



INFORME FINAL  
Evaluación hidroacústica de  
Jurel en la I-II regiones, año 2008  
FIP N° 2008-07 / Junio 2009



**INFORME FINAL**  
Evaluación hidroacústica de  
Jurel en la I-II regiones, año 2008  
FIP N° 2008-07 / Junio 2009

**REQUIRENTE**

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA - FIP  
Presidente de Consejo:  
Jorge Chocair Santibáñez

**EJECUTOR**

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP  
Jefe División Investigación Pesquera:  
Mauricio Braun Alegría

Director Ejecutivo:  
Mauricio Braun Alegría



**INFORME FINAL**  
Evaluación hidroacústica de  
Jurel en la I-II regiones, año 2008  
FIP N° 2008-07 / Junio 2009

**JEFE DE PROYECTO**

José Córdova Masanes

**AUTORES**

**EVALUACIÓN  
HIDROACÚSTICA**

José Córdova  
Francisco Leiva  
Bernardo Leiva

**OCEANOGRAFIA  
FÍSICA Y QUÍMICA**

Alexander Valdenegro  
Hernán Reyes  
Jaime Letelier

**OCEANOGRAFÍA  
PESQUERA**

José Córdova  
Alexander Valdenegro  
Hernán Reyes  
Víctor Catasti

**PLANCTON**

Vivian Valenzuela  
Jorge Angulo

**TRÓFICA**

Patricia Rojas

**BIOLOGÍA PESQUERA**

José Córdova  
Carolina Lang



## I RESUMEN EJECUTIVO

---

El presente informe contiene los resultados de la cuantificación de la biomasa por hidroacústica, la distribución e indicadores biológicos del jurel en la zona norte, las condiciones ambientales y las relaciones entre éstas y la distribución del recurso. El crucero de investigación se realizó entre el 30 de octubre y 30 de noviembre del año 2008. La prospección abarcó el área desde Arica (18°25'LS) a Antofagasta (24°40'LS), desde las 1 a 200 mn, cuyo límite inicial de 23°40'LS fue modificado dado la alta densidad de jurel detectada en eco prospección previa al crucero.

Este estudio se llevó a cabo con el B/C “Abate Molina” operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), realizando un total de 16 transectas que tuvieron como límite occidental las 200 millas. El muestreo oceanográfico fue efectuado con una red de estaciones bioceanográficas, situadas a 1, 5, 10, 20, 40, 70, 100, 130, 170 y 200 millas de la costa. En las estaciones se registraron los valores de temperatura y salinidad, se realizaron pesca de plancton con lances oblicuos, con redes Bongo. Asimismo, se estimó la densidad del agua ( $\sigma\text{-t}$ ); la anomalía en las variables oceanográficas; espesor de la capa de mezcla y profundidad base de la termoclina.

La cuantificación del jurel se efectuó con el sistema SIMRAD EK-60 previamente calibrado, se empleó la frecuencia de 38 Khz y se recolectó información de la superficie hasta los 500 m de profundidad. La identificación de los registros acústicos del jurel se realizó por medio de dos métodos: el primero es la estimación del coeficiente volumétrico dispersión y el análisis de los ecorregistros, el segundo, por la interpretación de los ecogramas en conjunto con los resultados de la pesca de identificación. Además, se consideró la composición de la captura registrada por las embarcaciones de la flota.



La biomasa total estimada del jurel fue de 258.836 toneladas con un coeficiente de variaci3n de 11,22% y una densidad de 17,51 t/mn<sup>2</sup>, lo cual es semejante al 2007 (274.510 t) con un fuerte incremento (>1000%) respecto de las 18.100 toneladas evaluadas en el 2002 y (>130%) en relaci3n a noviembre del 2006. Diferencia que tambi3n se observa en la abundancia en n3mero desde 392.492.963 individuos en abril del 2002, 1.446.871.083 noviembre de 2006, 1.448.253.382 ejemplares noviembre del 2007, y 3.406.067.132 ejemplares para este a3o, ratificando que el per3odo de evaluaci3n es apropiado.

En la zona de estudio se identificaron dos focos de alta densidad de jurel, con un marcado incremento hacia el sur, alcanzando su m3ximo valor entre 50 y 80 mn al noroeste de pen3nsula Mejillones y de 40 a 60 mn al sur de Antofagasta. En anchoveta, el n3mero de focos puntuales de mayor densidad fue escaso, lo cual explica las 122.252 toneladas evaluadas en la zona de estudio.

Batim3tricamente el jurel se ubic3 en los primeros metros de profundidad, con el 100% de las agregaciones (<50 m) manteniendo el patr3n hist3rico registrado entre 1985 y 1995 en las evaluaciones ac3sticas realizadas en la zona, que indica para el recurso una profundidad m3xima de 100 de profundidad, lo que difiere de los 160 y 200 m registrado en la zona centro-sur del pa3s.

La distribuci3n de tallas registrada en el crucero present3 tama3os entre 6 a 33 cm de longitud horquilla, con un 92,4% de ejemplares peque3os entre 16 y 21 cm y el 7% para ejemplares con tama3os de 22 a 33 cm. Los ejemplares de menor tama3o (<22 cm) se ubican en toda la zona prospectada, siendo representados adecuadamente en las capturas de la flota. La menor moda de 18 cm respecto a al 2006 (20 y 24 cm), 2007 (21 y 26 cm), evidencian una participaci3n fuerte de ejemplares peque3os, que explican la alta abundancia num3rica durante este estudio.



La composición de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 7 grupos, siendo los principales el II y III que participan con un 48,8 y 47,6%, respectivamente. Estructura etaria que es complementaria a la observada en la zona centro-sur del país, donde las últimas evaluaciones de jurel en invierno muestran la carencia de ejemplares juveniles representados por los grupos de edad de 0 a III. La zona norte, a través de los años se ha caracterizado por la alta presencia de ejemplares pequeños (< 26 cm), los que en este estudio alcanzaron un 96%.

La comunidad planctónica en la zona de estudio, estuvo compuesta por 21 grupos identificados, los cuales disminuyen su abundancia relativa respecto al 2006 (57%) y 2007 (38%). En este sentido, al igual que el año pasado, los eufáusidos mantienen una baja abundancia en la zona de estudio, lo cual puede estar fundamentado por el predominio de aguas más frías en los dos últimos años (La Niña). Los copépodos son los más dominantes con 68,8 y 60,4%, seguido por salpas, poliquetos, quetognatos, sinóforos, eufáusidos, larvas de eufáusidos y decápodos con valores radicalmente bajos entre 1,8 a 8,6%, mientras el resto presentan en general valores <0,36%.

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; Aguas Subantártica (ASAA); Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES) y Aguas Subtropicales (AST).

En relación al ambiente, la distribución de las variables, estructuras oceanográficas verticales y sus anomalías para el área y período de estudio, evidenció la presencia de Aguas Subtropicales desde el norte, que genera un gradiente longitudinal (Norte-Sur) de temperatura y salinidad, reconociendo sus anomalías superficiales el efecto local y de corto período que producen las surgencias costeras. En este sentido las condiciones encontradas en la zona permiten aseverar que la zona de estudio se encontró bajo un proceso inicial de enfriamiento que afecta toda el área (Pre-Niña), lo que es consistente



con la climatologí3 y los resultados de estudios anteriores realizadas en la zona de estudio.

Durante el crucero se registran tres procesos cercanos de mesoescala denominados giros, los que claramente modifican las propiedades de la columna de agua. Estos conjuntamente con la circulaci3n geostr3fica, altimetría y distribuciones horizontales de temperatura y salinidad sugieren que al noroeste de la península de Mejillones (40 y 80 mn) y sur de Antofagasta (40 a 60 mn), donde se concentraron altas densidades de jurel, se desarrolla una estructura cicl3nica con flujo de sur a norte que luego invierte (anticicl3nico) su direcci3n. Estos procesos pueden modificar el hábitat de los organismos pelágicos, es decir, mediante cambios en la distribuci3n espacial del alimento, las presas y los predadores pueden afectar algunos organismos presentes en la zona de estudio.

