal en 31 cm. Esta estructura de tamaño muestra similitud con la proveniente de capturas realizadas en la IV Región (2011-2012) y la registrada por la flota cerquera de la VIII durante el 2012, evidenciando la captura de ejemplares de jurel provenientes del sector norte del área de estudio.

La composición por edad estuvo formada por 7 grupos, siendo los principales el VI, VII, V y VIII que participan con un 29,5; 24,5; 17,5 y 14,5% respectivamente, destacando el debilitamiento de la estructura de edades dado la carencia de un grupo fuerte en ella, al igual que lo reportado años anteriores en el sector sur del área de estudio.

El análisis de los diagramas TS reveló, al igual que en estudios anteriores, que las condiciones oceanográficas observadas en la zona de estudio indican la presencia de tres masas de agua; las Aguas Subantárticas (ASAA), Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y las Aguas Intermedias Antárticas (AIAA).

En general, la distribución de las variables y estructuras oceanográficas verticales y sus anomalías para el período 1990-2012, evidenció distribuciones bastante homogéneas y la ausencia de gradientes meridionales y zonales. Esto, junto a anomalías térmicas relativamente reducidas cercanas a cero en el sector costero y oceánico, indica una condición neutra consistente con el índice EL Niño 3-4.

El jurel se encontró de preferencia en temperaturas de 11 a 13 °C y salinidades que van de 34,0 a 34,1 psu, lo que se asemeja con lo observado en años anteriores (10-15°C y 33,9-34,2 psu). Asimismo, al igual que desde el 2002 al 2011, el jurel se ubicó de preferencia en el estrato con valores de oxígeno entre 6 a 7 ml\*L<sup>-1</sup>.



El estudio de la relaci3n de la abundancia del jurel con las condiciones ambientales mediante el modelamiento aditivo generalizado (GAM), estableci3 agregaciones de jurel en torno a temperaturas bajo 13,5°C propias del sector oceánico, as3 como salinidades centradas en 34,0 psu y concentraciones de ox3geno disuelto sobre 5,5 ml\*L<sup>-1</sup>. Adem3s de su presencia en 3rea de baja densidad de euf3sidos y profundidades bajo los 50 metros. Resultados que dado el bajo n3mero de agregaciones de jurel debe ser considerado como exploratorio.



## EXECUTIVE SUMMARY

---

This report contains the final results of the jack mackerel biomass assessment based on hydroacoustic techniques and biological indicators in autumn 2013. We also present the environmental conditions and their relationship to resource distribution between Regions V and X. The research cruise was carried out between June 14 and July 12, 2013, between 32°10'S (Pichidangui's south) and 36°00'S (Nugurne) between 01 and 200 nautical miles offshore, and from 37°30'S (Lebu port) to 40°00'S (Corral's west) between 200 and 600 nautical miles of the coast.

This study was carried out on board commercial ship "Biomar III" hire by Instituto de Fomento Pesquero to Pesquera Bío-Bío, to develop the cruise of evaluation, and the support of the purse seiners Pelican, Don Tito and Don Alfonso, where biological samples were collected in the commercial operations. The vessel "Biomar III" completed a total of 14 transects parallel in sense east- west, with ten transectas located in the Economic Exclusive Zone (EEZ) and separation every 25 nm (5-100 nm) and 50 nm (101-200 nm), while the 4 remaining ones were in the oceanic sector separated by 50 nm. Oceanographic sampling was carried out throughout a network of stations, at 10, 25, 50, 70, 100, 130, 160 and 200 nm in the Economic Exclusive Zone (EEZ), and 230, 260, 300, 330, 360, 400, 430, 460, 500, 530, 560 and 600 nm offshore. At these stations, temperature and salinity were recorded, and water samples were taken to determine oxygen and chlorophyll a levels; as well as oblique plankton tows with Bongo net. Thus, water density ( $\sigma_t$ ), oceanographic variable anomalies, mixed layer depth and thermocline thickness and depth were estimated.

The acoustic assessment of jack mackerel biomass was carried out using the scientific echosounder Simrad EK-60, calibrated prior to the cruise. A frequency of



38 kHz was used to survey 0-500 m depth. Acoustic records of jack mackerel were identified by estimating the volumetric dispersion coefficient and interpreting echograms, as well as information from identification trawl hauls and the composition of fishing float landings.

The low presence of jack mackerel limited his capture and consequently to have individuals to structure the biomass to the length, reason by which the total biomass was calculated from the information fishing before the cruise of evaluation 2012 (north limit prospected area) and the from one the acoustic evaluation 2011. Then, the total biomass estimated of jack mackerel 2012 and 2011, was 3.665 and 4.182,8 t with a coefficient of variation of 20,6 and 23% and a density of 101,8 and 116,19 t/mn<sup>2</sup>, which marks a decrease relative to the biomass evaluated in winter of 2010 (89.736 t) and 2011 (127.520 t), that is accentuated with regard to 2008 (520.934 t) and 2009 (534.538 t) in the zone of study. Differences that also are reflected in the abundance in number, with values from 956,40E+06 (2008), 809,41E+06 (2009), 125,65E+06 (2010), 178,15E+06 (2011) and to reach this year 6,27E+06 (2011) and 9,52E+06 (2012).

This year, the numerical abundance and total biomass intensifies his decline relative to the last years, emphasizing the limited presence of the jack mackerel in the prospected zone. The concentration of the resource was located to 430 nm to the west of Corral, with a parallel distribution to the coast, typical for the jack mackerel in the north and south of the country.

Bathymetrically, jack mackerel was located between the 20 to 130 m of depth, with record in surface (20 m) to 25 nm of Valparaiso and deeper aggregations (80-130 m) in the oceanic area, which it indicates as in the period 2003-2010, one major depth offshore.



Jack mackerel sizes in the captures of fishing ships in the north limit of the prospected area, varied between 25 and 47 cm fork length, with a principal mode in 31 cm. This shows similarity with the captures realized in the Region IV (2011-2012) and purse seiners fleet of the VIII Region (2012), demonstrating the capture of jack mackerel from the north of the area of study.

The age composition was composed of 7 groups, with VI, VII, V and VIII representing 29,5; 24,5; 17,5 and 14,5%, respectively, emphasizing the weakening of the structure of ages in view of the lack of a strong group, as previous years in the south sector of the area of study.

The analysis of the graphs TS revealed, as in previous studies, that the conditions oceanográficas observed in the zone of study indicate the presence of three water masses; the SubAntarctic Waters (SAAW), Equatorial Subsurface Waters (ESSW) and the Antarctic Intermediate Waters (AAIW).

In general, the distribution of the variables and oceanographic vertical structures and his anomalies for the period 1990-2012, they show homogeneous enough distributions and the absence of latitude-longitude gradients. This, close to thermal relatively limited anomalies near to zero in the coastal and oceanic sector, indicates a neutral consistent condition with the index ENSO 3-4.

Jack mackerel was found in preference temperatures of 11°C to 13,0°C and salinities between 34.0 and 34,1 psu, which is alike with the observed in the previous years (10-15°C and 33,9-34,2 psu). Likewise, as from 2002 to 2011, the jack mackerel was located of preference in the stratum of oxygen between 6 to 7 ml\*L-1.



The study of the relation between the abundance of the jack mackerel and environmental conditions by means of the generalized additive model (GAM), established aggregations of jack mackerel near to temperatures down 13,5°C own of the oceanic sector, as well as salinidades centred on 34,0 psu and concentrations of oxygen 5,5 ml\*L-1. Besides his presence in area of low density of eufáusidos and depths under 50 meters. Results that in view of the low number of aggregations of jack mackerel must be considered exploratory.



## 2. ÍNDICE GENERAL

---

	Página
1. RESUMEN EJECUTIVO / EXECUTIVE SUMMARY .....	1
2. ÍNDICE GENERAL .....	9
3. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS.....	13
4. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	23
4.1 Objetivo general .....	23
4.2 Objetivos específicos .....	19
5. ANTECEDENTES.....	24
6. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	27
6.1 Aspectos generales del crucero .....	27
6.2 Objetivo específico 2.1 Estimar la abundancia (en número) y biomasa (en peso) del jurel en el área de estudio.....	29
6.2.1 Zona y período de estudio.....	29
6.2.2 Diseño de muestreo.....	29
6.2.3 Calibración electroacústica.....	31
6.2.4 Medición de TS “ <i>in situ</i> ” .....	31
6.2.5 Identificación de especies.....	32
6.2.6 Procesamiento de la informaci3n acústica .....	34
6.2.7 Estimaci3n de la abundancia en número y biomasa en peso total y a la talla.....	34
6.2.8 Estimaci3n de la varianza para abundancia en número y biomasa en peso.....	38



6.3	Objetivo específico 2.2. Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock de jurel, en el área de estudio .....	43
6.3.1	Muestreo a bordo.....	44
6.3.2	Estimación de la abundancia a la edad .....	45
6.4	Objetivo específico 2.3. Determinar la distribución espacial y batimétrica de jurel y del zooplancton, con especial énfasis en los principales ítems alimentarios del jurel, en el área de estudio, y su relación con las condiciones oceanográficas .....	47
6.4.1	Distribución espacial y batimétrica del recurso .....	47
6.4.2	Análisis de la distribución del recurso .....	48
6.4.3	Muestreo de zooplancton .....	50
6.4.4	Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas .....	52
6.4.5	Biomasa zooplanctónica total.....	57
6.4.6	Muestreo oceanográfico. ....	58
6.4.7	Análisis de las muestras y de la información .....	59
6.4.8	Asociación espacial entre las condiciones oceanográficas, del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio .....	61
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>67</b>
7.1	Objetivo específico 2.1 Estimar abundancia (en número) y biomasa (en peso) del jurel en le área de estudio .....	67
7.1.1	Pesca de identificación .....	67
7.1.2	Calibración electroacústica.....	69
7.1.3	Medición de TS “in situ” .....	69
7.1.4	Abundancia y biomasa de jurel .....	70
7.1.5	Precisión de los estimados de abundancia y biomasa.....	73
7.2	Objetivo específico 2.2. Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock de jurel, en el área de estudio .....	76
7.2.1	Estructura de tallas .....	76
7.2.2	Clave talla-edad .....	76
7.2.3	Relación longitud-peso y proporción sexual.....	79





7.3	Objetivo 2.3. Determinar la distribuci3n espacial y batim3trica del jurel, zooplancton con 3nfasis en los principales 3tems alimentarios del jurel, en el 3rea de estudio y su relaci3n con condiciones oceanogr3ficas .....	79
7.3.1	Distribuci3n geogr3fica del recurso .....	79
7.3.2	Descripci3n de estructuras espaciales en la informaci3n ac3stica .....	80
7.3.3	Distribuci3n batim3trica del recurso .....	82
7.3.4	Composici3n y abundancia del zooplancton .....	82
7.3.5	Distribuci3n del zooplancton .....	92
7.3.6	Estructura comunitaria de los grupos zooplanct3nicos .....	95
7.3.7	Biomasa zooplanct3nica .....	101
7.3.8	Condiciones meteorol3gicas y oceanogr3ficas .....	102
7.3.9	Relaciones ambiente recurso .....	128
<b>8.</b>	<b>DISCUSI3N .....</b>	<b>139</b>
8.1	Biomasa presente en la zona .....	139
8.2	Precisi3n del estimado de la biomasa .....	140
8.3	Cambio en el uso del espacio del jurel .....	140
8.4	Cobertura espacial de la flota extranjera .....	141
8.5	Condiciones ambientales y oferta alimentaria .....	142
8.6	Asociaci3n al recurso .....	143
8.7	Estructura de talla. ....	144
8.8	Condici3n del recurso .....	144
8.9	Consideraciones al estudio. ....	145
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>147</b>
9.1	Ac3stica .....	147
9.2	Pesca .....	148
9.3	Oceanograf3a .....	149
9.4	Plancton .....	151
9.5	Asociaciones .....	152
9.6	General .....	153
<b>10.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGR3FICAS .....</b>	<b>155</b>

**FIGURAS**  
**ANEXOS**



**ANEXOS:**

- Anexo I.** Posición y fecha de transectas acústicas y estaciones bio-oceanográficas.
- Anexo II.** Resumen de Taller I y II.
- Anexo III.** Asignación de personal profesional y técnico.
- Anexo IV.** Respaldo fotográfico del crucero.
- Anexo V.** Descriptores de Base de datos FIP N° 2012-03.



### 3. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS y ANEXOS

---

#### FIGURAS

- Figura 1.** Distribución de transectas acústicas en la zona de estudio: a) términos técnicos de referencia y b) crucero de evaluación. Crucero Jurel 2012.
- Figura 2.** a) Lances flota cerco VIII Región INPESCA b) distribución de transectas acústicas INPESCA y c) ecoprospección previa a crucero evolución 2012.
- Figura 3.** Lances de pesca realizados en la zona de estudio: Biomar III (rojo) y Flota cerco VIII Región (azul).
- Figura 4.** Red de mediagua Engel para la captura de jurel. Crucero Jurel 2012.
- Figura 5.** Estructura de talla de jurel en el límite norte del área de estudio. Crucero Jurel 2012.
- Figura 6.** Relación longitud-peso establecida para jurel en la zona de estudio. Crucero Jurel 2012.
- Figura 7.** Distribución espacial de jurel. Crucero Jurel 2012.
- Figura 8.** Media de Pennington por distancia a la costa.
- Figura 9.** Variograma para la zona de estudio. Crucero Jurel 2012.
- Figura 10.** Frecuencia porcentual de número de agregaciones y densidad acústica en profundidad. Crucero Jurel 2012.
- Figura 11** Distribución espacial diurna y nocturna de copépodos. Crucero Jurel 2012.



- Figura 12.** Distribución latitudinal (a) y longitudinal (b) de la densidad media de los principales grupos zooplanctónicos capturados en periodo diurno (línea rojo) y nocturno (línea negra). Crucero Jurel 2012.
- Figura 13.** Distribución espacial diurna y nocturna de quetognatos. Crucero Jurel 2012.
- Figura 14.** Distribución espacial diurna y nocturna de ostrácodos. Crucero Jurel 2012.
- Figura 15.** Distribución espacial diurna y nocturna de eufáusidos. Crucero Jurel 2012.
- Figura 16.** Distribución espacial diurna y nocturna de larvas de eufáusidos. Crucero Jurel 2012.
- Figura 17.** Distribución espacial de los índices comunitarios: a) riqueza específica de margalef, b) diversidad de Shannon y Weaver y c) homogeneidad de Pielou. Crucero Jurel 2012.
- Figura 18.** Dendograma de similitud de Winer de los grupos zooplanctónicos analizados en la zona centro-sur. Crucero Jurel 2012.
- Figura 19.** Porcentaje de contribución de copépodos por zona y año al zooplancton total. Crucero Jurel 2012.
- Figura 20.** Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica. Crucero Jurel 2012.
- Figura 21.** Variabilidad de las condiciones meteorológicas en la región costera del área de estudio. Promedios diarios de la temperatura atmosférica (°C), presión atmosférica (hPa), intensidad del viento (nudos) y altura de olas (m).
- Figura 22.** Variabilidad porcentual de (a) dirección de olas y (b) dirección del viento en la región y período de estudio.



- Figura 23.** Distribución horizontal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) en el estrato de 5 metros de profundidad.
- Figura 24.** Distribución horizontal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) en el estrato de 50 metros de profundidad.
- Figura 25.** Distribución horizontal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) en el estrato de 100 metros de profundidad.
- Figura 26.** Distribución horizontal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) en el estrato de 200 metros de profundidad.
- Figura 27.** Distribución horizontal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) en el estrato de 300 metros de profundidad.
- Figura 28.** Distribución horizontal de (a) la clorofila-a superficial ( $\text{mg m}^{-3}$ ), (b) la clorofila-a integrada ( $\text{mg m}^{-2}$ ) en los primeros 50 metros de profundidad, y c) la profundidad (metros) del máximo de clorofila-a.
- Figura 29.** Distribución horizontal semanal de la temperatura superficial del mar satelital para el período Junio-Julio de 2012 en el área de estudio.
- Figura 30.** Distribución horizontal semanal de la clorofila satelital para el período Junio-Julio de 2012 en el área de estudio.
- Figura 31.** Transecta 1. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ).
- Figura 32.** Transecta 2. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ).



- Figura 33.** Transecta 3. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2012.
- Figura 34.** Transecta 4. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2012.
- Figura 35.** Transecta 5. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2012.
- Figura 36.** Transecta 6. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2012.
- Figura 37.** Transecta 7. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2012.
- Figura 38.** Transecta 8. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2012.
- Figura 39.** Transecta 9. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ).
- Figura 40.** Transecta 10. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2012
- Figura 41.** Transecta 11. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2012
- Figura 42.** Transecta 12. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2012
- Figura 43.** Transecta 13. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2012
- Figura 44.** Transecta 14. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2012



- Figura 45.** Transectas 1 a la 8. Secciones verticales de clorofila-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) en el área de estudio. Crucero Jurel 2012
- Figura 46.** Transectas 9 a la 14. Secciones verticales de clorofila-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) en el área de estudio. Crucero Jurel 2012
- Figura 47.** Transecta latitudinal costera. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2012
- Figura 48.** Transecta latitudinal intermedia-norte. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2012
- Figura 49.** Transecta latitudinal intermedia-sur. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ). Crucero Jurel 2012
- Figura 50.** Transecta latitudinal oceánica. Secciones verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}/\text{L}$ ). Crucero Jurel 2012
- Figura 51.** Transectas latitudinales costera, intermedias y oceánica. Secciones verticales de clorofila-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) en el área de estudio. Crucero Jurel 2012
- Figura 52.** Perfiles individuales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma_t$ ) para los sectores: a) norte costa y b) sector sur oceánico
- Figura 53.** Perfiles individuales de la concentración de oxígeno disuelto ( $\text{ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) y de clorofila-a ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) para los sectores: a) norte costa y b) sur oceánico.
- Figura 54.** Distribución espacial de a) Profundidad capa de mezcla (m), b) Profundidad base de la termoclina (m), c) Espesor de la termoclina (m), y d) profundidad del mínimo de oxígeno (m) en la región de estudio.



- Figura 55.** Diagramas TS para a) norte costa y b) sur oceánico de la zona de estudio.
- Figura 56.** Histograma de rangos de profundidad a los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen) para el año 2012
- Figura 57.** Histogramas de rangos para temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu) y concentración de oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) determinadas a la profundidad media de los cardúmenes de jurel y densidad de eufáusidos y larvas de eufáusidos ( $\text{ind } 1000 \text{ m}^{-3}$ ) para el año 2012.
- Figura 58.** Distribución espacial de la densidad acústica de jurel ( $s_A$ ) y (a) la distribución de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu) y (c) concentración de oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) determinadas como el promedio de la profundidad media de distribución de los cardúmenes de jurel en el área de estudio.
- Figura 59.** Distribución espacial de la densidad acústica de jurel ( $s_A$ ) y (a) la distribución de las corrientes geostróficas ( $\text{cm s}^{-1}$ ), (b) la profundidad de la capa de mezcla (m) y (c) la base de la termoclina (m) año 2012.
- Figura 60.** Rangos de preferencia y frecuencia acumulada del jurel en relación a las variables oceanográficas y biológicas. Estrato 100 m.
- Figura 61.** Histograma de variables analizadas para GAM (Frecuencia numérica). Crucero invernal Junio-Julio 2012.
- Figura 62.** Relación entre la densidad acústica de jurel y las variables predictoras seleccionadas mediante GAM. Crucero invernal Junio-Julio 2012.





- Figura 63.** Funciones de distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales ( $f(t)$ ) y su ponderación con la variable pesquera ( $g(t)$ ). Crucero invernal (Junio-Julio 2012) considerando los sectores noreste (costero) y suroeste (oceánico) del área de estudio.
- Figura 64.** Distribución espacial del jurel y de las variables bio-oceanográficas. Estrato 100 m.
- Figura 65.** Centros de gravedad de la distribución espacial de jurel en las evaluaciones hidroacústicas (1997-2012).
- Figura 66.** Distribución espacial mensual de la posición de los lances de la flota VIII Región (2010-2012).
- Figura 67.** Series de tiempo de a) anomalía de la temperatura superficial del mar en la zona norte costa, b) anomalía de la temperatura superficial del mar en la zona sur oceánica, c) índice El Niño en la región ecuatorial 3.4.
- Figura 68.** Información satelital de la anomalía mensual de la TSM (Junio) para el período 1990-2012 (IGOSS).
- Figura 69.** Distribución de la densidad media por zona y años de: a) copépodos, b) quetognatos y c) eufáusidos.
- Figura 70.** Estructura de tallas de lances crucero, lance muestreo (INPESCA), lances centro sur 2011, lances centros sur 2012, IV región 2011 y IV región 2012



## TABLAS

- Tabla 1.** Estimados de biomasa de jurel en la zona centro sur (1997-2011).
- Tabla 2.** Agregación de jurel por categorías de densidad.
- Tabla 3.** Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular.
- Tabla 4.** Abundancia (número) de jurel por talla según métodos Conglomerado, Bootstrap y Geoestadístico.
- Tabla 5.** Biomasa (ton) de jurel por talla según métodos Conglomerado, Bootstrap y Geoestadístico.
- Tabla 6.** Varianza de la abundancia de jurel por talla según métodos Conglomerado, Bootstrap y Geoestadístico.
- Tabla 7.** Varianza de la biomasa de jurel por talla según métodos Conglomerado, Bootstrap y Geoestadístico.
- Tabla 8.** Información de captura en peso (kg) en lances de pesca realizados por pesqueros industriales.
- Tabla 9.** Clave talla-edad para crucero de evaluación de junio-julio del 2012.
- Tabla 10.** Grupos zooplanctónicos presentes en las pescas diurnas y nocturnas entre 5 y 600 mn. N° total de individuos; (N° Total ind): Número estaciones positivas; (Mín.): mínimo; (Máx.): máximo; (DE): desviación estándar; (%Dom): Dominancia; (% Frec): Frecuencia y Clasificación.
- Tabla 11.** Densidad media por grupo zooplanctónico diurnas y nocturnas, entre 10-200, 230-400 y 430-600 mn.
- Tabla 12.** Densidad media y porcentaje del coeficiente de variación (CV) de los grupos numéricamente más importantes, en las capturas diurnas y nocturnas durante los años 2003 – 2012 (230/ 400, 430/600 mn).



- Tabla 13.** Resultado de la Prueba de Kruskal-Wallis. Los valores significativos se indican en negrita (valor  $p < 0,05$ ).
- Tabla 14.** Estadísticos descriptivos de los índices comunitarios por sector, zona y año entre 1997 - 2012.
- Tabla 15.** Estadístico de Wald y valor  $p$ , para la hipótesis de igualdad según periodo del día y zona latitudinal-longitudinal.
- Tabla 16.** Estadístico de Wald y valor  $p$ , para la hipótesis de igualdad de composición por taxa, según periodo del día y zona latitudinal-longitudinal.
- Tabla 17.** Rangos ambientales en áreas con presencia de recurso determinada a la profundidad promedio de las agregaciones.
- Tabla 18.** Coeficientes de correlación entre profundidad media del jurel (PMC), profundidad de la capa de mezcla (PCM), y la termoclina (PBT) en el área de estudio.
- Tabla 19.** Coeficientes de correlación entre densidad de jurel ( $s_A$ ), variables y estructuras oceanográficas verticales en el área de estudio.
- Tabla 20.** Descripción de los modelos analizados para GAM.
- Tabla 21.** Resultados del análisis de rangos ambientales (Perry y Smith, 1994) para el área de estudio.
- Tabla 22.** Coeficientes de Cramer para la distribución de jurel y variables ambientales en la capa de 100 m.



## **ANEXOS**

- Anexo I.** Posici3n y fecha de transectas acústicas y estaciones bio-oceanográficas.
- Anexo II.** Resumen de Taller I y II.
- Anexo III** Asignaci3n de personal profesional y t3cnico.
- Anexo IV.** Respaldo fotografico del crucero.
- Anexo V.** Descriptores y base de datos.



## **4. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

---

### **4.1. Objetivo general**

Cuantificar la biomasa del recurso jurel, entre las Regiones V y X, mediante el método hidroacústico.

### **4.2. Objetivos específicos**

- 4.2.1** Estimar la abundancia (en número) y biomasa total (en peso) del jurel en el área de estudio.
- 4.2.2** Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock de jurel en el área y período de estudio.
- 4.2.3** Determinar la situación espacial y batimétrica del jurel y del zooplancton, con especial énfasis en los principales ítems alimentarios del jurel, en el área de estudio y su relación con las condiciones oceanográficas.



## 5. ANTECEDENTES

---

El jurel (*Trachurus murphyi*) es una especie de amplia distribución geográfica, encontrándose desde las islas Galápagos hasta la región austral de Chile (52°S) (Chirichigno, 1974; Serra 1991) y desde el litoral de América del Sur hasta las costas de Nueva Zelanda (Evseenko, 1987, Kawahara *et al.*, 1988, Jones, 1990).

El jurel es un recurso típicamente pelágico, que habita regiones oceánicas y costeras, y que ha sostenido la más importante actividad pesquera del país, habiendo sido además, especie objetivo de una intensa pesca de altura entre los años 1978 y 1991, realizada por embarcaciones de la ex URSS que operaron frente a las costas de Chile y Perú. En 1998, los desembarques de jurel de la flota cerquera industrial en los puertos de la VIII Región alcanzaron las 1.496.705 toneladas, lo que representó el 95,2% del total nacional para jurel, para posteriormente decrecer en torno a 1 ~ 0,8 millones de toneladas, y en los últimos años alcanzar alrededor de las 300.000 a 120.000 toneladas (<http://www.sernapesca> 2008-2011). La disponibilidad en el sector costero y el alejamiento del recurso hacia el sector oceánico, ha impactado en el régimen operacional de la flota cerquera de la VIII Región, que aumentó la duración promedio del viaje con pesca de 2,57 días (2006) a 8,33 días (2010-2011).

A principios de la década de los años 70 la biomasa total estimada del stock era de 2,5 millones de toneladas y aumentó hasta alcanzar su máximo entre 1985-1987 con 21 millones de toneladas. La biomasa del stock adulto y del stock explotable creció más lentamente, alcanzando su nivel máximo en 1989-90. El crecimiento en este período se explica por la tendencia creciente del reclutamiento hasta 1985 y el aporte en peso de los ejemplares debido al crecimiento. A partir de 1991, la biomasa decrece hasta alcanzar en el año 2001 aproximadamente 8,4 millones de



toneladas (Serra *et al.*, 2001), manteniendo con posterioridad una tendencia decreciente.

La pesquería pelágica de la Zona Centro–Sur, junto a la evolución de la abundancia y disponibilidad de jurel también aumentó su desembarque alcanzando en 1990 el primer lugar nacional, acompañado de un importante crecimiento del esfuerzo de pesca y transformación tecnológica de la flota de cerco industrial.

A partir de 1994, se verificó un quiebre en la tendencia creciente de las capturas y una alta presencia de jurel (74%) bajo la talla mínima legal en el área de la pesquería y mínima presencia de adultos. La presencia del fenómeno de El Niño 97-98, reportada en la evaluación acústica de 1997 (Córdova *et al.*, 1998), a partir de 1998 obliga la imposición de fuertes regulaciones en la pesquería implementadas mediante vedas biológicas, algunas de las cuales vedas fueron monitoreadas con el objetivo de determinar la evolución de la estructura de talla del jurel.

Las evaluaciones directas hidroacústicas realizadas en la zona donde se concentra principalmente la pesquería (ZEE), muestran un crecimiento sostenido de la biomasa desde 3,75 a 6,14 millones de toneladas entre 1998 y 2001, para posteriormente caer a valores cercanos a las 500.000 toneladas. A partir del 2003, se amplió la prospección acústica por fuera de las 200 mn, observándose un aumento importante de la biomasa por sobre la ZEE (1,83 a 3,51 millones de toneladas) y una disminución en la ZEE (914.653 a 1.457 toneladas) (**Tabla 1**). El aumento en la zona de estudio se refleja en cambios de los centros de gravedad de las distribuciones espaciales de jurel, que se ubicaron frente a Talcahuano (36°44'S), desplazándose hacia el sector sur y oceánico en el 2003, evidenciando un desplazamiento de las concentraciones hacia la alta mar y una disminución en las primeras 200 mn. Este cambio en el patrón de distribución espacial se reflejó en que aproximadamente el 53% de las capturas de la flota de



la VIII Regi3n fuese obtenida fuera de la Zona Econ3mica Exclusiva (ZEE) entre el 2009 y 2010.

**Tabla 1.**  
Estimados de biomasa de jurel en la zona centro sur (1997-2011).

Años	1 a 200 mn	200 a 400 mn	400 a 600 mn	Total
	Biomasa (ton)	Biomasa (ton)	Biomasa (ton)	Biomasa (ton)
1997	3.753.516			3.753.516
1998	3.255.838			3.255.838
1999	4.381.572			4.381.572
2000	5.889.227			5.889.227
2001	6.146.418			6.146.418
2002	2.078.747			2.078.747
2003	914.653	1.831.599		2.746.252
2004	529.790	4.022.980		4.552.770
2005	583.260	3.503.062		4.086.322
2006	612.457	3.046.805	176.071	3.835.333
2007	87.753	3.155.924		3.243.676
2008	1.457	487.507	31.969	520.934
2009		328.016	206.522	534.538
2010			89.736	89.736
2011	7.975		119.545	127.520

Considerando la importancia del recurso para la economía del paí y el nivel de explotaci3n a que est3 sometido, así como los cambios en la estructura y distribuci3n del stock de jurel detectado entre 1997 y 2010 (Informes de Proyectos FIP y BIP), es necesario mantener una vigilancia de la evoluci3n de la abundancia y de su distribuci3n espacial.

El Fondo de Investigaci3n Pesquera ante la necesidad de disponer de antecedentes sobre la abundancia y distribuci3n del recurso jurel, incluy3 el siguiente proyecto en el programa de investigaci3n del ańo 2012.

El presente informe entrega los resultados finales obtenidos en el crucero de Evaluaci3n hidroacústica de jurel realizado en junio-julio entre la V y X Regiones, referente a las estimaciones de la biomasa, adem3s de informaci3n bio-oceanográfica de car3cter general observada durante el crucero.





## 6. METODOLOGÍA DE TRABAJO

---

### 6.1 Aspectos generales del crucero.

Este estudio considera la evaluación acústica de jurel realizada desde los 32°10'S (sur de Pichidangui) a 36°00'S (punta Nugurne) (1 a 200 mn de la costa) y entre los 37° 30'S (puerto Lebu) a 40°00'S (oeste de Corral) (200 a 600 mn de la costa), durante los meses de junio y julio del 2012, la cual es distinta a la planteada inicialmente en la Oferta Técnica del estudio (**Figura 1 a y b**). El área de estudio se determinó en base a antecedentes provenientes de las operaciones de pesca de la flota de cerco de la VIII Región, crucero de evaluación acústica realizado por INPESCA y ecoprospección realizada por IFOP antes de la ejecución del crucero de evaluación hidroacústico, los que muestran la operación de la flota en el límite norte de la V Región, detección de agregaciones acústicas de jurel frente a Coquimbo (Sr. Carlos Gonzáles com. pers.) y la notable ausencia de jurel desde la isla Mocha a sur de Corral (**Figura 2**).

Con el objeto de disponer de mayor información biológica de jurel, se acordó con las empresas pesqueras participantes en la ecoprospección previa al crucero de evaluación (Orizon S.A., Landes S.A., Camanchaca Pesca Sur S.A. y Blumar Seafood), autorizar el embarque de observadores científicos del Instituto Fomento Pesquero, a fin de realizar un muestreo a las capturas en los lances comerciales para permitir disponer de muestras complementarias de jurel para satisfacer los tamaños muestrales de los distintos análisis requeridos en este estudio (**Figura 3**). Lo avanzado en la captura de la cuota de jurel por parte de la mayoría de las empresas pesqueras, determinó la ejecución de un bajo número de lances que no fueron temporal y espacialmente asimilables al crucero desarrollado por el PAM Biomar III,



impidiendo su consideración en la estructuración de la biomasa a la talla en este estudio.

La evaluación hidroacústica se realizó con el PAM Biomar III (Loa=47,11 m y 2.170 HP) de propiedad de Pesquera Bío-Bío y que fue arrendado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), durante junio-julio del 2012. Se utilizó un ecosonda científico Simrad EK-60, un transductor de 38 kHz, un CTD SEA BIRD modelo 19 Plus, redes de plancton y arte de pesca de arrastre a mediagua. En la zona de estudio se efectuaron un total de 14 transectas, donde 10 transectas se ubicaron en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) con separaciones cada 25 mn (5-100 mn) y 50 mn (101-200 mn), en tanto las 4 restantes se situaron en el sector oceánico separadas por 50 mn (**Figura 1b**). El área prospectada fue cubierta con una red de estaciones bio-oceanográficas, situadas a 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn en la Zona Económica Exclusiva y 230, 260, 300, 330, 360, 400, 430, 460, 500, 530, 560 y 600 mn en la alta mar.

Durante el desarrollo del estudio, en la zona se realizaron un total de 19 lances de pesca a fin de identificar ecotrazos y obtener muestras para estudios biológicos. De estos, el PAM Biomar III realizó 4 lances de pesca y el resto fue realizado por los PAM Pelicano, Don Tito y Don Alfonso, donde los observadores científicos recolectaron previo al periodo del crucero, muestras complementarias que permitieron solo satisfacer los tamaños muestrales de algunos análisis considerados en este estudio, tales como clave talla edad (otolitos), relación longitud-peso y proporción sexual (**Figura 3**).



**6.2 Objetivo espec3fico 2.1.** Estimar la abundancia (en n3mero) y biomasa total (en peso) del jurel en el 3rea de estudio.

**6.2.1 Zona y per3odo de estudio.**

La zona de estudio comprendi3 desde el sur de Pichidangui ( $32^{\circ}10'S$ ) a punta Nugurne ( $36^{\circ}00'S$ ), entre la costa y las doscientas mn, prospect3ndose las primeras 100 millas con transectas cada 25 mn y las siguientes cien cada 50 mn (**Fig. 1b**). En el sector sur y oce3nico, dado el car3cter exploratorio del sector, la separaci3n fue 50 mn, los l3mites longitudinales fueron variables seg3n transectas 11 ( $37^{\circ}30'S$ ) y 12 ( $38^{\circ}20'S$ ) 500 mn; transectas 13 ( $39^{\circ}10'S$ ) 570 mn y transectas 14 ( $40^{\circ}00'S$ ) 600 mn. La prospecci3n hidroac3stica se llev3 a cabo entre el 14 de junio y el 12 de julio del 2012 (**Fig. 1b**).

**6.2.2 Dise3o de muestreo.**

El dise3o de muestreo utilizado en la evaluaci3n de jurel correspondi3 a un dise3o de muestreo sistem3tico, considerando la distribuci3n aleatoria de los recursos respecto a la posici3n de las transectas (Shotton Bazigos 1984; Francis 1984, Simmonds *et al.*, 1991, 1992 y 2005). Este tipo de dise3o es recomendado para obtener una adecuada informaci3n sobre la distribuci3n espacial de los recursos (Mac Lennan y Simmonds, 1992) y se reduce la varianza del estimador cuando la informaci3n presenta una gradiente de densidad en el sentido de las transectas.

Este dise3o propuesto para la evaluaci3n del jurel por Barbieri *et al.*, 1996, corresponde a muestreo sistem3tico de conglomerado de tama3o variable, donde cada conglomerado es asimilado a un tramo de navegaci3n denominado transecta,



distribuyéndose estas de manera equidistantes y perpendiculares al sentido de la costa (**Figura 1b**).

La estrategia de prospección fue de tipo adaptativa (Barbieri *et al.*, 1996). Esto es, el área de estudio se ajustó latitudinalmente para incorporar sectores donde operaba la flota previo y durante el crucero de evaluación, así como extender la longitud de las transectas cuando en sus extremos se detectaron agregaciones del recurso. En este sentido, el término “Adaptativo” no está relacionado con el concepto de “Adaptive Sampling” propuesto por Steven K. Thompson (1992).

La evaluación acústica se llevó a cabo con el sistema de eco integración Simrad EK-60, utilizando la frecuencia de 38 kHz, con transductor de haz dividido, recolectando información relativa a la densidad de peces detectadas y referida a  $1 \text{ mn}^2$ , desde los 3 a 500 m de profundidad. El rango dinámico y el nivel mínimo de detección de -70dB, permite 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 la densidad de peces se registró de manera continua durante la navegación, discretizándose en intervalos básicos de muestreo (IBM) de 0,5 mn, controlados por la interfase del sistema de eco integración con el navegador satelital GPS. Adicionalmente se registró y almacenó la profundidad del fondo del mar hasta 500 m.

La localización de las transectas inicialmente propuesta en la oferta técnica fue modificada, en base a antecedentes de operación de la flota y ecoprospección previa a la realización del crucero de evaluación (**Figura 2**), que indicaron una



mayor probabilidad de detectar el recurso dentro de la ZEE y la virtual ausencia hacia el sector oceánico. Bajo este escenario se acuerda en el Taller I de coordinación de actividades relacionadas con el crucero, prospectar área histórica donde se han realizado anteriores evaluaciones acústicas en la zona centro-sur, a fin de obtener un Índice acústico utilizado en la evaluación indirecta del stock de jurel del país, el cual es usado para la calibrar el método de evaluación indirecta y considerado en el marco de la ORP, donde la información debe ser de carácter sistemática, consistente y permanente para la evaluación conjunta del recurso en el Pacífico Suroriental.

### **6.2.3 Calibración electroacústica.**

El sistema de ecointegración fue calibrado de acuerdo al procedimiento recomendado por el fabricante (SIMRAD, 2003), el cual consiste en ubicar bajo el transductor un blanco de referencia de cobre de 60 mm de diámetro con fuerza de blanco conocida (-33,6 dB), a fin de contrastar la medición del equipo con el valor estándar. Si es necesario ajustar el ecosonda, como fue el caso, esto es desarrollado automáticamente por el software de calibración del EK-60.

### **6.2.4 Medición de TS “*in situ*”.**

La distribución espacial y batimétrica del recurso no fueron consistentes con las condiciones requeridas para disponer de blancos en condición resuelta, de modo que el algoritmo utilizado por el sistema ecosonda EK-60 para procesar la fuerza de blanco (TS) no pudo discriminar como blanco aislados, condición que típicamente se presenta durante la noche cuando los peces forman estratos asociados al proceso de alimentación. Esta situación no se registró en el presente caso al permanecer el recurso agrupado durante la prospección acústica, donde



además su escasa presencia redujo notoriamente la posibilidad de detectar condiciones óptimas (disperso) para medir su fuerza de blanco.

Luego, la evaluación del recurso se realizó mediante el modelo de regresión  $TS = 20,11 * \text{Log}(L) - 68,67$ , determinado por Córdova *et al.*, 1998. Luego, el coeficiente de eco integración en número ( $C_n$ ) para la talla  $k$  se calculó, según:

$$\hat{C}_{nk} = (4\pi 10^{\frac{TS_k}{10}})^{-1}$$

donde,  $TS_k$  es la fuerza de blanco del jurel a la talla  $k$ , expresado en decibeles (dB).

La informaci3n recolectada con el ecosonda SIMRAD EK-60 se obtiene en los lances de pesca.

### 6.2.5 Identificaci3n de especies.

La identificaci3n de especies en los ecorregistros acústicos se realizó mediante el análisis de los ecorregistros, que considera el comportamiento de los peces y el coeficiente volumétrico de dispersi3n ( $S_v$ ), aplicado de acuerdo a la formulaci3n dada por SIMRAD y la metodología desarrollada por la Unidad de Acústica del IFOP (Guzmán *et al.*, 1983). No obstante, se debe destacar que en el caso de jurel sus capturas son prácticamente mono específica, presentando este recurso una escasa fauna asociada que pudiera afectar su identificaci3n por el método acústico.

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

Este método considera el análisis de la forma geométrica de los cardúmenes y su relaci3n con la seál acústica, según:

$$S_v = 10 * \log \left( \frac{S_A}{4 \pi 1852^2 (r_0 - r_1)} \right)$$



donde:

$S_v$  = coeficiente volumétrico de dispersi3n de la agregaci3n 3 cardumen (dB).

$s_A$  = densidad acústica de la agregaci3n ( $m^2/mn^2$ )

$r_0-r_1$  = altura de la seál remitida por la agregaci3n o cardumen (m)

Valor de  $S_v$  que es obtenido directamente desde el ecosonda científico con un rango para jurel de -39 a -46 dB.

#### **b) Pesca de identificaci3n**

Para validar la identificaci3n efectuada mediante el examen de los ecogramas y método acústico, en los sectores con presencia de agregaciones se realizaron lances de pesca con red de arrastre (**Figura 4**). En este sentido, la no captura de jurel dado su ausencia en la zona prospectada permiti3 validar agregaciones de otras especies presentes.

#### **c) Capa de Dispersi3n Profunda (CDP).**

La inspecci3n de los ecogramas tambi3n consider3 la lectura de las densidades acústicas ( $s_A$ ) provenientes de algunos organismos del zooplancton y peces (mict3fidos) ubicados entre los 200 a 400 m de profundidad, los cuales conforman una capa de reflexi3n o dispersi3n acústica profunda sobre la cual se ubica eventualmente el recurso.



### 6.2.6 Procesamiento de la informaci3n acústica.

La informaci3n acústica corresponde al valor de densidad promedio, expresado en energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada ( $s_A$ ), y los valores de intensidad de blanco (TS) detectado dentro de los límites de integraci3n del intervalo básico de muestreo (IBM), que es el criterio para discretizar la informaci3n acústica.

Las lecturas acústicas del eco integrador por I.B.M corresponden a la expresi3n:

$$s_A = 4 \pi (1.852)^2 \int_{z_1}^{z_2} s_v dz$$

donde,

- $s_A$  = energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada promedio ( $m^2/mn^2$ ).
- $s_v$  = coeficiente volumétrico de dispersi3n promedio ( $m^{-1}$ ).
- 1.852 = factor de transformaci3n de m a mn.

### 6.2.7 Estimaci3n de la abundancia en número y biomasa en peso total y a la talla.

En atenci3n a la escasa presencia de jurel en la zona prospectada, al registrar un sector único de concentraci3n con solo 9 cardúmenes bastante distanciados entre si (> a 2,5 mn), limitó la captura de jurel con red arrastre y por consiguiente contar con informaci3n biológica-pesquera para caracterizar y estructurar la biomasa a la talla. Luego, para cuantificar este sector se consideró informaci3n de tallas proveniente de los lances realizados previos al crucero y evaluaci3n acústica del 2011, a fin de disponer de valores referenciales que permitan conocer la disponibilidad de jurel presentes este ańo en la zona de estudio.





La metodologfa utilizada considera primero la estimaci3n de la abundancia en n3mero y su biomasa total

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

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

Los estimadores de la abundancia y biomasa para la clase de talla est3n dada por:

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

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

Donde:

- $A_k$  = abundancia a la talla k en n3mero.
- $a$  = 3rea de distribuci3n del recurso en millas n3uticas cuadradas ( $mn^2$ ).
- $C_{nk}$  = factor o coeficiente de eco integraci3n a la talla k ( $n/mn^2/s_A$ )
- $\bar{w}_{kj}$  = peso promedio a la talla k, expresado en toneladas (t).
- $A_T$  = abundancia total.
- $B_T$  = biomasa total.
- $R_k$  = raz3n de lecturas ac3sticas por I. B. M. a la talla k.

Siendo,

$$\hat{C}_{nk} = (4\pi \times 10^{\frac{TS_k}{10}})^{-1}$$

$$TS_k = \text{fuerza de blanco correspondiente a la talla k}$$

y,

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



Donde,  $\hat{R}$  es la razón estimada de la lectura acústica asociada al jurel y  $\hat{P}_k$  la estructura de tallas estimada mediante la siguiente expresión:

$$\hat{P}_k = \sum_{i=1}^m \hat{P}_{ik}$$

$$\hat{P}_{ki} = \frac{n_{ik}}{n_i}; i = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, K$$

Siendo,

$i$  = indica el lance de pesca

$k$  = indica la clase de talla

$n_i$  = muestra de ejemplares del lance “ $i$ ”.

$n_{ik}$  = ejemplares de talla “ $k$ ” en el lance “ $i$ ”.

$m$  = número de lances efectuados en el área (a) o de pesca.

$P_k$  = frecuencia de la talla  $k$  obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca realizados en el área (a).

El estimador de razón ( $\hat{R}$ ) se obtuvo mediante los métodos Hansen (Hansen *et al.*, 1953), Wolter (Wolter, 1985), Bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) y Variables Regionalizadas (Petitgas, 1991).

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

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



Donde:

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

$g_0$  y  $g_1$  = límites en longitud, referida a millas náuticas, corregida por loxodrómica.

$\Phi(L, g)$  = Función geométrica del área que encierra a la distribución del recurso.

Las áreas se determinaron mediante programas de sistema de información georreferenciadas (SIG), en atención a que ellos incorporan correcciones a la longitud que permiten determinar con un alto grado de exactitud las áreas de distribución espacial del recurso, al incluir en sus procesamientos de cálculo de área trigonometría esférica, eliminando errores que puedan generarse, al considerar que la extensión en longitud de las área se corresponde con las loxodrómicas (<600mn).

Los estimadores de razón ( $\hat{R}$ ) considerados fueron.

- **Hansen y Wolter**

El estimador de razón de Hansen y Wolter y que denotaremos por ( $\hat{R}_1$ ) de las lecturas acústicas del eco integrador ( $s_A$ ) por I.B.M. esta dado por:

$$\hat{R}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sum_{i=1}^n Y_i}$$

donde,

$i$  = denota la transecta  $i = 1, 2, \dots, n$ .

$n$  = muestra de transectas cubiertas en el área de estudio.

$X_i$  = densidad de la transecta  $i$ -ésima.

$Y_i$  = número de I.B.M. en la transecta  $i$ -ésima.



- **Bootstrap**

El estimador de  $\hat{R}$  según el método Bootstrap se calcula según (Robotham y Castillo, 1990):

$$\bar{\hat{R}}_2 = \sum_{j=1}^G \frac{\hat{R}_j}{G}$$

Siendo  $\hat{R}_j$  un estimador de razón obtenido de la  $j$ -ésima iteración de muestra de tamaño “ $n$ ” seleccionada, con reposición, de la muestra original y “ $G$ ” representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

- **Variables regionalizadas**

Otro estimador de biomasa a utilizar, 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  $\hat{R}$ , solo en dicha área ( $V$ ) mediante la expresión:

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

donde  $Z_v$  es un estimador de la densidad media ponderada de las muestras, que en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular, y poseen 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.

### 6.2.8 Estimación de la varianza para abundancia en número y biomasa en peso.

La varianza de la abundancia se estima mediante la siguiente expresión:

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



En tanto la varianza de la biomasa se obtiene a través del estimador:

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

De igual manera, la varianza del estimador “ $\hat{R}_k$ ” se estima mediante,

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

Donde la varianza del estimador del parámetro “ $P_k$ ” es obtenida mediante el estimador dado por la siguiente expresión:

$$\hat{V}(\hat{P}_k) = \left[ \frac{1}{m} - \frac{1}{M} \right] \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (\hat{P}_{ik} - \hat{P}_k)^2 + \frac{1}{m-M} \sum_{i=1}^m \left[ \frac{1}{n_i} - \frac{1}{N_i} \right] \hat{S}_{ki}^2$$

Donde,

- $i$  = denota el lance  $i=1,2,\dots,m$
- $M$  = número de lances que pueden ser realizados en el área
- $m$  = muestra de lances realizados en el área
- $N_i$  = ejemplares en el lance “ $i$ ”,  $i=1,2,\dots,m$
- $n_i$  = muestra de ejemplares medidos en el lance “ $i$ ”,  $i=1,2,\dots,m$

$$\hat{S}_{ki}^2 = \frac{1}{n_i - 1} \hat{P}_{ki} [1 - \hat{P}_{ki}]$$

La varianza del factor o coeficiente de eco-integración en número “ $\hat{C}_{nk}$ ” se estima según:

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

Donde,

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



Siendo,

$\alpha$  y  $\beta$  = coeficientes de la regresión fuerza de blanco y longitud, "TS".

$l_k$  = longitud a la talla "k".

Para los diseños sistemáticos como el propuesto 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. Luego, considerando que 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, se obtendrán al menos tres estimadores alternativos para la varianza de la razón.

– **Conglomerado de tamaños desiguales (Hansen *et al.*, 1953)**

$$\hat{V}_1(\hat{R}) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{ny^2} (S_x^2 + \hat{R}^2 S_y^2 - 2 \hat{R} S_{xy})$$

donde N y n representan el número total de transectas en el área y en la muestra respectivamente y:

$$S_{xy} = \sum_1^n \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

$$S_x^2 = S_{xx} ; S_y^2 = S_{yy}$$

$$\bar{x} = \sum_1^n \frac{x_i}{n} ; \bar{y} = \sum_1^n \frac{y_i}{n}$$

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

$$\hat{B} \pm t_{1-\alpha/2} \hat{A} \sqrt{\hat{V}_i(\hat{R})}$$



### Estratos agrupados (Wolter, 1985)

$$\hat{V}_2(\hat{R}) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{\hat{R}^2}{n(n-1)} (S_x^2 + S_y^2 - 2 S_{xy})$$

donde:

$$S_{xy} = \sum_1^{n-1} \frac{(x_i - x_{i+1})(y_i - y_{i+1})}{xy}$$

$$S_x^2 = S_{xx} ; S_y^2 = S_{yy}$$

El intervalo de confianza  $(1-\alpha)$  para la biomasa, se estima por la expresi3n:

$$\hat{B} \pm t_{1-\alpha/2} \hat{A} \sqrt{\hat{V}_i(\hat{R})}$$

### – M3todo bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)

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

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

donde  $\hat{R}_i$  es un estimador de raz3n obtenido de la  $i$ -3sima muestra de tama1o  $n$  seleccionada con reposici3n de la muestra original, y  $G$  representa la cantidad total de iteraciones bootstrap. Donde el tama1o  $n$  fue de 100 y el n3mero de iteraciones 1000.

El intervalo de confianza  $(1-\alpha)$  para el estimador de la biomasa, est3 dado por el percentil corregido (BC):



$$\hat{F}^{-1} \{ \phi( 2Z_o - Z_\alpha ) \}$$

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

$$\hat{F}(\hat{R}) = \text{Prob}(\hat{R}_x \leq \hat{R}) \text{ y } Z_o = \phi^{-1}(\hat{F}(\hat{R}))$$

– **Método de las variables regionalizadas (Petitgas 1991)**

Otro estimador de varianza de la biomasa utilizado, correspondió al método intrínseco propuesto por Petitgas (1991 y 1993), quien aplica principios de geoestadística a la estimación de varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión

$$\sigma_e^2 = 2 \gamma(S, V) - \gamma(V, V) - \gamma(S, S)$$

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

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

$$\gamma(S, V) = \frac{1}{nV} * \sum_{\alpha} \int_v \gamma(x_{\alpha} - y) dy$$

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

siendo V el área de distribución del recurso en el área de estudio,  $\alpha$  y  $\beta$  los índices de los intervalos básicos de muestreo y n el número de muestras en V.





La varianza  $\sigma_e^2$  depende de la estructura espacial a través de tres factores geométricos: la geometría del campo para  $\gamma(V, V)$ ; de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para  $\gamma(S, S)$  y de la posición de la red de muestreo en el campo para  $\gamma(S, V)$  (Petitgas y Prampart, 1993).

**a) Coeficiente de variación (Cv)**

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

donde:

$V_x$  = varianza de la media

$X$  = media muestral

**b) Porcentaje de error (E %)**

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

$\hat{V}(\hat{B})$  = Varianza de la biomasa.

$\hat{B}$  = Biomasa

$t$  = estadístico "t" de Student

$\alpha$  = nivel de confianza de un 95%

**6.3 Objetivo específico 2.2.** Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock de jurel, en el área de estudio

El desarrollo de este objetivo considera la información proveniente de los muestreos biológicos específicos, realizados por las naves pesqueras industriales que contaron con observadores científicos a bordo durante el período de estudio.



### **6.3.1 Muestreo a bordo.**

#### **a) Muestreo de longitud.**

El muestreo de longitud se efectu3 sobre una muestra de 100 ejemplares de jurel elegidos al azar. Cada uno de los ejemplares se midi3 y clasific3 por categor3a de tama1os cada un cent3metro, utilizando para tal efecto un lcti3metro. Posteriormente, en cada categor3a de tama1o, los ejemplares se clasifican por sexo (machos, hembras e indeterminados).

#### **b) Muestreo biol3gico y otolitos.**

Este tipo de muestreo es independiente del muestreo de longitud y consiste en seleccionar de cada lance al azar 50 ejemplares de jurel, sobre el cual se realizan las siguientes mediciones: longitud horquilla, peso total, peso eviscerado, peso de g3nada, sexo y estado de madurez. Adem3s se extraen otolitos registrando todas las medidas en formularios. En este sentido las muestras biol3gicas que se consideraron importantes se preservaron para su an3lisis en laboratorio en tierra, fijando en una soluci3n diluida de 3 a 1 de formalina (folmaldehido 37%) en 30 lts de agua de mar y 2,5 g de b3rax en polvo.

#### **c) Relaci3n longitud–peso.**

La estructura de pesos se determin3 utilizando los pesos por tallas provenientes del muestreo biol3gico. Para analizar la relaci3n entre la longitud y el peso de jurel, se considera el an3lisis de regresi3n lineal simple linearizado, modelo que estima los par3metros de la curva mediante m3nimos cuadrados ordinarios. Considerando que la



variable peso se relaciona con la variable longitud a trav3s de una relaci3n potencial, para ajustar la regresi3n se utiliza una transformaci3n logar3tmica, seg3n el modelo:

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

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

Donde “y” es el peso de los ejemplares y “x” corresponde a la longitud de los individuos,  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son los par3metros del modelo, siendo el primero el intercepto o la constante, y el segundo la pendiente o coeficiente de regresi3n, que en t3rminos biol3gicos corresponde al 3ndice o tasa de crecimiento relativo.

### 6.3.2 Estimaci3n de la abundancia a la edad.

En atenci3n a que los lances con captura de jurel se realizaron previo al crucero, en el l3mite norte del 3rea prospectada, mientras que las agregaciones del recurso se detectaron en el extremo sur, no fue posible obtener la abundancia estructurada a la talla, raz3n por lo cual se entrega una clave talla-edad estimada a partir de los ejemplares de jurel colectados en los lances realizados durante la primera semana de junio al norte de los Molles (32°17’S).

- **Lectura de otolitos.**

Corresponde al proceso de determinaci3n de edad de las muestras de otolitos, mediante el an3lisis de las marcas anuales presentes en estas estructuras y la asignaci3n del grupo de edad al cual pertenecen los ejemplares de acuerdo a la edad determinada, el per3odo de captura y la fecha de nacimiento arbitrario adoptada.



Los otolitos leídos corresponden a una submuestra aleatoria obtenida del total de otolitos recolectados en el crucero. El tamaño de la muestra se estableció mediante un procedimiento estadístico que considera entre otras cosas, la zona de estudio, las clases de tallas y los grupos de edad presentes, para lo cual se consideraron 10 pares de otolitos por clase de talla. Esto permite asegurar la representatividad que debe tener la submuestra analizada de la estructura de la población.

- **Elaboración de la clave edad-talla.**

La clave edad-talla es una matriz que permite clasificar las edades de los individuos en grupos de edad (GE), según la longitud de los peces observados, calculando además la probabilidad de pertenencia para los diferentes estratos. Luego, en la clave edad-talla, se clasifica las lecturas de cada otolito por grupo de edad y de ello se estima la probabilidad según la expresión:

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

donde:

i : grupo de edad

j : longitud total del pez

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

$n_{ij}$  : número de individuos de edad "i" con longitud "j"

$n_j$  : número total de individuos de longitud j.



**6.4 Objetivo espec3fico 2.3.** Determinar la distribuci3n espacial y batim3trica del jurel y del zooplancton, con especial 3nfasis en los principales 3tems alimentarios del jurel, en el 3rea de estudio y su relaci3n con las condiciones oceanogr3ficas.

**6.4.1 Distribuci3n espacial y batim3trica del recurso.**

La distribuci3n espacial del jurel en el 3rea prospectada, se presenta como una carta de contorno, en donde 3stos representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo de esta manera destacar las 3reas de mayor concentraci3n de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005).

La carta de distribuci3n espacial de jurel, se confeccion3, utilizando para la interpolaci3n el m3todo inverso de la distancia al cuadrado. La informaci3n fue clasificada de acuerdo a la escala de categor3as descritas en la **Tabla 2**.

**Tabla 2.**  
Agregaci3n de jurel por categor3as de densidad.

<b>Categor3as</b>	<b>Intervalos (t/mn<sup>2</sup>)</b>	<b>Calificaci3n de densidad</b>
<b>I</b>	1-75	Muy baja
<b>II</b>	76-150	Baja
<b>III</b>	151-300	Regular
<b>IV</b>	301-mayor	Muy densa

La distribuci3n batim3trica se determin3 a partir de la lectura de los ecogramas, midiendo la distancia a la cual se ubican las agregaciones de jurel, registrando en cada intervalo b3sico de muestreo la profundidad superior e inferior de las agregaciones as3 como su nivel de densidad ac3stica, agrupando posteriormente esta informaci3n en intervalo de 10 metros de profundidad. Los resultados para el



total de las agregaciones de jurel detectadas en la zona de estudio, se presentan en gráficos o histogramas, donde la profundidad esta referenciada al nivel del mar.

#### 6.4.2 Análisis de la distribución del recurso.

Con el fin de establecer indicadores del grado de agregación relativo de jurel, se utilizaron los índices de presencia (IC), densidad (ID) y media de Pennington. En tanto la caracterización de las estructuras espaciales se realizó mediante el uso de correlogramas y variogramas, herramientas analíticas que permiten describir la estructura espacial de una variable (Maravelias *et al.*, 1996, Maynou *et al.*, 1998).

##### a) Índice de presencia (IC), de abundancia relativa (ID) y media de Pennington (1983).

El índice de presencia (IC) muestra el porcentaje del área ocupada en forma efectiva por la especie, brindando el grado de concentración presente en el recurso, calculándose como:

$$IC(\%) = \frac{IBM^{(+)}}{IBM^{(t)}}$$

donde,

$IBM^{(+)}$  = observaciones acústica con presencia de jurel

$IBM^{(t)}$  = observaciones totales.

La abundancia relativa (ID) es determinada por el índice de densidad, e indica la concentración de jurel en las IBM's con presencia de jurel. Su estimación es:

$$ID(t/mn^2) = \frac{\sum_{n=1}^i s_A \times C_b}{IBM^{(+)}}$$



donde,

- $s_A$  = es la densidad promedio por IBM,  
 $C_b$  = constante de transformación ( $t/mn^2/s_A$ )

En tanto, la media de Pennington considera tanto la densidad como la probabilidad de presencia de la especie de interés y su varianza, estimándose como:

$$c = \left( \frac{m}{n} \right) e^{\bar{y}} G_m(r),$$

donde:

- $m$  : Cantidad de estaciones (observaciones) positivas.  
 $n$  : Total de estaciones.  
 $\bar{y}$  : Media de la variable transformada a logaritmo natural  
 $G_m(r)$ : Función de la varianza de la variable transformada a logaritmo de la forma:

$$G_m(r) = 1 + \frac{(m-1)r}{m} + \frac{(m-1)^3 r^2}{2!m^2(m+1)} + \frac{(m-1)^5 r^3}{2!m^3(m+1)(m+3)} + \dots,$$

donde,

$$r = \frac{s^2}{2},$$

siendo  $s^2$  el estimador de varianza para la variable transformada a logaritmo.

Puede apreciarse que  $G_m(r)$  es una serie infinita que depende de la varianza de los datos transformados a logaritmo y de la cantidad de valores distintos de cero.

La varianza de la densidad media estimada viene dada por:

$$\hat{V}(c) = \left( \frac{m}{n} \right) e^{(2\bar{y})} \left[ \left( \frac{m}{n} \right) G_m^2(r) - \frac{(m-1)}{(n-1)} G_m \left( \frac{(m-2)}{(n-1)} 2r \right) \right]$$



## b) Estructura espacial de la distribuci3n.

La estructura espacial de la distribuci3n del jurel se analiz3 a trav3s del estudio del semivariograma, procedimiento utilizado por Foote y Rivoirard (1992) y Petitgas (1993). Procedimiento aplicado desde 1995, en las evaluaciones hidroac3sticas de recursos pel3gicos zona norte (Castillo *et al.*, 2005), y merluzas por Lillo *et al.*, 1995.

El variograma est3 dado por:

$$y(h) = \frac{E(z(x+h) - z(x))^2}{2}$$

donde,

- z = densidad de peces en unidad de  $s_A$ ,
- x = vector de posici3n de la medici3n de la IBM
- y (h) = estructura del modelo ajustada.

### 6.4.3 Muestreo de zooplancton.

Las estaciones planct3nicas se realizaron sobre el track de navegaci3n ac3stico a 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn en la Zona Econ3mica Exclusiva (ZEE), mientras hacia fuera estas se situaron a 230, 260, 300, 330, 360, 400, 460, 500, 530, 560 y 600 mn de la costa.

En la embarcaci3n, se realizaron pescas planct3nicas a trav3s de lances oblicuos diurnos y nocturnos con redes tipo Bongo de 65 cm de di3metro de boca y mallas de 300  $\mu$ m de abertura, provistas de medidores de flujo TSK calibrados, a objeto de poder determinar el volumen de agua filtrada en cada uno de los lances.





La calibración de los flujómetros utilizados durante el crucero, se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Smith y Richardson (1979) y por la metodología estándar del Instituto Nacional de Hidráulica de Chile, ajustándose una regresión lineal entre las revoluciones del flujómetro (N) en rev/s y la velocidad de arrastre de la red (V) en m/seg, determinando las siguientes ecuaciones de calibración:

- **PAM “Biomar III” (TSK 7186):**

$$V = 0,17004 * N + 0,01134$$

- **PAM “Biomar III (TSK 4896):**

$$V = 0,15989 * N + 0,07860$$

Donde V corresponde a la velocidad de arrastre de la red expresada en m/s, N al número de revoluciones por segundo registrada en el flujómetro y las constantes a y b son los coeficientes obtenidos del ajuste de una regresión lineal simple.

Se realizaron pescas planctónicas a través de arrastres oblicuos considerando una profundidad máxima diurna y nocturna de 210 m y 5 m sobre el fondo.

Las pescas planctónicas se realizaron calando la red a una velocidad aproximada de 0,4 m/s e izándola a 0,6 m/s, después de mantener una estabilización de 40 segundos a máxima profundidad.

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 del cable de 45° y 50°, con el viento a babor.

La profundidad real de muestreo fue corregida usando un ángulo promedio de todas las mediciones periódica cada 10 m, mediante un clinómetro manual.

#### **6.4.4 Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas.**

Las muestras obtenidas en cada estación fueron fijadas inmediatamente después de extraídas de los copos colectores y almacenadas en frascos previamente etiquetados con una solución de formalina al 5% en agua de mar, neutralizada con disodio tetraborato, para mantener así una óptima preservación de los organismos zooplanctónicos.

En el laboratorio y para los análisis cualitativo y cuantitativo del zooplancton se emplearon microscopios estereoscópicos, marca Nikon y Zeiss con aumentos de 8 a 40 veces. Para cada grupo zooplanctónico presente se cuantificó su abundancia. El conteo de los organismos poco abundantes se realizó sobre la muestra total, principalmente cuando se trató de la presencia del grupo de los eufáusidos, por ser un ítem importante en la alimentación de jurel en la zona de estudio. En la cuantificación de aquellos zooplancteres cuyas densidades fueron muy grandes, se utilizó para su subdivisión el submuestreador Folsom (Smith y Richardson, 1979; Boltovskoy, 1981 y Griffiths *et al.*, 1984).

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 analizada. La abundancia o densidad del zooplancton cuantificado fue estandarizada y expresada en número de individuos presentes en 1.000 m<sup>3</sup> de agua de mar



filtrada, su representación gráfica se realizó en base a la escala métrica  $\log^2$  que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes (Frontier, 1980).

En el análisis se determinaron los organismos zooplanctónicos más abundantes en términos numéricos (frecuencia de ocurrencia y dominancia numérica), dando especial énfasis al grupo de los eufáusidos y los grupos que han sido componentes importantes del plancton a través del tiempo.

La separación de las muestras consideró el período entre las 08:00 y 20:00 horas como diurno y entre las 20:01 y 07:59 horas como nocturno. La existencia de diferencias estadísticamente significativas entre la abundancia relativa media de los grupos de mayor dominancia, capturados en lances diurnos y nocturnos, se probó mediante el análisis no-paramétrico de Kruskal-Wallis, a un nivel de confianza del 95%.

Los grupos zooplanctónicos se clasificaron en base al ordenamiento sistemático formulado por Bougis (1974) y Barnes (1986), utilizando como ayuda descriptiva para la determinación de los grupos los trabajos de Newell *et al.*, (1966), Vidal (1968), Arcos (1975), Boltovskoy (1981) y Palma y Kaiser (1993).

EL análisis consideró la constancia numérica o frecuencia de ocurrencia medida como la relación porcentual entre el número de muestras con presencia del grupo y las muestras totales, así como la dominancia numérica de los grupos que expresa la relación del número de ejemplares de un grupo respecto al total de individuos capturados en la zona de estudio.

En este estudio se entenderá como: Abundancia relativa, al número total de individuos de un mismo grupo presentes en el total de estaciones; Abundancia relativa media, a la suma de todos los individuos de cada grupo y el número



total de estaciones y Densidad, al número de individuos bajo una unidad de volumen (/1.000 m<sup>3</sup>).

En el análisis de las comunidades zooplanctónicas se utilizaron índices de riqueza de especie (Margalef), diversidad (Shannon y Weaver), uniformidad (Pielou y Sheldon) y similitud (Winer), descritos en Ludwig y Reynolds, 1988.

**a) Índice de riqueza de Margalef (Ludwing y Reynold, 1988).**

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

donde,

$S$  = número total de especies presentes en la muestra.

$n$  = número total de individuos de todas las especies presentes en la muestra.

Este índice toma el valor de 0, sí y sólo sí, el número de especies en la muestra es 1. Su valor será máximo mientras mayor sea el número de especies totales de la muestra.

**b) Índice diversidad Shannon y Weaver (Luwing y Reynolds, 1988).**

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

donde,

$pi$  = abundancia proporcional

$S^*$  = número de especies presentes en la muestra.

El índice es igual a 0, sí y sólo sí, el número de especies en la muestra es 1. Es máximo sólo cuando todas las especies están representadas con el mismo número de individuos en la muestra (distribución uniforme).



**c) Índice de uniformidad de Pielou (Ludwing y Reynolds, 1988).**

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

donde,

$H'$  = índice de Shannon y 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. Tiende a cero cuando las abundancias relativas de las taxas 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, aportando de igual forma a la diversidad de la muestra, indicando una máxima uniformidad.

**d) Índice similitud Winer (Saiz, 1980).**

Este índice permite 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 el valor 0 indica que el par de especies o grupos zooplanctónicos no están presentes simultáneamente en ninguna muestra y el valor 1, que indica lo contrario, es decir, que siempre están presentes simultáneamente.

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

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



Para realizar las agrupaciones de las matrices de similitud de Winer, se elaboraron dendogramas de relaciones de similitud a través de un método de agrupamiento, utilizando el método del promedio aritmético de pares no ponderado (UPGMA) descrito en Sneath y Sokal (1973) y Córdova *et al.*, 2003.

#### **e) Comparación de estructuras zooplanctónicas.**

A objeto de comparar las distribuciones zooplanctónicas asociadas a zonas, distancia a la costa y período del día, para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre estas, se consideró la distribución multinomial para describir las distribuciones zooplanctónicas en la población de estudio, bajo la premisa que esta ha sido usada frecuentemente como un modelo en estudios ecológicos y/o biológico-pesqueros. Es así que, existen distintos procedimientos estadísticos diseñados para abordar la comparación de distribuciones multinomiales (Saavedra *et al.*, 2003), siendo el modelamiento de la distribución bajo un esquema modelo basado 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 dicotómicas, denominada regresión logística nominal (Dobson, 2002). Modelo que se utiliza cuando no existe un orden natural en las categorías de la variable respuesta, como ocurre para las estructuras zooplanctónicas. Una categoría se elige arbitrariamente como la categoría de referencia y las funciones de enlace están definidas por,

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



donde,

- $\pi_j$  = representa la proporción de la j-ésima especie
- $\beta_j$  = vector de parámetros asociado a la j-ésima especie
- $X_j$  = vector de covariables.