La densidad acústica se incrementó hacia el sur, y donde la zona adyacente a la banda costera de mayores valores de densidad acústica de jurel corresponde al límite exterior del área de influencia de la surgencia, mientras que anchoveta se ubicó dentro de ella, ya que coincide con la banda de menores temperaturas y mayores salinidades que caracterizaron las aguas de surgencia, evidenciando una estratificaci3n espacial de los recursos, respecto a la zona de surgencia, al ubicarse dentro de ella la anchoveta y por fuera el jurel.

El jurel se encontró en temperaturas de 15°C a 21,9°C y salinidades que van de 34,4 a 34,99 psu, con un rango preferencial de 17 a 18°C C y 34,6 a 34,79 psu, evidenciando, al igual que lo registrado en anteriores estudios en la zona norte y centro-sur del Chile, el carácter de jurel como especie ambiente georreferenciada. Es así que, jurel se agrupó de preferencia en sectores cercanos a gradientes térmicos y de descensos de temperatura.



## II 3NDICE GENERAL

	P3gina
I RESUMEN EJECUTIVO -----	i
II 3NDICE GENERAL-----	v
III 3NDICE DE FIGURAS Y TABLAS-----	x
IV OBJETIVO DEL PROYECTO -----	1
1. OBJETIVO GENERAL -----	1
2. OBJETIVOS ESPEC3FICOS-----	1
V ANTECEDENTES-----	2
VI METODOLOG3A DE TRABAJO-----	4
6.1 Aspectos generales del crucero -----	4
6.2. Objetivo espec3fico 2.1. Distribuci3n espacial y batim3trica del jurel en el 3rea de estudio-----	6
6.2.1 Zona y per3odo de estudio -----	6
6.2.2 Dise1o de muestreo -----	6
6.2.3 Calibraci3n electroac3stica -----	8
6.2.4 Medici3n de TS "in situ"-----	9
6.2.5 Identificaci3n de especies-----	10
6.2.6 Procesamiento de la informaci3n ac3stica -----	12
6.2.7 An3lisis de la informaci3n ac3stica -----	13
6.3 Objetivo espec3fico 2.2. Abundancia y biomasa total del recurso jurel en el 3rea de estudio-----	17
6.3.1 Estructura de tallas-----	17
6.3.2 Estimaci3n de la abundancia en n3mero y biomasa en peso total y a la talla-----	19
6.3.3 Estimaci3n de la abundancia a la edad -----	24
6.3.4 Estimaci3n varianza para abundancia en n3mero y biomasa en peso	26



6.3.5	Varianza de la abundancia a la edad -----	31
6.3.6	Medida de precisi3n del estimado -----	32
6.4	Objetivo espec3fico 2.3. Distribuci3n del zooplancton en el 3rea de estudio	33
6.4.1	Colecta de informaci3n -----	33
6.4.2	Procesamiento y an3lisis de las muestras zooplanct3nicas-----	34
6.4.3	Biomasa zooplanct3nica total -----	40
6.5	Objetivo espec3fico 2.4. Principales 3tems alimentarios de jurel en el 3rea de estudio-----	41
6.5.1	Colecta de las muestras -----	41
6.5.2	An3lisis de la informaci3n -----	41
6.6	Objetivo espec3fico 2.5. Fauna acompa3ante -----	44
6.6.1	Pesca de identificaci3n -----	44
6.6.2	Muestreo de las capturas de lances de mediagua -----	44
6.6.3	An3lisis de la informaci3n -----	47
6.7	Objetivo espec3fico 2.6. Condiciones oceanogr3ficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 3rea de estudio-----	48
6.7.1	Dise3o general del muestreo.-----	48
6.7.2	An3lisis de las muestras y de la informaci3n-----	50
6.7.3	Informaci3n meteorol3gica-----	51
6.7.4	Informaci3n satelital-----	52
6.7.5	Asociaci3n espacial entre las condiciones oceanogr3ficas y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 3rea de estudio-----	53
<b>VII.</b>	<b>RESULTADOS-----</b>	<b>58</b>
7.1	Distribuci3n espacial y batim3trica del jurel en el 3rea de estudio (objetivo 1)-	58
7.1.1	Calibraci3n electroac3stica -----	58
7.1.2	Distribuci3n geogr3fica del recurso-----	60
7.1.3	Descripci3n de estructuras espaciales en la informaci3n ac3stica -----	61
7.1.4	Distribuci3n batim3trica del recurso -----	63
7.2	Biomasa y abundancia total del recurso jurel (objetivo 2) -----	64



7.2.1 Estructura de tallas-----	64
7.2.2 Medici3n de TS "in situ"-----	64
7.2.3 Biomasa y abundancia de jurel-----	65
7.2.4 Abundancia a la edad-----	67
7.2.5 Precisi3n de los estimados de biomasa y abundancia-----	70
7.3 Distribuci3n y composici3n del plancton (objetivo 3)-----	73
7.3.1 Composici3n y abundancia del zooplancton-----	73
7.3.2 Distribuci3n del zooplancton-----	81
7.3.3 Estructura comunitaria de los grupos zooplanct3nicos-----	86
7.3.4 Biomasa zooplanct3nica-----	90
7.4 Items alimentarios de jurel-----	91
7.4.1 Composici3n de los principales ítems alimentarios de jurel-----	91
7.4.2 Importancia de las presas-----	92
7.4.3 Índice de estrategias alimentaria-----	93
7.4.4 Selectividad de las presas por tamaño-----	95
7.5 Fauna acompaãante y proporciones en pescas de identificaci3n-----	96
7.5.1 Resultados de los lances de pesca-----	96
7.5.2 Composici3n por tamaño-----	101
7.5.3 Relaci3n longitud-peso-----	101
7.5.4 Proporci3n y composici3n fauna acompaãante-----	102
7.5.5 Análisis de asociaci3n-----	104
7.6 Condiciones oceanogrãficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancto la distribuci3n y abundancia del jurel en el área de estudio (objetivo 5)-----	105
7.6.1 Condiciones meteorol3gicas-----	105
7.6.2 Condiciones oceanogrãficas-----	106
7.6.3 Relaciones espaciales de la distribuci3n y abundancia de jurel respecto a las variables bio-oceanogrãficas-----	125
7.6.4 Análisis integrado-----	127
<b>6. DISCUSI3N-----</b>	<b>133</b>



<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> -----	<b>148</b>
7.1	Acústica -----	148
7.2	Pesca -----	149
7.3	Oceanografía -----	150
7.4	Plancton -----	150
7.5	Alimentaci3n -----	151
7.6	Asociaciones -----	151
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> -----	<b>152</b>

## **FIGURAS**

## **ANEXOS**

**ANEXO I.** Posici3n y fecha de transectas acústicas y estaciones bioceanográficas.

**ANEXO II.** Plan detallado de asignaci3n de personal profesional y técnico en horas/hombre por actividad.

**ANEXO III.** Base de datos (CD)



### III 3NDICE DE FIGURAS Y TABLAS

---

#### FIGURAS

- Figura 1.** Distribuci3n de transectas en la zona de estudio: a) Propuesta t3cnica y b) Crucero de evaluaci3n.
- Figura 2.** Distribuci3n espacial de la abundancia de jurel ecoprospecci3n. Octubre 2008: a) ecosonda b) sonar.
- Figura 3.** Embarcaci3n y equipos ac3sticos usados en la evaluaci3n. Noviembre 2008
- Figura 4.** Red de arrastre mediagua utilizada en la evaluaci3n. Noviembre 2008
- Figura 5.** Distribuci3n espacial de la abundancia ac3stica de jurel evaluaci3n. Noviembre 2008
- Figura 6.** Distribuci3n de lances de cerco muestreados durante la evaluaci3n. Noviembre 2008.
- Figura 7.** Distribuci3n espacial de la abundancia ac3stica de anchoveta evaluaci3n. Noviembre 2008.
- Figura 8.** Indice de Pennington por distancia a la costa.
- Figura 9.** Correlogramas para transectas 7, 14 y 16. Noviembre 2008
- Figura 10.** Variogramas en sectores de abundancia de jurel. Noviembre 2008.
- Figura 11.** Variograma omnidireccional del crucero. Noviembre 2008.
- Figura 12.** Distribuci3n en profundidad de jurel por categor3a y total. Noviembre 2008
- Figura 13.** Distribuci3n de tallas de jurel del crucero (noviembre) y comercial (anual) por a3o.