Las ecuaciones logitos (j-1) se utilizan simultáneamente para estimar los parámetros  $\beta_j$ . Esta generalización permite el uso de todas las herramientas de la inferencia existente para estos tipos de modelos, utilizando la distribución muestral aproximada del estimador máximo verosímil para el contraste de hipótesis.

#### 6.4.5 Biomasa zooplanctónica total.

La medición de los bio-volúmenes como medida estimativa de la biomasa zooplanctónica total, se realizó con posterioridad a la determinación cuantitativa y taxonómica del zooplancton, empleándose el método de desplazamiento de volúmenes húmedos (Postel *et al.*, 2000). El volumen zooplanctónico fue determinado dos veces en cada muestra, promediando la medición de ambas para el resultado final. Se excluyeron de la medición los organismos cuyo volumen superó los 5 ml.

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

$$Y = 1.000 * \frac{X}{W}$$

donde:

- Y = ml de zooplancton en 1.000 m<sup>3</sup>
- X = ml de zooplancton
- W = volumen de agua filtrada por la red (m<sup>3</sup>)



Donde el volumen de aguas filtrada es determinado mediante el número de revoluciones del flujómetro calibrado y área de la boca de la red (diámetro 65 cm).

#### **6.4.6 Muestreo oceanográfico.**

Durante el crucero de investigación se realizaron 14 transectas con estaciones dispuestas en forma perpendicular a la costa, con 104 estaciones de muestreo situadas a las 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160, 200, 230, 260, 300, 330, 360, 400, 430, 460, 500, 530, 560 y 600 mn de la costa.

En cada una de las estaciones oceanográficas se obtuvo registros continuos de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ), oxígeno ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ), desde la superficie hasta un máximo de 550 m de profundidad. Para lo anterior, se utilizó un CTDO Seabird 19 plus V2 operado en forma auto contenido y 10 botellas Niskin de 5 litros de capacidad operadas manualmente.

En la zona de estudio, también se colectó muestras de agua a profundidades estándares de 5, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400 y 500 m para la evaluación química de la concentración de oxígeno disuelto, y parte de estas muestras de aguas ( $\leq 100$  m) fueron utilizadas para transformar las lecturas de fluorescencia en clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ), por medio del método fluorométrico extractivo con y sin acidificación. Información que junto a análisis de salinidad en laboratorio, permitió verificar el buen funcionamiento de la sonda oceanográfica utilizada en el estudio.

Del total de estaciones programadas de acuerdo a track realizado (104), el 96,2% fueron efectivamente realizadas durante el crucero, aunque cabe mencionar que en algunas de ellas no pudieron ser evaluadas todas las variables hidrográficas. Las estaciones de muestreo donde no se obtuvo información corresponden a aquellas





donde el tiempo imperante y el estado del mar no permitieron su realizaci3n por razones operativas y de seguridad, hecho registrado en 4 estaciones.

La **Tabla 3** resume la posici3n (latitud) de cada una de las 14 transectas realizadas durante el estudio y el n3mero de estaciones de muestreo.

En cada una de las estaciones oceanogr3ficas se registraron los siguientes datos meteorol3gicos: temperatura del aire, presi3n atmosf3rica, intensidad-direcci3n del viento y altura de las olas. Se utilizaron las normas, tablas y c3digos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).

**Tabla 3.**  
Posici3n de transectas y n3mero de estaciones oceanogr3ficas en el muestreo regular.

Transectas	Latitud (S)	NºEstaciones
1	32º12'	8
2	32º35'	5
3	33º00'	8
4	33º25'	5
5	33º50'	8
6	34º20'	5
7	34º45'	8
8	35º10'	5
9	35º35'	5
10	36º00'	4
11	37º30'	10
12	38º20'	10
13	39º10'	13
14	40º00'	12

#### 6.4.7 An3lisis de las muestras y de la informaci3n.

La salinidad se determin3 por medio de un salin3metro de inducci3n Autosal Guidelines, utilizando est3ndar IAPSO en el Laboratorio de Instrumentaci3n y Desarrollo Oceanogr3fico del Departamento de Geof3sica del la Universidad de



Concepción. La concentración de oxígeno disuelto por el método de Winkler (Parsons *et al.*, 1984).

La cuantificación de la clorofila-a, se realizó midiendo la absorbancia del extracto obtenido con la técnica fluorométrica descrita en Parsons *et al.* (1984), para el método con y sin acidificación.

El cálculo de la densidad fue realizado utilizando la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero y Poisson, 1981, UNESCO, 1981a, 1981b).

Con los datos oceanográficos validados se confeccionaron cartas de distribución de temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y densidad, a nivel de superficie (5 m), y a las profundidades de 50, 100, 200 y 300 m. Además, se confeccionaron cartas superficiales de clorofila-a (superficial e integrada en una columna de agua de 50 m de profundidad).

El análisis vertical de las variables oceanográficas medidas en este trabajo se realizó a través de: a) secciones oceanográficas para cada una de las variables y en cada una de las transectas realizadas y b) perfiles verticales promediados para todas las variables en cada estación de muestreo. Para cada una de las estaciones oceanográficas, se calculó la profundidad de la capa de mezcla, la profundidad base de la termoclina y su espesor de acuerdo a la metodología reseñada en Kara *et al.*, 2000, siendo presentadas como cartas horizontales de distribución espacial en el área prospectada.

Las masas de agua presentes en la zona de prospección fueron determinadas a través de la confección de diagramas TS.



#### **6.4.8 Asociación espacial entre las condiciones oceanográficas, del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio.**

En atención a establecer relaciones entre la distribución espacial de la densidad de jurel y las variables ambientales características del hábitat, para identificar patrones que permitiesen detectar respuestas de los cardúmenes de peces ante variaciones en las condiciones ambientales del hábitat, se analizó las variables ambientales, que corresponden a la profundidad media de las agregaciones de jurel y se aplicó además un análisis cartográfico a través del Sistema de información Georreferenciada (SIG) para las provenientes del plano de 100 m.

Las relaciones entre el recurso y su ambiente se exploraron a través de las siguientes aproximaciones metodológicas:

- La identificación de rangos ambientales físicos (temperatura, salinidad, densidad y concentración de oxígeno disuelto) y de variables biológicas (eufáusidos y larvas de eufáusidos) en que se encontró jurel (estaciones positivas).
- El análisis de correlación y umbrales ambientales entre biomasa acústica de jurel y variables ambientales caracterizadoras del hábitat; variables físicas (temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto); estructuras verticales (profundidad capa mezcla (PCM), profundidad base termoclina (PBT), y componentes del zooplancton (eufáusidos y larvas de eufáusidos).
- El análisis de modelos aditivos generalizados (GAM) entre la densidad de jurel en el espacio (horizontal y vertical) y variables ambientales seleccionadas (Hastie y Tibshirani, 1990) con el propósito de identificar probables relaciones no-lineales entre las variables.



- El análisis de rangos de preferencia ambiental para el hábitat del recurso respecto a variables ambientales seleccionadas (Perry y Smith, 1994; Perry *et al.*, 1994).

#### **a) Umbrales preferenciales.**

Los umbrales preferenciales se determinaron con la contrastación gráfica de cartas de distribución espacial generada por una interpolación DIVA (Dat-Interpolating Variational Analysis) el cual utiliza la variabilidad espacial de los datos sobre la superficie elíptica del planeta, además de histogramas de frecuencia de ocurrencia del jurel y análisis estadístico de la información recolectada durante el crucero.

Para realizar una descripción espacial de las variables acústicas y bio-oceanográficas se configuraron imágenes 2D utilizando interpolaciones, a través del método de Kriging, utilizando los Sistemas de Información Geográfico IDRISI for Windows (Eastman, 1995) y TNTmips (Microimages, 1997). Las variables analizadas fueron densidad de jurel ( $m^2 \cdot mn^{-2}$ ), temperatura ( $^{\circ}C.$ ), salinidad (psu), oxígeno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ) densidad del agua de mar, ( $\sigma_t$ ) en el plano de 100 m de profundidad donde se concentró la mayoría de las agregaciones de jurel, mientras que para la abundancia de eufáusidos ( $ind/1.000 m^3$ ) y clorofila-a ( $mg/m^2$ ) se consideró el valor integrado en la columna de agua, además de la información provenientes de la capa de dispersión profunda (CDP) ubicada entre los 200 a 400 m de profundidad.

Con el propósito de relacionar y superponer diferentes imágenes en la misma escala espacial, resolución y cobertura geográfica, se generaron en rasters con el módulo RESAMPLE del SIG, se crearon imágenes iguales con 1.140 columnas (en el sentido E-W) y 600 filas (en el sentido N-S).



Luego, para facilitar el análisis visual, las imágenes fueron reclasificadas en clases de valores (colores). Para ello se utilizaron dos módulos: **a)** módulo HISTOGRAM, que permitió conocer y analizar la distribución de frecuencia de los valores de las variables cartografiadas, y **b)** módulo RECLASS, que permitió reclasificar los valores de las celdas de una imagen.

### **b) Análisis de correlación.**

La composición de la matriz oceanográfico-pesquera se estructuró con celdas de interpolación en tres dimensiones (latitud, longitud y profundidad), para las variables ambientales (temperatura, salinidad, densidad y concentración de oxígeno disuelto) donde la profundidad es la media de las agregaciones de jurel, y las variables provienen los perfiles del CTDO de cada transecta. La matriz relacionada con la biomasa zooplanctónica se construyó utilizando la información oceanográfica detectada en superficie (interpolación bi-dimensional), dado el carácter integrado que tienen las pescas planctónicas oblicuas que se realizaron en el crucero. El análisis comprendió, la evaluación de la estructura matemática de los datos para posteriormente establecer la aplicación de métodos estadísticos, de naturaleza univariada y/o multivariada, para lo cual se consideró la profundidad de las agregaciones de jurel y las estructuras verticales, las variables físicas a la profundidad del jurel y sus densidades con los biovolúmenes del zooplancton.

### **c) Modelamiento estadístico entre las variables acústicas y bio oceanográfica.**

Se aplicó la técnica de Modelos Aditivos Generalizados (Hastie y Tibshirani 1990), entre la densidad del recurso en el espacio y variables ambientales seleccionadas. Estructura de un modelo lineal aditivo generalizado (GAM), que esta dado por:



$$1. \quad g(m) = Y = \alpha + \sum_{j=1}^p f_j(X_j) + \varepsilon$$

Donde  $m=E(Y|X_1, \dots, X_p)$ , constituye la esperanza de la variable respuesta  $Y$  en la funci3n de las variables predictoras  $X_1, \dots, X_p$ , a trav3s de un predictor aditivo. La distribuci3n de la variable respuesta, as3 como tambi3n el enlace entre esta distribuci3n y los predictores dados por la funci3n  $g(\cdot)$ , funcionan en forma an3loga a los modelos lineales generalizados (McCullagh y Nelder, 1989). Lo original de un modelo GAM es que provee una forma flexible para definir la funci3n predictor  $f_j(\cdot)$ , la cual es an3loga a los coeficientes de regresi3n en los modelos lineales. Los t3rminos  $f_j(\cdot)$  pueden modelarse en forma no-param3trica o param3trica, o ambas formas se pueden combinar en un modelo semiparam3trico. Los t3rminos no-param3tricos son ajustados utilizando suavizadores de dispersi3n, entre ellos el suavizador de regresi3n con ponderaci3n local llamado loess (Cleveland *et al.*, 1992). Los t3rminos param3tricos pueden ser definidos como coeficientes lineales, polinomiales de grado  $n$  3 polinomiales "piecewise" como B-spline y spline natural. La ventaja de los modelos GAM sobre otros m3todos de regresi3n tradicionales es su capacidad para modelar no-linealidad utilizando suavizadores de dispersi3n, constituy3ndose en una herramienta poderosa para an3lisis exploratorios tales que permitan identificar las relaciones funcionales sugeridas por los datos (Hastie y Tibshirani, 1990).

La aplicaci3n de GAM considera establecer la relaci3n funcional entre la variable respuesta densidad de jurel ( $s_A$ ) y cada predictor latitud, longitud, temperatura ( $^{\circ}C$ ), salinidad (psu), ox3geno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ), clorofila  $a$  y densidad de euf3usidos-larvas ( $ind/1.000 \text{ m}^3$ ), utilizando GAM no param3trico. De esta manera, la forma de la funci3n puede ser encontrada emp3ricamente de acuerdo con la distribuci3n de los datos sin una asunci3n a priori. Luego, una versi3n m3s parsimoniosa del modelo puede ser evaluada incluyendo t3rminos param3tricos. En casos



marcadamente no lineales, “piecewise polynomials” pueden ser utilizados debido a la mayor flexibilidad para ajustar curvas. El ajuste de los modelos y la parsimonia pueden ser evaluados utilizando test F aproximado y el criterio de Akaike (AIC, Chambers y Hastie, 1992). El estadístico AIC toma en cuenta simultáneamente los grados de libertad y utiliza la bondad de ajuste: modelos con más parsimonia tienen un AIC más bajo.

#### **d) Análisis de rangos preferenciales**

Para este efecto, se utilizó la metodología propuesta por Perry y Smith (1994) y por Perry *et al*, (1994), quienes presentan un método cuantitativo para la identificación de relaciones hábitat-recurso que incluye tres pasos consecutivos: a) construcción de funciones de distribución acumulativas empíricas de variables ambientales que sean representativas del hábitat del recurso, b) asociación entre la densidad del recurso con las condiciones del hábitat en la cual se encontró el recurso y, c) determinación de la fuerza de la asociación entre la densidad y la variable ambiental por el grado de diferenciación entre las dos funciones.

Luego, si el recurso se distribuye en forma aleatoria respecto de una variable ambiental determinada, las curvas de frecuencia relativa acumulada evolucionarán de manera similar (D'Amours, 1993; Perry y Smith, 1994). Por el contrario, si el recurso se encuentra asociado a un rango preferencial de la variable ambiental, estas curvas se comportarán en forma diferencial, evolucionando a diferentes tasas pudiendo establecerse la significancia estadística entre ambas distribuciones de frecuencia al modelar la distribución de la prueba estadística para la hipótesis nula de una asociación al azar entre la densidad de jurel y la variable ambiental representativa del hábitat, a través de un remuestreo Monte Carlo (2000 repeticiones).



Por otra parte, para establecer las relaciones entre estas variables, se realiz3 un an3lisis entre la distribuci3n de las especies y de las variables bio-oceanogr3ficas, para tal efecto se realizaron asociaciones entre los planos de densidad del jurel y las variables ambientales a trav3s de la estimaci3n del 3ndice V de Cramer (Ott *et. al.*, 1983). Este coeficiente va desde 0, independencia completa, hasta 1, dependencia completa.





## 7 RESULTADOS

---

### 7.1 **Objetivo específico 2.1** *Estimar la abundancia (en número) y biomasa (en peso) del jurel en el área de estudio*

#### 7.1.1 **Pesca de identificación.**

La fuerte reducción del área de distribución del jurel desde 5.904 mn<sup>2</sup> el 2010 a 972 mn<sup>2</sup> el 2011 y solo 36 mn<sup>2</sup> el 2012, junto a una importante disminución de las agregaciones de jurel desde 265 el 2010 a 95 el 2011 y solo 10 el 2012, muestra un cambio bastante radical en el uso de espacio por parte del jurel, lo cual no pudo ser previsto al momento de elaborar la Oferta Técnica. Este hecho en particular, redujo notoriamente las posibilidades de éxito en los lances de pesca y ejecución de lances propuestos para la zona de estudio. Luego la tipología de las agregaciones de jurel presente permiten visualizar los cambios indicados y que redundan en las probabilidades de éxito en la pesca con arrastre a mediana, puesto que este arte es más efectivo en condiciones de estratos y disperso, mientras que el cerco logra mayor éxito con cardúmenes.

Es así como los distintos tipos de agregaciones detectadas acústicamente han variado su presencia desde el 2010 a 2012, según cardúmenes desde 8% (2010) a 44% (2011) y 90% (2012), estratos 20% (2010) a 15% (2011) y 0% (2012), dispersos 45% (2010) a 11% (2011) y 0% (2012) e individuales 27% (2010) a 41% (2011) y 10% (2012), destacando el aumento del predominio del tipo cardumen y la baja de los tipos estratos y dispersos, lo que este año fue más evidente. Es importante mencionar que bajo condiciones de mayor abundancia del recurso en la zona, los lances de arrastre a mediana tuvieron entre un 55 a 91% de éxito en captura entre 1997 y 2008.



La escasez y particular condición de distribución de jurel en la zona prospectada, también se reflejó en la ecoprospección realizada previa al crucero de evaluación entre el sur de puerto Lebu ( $37^{\circ}50' S$ ) e isla Chiloé ( $42^{\circ}10' S$ ) desde las 5 a 600 mn de la costa, al detectar solo 5 contactos acústicos de jurel en un área de  $162.000 \text{ mn}^2$ , dando cuenta de la virtual ausencia del recurso en este sector. Este cambio en la distribución espacial de jurel también se observó en la flota de la VIII región, al operar principalmente de enero a marzo en faenas extractiva dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE), con un notorio desplazamiento de las zonas de pesca en mayo-junio hacia el norte, por fuera del límite establecido en este estudio (V Región), coincidiendo con la detección de agregaciones de jurel frente a Coquimbo en la prospección acústica de mayo efectuada por INPESCA (Carlos Gonzáles com. pers).

La virtual ausencia del jurel en la zona generó una difícil situación de pesca con arrastre a mediagua, la no captura de jurel permitió validar agregaciones de otras especies presentes. En este sentido, para la aplicación del método acústico de identificación usado desde 1980-1995 en las evaluaciones pelágicas norte y en este estudio, y que ha sido complementado con información de lances de pesca para ratificar la identificación al momento de detectar agregaciones de jurel, no constituye una limitante la carencia de información de lances de pesca si se considera que el posible error asociado a asignar de densidad acústica ( $s_A$ ) de jurel a otras especies acompañante, se reduce considerablemente al registrar capturas históricas de jurel mono específica, como se ha establecido en los análisis de clusters realizados con la series de capturas obtenidas en las evaluaciones acústicas (Córdova *et al.*, 2011), y las bitácoras de pesca de la operación comercial de la flota del VIII Región en la zona centro-sur del país.



### 7.1.2 Calibración electroacústica.

Los resultados de la calibración electroacústica efectuada al ecosonda científico SIMRAD EK-60, del PAM Biomar III para la frecuencia de trabajo 38 kHz en Coliumo (14/06/2012), indica un factor de corrección para  $s_A$  de 0,62 (dB), una ganancia del transductor de 25,49 (TSGain) para un pulso de 1,024 ( $\mu$ s), la cual se encuentra en el entorno de lo indicado por su fabricante (26,0) y se explica por la performance del sistema (transductor). Valor que fue aceptado al obtener una desviación en los datos desde el modelo igual a 0,16 dB, lo cual no supera los 0,2 dB, indicando buenas condiciones acústicas en la calibración dado la ausencia de ecos distintos al blanco de referencia estándar.

### 7.1.3 Mediciones de TS “*in situ*”.

Las condiciones generales observadas durante el desarrollo del crucero, en cuanto a una baja presencia del recurso ( $IC= 0,2\%$ ) y la detección de un reducido número de agregaciones (10), determinaron por una parte la realización de un número reducido de lances (4) (todos ellos sin captura de jurel) y una distribución espacial y batimétrica que no cumplieron con las condiciones requeridas para disponer de blancos en situación resuelta, al permanecer el recurso agrupado durante la prospección acústica en la zona de estudio. Luego, dado la carencia de registros válidos para determinar la relación fuerza de blanco (TS) y longitud horquilla, se aplicó la relación  $TS = 20,11 * \text{Log}(L) - 68,67$  establecida para el recurso jurel por Córdova *et al.*, 1998, a partir de información recolectada durante los cruceros de evaluación acústica realizados entre 1991-1994 y 1997 en la zona centro-sur del país.



#### 7.1.4 Abundancia y biomasa de jurel.

La abundancia y biomasa total de jurel estimada para la zona de estudio, presente en el sector oceánico en los 40°S a 430 mn de la costa, aplicando los métodos de Hansen 1953, Wolter 1985, Bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) y de Variables Regionalizadas (Petitgas, 1991), para la información de pesca previa al crucero y crucero de evaluación 2011, se presentan en las **Tablas 4 y 5**.

La biomasa estimada por los diferentes métodos para ambas condiciones de evaluación no presenta diferencias relevantes entre ellas, al registrar variaciones inferiores a un 2%.

En este estudio, la biomasa de jurel cuantificada (3.665 y 4.182,8 t) durante el periodo de junio-julio, es notoriamente inferior a lo cuantificado para el mismo periodo del 2010 (89.736 t) y 2011 (127.520 t), lo cual se acentúa respecto al 2009 y 2008 donde la biomasa alcanzó las 534.538 y 520.934 t respectivamente. Situación que también se observó en la abundancia con niveles que van desde 6,26E+06 - 9,58E+06 (2012), 178,15E+06 (2011), 125,65E+06 (2010), 809,41E+06 (2009) y 956,40E+06 (2008), señalando un fuerte descenso en la biomasa y la acentuación de bajos niveles del recurso en este último año, ratificando la drástica caída de la biomasa en la ZEE desde 6.146.418 t (2001) a 1.457 t (2008) y posterior ausencia en el 2009, además de un importante cambio negativo fuera de las 200 mn de la costa entre 3.155.924 t (2007) a 534.538 t (2009).



**Tabla 4**  
Abundancia (número) de jurel por talla según métodos Conglomerado, Bootstrap y Geoestadístico.

Tallas	Crucero de evaluación 2011			Tallas	Pesca previa al crucero 2012		
	Conglomerados	Bootstrap	Geoestadístico		Conglomerados	Bootstrap	Geoestadístico
30				24			
31				25	11.602,9	11653,4	11855,6
32				26	139.395,7	140003,0	142432,3
33				27	496.946,9	499112,0	507772,5
34	18.065,3	18110,2	18424,5	28	757.507,2	760807,6	774008,9
35	284.670,2	285377,6	290329,4	29	533.718,8	536044,1	545345,4
36	381.790,8	382739,5	389380,7	30	1.085.529,6	1090259,1	1109177,0
37	481.967,9	483165,6	491549,4	31	1.671.164,0	1678445,0	1707569,1
38	937.126,6	939455,4	955756,6	32	1.115.811,5	1120672,9	1140118,5
39	1.094.625,9	1097346,0	1116386,9	33	776.677,4	780061,2	793596,7
40	921.136,6	923425,6	939448,7	34	475.107,5	477177,5	485457,4
41	778.429,3	780363,7	793904,4	35	495.378,4	497536,7	506169,9
42	399.077,1	400068,8	407010,7	36	507.098,2	509307,5	518144,9
43	213.192,8	213722,6	217431,1	37	448.266,9	450219,9	458032,1
44	216.693,5	217232,0	221001,3	38	294.900,3	296185,1	301324,4
45	114.734,5	115019,6	117015,4	39	203.986,8	204875,6	208430,5
46	73.773,0	73956,3	75239,6	40	121.725,7	122256,1	124377,4
47	57.476,1	57619,0	58618,7	41	51.479,1	51703,4	52600,5
48	50.015,9	50140,2	51010,2	42	65.391,4	65676,3	66815,9
49	40.902,7	41004,3	41715,8	43	19.490,2	19575,1	19914,8
50	38.140,7	38235,5	38898,9	44	26.053,3	26166,9	26620,9
51	24.384,4	24445,0	24869,2	45	17.787,1	17864,6	18174,6
52	5.862,6	5877,2	5979,1	46	3.403,6	3418,4	3477,7
53	5.642,2	5656,3	5754,4	47	6.519,0	6547,4	6661,0
54	5.434,1	5447,6	5542,1	48			0,0
<b>Total</b>	<b>6.143.142,2</b>	<b>6.158.407,8</b>	<b>6.265.267,2</b>	<b>Total</b>	<b>9.324.941,5</b>	<b>9.365.568,8</b>	<b>9.528.078,2</b>
<b>Área (mn<sup>2</sup>)</b>	<b>36,0</b>	<b>36,0</b>	<b>36,0</b>	<b>Área (mn<sup>2</sup>)</b>	<b>36,0</b>	<b>36,0</b>	<b>36,0</b>
<b>ρ (n<sup>o</sup>/mn<sup>2</sup>)</b>	<b>170.642,8</b>	<b>171.066,9</b>	<b>174.035,2</b>	<b>ρ (n<sup>o</sup>/mn<sup>2</sup>)</b>	<b>259.026,2</b>	<b>260.154,7</b>	<b>264.668,8</b>
<b>%Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>%Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Conglomerados. Método Hansen y Wolter.



**Tabla 5**  
Biomasa (ton) de jurel por talla segun métodos Conglomerado, Bootstrap y Geoestadístico.

Tallas	Crucero de evaluaci3n 2011			Tallas	Pesca previa al crucero 2012		
	Conglomerados	Bootstrap	Geoestadístico		Conglomerados	Bootstrap	Geoestadístico
30	0,0	0,0	0,0	24	0,0	0,0	0,0
31	0,0	0,0	0,0	25	2,2	2,2	2,3
32	0,0	0,0	0,0	26	29,5	29,6	30,1
33	0,0	0,0	0,0	27	116,2	116,7	118,8
34	7,8	7,8	8,0	28	195,3	196,1	199,5
35	133,2	133,6	135,9	29	151,1	151,8	154,4
36	192,7	193,1	196,5	30	336,5	337,9	343,8
37	261,7	262,4	266,9	31	565,5	567,9	577,8
38	546,4	547,8	557,3	32	411,0	412,8	419,9
39	684,2	685,9	697,8	33	310,6	312,0	317,4
40	616,1	617,6	628,3	34	205,8	206,7	210,3
41	556,1	557,5	567,2	35	231,9	232,9	236,9
42	304,1	304,8	310,1	36	255,9	257,0	261,5
43	173,0	173,4	176,4	37	243,4	244,5	248,7
44	187,0	187,4	190,7	38	172,0	172,7	175,7
45	105,1	105,4	107,2	39	127,5	128,1	130,3
46	71,7	71,9	73,1	40	81,4	81,8	83,2
47	59,2	59,3	60,3	41	36,8	36,9	37,6
48	54,5	54,6	55,5	42	49,8	50,0	50,9
49	47,1	47,2	48,0	43	15,8	15,9	16,2
50	46,3	46,4	47,2	44	22,5	22,6	23,0
51	31,2	31,3	31,8	45	16,3	16,4	16,7
52	7,9	7,9	8,1	46	3,3	3,3	3,4
53	8,0	8,0	8,2	47	6,7	6,7	6,9
54	8,1	8,1	8,3	48	0,0	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>4.101,3</b>	<b>4.111,5</b>	<b>4.182,8</b>	<b>Total</b>	<b>3.586,8</b>	<b>3.602,5</b>	<b>3.665,0</b>
<b>Área (mn<sup>2</sup>)</b>	<b>36,0</b>	<b>36,0</b>	<b>36,0</b>	<b>Área (mn<sup>2</sup>)</b>	<b>36,0</b>	<b>36,0</b>	<b>36,0</b>
<b>p (ton/mn<sup>2</sup>)</b>	<b>113,9</b>	<b>114,2</b>	<b>116,2</b>	<b>p (ton/mn<sup>2</sup>)</b>	<b>99,6</b>	<b>100,1</b>	<b>101,8</b>
<b>%Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>%Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Conglomerados. Conglomerado Aleatorio\* (Hansen) y Conglomerado Sistemático\*\* (Wolter).



### 7.1.5 Precisión de los estimados de abundancia y biomasa.

A fin de comparar los métodos utilizados en la cuantificación, se determinó el coeficiente de variación (CV) por cuanto estandariza la varianza registrada en un grupo de datos, permitiendo evaluar los diferentes estimadores de varianza aplicados en el estudio.

La varianza por si sola, no es posible de aplicar, por cuanto sólo representa la dispersión dentro de un grupo de datos, no siendo correcto su uso. Luego, se entrega la varianza de manera referencial.

Los estimados de varianza, coeficientes de variación y error del estimado, obtenidos mediante la aplicación de los diferentes métodos propuestos se entregan para jurel en las **Tablas 6 y 7**

El método de variables regionalizada presenta el coeficiente de variación más bajo respecto a los otros métodos, tanto para la biomasa y la abundancia en número, indicando con ello una mayor precisión relativa para el estimado de abundancia de jurel en la zona de estudio. En este sentido, el estimador por conglomerado presenta los mayores valores, siendo este tipo de resultados característico en las evaluaciones acústicas realizadas en la zona de estudio y centro sur del país. El mayor nivel de precisión alcanzado este año (20,6 -23,3) en el método geoestadístico, dado el bajo número de agregaciones de jurel presentes, no se encuentra en el marco de lo registrado en anteriores evaluaciones efectuadas durante otoño- invierno del 2006 al 2011 (6,3; 5,5; 12,1, 8,1, 9,9 y 11,3%) en la zona centro sur (Córdova *et al.*, 2007 al 2012).



**Tabla 6**  
 Varianza de la abundancia de jurel por talla según métodos Conglomerado, Bootstrap y Geoestadístico.

Tallas	Crucero de evaluación 2011				Tallas	Pesca previa al crucero 2012			
	Conglomerado*	Conglomerado**	Bootstrap	Geoestadístico		Conglomerado*	Conglomerado**	Bootstrap	Geoestadístico
30					24				
31					25	1,316E+08	1,270E+08	1,2776E+08	1,306E+08
32					26	1,663E+10	1,235E+10	1,2143E+10	1,103E+10
33					27	2,096E+11	1,526E+11	1,4968E+11	1,344E+11
34	3,193E+08	3,089E+08	3,0975E+08	3,168E+08	28	4,865E+11	3,531E+11	3,4629E+11	3,105E+11
35	6,899E+10	5,101E+10	5,0104E+10	4,540E+10	29	2,417E+11	1,757E+11	1,7237E+11	1,547E+11
36	1,237E+11	9,081E+10	8,9140E+10	8,044E+10	30	9,986E+11	7,236E+11	7,0953E+11	6,356E+11
37	1,968E+11	1,439E+11	1,4121E+11	1,271E+11	31	2,366E+12	1,713E+12	1,6789E+12	1,503E+12
38	7,425E+11	5,398E+11	5,2945E+11	4,752E+11	32	1,055E+12	7,645E+11	7,4957E+11	6,715E+11
39	1,013E+12	7,357E+11	7,2152E+11	6,473E+11	33	5,114E+11	3,711E+11	3,6387E+11	3,262E+11
40	7,173E+11	5,214E+11	5,1134E+11	4,589E+11	34	1,915E+11	1,393E+11	1,3661E+11	1,226E+11
41	5,123E+11	3,725E+11	3,6532E+11	3,279E+11	35	2,082E+11	1,514E+11	1,4851E+11	1,333E+11
42	1,348E+11	9,840E+10	9,6532E+10	8,682E+10	36	2,182E+11	1,586E+11	1,5556E+11	1,396E+11
43	3,855E+10	2,824E+10	2,7720E+10	2,499E+10	37	1,705E+11	1,240E+11	1,2167E+11	1,092E+11
44	3,986E+10	2,928E+10	2,8739E+10	2,594E+10	38	7,389E+10	5,390E+10	5,2881E+10	4,755E+10
45	1,121E+10	8,286E+09	8,1388E+09	7,374E+09	39	3,541E+10	2,593E+10	2,5455E+10	2,294E+10
46	4,647E+09	3,459E+09	3,3994E+09	3,092E+09	40	1,265E+10	9,334E+09	9,1687E+09	8,299E+09
47	2,827E+09	2,116E+09	2,0805E+09	1,898E+09	41	2,284E+09	1,725E+09	1,6986E+09	1,557E+09
48	2,148E+09	1,621E+09	1,5952E+09	1,462E+09	42	3,669E+09	2,740E+09	2,6951E+09	2,456E+09
49	1,441E+09	1,096E+09	1,0788E+09	9,924E+08	43	3,345E+08	2,650E+08	2,6221E+08	2,464E+08
50	1,254E+09	9,532E+08	9,3859E+08	8,636E+08	44	5,935E+08	4,630E+08	4,5737E+08	4,265E+08
51	5,160E+08	3,987E+08	3,9314E+08	3,648E+08	45	2,806E+08	2,258E+08	2,2370E+08	2,119E+08
52	3,207E+07	2,864E+07	2,8563E+07	2,833E+07	46	1,241E+07	1,367E+07	1,3888E+07	1,483E+07
53	2,971E+07	2,654E+07	2,6472E+07	2,626E+07	47	4,074E+07	3,805E+07	3,8181E+07	3,855E+07
54	2,757E+07	2,464E+07	2,4572E+07	2,438E+07	48				
<b>Total</b>	<b>3,612E+12</b>	<b>2,629E+12</b>	<b>2,579E+12</b>	<b>2,316E+12</b>	<b>Total</b>	<b>6,803E+12</b>	<b>4,934E+12</b>	<b>4,838E+12</b>	<b>4,336E+12</b>
<b>CV</b>	<b>0,3094</b>	<b>0,2640</b>	<b>0,2608</b>	<b>0,2429</b>	<b>CV</b>	<b>0,2797</b>	<b>0,2382</b>	<b>0,2348</b>	<b>0,2185</b>
<b>Error</b>	<b>50,9</b>	<b>43,4</b>	<b>42,9</b>	<b>40,0</b>	<b>Error</b>	<b>46,0</b>	<b>39,2</b>	<b>38,7</b>	<b>36,0</b>

Conglomerados. Conglomerado Aleatorio\* (Hansen) y Conglomerado Sistemático\*\* (Wolter)





**Tabla 7**  
 Varianza de la biomasa de jurel por talla según métodos Conglomerado, Bootstrap y Geoestadístico.

Tallas	Crucero de evaluación 2011				Tallas	Pesca previa al crucero 2012			
	Conglomerado*	Conglomerado**	Bootstrap	Geoestadístico		Conglomerado*	Conglomerado**	Bootstrap	Geoestadístico
30					24				
31					25	4,770E+00	4,602E+00	4,6301E+00	4,732E+00
32					26	7,434E+02	5,521E+02	5,4274E+02	4,930E+02
33					27	1,147E+04	8,346E+03	8,1865E+03	7,352E+03
34	5,990E+01	5,793E+01	5,8095E+01	5,942E+01	28	3,232E+04	2,346E+04	2,3005E+04	2,063E+04
35	1,507E+04	1,115E+04	1,0948E+04	9,920E+03	29	1,937E+04	1,408E+04	1,3810E+04	1,240E+04
36	3,142E+04	2,306E+04	2,2638E+04	2,043E+04	30	9,591E+04	6,951E+04	6,8150E+04	9,510E+04
37	5,751E+04	4,205E+04	4,1259E+04	3,715E+04	31	2,708E+05	1,960E+05	1,9218E+05	1,721E+05
38	2,510E+05	1,825E+05	1,7896E+05	1,606E+05	32	1,431E+05	1,037E+05	1,0167E+05	9,107E+04
39	3,904E+05	2,836E+05	2,7815E+05	2,495E+05	33	8,178E+04	5,933E+04	5,8183E+04	5,216E+04
40	3,170E+05	2,304E+05	2,2600E+05	2,028E+05	34	3,593E+04	2,613E+04	2,5625E+04	2,300E+04
41	2,593E+05	1,886E+05	1,8494E+05	1,660E+05	35	4,561E+04	3,316E+04	3,2526E+04	2,919E+04
42	7,778E+04	5,675E+04	5,5678E+04	5,008E+04	36	5,555E+04	4,039E+04	3,9611E+04	3,555E+04
43	2,525E+04	1,850E+04	1,8155E+04	1,637E+04	37	5,027E+04	3,656E+04	3,5865E+04	3,220E+04
44	2,933E+04	2,154E+04	2,1146E+04	1,909E+04	38	2,512E+04	1,832E+04	1,7977E+04	1,616E+04
45	9,346E+03	6,910E+03	6,7869E+03	6,150E+03	39	1,383E+04	1,013E+04	9,9435E+03	8,962E+03
46	4,372E+03	3,254E+03	3,1983E+03	2,909E+03	40	5,657E+03	4,174E+03	4,1005E+03	3,711E+03
47	2,982E+03	2,231E+03	2,1942E+03	2,002E+03	41	1,166E+03	8,804E+02	8,6686E+02	7,947E+02
48	2,531E+03	1,910E+03	1,8793E+03	1,722E+03	42	2,130E+03	1,591E+03	1,5646E+03	1,426E+03
49	1,901E+03	1,445E+03	1,4228E+03	1,309E+03	43	2,202E+02	1,745E+02	1,7263E+02	1,623E+02
50	1,847E+03	1,405E+03	1,3831E+03	1,273E+03	44	4,418E+02	3,447E+02	3,4050E+02	3,175E+02
51	8,447E+02	6,527E+02	6,4358E+02	5,971E+02	45	2,355E+02	1,896E+02	1,8780E+02	1,779E+02
52	5,825E+01	5,202E+01	5,1880E+01	5,146E+01	46	1,172E+01	1,291E+01	1,3113E+01	1,400E+01
53	5,976E+01	5,339E+01	5,3244E+01	5,282E+01	47	4,315E+01	4,030E+01	4,0443E+01	4,084E+01
54	6,128E+01	5,477E+01	5,4622E+01	5,420E+01	48				
<b>Total</b>	<b>1,478E+06</b>	<b>1,076E+06</b>	<b>1,056E+06</b>	<b>9,482E+05</b>	<b>Total</b>	<b>8,917E+05</b>	<b>6,471E+05</b>	<b>6,346E+05</b>	<b>5,689E+05</b>
<b>CV</b>	<b>0,2964</b>	<b>0,2529</b>	<b>0,2499</b>	<b>0,2328</b>	<b>CV</b>	<b>0,2633</b>	<b>0,2243</b>	<b>0,2211</b>	<b>0,2058</b>
<b>Error</b>	<b>48,8</b>	<b>41,6</b>	<b>41,1</b>	<b>38,3</b>	<b>Error</b>	<b>43,3</b>	<b>36,9</b>	<b>36,4</b>	<b>33,9</b>

Conglomerados. Conglomerado Aleatorio\* (Hansen) y Conglomerado Sistemático\*\* (Wolter)



## **7.2 Objetivo específico 2.2.** *Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock de jurel, en el área de estudio.*

### **7.2.1 Estructura de tallas.**

En atención a la escasa presencia de jurel detectado en la zona prospectada, su detección en sectores muy restringido, además de una separación entre agregaciones mayores a 1,5 mn y el comportamiento altamente reactivo al arte de pesca, determinó la realización de un bajo número de lances de pesca (4) por parte del PAM “Biomar III”, los cuales no registraron captura, razón por lo cual se consideró a modo referencial las estructuras de tallas provenientes de las capturas de los PAM Pelicano, Don Tito y Don Alfonso, realizadas previo al crucero y en el sector norte del área prospectada (**Tabla 8**).

La estructura de tallas de jurel compuesta por los distintos lances de pesca comerciales, muestra ejemplares entre 25 y 47 cm, agrupándose en torno a una distribución multimodal con una moda principal en 31 cm (rango 30-33 cm), y secundarias en 28 cm (rango 25-29 cm) y 36 cm (rango 34-41 cm) de longitud horquilla (**Figura 5**), evidenciando la moda principal una cercanía con modas observadas recurrentemente en las capturas efectuadas en la III y IV región.

### **7.2.2 Clave talla-edad.**

La clave talla - edad, se determinó a partir de la lectura de 200 otolitos provenientes de 8 lances de pesca con capturas de jurel, realizados por PAM Pelicano, Don Tito y Don Alfonso (**Tabla 8**). Cantidad de otolitos que provienen de la colecta de 10 pares por talla y su número corresponde aproximadamente a la multiplicación de 10 pares por el número de tallas colectado en la zona de estudio.



**Tabla 8.**  
Informaci3n de captura en peso (kg) en lances de pesca  
realizados por pesqueros industriales.

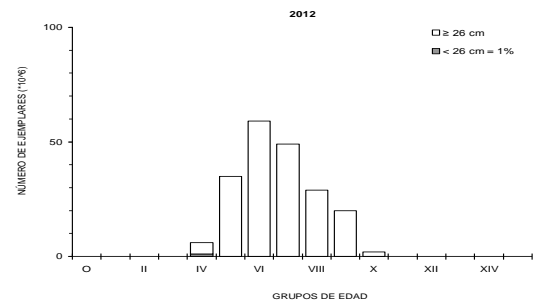
Correlativo	Nave	Fecha	Hora	Latitud (S)	Longitud (W)	Jurel	Caballa	Total	
1	Don Alfonso	07-06-12	16:49	32°01,4'	72°47,4'	65.000		70.000	
2	Don Tito	07-06-12	23:00	32°17,1'	73°35,7'	50.000		100.000	
3	Pelicano	07-06-12	23:02	32°17,2'	73°35,1'	20.000			
4	Pelicano	08-06-12	12:32	32°11,1'	73°36,4'	50.000			
5	Don Tito	09-06-12	08:50	32°14,0'	73°35,0'	50.000		10.000	
6	Don Alfonso	09-06-12	09:02	32°10,1'	73°46,5'	75.000		200.000	
7	Pelicano	09-06-12	11:38	32°14,6'	73°34,4'	70.000	30.000	150.000	
8	Don Alfonso	09-06-12	16:57	31°38,6'	73°35,0'	140.000		15.000	
						Total	520.000	30.000	550.000
						%	94,5	5,5	100

La composici3n de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 7 grupos en la zona de estudio, siendo los principales el VI, VII, V y VIII que participan con un 29,5; 24,5; 17,5 y 14,5% respectivamente (**Tabla 9**). Estructura etaria que no se compara con la observada en a~os anteriores, donde se registr3 la presencia de grupos de edad mayores (2008 VI-XVII; 2009 VI-XVI, 2010 VII-XVI y 2011 VII-XVI, producto de la captura de ejemplares en el l~mite norte del ~rea de estudio, destacando este a~o el debilitamiento de la estructura de edades por la carencia de un grupo fuerte en ella, al igual que lo reportado a~os anteriores en el sector sur del ~rea de estudio.



**Tabla 9.**  
Clave talla-edad para crucero de evaluaci3n de junio-julio del 2012.

TALLAS (cm)	FREC. Unidades	GRUPOS DE EDAD															
		O	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25	1				1												
26	1					1											
27	5				4			1									
28	7							6	1								
29	8							6	2								
30	15							8	7								
31	27							9	15	3							
32	25							1	17	7							
33	14					1		2	8	3							
34	5								3	2							
35	15							1	2	9	3						
36	15									8	7						
37	18							1	1	12	2	2					
38	13									4	8	1					
39	10									1	5	4					
40	6									1	2	2					
41	5										1	5					
42	4										2	2					
43	1											1					
44	2											1					
45	1												1				
46	1													1			
47	1														1		
48																	
49																	
50																	
51																	
52																	
53																	
54																	
55																	
56																	
57																	
58																	
59																	
60																	
TOTAL	200					6	35	59	49	29	20	2					
PORCENTA	100,00					3,0	17,5	29,5	24,5	14,5	10,0	1,0					





### 7.2.3 Relación longitud-peso y proporción sexual.

A partir de los lances de identificación realizados en la zona de estudio, para el conjunto de pares de datos de longitud y peso (N= 273 individuos), se estimó la relación longitud-peso para jurel en toda el área de estudio, a través de la aplicación de un modelo lineal (**Figura 6**). Modelo lineal que evidenció un buen grado de ajuste, estimando un coeficiente de correlación  $r^2 = 0,92$  con valores estimados de coeficientes de regresión de  $a=0,0349$  y  $b=2,6731$ .

La proporción sexual del jurel varió entre 35 a 62% para machos y 38 a 65% de hembras, no observando cambios importantes en la participación por sexo en la zona prospectada, determinándose en el sector donde se detectaron agregaciones de jurel, una contribución total de 52% de ejemplares hembras y 48% de machos.

**7.3 Objetivo específico 2.3** *Determinar la distribución espacial y batimétrica del jurel y del zooplancton, con especial énfasis en los principales ítems alimentarios del jurel, en el área de estudio y su relación con las condiciones oceanográficas.*

#### 7.3.1 Distribución geográfica del recurso.

El recurso mantiene su patrón de distribución característico observado en anteriores evaluaciones hidroacústicas realizadas en la zona, con agregaciones distribuidas en sentido latitudinal y paralelas a la costa, detectándose su registro acústico fuera de la ZEE, en el entorno de las 430 mn al oeste de Corral (40°S), con una absoluta ausencia de agregaciones en el sector de las primeras 200 mn y resto del sector oceánico en el área de estudio (**Figura 7**).



El patr3n de distribuci3n espacial del jurel durante este a3o, se corresponde con lo observado desde el 2003 al 2011, al agruparse las agregaciones de jurel detectadas al sur de Talcahuano, y registrar una disminuci3n la presencia de jurel hacia el sector costero (ZEE), que el 2009 y 2010 fue m3ximo y este a3o m3s notorio al no registrar recurso que permitiera efectuar una evaluaci3n en este sector (1 agregaci3n), verific3ndose este a3o una importante reducci3n en las 3rea de distribuci3n, desde 5.904 mn<sup>2</sup> (2010) , 972 mn<sup>2</sup> (2011) y 36 mn<sup>2</sup> (2012). Lo anterior, difiere de los otros a3os, donde el recurso ha presentado una distribuci3n m3s amplia en la zona de estudio (C3rdova *et al.*, 2012).

En este sentido, a partir del 2002 se ha hecho evidente un patr3n de distribuci3n del jurel caracterizado por una fuerte concentraci3n hacia el sur y un incremento sustantivo de la abundancia sobre las 200 mn en la zona de estudio, lo cual se insinúa este a3o a pesar de la baja presencia del recurso en la zona de estudio.

### **7.3.2 Descripci3n de estructuras espaciales en la informaci3n acústica.**

#### **7.3.2.1 Índice de presencia (IC), densidad (ID) y Pennington.**

Para el 3rea de presencia del recurso el índice de densidad (ID) y presencia (IC) fue de 0,7 t/mn<sup>2</sup> y 0,2%, valor de ID que est3 influenciado principalmente por una fuerte reducci3n de las densidades del recurso en la zona prospectada, al registrar este índice un valor de 149 t/mn<sup>2</sup> durante el 2011. Caída de la densidad que tambi3n est3 afectada en menor medida por la reducci3n del 3rea de IC=0,6% el 2011 y IC=0,2% el 2012, dando cuenta de una disminuci3n de la abundancia de jurel en la zona de estudio.

En 1999, 2000 y 2001, en las primeras 200 mn la distribuci3n espacial de jurel mostr3 estabilidad en la cobertura espacial (29,73; 30,28 y 29,50%), mientras



que el 3ndice de densidad se increment3 desde 159,24 a 263,18 t/mn<sup>2</sup>, indicando un aumento en la biomasa disponible entre estos a3os. En este sentido, los resultados alcanzados el 2008 (144,53 t/mn<sup>2</sup>) para un 3rea muy reducida (IC=0.6%), y la posterior ausencia del jurel el 2009, 2010 y la escasa abundancia el 2011, muestran el fuerte cambio en el uso del espacio que hace el jurel en la zona de estudio, al encontrarse en bajas densidades m3s alejado de la costa que lo observado en a3os anteriores, como ha quedado registrado en la operaci3n de la flota cerquera de la VIII Regi3n durante el 2008 al 2011.

El an3lisis hist3rico del estad3stico de Pennington que refunde los IC y ID, muestra en la ZEE, un importante aumento de densidad ac3stica entre 1997-2001 y su posterior ca3da hasta alcanzar el m3nimo valor de la serie, indicando un fuerte cambio en la disponibilidad del recurso en este sector. Asimismo, la disminuci3n de la densidad en sentido este-oeste entre el 2003 y 2009, observada a trav3s de sus valores a distinta distancia de la costa, evidencian el alejamiento de las agregaciones de jurel sugiriendo el desplazamiento de la disponibilidad de la abundancia hacia el sector oce3nico (**Figura 8**).

### 7.3.2.3 Variograma.

El an3lisis de la informaci3n mediante el uso de t3cnica de geoestad3stica, permiti3 ajustar al variograma experimental un modelo esf3rico con meseta de 4,5E+06; alcance de 0, 01 (~0,7 mn) y nugget 4E+06. El variograma muestra una alta proporci3n aleatoria dentro de la media milla, para el sector de concentraci3n de jurel en el 3rea oce3nica sur (**Figura 9**), el cual explica los niveles de precisi3n alcanzado en el estimado de biomasa.



### 7.3.3 Distribución batimétrica del recurso.

En la zona de estudio, el jurel se localizó desde los 20 a 130 m de profundidad, detectando en superficie solo un registro (20 m) a 25 mn de Valparaíso, en tanto el resto se ubicó a mayor profundidad (80 a 130 m) a 430 mn al oeste de Corral, destacando entre los 90 a 100 m un mayor número de agregaciones con las más altas densidades, lo cual hacia profundidad cambia al prevalecer la presencia de agregaciones de jurel pero de baja densidad en este sector (**Figura 10**).

Este año, la presencia de agregaciones de jurel superficiales en la costa y a profundidad en sector oceánico, sugiere la profundización del recurso se desde la costa hacia la alta mar, como ha sido recurrente en las prospecciones realizadas en la zona de estudio, registrándose este año, al igual que desde el 2003 al 2008 valores mayores al exterior de la ZEE, donde este año el aporte mayoritario de las agregaciones mas profundas corresponde al sector oceánico. En este sentido, estos resultados se corresponden con análisis a las zonas 5-100, 101-200, 201-300, 301-400 y 401-500 mn entre el 2003 y 2008, que muestra distribuciones en profundidad estadísticamente distintas, al determinar valores de  $\chi^2$  (calculados) (1.072,02; 3.123,89; 139,55; 129,73 y 92,01) mayores al  $\chi^2$  (crítico) (67), evidenciando la ubicación a mayor profundidad del jurel hacia el sector oceánico, al registrarse profundidades promedios de 59,7; 77,0; 98,3; 95,3 y 98,9 m, respectivamente.

### 7.3.4 Composición y abundancia del zooplancton.

La distribución y composición del zooplancton se presenta separado para el período diurno y nocturno, de acuerdo a la información de 54 estaciones diurnas y 48 nocturnas.





El análisis de composición y abundancia del zooplancton muestra la presencia de 25 grupos zooplanctónicos en la zona de estudio (**Tablas 10 y 11**). La abundancia global para la zona de estudio fue de 4.601.727 individuos, de estos, 1.965.324 individuos se registraron en el día y 2.636.403 individuos en la noche.

En la zona de estudio, el zooplancton diurno y nocturno estuvo conformado principalmente por copépodos con una dominancia de 67,63 - 70,37%, seguido por quetognatos con 13,77 - 14,02% y ostrácodos 6,58 - 5,10%. Los grupos restantes en conjunto aportan el 11,72% del plancton evaluado durante el día y 10,52% en la noche. Solo los bivalvos y estomatóforos no fueron comunes para ambos periodos de muestreo (**Tabla 10**).

La densidad media de los grupos zooplanctónicos por sectores ubicados entre 10 a 200, 230 a 400 y 430 a 600 mn de la costa, muestra los más altos valores para el día y la noche en copépodos, quetognatos y ostrácodos, observando en general, una caída del número de taxas y grupos dominantes hacia la alta mar, así como el aumento nocturno de densidad en gran parte de los grupos zooplanctónicos, destacando valores mayores asociado al sector costero y bajos valores diurnos y nocturnos en el área oceánica (**Tablas 11 y 12**).



**Tabla 10.**

Grupos zooplanctónicos presentes en las pescas diurnas y nocturnas entre 5 y 600 mn. N° total de individuos; (N° Total ind): Número estaciones positivas; (Min): mínimo; (Máx.): máximo; (DE): desviación estándar; (%Dom): Dominancia; (% Frec): Frecuencia y Clase.

Diurno	Grupos	N°Total Ind	N°Est (+)	Min	Max	Media	DE	%Dom	Clase	%Frec	Clase
Copépodos	Crustáceos	1335091	54	1188	74908	24724	14558,435	67,93	Dominante	100,00	Constante
Quetognatos	Quetognatos	270708	54	72	12576	5013	2546,363	13,77	Dominante	100,00	Constante
Ostrácodos	Crustáceos	129295	53	50	9931	2394	1913,667	6,58	Dominante	98,15	Constante
Radiolarios	Radiolarios	64858	46	11	7590	1201	1429,580	3,30	Accesorio	85,19	Constante
Apendicularias	Cordados	29039	49	22	4642	538	854,277	1,48	Accidental	90,74	Constante
Poliquetos	Anelidos	27336	51	38	3166	506	665,730	1,39	Accidental	94,44	Constante
Foraminíferos	Foraminíferos	27087	44	21	4053	502	730,783	1,38	Accidental	81,48	Constante
Eufáusidos	Crustáceos	15786	53	3	3275	292	532,343	0,80	Accidental	98,15	Constante
L.eufausidos	Crustáceos	10966	43	21	1534	203	281,096	0,56	Accidental	79,63	Constante
Sifonóforos	Celenteros	9252	47	25	455	171	132,044	0,47	Accidental	87,04	Constante
Medusas	Celenteros	6695	34	23	670	124	168,541	0,34	Accidental	62,96	Constante
Larvas gastrópodos	Moluscos	6490	28	39	811	120	181,864	0,33	Accidental	51,85	Constante
Pterópodos	Moluscos	5307	34	19	571	98	134,545	0,27	Accidental	62,96	Constante
L.cifonautas	L.cifonautas	4820	31	34	923	89	150,617	0,25	Accidental	57,41	Constante
Ctenóforos	Celenteros	4713	17	24	3542	87	481,317	0,24	Accidental	31,48	Constante
Heterópodos	Moluscos	4175	27	39	409	77	105,610	0,21	Accidental	50,00	Accesorio
Anfípodos	Crustáceos	3947	36	21	375	73	79,993	0,20	Accidental	66,67	Constante
Lar.Decápodos	Crustáceos	3723	17	21	2485	69	344,804	0,19	Accidental	31,48	Accesorio
Salpas	Cordados	3247	25	21	497	60	100,906	0,17	Accidental	46,30	Accesorio
Doliólidos	Cordados	939	6	24	634	17	88,337	0,05	Accidental	11,11	Accidental
Larva Cypris	Crustáceos	797	16	19	79	15	24,638	0,04	Accidental	29,63	Accesorio
Nauplis	Crustáceos	438	6	41	136	8	25,768	0,02	Accidental	11,11	Accidental
Bivalvos	Moluscos	237	3	41	109	4	19,443	0,01	Accidental	5,56	Accidental
Estomatópodos	Crustáceos	193	2	51	142	4	20,408	0,01	Accidental	3,70	Accidental
Isópodos	Crustáceos	185	6	15	58	3	10,946	0,01	Accidental	11,11	Accidental
<b>Nocturno</b>		<b>N° Est (+)</b>	<b>N°Ind totales</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Media (t)</b>	<b>DE</b>	<b>Dom (%)</b>		<b>Frec (%)</b>	
Copépodos	Crustáceos	1855210	48	5407	367714	38650	52272,905	70,37	Dominante	100,00	Constante
Quetognatos	Quetognatos	369552	48	73	102574	7699	14472,557	14,02	Dominante	100,00	Constante
Ostrácodos	Crustáceos	134571	48	41	23291	2804	3568,041	5,10	Dominante	100,00	Constante
Apendicularias	Cordados	47054	43	33	12933	980	2346,472	1,78	Accidental	89,58	Constante
Radiolarios	Radiolarios	44682	36	16	5176	931	1263,269	1,69	Accidental	75,00	Constante
Foraminíferos	Foraminíferos	33736	39	31	9410	703	1498,601	1,28	Accidental	81,25	Constante
Eufáusidos	Crustáceos	31289	48	40	4985	652	965,864	1,19	Accidental	100,00	Constante
L.eufausidos	Crustáceos	30214	42	32	14116	629	2056,866	1,15	Accidental	87,50	Constante
Poliquetos	Anelidos	30147	47	32	4470	628	779,339	1,14	Accidental	97,92	Constante
Sifonóforos	Celenteros	8632	41	33	872	180	213,703	0,33	Accidental	85,42	Constante
Anfípodos	Crustáceos	8575	28	23	4235	179	641,692	0,33	Accidental	58,33	Constante
Pterópodos	Moluscos	8101	32	31	1191	169	276,037	0,31	Accidental	66,67	Constante
L.cifonautas	L.cifonautas	7869	23	23	3058	164	467,859	0,30	Accidental	47,92	Constante
Medusas	Celenteros	7267	27	16	1153	151	241,176	0,28	Accidental	56,25	Constante
Salpas	Cordados	5797	12	31	2354	121	403,867	0,22	Accidental	25,00	Accidental
Larvas gastrópodos	Moluscos	4328	17	31	962	90	201,217	0,16	Accidental	35,42	Accesorio
Heterópodos	Moluscos	4002	22	31	876	83	156,229	0,15	Accidental	45,83	Accesorio
Lar.Decápodos	Crustáceos	2559	9	34	789	53	174,722	0,10	Accidental	18,75	Accidental
Ctenóforos	Celenteros	950	10	18	260	20	51,921	0,04	Accidental	20,83	Accidental
Nauplis	Crustáceos	784	5	87	230	16	52,319	0,03	Accidental	10,42	Accidental
Doliólidos	Cordados	495	6	31	235	10	37,282	0,02	Accidental	12,50	Accidental
Larva Cypris	Crustáceos	459	6	31	235	10	36,332	0,02	Accidental	12,50	Accidental
Isópodos	Crustáceos	130	3	42	44	3	10,574	0,005	Accidental	6,25	Accidental



**Tabla 11.**  
Densidad media por grupo zooplanctónico diurnas y nocturnas,  
entre 10-200, 230-400 y 430-600 mn.

Grupos zooplanctónicos	DIA			NOCHE		
	10-200 mn	230-400 mn	430-600 mn	10-200 mn	230-400 mn	430-600 mn
Copépodos	30.871	18.219	9.939	52.250	22.479	13.764
Quetognatos	5.746	4.401	2.984	10.470	3.141	3.765
Ostrácodos	3.030	2.026	370	4.045	1.459	412
Salpas	75	57	3	184	36	15
Pterópodos	81	185	30	195	229	40
Apendicularias	703	210	387	1.385	450	285
Radiolarios	1.702	657	18	1.497	120	18
Poliquetos	711	211	139	893	206	240
Foraminíferos	251	509	1.525	555	382	1.421
Larvas eufáusidos	185	300	122	868	377	165
Eufáusidos	433	90	39	978	205	109
Doliólidos	28			17		
Larvas Decápodos	111	2	3	87		3
Sifonóforos	197	117	155	213	84	169
Medusas	188	37		245	4	11
Anfípodos	102	33	20	287	21	7
Nauplis	7	13	5	14	42	
Heterópodos	118	21		134	13	
Larvas cifonautas	144	6		268	8	3
Isópodos	2	7	3	4		
Ctenóforos	140	6		33		
Larva Cypris	24			16		
Etomatóopodos	4	4				
Bivalvos	6	3				
Larvas Gastrópodos	197			149		



**Tabla 12.**  
Densidad media (ind/1.000 m<sup>3</sup>) y porcentaje del coeficiente variación (CV) de los grupos numéricamente más importantes, en las capturas diurnas y nocturnas durante los años 2003 – 2012 (230/ 400, 430/600 mn).

Copépodos	Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn		Diurno 430/600mn		Nocturno 430/600mn	
	Densidad media	CV(%)	Densidad media	CV(%)	Densidad media	CV(%)	Densidad media	CV(%)
2003	45791	73	77133	58				
2004	13865	54	36221	56				
2005	25957	72	39819	55				
2006	39224	58	82375	35	29594	32	53835	55
2007	22085	72	51742	57				
2008	8203	84	12058	77	13397	83	17812	92
2009	29517	78	73340	66	20559	81	41743	60
2010	12008	62	34358	37	4364	87	21057	56
2011	11900	79	51146	91	9357	75	34896	64
2012	18219	71	22479	48	9939	51	13764	45
Quetognatos	Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn		Diurno 430/600mn		Nocturno 430/600mn	
	Densidad media	CV(%)	Densidad media	CV(%)	Densidad media	CV(%)	Densidad media	CV(%)
2003	2131	46	4640	55				
2004	3721	61	4527	39				
2005	3352	49	4208	39				
2006	3692	62	6391	59	3969	50	9091	67
2007	2495	57	5099	66				
2008	1543	83	1563	72	2213	48	3676	57
2009	5934	52	10039	47	5338	56	7217	48
2010	4408	47	7005	50	2859	66	6862	42
2011	5617	70	5066	87	3926	81	4210	44
2012	4401	63	3141	26	2984	43	3765	19
Ostrácodos	Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn		Diurno 430/600mn		Nocturno 430/600mn	
	Densidad media	CV(%)	Densidad media	CV(%)	Densidad media	CV(%)	Densidad media	CV(%)
2003	454	74	308	65				
2004	372	91	375	91				
2005	545	66	1067	69				
2006	1420	58	3436	119	1558	77	3359	58
2007	581	98	787	89				
2008	1157	110	1360	81	487	70	839	69
2009	2671	159	3360	80	1339	94	1580	88
2010	852	66	1209	79	218	89	250	87
2011	4946	183	3469	89	1989	150	2133	115
2012	2026	82	1459	48	370	57	412	58
Eufáusidos	Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn		Diurno 430/600mn		Nocturno 430/600mn	
	Densidad media	CV(%)	Densidad media	CV(%)	Densidad media	CV(%)	Densidad media	CV(%)
2003	1667	358	5871	154				
2004	28	82	411	60				
2005	145	84	623	58				
2006	293	187	829	91	197	67	1601	55
2007	253	468	103	184				
2008	101	221	413	119	1	173	117	84
2009	64	123	240	90	89	167	266	115
2010	90	89	570	66	67	90	453	87
2011	207	137	510	87	355	112	609	69
2012	90	160	205	57	39	70	109	44



### a) Copépodos

A fin de comparar la composición y densidad media relativa de los grupos zooplanctónicos más importantes en número desde 2003 al 2012, se consideró la información comprendida entre las 230 a 400 mn y mayores a 430 mn de la costa (**Tabla 12**).

Los copépodos se constituyen como grupo dominante en términos de presentar las mayores densidades históricas, y además alcanzar este año una frecuencia de ocurrencia (constancia) del 100% y dominancia numérica sobre el 67,93% en la zona de estudio.

Este grupo presentó una predominancia durante la noche, con una densidad media de 38.650 individuos /1.000 m<sup>3</sup> y valores mínimos de 5.407 individuos/1.000 m<sup>3</sup> y máximo de 367.714 individuos/1.000 m<sup>3</sup>. En el día, el rango de las densidades observadas es menor a 74.908 individuos/1.000 m<sup>3</sup>, lo cual explica una disminución en la dominancia (67,93%) y densidad media con 24.724 individuos/1.000 m<sup>3</sup>.

El análisis no paramétrico Kruskal-Wallis aplicado a las abundancias relativas diurnas y nocturna de este grupo, no mostró diferencias significativas (valor p = 0,060, al registrar su densidad media nocturna un incremento de 16% y una dominancia mayor en sólo 2,4% (**Figura 11, Tabla 13**).

Al comparar los distintos años con el 2012, los copépodos muestran una disminución en sus niveles de abundancia a partir del 2009 (230 - 400 mn) y (430 - 600 mn), con densidades diurna y nocturna variables pero decrecientes (-38 y 30%) entre las 230 a 400 mn y un decremento mayor (-52 y 67%) de sus abundancias de 430 a 600 mn, registrando este año una densidad diurna



levemente superior al 2011 pero en el rango de los bajos valores registrados durante este periodo. Se verifica para 2003 al 2012, un número mayor de individuos durante el período nocturno (**Tabla 12**).

## **b) Quetognatos**

Los quetognatos se constituyeron en el segundo grupo de relevancia cuantitativa a pesar de exhibir una dominancia baja (13,77% día y 14,02% noche). Igual que los copépodos este grupo presenta una frecuencia constante que determinó su incidencia cercana al 100% de las estaciones planctónicas, clasificando como grupo dominante en las muestras de zooplancton (**Tabla 10**).

La densidad media diurna fue de 5.013 individuos/1.000 m<sup>3</sup> y fluctuó entre 72 y 12.576 individuos/1.000 m<sup>3</sup>, mientras que durante la noche se registró una densidad promedio mayor de 7.669 individuos/1.000 m<sup>3</sup> que varió entre 73 y 102.574 individuos/1.000 m<sup>3</sup> (**Tablas 10 y 11**). Sin embargo, estas densidades diurnas-nocturnas no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p=0,008$ , **Tabla 13; Figura 12**).

Este grupo no mostró diferencias significativas en la abundancia media para el día y la noche, reflejando una baja diferencia entre las abundancias de ambos periodos, lo cual difiere de copépodos donde se registran cambios notorios de la abundancia media en ambos períodos para los años 2004, 2006, 2007, 2009, 2010 y 2011 (**Tabla 10**).



**Tabla13.**  
Resultado de la Prueba de Kruskal-Wallis. Los valores significativos se indican en negrita (valor  $p < 0,05$ ).

Grupos Zooplanct3nicos	Abundancia		Valor p
	Día	Noche	
Copépodos	1.335.091	1.855.210	0,060
Quetognatos	270.708	369.552	0,882
Ostrácodos	129.295	124.571	0,994
Radiolarios	64.858	44.682	0,149
Apendicularias	29.039	47.054	0,665
Poliquetos	27.336	30147	0,172
Foraminíferos	27.087	33.736	0,746
Eufáusidos	15.786	31.289	<b>0</b>
L.eufausidos	10.966	30.214	0,146
Sifonóforos	9.252	8.632	0,356
Medusas	6.695	7.267	0,873
Pterópodos	5.307	8.101	0,365
L.cifonautas	4.820	7.869	0,472
Heteropodos	4.175	4.002	0,685
Anfípodos	3.947	8.575	0,517
Lar.Decápodos	3.723	2.559	0,260
Salpas	3.247	5.797	0,098
Doliólidos	939	495	0,810
Larva Cypris	797	459	<b>0,036</b>
Nauplis	438	784	0,970
Isopodos	185	130	0,437

Este grupo dominante por su abundancia en el zooplancton ha experimentado fluctuaciones en sus valores, registrando este a3o diferencia en la densidad media de ambos periodos respecto al 2011, con un decremento diurno de 22% (230-400 mn) y 24% (430-600 mn), en tanto durante la noche aumentan a 38% y 11% en cada sector.

### c) Ostrácodos

Los ostrácodos que son una taxa dominante en la zona de estudio, se distribuyeron con una densidad media diurna de 2.394 individuos/1.000 m<sup>3</sup> y 2.804 individuos/1.000 m<sup>3</sup> nocturna. La constancia fue de 98,15% (días) y 100% (noche), con lo cual mantiene la característica de valores superiores al 80% observado a



través de los distintos años, lo que en conjunto a la dominancia de este grupo de 6,58% (día) y 5,10% (noche), lo sitúa en el tercer lugar de importancia numérica y característica de grupo dominante.

La mayor parte de las estaciones presentaron concentraciones moderadas, tanto de día como de noche, razón por lo cual su abundancia numérica no fue significativa para ambos periodos (valor  $p = 0,008$ ) (**Tabla 13, Figura 13**).

Este grupo, igual que copépodos muestra un descenso en su abundancia relativa durante el período otoñal 2009 al 2012, con valores variables que este año alcanzan abundancias relativas menores, respecto al año pasado, con una fuerte reducción de 59% en el día y 81% para la noche, para ambos periodos en la zona de estudio.

#### **d) Eufáusidos**

Los eufáusidos que son el ítem principal en la dieta de jurel, alcanzaron el séptimo en el día y octavo durante la noche, ascendiendo respecto al 2012, del onceavo y noveno lugar en importancia numérica para ambos periodos. La dominancia numérica fue baja, tanto de día (0,80%) como de noche (1,19%), con una densidad media de 292 individuos/1.000 m<sup>3</sup> y 652 individuos/1.000 m<sup>3</sup> (**Tabla 10**), estableciendo la condición de accidental para este grupo zooplanctónico (**Figura 14**).

Durante el presente estudio los eufáusidos se registraron en el 98,15% de las estaciones durante el día, mientras que de noche fue del 100%. Durante la noche las estaciones registran un mayor número de individuos, respecto a las estaciones diurnas, lo cual se evidenció en la prueba estadística aplicada a la información de los





lances planct3nicos diurnos y nocturnos, que muestra la existencia de diferencias significativas entre ambos per3odos, al obtener mediante la prueba ANOVA de Kruskal-Wallis un valor  $p = 0,000$ . Resultado, que corrobora las diferencias significativas registradas entre ambos per3odos para los distintos a3os de estudio (2003-2012).

Las densidades exhibidas por este grupo en todas las estaciones en la zona de estudio, se encuentran dentro de los valores de la serie hist3rica analizada, reconociendo este a3o respecto a lo registrado el a3o pasado, una disminuci3n en la densidad media de euf3usidos de 57 y 89% para el periodo diurno y durante la noche de 59% y 82% (**Tabla 12**), evidenciando para el 3tem principal en la alimentaci3n de jurel un decremento de su disponibilidad en la zona de estudio.