- Figura 14.** Biomasa y coeficiente de variación histórica y recalculada.
- Figura 15.** Distribución espacial de copépodos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2008.
- Figura 16.** Distribución de la densidad promedio con respecto a la distancia de la costa (a) y latitud (b), durante los períodos diurnos y nocturnos. Noviembre 2008.
- Figura 17.** Distribución espacial de larvas de decapodos en las estaciones diurnas y durante noviembre del 2008.
- Figura 18.** Distribución espacial de salpas en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2008.
- Figura 19.** Distribución espacial de poliquetos en las estaciones diurnas y nocturnas noviembre del 2008.
- Figura 20.** Distribución espacial de quetognatos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2008.
- Figura 21.** Distribución espacial de sifonóforos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2008.
- Figura 22.** Distribución espacial de eufáusidos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2008.
- Figura 23.** Distribución espacial de larvas de eufáusidos en las estaciones diurnas y nocturnas durante noviembre del 2008.
- Figura 24.** Dendograma de estaciones y especies para análisis sin diferenciación de período del día, zona o distancia a la costa.
- Figura 25.** Composición de la estructura zooplactónica por período del día, zona y distancia a la costa, para los copépodos y el restante



- Figura 26.** Distribuci3n espacial de la biomasa zooplanct3nica diurna y nocturna. Noviembre 2008.
- Figura 27** Representaci3n de las estrategias alimentarias para el 3rea de estudio segun el m3todo gr3fico de Amundsen *et al.* (1996).
- Figura 28** Distribuci3n de frecuencias del 3ndice de selectividad de Ursin de las principales presas de jurel en la zona norte de Chile *Euphausia mucronata*, *Euphausia similis*, Mict3fido sp.1 *Vinciguerria sp.* y Mict3fido sp2 *Diogenichthys sp.*
- Figura 29.** Distribuci3n de lances con y sin pesca de jurel en la zona de estudio. Noviembre 2008.
- Figura 30.** Distribuci3n de tallas de jurel flota para noviembre y anual
- Figura 31.** Relaciones longitud-peso de jurel zona de estudio. Noviembre 2008
- Figura 32.** Dendograma a) por especie y b) por a3o.
- Figura 33.** Rosa de vientos de los vientos observados durante el crucero. Noviembre 2008.
- Figura 34.** Distribuci3n de frecuencia de la magnitud y direcci3n del viento observado durante el track de navegaci3n.
- Figura 35.** a) Direcci3n e intensidad del viento (m/s), b) 3ndice de surgencia promedio (por 1000 km de costa) y c) 3ndice de turbulencia ( $m^3/s^3$ ).
- Figura 36.** Distribuci3n horizontal de a) temperatura superficial del mar ( $^{\circ}C$ ), b) anomal3a de la temperatura superficial, c) Salinidad superficial, d) anomal3a de salinidad superficial y d) Densidad ( $\sigma-t$ ) superficial.
- Figura 37.** Distribuci3n en el estrato de 25 m de profundidad de a) temperatura del mar ( $^{\circ}C$ ) b) Salinidad del mar (psu) y c) Densidad ( $\sigma-t$ ).



- Figura 38.** Distribución en el estrato de 50 m de profundidad de a) temperatura del mar ( $^{\circ}\text{C}$ ) b) Salinidad del mar (psu) y c) Densidad ( $\sigma\text{-t}$ ).
- Figura 39.** Distribución en el estrato de 100 m de profundidad de a) temperatura del mar ( $^{\circ}\text{C}$ ) b) Salinidad del mar (psu) y c) Densidad ( $\sigma\text{-t}$ ).
- Figura 40.** Distribución en el estrato de 200 m de profundidad de a) temperatura del mar ( $^{\circ}\text{C}$ ) b) Salinidad del mar (psu) y c) Densidad ( $\sigma\text{-t}$ ).
- Figura 41.** Distribución en el estrato de 400 m de profundidad de a) temperatura del mar ( $^{\circ}\text{C}$ ) b) Salinidad del mar (psu) y c) Densidad ( $\sigma\text{-t}$ ).
- Figura 42.** Distribución superficial de (a) profundidad de la isoterma de  $15^{\circ}\text{C}$  (m) y b) anomalía de profundidad de la isoterma de  $15^{\circ}\text{C}$  (m).
- Figura 43.** Distribución de a) Espesor de la capa de mezcla (m), b) espesor de la termoclina (m) y c) Temperatura base de la termoclina ( $^{\circ}\text{C}$ ).
- Figura 44.** Distribución de a), profundidad de la base de la termoclina (m), b) gradiente de temperatura en la termoclina ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ), c) máximo gradiente de temperatura en la termoclina ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ) y d) profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m).
- Figura 45.** Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) de la columna de agua, transectas oceanográficas 1 a 4 (sector norte).
- Figura 46.** Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) de la columna de agua, transectas oceanográficas 5 a 10 (sector centro).
- Figura 47.** Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) de la columna de agua, transectas oceanográficas 11 a 16 (sector sur).
- Figura 48.** Distribución vertical de salinidad (psu) de la columna de agua, transectas oceanográficas 1 a 4 (sector norte).



- Figura 49.** Distribución vertical de salinidad (psu) de la columna de agua, transectas oceanográficas 5 a 10 (sector centro).
- Figura 50.** Distribución vertical de salinidad (psu) de la columna de agua, transectas oceanográficas 11 a 16 (sector sur).
- Figura 51.** Distribución vertical de sigma-t (densidad-1000) ( $\text{kg/m}^3$ ) de la columna de agua, transectas oceanográficas 1 a 4 (sector norte).
- Figura 52.** Distribución vertical de sigma-t (densidad-1000) ( $\text{kg/m}^3$ ) de la columna de agua, transectas oceanográficas 5 a 10 (sector centro).
- Figura 53.** Distribución vertical de sigma-t (densidad-1000) ( $\text{kg/m}^3$ ) de la columna de agua, transectas oceanográficas 11 a 16 (sector sur).
- Figura 54.** Diagramas T-S para las transectas oceanográficas 1 a 8 realizadas durante la ejecución del crucero.
- Figura 55.** Diagramas T-S para las transectas oceanográficas 9 a 16 realizadas durante la ejecución del crucero.
- Figura 56.** Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 1 y 2.
- Figura 57.** Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 3 y 4.
- Figura 58.** Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 5 y 6.
- Figura 59.** Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 7 y 8.
- Figura 60.** Porcentajes de participación en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanográficas 9 y 10.



- Figura 61.** Porcentajes de participaci3n en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanogr3ficas 11 y 12.
- Figura 62.** Porcentajes de participaci3n en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanogr3ficas 13 y 14.
- Figura 63.** Porcentajes de participaci3n en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanogr3ficas 15 y 16.
- Figura 64.** Anomalías de nivel del mar (cm) y velocidades geostróficas (cm/s) de los días 1, 10, 20 y 30 de noviembre de 2008.
- Figura 65.** Temperaturas superficiales del mar (°C) de las imágenes satelitales MODIS-A, correspondiente a los promedios semanales entre los a) 31 de octubre y 7 noviembre, b) 8 al 15, c) 16 al 23 y d) 24 de noviembre al 1 de diciembre de 2008.
- Figura 66.** Distribuci3n espacial de la biomasa de jurel ( $t/mn^2$ ), por estrato de profundidad: a) capa 0-25 m, b) capa 26-50 m y c) capa 51-100 m.
- Figura 67.** Distribuci3n espacial de la temperatura (°C), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.
- Figura 68.** Distribuci3n espacial de la salinidad (psu), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.
- Figura 69.** Distribuci3n espacial de la densidad del agua ( $\sigma_t$ ), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.
- Figura 70.** Distribuci3n espacial de: a) capa de dispersi3n profunda y b) eufáusidos.



- Figura 71.** Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Estrato superficial.
- Figura 72.** Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Estrato de 25 m. de profundidad.
- Figura 73.** Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa superficial: a) Costa-50 mn, b) 51-100 mn y c) > 100 mn.
- Figura 73.** Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa superficial: a) Costa-50 mn, b) 51-100 mn y c) > 100 mn.
- Figura 74.** Desembarques de jurel entre 1980- 2008. Fuente Ifop.
- Figura 75.** Modelo conceptual de la estructuración de la población de jurel.



## TABLAS

- Tabla 1.** Agregaciones de jurel por categorías de densidad.
- Tabla 2.** División operacional del área de estudio.
- Tabla 3.** Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular.
- Tabla 4.** Variables empleadas en el análisis cartográfico y tipo de datos.
- Tabla 5.** Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica) 38 Khz.
- Tabla 6.** Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38Khz.
- Tabla 7.** Biomasa y densidad de jurel estimada por distintos métodos.
- Tabla 8.** Biomasa y densidad de anchoveta estimada por distintos métodos
- Tabla 9.** Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 1-200 mn.
- Tabla 10.** Abundancia en número y en peso a la talla de anchoveta para el sector 1-200 mn.
- Tabla 11.** Composición en número por grupo de edad en la biomasa estimada de jurel para el sector 1-200 mn.
- Tabla 12.** Varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de jurel.
- Tabla 13.** Varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de anchoveta.
- Tabla 14.** Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 1-200 mn.



- Tabla 15.** Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de anchoveta para el sector 1-200 mn.
- Tabla 16.** Grupos zooplanctónicos presentes en las pescas diurna y nocturna.
- Tabla 17.** Número total de individuos capturados por zona en horario diurno y nocturno.
- Tabla 18.** Resultado de Prueba ANOVA Kruskal-Wallis a la abundancia relativa media de los grupos zooplanctónico (10 -200 mn).
- Tabla 19.** Número estaciones, especies y ejemplares para las zonas norte, centro, sur (latitudinal), costera y oceánica (longitudinal) y por período del día.
- Tabla 20.** Porcentaje de ejemplares por grupo zooplactónico, según zona latitudinal - longitudinal y período del día.
- Tabla 21.** Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona (latitudinal – longitudinal) y período del día.
- Tabla 22.** Número de estómagos y porcentaje con y sin contenido.
- Tabla 23.** Número (N%), peso (P%), frecuencia de aparición (F%) e índice de importancia relativa (IIR).
- Tabla 24.** Indicador de coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de jurel.
- Tabla 25.** ISU promedio de las principales presas de jurel.
- Tabla 26.** Información de captura en peso de jurel y fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/C “Abate Molina”.
- Tabla 27.** Información de captura en número de jurel y fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/C “Abate Molina”.



- Tabla 28.** Informaci3n de captura en pesos de jurel y fauna acompa1ante en los lances de pesca realizados por los PAM Trueno I, Tornado, Salm3n y C Alejandra.
- Tabla 29.** Par3metros y estadística b3sica de la relaci3n  $w=a*L^b$  para la zona de estudio.
- Tabla 30.** Índices de ocupaci3n de las cartografías de distribuci3n de jurel en las capas 5, 25 y 50 m.
- Tabla 31.** Coeficientes Cramer's de las cartografías de distribuci3n de jurel, respecto a variables ambientales en los estratos de 5, 25 y 50 m.

## ANEXOS

- ANEXO I.** Posici3n y fecha de transectas acústicas y estaciones bioceanográficas.
- ANEXO II.** Plan detallado de asignaci3n de personal profesional y t3cnico en horas/hombres por actividad.
- ANEXO III** Talleres
- ANEXO IV.** Base de datos.



## **IV OBJETIVO DEL PROYECTO**

---

### **1 OBJETIVO GENERAL**

Cuantificar la biomasa del recurso jurel, entre las regiones I a II, mediante el m3todo hidroac3stico.

### **2. OBJETIVOS ESPEC3FICOS**

- 2.1** Determinar la distribuci3n espacial y batim3trica del recurso jurel en el 3rea y per3odo de estudio.
- 2.2** Determinar la abundancia (en n3mero) y biomasa total (en peso) del recurso jurel por edades, en el 3rea y per3odo de estudio.
- 2.3** Determinar la distribuci3n del zooplancton en el 3rea y per3odo de estudio, con especial 3nfasis en los euf3usidos.
- 2.4** Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios del jurel en el 3rea de estudio.
- 2.5** Determinar la fauna acompa1ante y su importancia relativa en los lances de pesca de identificaci3n.
- 2.6** Determinar las condiciones oceanogr3ficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 3rea y per3odo de estudio.



## V. ANTECEDENTES

---

El recurso jurel (*Trachurus murphyi*) se caracteriza por tener una amplia distribuci3n geogr3fica, que abarca, por una parte, desde la isla Gal3pagos hasta la regi3n austral de Chile (52° LS) (Chirichigno, 1974; Serra 1991), y, por otra, desde el litoral de Am3rica del Sur hasta la costa de Nueva Zelanda (Evseenko, 1987; Kawahara *et al.*, 1988; Jones, 1990).

La amplia distribuci3n del jurel y la densidad de sus concentraciones, hace que esta especie, considerada t3picamente pel3gica y que habita regiones oce3nicas y costeras, haya sido objeto de una pesquer3a internacional de altura frente al litoral de Chile, entre los a3os 1978 y 1991, desarrollada por embarcaciones de la ex- Uni3n Sovi3tica, las que operaron frente a las costa de Chile (Elizarov *et al.*, 1993). Esta pesquer3a es considerada una de las mas importantes del pa3s, se constituye por el aporte al desembarque total de jurel de dos sectores, el primero lo realiza la zona centro-sur con la mayor contribuci3n al desembarque de jurel y el segundo la zona norte, principalmente XV y II regi3n, con aportes estacionales de la III y IV Regi3n, producto de la operaci3n de una flota artesanal costera e industrial que opera eventualmente en el sector.

Durante los a3os 70's, la pesquer3a de jurel alcanz3 notoriedad en la zona norte debido a una ca3da en la abundancia de anchoveta. A partir de 1998, las capturas de jurel se han incrementado, observ3ndose para el a3o 2005 el mayor desembarque hasta la fecha, 159 mil toneladas. Para la zona centro-sur, se ha observado un descenso en las capturas hasta el a3o 2003, donde se registro el menor desembarque, 773 mil toneladas, posteriormente las capturas se han incrementado levemente. No obstante, en la zona norte no se han alcanzado niveles de desembarque similares a los de la zona centro-sur.



En general, el desarrollo de la pesquería ha sido afectado por cambios ambientales, como el evento El Niño, que han provocado una juvenilización del stock en toda la costa chilena, afectando directamente los niveles de desembarque y la actividad pesquera industrial. Esto hace considerar una evaluación de la pesquería en la zona norte, como una visión alternativa a las principales pesquerías ya existentes, planteando la necesidad de cuantificar el stock presente en esta zona y su disponibilidad, con el objeto de evaluar al recurso como una futura pesquería sustentable.

Considerando la importancia del recurso para la economía del país y el nivel de explotación a que ha sido sometido, el Consejo de Investigación Pesquera ante la necesidad de disponer de antecedentes sobre la abundancia y distribución del recurso jurel, incluyó el siguiente proyecto en el programa de investigación del año 2008.

El presente informe entrega los resultados finales obtenidos en el crucero de Evaluación hidroacústica de jurel en la zona norte, entregando las estimaciones de la cuantificación de la biomasa de jurel en el área de estudio, además de información oceanográfica de carácter general observada durante la prospección hidroacústica realizada en noviembre en la XV y II Región.