#### e) Larvas de euf3usidos

Este grupo sigue a los eufausidos en abundancia, ocupando el noveno lugar en la dominancia num3rica diurna (0,56%) y el octavo en la nocturna (1,16%), presentando una frecuencia diurna de 79,63% y nocturna de 87,50%, clasificando como grupo accidental (**Tabla 10**).

En general, las abundancias medias de las larvas de euf3usidos registradas durante el d3a (203 individuos/1.000 m<sup>3</sup>) y la noche (629 individuos/1.000 m<sup>3</sup>), presentan un cambios en su magnitud, donde el an3lisis de Kruskal –Wallis para ambos horarios no revel3 la existencia de diferencias estad3sticas significativas, al obtener  $p = 0,146$ , lo cual puede estar explicado por el aporte de un 47% de las larvas de euf3usidos, por parte de solo una estaci3n ubicada a 25 mn al norte de Maintencillo (32°17'S) en la zona de estudio (**Figura 15, Tabla 13**).



### 7.3.5 Distribución del zooplancton

#### a) Copépodos

Este grupo estuvo presente en toda la zona de estudio, observando en sentido longitudinal densidades diurnas y nocturnas con una tendencia descendente hacia la alta mar, de manera coherente como años anteriores, donde este año estaciones de plancton realizadas entre 200 y 600 mn muestran valores diurnos y nocturnos que paulatinamente disminuyen de manera variable, con una clara tendencia decreciente hacia el sector oceánico, donde la densidad de copépodos (> 400 mn) contribuyen con solo un 5,9% para el día y 7,4% durante la noche en la zona de estudio (**Figura 16**). En términos de latitud no se registra un patrón de tendencia claro en sentido norte-sur, donde el mayor número de individuos durante la noche al norte de Papudo, corresponde solo a una estación ubicada a 25 mn al norte de Maintencillo, que reúne el 20% de los copépodos totales para este periodo (**Figura 16**).

#### b) Quetognatos

La distribución espacial de las densidades no fue diferente entre el día y la noche, principalmente por la homogeneidad de sus valores al predominar las categorías 1.387 - 11.373 individuos/1.000 m<sup>3</sup> (**Figura 16**), siendo la excepción un valor alto único nocturno (62.950-135.00 individuos/1.000 m<sup>3</sup>) situado al norte de San Antonio. Para ambos períodos el número de quetognatos, al igual que los copépodos, presenta tendencia este-oeste o viceversa, registrando su máxima densidad en el día a 25 mn (**Figura 16**).



En la noche, la mayor densidad media de quetognatos por transecta se registró al norte de Maintencillo ( $32^{\circ}37'S$ ) mientras su más bajos valores estuvieron al sur de isla Mocha ( $38^{\circ}20'S$ ), evidenciando una tendencia decreciente de norte a sur en el área de estudio. Situación que también se observa de manera más leve durante las estaciones diurnas y junto a la homogeneidad de la distribución espacial de quetognatos diurna y nocturna, explicarían los resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis aplicada a ambos periodos.

Estas tendencias registradas este año, difieren con lo observado el 2009 y 2010, donde las menores abundancias de quetognatos para ambos periodos se ubicaron en el sector norte del área de estudio.

### c) Ostrácodos

En general, las ostrácodos estuvieron presentes en toda la zona de estudio, para ambos periodos sus mayores concentraciones se ubicaron en el sector costero norte del área de estudio, punta Toro ( $33^{\circ}52'S$ ) y al norte de Maintencillo ( $32^{\circ} 37'S$ ), con una disminución de las densidades medias por transecta desde el norte a sur y desde la costa hacia la alta mar (**Figura 16**).

Las mayores agregaciones de individuos se localizaron tanto de día (9.931 individuos/1.000 m<sup>3</sup>) a 200 mn de punta Toro, como de noche (23.291 individuos/1.000 m<sup>3</sup>) a 25 mn al norte de Maintencillo, lo que junto al predominio hacia el sur de focos de menor relevancia cuantitativa, menos más frecuentes y constantes, en las estaciones más oceánicas diurnas y nocturnas, ratifican la concentración de ostrácodos hacia el norte del área de estudio (**Figura 16**).



#### d) Eufáusidos

Este grupo estuvo presente en el área prospectada, con una alta incidencia durante el día que alcanza al 98,15% de las estaciones, prevaleciendo un rango de densidad entre 1-367 ind/1.000 m<sup>3</sup>, en el 83,33% de ellas, con algunos incrementos puntuales que superan levemente los 1.386 ind/1.000 m<sup>3</sup> hacia el sector norte costero y sur oceánico. En la noche, la concentraci3n de eufáusidos registra un notorio incremento en gran parte de las estaciones costeras y oceánicas, predominando densidades entre 66-1.386 ind/1.000 m<sup>3</sup> y donde dos estaciones con abundancias superiores a 4.000 ind representan el 30% de total de eufáusidos cuantificados en la zona, destacando un máxímo situado a 25 mn al norte de Maintencillo (**Figura 16**). En general, la abundancia de eufáusidos colectada este ańo es notoriamente menor a lo registrado el 2011, encontrándose sus valores en el rango bajo respecto a lo indicado en la serie histórica registrada desde el 2003 en la zona de estudio (**Tabla 12**).

En sentido latitudinal y longitudinal, los valores de densidad media diurna y nocturna muestran tendencia decreciente en sentido norte sur y este-oeste, registrando una estabilidad de las altas densidades desde las 300 mn y la alta mar, con importantes incremento de la concentraci3n al norte de Maintencillo y frente a San Antonio, decreciendo hacia el sur del área prospectada (**Figura 16**).

En el sector oceánico, la densidad media de eufáusidos fue bastante menor, registrando el único sector donde se detectó escasa presencia del recurso la categoría más baja (1-65 ind/1.000 m<sup>3</sup>), lo cual es importante destacar, por cuanto estudios anteriores han establecido densidades bajas y menor frecuencia de ocurrencia de eufáusidos en el sector donde predominaron altas densidades de jurel, sugiriendo una relaci3n de alimentaci3n al ser los eufáusidos la principal presa



de jurel (**Figura 16**). Afirmación que se fortalece ante la disminución sostenida de las densidades de eufáusidos y la biomasa presentes del recurso en el área de estudio, lo cual este año se hace extrema al registrar este grupo disminuciones >57 y 82%, respecto al 2012.

#### **e) Larvas de eufáusidos**

Este grupo tuvo una alta incidencia en las estaciones zooplanctónicas, presentando su distribución espacial de densidad una notoria diferenciación entre el día y la noche, al registrar el periodo diurno una frecuencia mayor de bajas densidades en las estaciones ubicadas tanto en el sector norte costero como sur oceánico. Durante la noche estas se incrementan en la zona, principalmente en las primeras 160 mn destacando dos categorías máximas (4.244-11.373 individuos/1.000 m<sup>3</sup>) a 25 mn al norte de Maintencillo y sur de San Antonio, que representa el 47% de total de las larvas de eufáusidos colectadas, siendo relevante respecto al patrón de distribución diurno de esta especie (**Figura 16**).

Para ambos periodos, las densidades medias por transectas muestran valores erráticos, evidenciando sólo las densidades nocturnas un incremento relevante en el sector norte y costero (**Figura 16**).

#### **7.3.6 Estructura comunitaria de los grupos zooplanctónicos.**

A objeto de detectar tendencias espaciales tanto en sentido latitudinal como longitudinal, el análisis de la estructura comunitaria histórica incluyó un sector costero (5-200 mn) dividido desde punta Nugurne (36°S) en zona norte y zona sur, un sector sur oceánico intermedio y sector sur oceánico, ambos dividido en tres zona (**Tabla 14**).



El índice de riqueza de Margalef en el sector costero norte fluctuó de 0,84 a 1,80, con un valor promedio de 1,40 que corresponde al más alto desde 1997 a 2012 (**Tabla 14**), el cual se explica por la presencia de formas larvales de cirrípedios (crustácea) y moluscos (bivalvos y gasterópodos), sugiriendo una gran interacción bentopelágica en la zona (**Figura 17a**). Los altos valores se ubicaron entre 50 a 100 mn y los bajos hacia la costa frente a Constitución y Topocalma, en tanto en el sector costero disminuyen hacia la alta mar, con valores que van desde 1,02 -1,35 el sector intermedio y de 0.68 a 1,01 en el sector oceánico.

El índice de diversidad de Shannon & Weaver fluctuó desde 0,74 a 1,55, con un valor promedio de 1,15 y que al igual que el índice de Margalef, es el más alto para el periodo 2007-2012, indicando una mayor diversidad por el mayor número de taxas y en menor medida por la similitud del aporte numérico de los distintos grupos zooplanctónicos (**Tabla 14**). Al igual que el índice de Margalef, el valor medio alto estuvo determinado por las densidades de estadios larvales de crustáceos y moluscos.

Este índice de diversidad no presentó gradiente latitudinal pero sí en sentido longitudinal, de manera similar a lo observado para el índice de Margalef en el sector costero norte, e inverso en el sector sur oceánico, al registrar un leve incremento de la diversidad con el aumento de la distancia a la costa, producto de una mayor homogeneidad numérica de las taxas presentes, dado la disminución hacia el alta mar del aporte de los grupos dominantes (**Figura 17b**).

La uniformidad en sector costero norte tuvo un valor medio de 0,42, similar al registrado en la zona durante el 2009, siendo este valor central bastante frecuente en las estaciones realizadas, lo cual explica su desviación estándar asociada que es la más baja de la serie 1997-2012 (**Tabla 14**). La distribución espacial estuvo



acorde a la descrita para el índice de diversidad de Shanon y Weaver, evidenciando una alta dominancia y baja uniformidad en el sector costero norte (Topocalma), con un posterior incremento leve de la homogeneidad hacia el área oceánica, producto de la reducción en la abundancia numérica de los grupos dominantes presentes en la zona prospectada (**Figura 17c**).

El índice de similitud de Winer indicó para el período de otoño del 2012, que no existe porcentajes altos de coexistencia entre los grupos zooplanctónicos, es decir, que su presencia en forma simultánea en las estaciones no fue escasa. El mayor índice se obtuvo a nivel del 97% entre copépodos y quetognatos, donde existiría una relación predador-presa, para estos principales componentes de plancton cuantificado en este estudio, un 95% entre larvas de eufáusidos-anfípodos, un 95% entre ctenóforos-doliólidos, un 82% entre ostrácodos-radiolarios, un 81% entre estomatópodos-larvas decápodos y por último cerca de un 64% entre apendicularias con gastrópodos en la zona de estudio (**Figura 18**).



**Tabla 14.**  
Estadísticos descriptivos de los índices comunitarios por sector, zona y año (1997 – 2012).

Sector	Parámetro	Estadístico	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Costero norte (10-200 mn) (> 36° S)	H (Shannon & Weaver)	Media	0,98	0,91	1,00	1,31	1,03	1,25	1,19	1,21	1,33	0,98	0,91		1,03			1,15	
		Desv estandar	0,27	0,24	0,27	0,26	0,43	0,40	0,46	0,33	0,35	0,31	0,32		0,29				0,16
	E1 (Pielou)	Media	0,41	0,38	0,38	0,51	0,40	0,50	0,48	0,49	0,52	0,39	0,35		0,42				0,42
		Desv estandar	0,12	0,09	0,11	0,10	0,16	0,15	0,18	0,13	0,13	0,12	0,12		0,13				0,05
	R1 (Margalef)	Media	0,88	0,89	1,14	1,13	1,09	1,09	1,07	1,07	1,16	1,06	1,23		1,11				1,40
		Desv estandar	0,15	0,13	0,18	0,15	0,22	0,25	0,22	0,21	0,20	0,23	0,22		0,22				0,19
	Densidad (ind/m³)	ab_media	248651	124177	168694	70526	132204	37705	44870	33502	47276	56733	40865		31697				57734
Costero sur (10-200 mn) (<36° S)	H (Shannon & Weaver)	Media	1,20	0,99	1,07	1,09	0,79	1,33	1,07	1,09	0,79	0,87	0,93	1,18	1,15				
		Desv estandar	0,32	0,24	0,29	0,30	0,49	0,30	0,32	0,34	0,26	0,38	0,28	0,34	0,22				
	E1 (Pielou)	Media	0,48	0,39	0,42	0,42	0,34	0,52	0,44	0,44	0,32	0,34	0,34	0,34	0,53	0,46			
		Desv estandar	0,13	0,09	0,12	0,10	0,21	0,11	0,12	0,13	0,10	0,14	0,11	0,14	0,10				
	R1 (Margalef)	Media	0,93	0,99	1,09	1,10	0,85	1,15	1,01	1,06	0,99	1,08	1,35	0,90	1,10				
		Desv estandar	0,12	0,14	0,23	0,17	0,19	0,14	0,21	0,23	0,21	0,27	0,24	0,25	0,26				
	Densidad (ind/m³)	ab_media	224133	125540	95270	136496	122046	55055	65738	60689	62861	71051	63115	28035	67827				
Océánico intermedio zona1 (230-400mn) (38-40° S)	H (Shannon & Weaver)	Media						0,47					0,79	1,01	0,96	1,21		1,06	
		Desv estandar						0,20						0,13	0,28	0,17	0,27		0,26
	E1 (Pielou)	Media						0,24						0,30	0,44	0,37	0,48		0,44
		Desv estandar						0,13						0,05	0,14	0,06	0,09		0,09
	R1 (Margalef)	Media						0,63						1,21	0,97	1,12	1,14		1,02
		Desv estandar						0,25						0,18	0,17	0,17	0,23		0,24
	Densidad (ind/m³)	ab_media						70552					64926	19999	92359	34533			25592
Océánico intermedio zona2 (230-400mn) (40-42° S)	H (Shannon & Weaver)	Media							0,73	0,76	0,61	0,85	1,24	1,05	1,09	1,37			
		Desv estandar							0,20	0,17	0,14	0,16	0,29	0,25	0,37	0,38			
	E1 (Pielou)	Media								0,33	0,31	0,25	0,34	0,53	0,43	0,42	0,53		
		Desv estandar								0,08	0,07	0,05	0,07	0,13	0,08	0,13	0,14		
	R1 (Margalef)	Media								0,84	1,01	1,00	1,01	1,07	0,98	1,13	1,21		
		Desv estandar								0,21	0,18	0,20	0,18	0,17	0,27	0,37	0,17		
	Densidad (ind/m³)	ab_media							30870	40505	73077	26919	9680	50557	34467	48918			
Océánico intermedio zona3 (230-400mn) (>42° S)	H (Shannon & Weaver)	Media											0,74	1,30	1,18				
		Desv estandar												0,19	0,00	0,27	0,20		
	E1 (Pielou)	Media												0,31	0,52	0,49			
		Desv estandar												0,08	0,00	0,11	0,07		
	R1 (Margalef)	Media												0,96	1,19	0,85			
		Desv estandar												0,14	0,00	0,11	0,30		
	Densidad (ind/m³)	ab_media											68097	14222	62877				
Océánico zona1 (430-600mn) (38-40° S)	H (Shannon & Weaver)	Media												0,80	0,84	1,08		1,09	
		Desv estandar													0,24	0,14	0,27	0,19	
	E1 (Pielou)	Media													0,34	0,36	0,43		0,47
		Desv estandar													0,09	0,06	0,09		0,08
	R1 (Margalef)	Media													0,93	0,93	1,13		0,95
		Desv estandar													0,16	0,20	0,25		0,08
	Densidad (ind/m³)	ab_media												25010	50013	24343			18081
Océánico zona2 (430-600mn) (40-42° S)	H (Shannon & Weaver)	Media													0,95	1,28	1,16		
		Desv estandar													0,21	0,19	0,30		
	E1 (Pielou)	Media													0,42	0,51	0,46		
		Desv estandar													0,08	0,06	0,12		
	R1 (Margalef)	Media													0,84	1,20	1,15		
		Desv estandar													0,19	0,20	0,14		
	Densidad (ind/m³)	ab_media													37712	17271	36504		
Océánico zona3 (430-600mn) (>42° S)	H (Shannon & Weaver)	Media										0,82	1,06						
		Desv estandar											0,21	0,19					
	E1 (Pielou)	Media											0,35	0,46					
		Desv estandar											0,08	0,08					
	R1 (Margalef)	Media											0,89	0,94					
		Desv estandar											0,21	0,23					
	Densidad (ind/m³)	ab_media											50471	33314					

Índice Diversidad (H), Índice Riqueza (R1) e índice uniformidad (R1)





A partir del 2002, la densidad media del zooplancton muestra una variación negativa importante que supera el 50% de sus niveles de abundancia (**Tabla 14**), la cual se sincroniza con una fuerte reducción de la biomasa de jurel en la zona, que va desde 6,14 millones de toneladas el 2001 a 2,08 millones de toneladas el 2002, seguido de valores que variaron entre 2,7 y 4,6 millones de toneladas el 2003-2004, mostrando una leve tendencia decreciente a partir del 2005, para luego caer a valores de 500.000 ton el 2008 y 2.457 ton el 2012. En este sentido, cambios en la proporción de taxas en el zooplancton se observan en la zona económica exclusiva (ZEE), con valores históricos de uniformidad en torno a 0,4 entre 1997-2001, que dan cuenta de una fuerte presencia de copépodos con aportes por sobre el 70% a la abundancia total zooplanctónica, asociado a índice de riqueza entre 0,9 a 1,1 que indica un aumento de los grupos zooplanctónicos (taxas). Luego entre 2002 y 2005, los copépodos disminuyen su aporte a 60% para luego aumentar a 80%, observando en este periodo el aumento de la uniformidad a 0,5 e índices de riqueza que se mantienen alrededor de 1,2, que posteriormente disminuyen de 80 a 68%, el aporte de copépodos, reduciéndose la uniformidad a valores de 0,4 y alcanzar el valor máximo de riqueza 1,4 el 2012, evidenciando una variación importante en la proporción de taxas del zooplancton en la zona (**Tabla 14, Figura 19**).

Cambios también se registran en el sector oceánico con una tendencia creciente pero moderada en la uniformidad en los últimos años, producto de la reducción en la participación de los copépodos (grupo dominante) al zooplancton, con aportes del 80-90% (2003-2007) que bajan a 60% (2011) en el sector intermedio oceánico, y mermas desde 80% (2008) a 65-70% (2010- 2012) en el sector oceánico (**Figura 19**).

Por otra parte, la comparación de estructuras zooplanctónicas, se desarrolló considerando el número de ejemplares por grupos zooplanctónicos clasificados para el período diurno y nocturno, de acuerdo a una estratificación longitudinal (sector



costero de 5 a 200mn; sector oceánico intermedio de 230 a 400 mn y sector oceánico de 430 a 600 mn) y latitudinal (zona A norte = 32°30'S a 35°50'S y zona B sur= 37° 30'S a 40°00'S).

Dado que el número de grupos observados por zona difiere y existen taxas con una baja representatividad, que pudiese influenciar los resultados de la prueba, se optó por considerar sólo 9 grupos zooplanctónicos, los cuales representan más del 98% del total de individuos observados en las dos zonas.

Los resultados indican que existe evidencia muestral para rechazar la hipótesis de igualdad de estructuras zooplanctónicas entre los sectores latitudinales y longitudinales (p-value < 0,001 a un 95% de confianza. **Tabla 15**), no registrando diferencias significativas entre periodos del día (p-value < 0,052 a un 95% de confianza. (**Tabla 15**). Los grupos que contribuyen al rechazo de la hipótesis de igualdad son copépodos, foraminíferos, quetognatos, radiolarios y larvas de cifonautas (**Tabla 16**).

**Tabla 15.**

Estadístico de Wald y valor p, para la hipótesis de igualdad según periodo del día y zona latitudinal-longitudinal.

Tamaño de la muestra	Hipótesis	Wald	p.Value
4.462.785	Ho: Día=Noche	15,2	0,056
	Ho: Costera=Oceánica, Intermedia=Oceánica	66,3	< 0,001
	Ho: Zona A norte= Zona B sur	21,5	< 0,001



**Tabla 16.**  
Estadístico de Wald y valor p, para la hipótesis de igualdad de composición por taxa, según periodo del día y zona latitudinal-longitudinal.

Taxa	Ho: Día=Noche		Ho: Costero=Intermedio=Oceánico		Ho: Norte=Sur	
	Wald	p.value	Wald	p.value	Wald	p.value
Apendicularias	4,1	0,043	2,8	0,250	5,80	0,055
Copépodos	7,6	<0,001	20,1	<0,001	5,3	0,071
Eufáusidos	4,7	0,030	0,8	0,667	3,3	0,191
Foraminíferos	1,9	0,173	6,3	0,042	7,1	0,029
L.Eufáusidos	8,7	<0,001	2,3	0,318	2,0	0,368
Ostrácodos	2,0	0,156	4,4	0,110	1,3	0,532
Poliquetos	1,2	0,278	1,7	0,418	2,6	0,270
Quetognatos	5,5	0,019	11,3	<0,001	9,1	0,010

### 7.3.7 Biomasa zooplanctónica.

En otoño del 2012 y con el fin de obtener un valor estimativo de la productividad secundaria de la zona de estudio y de sus fluctuaciones, los volúmenes de desplazamiento húmedo del zooplancton se expresan en mililitros presentes en 1.000 m<sup>3</sup> de agua filtrada, encontrándose que dichos valores muestran un reducido rango de variación, que fluctúa entre 5 – 376 con un valor promedio de 47,0 ml/1.000 m<sup>3</sup> para el área de estudio (**Figura 20**). Valor que muestra una tasa de cambio positiva de 147, 141 y 21% respecto a lo observado para similar período del 2011 (19,00 ml/1.000 m<sup>3</sup>), 2010 (19,41 ml/1.000 m<sup>3</sup>) y 2009 (39 ml/1.000 m<sup>3</sup>).

La distribución espacial de la biomasa señaló el predominio de categorías de densidades entre 0-33 y 34-100 ml/1.000 m<sup>3</sup>, compuesta principalmente por copépodos y quetognato. La primera categoría se presentó en el sector sur oceánico y representó el 45 % de la biomasa total, en tanto el sector norte costero reunió el 48% y la presencia de pequeños núcleos de mayor biomasa, destacando el máximo valor (376 ml/1.000 m<sup>3</sup>) al norte de Maintencillo (**Figura 20**).



### 7.3.8 Condiciones meteorológicas y oceanográficas.

#### 7.3.8.1 Meteorología.

La presión atmosférica (HPa) registrada en el sector NE del área de estudio (región costera evaluada entre el 16 y 27 de Junio de 2012) fluctuó entre 1010 y 1026 HPa ( $1019,2 \pm 7,65$  HPa,  $n=62$ ), con valores menores al inicio y término de la evaluación en dicho sector (**Figura 21a**). Valores menores a los registrados en el sector oceánico, situado al SW del área de estudio (evaluado entre los días 30 de Junio y 11 de Julio de 2012), en un rango de 1009 a 1038 HPa y promedio  $1026,3 \pm 6,52$  HPa (**Figura 21a**).

La temperatura del aire mostró una tendencia descendente a lo largo del período de evaluación, con valores mayores en el sector NE en un rango de 4,2 a 10 °C ( $7,6 \pm 0,97$  °C,  $n= 62$ ) y valores promedios diarios centrados en los 7-8 °C (**Figura 21b**), descendiendo estos en el sector oceánico SW a un rango de 1 y 6,9°C ( $4,3 \pm 1,49$  °C,  $n= 42$ ), evidenciando los valores promedios una fluctuación en fase inversa a la presión atmosférica, con valores altos de temperatura asociados a bajas presiones atmosféricas y viceversa.

Por su parte, la intensidad del viento (**Figura 21c**) en el sector NE presentó un rango amplio entre los 7,0 y 27 nudos, con un valor promedio de  $16,83 \pm 5,84$  nudos. En esta región dos máximos se situaron el 16 y 24 de Junio (>20 nudos) mientras que valores bajos (< a 15 nudos) estuvieron asociados a los días 20-22 de Junio, en tanto la región oceánica SW mostró valores levemente superiores al sector costero (rango= 13-33 nudos,  $22,8 \pm 5,22$  nudos,  $n= 38$ ), evidenciado ambos sectores un comportamiento variable con una tendencia inversa a la reportada para la temperatura del aire.



Por su parte, la altura de olas (**Figura 21d**) revel3 una reducida variabilidad diaria a lo largo del per3odo estudiado, pero con diferencias entre ambos sectores, donde el sector NE mostr3 un rango de variaci3n estrecho entre los 0,2 y 1,7 metros ( $0,7 \pm 0,5$  m) y el sector SW vari3 entre los 0,2 y 3 metros ( $2,3 \pm 3,4$  m), con altura m3ximas registradas el 2 y 11 de julio, evidenciando en general, una asociaci3n directa en el aumento de la altura y mayores intensidades de viento, as3 como el predominio de una condici3n de calma a intensidades menores.

Para la direcci3n de las olas durante el crucero destaca un 30% asociado al SW, 12% al SSW y un 12% al SE (**Figura 22a**), mientras que los vientos predominantes fluyeron desde el SW (25%), SSW (15%) y del SE (12%) como se aprecia en la rosa de los vientos presentada en la **Figura 22b**.

### **7.3.8.2 Condiciones oceanogr3ficas.**

Se entrega la distribuci3n horizontal de las variables oceanogr3ficas medidas, *i.e.*, temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad (expresada como  $\sigma_t$ ), ox3geno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y clorofila-a ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Los estratos de profundidad considerados en este an3lisis fueron: 5, 50, 100, 200 y 300 m de profundidad, a excepci3n de la clorofila-a, sobre la cual se entrega la carta de distribuci3n horizontal superficial e integrada en una columna de agua que abarc3 desde los 100 m a la superficie.

#### **a). Estrato de 5 m de profundidad.**

##### **Sector Noreste (costero)**

**Temperatura:** En el estrato superficial, la temperatura superficial del mar (TSM) en el sector noreste (costero), tuvo un rango entre los  $13,1$  y  $17,0^{\circ}\text{C}$  y un valor promedio de  $14,7 \pm 0,81^{\circ}\text{C}$  ( $n=61$  datos). La TSM revel3 una variaci3n meridional de  $\sim 1,5^{\circ}\text{C}$  y la



virtual ausencia de variaciones zonales, con la presencia de aguas más cálidas ( $>15^{\circ}\text{C}$ ) al norte de San Antonio, y aguas comparativamente más frías ( $<14^{\circ}\text{C}$ ) al sur de los  $35^{\circ}\text{S}$  (**Figura 23**).

**Salinidad y Densidad:** La salinidad superficial del mar (SSM) mostró un rango de variación entre los 32,38 y los 34,40 psu ( $n=61$  datos), con un valor promedio de  $34,16 \pm 0,29$  psu. La distribución superficial de la salinidad reveló diferencias meridionales y zonales, en virtud a aguas de salinidades comparativamente más altas ( $>34,3$  psu) al norte de los  $33^{\circ}\text{S}$  y menores a 34,1 psu al sur de los  $34^{\circ}\text{S}$ , así como fuertes gradientes zonales por aguas menos salinas en el sector costero (33,6 psu) al norte de Constitución, producto de la descarga de aguas continentales asociado a los ríos locales (e.g., Mataquito, Maule) (**Figura 23**). Por su parte, la densidad superficial presentó una fluctuación entre los 24,35 y los 25,65  $\sigma_t$  ( $n=61$  datos), con un valor promedio de  $25,39 \pm 0,19$   $\sigma_t$ . Esta variable evidenció ausencia de gradientes meridionales y zonales, y estuvo caracterizada por el dominio de la isopícna de 25,4  $\sigma_t$  (**Figura 23**).

**Oxígeno disuelto:** La concentración de oxígeno disuelto superficial reveló aguas bien oxigenadas en todo el sector nororiental, caracterizada por el dominio de la isolínea de  $5,5 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ , sin la presencia de gradientes zonales ni meridionales (**Figura 23**). La concentración de oxígeno disuelto mostró un rango de variación entre los 4,8 y los  $5,7 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $5,43 \pm 0,18 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $n= 61$  datos).

### **Sector Suroeste (oceánico)**

Este sector, situado al oeste de los  $77^{\circ}\text{W}$  y sur de los  $37^{\circ}\text{S}$ , reveló aguas más frías, menos salinas, más densas e igualmente oxigenadas respecto a la región noreste (costera). Todas las variables medidas, esto es: temperatura, salinidad, densidad y concentración de oxígeno disuelto, muestran un patrón de distribución homogéneo, sin la presencia de gradientes zonales ni meridionales de importancia, quedando bien



caracterizadas por la distribución de la isoterma de 13°C, la isohalina de 34,1 psu (y 34 psu hacia el oriente), las isopicnas de 25,6 y 25,8  $\sigma_t$  y la isolínea de concentración de oxígeno de 5,5 ml\*L<sup>-1</sup> (**Figura 23**). En este sector, la TSM fluctuó entre los 11,7 y 14,5°C (12,8 ± 0,61 °C, n=43 datos), la salinidad y densidad superficial (5 metros) varió entre los 33,75-34,26 psu y 25,36-25,90  $\sigma_t$  (n=43 datos), y la concentración de oxígeno disuelto fluctuó entre los 4,97 y 5,74 ml\*L<sup>-1</sup> (5,6 ± 0,15°C, n=43 datos).

**b). Estrato de 50 m de profundidad.**

**Sector Noreste (costero)**

**Temperatura:** La temperatura del mar a los 50 m de profundidad (**Figura 24**), muestra un rango de fluctuación entre los 11,4 y 17,1°C con un valor promedio de 13,8 ± 1,1°C (n=61 datos). La distribución espacial de la temperatura mostró el dominio de la isoterma de 14°C en gran parte del área, con aguas comparativamente más cálidas (>16 °C) en el extremo NW y aguas de menos de 14°C en una franja costera muy estrecha y hacia el sur de Constitución.

**Salinidad y Densidad:** La salinidad mostró variaciones entre los 33,99 y los 34,47 psu (n= 61 datos), con un valor promedio de 34,21 ± 0,1 psu. La salinidad no mostró diferencias zonales al norte de los 34°S, sino más bien un leve gradiente zonal con salinidades levemente superiores (>34,3 psu) al norte de Valparaíso, el dominio de isohalina de 34,2 psu en gran parte del sector y salinidades levemente menores hacia el sector más oceánico al sur de los 34°S. En este estrato no se evidencian las gradientes zonales costeras reseñadas para la superficie, dado la mezcla con aguas continentales, revelando que este proceso es muy local en el dominio vertical. La densidad del agua de mar se presentó entre los 25,01 y los 26,04  $\sigma_t$  (n=61 datos), con un valor central en 25,61 ± 0,19  $\sigma_t$ . La densidad presentó un leve gradiente zonal positivo a la costa dado la presencia de una franja muy costera (<50 mn) de aguas



comparativamente más densas ( $>25,6 \sigma_t$ ), y de menor densidad hacia el extremo NW del sector (**Fig. 24**).

**Oxígeno disuelto:** La concentración de oxígeno disuelto superficial reveló aguas bien oxigenadas ( $> 5 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) en todo el sector nororiental, caracterizadas por el dominio de las iso líneas de 5 y  $4,5 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ , sin registrar presencia de gradientes zonales ni meridionales de importancia (**Figura 24**). La concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar varió entre los 3,4 y los  $5,6 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $5,1 \pm 0,45 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ; n=61 datos).

### **Sector Suroeste (oceánico)**

En el estrato de los 50 metros de profundidad, el sector suroeste (oceánico) mostró una distribución muy similar a la reseñada para el estrato superficial, caracterizada por la presencia de aguas más frías, menos salinas, más densas e igualmente oxigenadas comparadas con las aguas de la región noreste (costera), así como una distribución homogénea, sin presencia de gradientes zonales ni meridionales de importancia, salvo un débil gradiente meridional de temperatura positivo hacia el norte y el dominio de la isoterma de  $13^\circ\text{C}$ , la isohalina de 34,1 psu, las isopicnas de  $25,6$  y  $25,8 \sigma_t$  y la isolínea de concentración de oxígeno de  $5,5 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$  en gran parte del área (**Figura 24**). En este sector y estrato, la temperatura fluctuó entre los  $11,7$  y  $14,5^\circ\text{C}$  ( $12,83 \pm 0,63 \text{ }^\circ\text{C}$ , n=43 datos), la salinidad - densidad estuvieron entre los 33,96 - 34,26 psu ( $34,07 \pm 0,1 \text{ psu}$ ) y entre  $25,51$  -  $25,90 \sigma_t$  ( $25,71 \pm 0,1 \sigma_t$ ), y la concentración de oxígeno disuelto entre los 5,2 y  $5,8 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $5,6 \pm 0,09 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ , n=43 datos).





c) **Estrato de 100 m de profundidad.**

**Sector Noreste (costero)**

**Temperatura:** En el estrato, el sector noreste (costero) evidenció una distribución homogénea de la temperatura, bien caracterizada por la isoterma de 11°C en prácticamente todo este sector (**Figura 25**), donde no se registran gradientes térmicos meridionales y zonales.

**Salinidad y Densidad:** A 100 metros de profundidad, la salinidad mostró un rango de fluctuación entre los 34,05 y los 34,69 psu (59 datos), con un valor promedio de  $34,25 \pm 0,13$  psu, revelando la virtual ausencia de gradientes meridionales y leves diferencias zonales dado la presencia de aguas más salinas ( $>34,3$  psu) especialmente hacia la costa ( $< 50$  mn) (**Figura 25**). A diferencia de la salinidad, la densidad no presentó gradientes, quedando bien caracterizada por la distribución espacial de las isopicnas de 26 y especialmente  $26,2\sigma_t$ . La densidad del agua de mar fluctuó entre los 25,77 y los 26,41  $\sigma_t$  (n=59 datos), con un valor promedio de  $26,76 \pm 0,14 \sigma_t$ .

**Oxígeno Disuelto:** La concentración de oxígeno disuelto evidenció una distribución de aguas menos oxigenadas ( $<3 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) asociadas al sector costero y sur del área, y concentraciones de oxígeno mayores hacia la región NW, generando un gradiente zonal significativo en este sector y estrato. La menor concentración de oxígeno disuelto a los 100 metros de profundidad y la presencia de aguas comparativamente más salinas, denota la presencia incipiente de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (**Figura 25**). La concentración de oxígeno disuelto mostró un rango entre los 0,9 y los 5,3  $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $3,5 \pm 0,98 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ; n= 59 datos).



### **Sector Suroeste (oceánico)**

En este estrato de profundidad, el sector suroeste (oceánico) verificó la presencia de aguas más cálidas, menos salinas-densas, y más oxigenadas que las descritas para el sector nororiental, definiendo ambientes distintos. En este estrato se observó un leve gradiente zonal de la temperatura por aguas comparativamente más frías ( $<12^{\circ}\text{C}$ ) al Este de los  $80^{\circ}\text{W}$ , el dominio de la isohalina de 34,1 psu y la isopicna de  $25,8 \sigma_t$  en gran parte del sector, aguas bien oxigenadas ( $> 5 \text{ ml}^*\text{L}^{-1}$ ) en casi todo el sector exceptuando el extremo NE dado aguas más densas y de menor concentración de oxígeno disuelto (**Figura 25**). La temperatura fluctuó entre los  $10,1$  y  $14,5^{\circ}\text{C}$  ( $12,03 \pm 0,98 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $n=43$  datos), la salinidad y densidad fluctuaron entre los  $33,98 - 34,26$  psu ( $34,06 \pm 0,06$  psu) y entre  $25,51 - 26,35 \sigma_t$  ( $25,85 \pm 0,16 \sigma_t$ ), y la concentración de oxígeno disuelto fluctuó entre los  $2,95$  y  $5,71 \text{ ml}^*\text{L}^{-1}$  ( $5,4 \pm 0,44 \text{ ml}^*\text{L}^{-1}$ ,  $n=43$  datos).

#### **d) Estrato de 200 metros de profundidad**

##### **Sector Noreste (costero)**

**Temperatura:** En este estrato y sector, la temperatura del mar presentó una distribución homogénea caracterizada por la isoterma de  $10^{\circ}\text{C}$  en prácticamente todo este sector, salvo la región más costera donde prevalecieron aguas levemente más cálidas ( $11^{\circ}\text{C}$ ) (**Figura 26**).

**Salinidad y Densidad:** A 200 metros de profundidad, la salinidad mostró un rango entre  $34,23$  y  $34,73$  psu ( $n=55$  datos), con un valor promedio de  $34,55 \pm 0,09$  psu, revelando ausencia de gradientes meridionales y leves diferencias zonales dado la presencia de aguas más salinas ( $>34,6$  psu) hacia la costa ( $< 50$  mn), y el dominio de la isohalina de  $34,5$  psu. La densidad del agua de mar presentó una



fluctuación desde 26,33 a 26,67  $\sigma_t$  (n=55 datos), con un valor promedio de  $26,55 \pm 0,07 \sigma_t$ . Esta variable presentó una distribución homogénea caracterizada por la distribución espacial de 26,6  $\sigma_t$  (**Figura 26**).

**Oxígeno disuelto**: A diferencia de lo observado en los estratos superiores, a 200 metros de profundidad las aguas fueron pobres en contenido de oxígeno disuelto ( $<1,5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ ) en gran parte del área NE, con concentraciones mínimas de oxígeno en la franja más costera ( $<50 \text{ mn}$  desde la costa), coherentes espacialmente con la presencia de aguas más salinas ( $>34,6 \text{ psu}$ ). La presencia del máximo salino, como del mínimo de oxígeno disuelto en el sector costero revela el dominio en este estrato de las AESS en su flujo hacia el polo (**Figura 26**). La concentración de oxígeno disuelto mostró un rango de variación entre los 0,8 y los  $3,6 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$  ( $1,3 \pm 0,43 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ ; n= 55 datos).

### **Sector Suroeste (oceánico)**

En general, en el sector SW todas las variables medidas a 200 metros de profundidad muestran una distribución homogénea sin la presencia de gradientes zonales ni meridionales de importancia, con el dominio de la isoterma de  $9 \text{ }^\circ\text{C}$ , la isohalina de 34,1 psu, la isopicna de 26,4  $\sigma_t$  y la isolínea de concentración de oxígeno disuelto de  $5 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ , exceptuando el sector NE donde valores mayores de salinidad ( $>34,4 \text{ psu}$ ) y bajas concentraciones de oxígeno ( $<2 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ ), generan un fuerte gradiente zonal a los  $79^\circ\text{W}$  (**Figura 26**). En este estrato, la temperatura varió de 8,1 y los  $10,2^\circ\text{C}$  con un valor central de  $9,0 \pm 0,52 \text{ }^\circ\text{C}$  (n=43 datos), la salinidad de 34,05 a 34,57 psu ( $34,14 \pm 0,12 \text{ psu}$ , n= 43), y la densidad fue de 26,23 y 26,67  $\sigma_t$  ( $26,43 \pm 0,10 \sigma_t$ , n= 43).



e) **Estrato de 300 metros de profundidad.**

**Sector Noreste (costero)**

**Temperatura:** En este sector y estrato de profundidad, la temperatura superficial del mar mostró una distribución homogénea de aguas frías (9°C) en gran parte del área, observando solo leve gradiente zonal ligado a costa. En este estrato, la temperatura presentó un rango de variación entre los 7,9 y 11,1°C ( $8,9 \pm 0,69$  °C) (**Figura 27**).

**Salinidad y Densidad:** La salinidad presentó un rango de fluctuación entre los 34,39 y los 34,71 psu, con un valor promedio de  $34,52 \pm 0,06$  psu), revelando valores mayores (34,50 psu) ligado al límite norte del sector. En tanto, la densidad del agua de mar con valores entre los 26,54 y los 26,84  $\sigma_t$ , en torno a un valor central de  $26,74 \pm 0,07$   $\sigma_t$  (53 datos), muestra un distribución bastante homogénea (**Figura 27**).

**Oxígeno disuelto:** La concentración de oxígeno disuelto evidenció aguas pobremente oxigenadas en todo el sector, con el dominio de las isóneas de 1,5 y 1 ml\*L<sup>-1</sup>, donde la concentración de oxígeno disuelto varió entre los 0,8 y los 2,38 ml\*L<sup>-1</sup> (promedio=  $1,41 \pm 0,33$  ml\*L<sup>-1</sup>; n= 53 datos) (**Fig. 27**).

**Sector Suroeste (oceánico)**

En este sector, las variables de temperatura, salinidad y densidad, medidas a 300 metros de profundidad revelaron una distribución homogénea sin la presencia de gradientes zonales ni meridionales de importancia, con el dominio de las isotermas de 7 y 8°C, la isohalina de 34,3 psu, y la isopicna de 26,6  $\sigma_t$  (**Figura 27**). Esto difiere de lo observado en la distribución de la concentración de oxígeno disuelto, donde se reveló un claro gradiente zonal (en sentido SW-NE) con concentraciones más altas (>4,5 ml\*L<sup>-1</sup>) al oeste de los 82°W y al sur de los 38°S, y aguas pobremente oxigenadas (<2,5 ml\*L<sup>-1</sup>) en el extremo NE de este sector oceánico.



En este sector y estrato, la temperatura fluctu3 desde 6,5 a 9,4°C con un valor promedio de  $7,4 \pm 0,56$  °C (n=43 datos), la salinidad entre 34,19 y 34,52 psu ( $34,27 \pm 0,06$  psu, n= 43 datos), y la densidad desde 6,68 a 26,87  $\sigma_t$  ( $26,79 \pm 0,04$   $\sigma_t$ , n= 43 datos).

**f) Distribuci3n horizontal de la clorofila-a superficial e integrada.**

La distribuci3n de la clorofila-a en el 3rea de estudio fue establecida a trav3s de: a) la clorofila-a superficial, b) la clorofila-a integrada en la columna de agua, y c) la profundidad del m3ximo de clorofila. Asimismo, esta distribuci3n de la clorofila se sectoriz3 para el 3rea de estudio en una regi3n costera (NE) y una oce3nica (SW) de acuerdo al dise1o del crucero de evaluaci3n ac3stica.

En el sector noreste (costero), la biomasa fitoplanct3nica (estimada aqu3 como clorofila-a) evidenci3 valores superficiales que fluctuaron entre los 0,13 y los 1,28 mg m<sup>-3</sup> con un promedio de  $0,67 \pm 0,26$  mg m<sup>-3</sup> para toda el 3rea de prospecci3n, lo que es consistente con el per3odo invernal en el sector costero de Chile central. La distribuci3n espacial de esta variable (**Figura 28a**) mostr3 los valores comparativamente m3s altos (>0,8 mg m<sup>-3</sup>) en el sector costero inmediatamente al norte del golfo de Arauco (37°S), y que se desplazan hacia el norte hasta la altura de Valpara3so, lo que contrasta con valores comparativamente menores en el sector NW de esta regi3n, generando un gradiente zonal significativo. Por su parte, la regi3n suroeste (oce3nica) muestra un comportamiento distinto, con la presencia de valores bajos (<0,4 mg m<sup>-3</sup>) en gran parte de esta regi3n, y valores superiores a 0,5 mg m<sup>-3</sup> en el extremo NE asociadas a concentraciones m3s altas detectadas en el sector costero.

En la regi3n noreste (costera), la distribuci3n de la clorofila integrada en los primeros 50 metros de la columna de agua, evidenci3 un claro gradiente zonal positivo al oc3ano, con una franja muy costera de concentraciones menores a 25 mg m<sup>-2</sup>,



valores comparativamente más altos sobre las 100 mn desde la costa, y un núcleo de altas concentraciones ( $>40 \text{ mg m}^{-2}$ ) en el sector costero situado al sur de Constitución (**Figura 28b**).

Por su parte, la distribución vertical del máximo de clorofila-a reveló para la región costera (NE) un rango vertical más amplio (2-93 m) y un promedio más alto ( $42,6 \pm 30,94 \text{ m}$ ) comparado con la región SW (3-60 m,  $20,9 \pm 12,90 \text{ m}$ ), con el dominio de la isolínea de 20 metros en gran parte de la región costera, sin la presencia de gradientes zonales ni meridionales de importancia y entre 40 y 60 metros en una buena parte de la región oceánica (**Figura 28c**).

**g) Distribución horizontal de TSM y clorofila satelital.**

Las imágenes satelitales compuesta para cada semana en los meses de junio y julio de 2012, verificó escasa variación semanal en la distribución meridional de las isotermas para el área, con una moderada variación meridional dado la presencia de aguas con temperaturas superficiales superiores a  $16^\circ\text{C}$  al norte de los  $34^\circ\text{S}$  y en aguas abiertas ( $>80^\circ\text{W}$ ); mientras el sector más costero ( $<76^\circ\text{W}$ ) muestra una variación semanal significativa de la temperatura de  $13\text{-}14^\circ\text{C}$ , la que se extiende hacia el sur ( $>36^\circ\text{C}$ ) durante la segunda quincena de junio, para replegarse hacia el norte durante el mes de julio evidenciando un ambiente más frío para el sector noreste (costero), así como sureste (oceánico), dado la presencia de aguas comparativamente más frías ( $<13^\circ\text{C}$ ) al sur de los  $38\text{-}39 \text{ S}$  (**Figura 29**).

Los campos promedios (compuestos) de clorofila fueron construidos a partir de imágenes diarias de clorofila satelital MODIS-Aqua, obtenidas del OceanColorWeb ([www.oceancolorweb.nasa.org](http://www.oceancolorweb.nasa.org)). Estos promedios presentaron una gran cantidad de datos faltantes, producidos muy posiblemente por la cobertura nubosa asociada a los diferentes frentes de mal tiempo ocurridos durante la prospección, lo cual imposibilitó el analizar la variabilidad espacial de la clorofila en la región durante el periodo del



crucero (**Figura 30**). No obstante lo anterior, la distribución espacial de la clorofila reveló un claro gradiente zonal positivo a la costa, con una banda costera (primeras 100 mn desde la costa) de concentraciones mayores de clorofila ( $>2 \text{ mg m}^{-3}$ ), concentraciones comparativamente menores ( $<0,5-1,0 \text{ mg m}^{-3}$ ) en la Zona de Transición Costera debido a la presencia de filamentos extendiéndose hacia el sector oceánico (Correa-Ramírez *et al.*, 2007), y aún menores a los  $0,2 \text{ mg m}^{-3}$  en aguas abiertas por fuera de la Zona de Transición Costera (~800 km desde la costa, Hormazábal *et al.* 2004). El patrón de distribución zonal de la clorofila en el período de estudio reveló escasa variación semanal

#### **7.3.8.3 Análisis distribución vertical de las variables oceanográficas.**

A continuación, se entrega el análisis de la distribución vertical de cada una de las variables oceanográficas registradas en el sector noreste (costero) y sector suroeste (oceánico), para las transectas evaluadas en el área de prospección.

##### **Sector Noreste (costero)**

Se evaluaron diez transectas situadas en las siguientes latitudes:  $32^{\circ}12'S$  (Transecta 1),  $32^{\circ}23'S$  (Transecta 2),  $33^{\circ}02'S$  (Transecta 3),  $33^{\circ}26'S$  (Transecta 4),  $33^{\circ}52'S$  (Transecta 5),  $34^{\circ}17'S$  (Transecta 6),  $34^{\circ}42'S$  (Transecta 7),  $35^{\circ}07'S$  (Transecta 8),  $35^{\circ}32'S$  (Transecta 9) y  $35^{\circ}58'S$  (Transecta 10) (**Figura 1b**).

##### **Transecta 1 ( $32^{\circ}12'S$ )**

La distribución de la temperatura presentó estratificación térmica ( $12 - 15^{\circ}\text{C}$ ) sin registrar variación zonal definida. En la estación 6 se presenta una profundización de las isotermas de  $11$  y  $10^{\circ}\text{C}$ , alcanzando profundidades cercanas a los 300 y 400 metros respectivamente, con una distribución de la salinidad y oxígeno que verifica la presencia de un claro remolino intra-termoclina (Hormazábal *et al.*, aceptado) centrado a 125 mn desde la costa, y entre los 100 a 500 metros de profundidad,



caracterizado por salinidades altas ( $>34,5$  psu), bajas concentraciones de oxígeno ( $<1$   $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y deflexión positiva y negativa de las isopícnas de  $26,4$  y  $26,6$   $\sigma_t$ , que verifica un remolino de mesoescala con Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales trasladadas hacia el océano interior (**Figura 31**).

### **Transecta 2 (32°23'S)**

En esta transecta, la distribución de la temperatura no presentó una variación zonal, pero sí una estratificación térmica ( $13 - 15^\circ\text{C}$ ) entre los 50 y los 150 metros de profundidad. Los valores de salinidad en el estrato superficial (hasta 100 metros) establecieron valores  $\sim 34,25$  psu, mientras que para el estrato subsuperficial se verificaron salinidades mayores a  $34,4$  psu, principalmente situadas entre los 150 a los 450 metros de profundidad. La densidad del agua de mar también tuvo ausencia de variación zonal y una leve estratificación vertical situada entre los 50 a 150 metros, observando un estrato superficial bien oxigenado a lo largo de todo el transecto ( $>5$   $\text{mL}\cdot\text{L}^{-1}$ ), ausencia de diferencias zonales de importancia, y una oxiclina bien definida entre los 75 y 100 metros. Bajo los 150 metros de profundidad, se reporta aguas pobremente oxigenadas ( $<2$   $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) entre los 150 - 400 metros que caracterizan la presencia de las AEES en este estrato de profundidad. En el estrato más profundo ( $> 400$  metros) se puede localizar la presencia de AIA ( $\sim 3$   $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) (**Figura 32**).

### **Transecta 3 (33°02'S)**

La temperatura exhibió variación zonal dado la presencia de aguas más cálidas ( $17^\circ\text{C}$ ) en las estaciones más oceánicas (E9, 200 mn), así como una estratificación térmica situada entre los 50 a 150 metros de profundidad. La salinidad superficial (hasta 100 metros) no presentó variación zonal y estratificación vertical en toda la transecta, registrando valores de salinidad característicos de las AEES ( $> 34,5$  psu)





entre 150 a 450 metros de profundidad, evidenciando un leve ascenso hacia la costa. La densidad del agua de mar presentó una estratificación vertical (25,4 a 26,2) desde la superficie a los 150 metros, así como valores altos de oxígeno disuelto ( $> 5 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) en los primeros 100 metros a lo largo de toda la transecta, con aguas menos oxigenadas ( $< 2 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) entre los 150 y 450 metros. Estos valores junto a la distribución de los máximos salinos muestran características propias de la AESS, así el incremento de los valores de oxígeno ( $\sim 3 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) bajo los 450 metros de profundidad, la presencia de AIA (**Figura 33**).

#### **Transecta 4 (33°26'S)**

La temperatura en el estrato superficial presenta una leve estratificación térmica vertical entre los 50 y 100 metros además, se aprecia claramente la presencia de la isoterma de  $11^\circ\text{C}$  entre los 100 a 300 metros de profundidad. Los valores de salinidad en el estrato superficial (hasta los 100 metros) no muestran variación zonal y estratificación vertical. El estrato subsuperficial presenta los máximos valores de salinidad ( $> 34,4$  psu), principalmente entre los 150 y 450 metros. La densidad del agua de mar, mostró cierta variación con la presencia de una leve estratificación vertical, ubicada entre los 50 y 100 metros.

En el estrato superficial se observan aguas bien oxigenadas ( $> 5 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ), en tanto, el estrato subsuperficial con bajas concentraciones de oxígeno ( $< 2 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) se presenta entre los 150 y 400 metros de profundidad. La distribución de aguas con baja concentración de oxígeno ( $< 2 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) y altos valores de salinidad ( $> 34,4$  psu), corresponderían a AESS, y valores de oxígeno disuelto ( $\sim 3 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) bajo los 450 metros de profundidad, sugieren la presencia de AIA (**Figura 34**).

#### **Transecta 5 (33°52'S)**

En esta transecta, se mantiene la estratificación térmica vertical entre los 50 y los 100 metros, sin registrar una variación zonal significativa, registrando el estrato



subsuperficial el predominio de isotermas de 9 y 10°C, que tienden a descender en forma progresiva hacia la costa, alcanzando 400 metros de profundidad. En los primeros 100 m de la columna de agua, se verificó salinidades superficiales menores a los 34,25 sin observar una estratificación zonal y vertical importante, registrando una pycnoclina en toda la transecta (50 a 100 m) y máximos salinos (>34,4 psu) ubicados principalmente entre los 150 a 400 metros de profundidad. En este sentido, la presencia de aguas bien oxigenadas (>5 ml\*L<sup>-1</sup>) en los primeros 75 metros, bajo contenido de oxígeno (<2 ml\*L<sup>-1</sup>) desde 150 a 400 metros y posterior aumento (<3 ml\*L<sup>-1</sup>) sobre los 400 m de profundidad, así como la posición vertical de los máximos salinos, muestra el dominio de AESS y verifica la presencia incipiente de las AIA bajo los 400 metros de profundidad (**Figura 35**).

### **Transecta 6 (34°17'S)**

La Transecta 6 muestra un comportamiento vertical muy similar a la Transecta 5, con ausencia de gradientes zonales superficiales de temperatura, una estratificación térmica vertical entre 50 y 100 metros de profundidad y, el ascenso de las isotermas de 13 y 14°C en la fracción más costera, donde se registran (~10 mn) aguas de menor salinidad superficial (<33,9 psu) asociado a la presencia de ríos locales, y mayores valores de salinidad (>34,5 psu) entre los 150 y 350 metros de profundidad. La densidad presentó una pycnoclina (25,6 a 26,2  $\sigma_t$ ) identificable (50 a 100 m) a lo largo de toda la transecta, junto a una oxiclina situada desde 50 a 110 m que separa aguas bien oxigenada (>5 ml\*L<sup>-1</sup>) en superficie y de bajo contenido de oxígeno (<2 ml\*L<sup>-1</sup>) entre 150 y 400 m, donde la distribución del máximo salino y mínimo de oxígeno caracterizan la presencia de las AESS en la columna de agua (**Figura 36**).

### **Transecta 7 (34°42'S)**

En la capa superficial (hasta los 100 metros), la Transecta 7 muestra un gradiente superficial positivo generado por la presencia de aguas con temperaturas superiores



a los 15°C en el extremo oceánico y aguas comparativamente más frías (<12°C) hacia la costa (10 mn), además de una leve termoclina entre los 50 y 100 metros en gran parte de la transecta. Por el contrario, la salinidad registró ausencia de estratificación salina en la transecta, presentando una leve variación zonal con valores menores hacia la costa (<33,95 psu) y el ascenso de las isohalinas de 34,24 y 34,4 psu hacia la superficie, asociada al efecto de los ríos locales (aporte de agua dulce) y a la activación local de surgencia costera. Por último, la distribución superficial de oxígeno disuelto reveló valores altos (>5 ml\*L<sup>-1</sup>) y un ascenso de las iso-oxigenas de 3, 4 y 5 ml\*L<sup>-1</sup> hacia la costa, donde el estrato subsuperficial muestra valores mínimos de oxígeno (<2 ml\*L<sup>-1</sup>) entre los 150 a 400 metros de profundidad, consistentes verticalmente con el máximo salino (34,5 psu) caracterizando la presencia de las AESS. (**Figura 37**).

### **Transecta 8 (35°07'S)**

En esta transecta, la distribución superficial de la temperatura presentó una estratificación térmica vertical leve y termoclinas situadas entre 50 y 100 metros, así como un leve gradiente zonal dado al ascenso de las isotermas de 12 y 13°C hacia la costa. La distribución superficial de la salinidad y densidad también presentaron variaciones zonales con aguas menos salinas (<33,95 psu) y menos densas (<25,2 σ<sub>t</sub>) por el aporte de aguas continentales (río Maule) en las estaciones más costeras (10 mn), y el ascenso de las isohalinas (34,25 y 34,4 psu) e isopicnas (25,6 a 26 σ<sub>t</sub>) hacia la costa. Situación que también se observó en la concentración de oxígeno, con un ascenso de las iso líneas de 2, 3, 4 y 5 ml\*L<sup>-1</sup> hacia la costa, donde valores altos de oxígeno (>5 ml\*L<sup>-1</sup>) en capa superficial (hasta los 100 metros) y aguas pobres en oxígeno disuelto (<2 ml\*L<sup>-1</sup>) entre 150 a 350 metros de profundidad, caracterizan la presencia de las AESS en la zona (**Figura 38**).



### **Transecta 9 (35°32'S)**

Se observa el predominio superficial de aguas entre 13 y 14°C, sin gradientes zonales de importancia con solo una leve termoclina identificable entre 50 y 100 metros, lo que contrasta con la ausencia de haloclinas. Para la densidad del agua de mar se observa una estratificación vertical significativa (25,8 a 26,2  $\sigma_t$ ), con una pycnoclina ubicada entre los 50 a los 100 metros de profundidad, donde el estrato superficial muestra aguas bien oxigenadas ( $>5 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ), salinidades comparativamente más bajas respecto a las transectas más norteñas, y una capa de mezcla que abarcó hasta los 100 metros de profundidad, en tanto el estrato subsuperficial mostró la presencia de aguas con mínimos de oxígeno ( $<1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) y máximos de salinidad ( $>34,4 \text{ psu}$ ) situados entre los 150 a los 400 metros de profundidad (**Figura 39**).

### **Transecta 10 (35°58'S)**

La transecta más austral evaluada en el sector noreste (costero) reveló la ausencia de gradientes zonales de temperatura en el estrato superficial, así como una leve estratificación térmica, densidad y oxígeno disuelto, que cuando se identificó se situó entre los 75 y 100 metros. En tanto, la distribución de salinidad superficial reveló ausencia de gradientes zonales y verticales, y el predominio de la isohalina de 34,25 psu, donde los máximos valores de salinidad ( $>34,4 \text{ psu}$ ) se presentaron en el estrato subsuperficial a profundidades de 150 a 450 metros, de manera coherentes espacialmente con valores mínimos de oxígeno ( $<1 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) denotando la presencia de las AESS en este sector y estrato (**Figura 40**).

### **Sector Suroeste (oceánico)**

En el área de prospección del sector suroeste se evaluaron cuatro transectas situadas en: 37°30'S (Transecta 11), 38°20'S (Transecta 12), 39°11'S (Transecta 13) y 40°00'S (Transecta 14) (**Figura 1b**).



### **Transectas 11 y 12 (37°30'S y 38°20'S)**

La distribución zonal de las variables medidas en el sector suroeste (oceánico) tuvo un patrón distinto a las reseñadas para el sector costero. Diferencias, que en el caso de las transectas 11 y 12, se establecen en lo siguiente: a) la presencia de aguas superficiales comparativamente más cálidas (13 y 14°C), b) la ausencia de gradientes superficiales zonales, c) una mayor capa isotermal y una capa de mezcla más extensa que alcanza aproximadamente los 100 metros de profundidad, d) la ausencia subsuperficial de aguas con mínimos de oxígeno y máximos salinos en gran parte de los transectos lo que denota la ausencia de las AEES en el sector oceánico de evaluación (a excepción de las estaciones más orientales), e) la ausencia de haloclinas y la presencia de termoclinas y picnoclinas más extensas que en el sector costero, alcanzando desde los 100 a los 250 metros de profundidad, y f) una columna de agua bien oxigenada ( $>4 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) en gran parte de ambos transectos. No obstante lo anterior, las estaciones dispuestas en el primer tercio del transecto, evidenciaron la presencia subsuperficial de aguas menos oxigenadas y más salinas, que verifican el límite de la distribución zonal de las AEES (**Figuras 41 y 42**).

### **Transectas 13 y 14 (39°11'S y 40°00'S)**

La distribución vertical de las variables oceanográficas registradas para las transectas 13 y 14 (**Figuras 43 y 44**), mostraron un comportamiento vertical similar caracterizado por: a) la presencia superficial de aguas frías (12-13°C), densas ( $26 \sigma_t$ ) y bien oxigenadas ( $>5 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) en los primeros 100 metros de la columna de agua, b) escasa variación zonal para ambas variables, c) una capa isotermal y de mezcla levemente superior a las transectas anteriormente reseñadas (~110 metros de profundidad), d) ausencia de haloclinas y oxiclina, e) presencia de termoclinas/picnoclinas extensas a lo largo de ambas transectas situadas verticalmente entre los 100 y 280 metros de profundidad, y f) la presencia subsuperficial en el extremo oriental de los transectos,



de menores concentraciones de oxígeno disuelto ( $<2 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y mayor salinidad ( $> 34,4$  psu) denotando el límite zonal de las AESS.

### **Secciones de clorofila-a**

En las **Figuras 45 y 46** se presenta la distribución vertical de la clorofila-a para cada una de las 14 secciones realizadas en el área de estudio. El campo vertical de la clorofila reveló concentraciones comparativamente mayores ( $>0,4 \text{ mg m}^{-3}$ ) en los estratos superficiales ( $<50$  metros) del sector noreste (costero), y concentraciones muy bajas de clorofila-a ( $0,1 - 0,2 \text{ mg m}^{-3}$ ) en el sector oceánico, más allá de la zona de transición costera, sin evidenciar gradientes zonales de importancia ni variabilidad entre las transectas. Estas concentraciones costeras y oceánicas de clorofila-a, reflejan bajos niveles de biomasa fitoplanctónica que es coherente con el período invernal y las variaciones zonales del área de estudio.

### **Transectas latitudinales**

El análisis de la distribución vertical en sentido latitudinal de cada una de las variables oceanográficas registradas en el área de estudio (sector noreste y suroeste), fue obtenido de cuatro transectas; Transecta costera (estaciones a 25 mn), Transectas intermedia-norte (estaciones a 200 mn), Transectas intermedia-sur (estaciones a 200 mn) y Transectas oceánica (estaciones a 500 mn).

### **Transecta costera (32°00'S - 36°00'S) e intermedia-norte (32°00'S - 35°00'S)**

La transecta costera presentó diez estaciones oceanográficas, en tanto que la transecta intermedia-norte se constituyó de cuatro estaciones oceanográficas. La transecta costera (norte) evidenció un comportamiento térmico caracterizado por un leve gradiente superficial meridional ( $\sim 1 \text{ }^\circ\text{C}$ ) y la estratificación vertical ( $12$  a  $14^\circ\text{C}$ ) con termoclinas identificables en gran parte de la transecta, situadas entre los 50 y 75 metros de profundidad, lo cual no es notorio en la transecta intermedia (norte). Ambas



transectas presentan el dominio de la isoterma de 11°C entre los 100 y 150 metros, y bajo los 200 metros de profundidad se observó un descenso térmico hasta alcanzar temperaturas cercanas a 7°C bajo los 400 metros. Por su parte, las secciones de salinidad y densidad presentaron haloclinas y picnoclinas identificables a lo largo de ambas transectas, situadas entre los 50 y 150 metros, con ausencia de gradientes meridionales de importancia. Se verificó aguas bien oxigenadas ( $4 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) en el estrato superficial de toda la transecta, sin observar la presencia subsuperficial de mínimos de oxígeno ( $<2 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) y máximos salinos ( $>34,4 \text{ psu}$ ) entre 150 y 450 metros de profundidad, denotando la presencia importante de las AESS en su flujo subsuperficial hacia el polo (**Figuras 47 y 48**).

#### **Transecta latitudinal intermedia-sur (37°00'S - 40°05'S) y oceánica (37°00'S - 40°05'S)**

Las transectas latitudinales intermedia-sur y oceánica-sur, compuesta por cuatro estaciones cada una de ellas, muestran un leve gradiente térmico meridional ( $\sim 1 \text{ }^\circ\text{C}$ ), con la ausencia de estratificación vertical. En el estrato superficial ( $<100 \text{ m}$ ), al igual que la temperatura la distribución de la salinidad presentó un gradiente meridional leve, con presencia de haloclinas situadas entre los 150 y los 300 metros, mientras que la densidad del agua de mar presentó valores más bajos ( $<25,75 \text{ } \sigma_t$ ) hacia el sector norte de las transectas (estaciones E64-E77 y E69-E70), registrando altas concentraciones de oxígeno disuelto ( $>5 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) en toda la columna de agua, a excepción de la región más norteña ( $37\text{-}38^\circ\text{S}$ ) (**Figuras 49 y 50**).

#### **Transecta latitudinales de clorofila-a**

En la **Figura 51** se presenta la distribución vertical de clorofila-a para las 4 transectas latitudinales (costera, intermedia-norte, intermedia-sur y oceánica), verificando la presencia de concentraciones bajas de clorofila-a, consistentes con el sector oceánico y el período invernal de desarrollo del estudio. El análisis de las



transectas revel3 la presencia de concentraciones comparativamente m3s altas de clorofila- a ( $>0,5 \text{ mg m}^{-3}$ ), principalmente en los estratos superficiales ( $<50 \text{ m}$ ) y en las transectas costera e intermedia-norte; lo que cambia en las transectas intermedia-sur y oce3nica donde se verificaron concentraciones menores de biomasa fitoplanct3nica ( $< 0,4 \text{ mg m}^{-3}$ ) para el mismo estrato, sin evidenciar gradientes zonales de importancia y variabilidad entre transectas.

#### **7.3.8.4 Perfiles verticales individuales**

La distribuci3n vertical de las variables medidas (temperatura, salinidad, densidad, concentraci3n de ox3geno disuelto y concentraci3n de clorofila-a), se presenta a la forma de perfiles verticales para cada una de las estaciones que componen los sectores noreste (costero) y suroeste (oce3nico) del 3rea de prospecci3n (**Figuras 52 y 53**).

#### **Temperatura**

La temperatura del mar en el sector norte (costero) mostr3 un comportamiento vertical similar para todas las estaciones de muestreo, con un rango superficial desde  $13,2$  a  $17,0^\circ\text{C}$ , donde se observa una capa isotermal cercana a los 50 metros de profundidad en la mayor3a de los casos (**Figura 52**), as3 como una termoclina situada entre los 30 y los  $\sim 90$  metros. Bajo esta profundidad, todos los perfiles mostraron un decremento t3rmico a una tasa relativamente constante con la profundidad hasta la m3xima profundidad de muestreo (*i e.*, 500 m), donde se alcanz3 valores m3nimos  $\sim 6^\circ\text{C}$ . Los gradientes verticales m3ximos de temperatura fluctuaron entre los  $0,05$  y  $0,7^\circ\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$  (promedio=  $0,25 \pm 0,16^\circ\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$ ,  $n= 61$  datos), donde el promedio no revela una estratificaci3n significativa, asociado al per3odo invernal en que se realiz3 la prospecci3n. Por su parte, los perfiles asociados al sector suroeste (oce3nico) revelaron una capa isotermal claramente mayor, que alcanz3 los 100 metros de profundidad en la mayor3a de los perfiles, y





escasa estratificación térmica vertical, con gradientes máximos muy bajos que fluctuaron entre los  $0,05$  y  $0,5^{\circ}\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$  y un promedio de  $0,1 \pm 0,12^{\circ}\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$ , lo que fue muy similar a lo reportado para la región oceánica en los cruceros invernales de los años 2010 y 2011 (Núñez *et al.* 2011, 2012) (**Figura 52**).

### **Salinidad**

La salinidad en el sector noreste (costero) reveló escasa variabilidad espacial en el estrato superficial, a excepción de dos estaciones de muestreo que presentaron salinidades superficiales muy bajas ( $<32,5$  psu) asociadas a la mezcla con aguas continentales provenientes de los ríos locales (especialmente el río Maule). Se evidenció baja estratificación, con haloclinas identificables entre los 80 y 150 metros de profundidad, un máximo salino subsuperficial situado entre los 120 y los 270 metros de profundidad y un leve decremento de la salinidad con la profundidad evidenciado a partir de los 300 metros hasta la máxima profundidad de muestreo en la mayoría de los perfiles de este sector. Para el sector suroeste (oceánico), la distribución vertical de la salinidad tuvo una condición distinta, caracterizada por: a) la presencia de aguas bien mezcladas en torno a los  $34-34,1$  psu, b) la virtual ausencia de haloclinas, a excepción de las estaciones del sector más NE que muestran una leve estratificación salina entre los 120 y los 200 metros de profundidad, lo que fue consistente con los bajos gradientes máximos verticales que promediaron los  $0,1 \pm 0,22 \text{ psu } 10\text{m}^{-1}$ , y c) la ausencia de un máximo salino subsuperficial que denota la ausencia de las AESS en el sector oceánico sur del área de prospección (**Figura 52**).