## VI. METODOLOGÍA DE TRABAJO

---

### 6.1 Aspectos generales del crucero.

La prospección hidroacústica se llevó a cabo durante el período comprendido entre el 30 de octubre al 30 de noviembre del año 2008. La zona de estudio estuvo comprendida entre la primera y las doscientas millas de la costa. El límite sur considerado inicialmente en 23° 40'LS, se extendió hasta alcanzar los 24° 40'LS (**Figura 1**), en atención a los resultados obtenidos en una eco prospección con cuatro naves de la flota pesquera, efectuada previa al crucero de evaluación acústica entre el 19 y 23 de octubre del 2008, que indicaron una fuerte presencia del recurso al sur de Antofagasta (Córdova *et al*, 2008) (**Figura 2**). De este modo, el área de estudio abarcó entre 1 y 200 mn desde Arica (18° 25'LS) a punta Buitre (24° 40'LS)

La prospección hidroacústica se llevó a cabo a bordo del B/C “Abate Molina” de eslora 43,5 m y potencia de 1.400 HP, que dispone de equipos científicos e instrumental tales como: 2 radares (JRC), 1 sistema de navegación GPS (JRC), 1 sonar (FURUNO); 2 ecosondas doble frecuencia (FURUNO), 1 medidor de corriente (FURUNO), 1 receptor de imágenes satelital (JRC), sistema de comunicaciones (INMARSAT), 1 sistema de ecosonda científico SIMRAD EK-60, 1 muestreador tipo roseta;CTDO (Seabird 911), redes de plancton equipadas con mallas de 300 micras y flujómetros TSK calibrados y artes de pesca de arrastre a media agua.

En la zona de estudio se realizaron un total de 16 transectas, de 14 consideradas inicialmente, las cuales tuvieron como límite occidental las 200 millas, y sobre las cuales el área de estudio fue cubierta con una red de estaciones bio-oceanográficas, situadas a 1, 5, 10, 20, 40, 70, 100, 130, 170 y 200 mn de la costa en todas las transectas.



Previo al crucero, se efectu3 la calibraci3n del sistema SIMRAD ER60 (**Figura 3**), de acuerdo a lo establecido por su fabricante (SIMRAD, 2003). Calibraci3n que consiste en un proceso iterativo que mide la se1al de intensidad de blanco (TS) y eointegraci3n (Sa) provenientes de un blanco est1ndar (esfera de cobre de 60 mm de di1metro) de fuerza de blanco conocida, localizado en el centro del haz ac1stico.

Durante el desarrollo del estudio, se realizaron un total de 22 lances de pesca de arrastre a mediagua, a fin de identificar ecotrazos y obtener muestras para estudios biol3gicos b1sicos. Para tal efecto, la embarcaci3n utiliz3 redes de arrastre a mediagua, con un forro interior de 3,8 a 4,2 cm para asegurar la retenci3n de ejemplares de tallas menores, permitiendo esta red dise1ada por ENGEL especialmente para la captura de jurel, alturas de relinga en la boca de 30-35 m y velocidades de 3 a 6 nudos (**Figura 4**). Asimismo, de manera simultanea al desarrollo de la prospecci3n ac1stica a bordo los PAM Trueno I, Tornado y Salm3n (CORPESCA) y Claudia Alejandra (Pesquera Camanchaca), se efectuaron muestreos biol3gicos y colecta de muestras dirigidas a complementar los muestreos efectuado a bordo del B/C "Abate Molina".

El resumen de los muestreos realizados a bordo de las embarcaciones se entrega en la **Tabla 26 a 28** (lances de pesca) y en anexo I (transectas y estaciones bio-oceanogr1ficas).



## **6.2 Objetivo espec3fico 2.1. Distribuci3n espacial y batim3trica del jurel en el 3rea de estudio.**

### **6.2.1 Zona y per3odo de estudio.**

La zona de estudio estuvo comprendida entre la primera y doscientas millas de la costa, desde Arica (18° 25'LS) a punta Buitre (24° 40'LS), y fue prospectada por del B/C "Abate Molina" operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) durante el per3odo que va desde el 30 de octubre al 30 de noviembre del a3o 2008 (**Figura 1**). Per3odo de primavera donde hist3ricamente en la zona se han registrado estimados ac3sticos de biomasa de jurel m3s estables por una menor variabilidad (123.000-330.000 t), respecto a oto3o (32.000-303.000 t) e invierno (34.000-803.000 t) durante los a3os 1985 al 1995.

### **6.2.2 Dise3o de muestreo.**

El dise3o de muestreo utilizado en la evaluaci3n de jurel a trav3s de m3todo hidroac3stico, correspondi3 a un dise3o de muestreo sistem3tico, considerando que la distribuci3n de los recursos es de car3cter contagiosa y aleatoria respecto a la posici3n de las transectas (Shotton Bazigos 1984; Francis 1984, Simmonds *et al.*, 1991 y 1984). 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 1**).

La estrategia de prospecci3n fue de tipo adaptativa (Barbieri *et al.*, 1996). Esto es, el 1rea de estudio se ajust3 latitudinalmente para incorporar sectores con presencia de jurel, detectados durante la eco prospecci3n acústica realizada con cuatro naves de cerco previo al crucero de evaluaci3n, así como extender la longitud de las transectas cuando en sus extremos se detecten agregaciones del recurso. En este sentido, el término “Adaptativo” no est1 relacionado con el concepto de “Adaptative Sampling” propuesto por Steven K. Thompson (1992).

La evaluaci3n acústica se llev3 a cabo con el sistema de eco integraci3n SIMRAD EK-60, utilizando la frecuencia de 38 Khz, con transductor de haz dividido, recolectando informaci3n relativa a la densidad de peces detectadas y referidas a 1 mn<sup>2</sup>, desde los 3 a 500 m de profundidad. El rango dinámico de 160 dB y el nivel m3nimo de detecci3n de -65dB, permitieron la incorporaci3n 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 informaci3n acústica relativa a la densidad de peces se registr3 de manera continua durante la navegaci3n, discretizándose en intervalos b1sicos de muestreo (IBM) de 0.5 mn, controlados por la interfase del sistema de eco integraci3n con el navegador satelital GPS. Adicionalmente se registr3 y almacen3 la profundidad del fondo del mar hasta 500 m.

Durante el crucero en la zona de estudio, se realizaron 16 transectas perpendiculares a la costa separada por 25 mn dentro de la Zona Econ3mica



Exclusiva (ZEE), en atención a antecedentes de operación de la flota y el resultado de la ecoprospección previa al crucero de evaluación, que indicaron la presencia del recurso dentro de las 200 mn, al sur de Mejillones, y la ausencia hacia el norte sobre las 100 mn de la costa.

Durante el crucero se realizaron 22 lances de pesca para identificar ecotrazos y obtener muestras para estudios biológicos básicos, para ello se utilizó una red de arrastre a mediagua ENGEL diseñada para la captura de jurel, con forro interior de 3,8 a 4,2 cm que permitió la retención de ejemplares de tallas menores y aseguró la representatividad del muestreo de toda la población de jurel. La menor cantidad de lances efectuado respecto a los 25 propuestos, se sustenta por la ausencia de jurel en una amplia zona al norte que va desde las 5 a 100 mn y en gran parte de la franja de las 100 a 200 millas de la costa. Situación que este año fue compensada con la intensificación del muestreo en lances con pesca en el crucero y muestreos a bordo de las naves cerqueras industriales Trueno I, Tornado, Salmón y Claudia Alejandra durante el período de estudio, lo cual permitió superar el tamaño de muestra planteado inicialmente (800-900 ejemplares) cumpliendo con los niveles de muestra requeridos por los distintos análisis comprometidos en este estudio, destacando que no existió diferencia estadística significativa entre las estructuras de tallas colectadas por el cerco y arrastre.

### **6.2.3 Calibración electroacústica**

El sistema de eointegración, fue calibrado de acuerdo al procedimiento recomendado por el fabricante (Simrad, 2003), el cual consiste en ubicar un blanco de referencia con fuerza de blanco conocida bajo el transductor y dentro del haz acústico, a fin de comparar la fuerza de blanco registrada por el equipo con la fuerza de blanco conocida, siendo el blanco estándar una esfera de cobre de 60 mm de diámetro y TS de -33,6 dB. Si es necesario ajustar el ecosonda,



como fue el caso, esto es desarrollado automáticamente por el software de calibración del ER60.