### **Densidad**

En el sector noreste (costero), la densidad del agua de mar mostró escasa variabilidad entre estaciones de muestreo, con un comportamiento vertical similar, caracterizado por un estrecho rango superficial entre  $25,0$  y  $25,6 \sigma_t$ , una capa de



mezcla que alcanza los 40-50 metros de profundidad en la mayoría de los casos, (**Figura 52**), y una piconclina situada verticalmente entre los 40 y ~100 metros. Hacia profundidad, todos los perfiles de densidad muestran un incremento sostenido con la profundidad hasta la máxima profundidad de muestreo (*i e.*, 500 m) donde se alcanzó valores ~27  $\sigma_t$ . Los gradientes verticales máximos de densidad fluctuaron entre los 0,2 y 1,5  $\sigma_t \ 10 \ m^{-1}$  (promedio=  $0,34 \pm 0,21 \ \sigma_t \ 10 \ m^{-1}$ , n= 61 datos), lo que indica una estratificaci3n leve para el sector oceánico de estudio consistente con el período invernal de evaluaci3n (Junio-julio 2012).

Para el sector suroeste (oceánico) la situaci3n tambi3n cambia en la mayoría de los perfiles verticales de este sector, caracterizado por la presencia de una capa de mezcla significativamente mayor a la reseñada para el sector costero, que alcanza los ~120 metros de profundidad y la virtual ausencia de estratificaci3n, lo que es consistente con los bajos gradientes máximos verticales que promediaron los  $0,25 \pm 0,14 \ \sigma_t \ 10 \ m^{-1}$ . Bajo los 200 metros, se observa un incremento a una tasa relativamente constante con la profundidad, hasta alcanzar valores cercanos a los 27  $\sigma_t$ .

### **Oxígeno disuelto**

La concentraci3n vertical de oxígeno disuelto en ambos sectores present3 comportamientos distintos. El sector noreste (costero), revel3 un estrato superficial bien oxigenado, con concentraciones centradas en los  $5 \ ml * L^{-1}$  v3lida hasta aproximadamente los 50 metros de profundidad, donde se establece una conspicua oxiclina en todos los perfiles del sector, situada verticalmente entre los 50 y los 200 metros en la mayoría de las estaciones. Subsuperficialmente, se observa la presencia de aguas pobres en oxígeno ( $<1 \ ml * L^{-1}$ ) entre los 150 y los 370 metros de profundidad, as3 como un m3nimo de oxígeno característico de la presencia de las AESS en este estrato y sector. A partir de los 400 metros se



observa un incremento paulatino de los valores de oxígeno disuelto, llegando a los  $2-3 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$  en la máxima profundidad de muestreo (*i e.*, 500 metros), indicando la presencia incipiente de Aguas Intermedias Antárticas en este estrato (**Fig. 53**).

En el sector suroeste (oceánico), la concentración de oxígeno disuelto reveló una columna de agua bien oxigenada y concentraciones superficiales de estrecho rango de fluctuación (centrado en los  $5,5 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ), en la mayoría de las estaciones de muestreo, lo que se mantiene hasta aproximadamente los 150 metros de profundidad, con una virtual ausencia de concentraciones mínimas de oxígeno (una constante en los perfiles de la región noreste), y oxiclinas muy debilitadas solo en algunas estaciones (**Figura 53**). Destacando, las estaciones situadas al oriente de las transectas que evidenciaron valores comparativamente menores de oxígeno ( $<2-3 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ) entre 150 y 380 metros de profundidad, dado posiblemente a la interacción límite con AESS dispuestas preferentemente al interior de los  $77-76^\circ\text{W}$ , o por el paso de remolinos de mesoescala, comunes en la región de estudio, que transportan grandes volúmenes de estas aguas desde la región costera hacia el océano interior.

### **Clorofila**

En el sector noreste (costero) del área de prospección, la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica, estimada aquí como clorofila-a para los primeros 100 metros de la columna de agua, mostró valores superficiales entre los  $0,2$  y  $1,4 \text{ mg m}^{-3}$  ( $<50 \text{ m}$ ), sin evidenciar máximos subsuperficiales de relevancia, disminuyendo significativamente hasta reportar concentraciones de clorofila-a menores a los  $0,2 \text{ mg m}^{-3}$ . En el sector suroeste (oceánico), la condición es diferente debido a la presencia de valores más bajos, característicos del sector oceánico fuera de la zona de transición costera (Correa-Ramirez *et al.*, 2007), sin la presencia de máximos superficiales ni subsuperficiales de importancia (**Figura 53**).



### **7.3.8.5 Profundidad capa de mezcla y base de la termoclina.**

Las estructuras oceanográficas verticales, esto es, la profundidad de la capa de mezcla (PCM), la profundidad base de la termoclina (PBT), y la profundidad de mínimo de oxígeno (PMO) se presentan en la **Figura 54**. En ambos sectores evaluados durante la prospección, esto es: el sector noreste (costero) y el sector suroeste (oceánico), tanto la PCM como la PBT establecieron ambientes distintos. Para el caso de la PMO, ésta sólo pudo ser evaluada en el sector noreste (costero) ya que en el sector oceánico no se evidenciaron aguas con concentraciones mínimas de oxígeno disuelto.

Es así que la distribución horizontal de la PCM mostró valores más someros en el sector costero, los que quedaron bien caracterizados por la posición de las isolíneas de 30 y 40 metros en gran parte del área estudiada, situación que contrasta con los valores de PCM comparativamente más altos (PCM más profundas) descritas para la región suroeste (oceánica), donde se estableció un claro gradiente meridional con PCM más profundas (80 m) al sur de los 38°S y que alcanzan más de los 100 metros en el extremo austral de la prospección. Por su parte, la PBT también mostró diferencias entre los sectores costero y oceánico, con una distribución bien caracterizada por la isolínea de 50 metros y ausencia de gradientes zonales ni meridionales, en el sector noreste, PBTs más altas (>100 m) en gran parte del sector suroeste con un gradiente NE-SW positivo al sur donde las PBTs sobrepasaron los 120 metros de profundidad.

En tanto, el espesor de la termoclina (ET) no reveló diferencias tan drásticas entre ambos sectores, debido a que tanto el sector costero NE como el oceánico SW evidenciaron el dominio de las isolíneas de 10 y 20 en buena parte de ambos sectores contrastados, no obstante lo anterior, el sector más oceánico (por fuera de los 82°W) verificó termoclinas más extensas que en algunos casos superaron los 40 ó 50 metros de espesor (**Figura 54**). Por último, la distribución de la PMO en la región



noreste reveló profundidades centradas en los 200-220 metros en gran parte del área, sin embargo se detectó una estrecha banda costera que evidenció PMO menores (<140 m).

#### **7.3.8.6 Diagramas TS.**

La identificación de las masas de aguas se realizó a través del análisis e interpretación de diagramas TS (**Figura 55**). Durante este estudio se detectó la presencia de tres masas de agua en el área prospectada, estas son: las Aguas Subantárticas (ASAA), Aguas Intermedias Antárticas (AIAA) y las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES).

Las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales se registraron principalmente en el sector noreste (costero) del área prospectada, y en la zona intermedia de la columna de agua, además de menores salinidades superficiales asociada a la mezcla con aguas continentales en el sector noreste. En este sentido, es probable que algunos mínimos salinos observados en el sector suroeste, puedan estar asociados a aguas de densidad  $\sim 25,5 \sigma_t$ , tengan un origen atribuido a la influencia de aguas de menor salinidad proveniente de altas latitudes. Schneider *et al.* (2003) advierten que este mínimo podría estar asociado a aguas que se forman en la Convergencia Subtropical y la denominaron como Agua Intermedia del Pacífico Sur-Este (AIPSE). Bajo los 400 metros, en la gran mayoría de las estaciones especialmente del sector noreste (costero), se observó un mínimo de salinidad asociado al Agua Intermedia Antártica (AIA), con densidades alrededor de  $27 \sigma_t$ .

Luego, estos resultados son consistentes con los descritos anteriormente para cruceros de igual naturaleza y efectuados especialmente al interior de la ZEE de Chile centro-sur, (Figuroa *et al.*, 1995; Nuñez y Ortiz, 1999; Nuñez *et al.*, 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011).



### 7.3.9 Relaciones ambiente recurso.

En atención a establecer relaciones entre la distribución espacial de la densidad de jurel y las variables ambientales características del hábitat, para identificar patrones que permitiesen detectar respuestas de los cardúmenes de peces ante variaciones en las condiciones ambientales del hábitat. Las variables ambientales seleccionadas para este propósito fueron temperatura, salinidad, densidad y concentración de oxígeno disuelto, evaluadas a la profundidad promedio donde se detectó jurel en el área de estudio. Asimismo, las condiciones ambientales del hábitat consideraron larvas de eufáusidos y eufáusidos por ser el principal items presas de jurel.

La exploración de relaciones entre recurso y su ambiente, a través de identificación de rangos ambientales físicos, análisis espacial (cartas de distribución horizontal), correlaciones entre densidad acústica de jurel y variables ambientales, aplicación de modelos generales aditivos (GAM) y determinación de rangos de preferencia ambiental del jurel en el área de estudio, estuvo limitada por la baja presencia del recurso en el área de prospección. Se registraron sólo dos núcleos situados uno en la región costera en 33°S y 72°W, y otro con mayores densidades acústicas ( $> 151 s_A$ ) en el sector oceánico en 40°S y 83°W (**Figura 7**). Esto junto a una distribución espacial muy homogénea en cada una de las variables físicas hizo que los análisis propuestos para determinar las relaciones entre el jurel y las condiciones del ambiente sea difícil de realizar en el marco de lo planteado en la Oferta Técnica, debido a que de 8.458 datos acústicos en sólo 10 de ellos se registró la presencia de jurel, posición extremadamente puntual sin registrar una separación espacial que permita suponer ambientes distintos, en el sector costero se registró sólo un dato que no permite un análisis ambiente recurso, registros de muy baja densidad, escasa variabilidad oceanográfica zonal/meridional en los sectores considerados independientemente, y



una baja dispersión de las variables ambientales respecto de la densidad de jurel en el área de estudio.

Los resultados de las aproximaciones metodológicas utilizadas para destacar la relación entre los cardúmenes de jurel y su entorno ambiental, que pudieran dar cuenta de una base de explicación a la distribución y abundancia del recurso en el área de estudio, deben claramente ser interpretadas con absoluta precaución, pues la virtual ausencia de este no permite concluir acerca de las relaciones entre el recurso y variables físicas características del hábitat.

### **7.3.9.1 Rangos ambientales y distribución espacial de jurel.**

Los rangos ambientales en los cuales se distribuyó el recurso jurel en el área y período de estudio, incluyendo variables físicas, estructuras oceanográficas verticales y variables biológicas (zooplancton), se presentan en la **Tabla 17**.

El jurel habitó en un número importante de casos (~87,0%), en aguas menores a 100 metros de profundidad registrando un valor medio de  $103,4 \pm 29,18$ ; caracterizadas por temperaturas frías (11-13°C, ~94,9%) con un promedio de  $12,9 \pm 0,87$ ; salinidades con valores intermedios (34,0-34,1 psu 94,9%) centrada en  $34,1 \pm 0,16$  y claramente oxigenadas ( $5,5 - 6 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ , 94,9%) y media  $5,2 \pm 1,31$  que caracterizaron el sector costero y oceánico frente a la zona centro-sur del país (**Figuras 56-57 y Tabla 17**), donde la baja variabilidad de la temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto, que se verifica en un alto porcentaje de contribución de estas variables a valores específicos, está sustentado en los escasos registros de cardúmenes de jurel detectados en la prospección.



**Tabla 17.**  
Rangos ambientales en 1reas con presencia de recurso determinada a la profundidad promedio de las agregaciones.

Variables	Rangos ambientales
Temperatura a la prof. media del cardumen (°C)	10,9 – 12,5 (12,0 ± 0,57; n= 10)
Salinidad a la prof. media del cardumen (psu)	34,0 - 34,6 (34,1 ± 0,16; n= 10)
Oxígeno a la prof. media del cardumen (ml L <sup>-1</sup> )	1,4 – 5,6 (5,2 ± 1,31; n= 10)
Profundidad media del cardumen (m)	78 – 182 (103,4 ± 29,18; n= 10)
Temperatura superficial (°C)	12,6 – 15,4 (12,9 ± 0,87; n= 10)
Salinidad superficial (psu)	34,1 - 34,3 (34,1 ± 0,08; n= 10)
Oxígeno superficial (ml L <sup>-1</sup> )	5,4 – 5,6 (5,6 ± 0,06; n= 10)
Larvas de Euf1usidos	74,8– 527,2 (123,4 ± 141,93; n= 10)
Euf1usidos adultos	24,0 – 866,5 (113,6 ± 264,59; n= 10)

El an1lisis de la distribuci3n espacial de jurel y las variables f1sicas, determinadas a partir de la profundidad media de las agregaciones de jurel (103,4 m), indican que la mayor parte de la biomasa de jurel estimada durante el crucero, estuvo asociado a dos n1cleos ubicados en ambientes oceanogr1ficos distintos; el primero relacionado a un sistema superficial comparativamente m1s c1lido debido a aguas provenientes del noroeste (isoterma de 15°C), m1s salino (salinidades en torno a los 34,2 psu) y concentraciones de ox1geno superiores a 5 ml\*L<sup>-1</sup>, vinculado a bajos niveles de energ1a cin1tica, y con PCM y PBT relativamente someras (30 m y 50 m, respectivamente) (**Figura 58**). Mientras que el situado en el sector oce1nico, estuvo asociado a un ambiente superficial comparativamente m1s fr1o (isotermas de 12,5 y 13 °C), menos salino (34,1 psu) y bien oxigenado (>5 ml L<sup>-1</sup>), donde se reconoce un sistema m1s energ1tico asociado con giros de mesoescala y corrientes de meandros,





además de PCM y PBT comparativamente más profundas (90 y 110 m, respectivamente) (**Figura 59**).

En relación a la oferta alimentaria, el jurel fue detectado en la mayoría de los casos, en sectores de densidades intermedias de estados larvales de eufáusidos (50-300 ind/1000 m<sup>3</sup>, 94,9%) y concentraciones relativamente bajas (1-50 ind/1000 m<sup>3</sup>) de eufáusidos adultos con una contribución del 94,9% (**Figura 60**). lo cual es relevante si se considera que los eufáusidos son el ítem principal en la dieta de jurel. Estas condiciones se ratifican con el resultado del análisis cartográfico mediante Sistema de Información Georreferenciada (SIG), que establece para el estrato de 100 m donde se concentró principalmente la mayor proporción de las agregaciones de jurel, umbrales ambientales de temperatura 11-13 °C, gradiente térmico 0,10-0,15 °C /mn (56%), salinidad 34,0-34,1 psu (75%), gradiente salino 0.005 – 0.01 psu/mn (60%), oxígeno disuelto 5,5-6,0 ml\*L<sup>-1</sup> (76%) y densidad del agua de mar 25,7 -25,9  $\sigma_t$  (74%) (**Figura 60**). Además de rangos de clorofila-a 0,1-0,29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (75%), eufáusidos 33-100 (60%) y 300-5.000 ind/1.000m<sup>3</sup> (27%), larvas de eufáusidos 1-100 ind/1.000m<sup>3</sup> (63%) y capa dispersión profunda 1-500 s<sub>A</sub> (74%) (**Figura 60**).

Por otra parte, la relación entre la densidad de jurel y la profundidad media del cardumen (PMC), la profundidad de la capa de mezcla (CM) y la profundidad base de la termoclina (PBT) se presenta en la **Tabla 18**. Los resultados de este análisis exploratorio revelaron correlaciones no significativas ( $p > 0,05$ ) entre la profundidad media de los cardúmenes y estructuras oceanográficas verticales como la capa de mezcla y la profundidad de la termoclina.

El análisis de correlación múltiple (Zar, 1984), orientado a verificar relaciones existentes entre la densidad de jurel ( $s_A$ ) y el ambiente, consideró la temperatura, salinidad, densidad y concentración de oxígeno disuelto, además de las estructuras verticales PCM y PBT, excluyendo la mínima de oxígeno característico del sector



costero dado la mayor presencia de jurel en el sector oceánico. En general, los resultados revelaron la ausencia de correlación positiva y significativa ( $p < 0,05$ ) entre la densidad de jurel y las variables ambientales medidas a la profundidad media en la que se detectaron los cardúmenes, así como con las estructuras verticales consideradas. Sólo fue detectada una correlación significativa e inversa ( $r = -0,7232$ ) con las larvas de eufáusidos, pero no significativa para los eufáusidos adultos, ítem que ha sido documentado como presa importante de jurel en el sector centro-sur de Chile (Arancibia *et al.* 1995), razón por lo cual estos resultados deben ser considerados con precaución.

**Tabla 18.**

Coeficientes de correlación entre profundidad media del jurel (PMC), profundidad de la capa de mezcla (PCM) y de la termoclina (PBT) en el área de estudio.

	LONGITUD	LATITUD	PMC	PCM	PBT
LONGITUD	1.0000	-0.6150	0.5124	-0.5101	<b>0.9463</b>
LATITUD	-0.6150	1.0000	<b>-0.8214</b>	-0.3462	<b>-0.7611</b>
PMC	0.5124	<b>-0.8214</b>	1.0000	0.3671	0.5398
PCM	-0.5101	-0.3462	0.3671	1.0000	-0.3325
PBT	<b>0.9463</b>	<b>-0.7611</b>	0.5398	-0.3325	1.0000

Valor negrilla= significativo ( $p < 0,05$ )

Esta falta de correlación significativa entre la densidad de jurel y las variables ambientales ensayadas, puede ser explicada por la escasa cantidad de registros acústicos de jurel (**Figura 7**) en el área de prospección, lo que junto a una distribución muy homogénea de las variables medidas, evidenciada en los histogramas de rangos de profundidad y variables oceanográficas, limitaron la exploración de relaciones ambiente–recurso (**Tabla 19, Figura 60**).



**Tabla 19.**  
Coeficientes de correlaci3n entre densidad de jurel ( $s_A$ ), variables y estructuras oceanogr3ficas verticales en el 3rea de estudio.

	DJUR	TEM	SAL	DEN	OXI	PCM	PBT	EUF	LEUF
DJUR	1.0000	-0.6014	-0.6620	0.5843	0.4231	-0.3090	-0.5131	-0.5808	<b>-0.7232</b>
TEM	-0.6014	1.0000	<b>0.9929</b>	<b>-0.9994</b>	<b>-0.6676</b>	0.4133	<b>0.6971</b>	0.5829	<b>0.8620</b>
SAL	-0.6620	<b>0.9929</b>	1.0000	<b>-0.9897</b>	<b>-0.7041</b>	0.4691	<b>0.6664</b>	0.5708	<b>0.8620</b>
DEN	0.5843	<b>-0.9994</b>	<b>-0.9897</b>	1.0000	0.6608	-0.4053	<b>-0.6980</b>	-0.5794	<b>-0.8571</b>
OXI	0.4231	<b>-0.6676</b>	<b>-0.7041</b>	0.6608	1.0000	<b>-0.9432</b>	0.0390	0.1213	-0.3271
PCM	-0.3090	0.4133	0.4691	-0.4053	<b>-0.9432</b>	1.0000	-0.3325	-0.3812	0.0529
PBT	-0.5131	<b>0.6971</b>	<b>0.6664</b>	<b>-0.6980</b>	0.0390	-0.3325	1.0000	<b>0.9698</b>	<b>0.9118</b>
EUF	-0.5808	0.5829	0.5708	-0.5794	0.1213	-0.3812	<b>0.9698</b>	1.0000	<b>0.8960</b>
LEUF	<b>-0.7232</b>	<b>0.8620</b>	<b>0.8620</b>	<b>-0.8571</b>	-0.3271	0.0529	<b>0.9118</b>	<b>0.8960</b>	1.0000

DJUR = densidad de jurel, TEM = temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), SAL = salinidad (psu), DEN = densidad ( $\sigma_t$ ) y OXI = ox3geno disuelto ( $\text{ml L}^{-1}$ ) medido a la profundidad media de los card6menes. PCM = profundidad de la capa de mezcla, PBT = profundidad base de la termoclina, EUF = densidad de euf3usidos, LEUF = densidad de larvas de euf3usidos. Negrilla correlaci3n significativa ( $p < 0,05$ ).

### 7.3.9.2 Modelamiento estad3stico entre las variables ac6sticas y bio-oceanogr3ficas.

Se modelaron relaciones entre la densidad ac6stica de jurel y algunas variables ambientales f3sicas (e.g. temperatura, salinidad, ox3geno disuelto), biol3gicas (biomasa de euf3usidos y de sus estados larvales), siempre en presencia de tres variables relacionadas con el espacio f3sico (e.g. latitud, longitud y profundidad media del cardumen). Los modelos evaluados consideraron la asociaci3n no param3trica entre las variables, bas3ndose en la utilizaci3n de suavizadores de tipo "spline" (regresi3n no param3trica). Debido a que la densidad ac6stica de jurel fue valorada en el espacio, primero se analizaron las variables de posici3n latitud y longitud (Modelo 0), incorporando luego las variables ambientales acorde al esquema detallado en la densidad ac6stica de jurel como variable respuesta (**Tabla 20**).



Para este análisis, y dada la escasez de registros positivos, se utilizaron todas las observaciones obtenidas por el crucero acústico y se contrastaron con las variables oceanográficas en superficie. De esta manera, se amplió la cobertura de datos, pero se modificó el enfoque histórico en donde las agregaciones de jurel han sido contrastadas con las variables oceanográficas a la profundidad media del cardumen. De haber seguido este enfoque, la cantidad de IBMs positivas (0,12% del total de IBM) no hubiesen sustentado el proceso de estimación asociado a los GAMs. De esta manera, el conjunto de datos analizados aumentó su rango de observaciones, pero incluyó una gran cantidad de datos de biomasa acústica cero. Dado lo anterior, los GAMs fueron realizados considerando una distribución del error de tipo quasi-poisson para evitar sobredispersión.

**Tabla 20.**  
Descripción de los modelos analizados para GAM.

Modelo	Variables
Modelo 0	Longitud, Latitud, Profundidad media del cardumen (PMC)
Modelo 1	Longitud, Latitud, PMC, Temperatura
Modelo 2	Longitud, Latitud, PMC, Salinidad
Modelo 3	Longitud, Latitud, PMC, Oxígeno disuelto
Modelo 4	Longitud, Latitud, PMC, Densidad de larvas de eufáusidos
Modelo 5	Longitud, Latitud, PMC, Densidad de eufáusidos

La distribución de tipo log-normal ( $\ln(s_A+1)$ ) que muestra la densidad acústica de jurel, determinó su normalización a través de logaritmo neperiano (**Figura 61**). Las variables oceanográficas analizadas, muestran temperaturas en superficie entre 12,0 y 17,5 °C, con un mayor número de observaciones entre 13 y 16°C, salinidades centrada en los 34,2 psu, con un rango entre los 32,5 y los 34,5 psu y oxígeno superficial entre los 4,8 y los 5,8 ml\*L<sup>-1</sup> agrupándose los registros entre 5,4 y 5,6 ml\*L<sup>-1</sup> (**Figura 61**). Respecto a las variables biológicas analizadas, la densidad de



eufáusidos mostró una distribución de frecuencia de tipo log-normal con mayor cantidad de observaciones hacia concentraciones por debajo de los 2000 ind/ 1000m<sup>3</sup> comportamiento similar observado en la densidad de estadios larvales de eufáusidos, donde la mayor cantidad de observaciones se situaron bajo 5.000 ind/ 1000m<sup>3</sup>.

Los GAM aplicados en este estudio mostraron agregaciones de jurel distribuidas preferentemente en dos núcleos latitudinales, uno centrado en los 33°S y otro centrado en los 40°S y que parece extenderse hacia el sur. Zonalmente, las densidades acústicas muestran una distribución preferente en el 83°W disminuyendo sostenidamente hacia la costa y mostrando otro núcleo de distribución en los 73°W. Batimétricamente, el recurso estuvo asociado a profundidades bajo los 50 metros sin mostrar una parábola clara, sugiriendo que su distribución podría extenderse más allá de los 150 m de profundidad (**Figura 62**).

Respecto a las variables oceanográficas superficiales, las agregaciones de jurel estuvieron preferentemente asociadas a temperaturas por debajo de los 13,5°C que caracterizaron a la zona sur-oceánica del área prospectada. Al mismo tiempo, el recurso jurel estuvo asociado a salinidades centradas en los 34 psu y a concentraciones de oxígeno disuelto por sobre los 5,5 ml\*L<sup>-1</sup>. En el caso de las variables biológicas ambas variables mostraron un comportamiento similar, con agregaciones de jurel asociadas a bajas densidades de eufáusidos adultos y de larvas de eufáusidos (**Figura 62**). En este sentido, es importante precisar que los resultados expuestos en este análisis son de exclusivo carácter exploratorio, pues el bajo porcentaje de IBMs positivas no sustenta análisis estadísticos robustos y predictivos.

### **7.3.9.3 Análisis de rangos ambientales para jurel.**

La presencia de jurel asociada a un solo núcleo importante situado en el sector oceánico, asociado a una distribución homogénea de las variables físicas con



gradientes zonales ni meridionales m3nimos, hace el an3lisis de preferencia/rechazo a ciertos rangos ambientales dif3cil de interpretar dado el bajo n3mero de estaciones positivas (0,12%), producto de la escasez de registros ac3sticos de jurel y por la baja dispersi3n de las variables ambientales respecto de la densidad de jurel en el 3rea de estudio. No obstante estas restricciones importantes al m3todo y la evidente compleja interpretaci3n de los resultados, se decidi3 aplicar esta metodolog3a atendiendo a lo estipulado en la oferta t3cnica.

La existencia de rangos ambientales de distribuci3n preferencial del recurso jurel, fue explorada a partir de la metodolog3a rese1ada por Perry y Smith (1994) y Perry *et al.* (1994), donde sus resultados se muestran a trav3s de las distribuciones de frecuencia acumulativas emp3ricas ( $f(t)$ ) para las variables determinadas a la profundidad media de las agregaciones de jurel; temperatura, salinidad, concentraci3n de ox3geno disuelto y las distribuciones de frecuencia acumulativas emp3ricas para el producto entre la variable ambiental y la densidad de jurel ( $g(t)$ ). Un resumen de estos resultados se presenta en la **Tabla 21** y **Figura 63**.

**Tabla 21.**

Resultados del an3lisis de rangos ambientales (Perry y Smith, 1994) para el 3rea de estudio.

Par3metros	Temperatura (3C)	Salinidad (psu)	Ox3geno ( $ml^3L^{-1}$ )	PMC (m)	EUFA ( $ind/1000m^3$ )	LEUFA ( $ind/1000m^3$ )
<i>P</i>	0,0669	0,4331	0,2176	0,1926	0,2515	0,0988
<i>S</i>	0,3254	0,0492	0,2363	0,2682	0,1705	0,2874
Rango de preferencia	Sin pref.	Sin pref.	Sin pref.	Sin pref.	Sin pref.	Sin pref.

Donde *S*= distancia m3xima entre las distribuciones de frecuencia acumulativas de  $f(t)$  y de  $g(t)$ . *P*=significancia estad3stica ( $p < 0,05$ ). Rango m3ximo de la variable ambiental a la distancia entre las funciones. PMC= profundidad media de card3menes, EUFA= densidad de euf3sidos, LEUFA= densidad de larvas de euf3sidos,



La comparaci3n entre las curvas  $f(t)$  y  $g(t)$ , bajo el criterio de significancia estadística adoptado ( $\alpha=0,05$ ), mostraron un comportamiento similar para ambas funciones, y por lo tanto, la ausencia de un rango de preferencia ambiental por parte del recurso jurel ( $p > 0,05$ ), a saber: temperatura ( $p = 0,0669$ ), salinidad ( $p = 0,4331$ ), concentraci3n de oxígeno disuelto ( $p = 0,2176$ ), la profundidad media de los cardúmenes ( $p = 0,1926$ ), eufáusidos ( $p = 0,2515$ ) y estados larvales de eufáusidos ( $p = 0,0998$ ). En consecuencia con lo anterior, no fue posible determinar rangos ambientales asociados al jurel en el área de prospecci3n, ya sea incorporando variables físicas ó biológicas

En este sentido, las asociaciones establecidas entre la densidad del jurel y sus variables ambientales (estrato 100 m), cuantificada a trav3s del índice de Cramer (Ott *et al.*, 1983) como indicador del grado de dependencia entre la densidad de jurel y las variables independientes, con valores de 0 (mínima dependencia) y 1 (máxima dependencia), muestran baja asociatividad entre el recurso y las variables ambientales presentes en la zona de estudio (**Figura 64, Tabla 22**), lo que es coherente con los resultados alcanzados en la modelaci3n de las relaciones recurso-ambiente, si se considera que el jurel a diferencia de otros recursos, presenta en gran parte de las variables un rango mayor de distribuci3n.



**Tabla 22.**  
Coeficientes de Cramer para la distribuci3n de jurel y variables ambientales en la capa de 100 m.

<b>VARIABLE</b>	<b>Capa 100 m.</b>
Temperatura (°C)	0,05
Salinidad (psu)	0,05
Gradiente t3rmico (°C/mn )	0,08
Gradiente salino (psu/mn )	0,08
Ox3geno (ml*L <sup>-1</sup> )	0,07
Densidad ( $\sigma_t$ )	0,06
Clo-a	0,06
CDP	0,02
Euf3usidos (ind/1000m <sup>3</sup> )	0,09
Larvas de Euf3usidos (ind/1000m <sup>3</sup> )	0,09





## 8. DISCUSI3N

---

### 8.1 Biomasa presente en la zona.

Entre 1997 al 2001, las estimaciones de biomasa de jurel por m3todo hidroac3stico desarrolladas dentro de la ZEE (5 – 200 mn), muestran un crecimiento sostenido desde 3,75 a 6,14 millones de toneladas, para posteriormente caer a 2,08 millones de toneladas el 2002, oscilando de manera continua hasta desaparecer virtualmente el 2009. A partir de esta situaci3n y de acuerdo a antecedentes de operaci3n de barcos factor3as fuera de las 200 mn de la costa, el 2003 se expande la prospecci3n ac3stica fuera de la ZEE, que en este sector muestra un incremento sostenido desde 1,8 millones el 2003 con un m3ximo de 4,02 millones de toneladas el 2004 y una reducci3n permanente hasta 0,3 millones de toneladas el 2009: El incremento de las biomاسas en la franja oce3nica coincidi3 con la permanente reducci3n dentro de la ZEE. De este modo, las biomاسas globales despu3s del 2003 var3an entre 2,7 millones de toneladas a 4,6 millones de toneladas en el 2004, con una leve tendencia decreciente a partir del 2005 y para luego caer a valores de 500.000 ton el 2008 y 120.000 ton el 2010-2011.

Esta situaci3n es claramente observada a trav3s de los centros de gravedad de las distribuciones y el 3rea ocupada por el recurso en las distintas evaluaciones ac3sticas realizadas en la zona de estudio (**Figura 65, Tabla 1**). Este comportamiento espacial y niveles de densidad del jurel sugirieron un notorio proceso de alejamiento y disminuci3n de su biomasa en la zona donde se concentr3 principalmente la pesquer3a de la VIII Regi3n, observando durante los tres 3ltimos a3os una distribuci3n mermada y eminentemente oce3nica. En este sentido la biomasa de jurel de 3.665 ton y 4.182,8 ton estimada en el presente crucero, corresponde al valor m3s bajo de la serie hist3rica registrada entre 1997 al 2012, el cual explica la baja presencia del



recurso durante la eco prospecci3n previa al crucero de evaluaci3n, la nula operaci3n de barcos factorías extranjeros durante el crucero y la operaci3n de la flota comercial de la VIII Regi3n en la ZEE durante el 2012 (**Figura 66**).

## **8.2 Precisi3n del estimado de la biomasa.**

La precisi3n del estimado de biomasa fue menor (20,6-23,0%) a la proyectada en el diseño de muestreo para la prospecci3n (CV=30,09%), sin embargo, los niveles alcanzados este año superan lo registrado en la zona desde el 2003 al 2011, producto de un patr3n de distribuci3n caracterizado por un númeru reducido de agregaciones en un sector de baja homogeneidad, el cual respecto a las evaluaciones acústicas anteriores fue extremo, por la ausencia virtual del recurso este año en la zona de estudio.

## **8.3 Cambio en el uso del espacio del jurel.**

Las fluctuaciones de la abundancia frente a su ubicaci3n frente a la costa, sugieren modificaciones en la distribuci3n espacial y el uso del espacio de jurel en los últimos años, siendo importante establecer si esta corresponde a bajas en la abundancia o sólo al desplazamiento espacial, lo cual es relevante responder por su impacto en el ámbito comercial y de la administraci3n del recurso.

Este año, el drásticu cambio en el uso del espacio del jurel en la zona prospectada, caracterizado por solo una área de concentraci3n de reducido tamaño (36 mn<sup>2</sup>), representó una merma de 99,4% y 96,3% respecto al 2010 (5.904 mn<sup>2</sup>) y 2011 (972 mn<sup>2</sup>), registrándose cambios notorios en la participaci3n de los tipos de agregaci3n de jurel entre el 2010 y 2012, con un fuerte aumento de cardúmenes de 8% (2010) a 44% (2011) y 90% (2012), y la disminuci3n de estratos 20% (2010) a 15% (2011) y



0% (2012), dispersos 45% (2010) a 11% (2011) y 0% (2012) e individuales 27% (2010) a 41% (2011) y 10% (2012). Es as3 que, una de las consecuencias del cambio de comportamiento, se relaciona con el aumento de la dificultad para la captura de ejemplares de jurel con red de arrastre, dado que su efectividad es mayor cuando predomina mayor abundancia con agregaciones tipo estratos y dispersos en un sector amplio, lo cual este a3o se agudiz3 por la escasa presencia del recurso que determin3 la ejecuci3n de s3lo 4 lances de pesca sin captura en la zona de estudio.

Estos cambios en la forma de agregarse el jurel, no ha modificado su uso del espacio en el sentido batim3trico, al detectarse entre los 20 a 130 m, con un mayor n3mero de agregaciones de alta densidad entre 90 y 100 m y la presencia de agregaciones en superficie en el sector costero (Valpara3so), evidenciando una distribuci3n m3s profunda fuera de las 200 mn, como se ha registrado desde el 2003.

#### **8.4 Cobertura espacial de la flota extranjera.**

La tendencia decreciente de la biomasa a distintas distancia de la costa se3alada en el marco de este estudio, se ha corroborado con la operaci3n anual de la flota China en el borde de las 200 mn el 2001 (78°W), cuando se evalu3 6,14 millones de toneladas en la ZEE, para posteriormente en el 2007 extender su operaci3n comercial hasta los 120°W, evidenciando el desplazamiento de las agregaciones de jurel observados en la evaluaciones ac3sticas dentro y fuera de la ZEE (Zhang *et al.*, 2008). Luego, ser3a posible se3alar que a partir del 2002, el jurel ingresa con una intensidad menor al sector costero (ZEE) y que los cambios observados en la abundancia dentro y fuera de las 200 mn, evidencian una fluctuaci3n en la distribuci3n espacial durante el invierno que este a3o alcanz3 su m3ximo, al



registrar un reducido número de agregaciones de jurel y ser el estimado de biomasa el más bajo de la serie histórica en la zona centro sur del país.

### 8.5 Condiciones ambientales y oferta alimentaría.

Desde 1997 a 2002, la zona de distribución del jurel ha presentado variaciones inter-anales en las variables bioceanográficas, asociados preferentemente por la influencia de eventos cálidos y fríos que han afectado el área (**Figura 67**), donde se ha registrado aguas comparativamente más cálidas ( $>17^{\circ}\text{C}$ ) y más salinas ( $>34,0$  psu) en el sector noroccidental de las áreas prospectadas. Al igual que desde el 2003 al 2011, en el crucero de prospección realizado el 2012 se observa al norte aguas relativamente más cálidas ( $>16^{\circ}\text{C}$ ), en tanto hacia el sur se manifiestan aguas más frías ( $<12^{\circ}\text{C}$ ), sin gradientes térmicos intensos, predominando en el sector costero temperaturas en superficie de  $13,1^{\circ}$  a  $17,0^{\circ}\text{C}$  ( $14,7 \pm 0,81^{\circ}\text{C}$ ) y salinidades entre 32,38 y 34,40 ( $34,16 \pm 0,29$  psu), en tanto la región oceánica registró temperaturas de  $11,7^{\circ}$  a  $14,5^{\circ}\text{C}$  y salinidades entre 33,75 y 34,26 ( $34,06 \pm 0,08$  psu), permitiendo calificar para ambos sectores condiciones térmicas similares con una anomalía cercana a cero durante junio, de manera consistente con una condición neutra del índice El Niño 3-4 (**Figura 67**).

Esta condición se ratifica al analizar las anomalías mensuales de temperatura superficial del mar (TSM) satelital de junio del 1990 al 2012 (**Figura 68**), que muestra variaciones interanuales revelando la presencia de eventos cálidos y fríos importantes en el área prospectada, donde destacan períodos prolongados de anomalías desde 1990 al 2003, reconociendo un ciclo negativo entre 1990 y 1993, positivo entre 1994 y 1998 (Niño intenso), negativo 1999 y 2002, para posteriormente presentarse los periodos cálidos-fríos más reducidos y de manera mas irregular (**Figura 67**), patrón de cambio que se corresponde muy bien con la



fuerte caída de la biomasa de jurel entre el 2001 (6,14 millones de toneladas) y 2002 (2,8 millones de toneladas), pudiendo esta mayor variación del régimen entre distintos ambientes físicos, afectar las condiciones óptimas para el desarrollo de organismos marinos.

En el contexto de cambio ambiental, la densidad global de los principales grupos zooplanctónicos ha disminuido gradualmente con una caída drástica en el 2002, coincidiendo con la disminución de la abundancia de jurel entre los años 2001 y 2002, y que determinó un nuevo máximo a partir del 2004. En este sentido, cambios en la oferta alimentaria se han observado en sincronía con la biomasa entre 1997 y 2011 en la zona, con una baja en la abundancia media del zooplancton a partir del 2002, donde destaca desde el 2006, una reducción continua en el aporte del grupo principal (copépodos) a la abundancia total del zooplancton. En este contexto, valores reducidos de densidad media también se registran en eufáusidos, especie documentada como principal items presa de jurel (Córdova *et al.*, 2012, Arancibia *et al.*, 1995) (**Figura 69**), la cual este año se redujo considerablemente en 57% (día) y 89% (noche) respecto al 2011, siendo relevante y debe tenerse presente en el análisis de las razones de la reducción de la biomasa y cambios en la distribución del jurel, en otros factores, puesto que los eufáusidos constituyen su alimento.

## **8.6 Asociación al recurso.**

Para el presente crucero, los niveles explicativos han sido bajos lo que está sustentado por la escasa abundancia de jurel que no permite disponer de información (agregaciones de jurel), para correlacionar con variables ambientales a través de los distintos métodos aplicados (Correlaciones, GAM, SIG y Perry y Smith) siendo este año bastante extremo. Asimismo, el área de distribución del jurel en el sector oceánico, se ha caracterizado por una marcada homogeneidad de las variables



oceanográficas, lo cual ha influido en alcanzar mayores niveles explicativos en los modelos aplicados.

### **8.7 Estructura de talla.**

Este año, las capturas comerciales de la pesquería de jurel en la VIII Región no se registraron en la zona oceánica, como años anteriores, dado la baja presencia del recurso en esta región, acotándose su operación a las primeras 200 mn de la costa (**Figura 70**). En este sentido, el rango de distribución de tallas de jurel con ejemplares entre 25 - 47 cm y moda principal en 31 cm, no se asemeja a la observada en la zona centro sur el 2011, donde los ejemplares fueron de mayor tamaño variando entre 25 - 63 cm y una moda en 41 cm, coincidiendo la distribución de talla con la obtenida desde lances de pesca de la flota comercial de la VIII Región el 2012, muestreo previo al crucero realizados por INPESCA y lances ejecutados en la IV región el 2011 y 2012, evidenciando esta similitud de las tallas y la operación restringida a la ZEE de la flota comercial, una disponibilidad del recurso caracterizada por ejemplares provenientes del sector norte del área de estudio (**Figura 70**). Esta situación, junto a un bajo volumen de jurel cuantificado y la presencia de sólo tres grupos importantes en la zona, evidencia una merma en las condiciones del recurso y el debilitamiento de la estructura de edades dado la carencia de un grupo fuerte en ella.

### **8.8 Condición del recurso.**

Luego, al considerar el valor absoluto de biomasa estimado, la fuerte reducción espacial del jurel dentro y fuera de la primeras 200 mn en la zona de estudio, la presencia de sólo tres grupos de edad y la carencia de un grupo fuerte, la menor disponibilidad del recurso a la pesquería, configuran un escenario que confirma la intensificación de la condición negativa observada a partir del 2002. En este sentido, las evaluaciones directas hidroacústicas junto a indicadores biológicos y



operacionales provenientes de la pesquería, incorporadas en los modelos de evaluación indirecta, bajo distintos escenarios, configuran una situación delicada del stock de jurel en las costa de Chile (Canales *et al.*, 2013).

## **8.9 Consideraciones del estudio.**

El stock de jurel en la zona centro-sur y norte de Chile, muestra una fuerte reducción en sus niveles de biomasa, lo cual se ha manifestado en una reducción de la frecuencia de las agregaciones tipo estratos-dispersos y frecuencia de los cardúmenes, que explican las menores capturas de la flota cerquera en general, y en particular con red de mediagua. Ante la necesidad de disponer de ejemplares de jurel y que el éxito de la pesca depende en gran medida de la condición de distribución y comportamiento del recurso, siendo favorable para el arrastre la condición de estrato o disperso, y para el cerco en cardumen. En este estudio se han desarrollado muestreos combinados entre ambos artes de pesca, con cerco en la flota industrial y arrastre a media agua en el buque de investigación, definiendo la contemporaneidad y simultaneidad necesarias.

Previo a la presentación de la Oferta Técnica, el IFOP realizó gestiones con empresas pesqueras de la VIII Región, con la finalidad de disponer de una nave de cerco en la evaluación de jurel durante el 2012, las cuales no se concretaron por el tiempo requerido en el crucero que debilita el compromiso de cumplimiento de las cuotas de captura, así como también por la programación de reparaciones preestablecida (carenas), circunscribiéndose su participación a la eco prospección y la disposición a aceptar observadores científicos a bordo de naves bajo régimen comercial.

Durante el crucero, la zona prospectada mostró escasa presencia de jurel respecto a años anteriores, siendo este resultado coherente con la detección de sólo 5 agregaciones de jurel en la eco prospección previa al crucero de evaluación, además



de una operaci3n permanente de la flota cerquera en la ZEE el 2012, con un notorio desplazamiento (mayo-junio) de las zonas de pesca hacia el norte, evidenciando previo a la ejecuci3n del crucero de evaluaci3n, el movimiento del recurso fuera del 1rea de estudio (V-X Regi3n), lo cual explica la ausencia de jurel durante la prospecci3n y la baja efectividad del muestreo combinado aplicado.

En este sentido, si bien es cierto el cerco presenta un 1xito de captura comparativamente mayor que el arrastre, lo cual permite una mayor probabilidad de obtener ejemplares de jurel requeridos en este estudio. La mayor captura de cerco esta sustentada por una permanencia en la zona d1a y noche, a la espera de condiciones de distribuci3n favorables para el 1xito de pesca (d1as), a diferencia de lo realizado durante la evaluaci3n, donde barco cient1fico dispone de tiempo limitado para realizar las capturas y as1 obtener las muestras requeridas en el estudio, raz3n por lo cual, no es posible garantizar bajo r1gimen de crucero de prospecci3n se mantenga este nivel de efectividad en la captura de cerco.

Luego, considerando lo anterior y de mantenerse el patr3n de distribuci3n espacial y estacional del jurel observado este a1o, la ejecuci3n de futuras cuantificaciones del recurso en la zona centro sur del pa1s, deber1 considerar la modificaci3n del periodo de ejecuci3n del crucero de evaluaci3n o del 1rea prospectada en el estudio.





## 9. CONCLUSIONES

---

### 9.1 Acústica.

**9.1.1** La biomasa de jurel en la zona comprendida desde puerto Lebu ( $37^{\circ}30'S$ ) a oeste de Corral ( $40^{\circ}S$ ) y desde 200 a 600 millas de la costa, estimada por el método de variables regionalizadas fue de 3.665 ton (cruce 2012) y 4.182,8 ton (cruce 2011), con un coeficiente de variación (CV) de 20,6 y 23,0%, constituyendo el valor mas bajo en la serie 1997-2012, donde el método geoestadístico presentó la mayor precisión y su biomasa no muestra mayor diferencia con lo estimado por los otros métodos.

**9.1.2** La abundancia numérica total alcanzó a 6,26 y 9,32 millones de ejemplares, lo que representó un fuerte descenso respecto a  $178,15E+06$  (2011),  $125,65E+06$  (2010),  $809,41E+06$  (2009) y  $956,40E+06$  (2008), señalando una fuerte merma en la abundancia y la acentuación de bajos volúmenes del recurso en este último año.

**9.1.3** El patrón de distribución espacial del jurel durante este año se corresponde con lo observado desde 1997 al 2002, en cuanto a la ausencia total de agregaciones en el sector noroeste donde se detecta de manera recurrente la intrusión de aguas cálidas procedentes del área oceánica. Este año, al igual que el 2008, 2009, 2010 y 2011 la ausencia de recurso se expandió considerablemente al registrar recurso en un área bastante menor ( $36 \text{ mn}^2$ ), que lo observado durante el 2003 al 2011, con una tendencia a situarse al sur a través de los años.



- 9.1.4** El recurso se ubicó al oeste de Corral, concentrándose en esta área el 100% de la biomasa total estimada y su distribución por sobre el límite de las 300 mn muestra la localización hacia la alta mar. Esta distribución espacial de jurel no presenta grandes diferencias con la del 2003 al 2011, donde más del 90% de la biomasa se localizó al sur de Talcahuano.
- 9.1.5** La densidad acústica media fue de sólo  $0,7 \text{ t/mn}^2$  sustentada por la fuerte reducción de la densidad de jurel, al registrar este índice un valor de  $149 \text{ t/mn}^2$  el 2011, y en menor medida por la reducción del área de  $IC=0,6\%$  el 2001 a  $IC=0,2\%$  el 2012, dando cuenta de una disminución en la abundancia de jurel en la zona de estudio.
- 9.1.6** Al igual que desde el 2003 al 2008, el jurel mantendría su tendencia a localizar sus agregaciones a mayor profundidad hacia el oeste, siguiendo el patrón histórico de la profundidad media de jurel observado cada 100 mn desde costa hacia la alta mar (59,7; 77,7; 98,3 y 98,9 m).
- 9.2 Pesca.**
- 9.2.1** En las pesca realizadas por la flota el 94,5 de la captura fue jurel y el 5,54% corresponde a caballa (*Scomber japonicus*). Número reducido de especies que es consistente con el análisis de clusters por especie histórico realizado entre 1997 y 2011, donde los altos niveles de similitud corresponden a solo tres especies reineta, caballa y jibia, evidenciando el carácter mono específico de las captura en el estudio y pesquería.



**9.2.2** La estructura de talla con ejemplares de 25 a 47 y moda principal en 31 cm longitud horquilla, se corresponde a la registrada en la IV región más que la observada históricamente en la zona centro sur, evidenciando la captura del recurso proveniente de la zona norte, en la prospección previa y por parte de la flota comercial durante del 2012.

**9.2.3** Los grupos de edad VI (clase anual 2006), con un 29,5%, el VII (clase anual 2005) con un 24,5%, el V (clase anual 2008) con un 17,5% y VIII (clase anual 2005), no se comparan con los observados en años anteriores, donde se registró grupos de edad mayores, dado la captura de ejemplares en el límite norte del área de estudio, coincidiendo las estructuras etarias en el debilitamiento de la estructura de edades por la carencia de un grupo fuerte en ella.

### **9.3 Oceanografía.**

**9.3.1** La zona de estudio, el sector costero presentó una distribución espacial homogénea, con leves variaciones meridionales y ausencia de gradientes zonales, con la presencia de aguas más cálidas ( $>15^{\circ}\text{C}$ ) al norte de San Antonio y aguas comparativamente más frías ( $<14^{\circ}\text{C}$ ) al sur del  $35^{\circ}\text{S}$ , donde la salinidad reveló diferencias meridionales y zonales, con salinidades más alta ( $>34,3$  psu) al norte de  $33^{\circ}\text{S}$  y menores (22,6 psu) al sur de los  $34^{\circ}\text{S}$ , que genera fuertes gradientes zonales por mezcla con aguas continentales asociadas a ríos (eg, Mataquito y Maule). En el sector oceánico, aguas más frías, menos salinas, más densa e igualmente oxigenadas, se observan respecto a la costa, dominando la homogeneidad en las variables medidas sin registrar gradientes meridionales y zonales importantes, siendo caracterizada por la distribución de la isoterma de  $13^{\circ}\text{C}$ , isohalina de 34,1



psu, isopicnas de 25,6 y 25,8  $\sigma_t$  y isolíneas de concentración de oxígeno de 5,5 ml\*L<sup>-1</sup>

- 9.3.2** La distribución vertical de las variables medidas en la región costera, mostró una capa de mezcla menor a 50 m de profundidad, termoclinas/picnoclinas débiles situadas en 50-120 m, ausencia virtual de estratificación salina y oxiclinas bien desarrolladas (70-130 m), clorofila-a inferiores a 1mg m<sup>-3</sup> caracterizada por la isolínea de 0,4 (>50 m) y un estrato subsuperficial (<150 m) de bajo oxígeno y alta salinidad que indica la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES) en su flujo al polo. En tanto, el sector oceánico registró termoclinas/picnoclinas leves y más profundas (100-300 m), con una ausencia de estratificación de salinidad y una columna de agua bien oxigenada (>4 ml\*L<sup>-1</sup>) en gran parte del área, sin registrar gradientes zonales de importancia, pero con niveles de clorofila muy bajos (0,1-0,2 mg m<sup>-3</sup>) característicos del sector oceánico y período invernal en la zona centro-sur de Chile.
- 9.3.3** En el sector costero, la profundidad de la capa de mezcla (PCM) fluctuó entre 30 y 40 m de profundidad, lo que difiere a lo reportado en la región oceánica donde se evidenció valores más altos (70-100 m), registrando un gradiente meridional zonal con PCM más profundas (>80 m) al sur de los 38°S, sin registrar valores menores a 40 m un predominio como el año pasado. La profundidad base de la termoclina (PBT) en el sector costero, muestra una distribución caracterizada por valores de 50-60 m, mientras que la región oceánica reveló profundidades mayores, que se incrementan positivamente de NE a SW donde la PBT sobrepasan los 120 m de profundidad en el sur del área prospectada.



**9.3.4** Las anomalías de la TSM evidenciaron similitud entre el sector costero y oceánico, siendo sus valores consistentes con una condición neutra del índice El Niño 3-4.

**9.3.5** En este estudio y de manera similar a lo reportado para el período invernal de 1997-2011, el análisis de los diagramas T-S reveló la presencia de tres masas de agua en el área de prospección: las Aguas Subantárticas (ASAA), Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y las Aguas Intermedias Antárticas (AIAA) hacia las máximas profundidades de muestreo.

#### **9.4 Plancton.**

**9.4.1** La composición zooplanctónica este año permanece estable respecto a años anteriores, al mantenerse dominancia en abundancia relativa y en frecuencia de ocurrencia de los grupos copépodos, quetognatos, y ostrácodos. Para los grupos principales, la abundancia relativa muestra un importante incremento respecto al 2011, alcanzando este año altos valores que en su volumen corporal, reflejó una tasa de cambio positiva 147% en la biomasa media (47,0 ml/1.000 m<sup>3</sup>) respecto al 2011 (19,1 ml/1.000 m<sup>3</sup>).

**9.4.2** La tendencia decreciente de los eufáusidos desde el 2003, sigue el comportamiento general del zooplancton en la zona de estudio, pero este año se observa un fuerte decremento de 57% (día) y 89% (noche) en la densidad media respecto al 2011, lo que puede constituir un factor explicativo de la menor disponibilidad de jurel en el área si se considera que los eufáusidos son el ítem más importante en la dieta de jurel.



- 9.4.3** Diferencias estadísticamente significativas en los niveles de abundancia relativa media fueron registradas entre los lances diurnos y nocturnos solo en dos grupos (eufáusidos y larvas de Cypris), prevaleciendo las mayores concentraciones durante los períodos nocturnos, mientras que mayoritariamente el resto de los grupos identificados no mostró diferencias relevantes entre ambos períodos.
- 9.4.4** Los índices comunitarios de diversidad y riqueza dan cuenta de un gradiente negativo entre la costa y el sector oceánico, dado la disminución del número de taxas y grupos dominantes hacia la alta mar. En el sector costero, la diversidad se incrementa por la presencia de organismos meroplanctónicos (larvas de crustáceos y moluscos) evidenciando una mayor interacción bento-pelágica en este sector.

## **9.5 Asociaciones.**

- 9.5.1** El análisis de correlación múltiple entre densidad de jurel y el ambiente reveló ausencia de correlación positiva y significativa ( $p < 0,05$ ) entre la densidad de jurel y las variables ambientales, así como en las estructuras verticales, detectando sólo correlación significativa e inversa ( $r = -0,7232$ ) con las larvas de eufáusidos, pero no significativa para los eufáusidos adultos, lo cual se sustentaría por la escasa presencia del recurso distribuido en parche y la homogeneidad de las variables físicas en el sector donde se ubicó el recurso, razón por lo cual estos resultados deben ser interpretados con absoluta precaución.



**9.5.2** El modelamiento estadístico (GAM) entre variables ambientales y densidad de jurel, dado los escasos registros positivos de este último consideró todas las observaciones y las variables en superficie, considerando una distribución de error de tipo quasi-poisson para evitar sobredispersión por inclusión de valores cero, estableciendo agregaciones de jurel en torno a temperaturas bajo 13,5°C propias del sector oceánico, así como salinidades centradas en 34,0 psu y concentraciones de oxígeno disuelto sobre 5,5 ml\*L<sup>-1</sup>. Además de su presencia en área de baja densidad de eufáusidos y profundidades bajo los 50 metros. Resultados que dado el bajo número de agregaciones de jurel debe ser considerados como exploratorios, al no sustentar análisis estadísticos robustos y predictivos.

**9.5.3** Al comparar las inter-relaciones entre variables ambientales y densidad de jurel, se ven dos periodos, uno desde 1997-2001, donde hubo un incremento sistemático de la densidad de jurel dentro de las primeras 200 mn, entonces la distribución de jurel está asociada con aguas ASAA y subsuperficialmente AESS, donde existe una alta salinidad y baja concentración de oxígeno. En el segundo periodo 2002-2012, el jurel se encuentra distribuido en sectores más oceánicos, asociado con aguas oxigenadas (5,5-6 ml\*L<sup>-1</sup>), de menor temperatura (10 y 12°C), alta salinidad (34 psu) y bajo nivel de clorofila y concentración de eufáusidos.

## **9.6 General.**

El bajo valor de biomasa, la fuerte disminución espacial del jurel dentro y fuera de la ZEE, la baja disponibilidad del recurso a la pesquería, junto a la operación de la flota en el sector costero (ZEE) y su desplazamiento anual



hacia el norte, con capturas de ejemplares asociado a estructura de tama1o provenientes del norte del 1rea de estudio, sin registrar informaci3n relevante de presencia de jurel en la ZEE al sur de puerto Lebu, no permiten se1alar para este a1o, una situaci3n mejorada de la estructura del stock (1998-2001) o de relativa inestabilidad (2003-2007), si no m1s bien, una agudizaci3n en la merma de la disponibilidad del recurso observada en los 1ltimos a1os en la zona de estudio.





## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Arancibia, H., Cubillos, L., Arcos, D., Grechina, A., Vilugrón, L., 1995. The fishery of Horse Mackerel (*Trachurus symmetricus murphyi*) in the South Pacific Ocean. With notes on the fishery off Central Southern Chile. *Scientia Marina*. 59(3-4): 647-652.
- Arcos, D. F. 1975. Copépodos Calanoídeos de la Bahía de Concepción, Chile. Conocimiento sistemático y variación estacional. *Gayana Zool.* 32:1 - 31.
- Barbieri, M. A., J. Córdova, 1986. Estudio de la variabilidad de los datos acústicos obtenidos en cruceros hidroacústicos. *La Pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar UCV; Arana P. (ed): 249-258 p.*
- Barnes, R. 1986. *Zoología de los invertebrados. México, D.F., Interamericana. 1.157.p.*
- Boltovskoy, 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina.
- Bougis, P. 1974. *Ecologie du plancton marin. Partie 2. Le zooplancton. 200 p. Paris Messon et Cie Editeurs. Collection d'ecologie, n°3*
- Canales, C. R. Serra, J.C.Saavedra, L. caballero y V Bocic 2013. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentable de los principales recursos pesqueros nacionales. Primer Informe. SUBPESCA. Instituto Fomento Pesquero. 81pag. +anexos.



- Castillo, J., M.A.Barbieri, A. Paillaman y U. Parker 1995. Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española de las regiones I a IV. Informe Final. Instituto Fomento Pesquero, Chile, 152 p. tablas, fig+anexos.
- Castillo, J., A. Saavedra, P. Gálvez, S. Núñez, J. Ortiz, P. Torres, F. Vejar, E. Molina, F. Cerna y A. López 2005. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2004. En: Informe Final Proyecto FIP 2004-05. 190 pp + Figuras y Anexos.
- Chambers, J.M., Hastie, T.J. (Eds.), 1992. Statistical Models in S. Wadworth & Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.
- Chirichigno, N. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Inf. Inst. Mar Perú (Callao), 44: 387 pp.
- Cleveland, W.S.- Grosse, E., Shyu, W.M., 1992. Local regression models. In: Chambers, J.M., Hastie, T.J. (Eds.), Statistical Models in S. Wadworth & Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.
- Córdova, J, M. A. Barbieri, H. Miranda, M. Espejo, M. Rojas. 1998. Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones. Informe Final FIP N° 96-13. 162 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, M. A. Barbieri, M. Espejo. 2002. Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE, en marzo 2001. Informe Final FIP N° 2001-02. 204 pp + figuras y anexos.



- Córdova, J, M. A. Barbieri, M. Espejo. 2003. Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE, año 2002. Informe Final FIP N° 2002-02. 198 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, C. Lang. 2007. Investigación Evaluación hidroacústica jurel V-X, 2006. Informe Final BIP N° 30043859-0. 125 pp + figuras y anexos.
- Córdova, J, F. Leiva, C Hernandez. 2008. Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones, año 2007. Informe Final FIP N° 2007-07. 173 + figuras y anexos.
- Córdova, J, C Lang, C Hernandez. 2009. Evaluación hidroacústica de jurel entre la V y X Regiones, año 2008. Informe Final FIP N° 2008-05. 223 + figuras y anexos.
- Córdova, J, C Lang, C Hernandez. 2010. Evaluación hidroacústica integral del recurso jurel entre la V y X Regiones, año 2009. Informe Final FIP N° 2009-05. 211 + figuras y anexos.
- Córdova, J, B. Leiva, V. Catasti y V. Bocic. 2011. Investigación Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la X Regiones, año 2010. Informe Final SUBPESCA: 132 + figuras y anexos.
- Córdova, J, B. Leiva, V. Catasti y V. Bocic. 2011. Investigación Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la X Regiones, año 2010. Informe Final SUBPESCA: 132 + figuras y anexos.
- Córdova, J, B. Leiva, V. Catasti y V. Bocic. 2012. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la V y X Regiones, año 2012. Informe Final FIP N° 2011-05: 183 + figuras y anexos.



- Correa-Ramírez, M.A., S. Hormazábal y G. Yuras. 2007. Mesoscale eddies and high chlorophyll concentrations off central Chile (29°-39°S) Geophysical Research Letters 34(L12604). doi: 10.1029/2007GL029541.
- D'Amours, D.D. 1993. The distribution of cod (*Gadus morhua*) in relation to temperatura and oxygen level in the Gulf of St. Lawrence. Fisheries Oceanography, 2:1,24-29.
- Dobson, A. 2002. "An Introduction to Generalized Linear Models 2nd Edition" Chapman and Hall, London.
- Eastman, J.R. 1995. IDRISI for Windows. User'LS Guide Version 1.0. Clark University Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. 239p.
- Evseenko, S. A. 1987. Reproducción de jurel del Perú *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en el Pacífico Sur. Voprosy Ichthyologii, 27(2):264-273.
- Figueroa, D., M. Sobarzo, L. Soto y P. Davila, 1995. Oceanografía física. En: Informe final proyecto "Evaluación Hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX regiones. FIP, 221p.
- Foote, K. and J. Rivoirard 1992. Geostastical analysis of acoustic survey dat on group herring in Fjord. ICES. C. M. 1992/ D: 10. 14 p.
- Francis R.I.C.C. 1984. Variability in hidroacoustic biomass estimate (comment). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 825-826.



- Frontier, S. 1980. Zooplancton de la región de Nosy-Bé I) Programa des recoltes et techniques d'etude. II) Plancton de surface aux stations 5 et 10. Cah Orstom (océanogr.), 4(3):3-37.
- 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 e I. Giakoni. 1983. Estudio de recursos pelágicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pelágicos I. Prospección zona Arica-Coquimbo (18°30'- 30°00'LS) Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-82). Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.
- Hansen, R., W. Madow y W. Huwitz. 1953. Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: John Wiley and Sons, INC.
- Hastie T. y R. Tibshirani. 1990. Generalized Additive Models. Chapman and Hall, London.335 p.
- Hormazábal, H., V. Combes, C.E. Morales, M. Correa-Ramírez, E. Di Lorenzo, S. Nuñez. Intrathermocline eddies in the Coastal Transition Zone off central Chile (31-41°S). Accepted. Journal of Geophysical Research – Oceans.
- Jones, J. B. 1990. Jack mackerel (*Trachurus* spp.) in New Zealand waters. N. Z. Fish. Tech. Rep. 23: 28 pp.



- Kara, A.B., P.A. Rochford & H.E. Hulburt. 2000. An optimal definition for ocean mixed layer depth. *J. Geophys. Res.*, 105(C7):16803-16821.
- Kawahara, S., J. Uozum y H: Jamada. 1988. First record of a carangid fish. *Trachurus murphyi*, from New Zeland Waters. *Jap. J. Ichthyol.* 35 (2):21-214.
- Lillo, S y A. Paillaman. 1995. Evaluación directa de merluza común. En Evaluación hidroacústica de la merluza común. Sección 1. En: Evaluación hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro sur. Informe final. FIP-IFOP.
- Ludwig, J. y J. Reynolds. 1988. *Stastical Ecology. A primer on methods and computing.* Wiley & Sons. NY. 329 p.
- MacLennan, D. y J. Simmonds. 1992. *Fisheries acoustics.* Chapman Hall, London: 325 pp.
- McCullagh, P., Nelder, J.A., 1989. *Generalized Linear Models.* Chapman & London, 394 pp.
- Maravelias C.D., Reid D.G., Simmonds E.J. y 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.



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.

Microimages. 1997. TNTmips- The map & Image Processing system. Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. Deep Sea Res. 28A: 625 - 629.

Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. Deep Sea Res. 28A: 625 - 629.

Newell, G.E. y R.C. Newell. 1966. Marine plankton a practical guide. Hutchinson Educational, University of London. 221 pp.

NODC. 1991. National oceanographic data center, user guide. En: Key to oceanographic records documentation N°14 NOAA.

Núñez, S. y J. Ortiz. 1999. Informe Final. Capítulo: Oceanografía física y química. En: Proyecto FIP 98-11 Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. 200 pp + Anexos.

Núñez, S., J. Ortiz y P. Torres. 2001. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. En: Proyecto FIP 2000-03 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2000.

Núñez, S., J. Ortiz y P. Torres. 2002. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. En: Proyecto FIP 2001-02 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2001.



- Núñez, S., J. Ortiz y P. Torres. 2003. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2002-02 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2002.
- Núñez, S., J. Ortiz, P. Torres y F. Vejar. 2004. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2004-06 Evaluación hidroacústica del jurel del recurso entre la V y X Regiones, Año 2004.
- Núñez, S., J. Ortiz, P. Torres y F. Vejar. 2005. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto BIP N° 30033968-0. Evaluación Directa de jurel V y X Regiones, 2005.
- Núñez, S., J. Ortiz, P. Torres y F. Vejar. 2006. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto BIP N° 30043859-0. Investigación Evaluación hidroacústica jurel V y X, 2006.
- Núñez, S., E. Navarro y S. Vásquez. 2007. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto Evaluación hidroacústica del recurso jurel entra la V y X Regiones, invierno Año 2007.
- Núñez, S., S. Vasquez y M. Correa. 2008. Informe Final, Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2008-05 Evaluación hidroacustica del recurso jurel entre la V y X Regiones, invierno Año 2008.
- Núñez, S., S. Vásquez y M. Correa. 2009. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2008-05 Evaluación hidroacústica del recurso jurel entra la V y X Regiones, invierno Año 2008.





- Núñez, S., S. Vásquez, M. Correa y M. Reyes. 2010. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. En: Proyecto FIP 2009-05 Evaluación hidroacústica integral del recurso jurel entre la V y X Regiones, Año 2009.
- Núñez, S., S. Vásquez, M. Correa y M. Reyes. 2011. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. En: Proyecto FIP 2011-05 Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V, IX y XIV Regiones, Año 2010.
- Ott, L. R. Larson, y W. Mendenhall. 1983. Statistics: a tool for the social sciences. Duxbury Press, Boston Mass, 494 pp.
- 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 y C. M. Lalli. 1984. A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.
- Pennington, M. 1983. Efficient estimators of abundance for fish and plankton surveys, Biometrics 39: 281-286.
- Perry, R. y S. 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.
- Perry, R., M. Stocker y J. Fargo. 1994. Environmental effects on the distribution of groundfish in Hecate Strait, British Columbia. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 51:1401-1409.



- Petitgas, P. 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peche maritimes. These de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 p.
- Petitgas, P. 1993. Geostatistics for fish stock assessment: a review and on acoustic applications. ICES J. mar. Sci., 50: 285 - 298.
- Petitgas, P. y A. Prampart. 1993. EVA (Estimation variance) Logiciel de geostatistique pour IBM-PC effectuant l'analyse structurale et les calculs de variance d'estimation es quantites totales pour des donnees geographiquement correlees. ICES C.M. 1993/D:65.
- Postel, L., H. Fock y 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.
- Robotham, H y J.Castillo. 1990. The bootstrap methods: An alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hidroacoustic techniques. Rapp. P.-V. Cons. Int. Explor. Mer. 189:421-424.
- Saavedra, J.C., H. Miranda y Z. Young. 2003. "Métodos de Comparación de Distribuciones de Frecuencia de Tallas y Edades". Documento Técnico. Comisión Estadística. Instituto Fomento Pesquero. 10 p.
- Sernapesca. Anuario Estadístico de Pesca disponible en: [www.sernapesca.cl](http://www.sernapesca.cl).
- Serra R., C. Canales, P. Barría, J. Córdova y A. Aranís. 2001. Investigación y captura Total Permissible Jurel, 2001. Proyecto IFOP – SUBPESCA. Informe final 61p+ Anexos.



- Serra, R. 1991. Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Invest. Pesq. (Chile), 36: 67-83.
- Shotton R. y G.P. Bazigos. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic survey. Rapp.P.V. Reun. Cns. Int. Explor. Mer. 184: 34 -57.
- Schneider , W, R. Fuenzalida, E. Rodrigues-Rubio, J. Garces-Vargas, L. Bravo, 2003. Characteristics and Formation of Eastern South Pacific Intermediate Water. Geophys. Res. Lett., 30(11), 1581, doi:10.1029/2003GLO17086.
- Simmonds, E, y D. MacLennan. J. 2005. Fish and Fisheries Series, 5: Fisheries acoustics. Chapman and Hall, London. 438 pp.
- Simmonds E. John, I. B. Petrie y F. Armstrong. 1984. An automated system for echo sounder calibration using a computer controlled three wire suspension for standard targets ICES CM 1984/B:33 (Mimeo).
- Simmonds E. John, N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1991. Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991, 113 p. (figures).
- Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1992. Survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. ICES C.M. 1991, 113 p
- SIMRAD, 2003. SIMRAD EK-60 Scientific echo sounder application. Operator manual. 165 p.

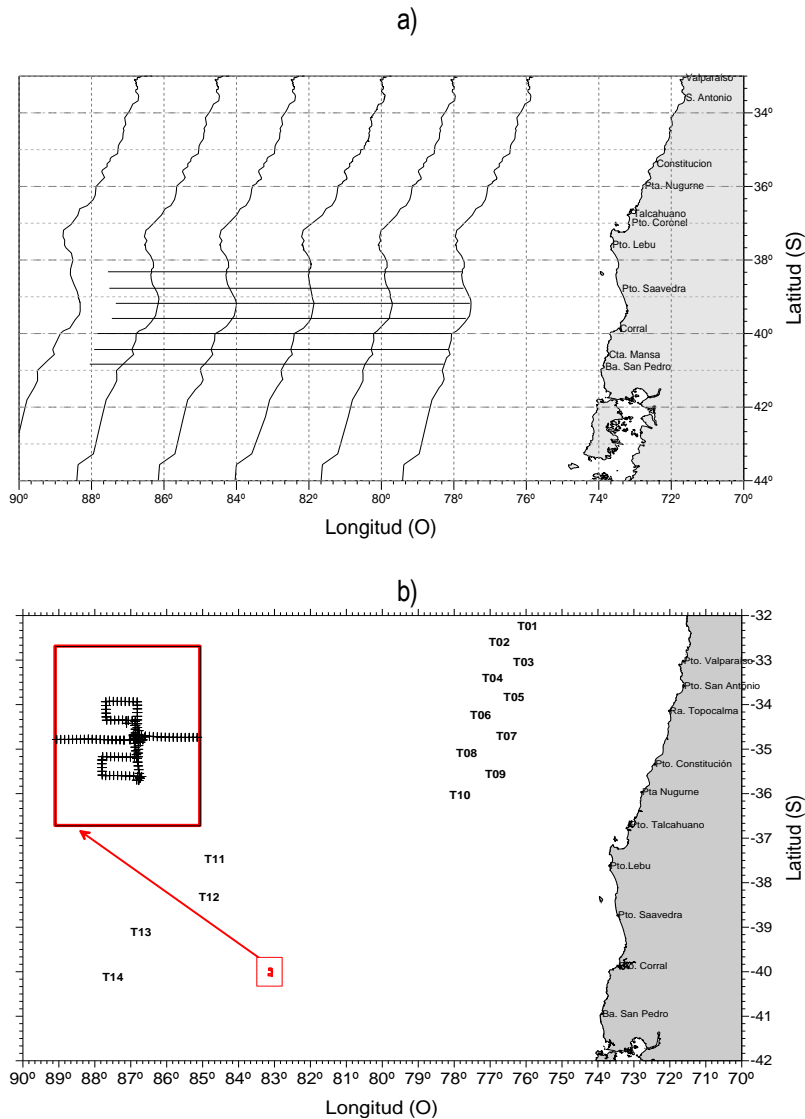


- Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO. Doc. Téc. Pesca (175):107 p.
- Sneath, P. y R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco. 573 pp.
- Thompson, S, K. 1992. Sampling. A wiley interscience publication, John Wiley & Sons. INC. New York, 343 p.
- UNESCO. 1981a. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°36.
- UNESCO. 1981b. Background paper and supporting data on the practical salinity scale 1978. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°37.
- Vidal, J. 1968. Copépodos Calanoídeos epipelágicos de la expedición Marchile II, Gayana Zool., 15:1 - 98.
- Wolter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428 pp.
- Zhang, M. X. Zou and Y. Zhou 2008. Report of data collection on jack mackerel in South-East Pacific. Chilean Jack Mackerel Workshop. Subsecretaría de Pesca. Stgo. Chile.
- Zar, J. H. 1984. Biostatistical Analysis. Second edition. Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 718 p.

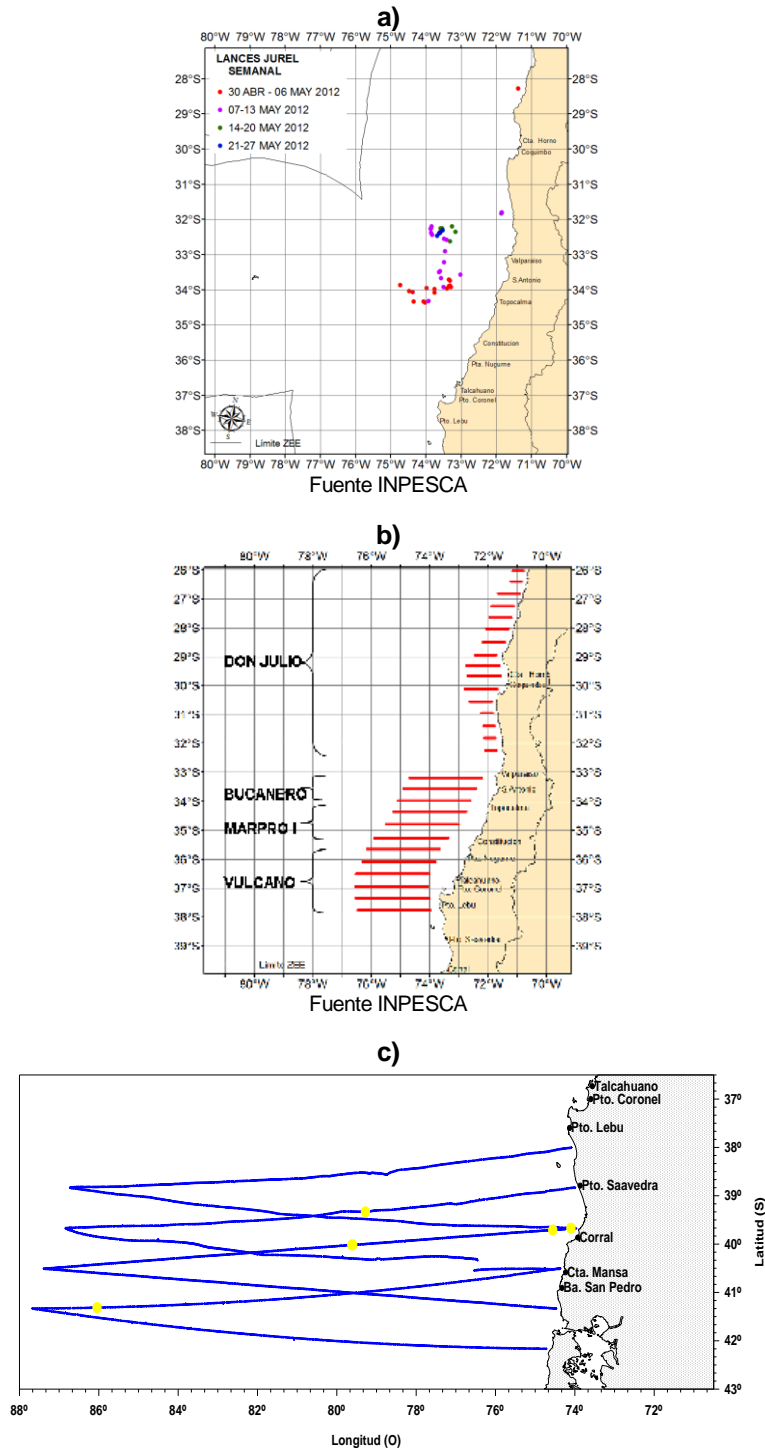
# **FIGURAS**

---



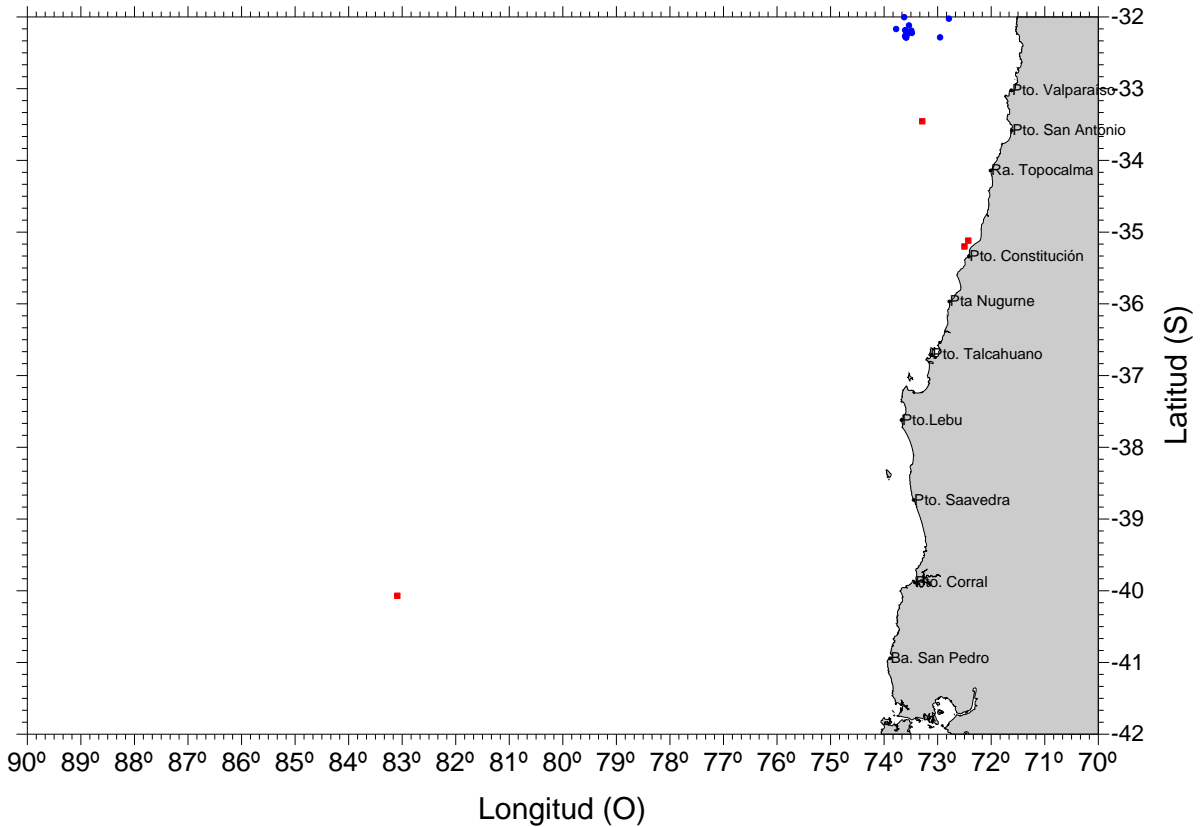


**Figura 1.** Distribuci3n de transectas ac3sticas en la zona de estudio. a) t3rminos t3cnicos de referencia y b) crucero de evaluaci3n. Crucero Jurel 2012.



**Figura 2.** a) Lances flota cerco VIII Regi3n INPESCA b) distribuci3n de transectas ac3sticas INPESCA y c) ecoprospecci3n previa a crucero evaluaci3n 2012.





**Figura 3.** Lances de pesca realizados en la zona de estudio: Biomar III (rojo) y Flota cerco VIII Regi3n (azul).

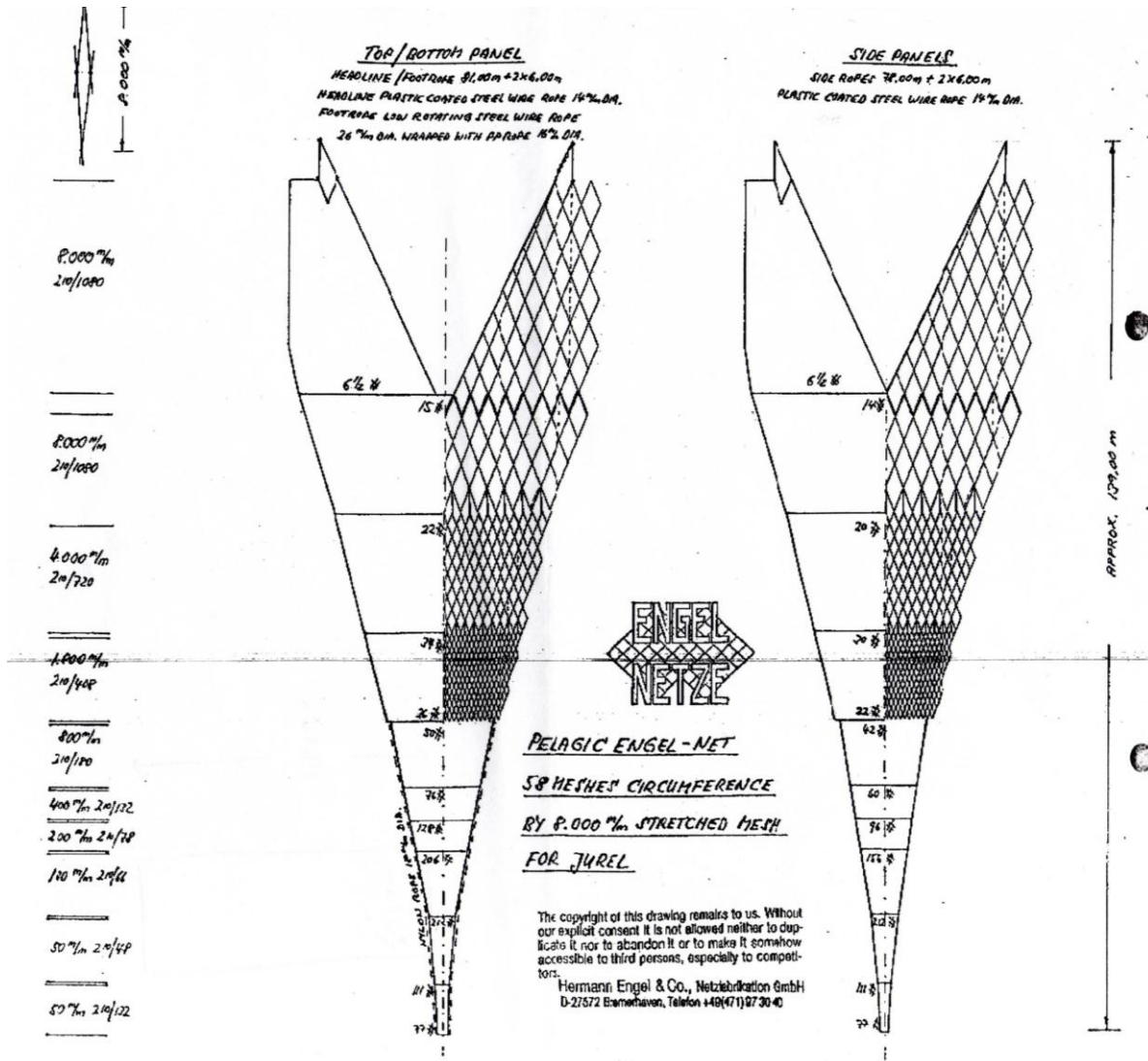
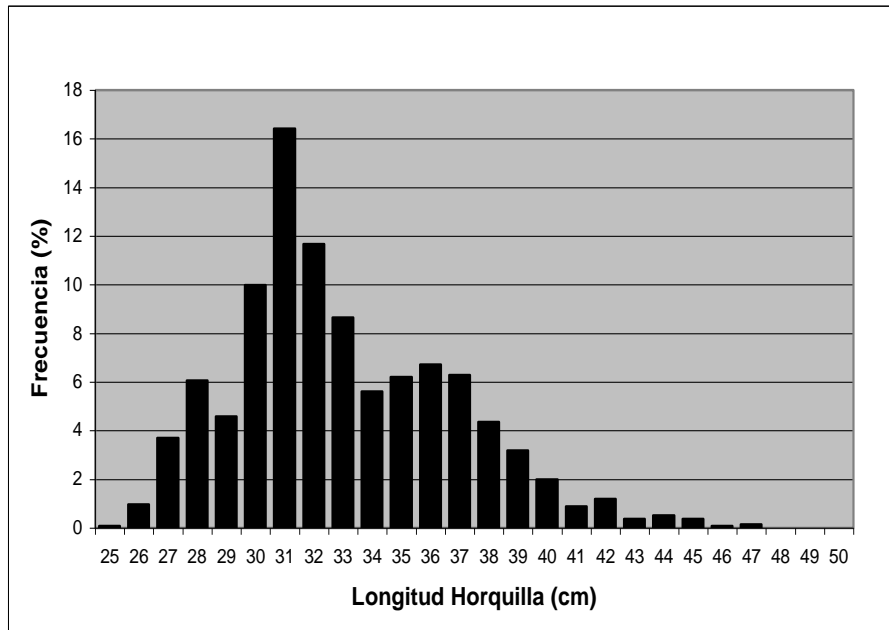
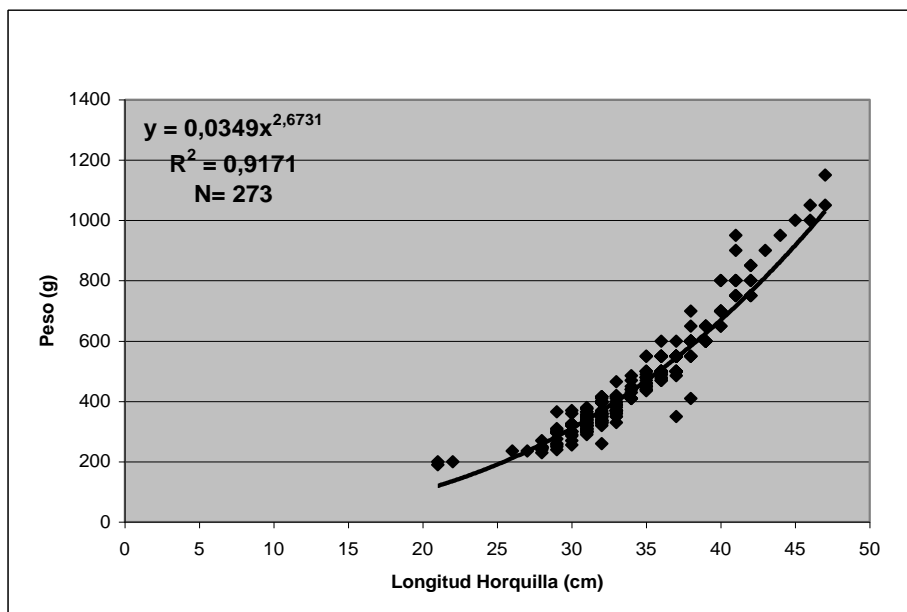


Figura 4. Red de mediagua Engel para la captura de jurel. Crucero Jurel 2012.



**Figura 5.** Estructura de talla de jurel en el l3mite norte del 3rea de estudio. Crucero Jurel 2012.



**Figura 6.** Relaci3n longitud-peso establecida para jurel en la zona de estudio. Crucero Jurel 2012.

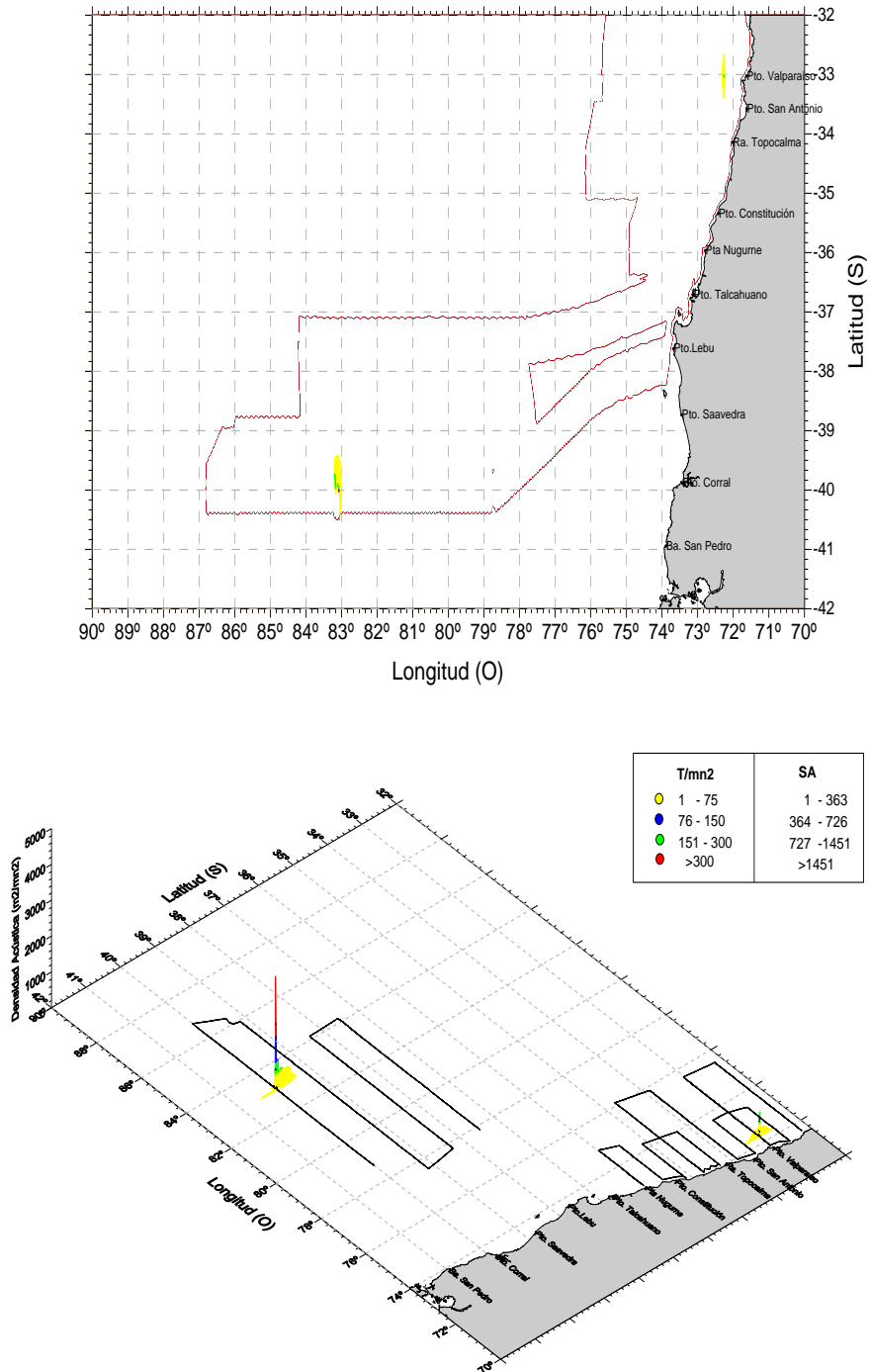


Figura 7. Distribuci3n espacial de jurel. Crucero Jurel 2012.

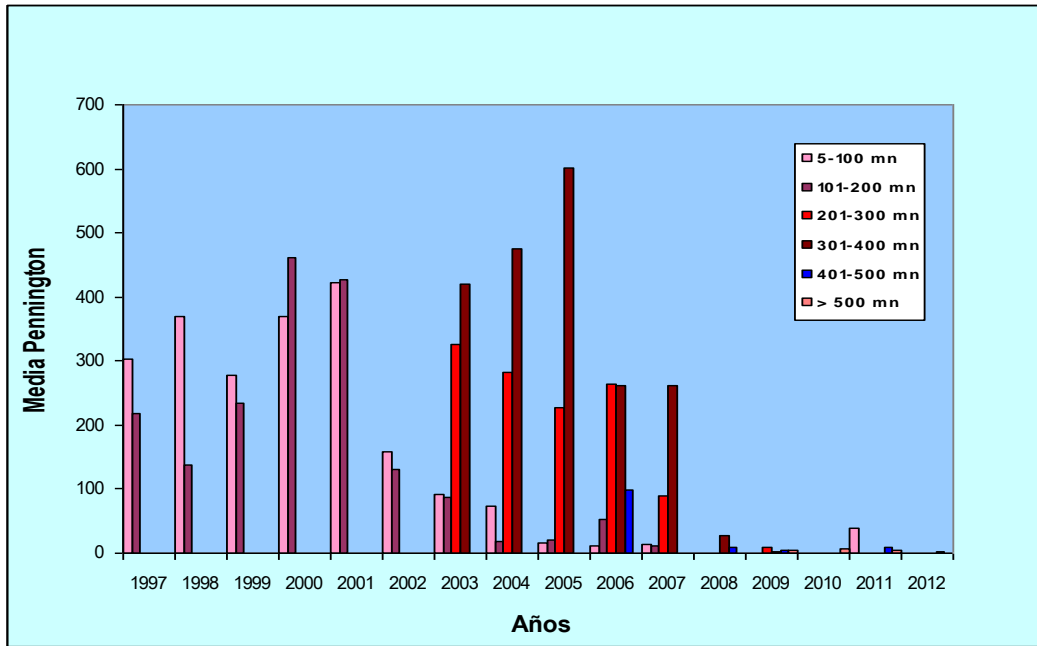


Figura 8. Media de Pennington por distancia a la costa.

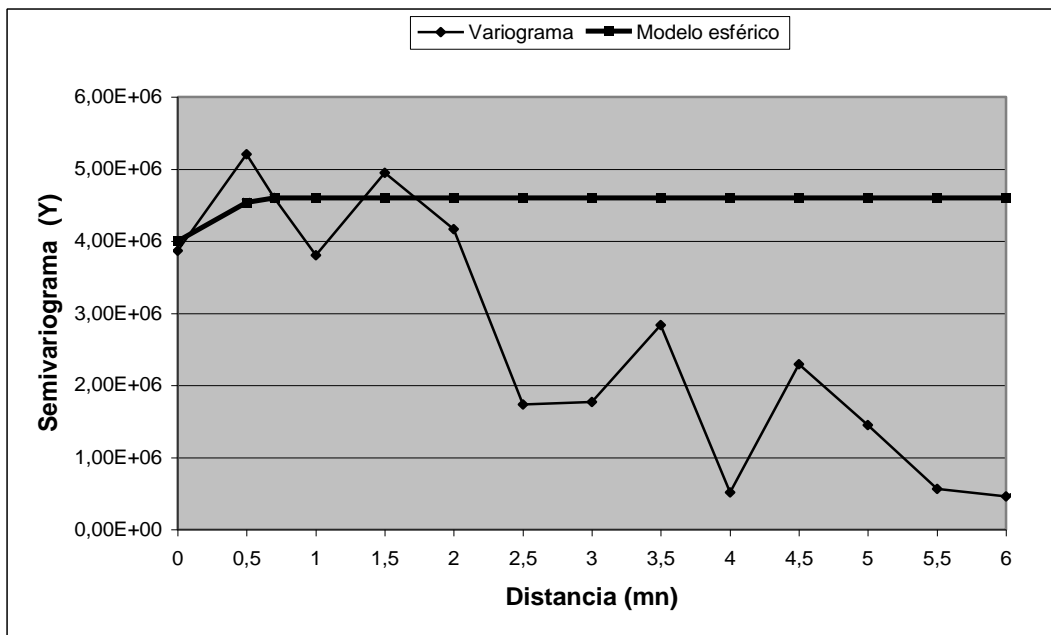
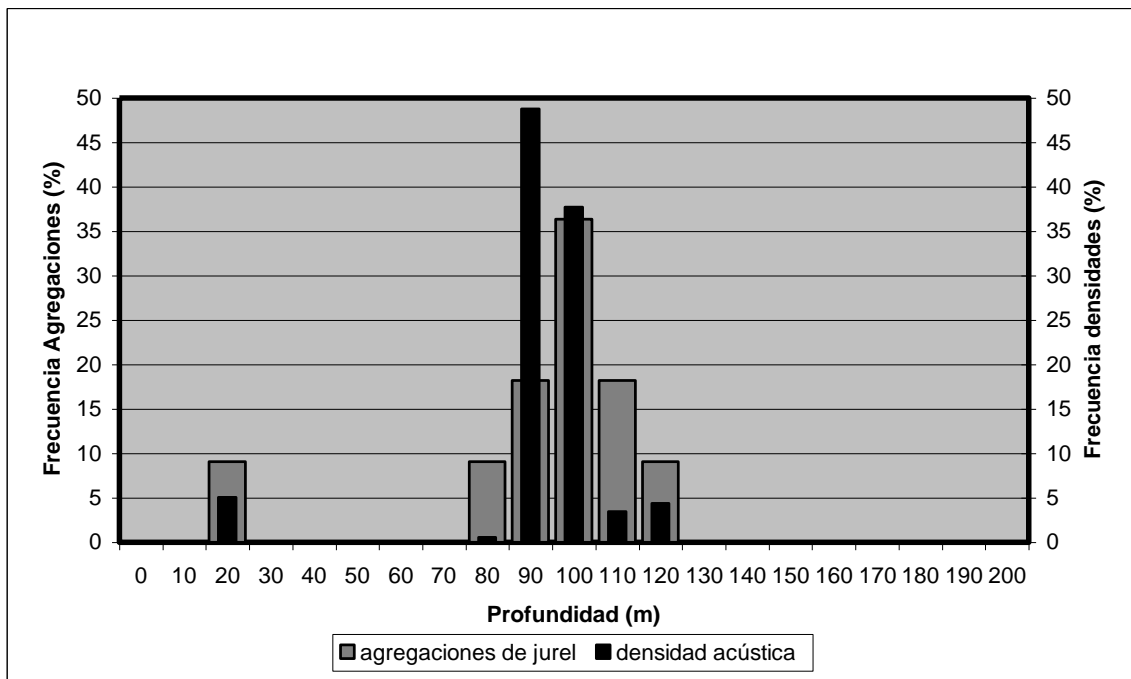
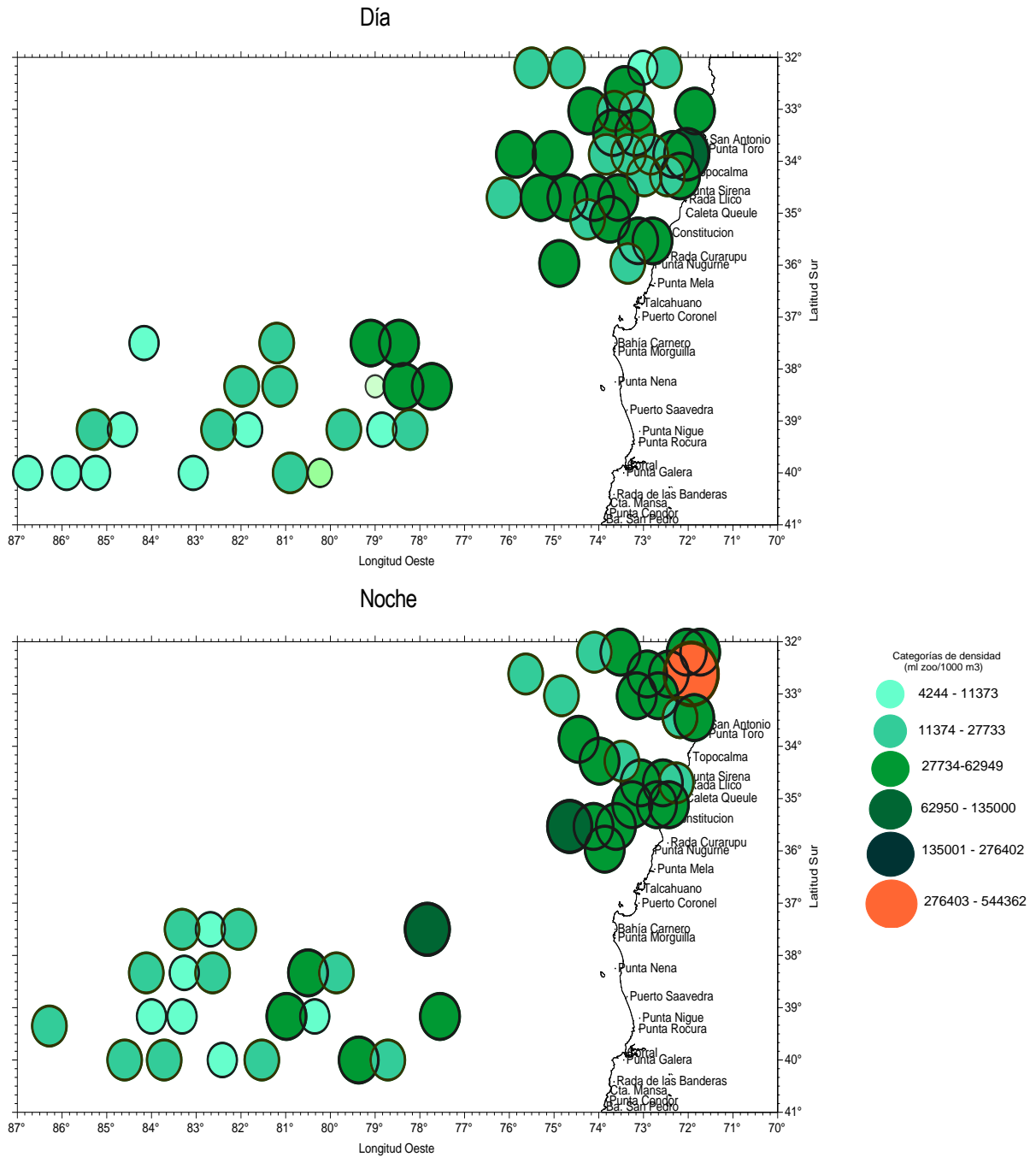


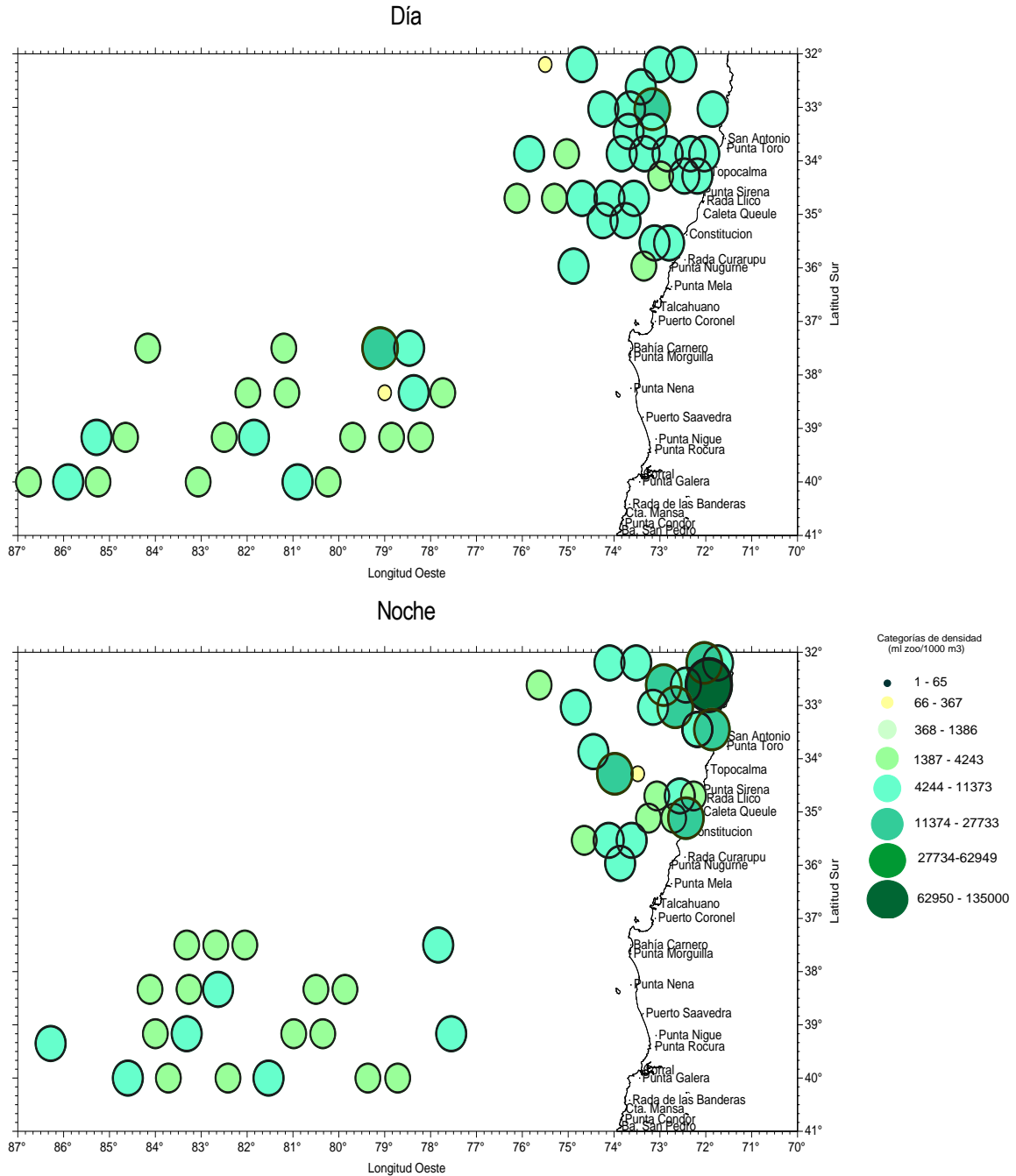
Figura 9. Variograma para la zona de estudio. Crucero Jurel 2012.



**Figura 10.** Frecuencia porcentual de número de agregaciones y densidad acústica en profundidad. Crucero Jurel 2012.

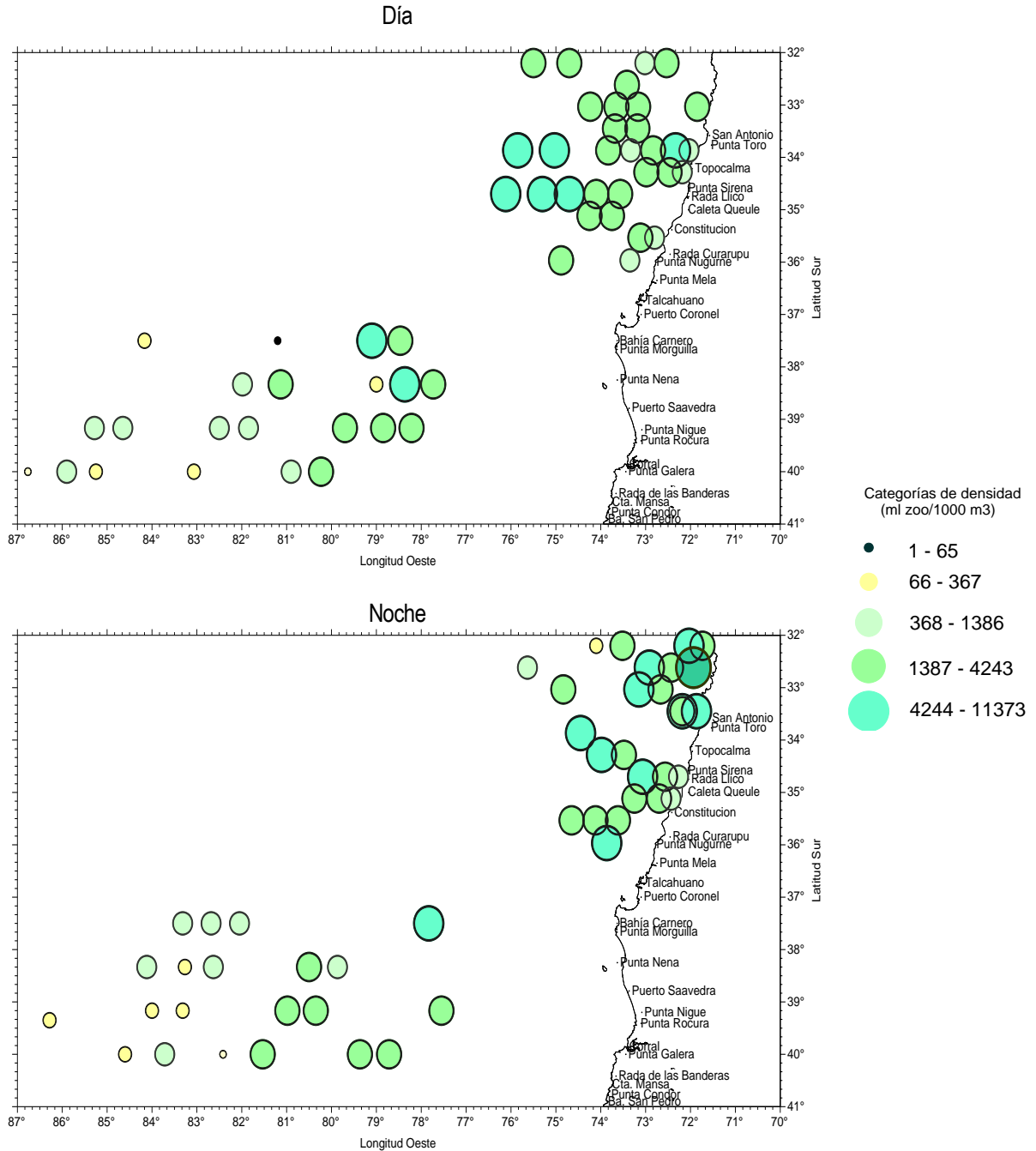


**Figura 11.** Distribuci3n espacial diurna y nocturna de copépodos. Crucero Jurel 2012.

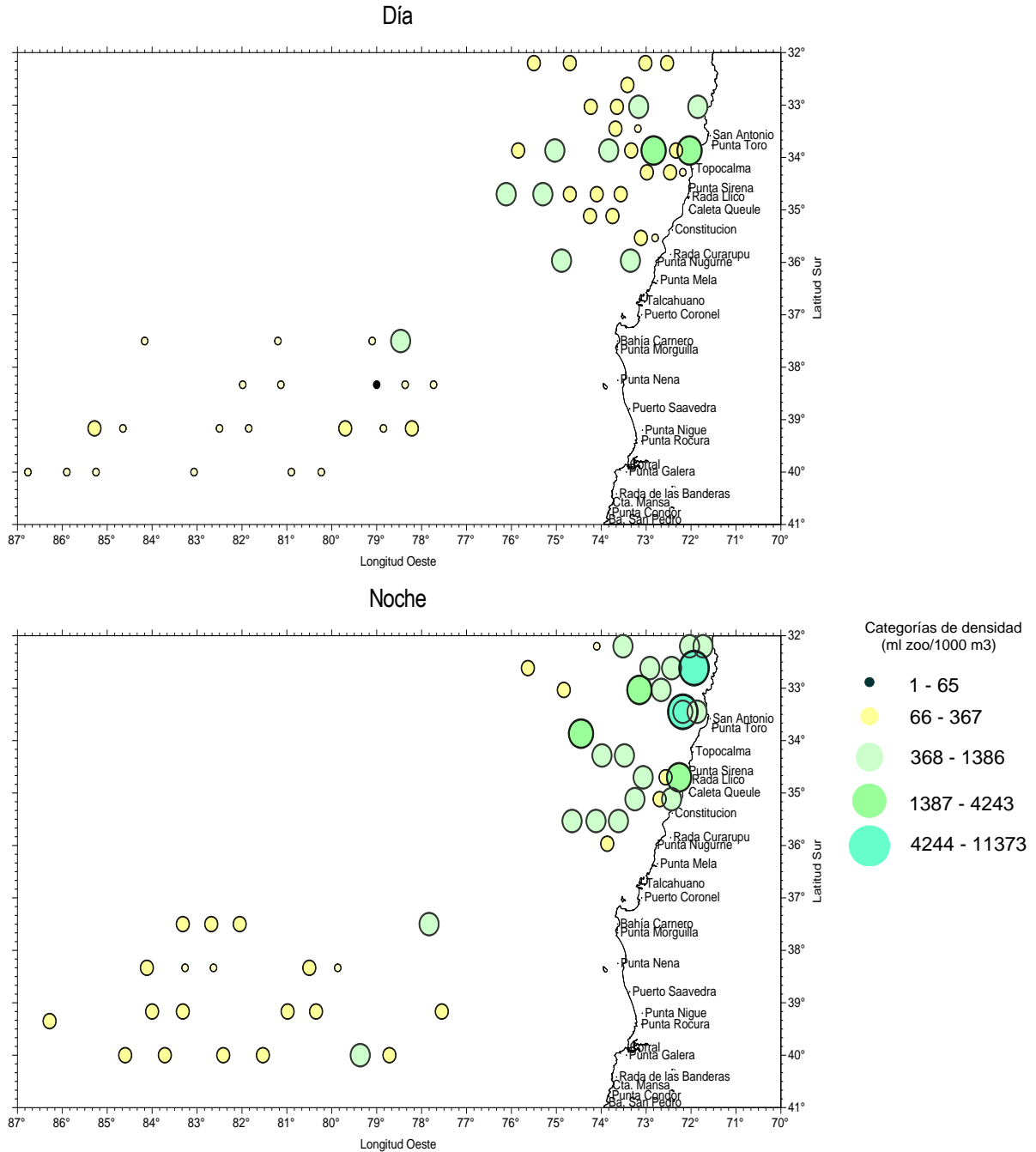


**Figura 12.** Distribuci3n espacial diurna y nocturna de quetognatos. Crucero Jurel 2012.

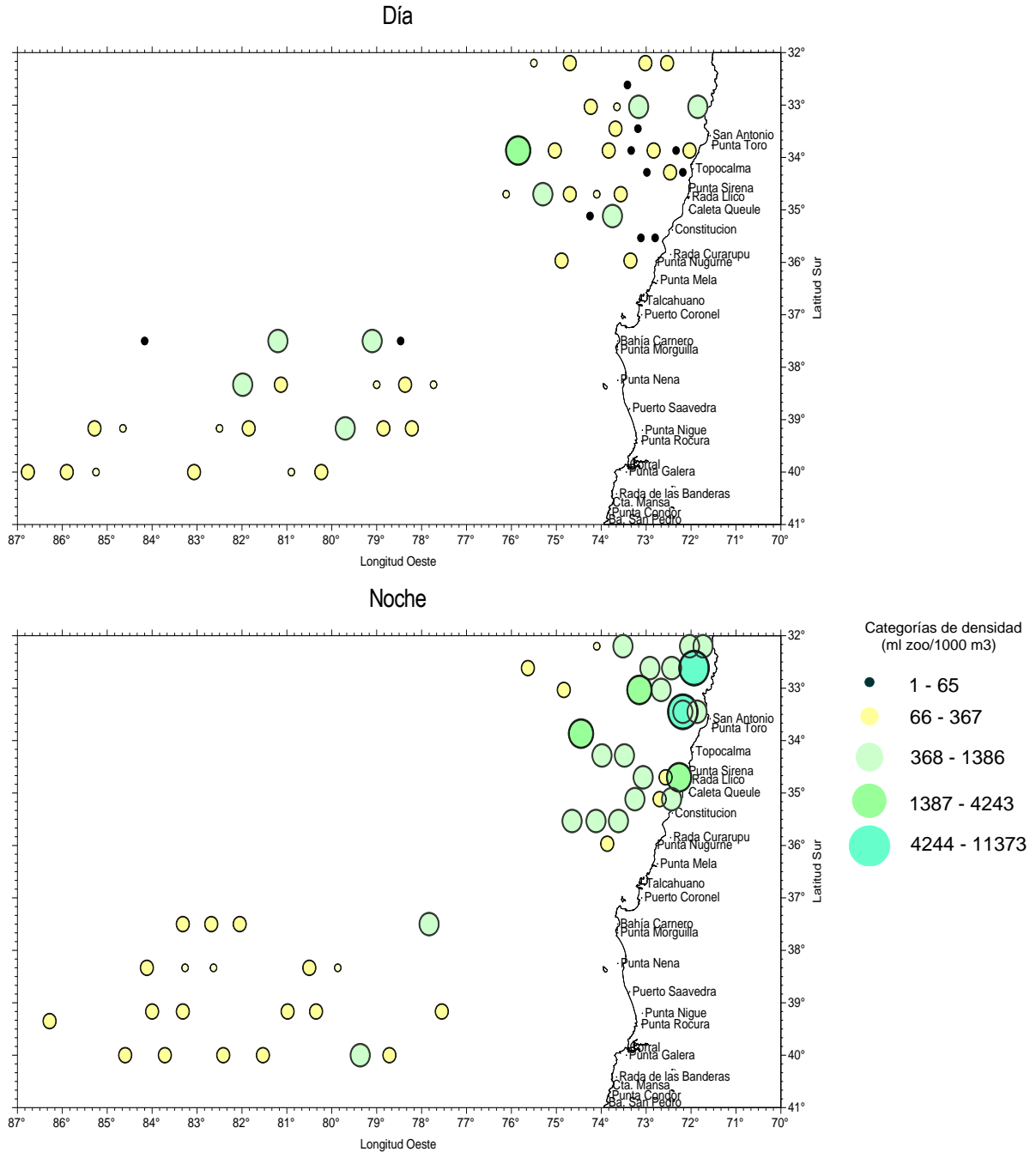




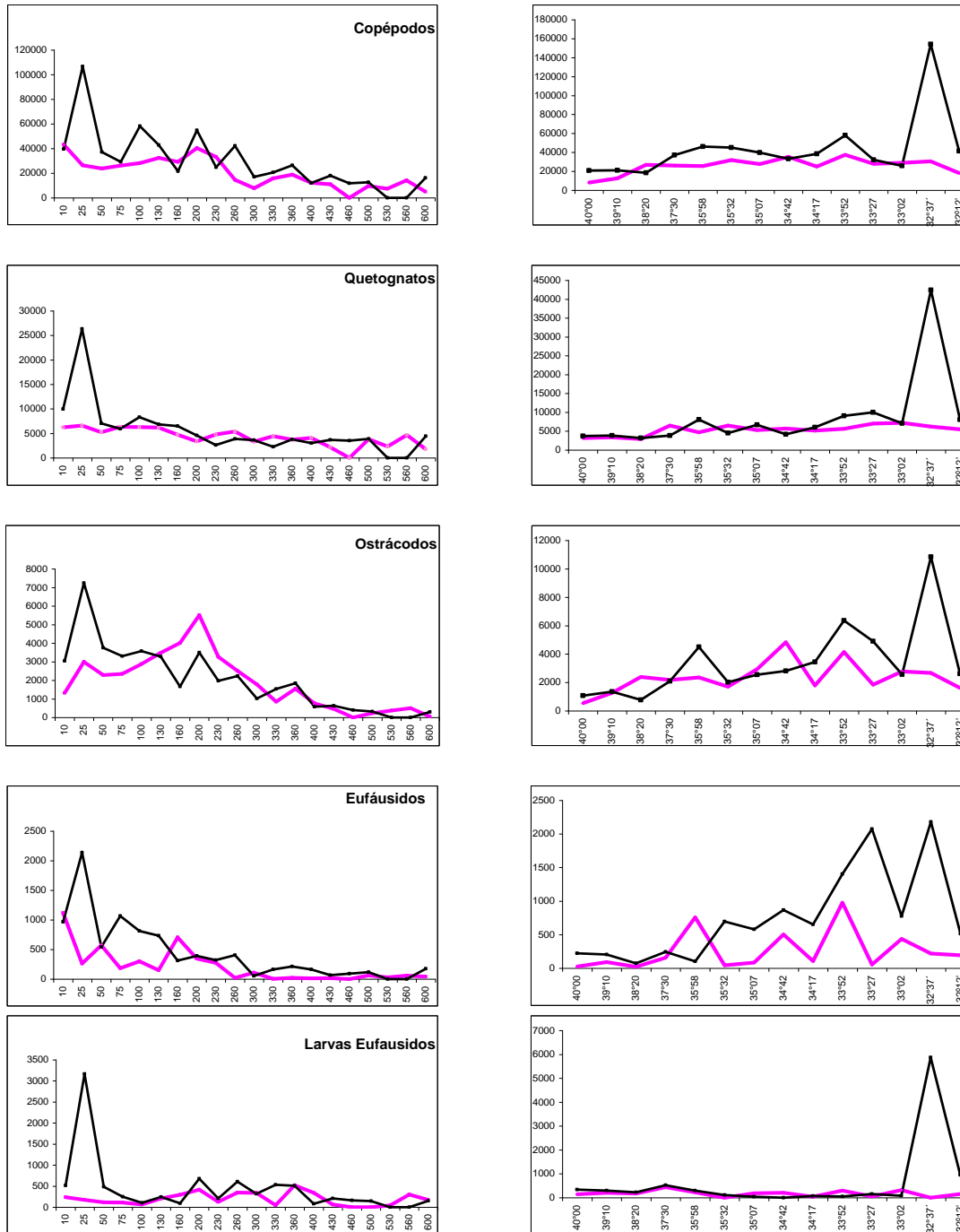
**Figura 13.** Distribuci3n espacial diurna y nocturna de ostrácodos. Crucero Jurel 2012.



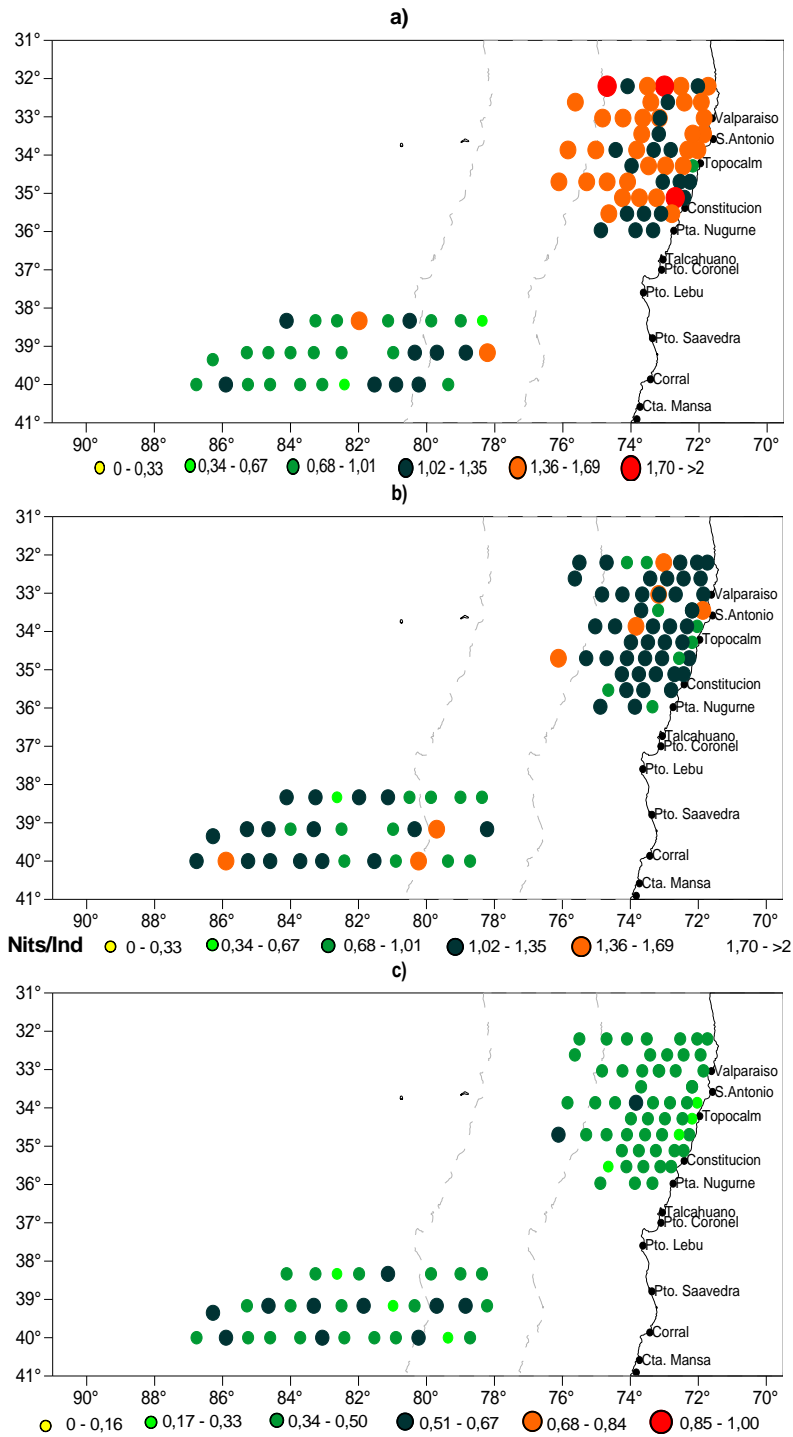
**Figura 14.** Distribución espacial diurna y nocturna de euphausiidos. Crucero Jurel 2012.



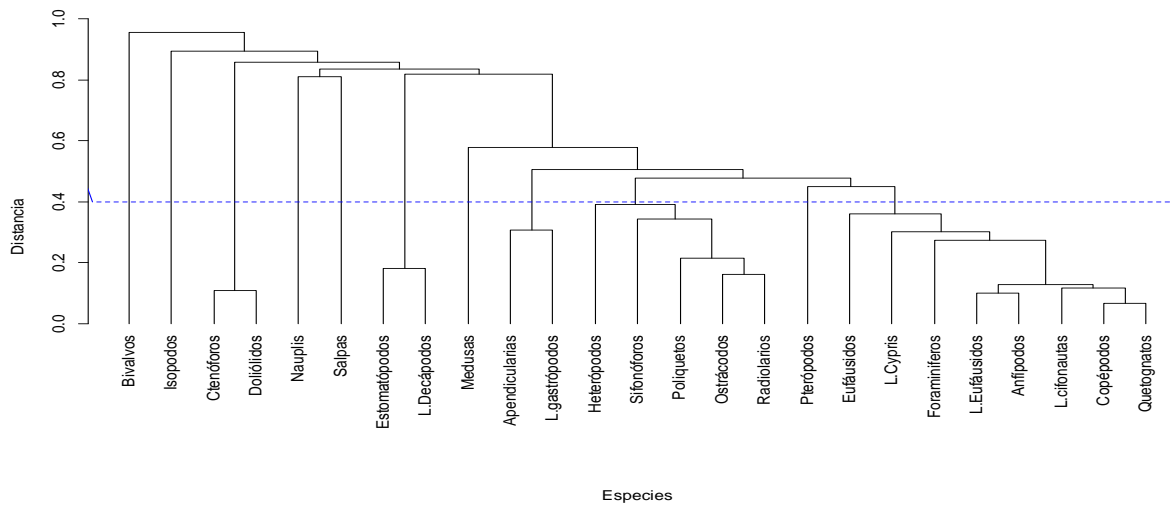
**Figura 15.** Distribuci3n espacial diurna y nocturna de larvas de eufáusidos. Crucero Jurel 2012.



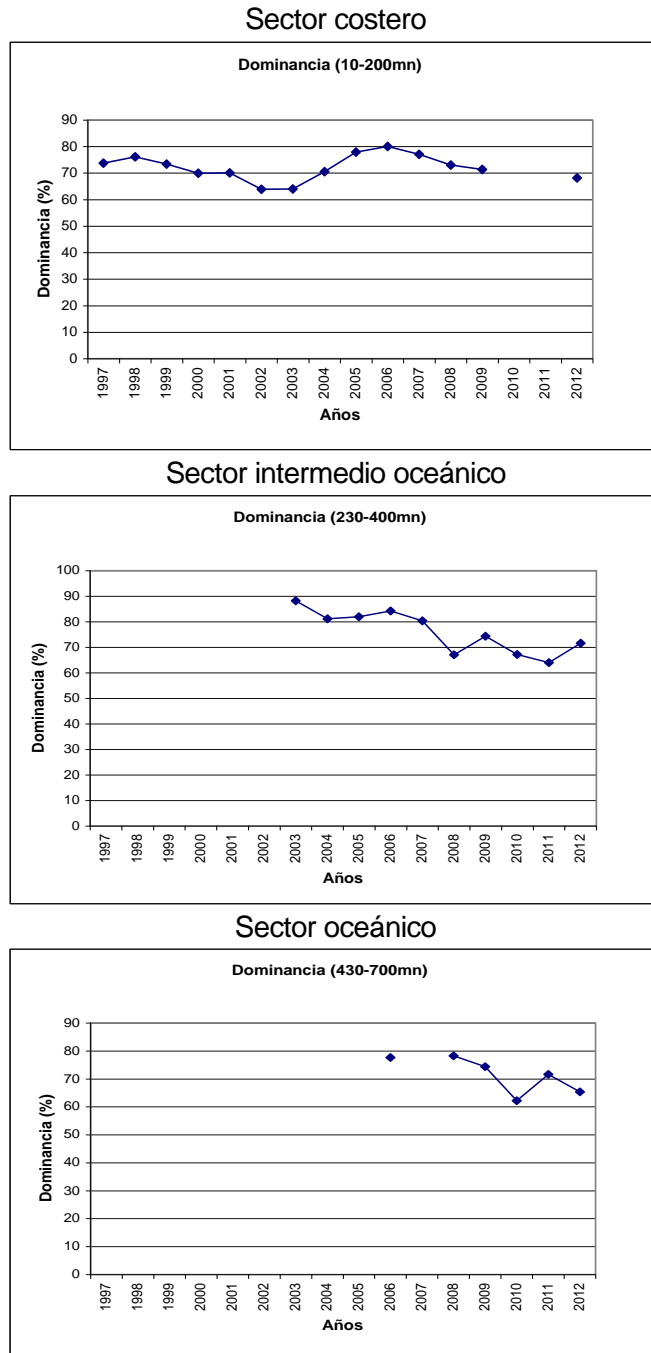
**Figura 16.** Distribuci3n latitudinal (a) y longitudinal (b) de la densidad media de los principales grupos zooplanct3nicos capturados en periodo diurno (lnea roja) y nocturno (lnea negra). Crucero jurel 2012.



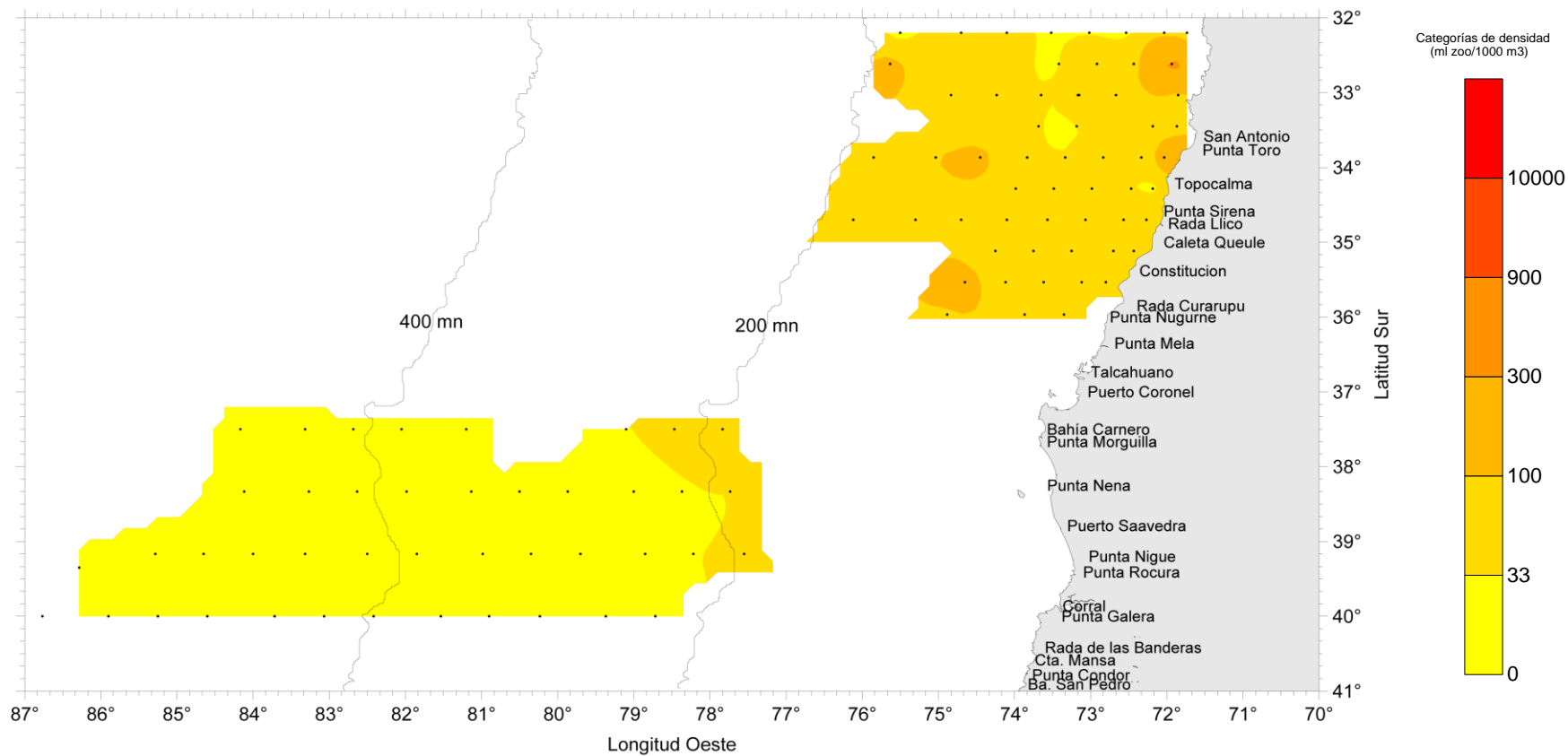
**Figura 17.** Distribuci3n espacial de los 3ndices comunitarios: a) riqueza espec3fica de margalef, b) diversidad de Shanon y Weaver y c) homogeneidad de Pielou. Crucero Jurel 2011.



**Figura 18.** Dendrograma de similitud de Winer de los grupos zooplanct3nicos analizados en la zona centro-sur. Cruceiro Jurel 2012.