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

Para medir TS se requiere las siguientes condiciones:

- i) Ecosondas calibrados
- ii) Presencia de blancos en condición resuelta, de tal modo que el algoritmo utilizado por el sistema EK-60 para procesar el TS los discrimine como blancos aislados: En el caso de jurel, esta condición es posible de encontrar principalmente durante la noche cuando estos peces forman estratos, asociados al proceso de alimentación.
- iii) Agregaciones de peces monoespecíficas
- iv) Disponer de la estructura de tallas de los peces insonificados, para parearlos con los datos de TS. Esta información se obtiene con las pesca usando red de arrastre a media agua, que debe ser no selectiva o de la menor selectividad posible, lo cual en este estudio, se logra usando redes con un forro interior de malla pequeña que asegura la retención de ejemplares bastante pequeño (7- 12 cm).

Información de TS fue colectada durante el transcurso del arrastre, utilizando para ello pulso de 1.024 ms, con una tasa de sondeo automáticamente ajustada a la escala del ecosonda, almacenándose en medios magnéticos. La estructura de tallas de los peces insonificados fue obtenida de las muestras colectadas en los lances de pesca realizados.

La información recolectada fue almacenada y procesada mediante el programa SONARDATA, para seleccionar los TS correspondientes a las tallas modales de los



peces, cuidando que el estrato de profundidad coincida con el sector donde opere la red de arrastre.

Los resultados de mediciones TS in situ y tallas son pareadas a través de sus modas, a fin de establecer una relación TS-Longitud de jurel, ajustada a una ecuación logarítmica según:

$$\overline{TS} = m \times \log(\overline{L}) + b$$

Donde “m” y “b” son constantes de la relación establecida, siendo “m” la pendiente que tiende a variar en torno a 20, valor que frecuentemente se adopta por convención, permitiendo de este modo comparar fácilmente las diferentes ecuaciones ajustadas a través de la comparación del intercepto, denominado “b20”.

Finalmente, el coeficiente de eco integración en número ( $c_n$ ) se calculó para cada talla<sub>k</sub> según:

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

### 6.2.5 Identificación de especies.

La identificación de especies en los ecorregistros acústicos se realizó mediante dos métodos. El primero consiste en el análisis de los ecorregistros, éste consideró el comportamiento de los peces y el coeficiente volumétrico de dispersión (Sv), aplicado de acuerdo a la formulación dada por SIMRAD y la metodología desarrollada por la Unidad de Acústica del IFOP (Guzmán *et al.*, 1983). El segundo corresponde a la interpretación de ecogramas en conjunto con los resultados de pesca con red de mediagua.



Se debe destacar que en caso de jurel sus capturas son pr3cticamente mono espec3fica, presentando este recurso una escasa fauna asociada.

**a) M3todo ac3stico (Guzm3n *et al.*, 1983)**

Este m3todo considera el an3lisis de la forma geom3trica de los card3menes y su relaci3n con la se1al ac3stica, seg3n:

$$S_v = C_s \frac{V^2}{L_m D_m}$$

donde:

- $S_v$  : Coeficiente volum3trico de dispersi3n promedio de la agregaci3n.
- $C_s$  : Constante de calibraci3n electr3nica del eco integrador que en el caso de EK-60 se incluye en la salida del equipo ( $V^2$ ), mediante la calibraci3n con blanco est3ndar de cobre.
- $V^2$  : Voltaje de salida del eco integrador
- $L_m$  : Longitud de la agregaci3n media en el ecograma (m).
- $D_m$  : Altura media de la se1al remitida por la agregaci3n (m).

**b) Pesca de identificaci3n.**

A objeto de validar la identificaci3n efectuada mediante el examen de los ecogramas y m3todo ac3stico, y establecer el grado de mezcla 3ntr espec3fico, en los sectores con presencia de agregaciones se realizaron lances de pesca con una red de arrastre a media agua de cuatro paneles de dise1o ENGEL. (**Figura 4**) Esta red es de 139 m de largo, con copo y 26 malla de circunferencia en la boca, tama1o de malla estirada en las alas y cielo de 8 m, disminuyendo



progresivamente hasta 50 mm en el túnel y copo, con portalones tipo Suberkrub de 4.5 m<sup>2</sup> de área y 750 Kg de peso en el agua.

La información de la profundidad de trabajo de la red y su comportamiento durante el lances de pesca, fue registrado mediante la instalación de un net sounder FURUNO al centro de la relinga superior de la red.

De las respectivas capturas se determinaron los aportes porcentuales de cada especie y la estructura de tallas y pesos de las especies dominantes, con especial énfasis en jurel, aplicándose a las lecturas acústicas en las IBM cercanas a los lugares en que se realizaron las pescas (Simmonds *et al.*, 1992).

#### **6.2.6 Procesamiento de la Información acústica.**

La información acústica corresponde al valor de densidad promedio, expresado en energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada (Sa), y los valores de intensidad de blanco (TS) detectado dentro de los límites de integración del intervalo básico de muestreo (IBM), que es el criterio para discretizar la información acústica. La distribución espacial del jurel en el área prospectada, se presenta como una carta de contorno, en donde éstos representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo de esta manera destacar las áreas de mayor concentración de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005).

La carta de distribución espacial de jurel, se confeccionó mediante el uso del programa SURFER (versión 8.0), utilizando para la interpolación el método de la distancia inversa al cuadrado. La información fue clasificada de acuerdo a la escala de categorías descritas en la **Tabla 1**.



**Tabla 1**  
Agregaci3n de jurel por categorías de densidad.

<b>Categorías</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 batimétrica 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 así como su nivel de densidad acústica, agrupando posteriormente esta informaci3n en intervalo de 10 metros de profundidad para los distintos niveles de densidad registrado (categorías I, II, III, IV) establecidos en la **Tabla 1**. Los resultados para las distintas categorías, así como el total de las agregaciones de jurel detectadas en la zona de estudio, se presentan en gr3ficos o histogramas.

Los mapas de distribuci3n espacial se confeccionaron realizando una interpolaci3n con el m3todo de la distancia inversa al cuadrado entre las unidades b3sicas de muestreo y transectas cercanas, trazando línneas de isodensidad de acuerdo a las categorías seálaladas anteriormente.

### **6.2.7 Análisis de la informaci3n.**

Con el fin de establecer indicadores del grado de agregaci3n relativo de jurel, se utilizaron los índices de presencia (IC), densidad (ID) e índice de Pennington. En tanto la caracterizaci3n de las estructuras espaciales se realiz3 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 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:

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

donde,

$S_a$  : es la densidad promedio por IBM,

$C_s$  : constante de transformación ( $t/mn^2/S_a$ )

En tanto, el estadístico 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
- $G_m r$  : Funci3n 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) Descripci3n de estructuras espaciales.

Las caracteristicas de las agregaciones de jurel, se determinaron mediante la construcci3n de correlogramas, lo cual permite visualizar y cuantificar la existencia de



macroestructuras en datos ac3sticos (Barbieri, 1981; Barbieri y C3rdova, 1986, C3rdova *et al.*, 1995). El correlograma es determinado mediante la expresi3n:

$$R_0 = \frac{n_i \times \sum_{i=1}^{n-k} (Y_{ji} - \bar{Y}_i)(Y_{j_{i+1}} - \bar{Y}_i)}{(n_i - k) \sum_{i=1}^{n_i} (Y_{ji} - \bar{Y}_i)^2}$$

donde,

- k : orden de autocorrelaci3n
- $Y_{ij}$  : densidad j-3sima de la transecta i-3sima
- $Y_i$  : densidad media de la transecta i-3sima
- $n_i$  : n3mero de IBM en la transecta i-3sima
- n : n3mero total de observaciones

### c) 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 Rivoirar (1992) y Petitgas (1993). Procedimiento actualmente aplicado desde 1995, en las evaluaciones hidroac3sticas de recursos pel3gicos zona norte (Castillo *et al.*, 1995 **2008**), y merluzas por Lillo *et al.*, 1995 y 2008.