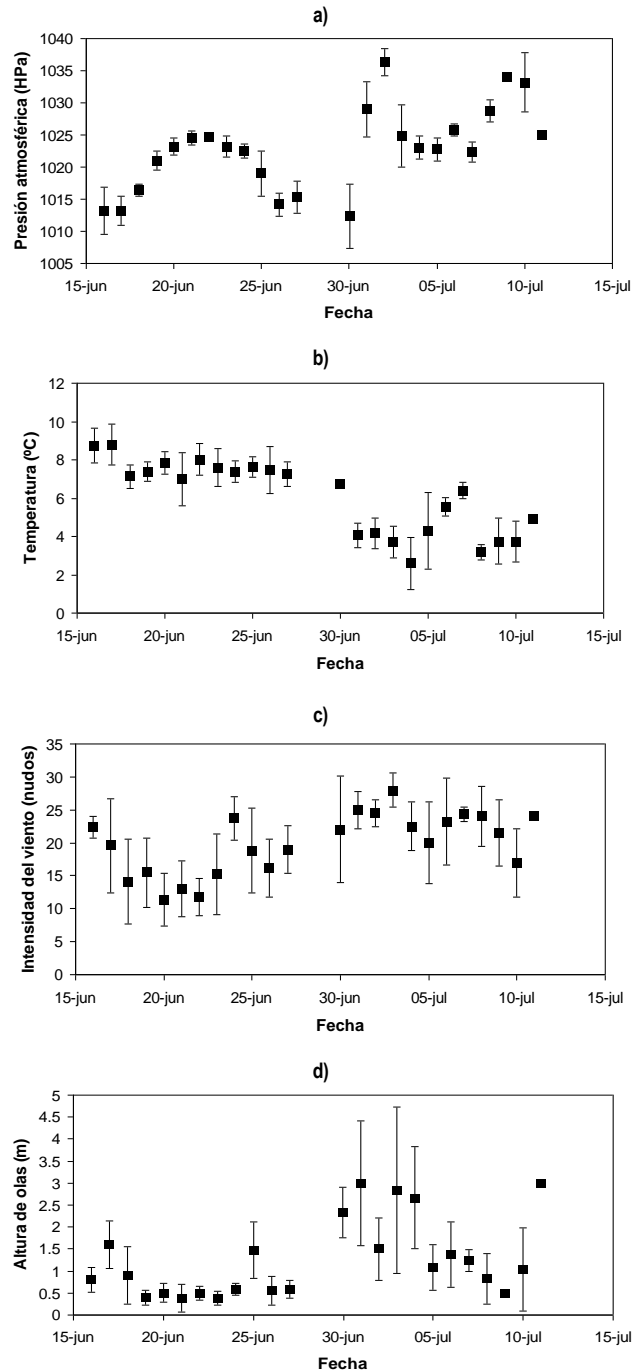


**Figura 19.** Porcentaje de contribuci3n de copépodos por zona y a3o al zooplancton total. Crucero Jurel 2012.

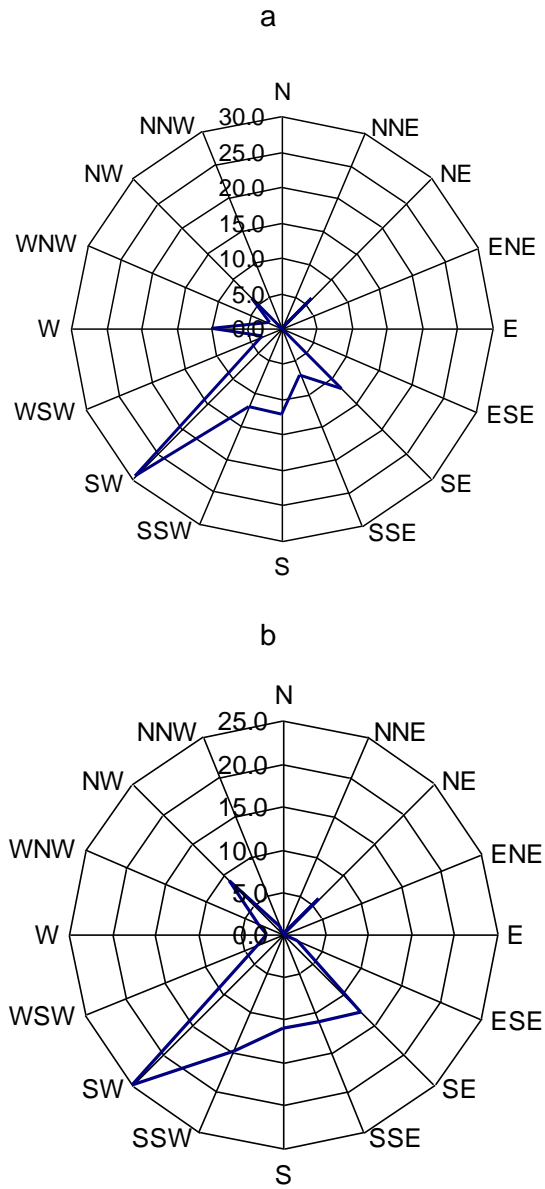


**Figura 20.** Distribuci3n espacial de la biomasa zooplanct3nica. Crucero Jurel 2012.

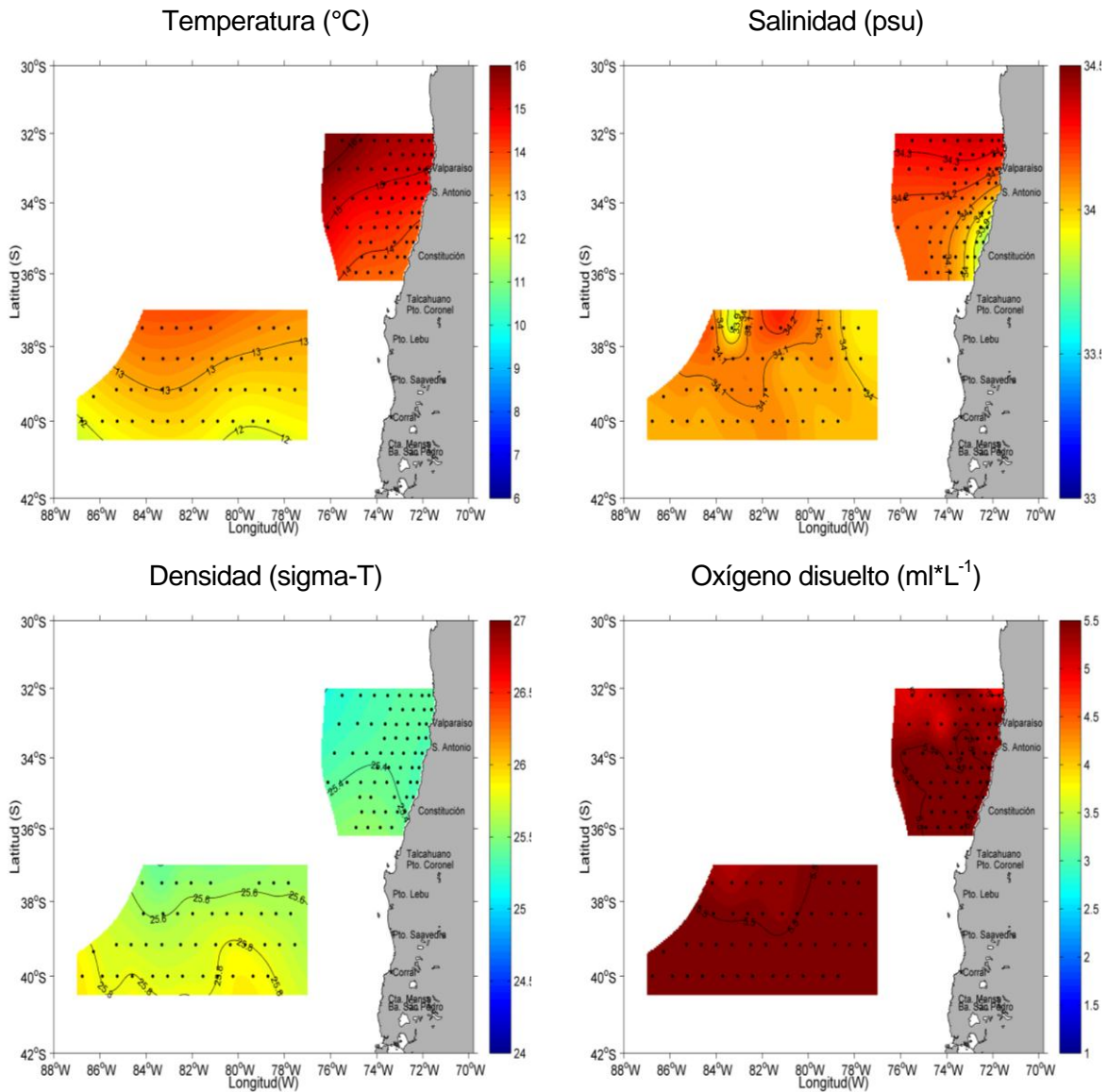




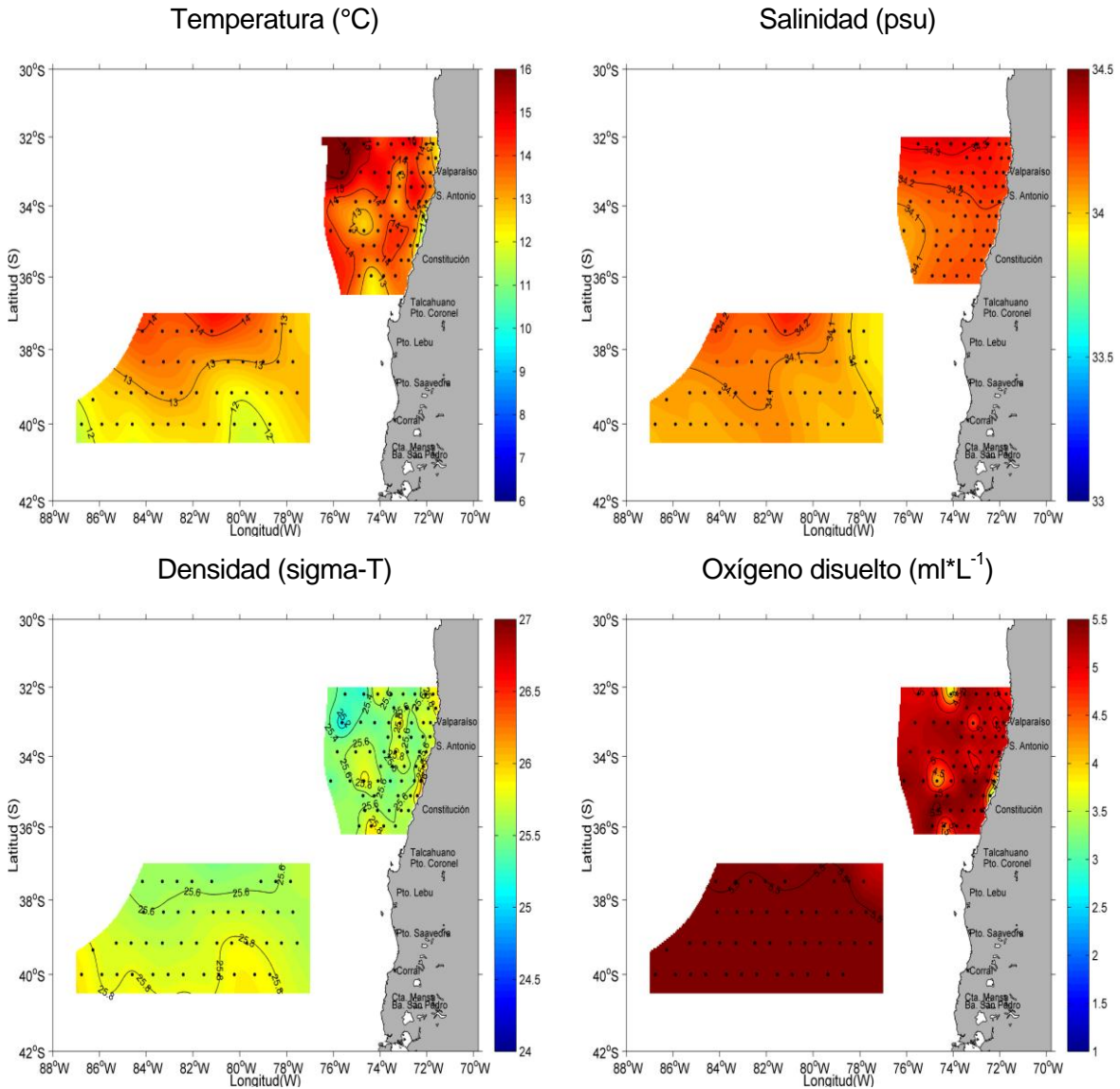
**Figura 21.** Variabilidad de las condiciones meteorol3gicas en la regi3n costera del 3rea de estudio. Promedios diarios de; a) la temperatura atmosf3rica (°C), b) presi3n atmosf3rica (HPa), c) intensidad del viento (nudos) y d) altura de olas (m).



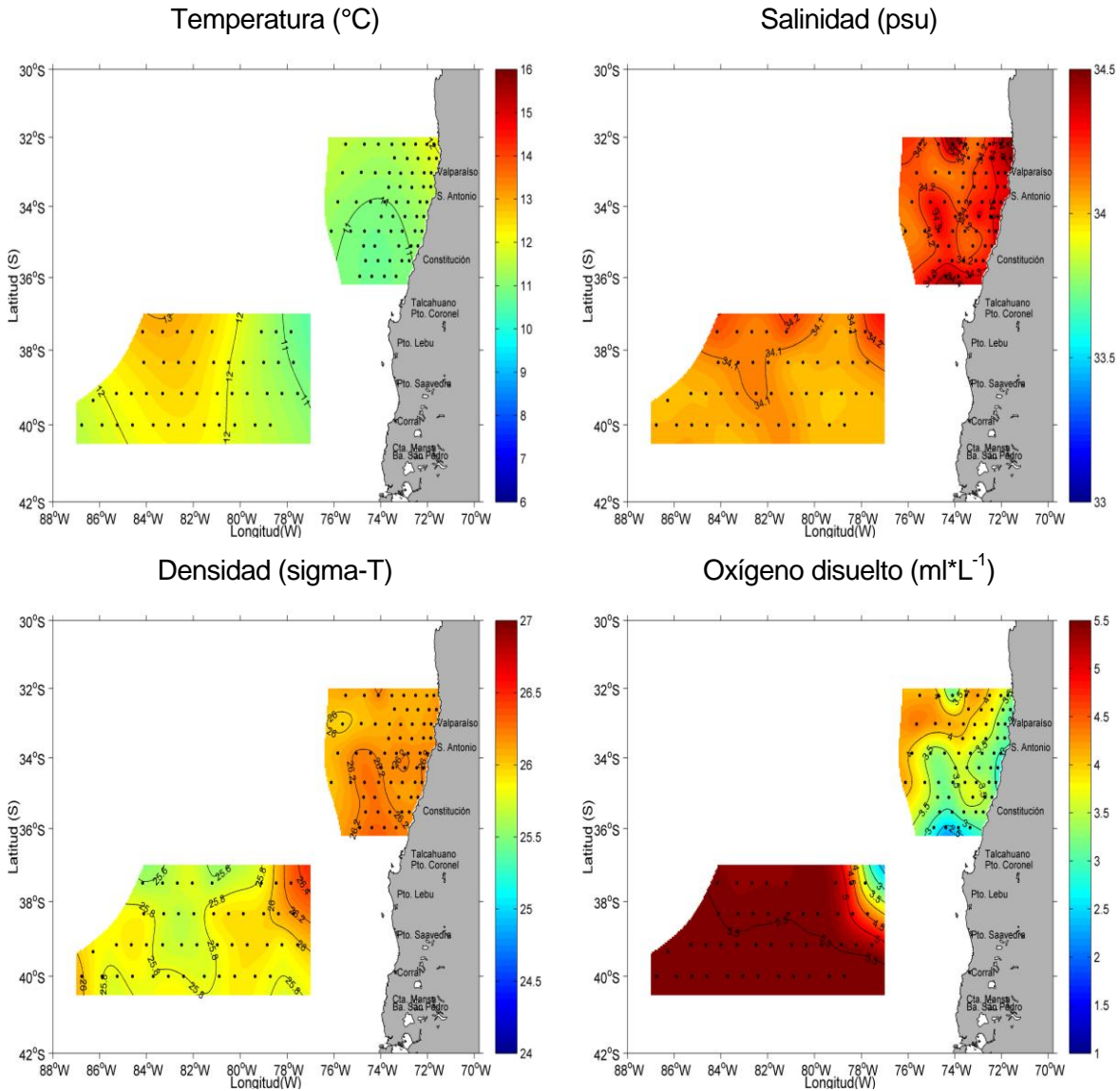
**Figura 22.** Variabilidad porcentual de (a) direcci3n de olas y (b) direcci3n del viento en la regi3n y per3odo de estudio.



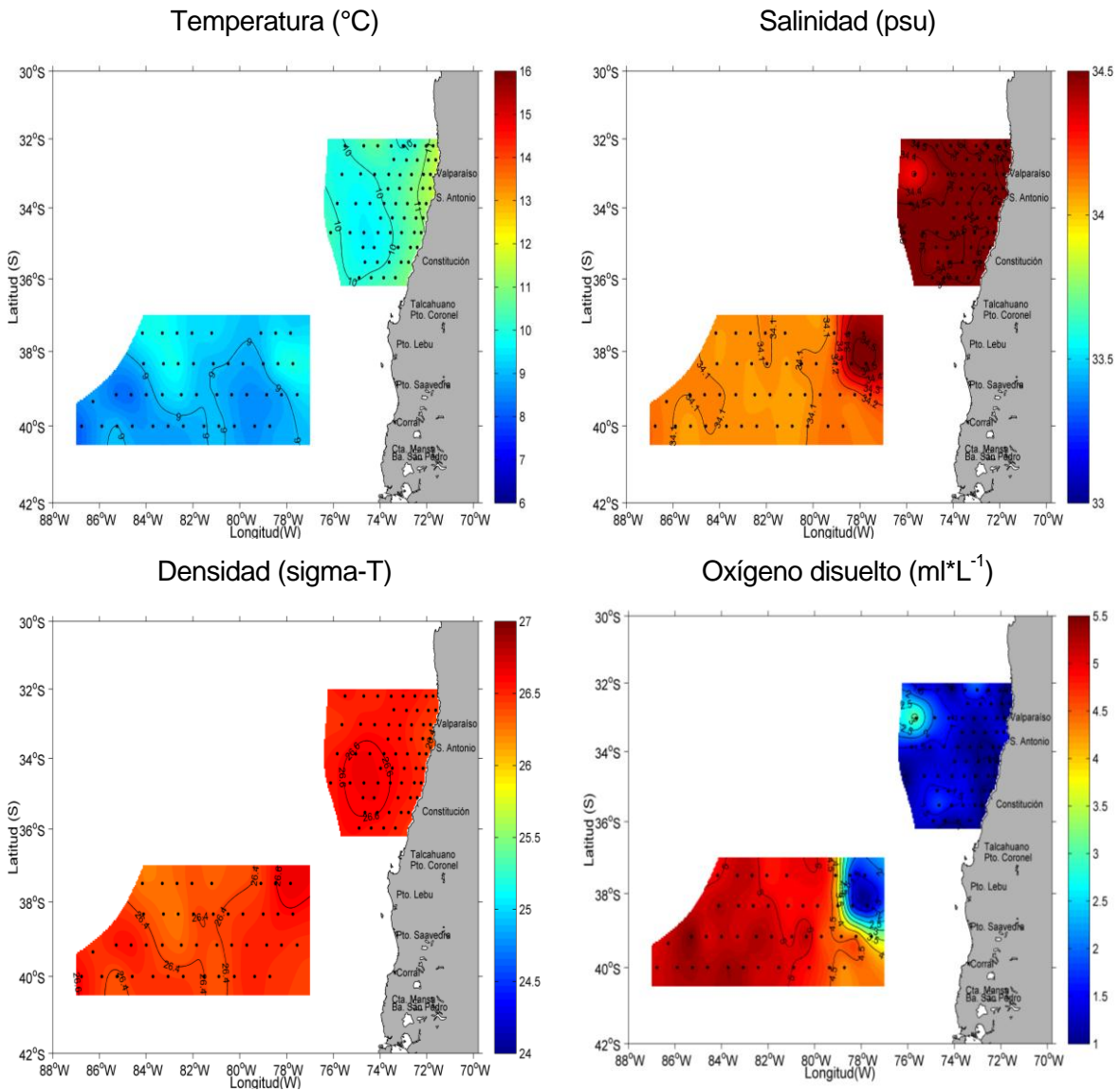
**Figura 23.** Distribuci3n horizontal de la temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $-\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ) en el estrato de 5 metros de profundidad.



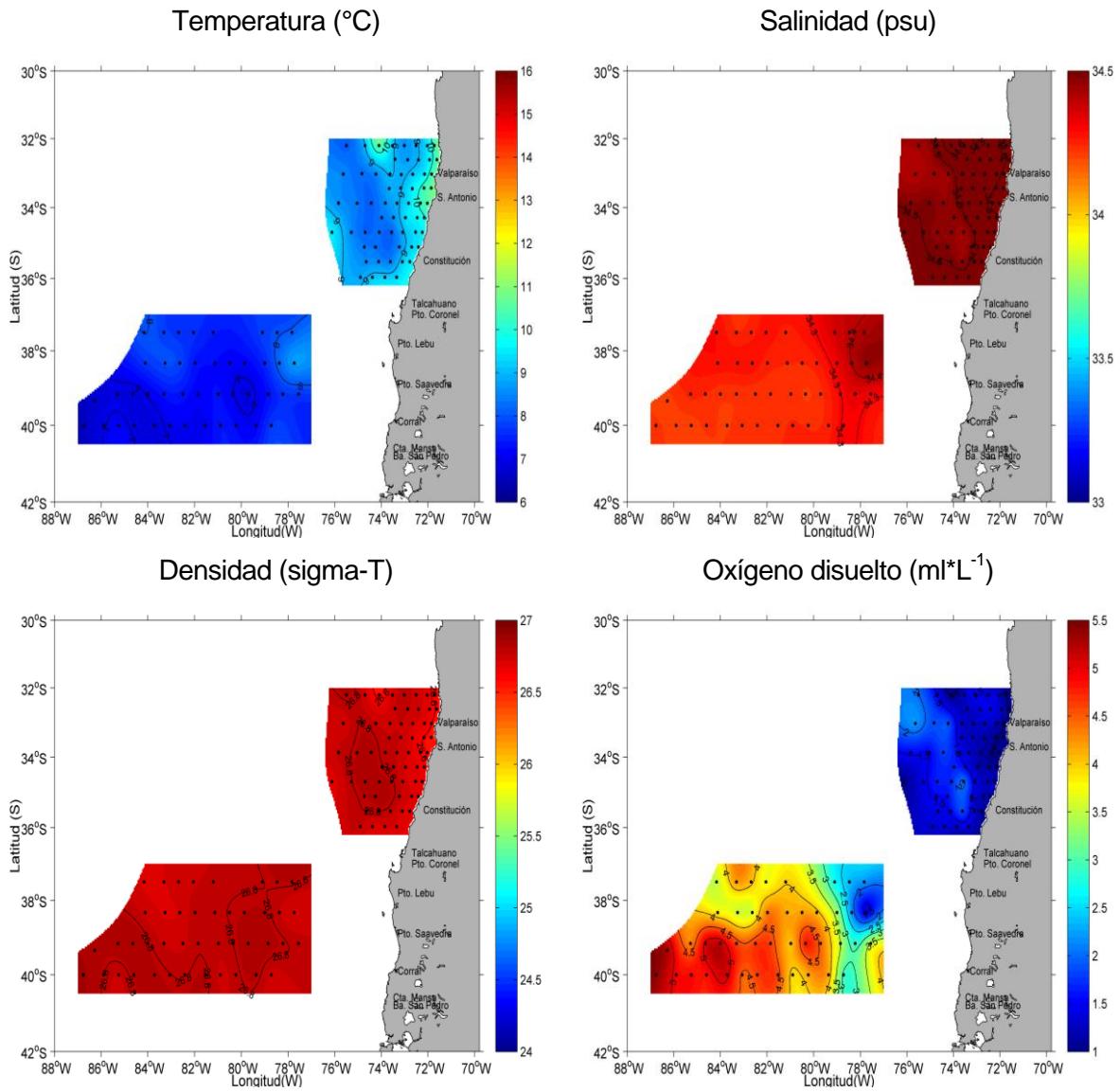
**Figura 24.** Distribuci3n horizontal de la temperatura (°C), salinidad (psu), densidad  $-\sigma_t$  y oxígeno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ) en el estrato de 50 metros de profundidad.



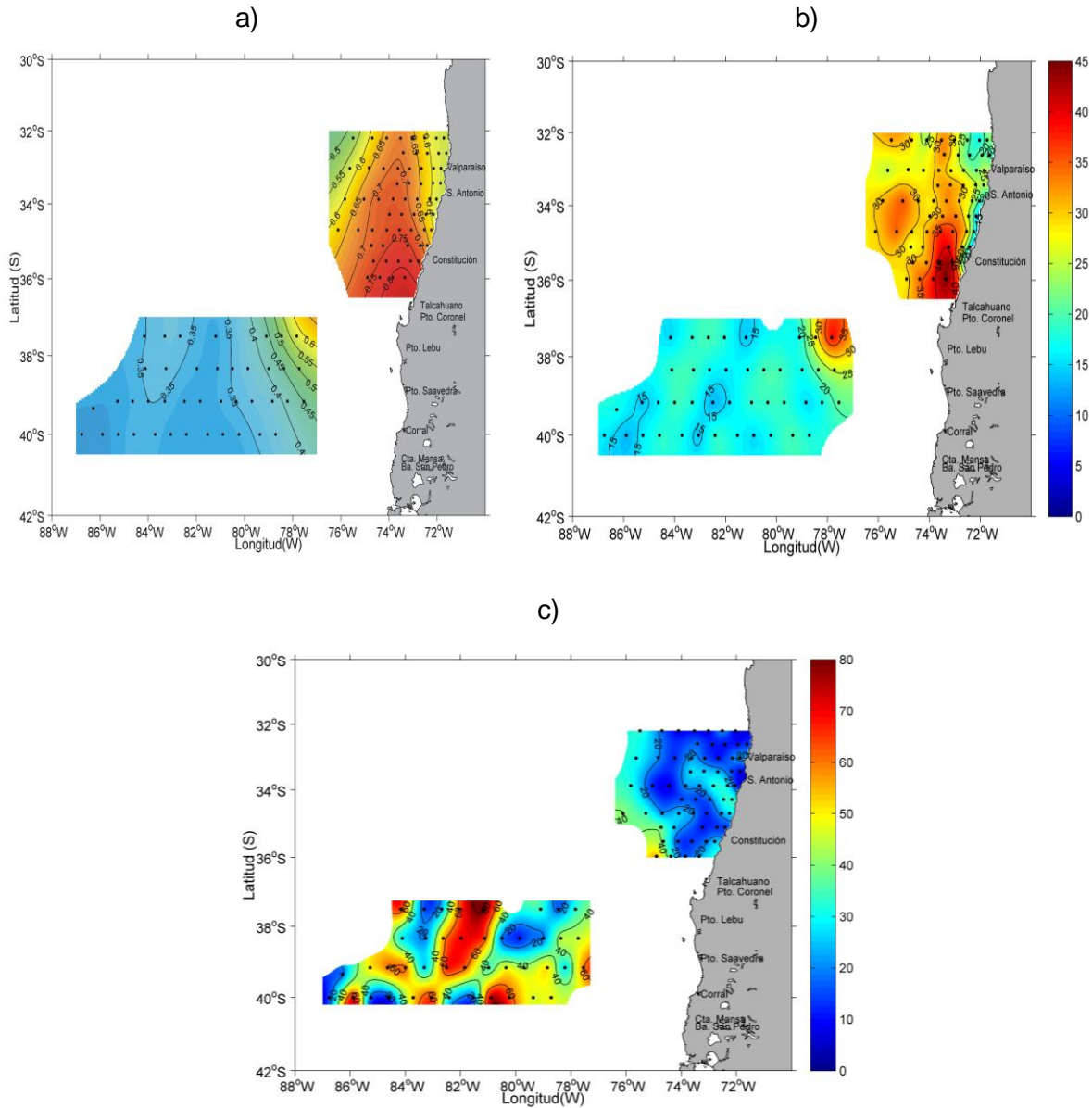
**Figura 25.** Distribuci3n horizontal de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad ( $-\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) en el estrato de 100 metros de profundidad.



**Figura 26.** Distribuci3n horizontal de la temperatura ( $^{\circ}C$ ), salinidad (psu), densidad  $-\sigma_t$  y oxígeno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ) en el estrato de 200 metros de profundidad.

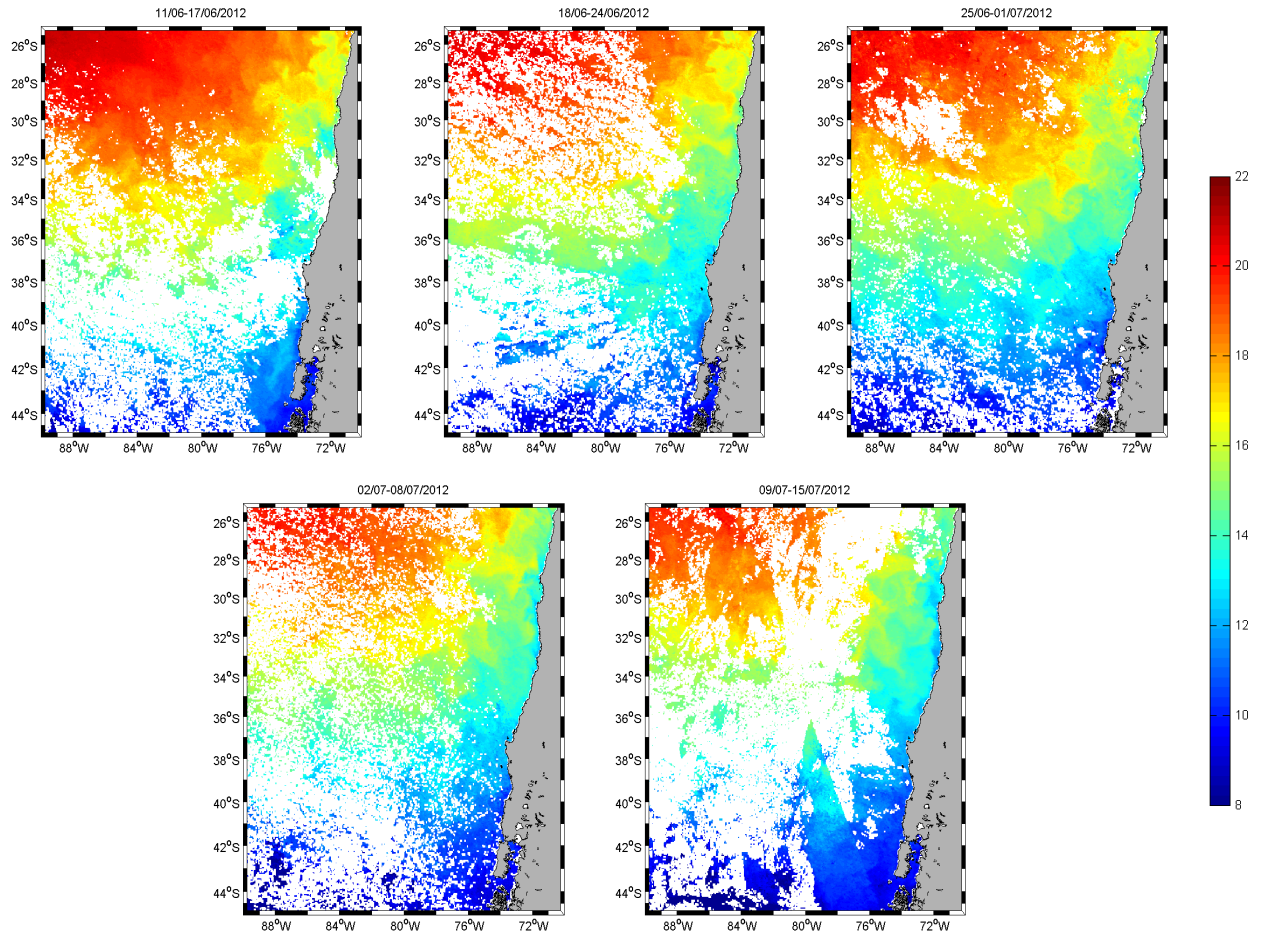


**Figura 27.** Distribuci3n horizontal de la temperatura (°C), salinidad (psu), densidad  $-(\sigma_t)$  y oxígeno disuelto (ml\*L<sup>-1</sup>) en el estrato de 300 metros de profundidad.

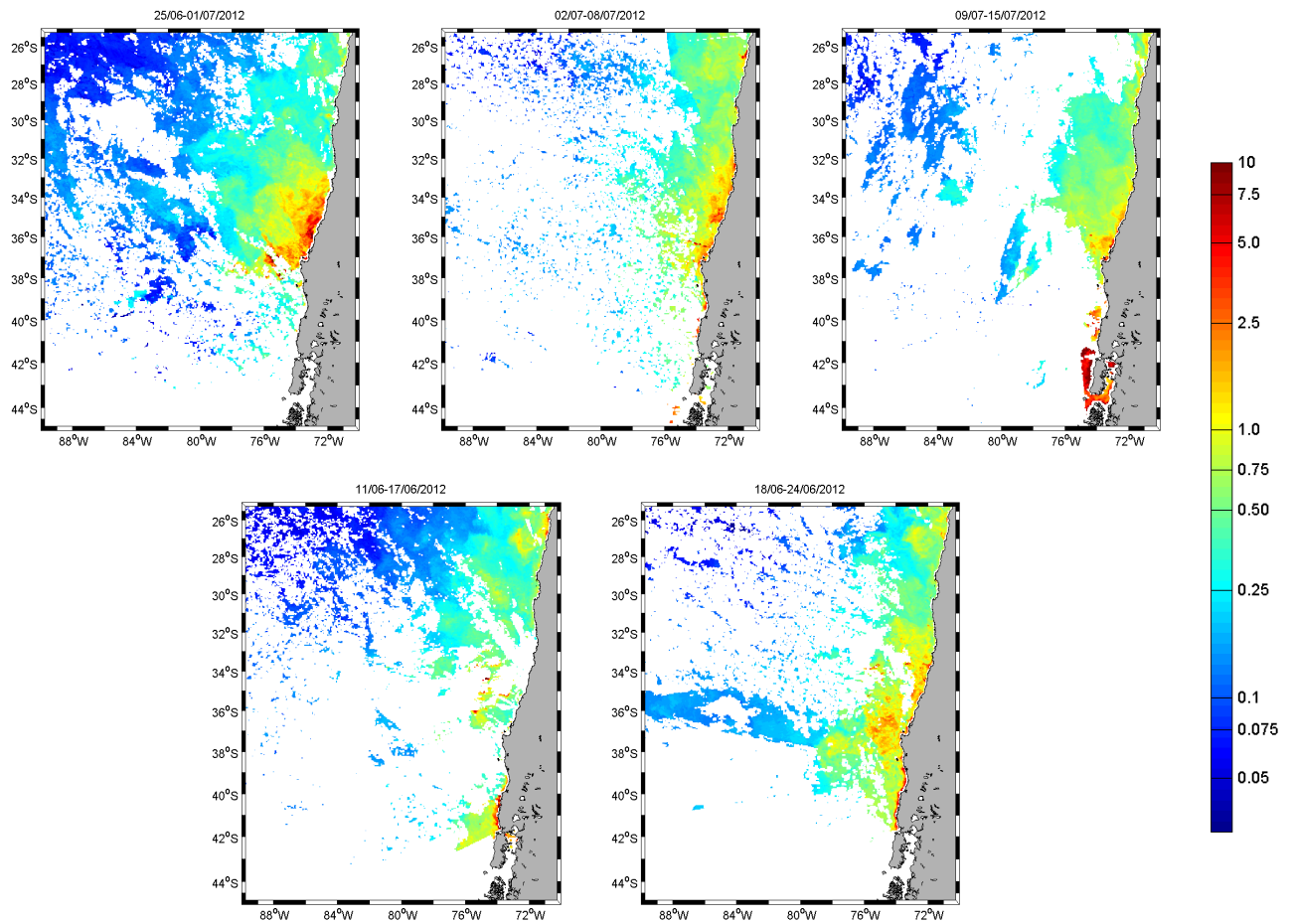


**Figura 28.** Distribuci3n horizontal de (a) la clorofila-a superficial ( $\text{mg m}^{-3}$ ), (b) la clorofila-a integrada ( $\text{mg m}^{-2}$ ) en los primeros 50 metros de profundidad, y c) la profundidad (metros) del m3ximo de clorofila-a.

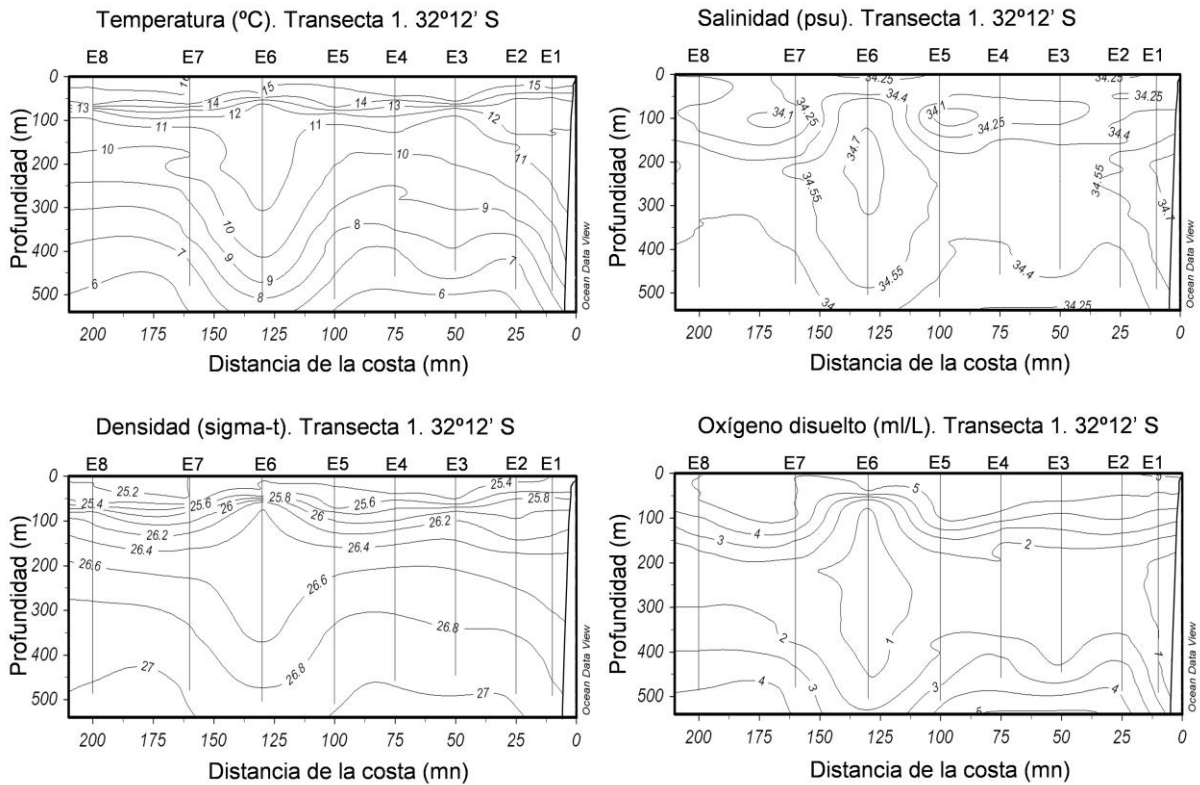




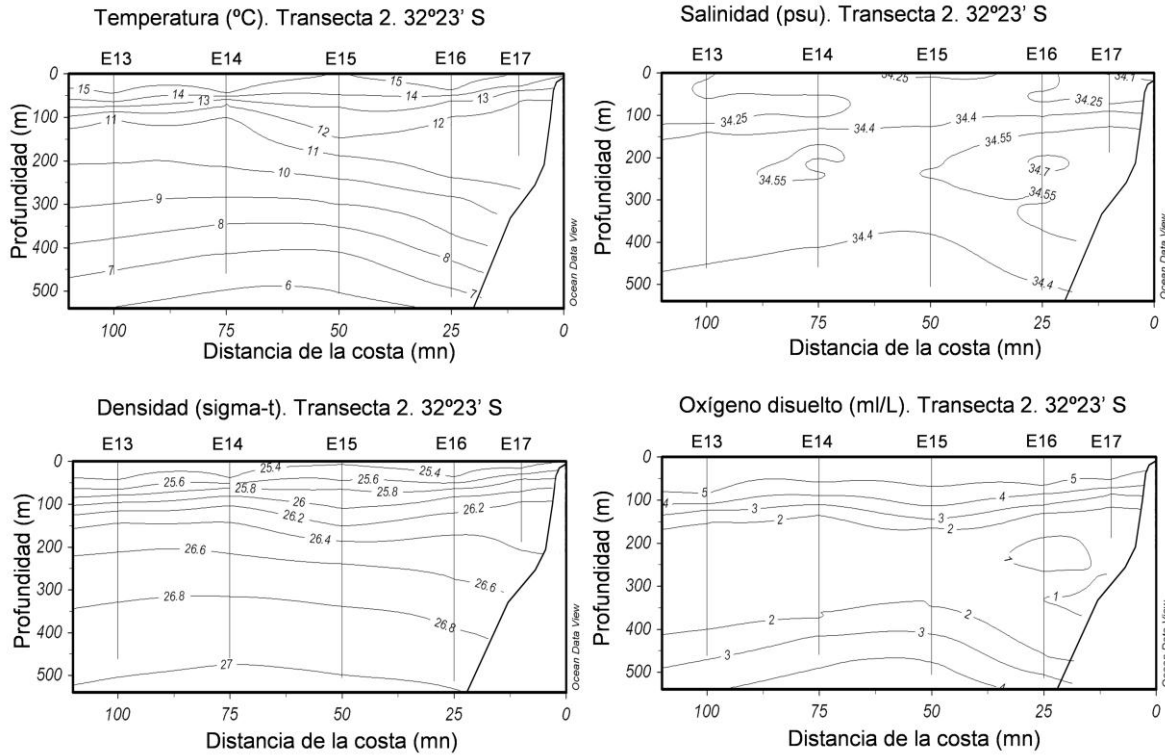
**Figura 29.** Distribuci3n horizontal semanal de la temperatura superficial del mar satelital para el per3odo Junio-Julio de 2012 en el 3rea de estudio.



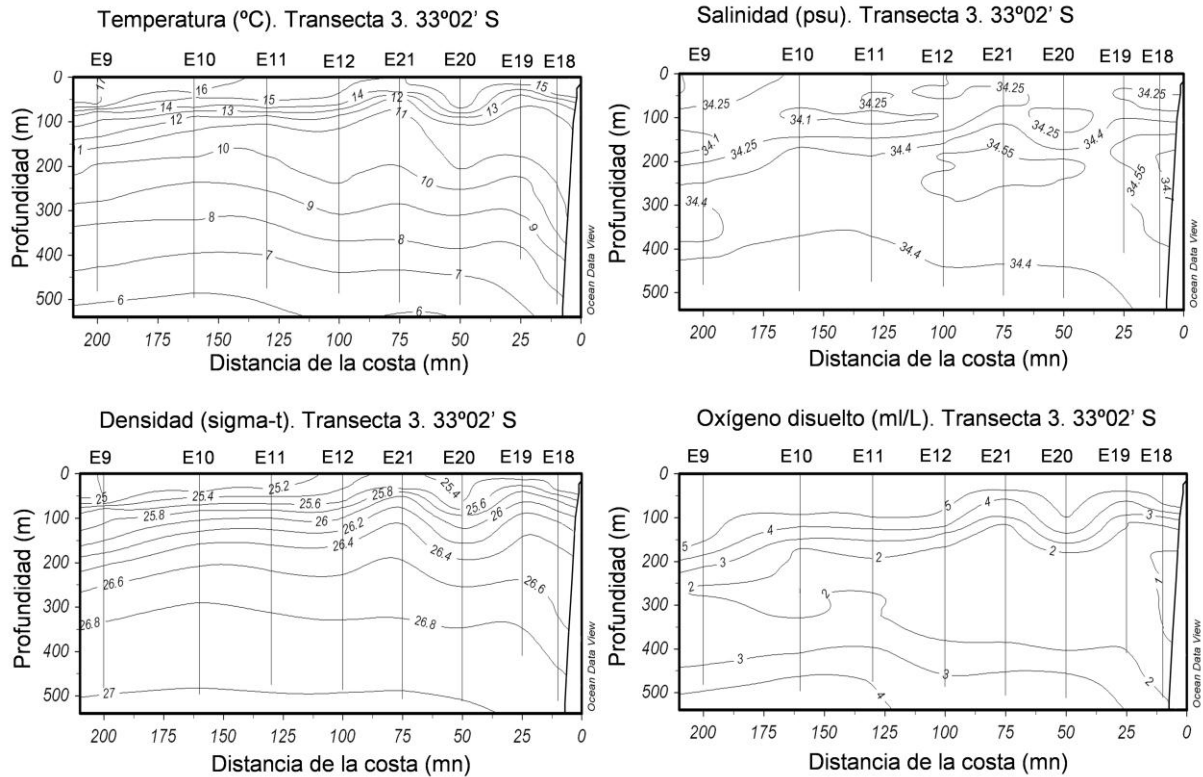
**Figura 30.** Distribuci3n horizontal semanal de la clorofila satelital para el per3odo Junio-Julio de 2012 en el 3rea de estudio.



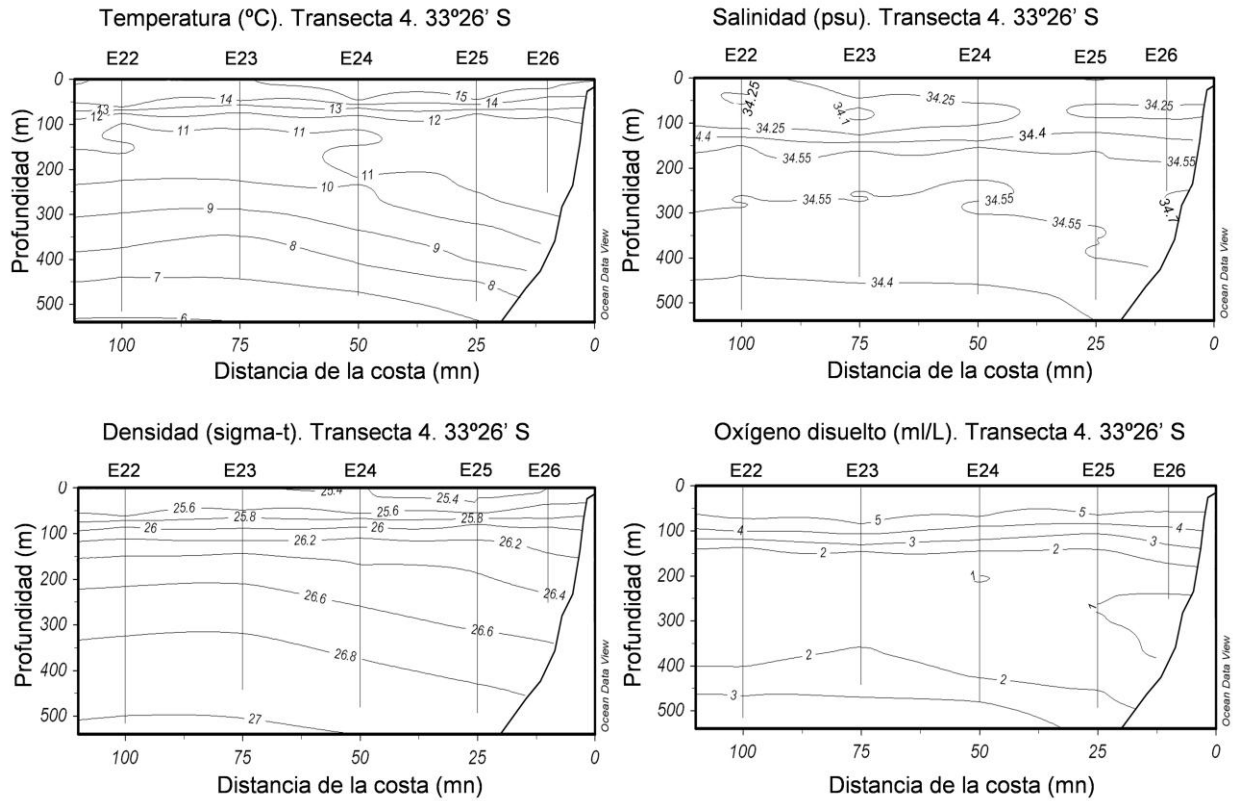
**Figura 31.** Transecta 1. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ).



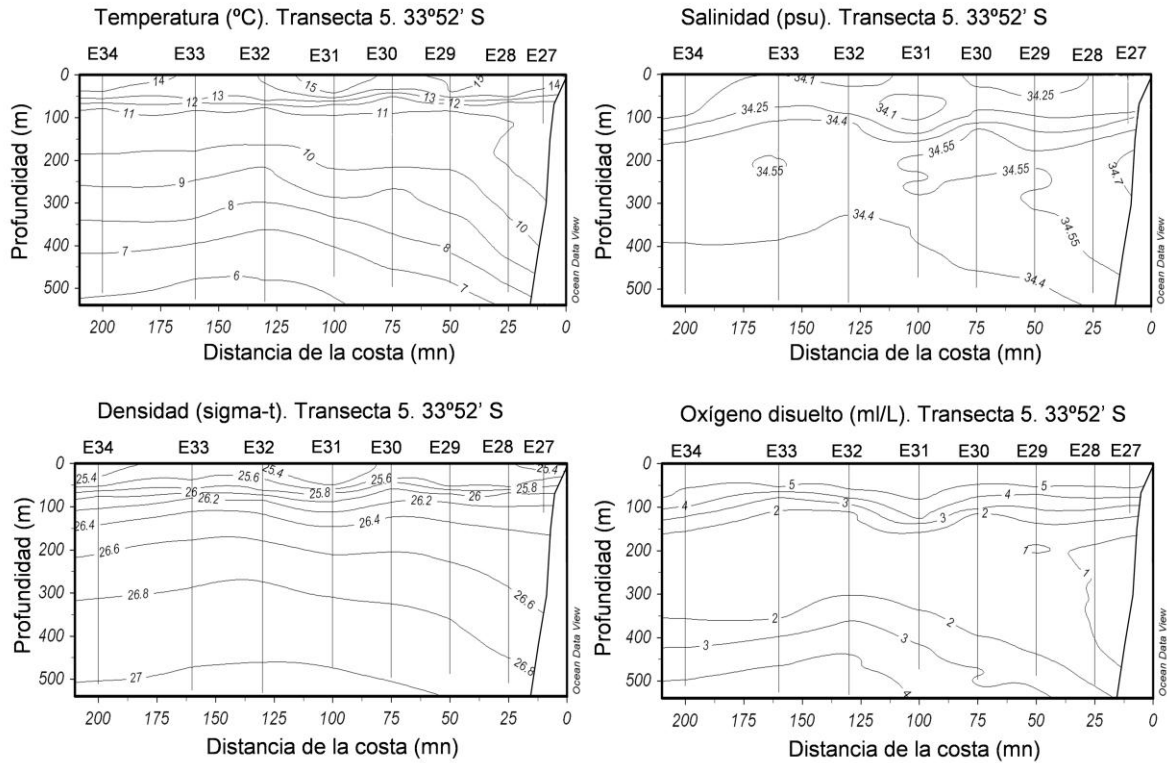
**Figura 32.** Transecta 2. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ).



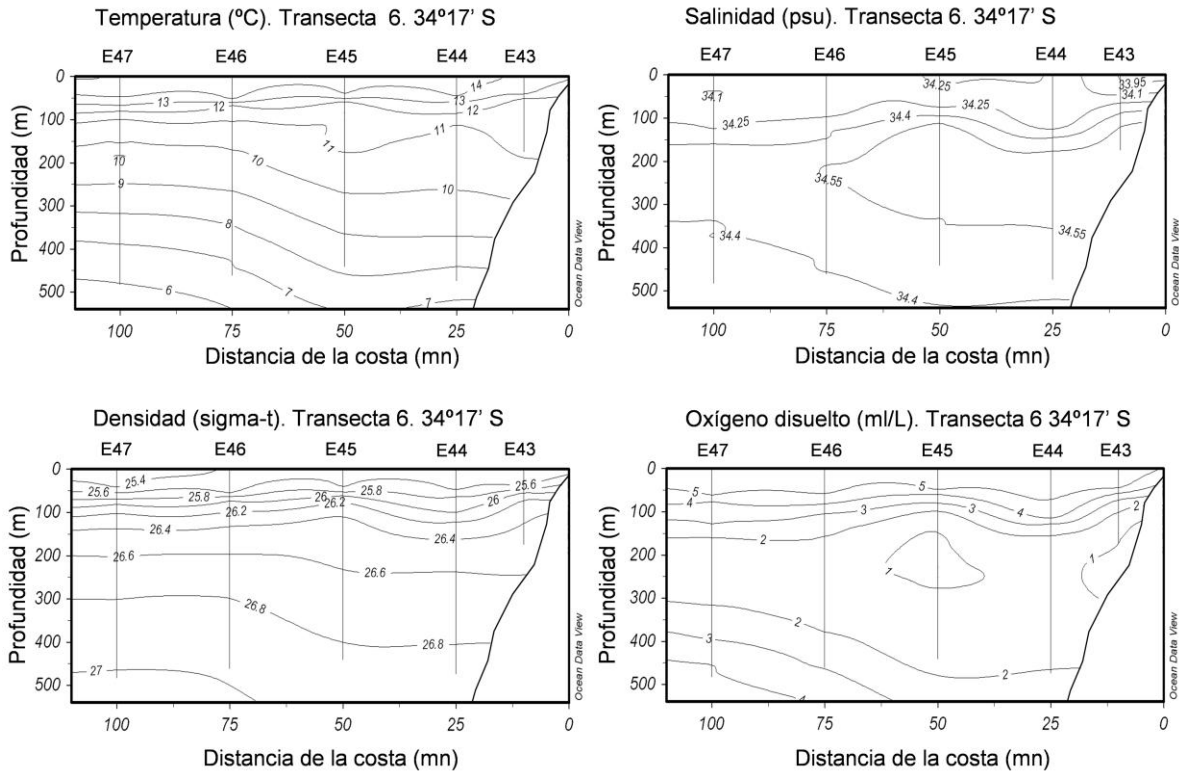
**Figura 33.** Transecta 3. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ).



**Figura 34.** Transecta 4. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

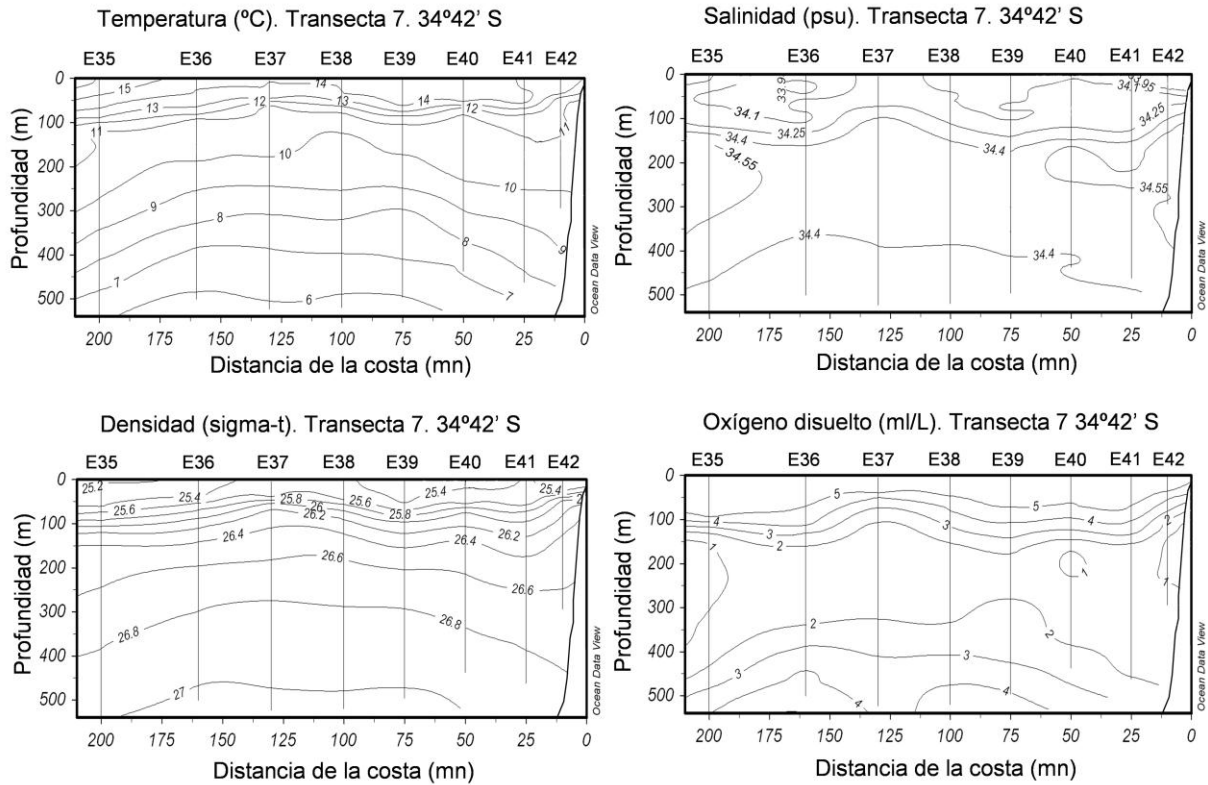


**Figura 35.** Transecta 5. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ).

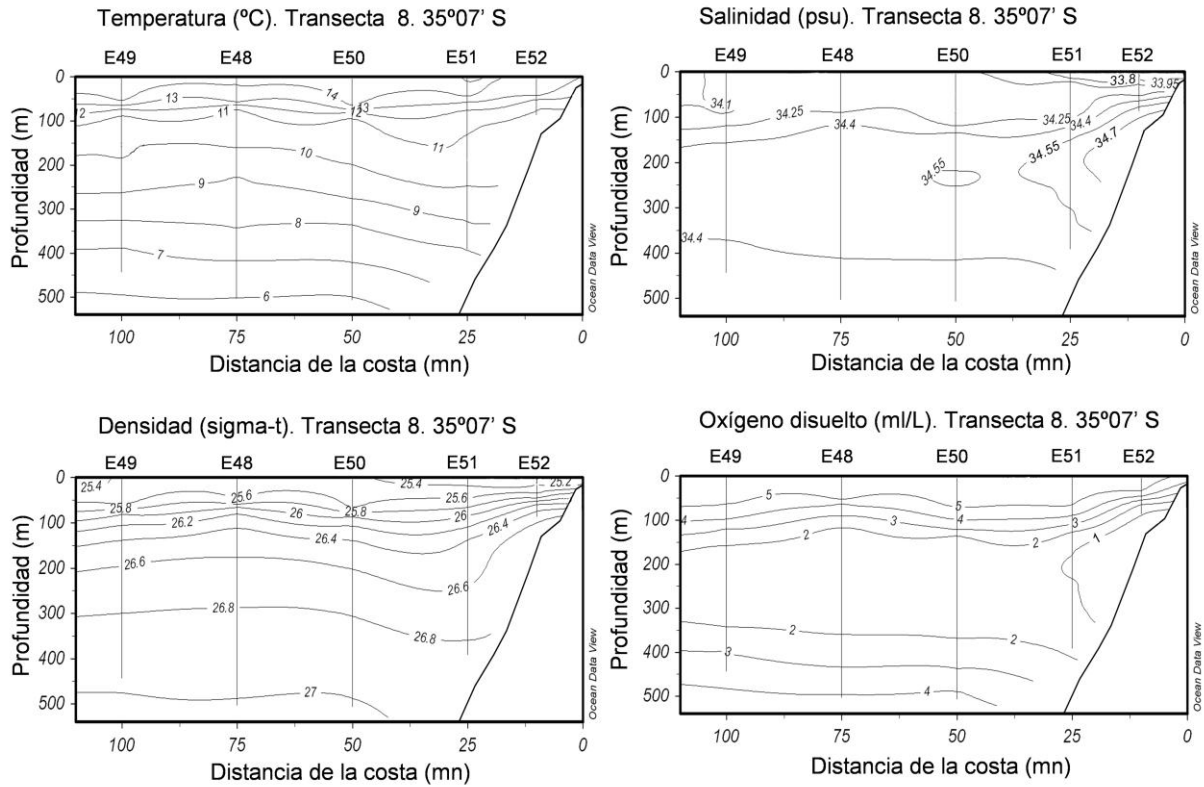


**Figura 36.** Transecta 6. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ).

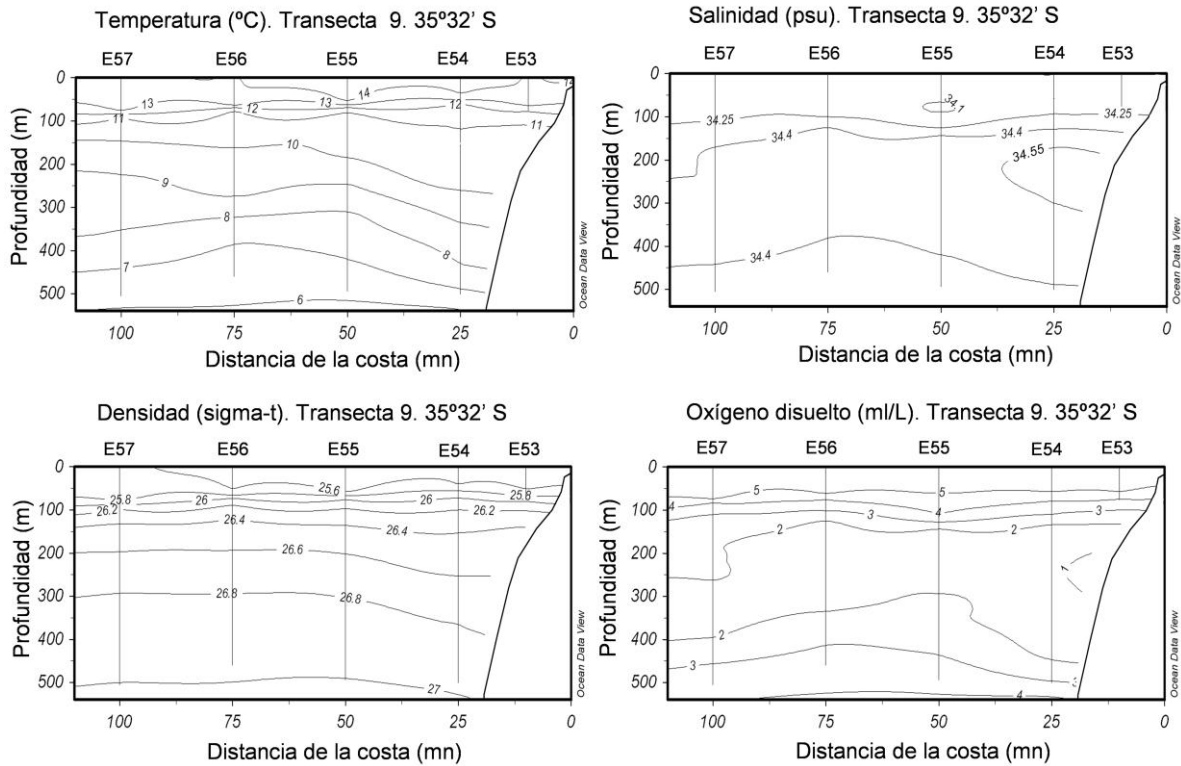




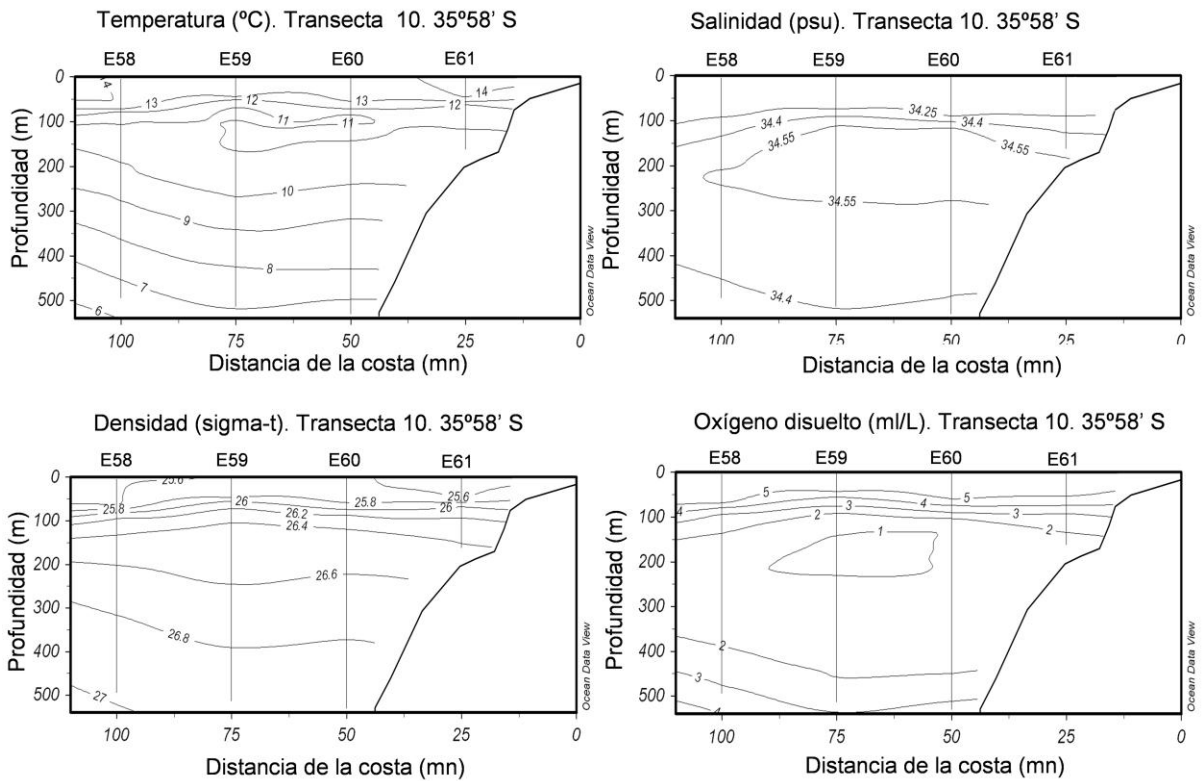
**Figura 37.** Transecta 7. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ).



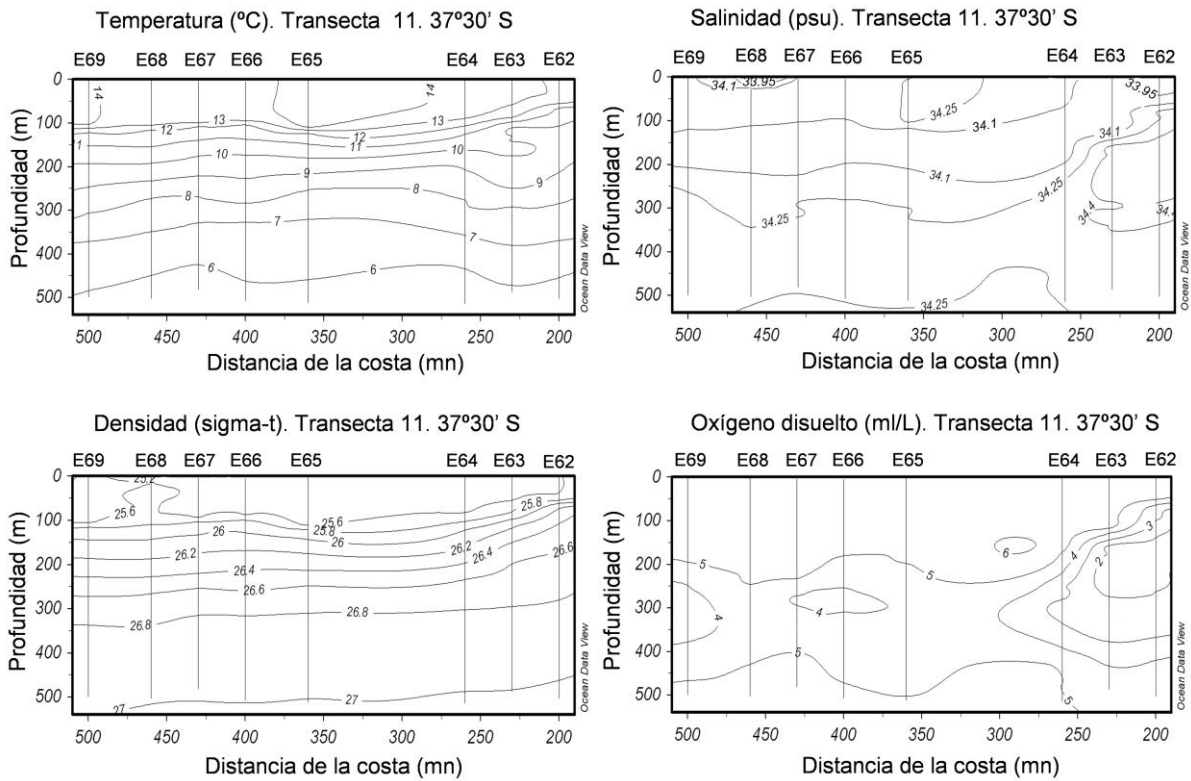
**Figura 38.** Transecta 8. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ).



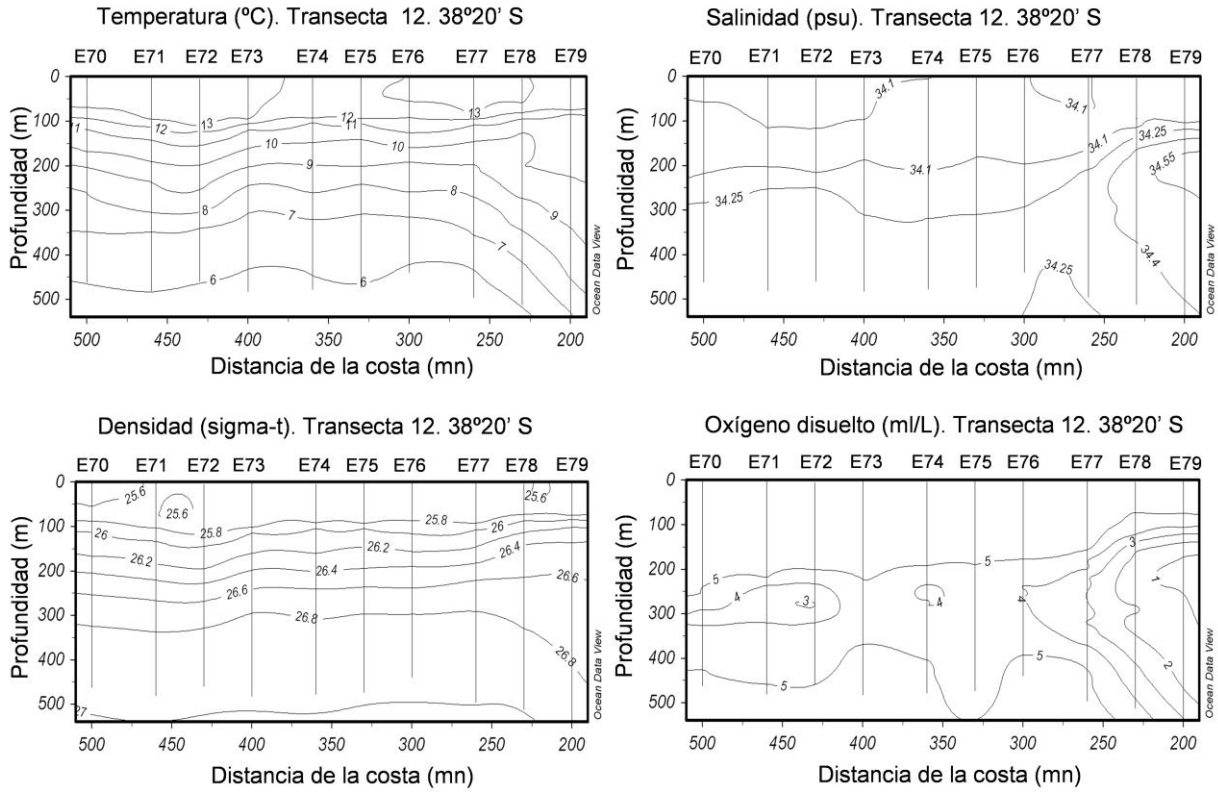
**Figura 39.-** Transecta 9. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ).



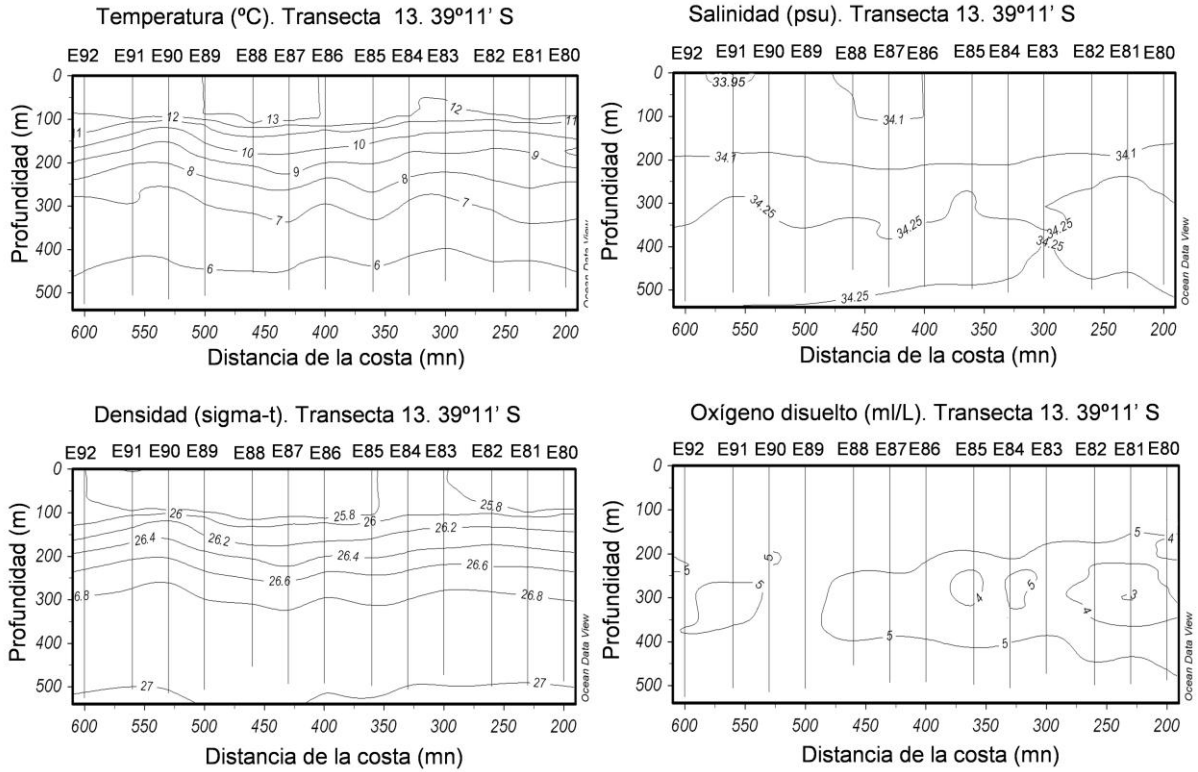
**Figura 40.** Transecta 10. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ).



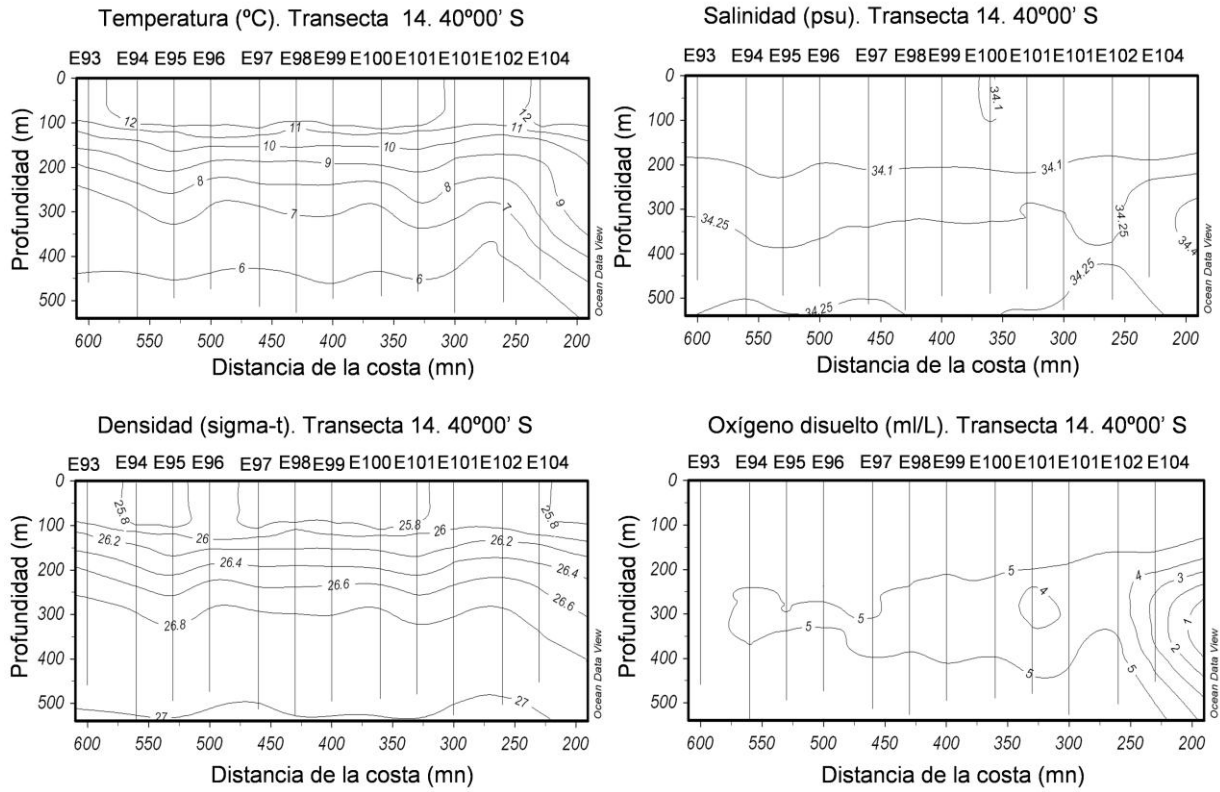
**Figura 41.** Transecta 11. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ).



**Figura 42.** Transecta 12. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

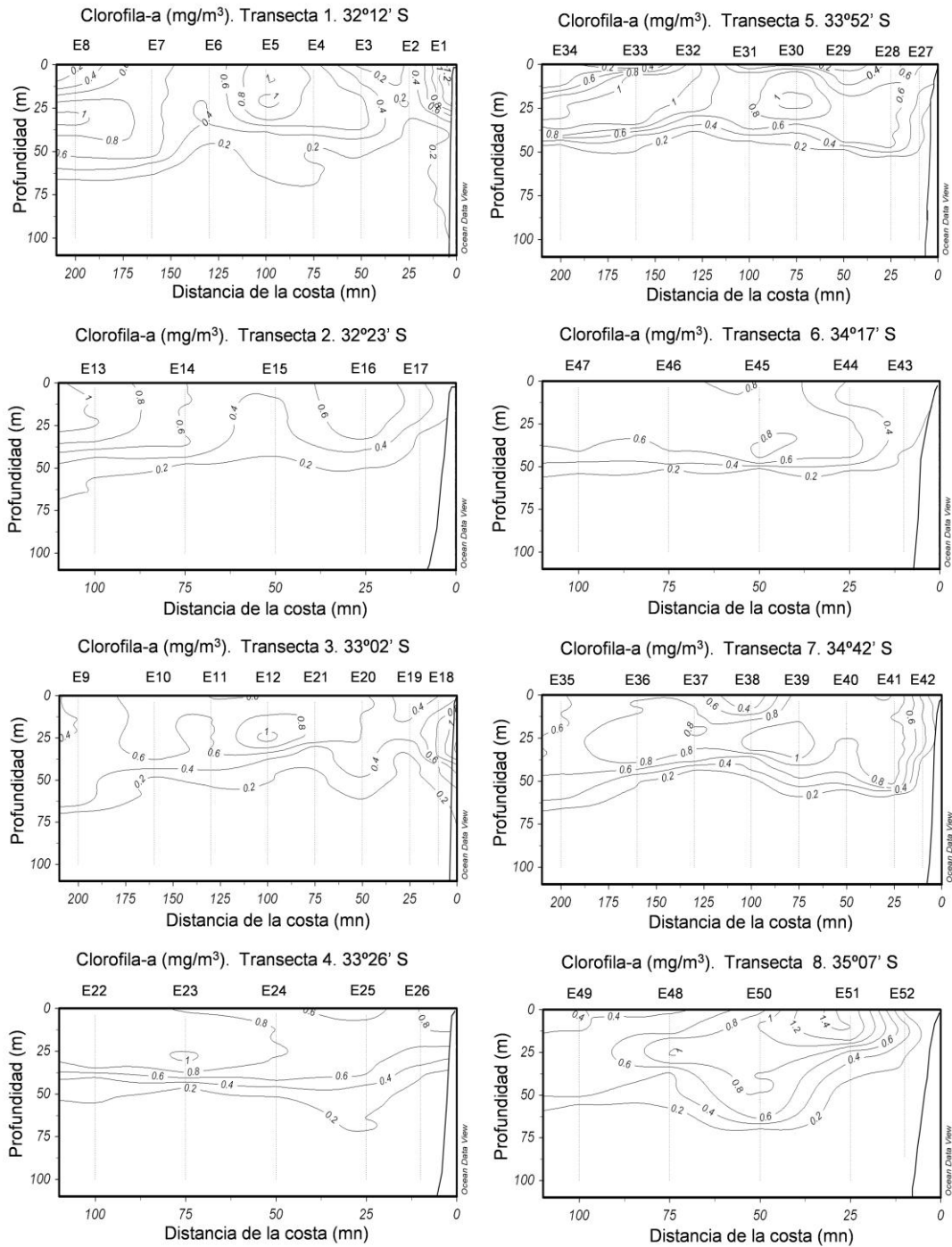


**Figura 43.** Transecta 13. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

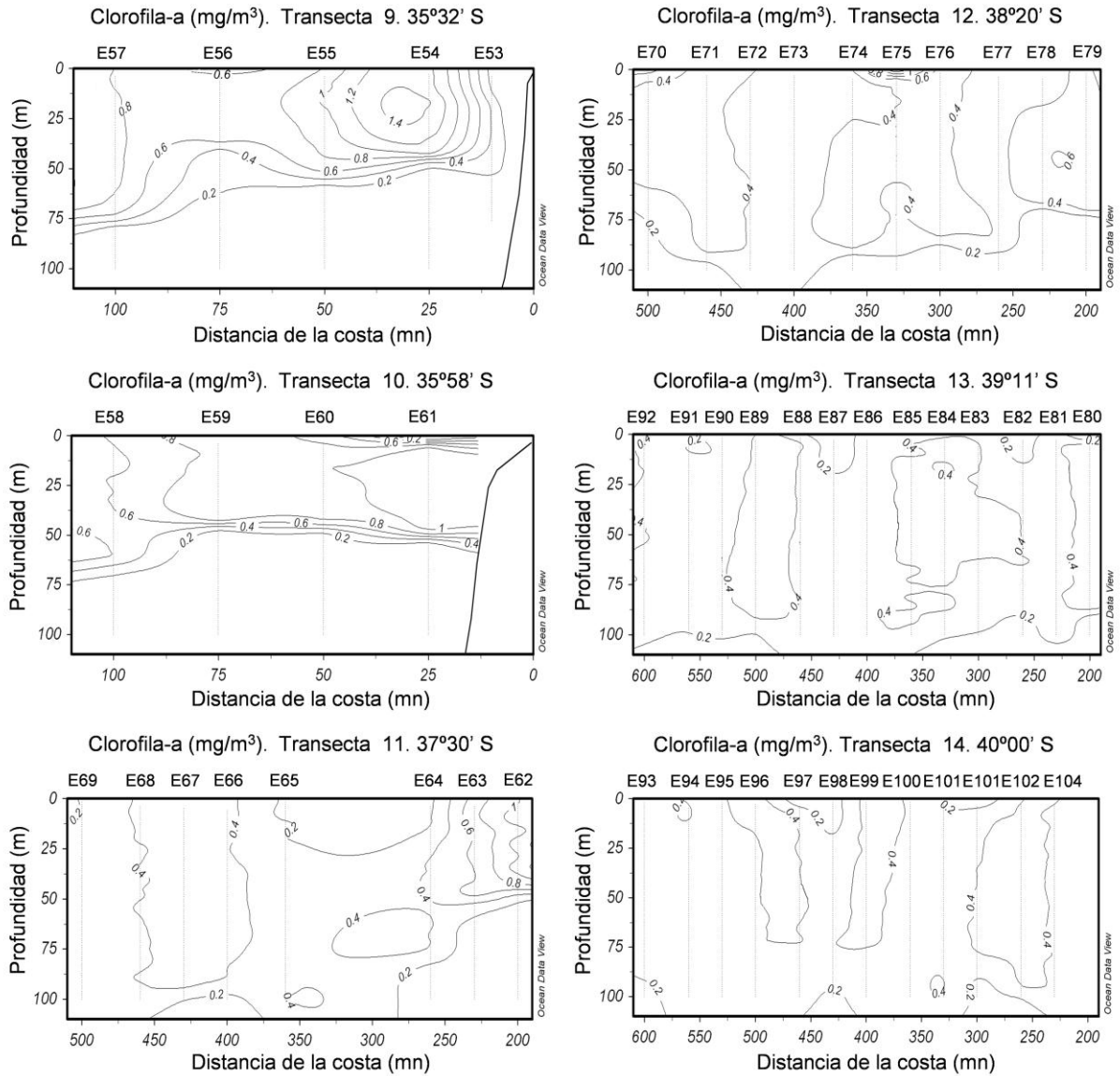


**Figura 44.** Transecta 14. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

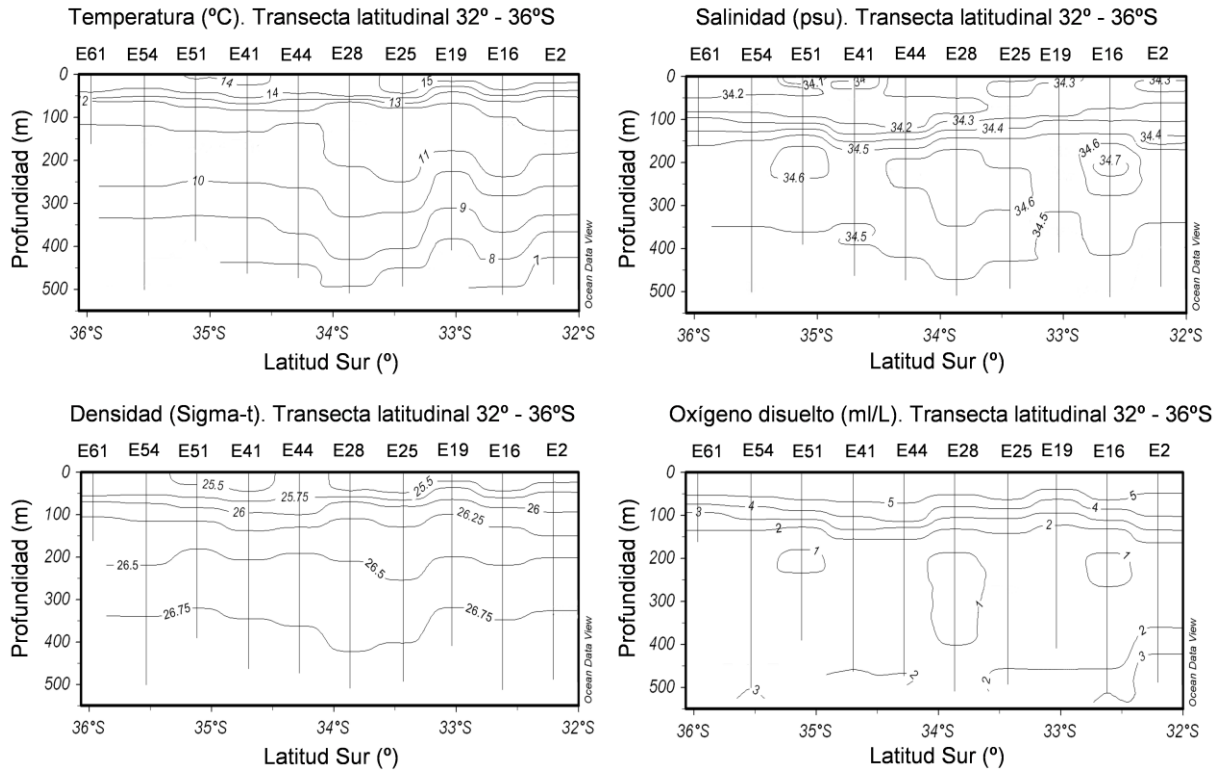




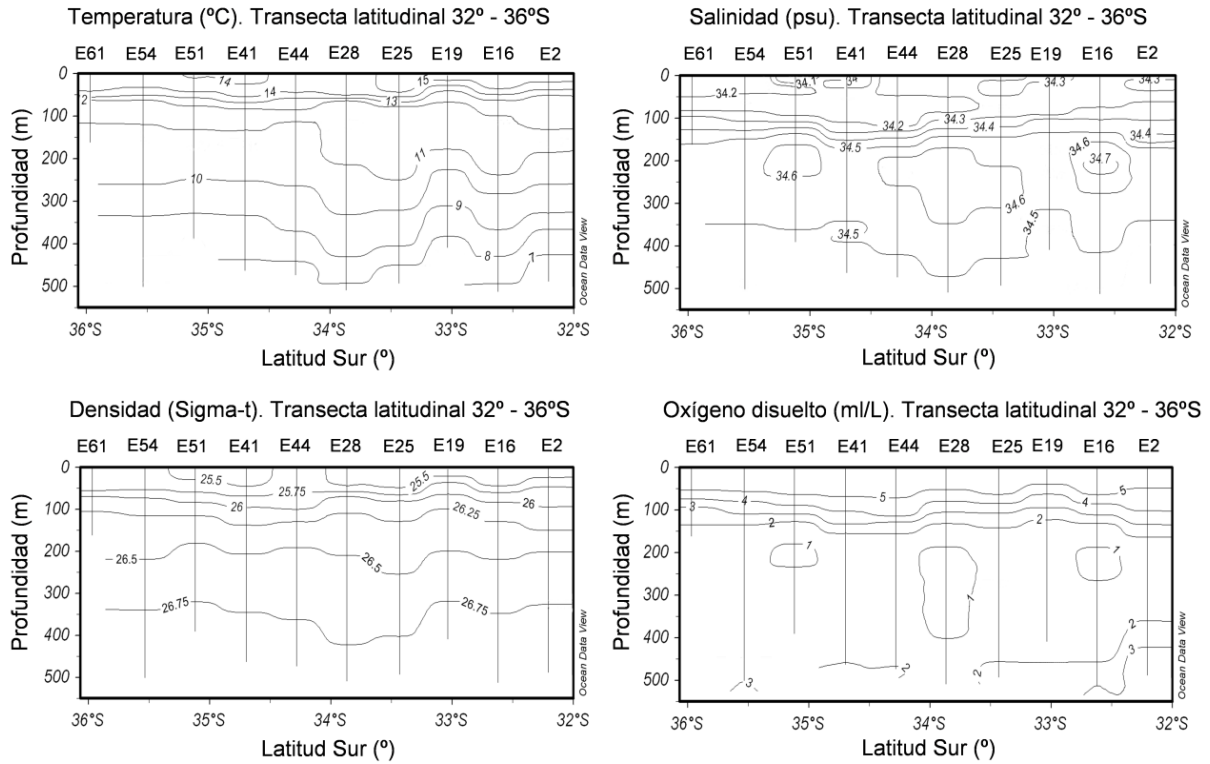
**Figura 45..** Transectas 1 a la 8. Secciones verticales de clorofila-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) en el 3rea de estudio.



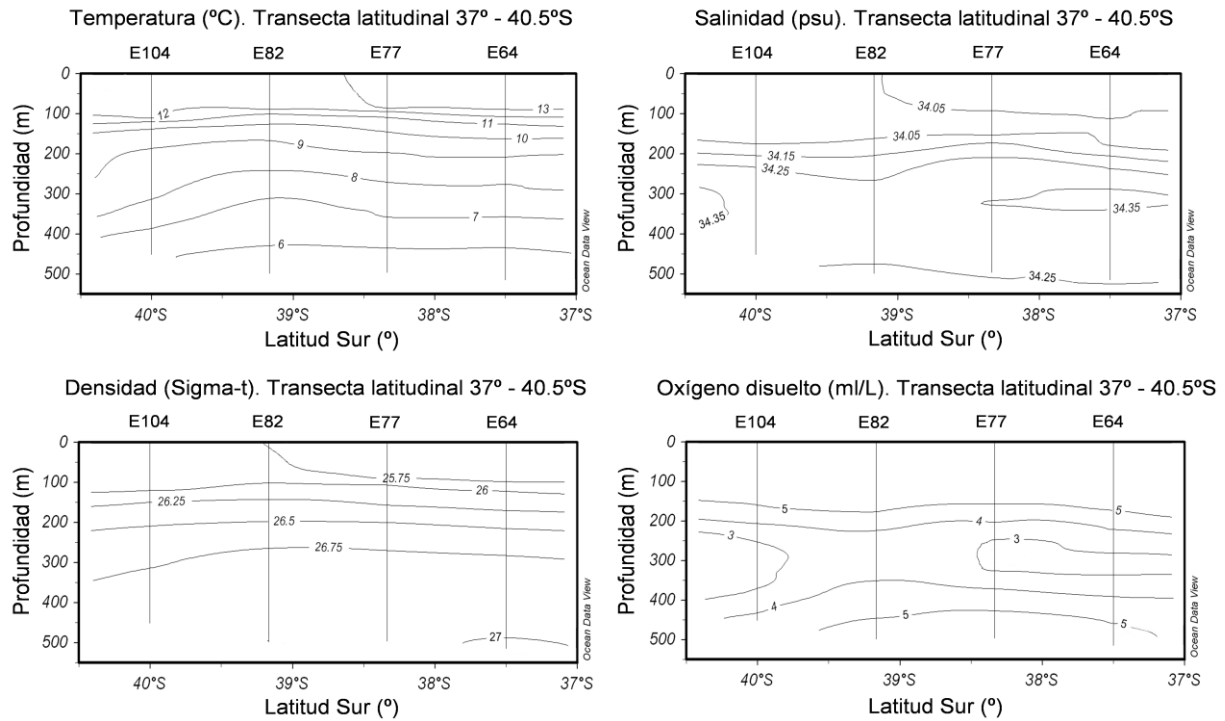
**Figura 46.** Transectas 9 a la 14. Secciones verticales de clorofila-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) en el área de estudio.



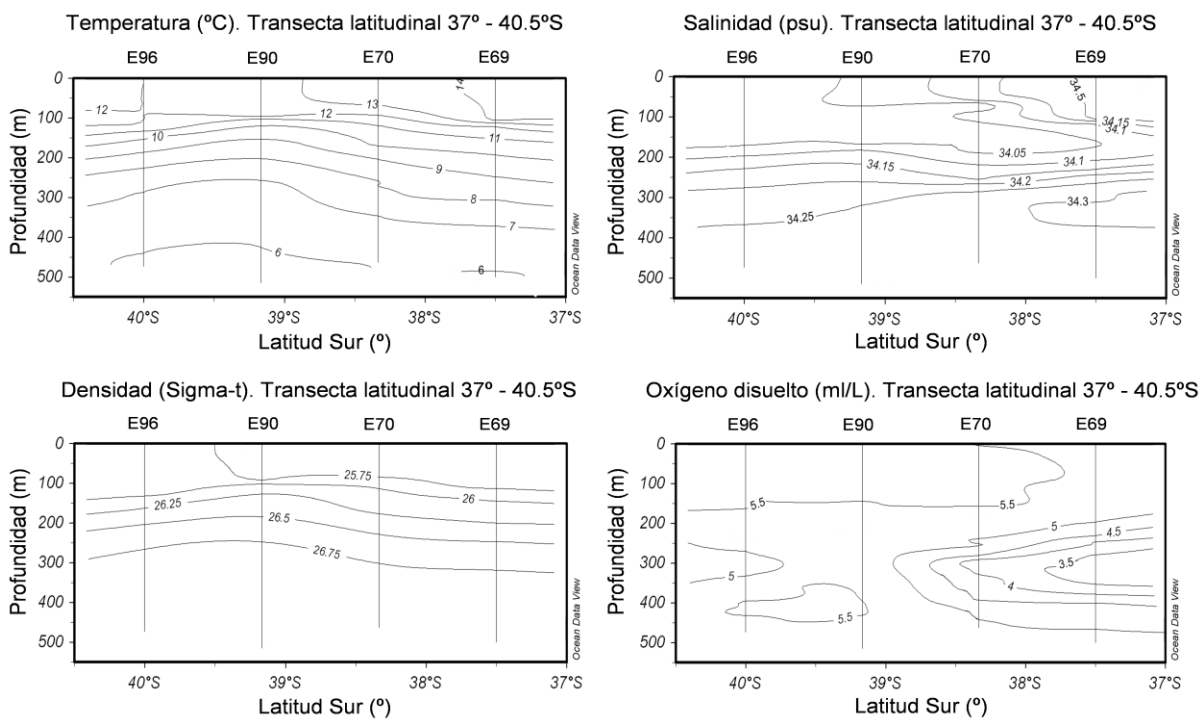
**Figura 47.** Transecta latitudinal costera. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ).



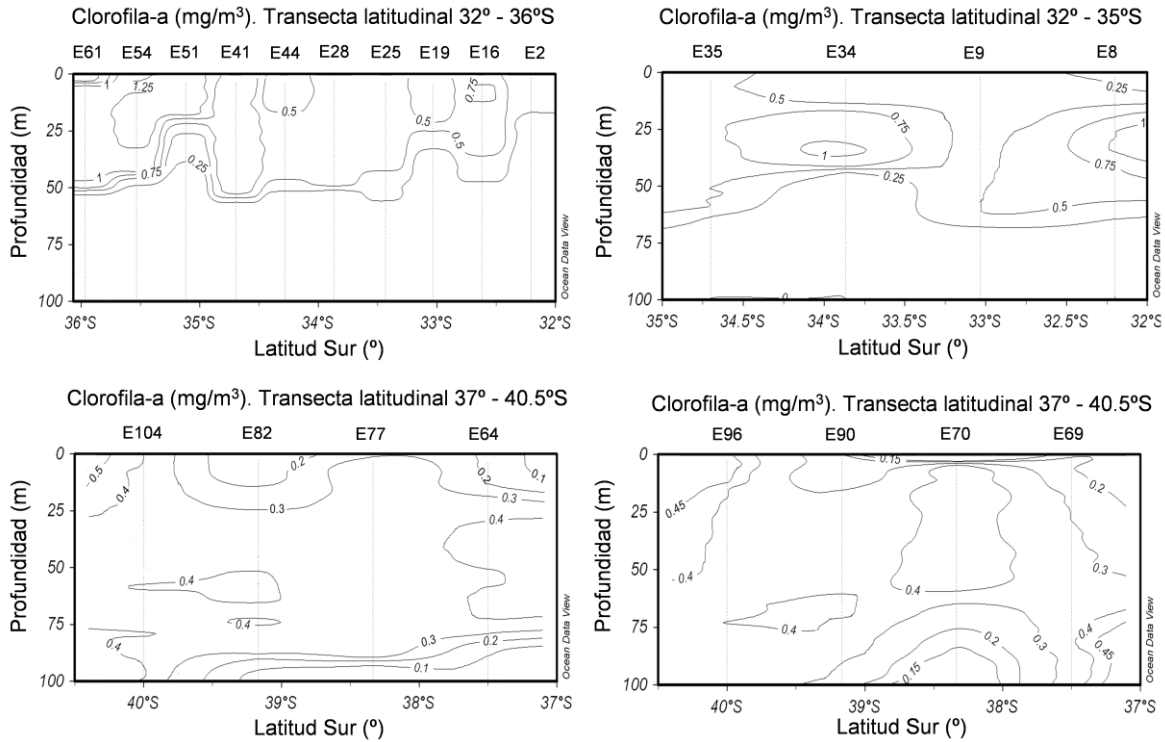
**Figura 48.** Transecta latitudinal intermedia-norte. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ).



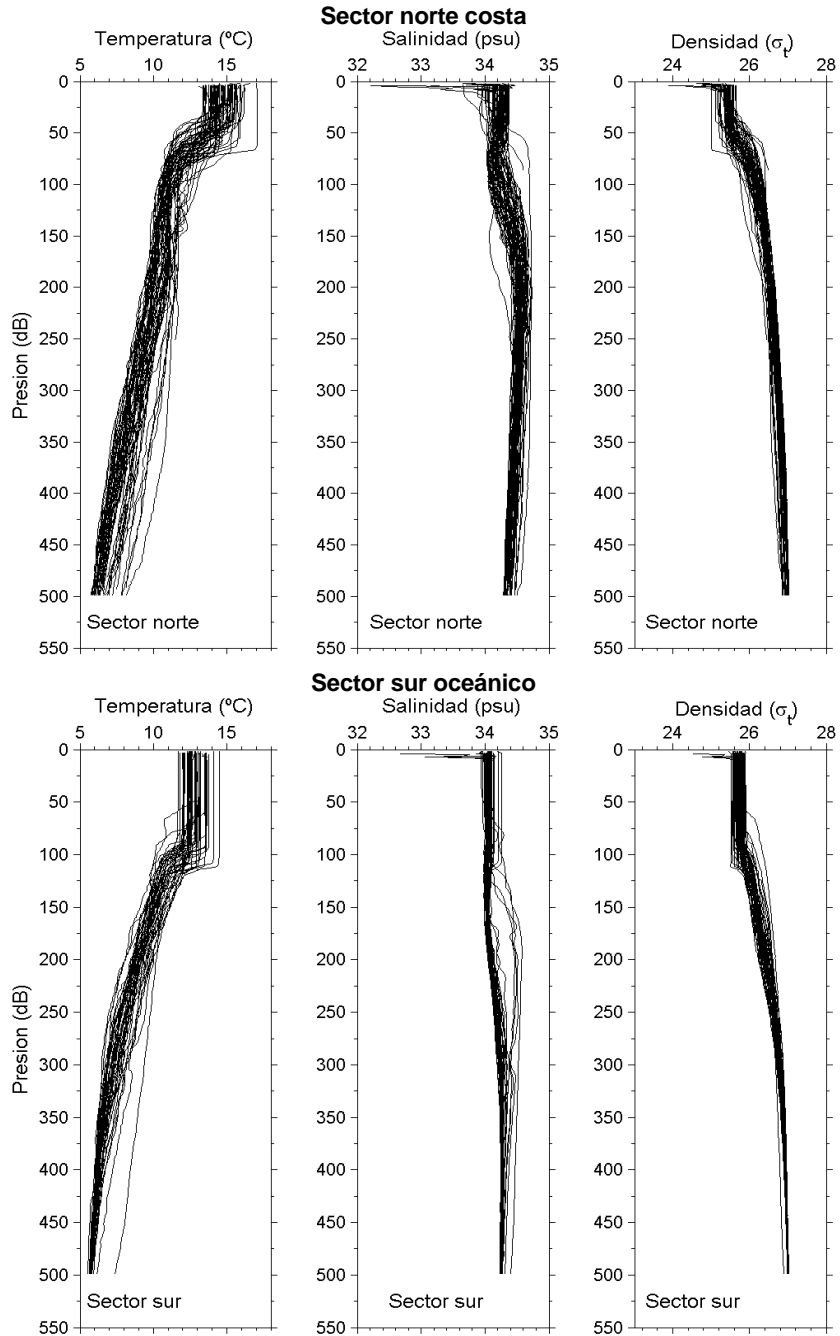
**Figura 49.** Transecta latitudinal intermedia-sur. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ).



**Figura 50.** Transecta latitudinal oceánica. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma_t$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{ml} \cdot \text{L}^{-1}$ ).

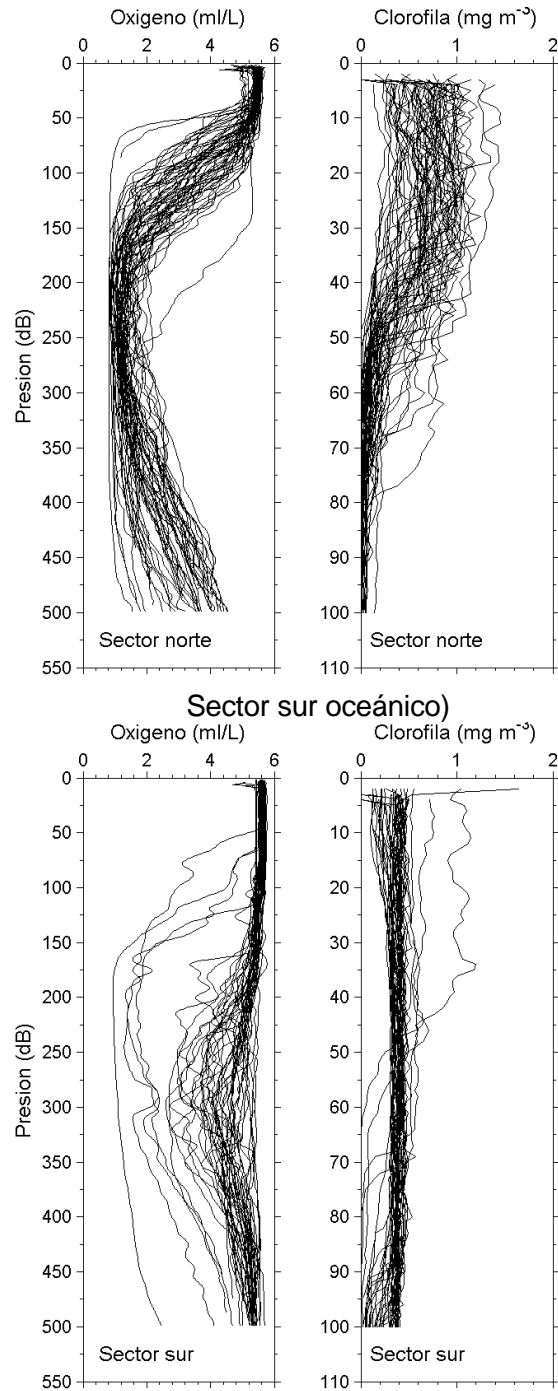


**Figura 51.** Transectas latitudinales costera, intermedias y oceánica. Secciones verticales de clorofila-a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) en el área de estudio.

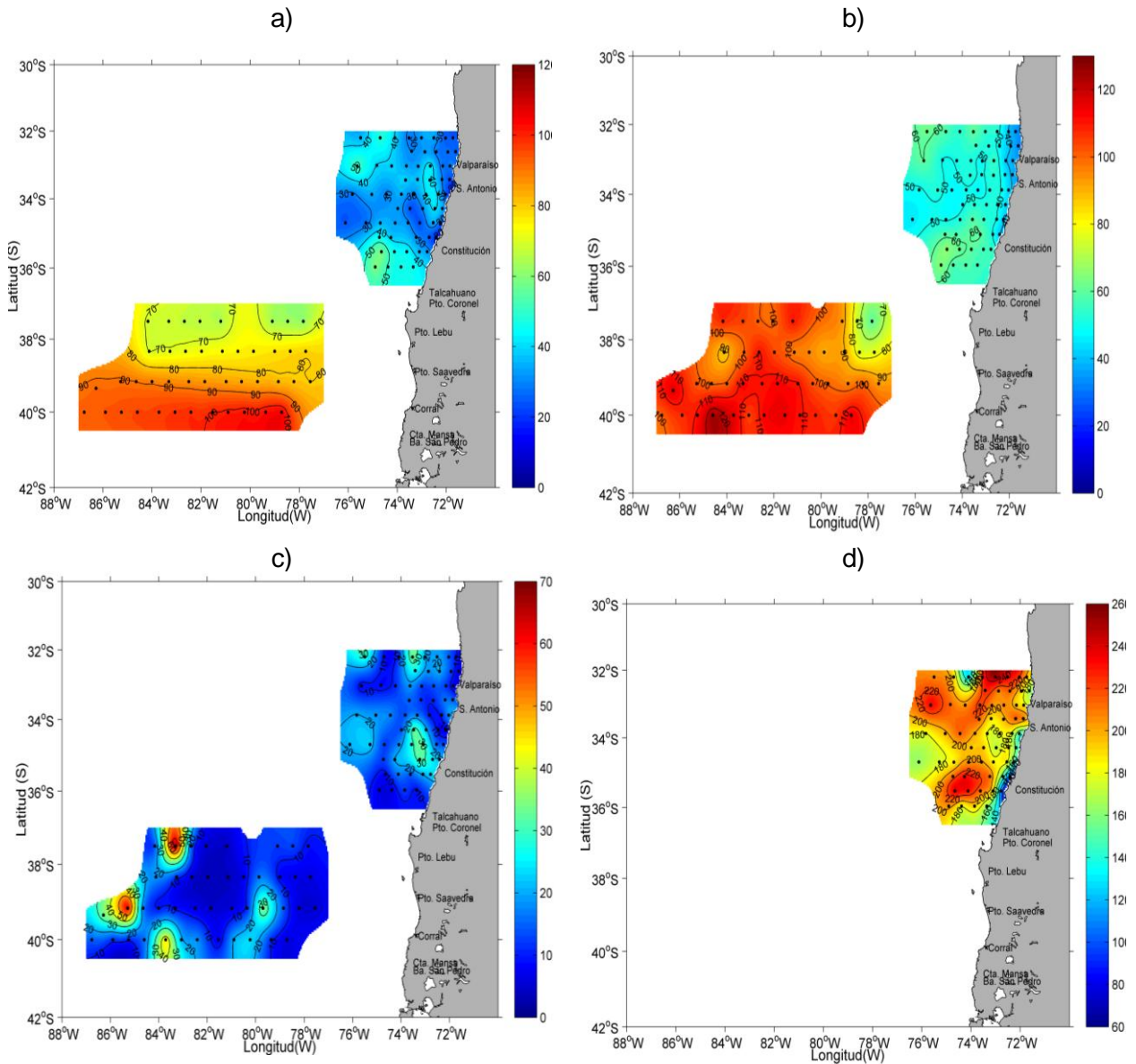


**Figura 52.** Perfiles individuales de temperatura (°C), salinidad (psu) y densidad (sigma-t) para los sectores: a) norte costa y b) sector sur oceánico. Sector norte costa

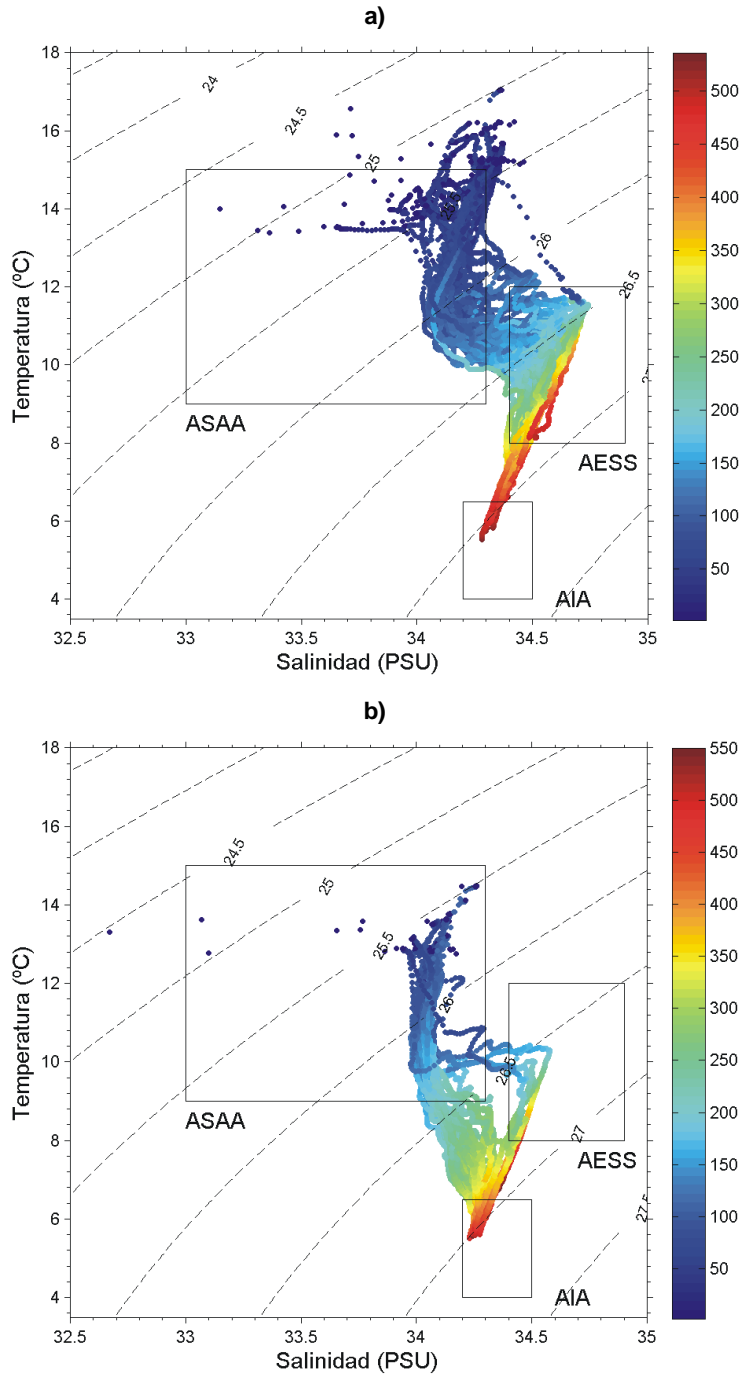




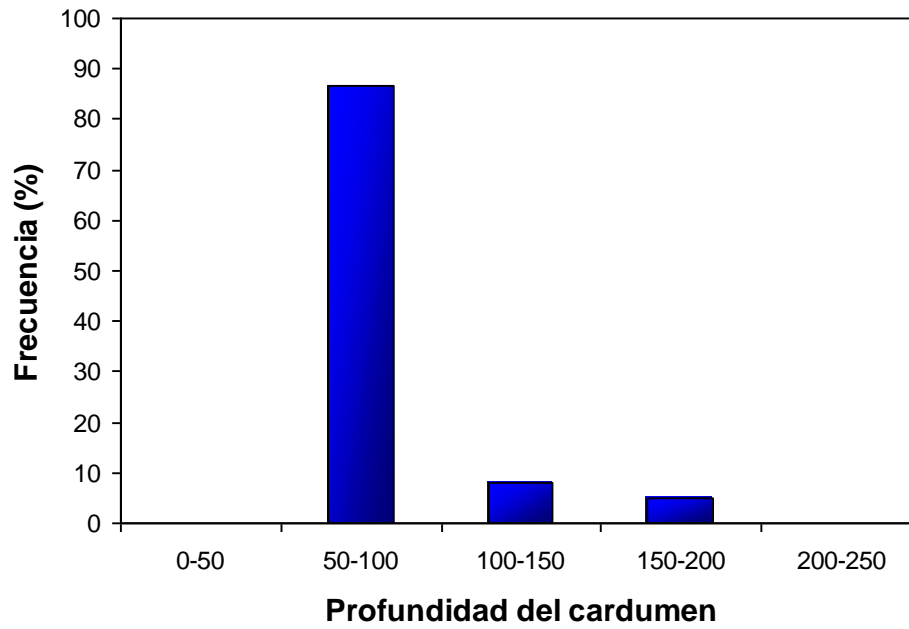
**Figura 53.** Perfiles individuales de la concentraci3n de oxigeno disuelto ( $\text{ml}^*\text{L}^{-1}$ ) y de clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para los sectores: a) norte costa y b) sur oceánico



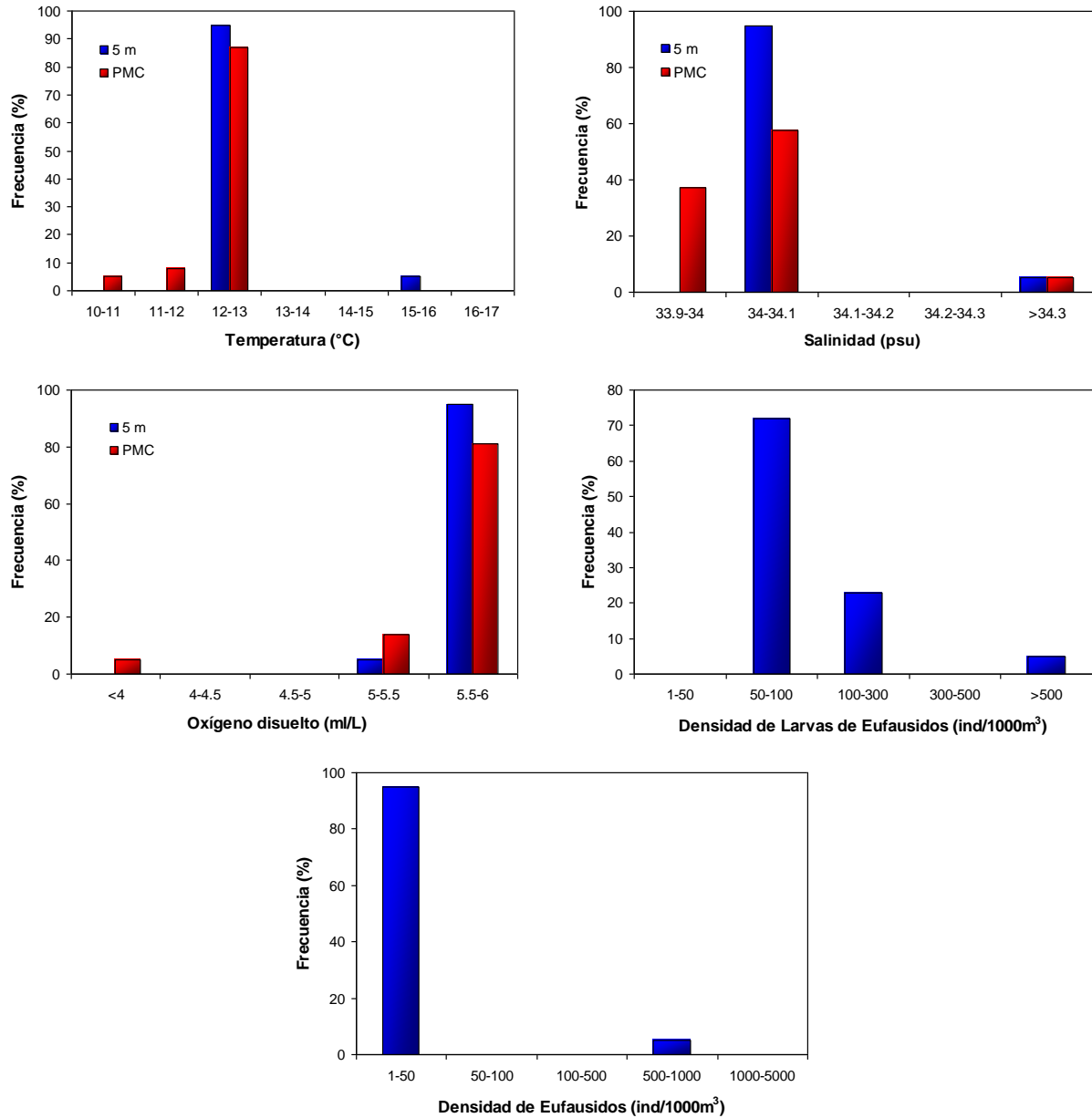
**Figura 54.** Distribución espacial de a) Profundidad capa de mezcla (m), b) Profundidad base de la termoclina (m), c) Espesor de la termoclina (m), y d) profundidad del mínimo de oxígeno (m) en la región de estudio.



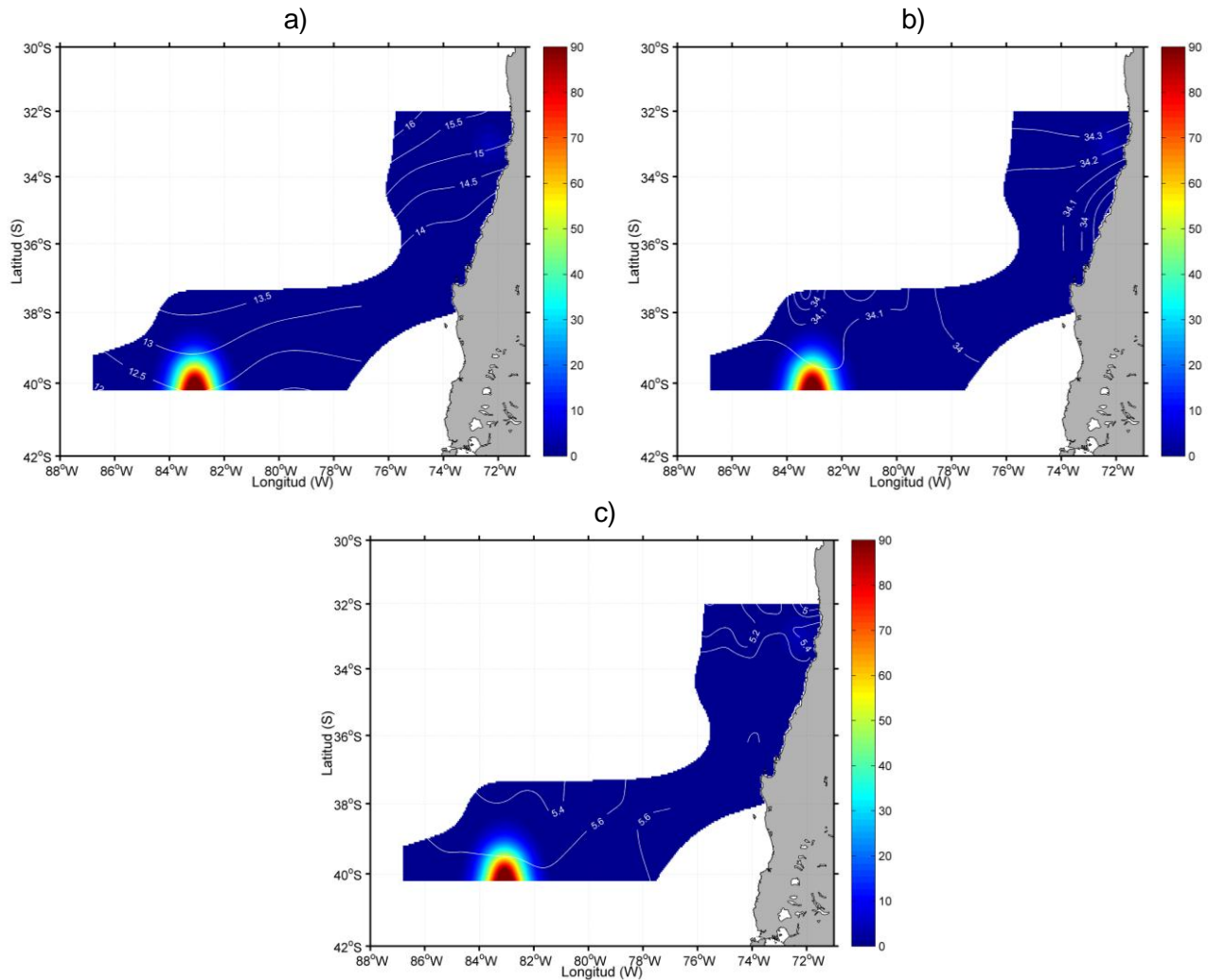
**Figura 55.** Diagramas TS para a) norte costa y b) sur oceánico de la zona de estudio.



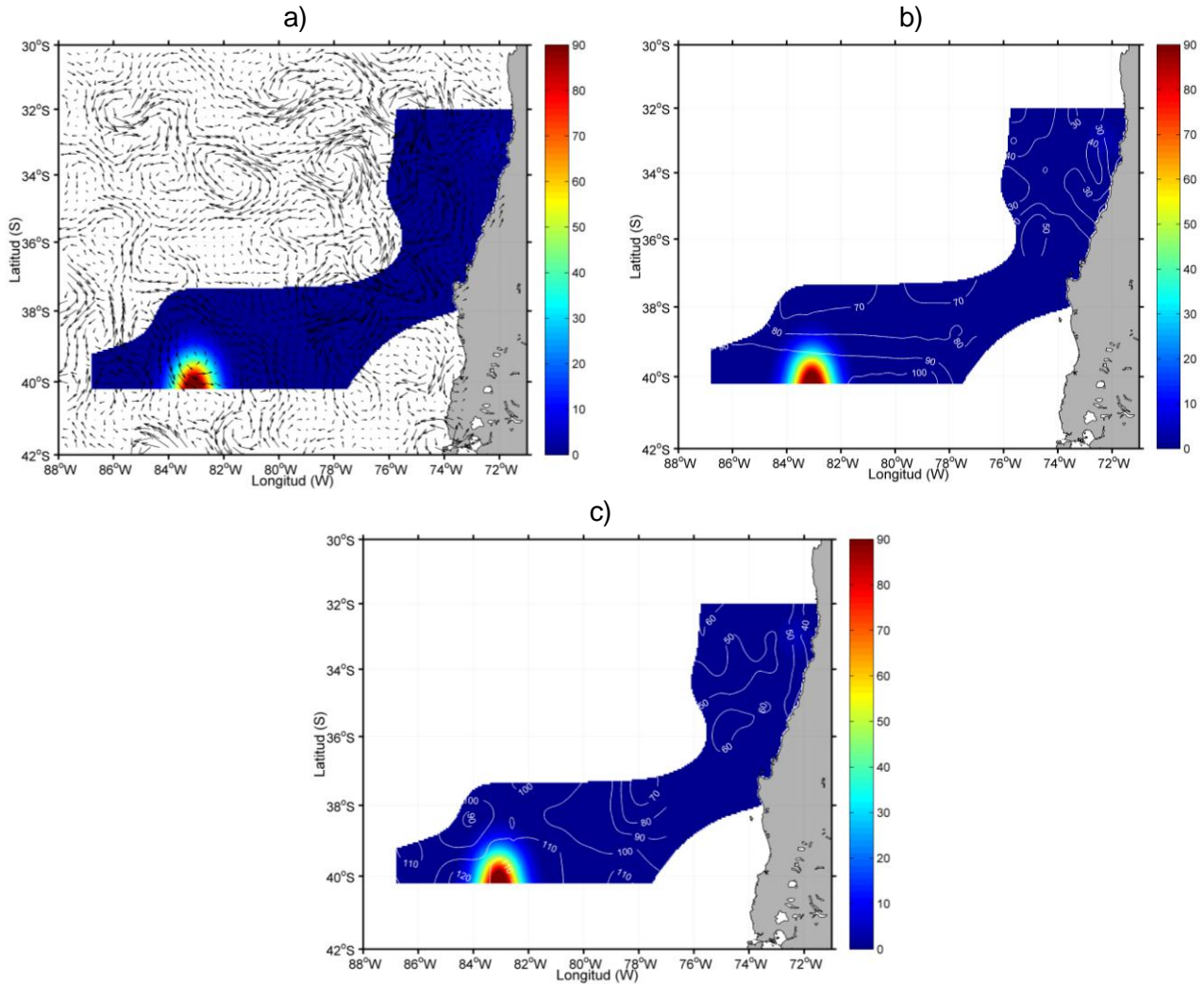
**Figura 56.** Histograma de rangos de profundidad a los cuales se encontr3 asociado el recurso (prof. media del cardumen) para el a3o 2012.



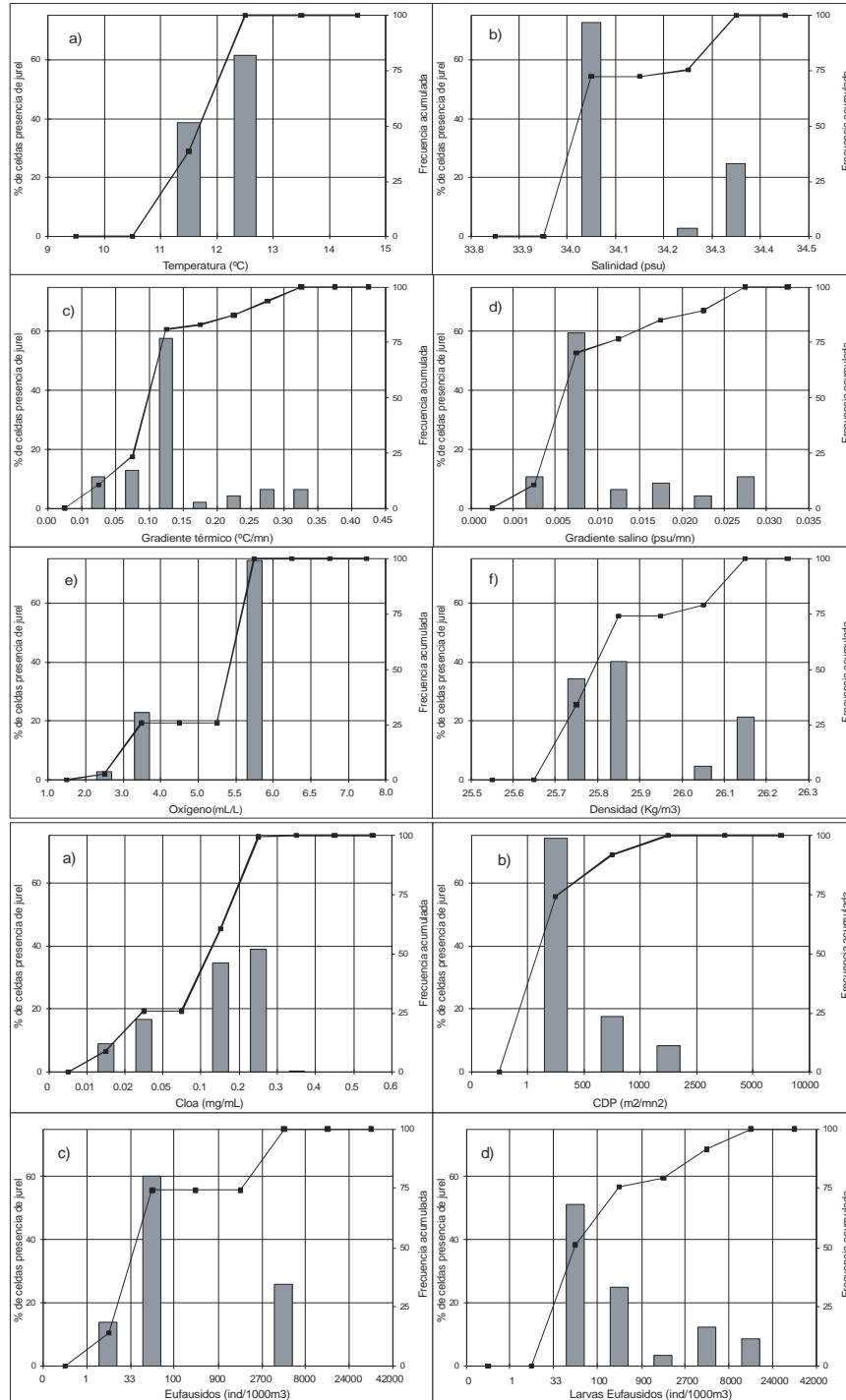
**Figura 57.** Histogramas de rangos para temperatura (°C), salinidad (psu) y concentraci3n de oxígeno disuelto (mL·L<sup>-1</sup>) determinadas a la profundidad media de los cardúmenes de jurel y densidad de eufáusidos y larvas de eufáusidos (ind/1000 m<sup>-3</sup>) para el a3o 2012.



**Figura 58.** Distribuci3n espacial de la densidad ac3stica de jurel ( $s_A$ ) y (a) la distribuci3n de la temperatura ( $^{\circ}C$ ), (b) salinidad (psu) y (c) concentraci3n de ox3geno disuelto ( $ml \cdot L^{-1}$ ) determinadas como el promedio de la profundidad media de los card6menes de jurel en el 3rea de estudio.

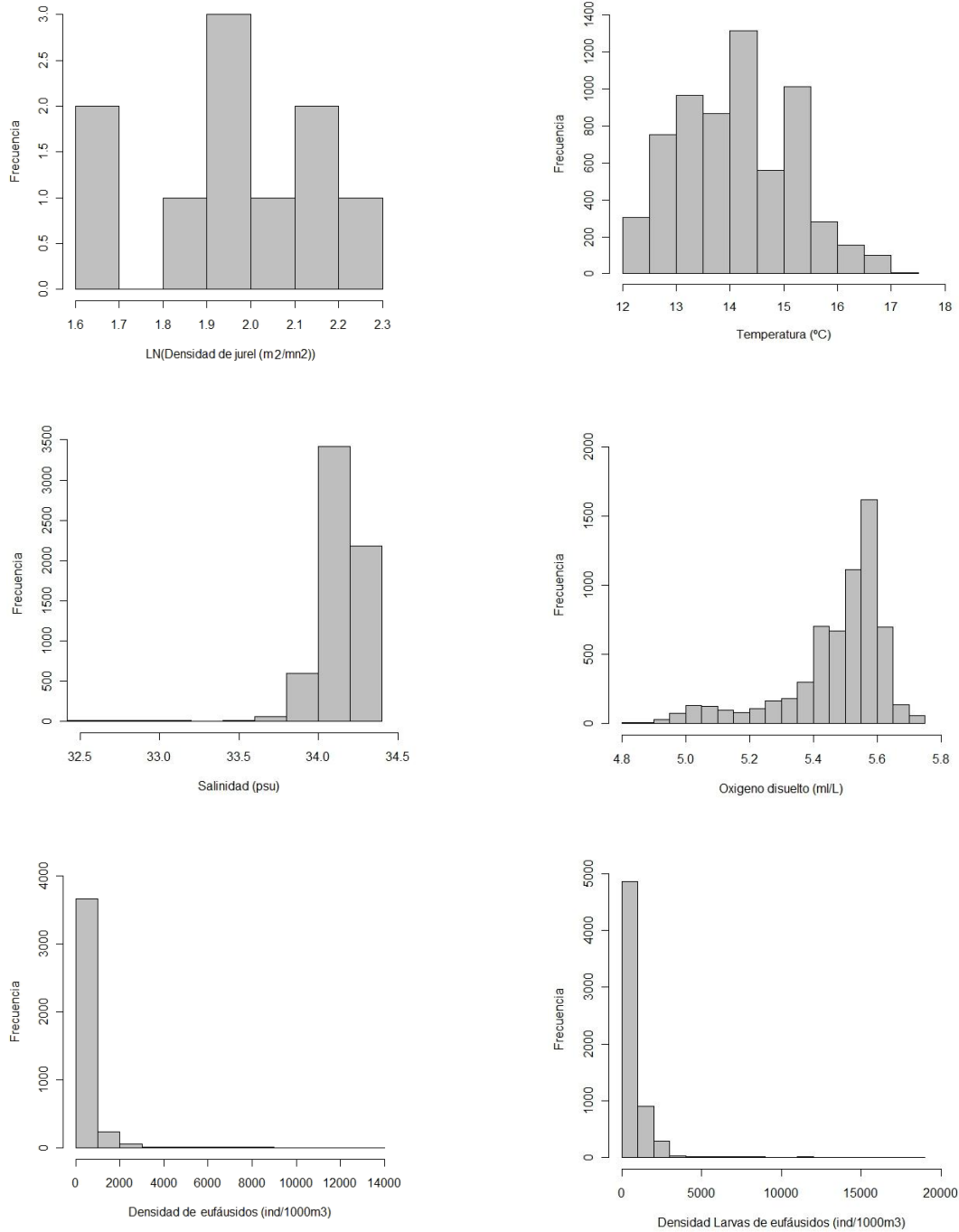


**Figura 59.** Distribuci3n espacial de la densidad ac3stica de jurel ( $s_A$ ) y (a) la distribuci3n de las corrientes geogr3ficas ( $cm\ s^{-1}$ ), (b) la profundidad de la capa de mezcla ( $m$ ) y (c) la base de la termoclina ( $m$ ) a3o 2012.

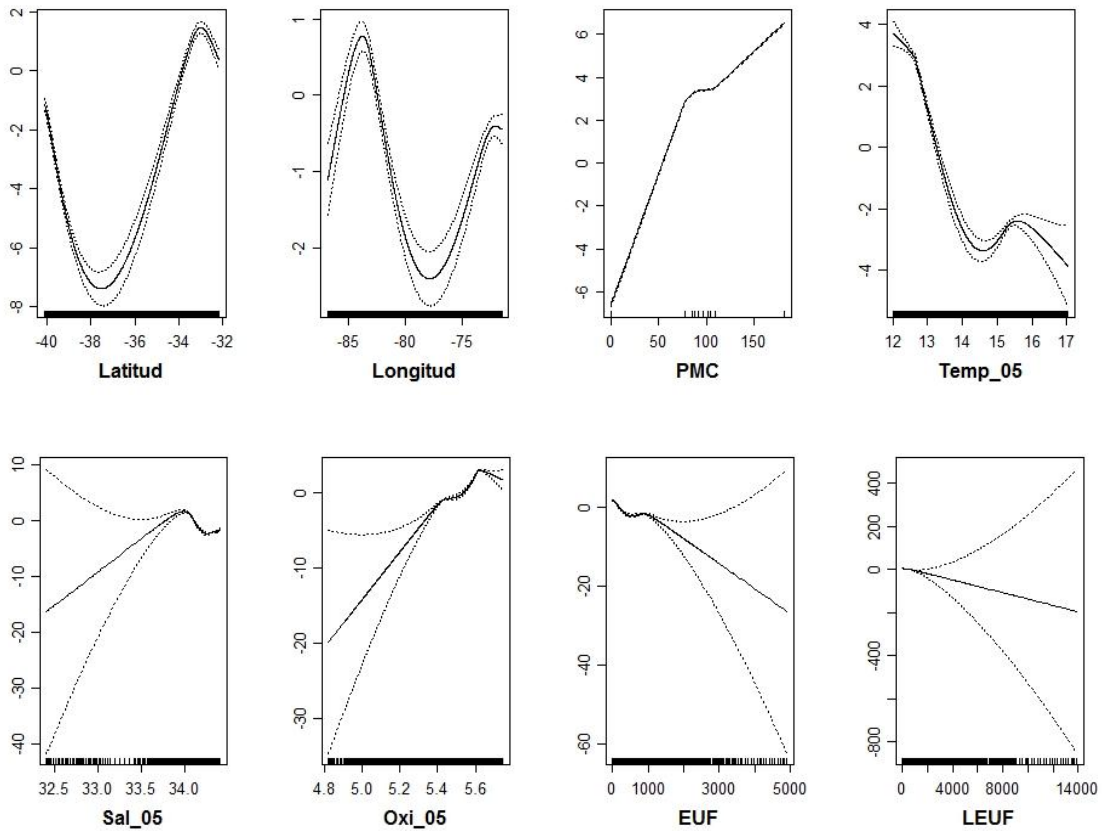


**Figura 60.-** Rangos de preferencia y frecuencia acumulada del jurel en relaci3n a las variables oceanogr3ficas y biol3gicas. Estrato 100 m.