El variograma est3 dado por:

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

donde,

- $z$  : densidad de peces en unidad de Sa,
- $x$  : vector de posici3n de la medici3n de la IBM
- $y_h$  : vector de magnitud h o distancia entre la posici3n de z (h) a z (h+1)



### **6.3 Objetivo espec3fico 2.2. Determinar la abundancia (en n3mero) y biomasa total (en peso) del recurso jurel en el 3rea de estudio**

#### **6.3.1 Estructura de talla.**

Con el fin de efectuar la estimaci3n de abundancia en n3mero y biomasa en peso para jurel en la zona de estudio, se analizaron las estructuras de tallas obtenidas en los lances del B/C "Abate Molina, con el fin de establecer la existencia de diferencia estad3sticas significativas que determinar una estratificaci3n de la informaci3n y posterior calculo de la abundancia y biomasa.

Las distintas estructuras de tallas fueron testeadas mediante la aplicaci3n del m3todo D3cima de Hip3tesis Generalizada (DHG) el que compara mediante el  $X^2$ , la homogeneidad en las distribuciones de tallas (Miranda 1999).

La d3cima para comparar la igualdad de la distribuci3n o estructura de tallas obtenida de los muestreos, con la distribuci3n o estructura de tallas combinadas, puede ser planteada a partir de la siguiente hip3tesis nula a probar:

**H<sub>0</sub> : La estructura de tallas de todos y cada uno de los muestreos es igual a la estructura de tallas combinadas,**

es decir:

$$H_0 : \hat{P}_{ki} = P_{pk};$$

Para todo  $i: 1,2,\dots,r$  ;  $k = 1,2,\dots,K$ .



Como se indicara la estadística de prueba a utilizar, se basa en la distribución  $\chi^2$  y está dada por la expresión indicada a continuación:

$$X_i^2 = \sum_{k=1}^k \frac{[n_{ik} - n_i P_{pk}]^2}{n_i P_{pk}}$$

$$i = 1, 2, \dots, r$$

Estadística que se distribuye como una distribución  $\chi^2_{(k-1)}$

La estructura de la dócima de Heterogeneidad Generalizada, en su versión generalizada está dada como sigue:

$$H_0 : P_{pk} = P_{pk};$$

para todo  $i$ ;

$i: 1, 2, \dots, r.$

$$H_1 : P_{ki} \neq P_{pk}$$

para todo  $i$ ;

$i: 1, 2, \dots, r.$

La estadística de prueba, Estadística Resultante Generalizada de Heterogeneidad está dada por la relación siguiente:

$$X_{RH}^2 = \sum_{i=1}^r X_{i(k-1)}^2 - X_p^2$$

donde,



$$X_{RH}^2 \approx X_{((r-1)-(k-1))}^2$$

$$X_p^2 = \sum_{i=1}^{\gamma} \frac{[n_k - n_k P_k]^2}{n_k P_k}$$

$$n_i = \sum_{k=1}^k n_{ik}$$

Criterio de decisi3n respecto de la hip3tesis nula  $H_0$

La hip3tesis nula ser3 rechazada si el valor observado de  $x_{RH}^2 > x_{c(r-1)(k-1)}^2$  a un nivel de significaci3n previamente definido

### 6.3.2 Estimaci3n de la abundancia en n3mero y biomasa en peso total y a la talla.

La abundancia y biomasa total de jurel ser3 estimada seg3n:

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

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

Los estimadores de la abundancia y biomasa por clase de tallas est3n dada respectivamente por:

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

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



Donde:

- $\hat{A}_k$  : abundancia a la talla k en número.  
 $a$  : área de distribución del recurso en millas náuticas cuadradas ( $mn^2$ ).  
 $\hat{C}_{nk}$  : factor o coeficiente de eco integración a la talla k ( $n/mn^2/S_a$ )  
 $\bar{w}_{kj}$  : peso promedio a la talla k, expresado en toneladas (t).  
 $\hat{A}_T$  : abundancia total en número.  
 $\hat{B}_T$  : biomasa total en toneladas (t).  
 $\hat{R}_k$  : razón de lecturas acústicas ( $S_a$ ) por I. B. M. a la talla k.

Siendo,

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

Donde, la estructura de tallas  $\hat{P}_k$  se estimó mediante la siguiente expresión:

$$\hat{P}_k = \sum_{i=1}^m \frac{C_i t_i S_{a_i}}{C t S_a} \hat{P}_{ik}$$

$$C T S_a = \sum_{i=1}^m C_i t_i S_{a_i} ,$$

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

Siendo,

- $i$  : indica el lance de pesca  
 $k$  : indica la clase de talla  
 $S_{a_i}$  : densidad acústica del intervalo básico de muestreo (I.B.M.) en el entorno del lance “ $i$ ”



- $C_i$  : captura en n3mero obtenidos en el lance de pesca "i".
- $t_i$  : tiempo de arrastre del lance "i".
- $n_i$  : muestra de ejemplares del lance "i".
- $n_{ik}$  : ejemplares de talla "k" en el lance "i".
- $m$  : n3mero de lances efectuados en el 3rea (a) o de pesca.
- $\hat{P}_k$  : frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca realizados en el 3rea (a).

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

El 3rea de distribuci3n de los recursos se determin3 delimitando los contornos de la distribuci3n, resultando en una figura geom3trica georeferenciada, realiz3ndose el c3lculo seg3n:

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

Donde:

$L_0$  y  $L^1$  : l3mites en latitud, referidas a millas n3uticas

$g_0$  y  $g_1$  : l3mites en longitud, referida a millas n3uticas, corregida por ortodr3mica.

$\Phi(L, g)$  : Funci3n geom3trica del 3rea que encierra a la distribuci3n del recurso.

Las 3reas se determinaron mediante programas de sistema de informaci3n georreferencias (SIG), en atenci3n a que ellos incorporan correcciones a la longitud que permiten determinar con un alto grado de exactitud las 3reas de distribuci3n espacial del recurso, al incluir en sus procesamientos de c3lculo de 3rea trigonometr3a esf3rica, eliminando errores que puedan generarse, al considerar que la extensi3n en longitud de las 3rea se corresponde con las loxodr3micas.



Los estimadores de raz3n ( $\hat{R}$ ) considerados fueron.

- **Hansen y Wolter**

El estimador de raz3n de Hansen y Wolter y que denotaremos por ( $\hat{R}_1$ ) de las lecturas ac3sticas 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 3rea de estudio.
- $X_i$  : densidad de la transecta  $i$ -esima.
- $Y_i$  : n3mero de I.B.M. en la transecta  $i$ -esima.

- **Bootstrap**

El estimador de  $\hat{R}$  seg3n el m3todo Bootstrap se calcula seg3n (Robotham y Castillo, 1990):

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

Siendo  $\hat{R}_j$  un estimador de raz3n obtenido de la  $j$ -esima iteraci3n de muestra de tama3o " $n$ " seleccionada, con reposici3n, 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 geometr3a del 3rea de distribuci3n del recurso y estima su densidad ( $Z$ ), que es equivalente a la raz3n  $\hat{R}$ , solo en dicha 3rea ( $V$ ) mediante la expresi3n:

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

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 3rea de influencia, el estimador de  $Z_v$  se calcula como la media aritm3tica de los datos de  $S_a$  por intervalo b3sico de muestreo.

Las lecturas ac3sticas del eco integrador por I.B.M corresponde a la expresi3n:

$$S_a = 4 \pi S_v R_0^2 (1.852 m / mn^2)$$

donde,

$S_v$  : coeficiente volum3trico de dispersi3n promedio ( $m^2/m^2$ ).

$R_0$  : profundidad de referencia del blanco (m).

$r_1, r_2$  : l3mites de profundidad superior e inferior de la eco integraci3n.