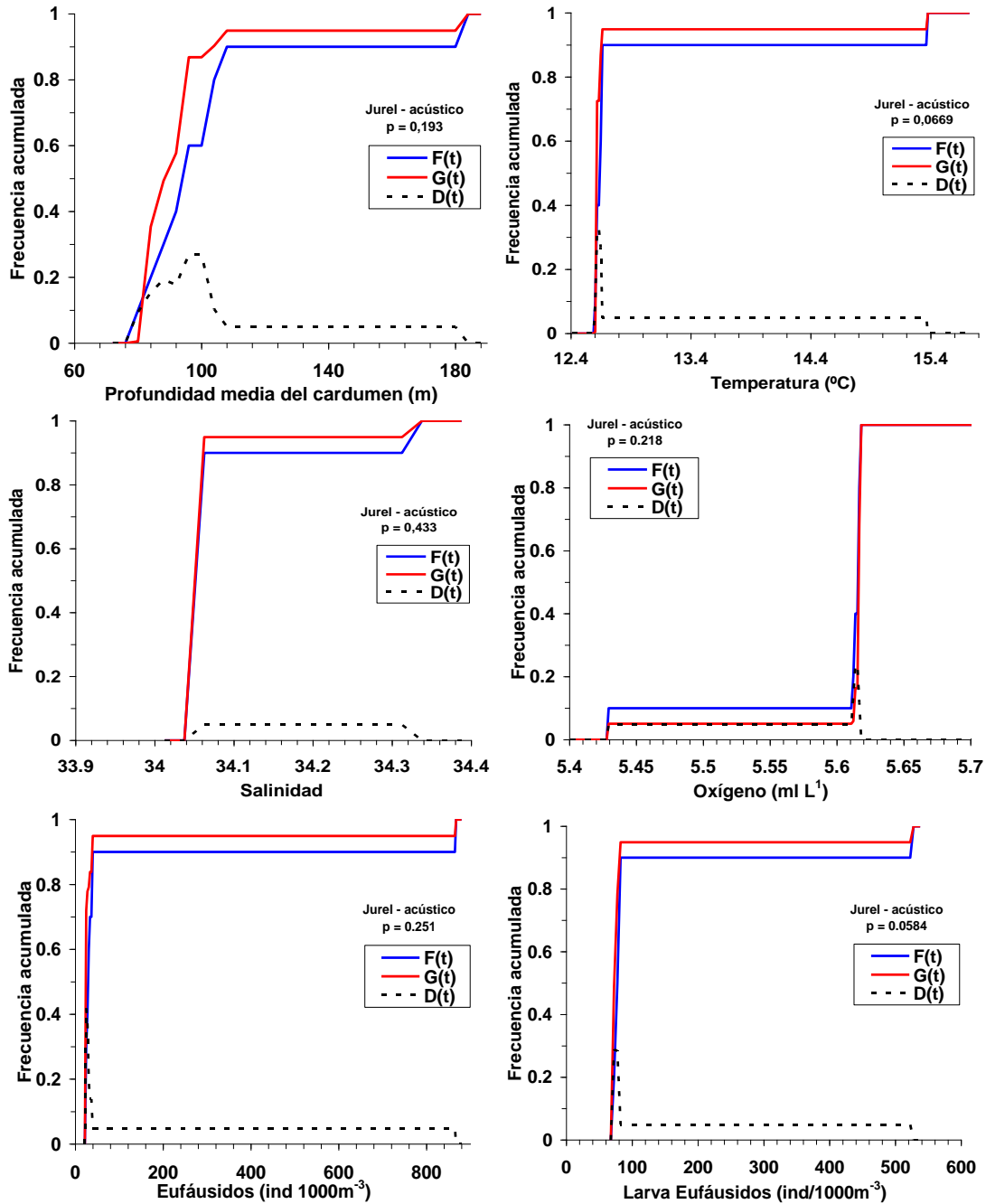




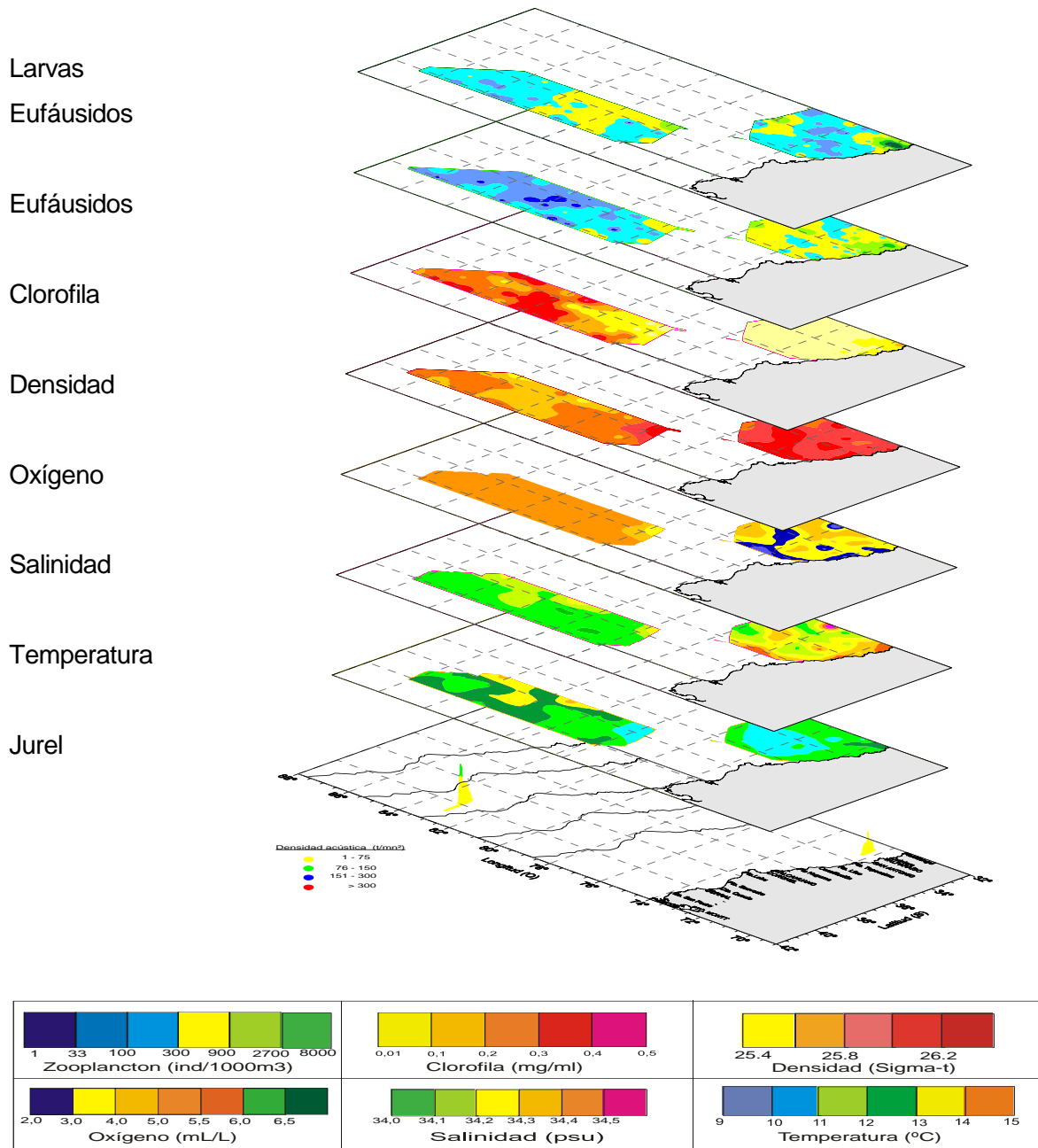
**Figura 61.** Histograma de variables analizadas para GAM (Frecuencia numérica). Crucero invernol Junio-Julio 2012.



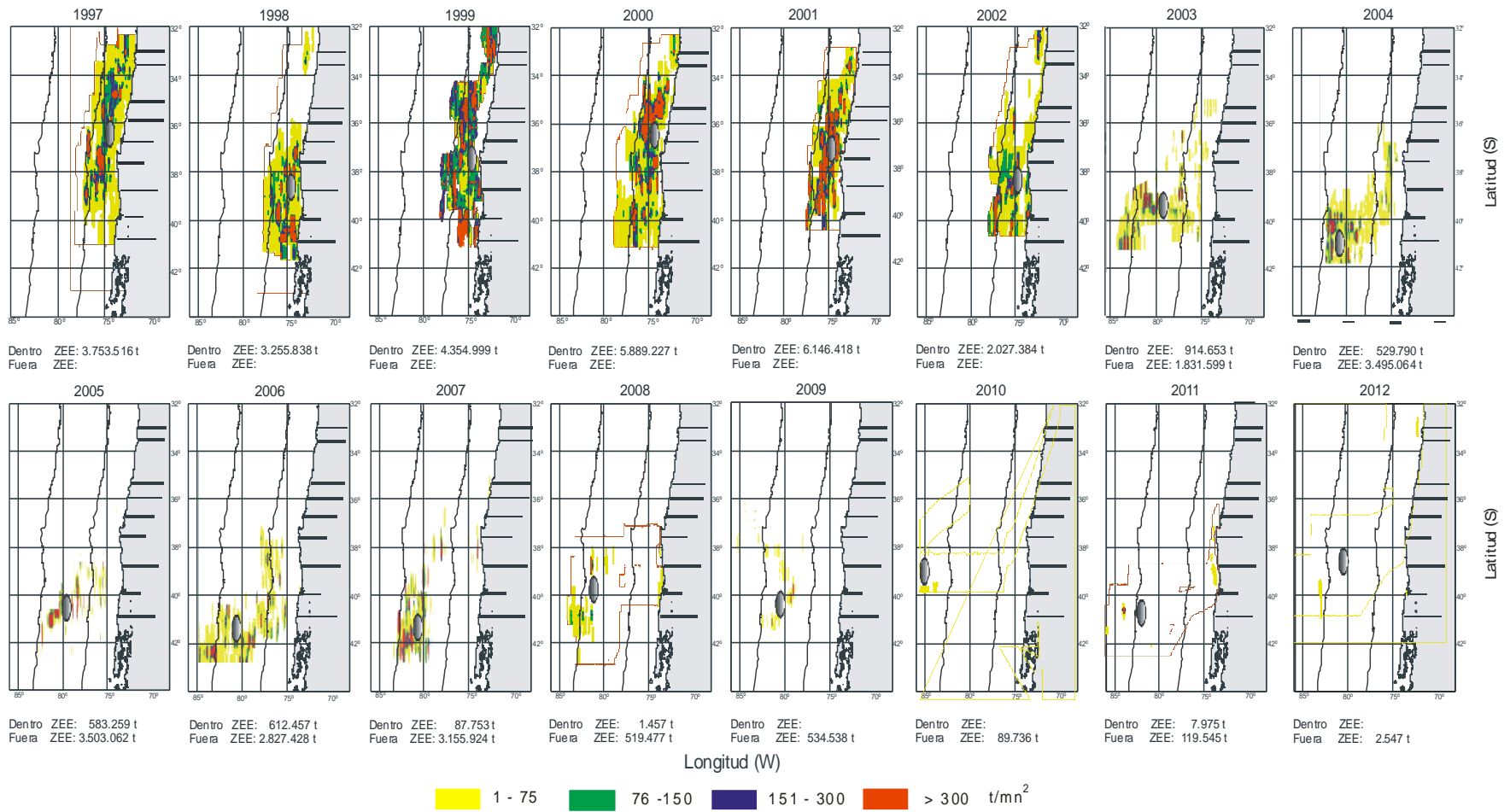
**Figura 62.** Relaci3n entre la densidad ac3stica de jurel y las variables predictoras seleccionadas mediante GAM. Crucero invernal Junio-Julio 2012.



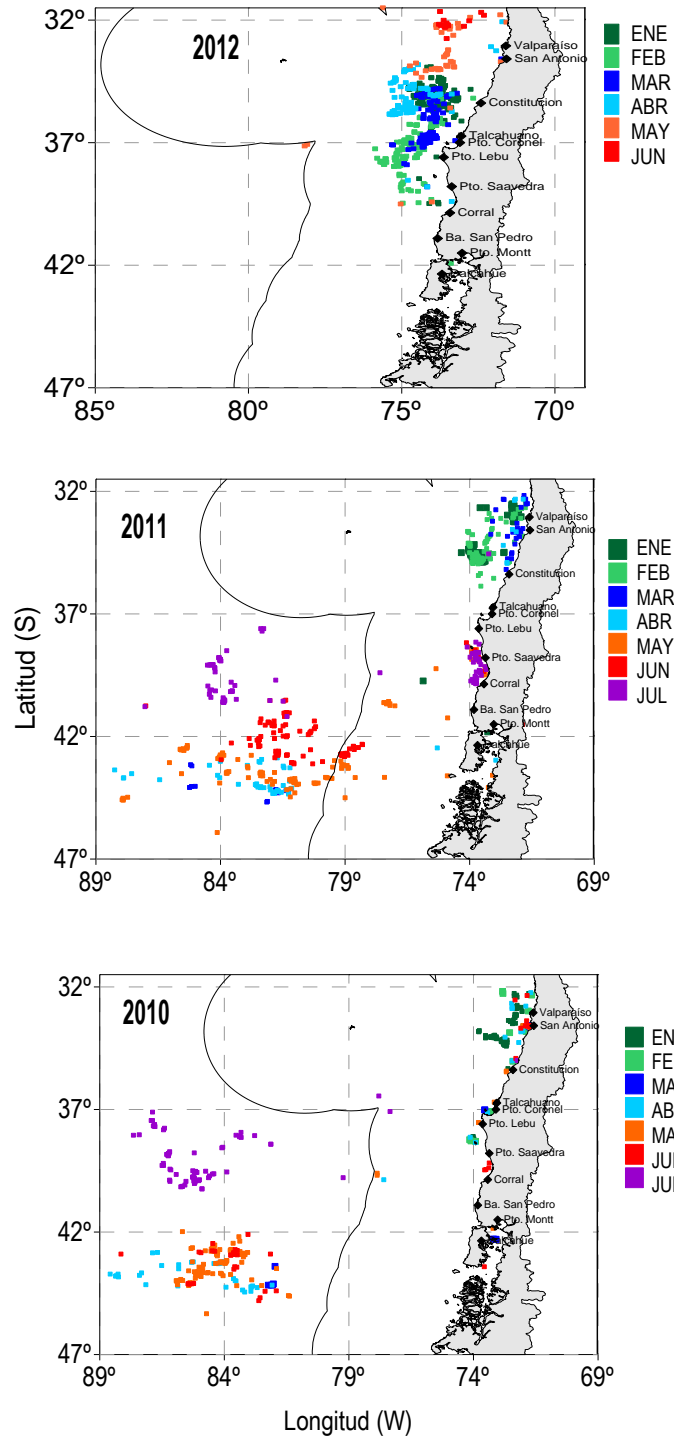
**Figura 63.** Funciones de distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales ( $f(t)$ ) y su ponderación con la variable pesquera ( $g(t)$ ). Crucero invernal (Junio-Julio 2012) considerando los sectores noreste (costero) y suroeste (oceánico) del área de estudio.



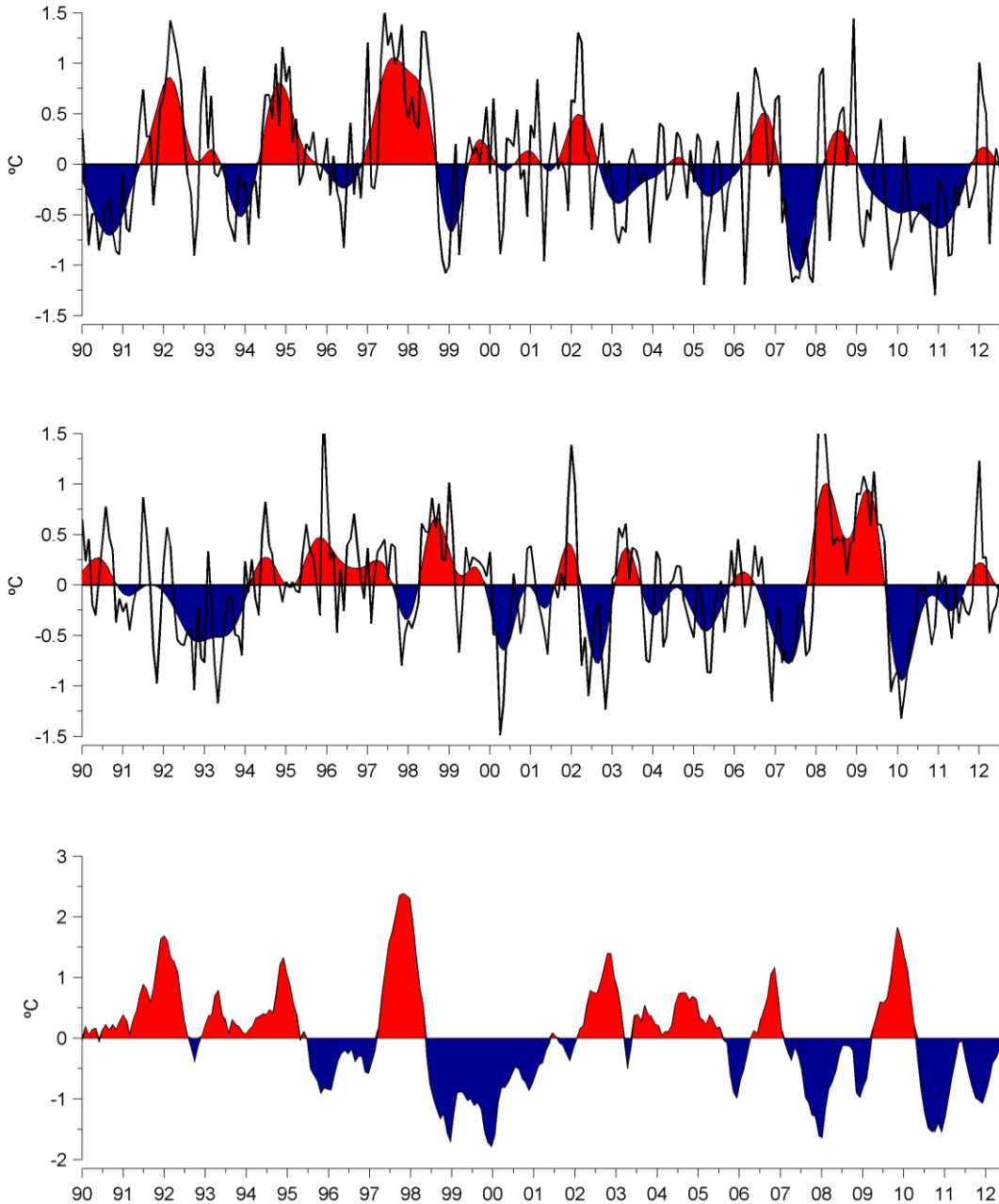
**Figura 64.** Distribuci3n espacial del jurel y de las variables bio-oceanogr3ficas. Estrato 100 m.



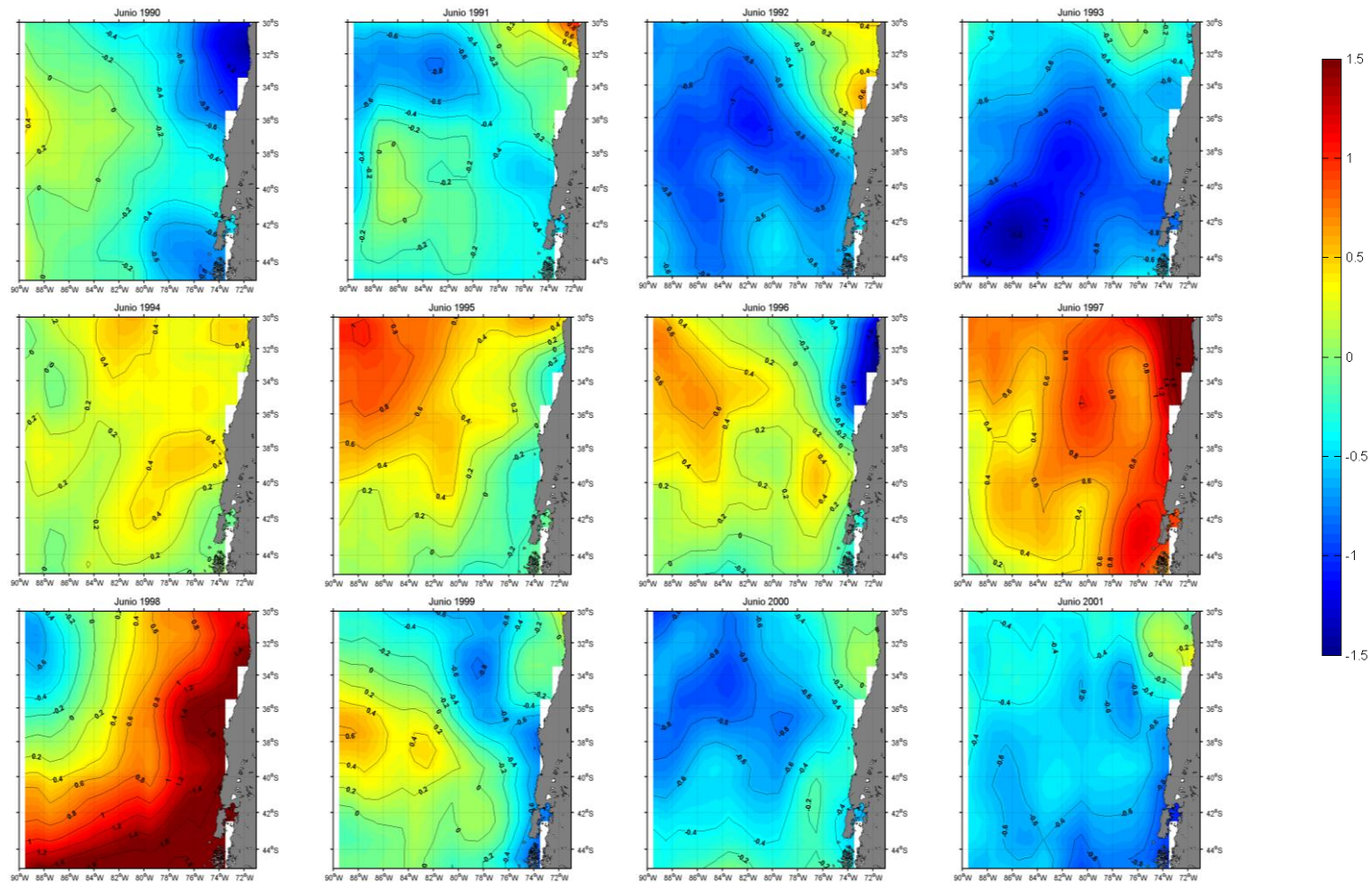
**Figura 65.** Centros de gravedad de la distribuci3n espacial de jurel en las evaluaciones hidroacústicas (1997-2012).



**Figura 66.** Distribuci3n espacial mensual de la posici3n de los lances de la flota VIII Regi3n (2010-2012).

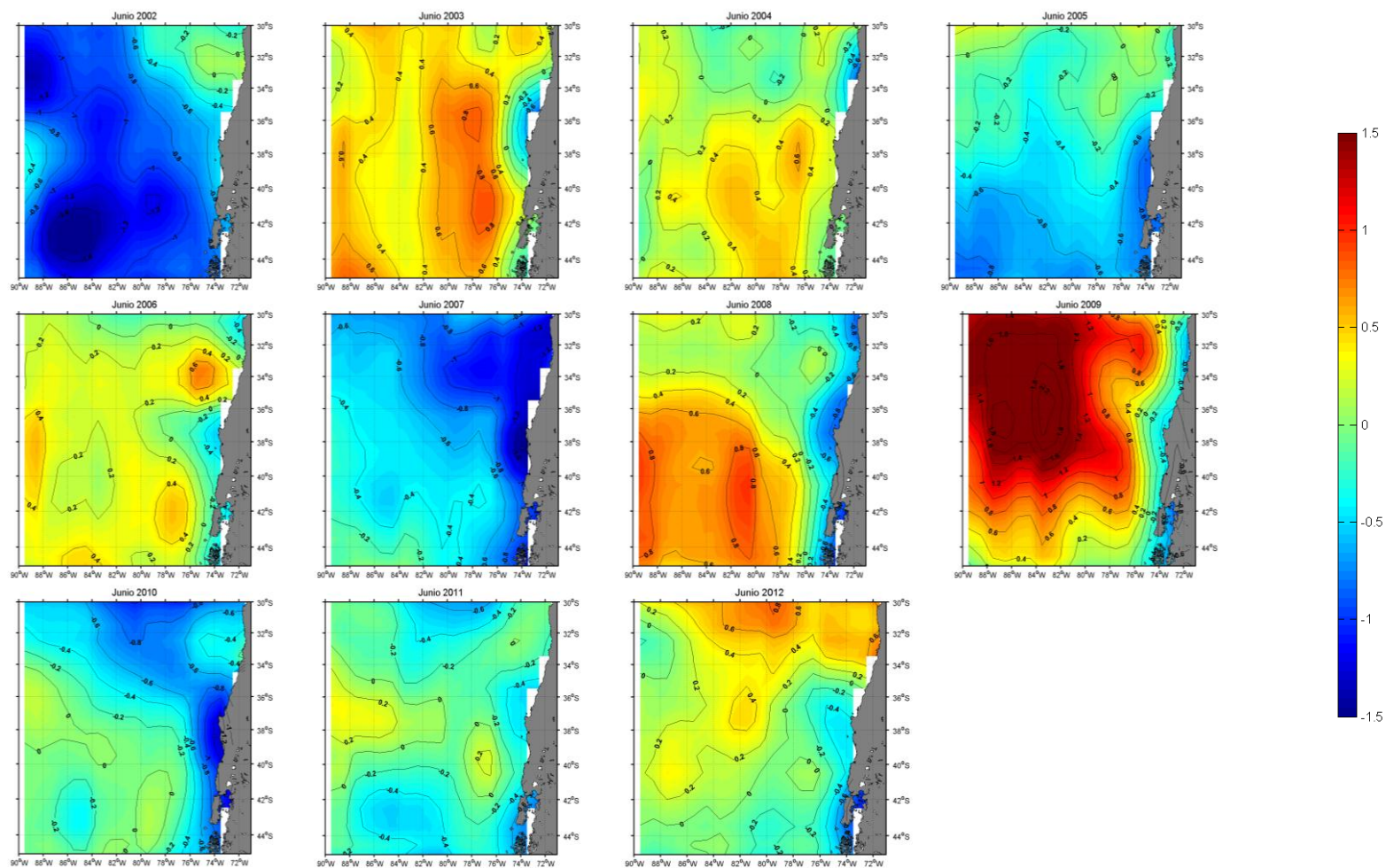


**Figura 67.** Series de tiempo de a) anomalía de la temperatura superficial del mar en la zona norte costa, b) anomalía de la temperatura superficial del mar en la zona sur oceánica, c) índice El Niño en la región ecuatorial 3.4.

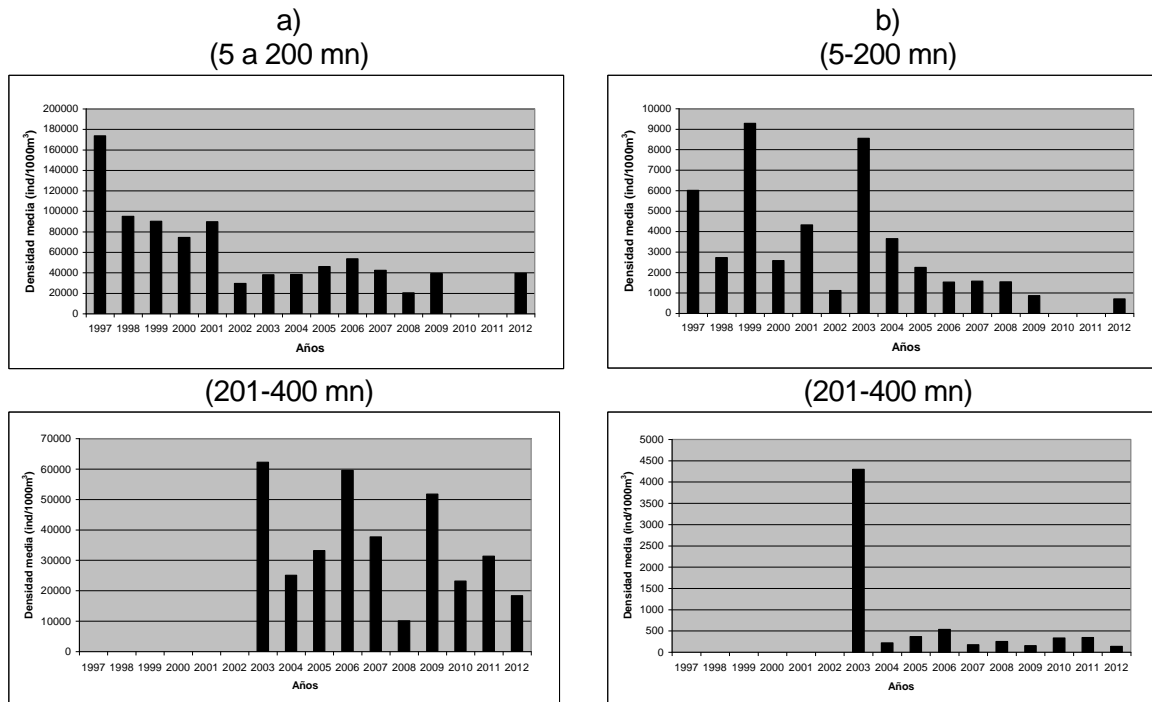


**Figura 68.** Informaci3n satelital de la anomalía mensual de la TSM (Junio) para el período 1990-2012 (IGOSS).





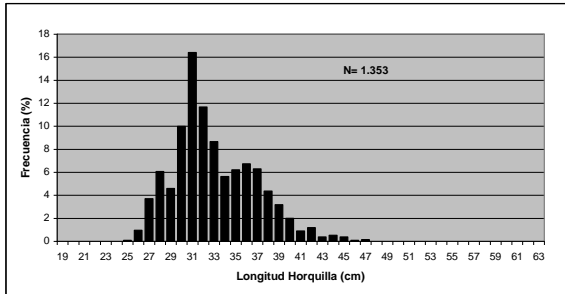
**Figura 68. cont.** Informaci3n satelital de la anomalía mensual de la TSM (Junio) para el período 1990-2012 (IGOSS).



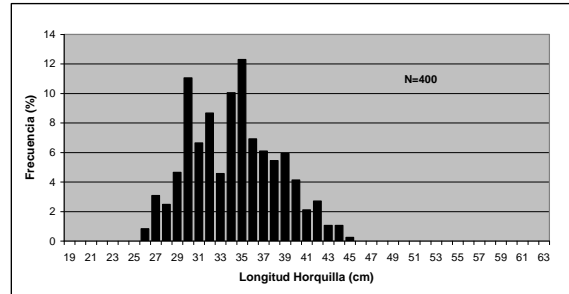
**Figura 69.** Distribuci3n de la densidad media por zona y a~os de: a) cop3podos, y b) euphausiidos.



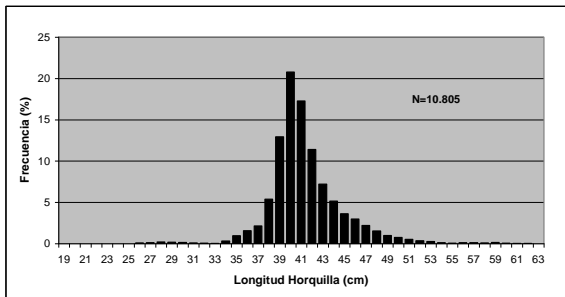
Tallas previo crucero (7-9 junio 2012)



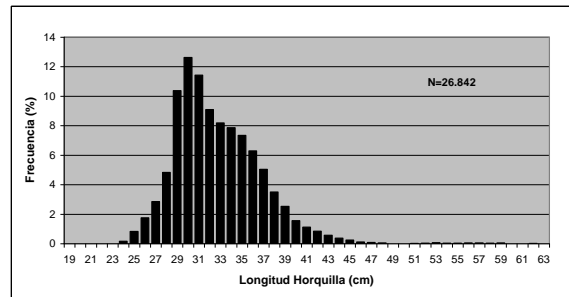
Tallas INPESCA (23 abril -20 mayo 2012)



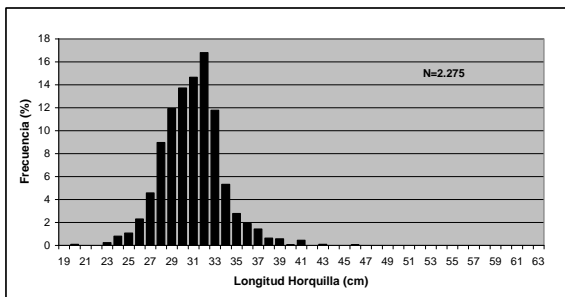
Tallas Centro sur 2011



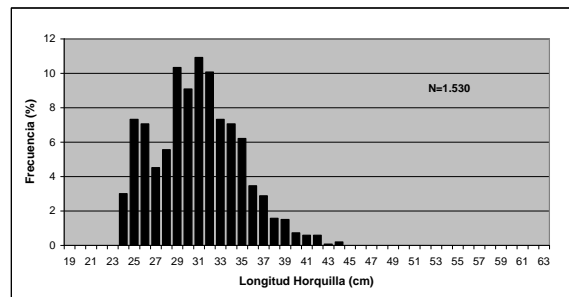
Tallas Centro sur 2012



IV Regi3n 2011



IV Regi3n 2012



**Figura 70.** Estructura de tallas de lances previo al crucero, lance muestreo (INPESCA), lances centro sur 2011, lances centro sur 2012, IV regi3n 2011 y IV regi3n 2012.



# **A N E X O S**

---



# **A N E X O I**

---

Posición y fecha de transectas acústicas y  
estaciones bioceanográficas

---







### POSICI3N Y FECHA DE LAS TRANSECTAS

Transecta	Barco	Latitud (S)	Fecha					
			5-100mn	101-200 mn	200-300 mn	300-400mn	400-500 mn	500-600 mn
1	Biomar III	32°12'LS	16.06.12	17.06.12				
2	Biomar III	32°37'LS	19.06.12					
3	Biomar III	33°02'LS	19-20.06.12	18.06.12				
4	Biomar III	33°27'LS	20.06.12					
5	Biomar III	33°52'LS	21.06.12	22.06.12				
6	Biomar III	34°17'LS	24.06.12					
7	Biomar III	34°42'LS	25/06.12	23.06.12				
8	Biomar III	35°07'LS	25-26.06.12					
9	Biomar III	35°32'LS	26.06.12					
10	Biomar III	35°57'LS	27.06.12					
11	Biomar III	37°30'LS			29.06.12	30.06.12	01.07.12	
12	Biomar III	38°20'S			04.07.12	03.07.12	02-03.07.12.	
13	Biomar III	39°10'S			05.07.12	.06.07.12	06.07.12	07.07.12
14	Biomar III	40°00'S			10-11.07.12	10.0712	09.07.12	08.07.12

**POSICI3N Y FECHA DE ESTACIONES BIOCEANOGRÁFICAS.**

Embarcaci3n	Estaci3n	Distancia costa (mn)	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
Biomar III	001	10	16/06/2012	32°12,0'	71°44,4'
Biomar III	002	25	16/06/2012	32°11,6'	72°02,7'
Biomar III	003	50	16/06/2012	32°12,2'	72°32,0'
Biomar III	004	75	16/06/2012	32°12,4'	73°01,4'
Biomar III	005	100	16/06/2012	32°12,1'	73°31,2'
Biomar III	006	130	17/06/2012	32°12,4'	74°06,9'
Biomar III	007	160	17/06/2012	32°12,1'	74°42,5'
Biomar III	008	200	17/06/2012	32°12,3'	75°30,9'
Biomar III	009	200	17/06/2012	33°01,9'	75°38,5'
Biomar III	010	160	18/06/2012	33°02,2'	74°50,7'
Biomar III	011	130	18/06/2012	33°02,1'	74°14,2'
Biomar III	012	100	18/06/2012	33°02,2'	73°38,8'
Biomar III	013	100	18/06/2012	32°36,6'	73°26,0'
Biomar III	014	75	18/06/2012	32°37,1'	72°55,4'
Biomar III	015	50	19/06/2012	32°37,2'	72°25,8'
Biomar III	016	25	19/06/2012	32°37,2'	71°56,4'
Biomar III	017	10	19/06/2012	32°37,2'	71°37,5'
Biomar III	018	10	19/06/2012	33°02,1'	71°51,8'
Biomar III	019	25	19/06/2012	33°01,9'	72°09,6'
Biomar III	020	50	19/06/2012	33°02,1'	72°39,5'
Biomar III	021	75	20/06/2012	33°02,1'	73°09,4'
Biomar III	022	100	20/06/2012	33°26,9'	73°40,7'
Biomar III	023	75	20/06/2012	33°27,1'	73°10,8'
Biomar III	024	50	20/06/2012	33°27,1'	72°40,3'
Biomar III	025	25	20/06/2012	33°27,2'	72°10,8'
Biomar III	026	10	21/06/2012	33°26,8'	71°52,5'
Biomar III	027	10	21/06/2012	33°52,1'	72°01,9'
Biomar III	028	25	21/06/2012	33°52,2'	72°19,6'
Biomar III	029	50	21/06/2012	33°52,2'	72°50,2'
Biomar III	030	75	21/06/2012	33°52,1'	73°20,1'
Biomar III	032	130	22/06/2012	33°52,2'	74°26,6'
Biomar III	033	160	22/06/2012	33°52,1'	75°02,8'
Biomar III	034	200	22/06/2012	33°52,1'	75°50,9'
Biomar III	035	200	22/06/2012	34°42,2'	76°07,5'
Biomar III	036	160	23/06/2012	34°42,1'	75°18,1'



Embarcaci3n	Estaci3n	Distancia costa (mn)	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
Biomar III	037	130	23/06/2012	34°42,1'	74°41,8'
Biomar III	038	100	23/06/2012	34°42,2'	74°05,8'
Biomar III	039	75	23/06/2012	34°42,1'	73°34,8'
Biomar III	040	50	23/06/2012	34°42,0'	73°04,6'
Biomar III	041	25	24/06/2012	34°42,0'	72°34,4'
Biomar III	042	10	24/06/2012	34°42,2'	72°16,0'
Biomar III	043	10	24/06/2012	34°16,9'	72°11,5'
Biomar III	044	25	24/06/2012	34°17,2'	72°28,1'
Biomar III	045	50	24/06/2012	34°17,1'	72°58,7'
Biomar III	046	75	24/06/2012	34°17,1'	73°29,0'
Biomar III	047	100	25/06/2012	34°17,4'	73°59,5'
Biomar III	048	100	25/06/2012	35°07,5'	74°15,2'
Biomar III	049	75	25/06/2012	35°07,3'	73°44,9'
Biomar III	050	50	25/06/2012	35°07,3'	73°14,6'
Biomar III	051	25	26/06/2012	35°07,2'	72°42,4'
Biomar III	052	10	26/06/2012	35°07,1'	72°25,4'
Biomar III	053	10	26/06/2012	35°32,0'	72°47,8'
Biomar III	054	25	26/06/2012	35°32,1'	73°06,2'
Biomar III	055	50	26/06/2012	35°32,2'	73°36,9'
Biomar III	056	76	27/06/2012	35°32,2'	74°07,4'
Biomar III	057	100	27/06/2012	35°32,1'	74°38,8'
Biomar III	058	100	27/06/2012	35°58,4'	74°52,7'
Biomar III	059	75	27/06/2012	35°58,4'	74°23,2'
Biomar III	060	50	27/06/2012	35°58,3'	73°51,8'
Biomar III	061	25	27/06/2012	35°58,8'	73°21,0'
Biomar III	062	200	30/06/2012	37°30,1'	77°50,4'
Biomar III	063	230	30/06/2012	37°30,0'	78°28,8'
Biomar III	064	260	30/06/2012	37°30,3'	79°06,1'
Biomar III	065	360	01-07-2012	37°30,2'	81°12,8'
Biomar III	066	400	01-07-2012	37°30,0'	82°03,1'
Biomar III	067	430	02-07-2012	37°30,2'	82°41,6'
Biomar III	068	460	02-07-2012	37°30,1'	83°19,4'
Biomar III	069	500	02-07-2012	37°30,2'	84°10,1'
Biomar III	070	500	02-07-2012	38°20,2'	84°07,6'
Biomar III	071	460	03-07-2012	38°20,1'	83°16,6'



Embarcaci3n	Estaci3n	Distancia costa (mn)	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
Biomar III	072	430	03-07-2012	38°20,1'	82°38,2'
Biomar III	073	400	03-07-2012	38°20,1'	82°00,1'
Biomar III	074	360	03-07-2012	38°20,1'	81°09,1'
Biomar III	075	330	03-07-2012	38°20,1'	80°30,5'
Biomar III	076	300	04-07-2012	38°20,2'	79°52,2'
Biomar III	077	260	04-07-2012	38°20,3'	79°01,3'
Biomar III	078	230	04-07-2012	38°20,4'	78°22,6'
Biomar III	079	200	04-07-2012	38°20,3'	77°44,7'
Biomar III	080	200	05-07-2012	39°10,0'	77°33,4'
Biomar III	081	230	05-07-2012	39°10,1'	78°13,5'
Biomar III	082	260	05-07-2012	39°10,4'	78°51,2'
Biomar III	083	300	05-07-2012	39°10,1'	79°42,5'
Biomar III	084	330	05-07-2012	39°10,1'	80°21,2'
Biomar III	085	360	06-07-2012	39°10,3'	80°59,7'
Biomar III	086	400	06-07-2012	39°10,4'	81°51,9'
Biomar III	087	430	06-07-2012	39°10,3'	82°30,6'
Biomar III	088	460	06-07-2012	39°10,2'	83°09,3'
Biomar III	089	500	07-07-2012	39°10,5'	84°00,6'
Biomar III	090	530	07-07-2012	39°10,4'	84°39,5'
Biomar III	091	560	07-07-2012	39°10,2'	85°17,5'
Biomar III	092	600	08-07-2012	39°21,1'	86°17,9'
Biomar III	093	600	08-07-2012	40°00,0'	86°46,8'
Biomar III	094	560	08-07-2012	40°00,6'	85°54,1'
Biomar III	095	530	08-07-2012	40°00,3'	85°15,2'
Biomar III	096	500	08-07-2012	40°00,3'	84°36,5'
Biomar III	097	460	09-07-2012	40°00,3'	83°44,0'
Biomar III	098	430	09-07-2012	40°00,2'	83°04,2'
Biomar III	099	400	10-07-2012	40°00,3'	82°25,4'
Biomar III	100	360	10-07-2012	40°00,4'	81°33,1'
Biomar III	101	330	10-07-2012	40°00,6'	80°54,4'
Biomar III	102	300	10-07-2012	40°00,5'	80°14,5'
Biomar III	103	260	10-07-2012	40°00,5'	79°23,1'
Biomar III	104	230	11-07-2012	40°00,1'	78°43,1'

# **A N E X O II**

---

Resumen de Taller I y II

---





## **TALLER I COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES SUBPESCA - FIP**

---

### **Proyecto FIP N° 2012-03**

### **“Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V a X Regiones, año 2012**

**Valparaíso, jueves 07 de Junio del 2012**

---

Este taller de coordinación de las actividades relacionada con el crucero de evaluación hidroacústico, consideró la presentación del plan de trabajo y metodología a desarrollar durante la prospección en la zona de estudio, así como los antecedentes disponibles sobre la distribución espacial del jurel para el desarrollo de la cuantificación acústica, los cuales se resumen en ausencia de jurel en la ecoprospección realizada entre las latitudes 38 a 42°S (5 a 600 mn), operación de la flota en abril-mayo al norte de Talcahuano y su desplazamiento (mayo) hacia la IV Región, situándose el jurel fuera del área estudio indicada en los Términos Técnicos de Referencia (límite norte V Región), y el cese de operación de la flota por cumplimiento de cuota anual, lo cual establece carencia de datos de jurel en área establecida para el estudio (V a X Regiones), lo que no permite que se pueda cumplir con la cuantificación del recurso (biomasa = 0).

Bajo este escenario, se acuerda prospectar el área histórica donde se han realizado las anteriores evaluaciones acústicas en la zona centro-sur, a fin de obtener un índice acústico, el cual es usado para la calibrar el método de evaluación indirecta y considerado en el marco de la ORP, donde la información debe ser de carácter sistemática, consistente y permanente para la evaluación conjunta del recurso en el Pacífico Suroriental.

Este taller considero la participación de la Sra. Malú Zabando (FIP), Sr. Mario Acevedo (Sectorialista SUBPESCA), Sr. Sergio Pino (Planificación y gestión de IFOP), y Sr. Jorge Castillo (Jefe Depto. Evaluaciones Directas) y Sr. José Córdova (jefe de proyecto IFOP), según consta en acta adjunta.



### TALLER DE COORDINACION DE ACTIVIDADES

#### LISTADO DE ASISTENTES

	NOMBRE	INSTITUCION A LA QUE PERTENECE	FIRMA
1	MAUG ZAVANDO	FIP	
2	MARIO ACEVEDO G.	SUBPESCA	
3	Sergio Pino Anderson	IFOP	
4	Juize Castillo	IFOP	
5	Roberto BAHAMONDI	IFOP	
6	Jose Andres	IFOP	
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			





**ACTA DE REUNION DE COORDINACION**

**PROYECTO FIP 2012-03: EVALUACION HIDROACUSTICA DE JUREL ENTRE LA V Y X REGIONES, AÑO 2012**

**EJECUTOR: INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

FECHA: 07/06/12	LUGAR: IFOP, VALPARAISO															
<p><b>TEMAS TRATADOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Emborcaci3n Bioner III, red amastre</li> <li>- El plankeo antecedentes de ecoinspecci3n realizado por IP, el movimiento de Jurel y una ecoinspecci3n realizada por IFOP, mostrando que no hay presencia de jurel en ciertas 3reas. En base a esto IFOP solicitar3 modificaci3n 3rea evaluaci3n inicial.</li> <li>- IFOP manifiesta su preocupaci3n por la tramitaci3n de proyecto, ya que se requiere contrato banco. FIP se compromete a realizar gestiones</li> </ul>																
<p><b>ASISTENTES</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Firma</th> <th>Instituci3n</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jos3 L3pez St. MARTI3N DE VEDRA</td> <td></td> <td>IFOP - SUBPESCA.</td> </tr> <tr> <td>JOS3 CASTAÑO</td> <td></td> <td>IFOP.</td> </tr> <tr> <td>Sergio Pino</td> <td></td> <td>IFOP</td> </tr> <tr> <td>MAURICIO ZAVANDO</td> <td></td> <td>FIP</td> </tr> </tbody> </table>		Nombre	Firma	Instituci3n	Jos3 L3pez St. MARTI3N DE VEDRA		IFOP - SUBPESCA.	JOS3 CASTAÑO		IFOP.	Sergio Pino		IFOP	MAURICIO ZAVANDO		FIP
Nombre	Firma	Instituci3n														
Jos3 L3pez St. MARTI3N DE VEDRA		IFOP - SUBPESCA.														
JOS3 CASTAÑO		IFOP.														
Sergio Pino		IFOP														
MAURICIO ZAVANDO		FIP														



MODIFICA RESOLUCIÓN QUE INDICA

VALPARAISO, 29 JUN. 2012

R. EX. Nº 1795

VISTO: Lo solicitado por el Instituto de Fomento Pesquero mediante Oficio IFOP/2012/PGE/Nº153/DIV/ 338 SUBPESCA, de fecha 13 de Junio de 2012, C.I. SUBPESCA Nº 7599 de 2012; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría en Memorándum Técnico (P.I.V.) Nº 100/2012, de fecha 18 de Junio de 2012; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado "Evaluación hidroacústica del recurso Jurel entre la V-X Regiones, año 2012", lo dispuesto en el D.F.L. Nº 5 de 1983, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; las Leyes Nº 19.713, Nº 19.849, Nº 19.880, 20.560; los Decretos Supremos Nº 458 de 1981 y Nº 461 de 1995, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, y el Decreto Exento Nº 1251 de 2012, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; y la Resolución Exenta Nº 1601 de 2012, de esta Subsecretaría.

#### CONSIDERANDO:

Que mediante Resolución Exenta Nº 1601 de 2012, de esta Subsecretaría de Pesca se autorizó al Instituto de Fomento Pesquero para desarrollar la pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado "Evaluación hidroacústica del recurso Jurel entre la V-X Regiones, año 2012."

Que la ejecutora de la pesca de investigación ha solicitado modificar el área de estudio, fundado tanto en que la información actualizada de análisis previos que indican una baja disponibilidad del recurso fuera de las 200 millas náuticas, así como también, en la necesidad de obtener un índice acústico sistemático y consistente para la evaluación conjunta del jurel en el marco de la Organización Regional de Pesca del Pacífico Sur.

Que la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría de Pesca, mediante Memorándum Técnico (P.I.V.) Nº 100/2012 citado en Visto, ha informado favorablemente la solicitud.



**RESUELVO:**

1.- Modifcase el numeral 3.- de la Resoluci3n Exenta N° 1801 de 2012, de esta Subsecretarfa de Pesca, que autoriz3 al Instituto de Fomento Pesquero, R.U.T. N° 61.310.000-8, domiciliado en calle Blanco N° 839, Valparafo, para efectuar una pesca de investigaci3n de conformidad con los T3rminos T3cnicos de Referencia del Proyecto denominado "Evaluaci3n hidroac3stica del recurso Jurel entre la V-X Regiones, a~o 2012", en el sentido de reemplazar la frase "entre los paralelos 38°20' LS. y 40°50' L.S., desde las 200 millas n3uticas hasta las 630 millas n3uticas medidas desde la costa", por la expresi3n "entre los paralelos 32° 10' LS y los 36° 00' LS, desde las 5 a las 200 millas n3uticas, y entre los 37° 30' LS y los 40° 00' LS, desde las 200 a las 500 millas n3uticas".

2.- La presente Resoluci3n deber3 publicarse en extracto en el Diario Oficial, por cuenta del interesado, dentro del plazo de 30 dfa h3biles contados desde su fecha.

3.- La presente Resoluci3n podr3 ser impugnada por la interposici3n del recurso de reposici3n contemplado en el artfculo 69 de la ley 19.880, ante esta misma Subsecretarfa y dentro del plazo de 5 dfa h3biles contados desde la respectiva notificaci3n, sin perjuicio de la aclaraci3n del acto dispuesta en el artfculo 62 del citado cuerpo legal y de las dem3s acciones y recursos que correspondan de acuerdo con la normativa vigente.

4.- Transcribase copia de esta Resoluci3n a la Direcci3n General del Territorio Marftimo y Marina Mercante y al Servicio Nacional de Pesca.

**ANOTESE, NOTIFIQUESE POR CARTA CERTIFICADA Y PUBLIQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DEL INTERESADO**

  
**PAULO CALIUSA CARRILLO**  
Subsecretario de Pesca





## **TALLER II**

### **DIFUSIÓN DE RESULTADOS**

---

#### **Proyecto FIP N° 2012-03**

#### **“Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V a X Regiones, año 2012**

Concepción, jueves 30 de mayo de 2013

---

De acuerdo a lo establecido en los Términos Básicos de Referencia del Proyecto “Evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V a X Región, año 2012”, durante el desarrollo del proyecto se debería llevar a cabo un segundo Taller de difusión y discusión de los resultados alcanzados en el estudio en la VIII Región, con la participación de personas del sector pesquero y profesionales involucrados en el manejo de la pesquería e investigación del jurel.

Este taller se desarrolló en el Auditorio Hermann Gamm de la Universidad del Bío-Bío en Concepción; el día 30 de junio del 2013, donde se hizo la presentación metodología y en el se estableció un cambio espacial de la distribución del recurso desde el 2003, asociado a una drástica caída de la biomasa desde 6,14 millones de toneladas el 2001 a 2,08 millones de toneladas el 2002, y su posterior declinación en la serie histórica hasta alcanzar el valor más bajo (2.547 t) el 2012. Cambios que se sincronizan con una notoria baja del 50% en la densidad del zooplancton el 2002, disminución de los eufáusidos principal ítem-presa de jurel el 2004 y que este año representa el valor más bajo cuantificado entre 1997 a 2011, lo que junto a una mayor frecuencia de cambio interanual entre el predominio de anomalías positivas y negativas, a partir de 2002, de manera distinta lo observado en junio desde 1990 al 2001, donde cada uno de estos ciclos cálidos y fueron mas prolongados, permiten sugerir estos aspecto como elementos explicativos de la disminución sostenida en la disponibilidad de jurel en la zona de estudio.

En este sentido, se indico la importancia de profundizar el análisis de estas variables ambientales a fin de precisar su incidencia en la variación de la biomasa en la zona, sugiriendo ratificar las tendencia decrecientes del zooplancton y grupos principales incluido los eufáusidos, separados por periodos diurnos y nocturno, además de ratificar esta reducción a través de información proveniente de otros estudios realizados en otros periodos en la zona de estudio.

Asimismo, se informó resultado de eco prospección previa a crucero de evaluación con sólo la detección de 5 agregaciones de jurel (162.000 mn<sup>2</sup>), la disposición de ejemplares de jurel provenientes de captura en el límite norte previo al estudio, así como la detección de escaso recurso en el extremo sur del área evaluada, lo que limitó desarrollar los objetivos asociados a ítems alimentarios y fauna acompañante de jurel (Carta FIP N°6).



Por otra parte, en el Taller se concuerda que los resultados alcanzados en este estudio son indicadores de lo observados durante el 1rea y per3odo de estudio, y que su comportamiento ha entregado antecedentes importantes para la evaluaci3n del stock de jurel (alejamiento de las concentraciones del jurel de la costa y baja en su biomasa). En este sentido, la evaluaci3n indirecta del recurso ha incluido estos resultados junto a los obtenidos en otros estudios, concluyendo para diferentes escenarios posibles una tendencia en mayor o menor grado decrecientes del tama1o del stock de jurel.

A continuaci3n se detallan el Programa **Taller**:



TALLER DE DIFUSI3N DE RESULTADOS  
Proyecto FIP N° 2012-03

**“Evaluaci3n hidroacústica de jurel entre la V y X Regiones, a±o 2012”**

*Financia:* Fondo de Investigaci3n Pesquera  
*Ejecutan:* Instituto de Fomento Pesquero e Instituto Investigaci3n Pesquera de la VIII Regi3n S.A.

**Concepci3n, Jueves 30 de mayo, 2013**  
Auditorio Hernann Gamm, Universidad del Bío-Bío  
Avenida Collao N°1202, Concepci3n

**Programa**

15:30-15:40 horas

Presentaci3n del Proyecto FIP 2012-03.

- Sr. Jos3 C3rdova M., Jefe de Proyecto IFOP.

15:40-15:55 horas

Estimado de abundancia y biomasa del recurso jurel.

- Sr. Jos3 C3rdova M., IFOP.

16:05-16:20 horas

Distribuci3n espacial del zooplancton.

- Sr. Jorge Angulo A., IFOP.

16:20-16:45 horas

Caf3 ☕

16:45-17:00 horas

Condiciones oceanogr3ficas.

- Sr. Sergio N3ñez E. INPESCA VIII Regi3n.

17:10-17:25 horas

Interrelaciones entre las variables oceanogr3ficas y el recurso jurel.

- Sr. Sergio N3ñez E. INPESCA VIII Regi3n.

17:35-18:00 horas

Discusi3n y Conclusiones.



TALLER DE DIFUSI3N DE RESULTADOS  
Proyecto FIP N° 2012-03

“Evaluaci3n hidroac3stica de jurel  
entre la V y X Regiones, a#o 2012”

Concepci3n, Jueves 30 de mayo, 2013  
Auditorio Hernann Gamm, Universidad del Bio-Bio  
Avenida Collao N°1202, Concepci3n

N°	Nombre	Mail	Instituci3n	Firma
01	Raimundo Gallegos A	raimundo.gallegos@onizor.cl	ORFZON	
02	Carola Pinos Rivera	CPinos@ComauChaco.cl	ComauChaco Pesca Sur	
03	SERGIO MORA	IFOP		
04	MACALENA CEPEDA	MACALENA CEPEDA@ASIPES.CL	ASIPES	
05	M. Cecilia Palma J.	IFOP	-	
06	Juan Carlos Ortega	IFOP	-	
07	Sergio AAVOB	IFOP IREG-ANAL IFOP.CL	IFOP	
08	Carolina Reza Ferrari	Gob. PlanToma de Tho	mmeza-fedirectam.cl	
09	Rodrigo Ramazabal M.	RORmazabal@SERMAPESCA.CL	SERMAPESCA	
10	Juan Pineda Paillaman	jpineda@udec.cl	SERMAPESCA / Mag. Ci. Pesquera	
11	JUAN ZARINCA HUNTER	IZARINCA@SERMAPESCA.CL	SERMAPESCA	
12	MARCOS BUSTOS B.	mbustos@SERMAPESCA.CL	SERMAPESCA	
13	Nestor Lloyd M.	mlloyd@sermapesca.cl	SERMAPESCA	
14	MARIO ACEVEDO G.	macevedo@subpesca.cl	SUBPESCA	
15	Merica Gonzalez V.	mgonzalez@subpesca.cl	subpesca	



TALLER DE DIFUSI3N DE RESULTADOS  
Proyecto FIP N° 2012-03

“Evaluaci3n hidroac3stica de jurel  
entre la V y X Regiones, a#o 2012”

Concepci3n, Jueves 30 de mayo, 2013  
Auditorio Hern#n G#n, Universidad del Bío-Bío  
Avenida Collao N° 1202, Concepci3n

N°	Nombre	Mail	Instituci3n	Firma
16	Jorge Revillos	Jorge.Revillas@blumar.com	Blumar	
17	Carlos Gonzalez A	cgonzalez@inpesca.cl	INPESCA	
18	Sergio N#nca Eloy	snunca@inpesca.cl	Inpesca	
19	Luis SOTO MARDONES	lsoto@ubiobio.cl	UBB	
20	Marta Gallegos	marta.gallegos@ifop.cl	IFOP	
21	Jose Condorc	jose.condorc@ifop.cl	IFOP	
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				





REPÚBLICA DE CHILE  
Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción  
SUBSECRETARÍA DE PESCA  
FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

Valparaíso, 24 de enero del 2012

Carta FIP Nº 6

Señor  
Jorge Toro  
Director Ejecutivo  
Instituto de Fomento Pesquero  
VALPARAISO

De mi consideraci3n:

Comunico a Ud. que el Consejo de Investigaci3n Pesquera en Sesión Nº 198 del 24/01/13, analiz3 los antecedentes relativos al proyecto FIP 2012-03 "Evaluaci3n hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones, ańo 2012", en cuanto a lo planteado por el Consultor en sus cartas y la revisi3n de gastos del proyecto, y resolvi3 lo siguiente:

- Aprobar el informe de avance y autorizar el pago de la cuota correspondiente, para lo cual deber3 enviar la factura de la 2ª cuota, junto con una boleta de garantfa por el mismo monto y con fecha de vencimiento 30/09/13.
- Proseguir la ejecuci3n del proyecto en los t3rminos seńalados por el Consultor para los objetivos 1, 2 y 4, sin la ejecuci3n de los objetivos especficos 3 y 5, y con la rebaja del costo total del proyecto a \$320.046.966.

Para lo anterior, prontamente le enviaremos la respectiva modificaci3n del contrato.

Saluda atentamente a Ud.

MAXIMILIANO ALARMA CARRASCO  
Secretario Ejecutivo (S)  
Consejo de Investigaci3n Pesquera



Bellavista 168  
Piso 21, Of. 2103  
Valparaíso

Fono:  
(32) 2502842

Fax:  
(32) 2502840

fip@subpesca.cl  
www.fip.cl



c.c.: Sr. Jos3 C3rdova, Jefe de Proyecto

MZB/mzb



## **A N E X O III**

---

Asignación de personal profesional y técnico

---





## ASIGNACI3N DE PERSONAL PROFESIONAL Y T3CNICO

### Objetivo General

Participantes	Preparaci3n	Crucero	Proceso	An3lisis	Informe	Total
Jos3 C3rdova M.	32	166	183	208	138	727
Roberto Bahamonde F.	4		94			98
Hern3n Miranda P.	29		10	5		44
Claudio Valero V.	14		113	10	7	144
Hern3n Reyes R.	7		23	10	5	45
V3ctor Catasti B.	15		199	46	47	307
Vivian Valenzuela C.	42		195	112	40	389
Hern3n Miles U.	18		235			253
Esteban Molina G.			192	8	3	203
Ren3 Vargas S.	7		82			89
Bernardo Leiva P.	8	175	48			231
Manuel Rojas G.	44		116	20	26	206
Cristian Canales R.	7			11		18
Rodolfo Serra B	7			11		18
Juan Saavedra N.	7		122			129
Francisco Leiva D.	7		57	20	15	99
Carolina Lang A..	7		135	9		151
Luis Ossa M	7					7
Leonardo Caballero G	11		14			25
Jorge Angulo A.		166	140			306
Traductor					82	82
Nelson Luna D.	0	200				200
Jorge Estay H.	0	200				200
Carlos Concha P.		248				248
Eduardo Iribarra M.		248				248
Sergio N3ñez E.	7		130	140	53	330
Sebastian V3squez P..			140	190	50	380
Samuel Soto M.		165	120	150	40	475
Marcelo Fuentes R.		165	60			225
T3cnico		165				40
<b>TOTAL HORAS</b>	<b>335</b>	<b>1.908</b>	<b>2.408</b>	<b>950</b>	<b>506</b>	<b>6.107</b>



### Objetivo específico N°1 (2.1)

Participante	Preparación	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova M.	17	166	168	148	93	592
Roberto Bahamonde			94			94
Hernán Miranda P.	14					14
Víctor Catasti B.	8	175	111			294
Esteban Molina G.	8		143			151
René Vargas S.			82			82
Bernardo Leiva P.	8	175	48			231
Manuel Rojas G.	44		87	6	26	163
Cristian Canales R.				7		7
Rodolfo Serra B				7		7
Francisco Leiva D.		0	23	20	15	58
Carolina Lang A..			43			43
Leonardo Caballero G	7		14			21
Traductor					82	82
Nelson Luna D.		200				200
Jorge Estay H.		200				200
Carlos Concha P.		248				248
Eduardo Iribarra M.		248				248
<b>Sub Total</b>	<b>106</b>	<b>1.412</b>	<b>813</b>	<b>188</b>	<b>216</b>	<b>2.735</b>

### Objetivo específico N°2 (2.2)

Participante	Preparación	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova M.			2	9		11
Claudio Valero V.	7		113	10	7	137
Esteban Molina G.			49	8	3	60
<b>Sub Total</b>	<b>7</b>		<b>164</b>	<b>27</b>	<b>10</b>	<b>208</b>



**Objetivo específico N°3 (2.4)**

Participante	Preparación	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova M.			13	51	45	109
Hernán Miranda P.			10	5		15
Hernán Reyes R.			23	10	5	38
Víctor Catasti B.			88	46	47	181
Vivian Valenzuela C.	27		195	112	40	374
Hernán Miles U.	14		235			249
Manuel Rojas G.			29	14		43
Cristian Canales R.				4		4
Rodolfo Serra B				4		4
Juan Saavedra N.			122			122
Francisco Leiva D.			34			34
Carolina Lang A..			92	9		101
Jorge Angulo A.		166	140			306
Sergio Núñez E.	0		130	140	53	323
Sebastian Vásquez P..			140	190	50	380
Samuel Soto M.		165	120	150	40	475
Marcelo Fuentes R.		165	60			225
Técnico	40					40
<b>Sub Total</b>	<b>81</b>	<b>496</b>	<b>1.431</b>	<b>735</b>	<b>280</b>	<b>3.023</b>



## Talleres

Participante	Talleres	Sub Total
Jos3 C3rdova M.	15	15
Roberto Bahamonde F.	4	4
Hern3n Miranda P.	15	15
Claudio Valero V.	7	7
Hern3n Reyes R.	7	7
Ren3 Vargas S	7	7
V3ctor Catasti B.	7	7
Vivian Valenzuela C.	15	15
Hern3n Miles U.	4	4
Esteban Molina G.	7	7
Cristian Canales R.	7	7
Rodolfo Serra B	7	7
Juan Saavedra N.	7	7
Francisco Leiva D.	7	7
Carolina Lang A..	7	7
Luis Ossa M. .	7	7
Leonardo Caballero G	4	4
Sergio N3ñez	7	7
<b>Sub Total</b>	<b>141</b>	<b>141</b>



## **A N E X O I V**

---

Respaldo fotográfico del Crucero

---





<p>Prospecci3n crucero</p>	<p>Prospeccion crucero</p>	<p>Ecograma de sonar red</p>
<p>Agregacion sonar simrab</p>	<p>Ecograma de sonar red</p>	<p>Ecograma de sonar red</p>



					
Lance pesca	Lance pesca	Lance pesca	Lance pesca	Lance pesca	Lance pesca
					
Muestra agua botellas	Muestra agua botellas	Muestra agua botellas	Muestra agua botellas	CTDO Seabird 19 plus v2 sensores temperatura, salinida, fluorescencia	Nave prospecci3n



					
Muestra agua	Colecta muestra	Metodo winkler	Metodo winkler	Metodo winkler	Metodo winkler
					
Muestra plancton	Muestra plancton	Muestra plancton	Muestra plancton	Muestra plancton	Muestra plancton



# **A N E X O V**

---

Descriptores de Base de datos FIP N° 2012-03

---







## DESCRIPTORES DE BASE DE DATOS

La estructura de las bases de datos, con toda la informaci3n b3sica que se obtuvo durante la ejecuci3n del crucero correspondiente al proyecto FIP 2012-03 "Evaluaci3n Hidroac3stica Integral del recurso jurel entre la V y X Regiones, a3o 2012" se encuentra almacenada en registros magn3ticos. Los archivos y el formato de grabaci3n de cada una de las componentes del proyecto se detallan a continuaci3n.

### 1. Registros ac3sticos

La informaci3n concerniente a la evaluaci3n hidroac3stica est3 contenida en dos tipos de archivos: "Acust2012.dbf" y "Bioma2012.dbf".

El archivo "Acust2012.dbf" contiene la informaci3n del n3mero de la UBM, latitud y longitud y direcci3n.

Campo	Columna
ACUST	1
UBM	2
LATITUD (GGMM.ss)	3
DIRECCION S=sur	4
LONGITUD (GGMM.ss)	5
DIRECCION W =Oeste	6

El archivo "Bioma2012.dbf" contiene la informaci3n de lecturas ac3sticas por especie y UBM indicando la frecuencia del ecosonda, especies, tipo de agregaci3n y lectura ac3stica, est3 estructurado seg3n:

Campo	Columna
BIOMA	1
UBM	2
Especie (Nota 1)	3
Agregaci3n (Nota 2)	4
Frecuencia (Nota 3)	5
Profundidad superior (m)	6
Profundidad inferior (m)	7
Lectura ac3stica- $s_A$ ( $m^2/mn^2$ )	8



Nota 1: Especie:      0 = Otros  
                             1 = Sardina  
                             2 = Jurel  
                             3 = Anchoveta

Nota 2: Agregaci3n:   1 = Cardumen  
                             2 = Estrato denso  
                             3 = Estrato medio  
                             4 = Estrato disperso  
                             5 = Disperso  
                             6 = individual

Nota 3: Ecosonda:    1 = 38 kHz  
                             2 = 120 kHz  
                             3 = 200 kHz

## 2. Muestreos Biol3gicos

La informaci3n de los muestreos biol3gicos realizados durante el crucero, se encuentra en el archivo "Biologico2012.dbf", cuyo formato de grabaci3n se describe a continuaci3n:

### Registro de identificaci3n de muestreos biol3gicos

<b>Campo</b>	<b>Columna</b>
BARCO	1
LANCE	2
FECHA	3
TALLA	4
PESO	5
SEXO	6
PESO EVISCERADO	7



### 3. Edad

La informaci3n de edad obtenida de los muestreos biol3gicos realizados durante el crucero, se encuentra en el archivo "Edad2012.dbf", cuyo formato de grabaci3n se describe a continuaci3n:

#### Registro de identificaci3n de base de edad

Campo	Columna
N3mero correlativo	1
Longitud	2
Edad	3

### 4. Contenido Estomacal

La informaci3n de edad obtenida de los muestreos biol3gicos realizados durante el crucero, se encuentra en el archivo "Estomagos2012.dbf", cuyo formato de grabaci3n se describe a continuaci3n:

#### Registro de identificaci3n de base de estomagos

Campo	Columna
BARCO	1
FECHA	2
ZONA	3
LANCE	4
CONTENIDO	5
NUMERO	6
PESO (gr)	8

### 5. Informaci3n Pesquera

La informaci3n pesquera obtenida en los lances de pesca durante el crucero, se encuentra en los archivos "Lances2012.dbf", cuyo formato de grabaci3n se describe a continuaci3n:



### Registro de identificaci3n de bitocora de pesca de evaluaci3n de jurel

Campo	Columna
LANCE	1
BARCO	2
FECHA	3
LATITUD (inicio lance)	4
LONGITUD (inicio lance)	5
Captura de jurel (Kg)	6

### 6. Datos oceanogr3ficos

La informaci3n oceanogr3fica de cada una de las estaciones realizadas durante el crucero se encuentran en el archivo "Oceanog2012.dbf"

Campo	Columna
Longitud (decimales)	1
Latitud (decimales)	2
Año	3
Mes	4
Día	5
Estaci3n	6
Profundidad	7
Temperatura	8
Salinidad	9
Densidad	10
Oxígeno	11
Clorofila	12

### 7. Informaci3n de Zooplancton

La informaci3n de zooplancton contenida en la grilla de estaciones bioceanogr3ficas realizadas durante el crucero, est3 almacenada en el archivo "Plancton 2012.dbf".



### Registro de identificaci3n de base zooplancton

<b>Campo</b>	<b>Columna</b>
Latitud (decimales)	1
Longitud (decimales)	2
D.Costa	3
Horario	4
N3mero estaci3n	5
Cop3podos	6
Euf3usidos	7
L.eufausidos	8
Ostr3codos	9
Anf3podos	10
Isopodos	11
Larvas Cypris	12
Estomat3podos	13
Nauplis	14
Larvas dec3podos	15
Medusas	16
Sifon3foros	17
Cten3foros	18
Quetognatos	19
Poliquetos	20
Heteropodos	21
Pter3podos	22
Salpas	23
Doli3lidos	24
Apendicularias	25
Radiolarios	26
Foraminiferos	27
Larvas cifonautas	28
Bivalvos	29
Larvas gastr3podos	30





---

**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)