1.852 : factor de transformaci3n de m a mn.



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

- **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 le3dos corresponden a una submuestra aleatoria obtenida del total de otolitos recolectados en el crucero. El tama1o de la muestra se estableci3 mediante un procedimiento estad3stico que considera entre otras cosas, la zona de estudio, las clases de tallas y los grupos de edad presentes. Esto permite asegurar la representatividad que debe tener la submuestra analizada de la estructura de la poblaci3n.

- **Elaboraci3n 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), seg1n la longitud de los peces observados, calculando adem3s 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 seg1n la expresi3n:

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

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
- $n_{ij}$  : n3mero de individuos de edad "i" con longitud "j"
- $n_j$  : n3mero total de individuos de longitud j.

- **Expansi3n de la abundancia a los grupos de edad**

La abundancia por grupos de edad se obtiene empleando b3sicamente:

$$\hat{N}_j = (f_j / \sum_j^n f_j) \hat{N}_t$$

$$\hat{N}_{ij} = q_{ij} \hat{N}_j$$

$$\hat{N}_i = \sum \hat{N}_{ij}$$

donde:

- $\hat{N}_t$  : n3mero total de individuos estimado por ac3stica.
- $\hat{N}_j$  : n3mero estimado de individuos a la longitud "j"
- $\hat{N}_{ij}$  : n3mero estimado de longitud "j" que pertenecen a la edad "i"
- $\hat{N}_i$  : n3mero estimado de individuos a la edad "i"
- $f_j$  : Frecuencia de individuos a la longitud "j" de la estructura de talla total.

Haciendo referencia de  $N_i$  con respecto a  $N_t$ , se obtiene la proporci3n con que participa cada GE en la abundancia num3rica total estimada por el m3todo hidroac3stico.



### 6.3.4 Estimaci3n de la varianza para abundancia en n3mero y biomasa en peso.

La varianza de la abundancia ser3 estimada mediante el siguiente estimador:

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

En tanto la varianza de la biomasa ser3 obtenida a trav3s 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 “ $\hat{R}_k$ ” ser3 estimada mediante,

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

Por su parte, la varianza del estimador del par3metro “ $P_k$ ” es obtenida mediante el estimador dado por la siguiente expresi3n:

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

Donde,

- $i$  : denota el lance  $i = 1, 2, \dots, m$
- $M$  : n3mero de lances que pueden ser realizados en el 3rea
- $m$  : muestra de lances realizados en el 3rea
- $N_i$  : ejemplares en el lance “ $i$ ”,  $i = 1, 2, \dots, m$
- $n_i$  : muestra de ejemplares medidos en el lance “ $i$ ”,  $i = 1, 2, \dots, m$



$$CtSa_i = C_i t_i Sa_i$$

$$\bar{Ct} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m C_i t_i Sa_i$$

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

La varianza del factor o coeficiente de eco-integraci3n en n3mero " $\hat{C}_{nk}$ " se estimada seg3n:

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

Donde,

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

Siendo,

$\alpha$  y  $\beta$  : coeficientes de la regresi3n fuerza de blanco y longitud, " $\bar{TS}$ ".

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

Para los dise1os sistem3ticos como el propuesto en esta evaluaci3n, donde se considera un 3nico punto de arranque para la muestra, no es posible obtener un estimador de varianza que sea insesgado ni consistente. Luego, considerando que hay un amplio conjunto de estimadores aproximados que pueden ser usados con resultados razonablemente buenos, particularmente cuando la poblaci3n en estudio no presenta periodicidad en relaci3n a la selecci3n de la muestra sistem3tica, se obtendr3n al menos tres estimadores alternativos para la varianza de la raz3n.



– **Conglomerado de tamaños desiguales (Hansen et al., 1954)**

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

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:

$$\hat{B} \pm t_{1-\alpha/2} \times \hat{A} \times \sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})}$$

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

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

donde:

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



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

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

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

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

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

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

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.

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 funci3n inversa de la distribuci3n 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), quien aplica principios de geoestadística a la estimación de varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

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

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

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

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

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

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  $\bar{\gamma}(V, V)$ ; de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para  $\bar{\gamma}(S, S)$  y de la posición de la red de muestreo en el campo para  $\bar{\gamma}(S, V)$  (Petitgas y Prampart, 1993).



### 6.3.5 Varianza de la abundancia a la edad (Southward, 1976).

La varianza de la abundancia a la edad se determino a partir de:

$$\hat{N}_i = \hat{N}_t \times \hat{P}_i$$

donde,  $\hat{N}_t$  es el número total de peces estimados por la evaluación acústica, y:

$$\hat{P}_i = \sum_{j=1}^L l_j q_{ij}$$

donde,  $l_j$  es la proporción de peces que pertenecen al estrato de longitud "j" y

$L$  es número de estratos de longitud

Luego, la varianza de  $\hat{P}_i$  y  $\hat{N}_i$  son:

$$\hat{V}(\hat{P}_i) = \sum_{j=i}^L \left( \frac{l_j^2 q_{ij} (1 - q_{ij})}{n_j - 1} + \frac{l_j (q_{ij} - \hat{P}_i)^2}{\hat{N}_t} \right)$$

$$\hat{V}(\hat{N}_i) = \hat{P}_i^2 \hat{V}(\hat{N}_t) + \hat{N}_t^2 \hat{V}(\hat{P}_i) - \hat{V}(\hat{N}_t) \hat{V}(\hat{P}_i)$$

El primer término de la expresión entre paréntesis corresponde a la varianza dentro de los estratos de longitud y el segundo a la varianza entre los estratos de longitud.



### 6.3.6 Medida de precisi3n del estimado.

Con el objeto de disponer de una medida de la precisi3n alcanzada en el estimado de biomasa, se utilizar3 el coeficiente de variaci3n y el porcentaje de error del estimado.

#### a) Coeficiente de variaci3n (Cv)

$$Cv = \frac{\sqrt{\hat{V}_{\bar{x}}}}{\bar{x}}$$

donde:

$\hat{V}_{\bar{x}}$  : varianza de la media

$\bar{x}$  : 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)

$t$  : t de student

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



## **6.4 Objetivo espec3fico 2.3. Determinar la distribuci3n del zooplancton en el 3rea y per3odo de estudio, con especial 3nfasis en los euf3usidos.**

### **6.4.1 Colecta de informaci3n.**

Las estaciones planct3nicas se realizaron sobre el track de navegaci3n ac3stico a 1, 5, 10, 20, 40, 70, 100 130, 170 y 200 mn de la costa en la zona comprendida entre las 5 y 200 millas.

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 calibraci3n de los fluj3metros utilizados durante el crucero, se realiz3 de acuerdo a la metodolog3a propuesta por Smith y Richardson (1979) y metodolog3a est3ndar del Instituto Nacional de Hidr3ulica de Chile, determinado las siguientes ecuaciones de calibraci3n:

- **B/C “Abate Molina” (TSK 6079):**

$$V = 0,1531 \times N - 0,0135$$

Donde V corresponde a la velocidad de arrastre de la red expresada en m/seg, N al n3mero de revoluciones por segundo registrada en el fluj3metro y las constantes a y b son los coeficientes obtenidos del ajuste de una regresi3n lineal simple.



Se realizaron pescas planctónicas nocturnas a través de arrastres oblicuos, considerando una profundidad máxima de 210 m o 5 m sobre el fondo, en tanto que, para las pescas diurnas se consideró información de tipo complementaria, como es la profundidad de la capa de dispersión profunda que proporciona los equipos Simrad EK-60.

Las pescas planctónicas se realizaron calando la red a una velocidad aproximada de 0,3 m/s e izándola a 0,8 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 mediante la medición periódica cada 10 m, del ángulo del cable a través de un clinómetro manual.

#### **6.4.2 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 ejemplares.

En el laboratorio y para los análisis cualitativo y cuantitativo del zooplancton se emplearon microscopios estereoscópicos, marca Nikon y Zeis con aumentos de 8 a 50 veces. Para cada grupo zooplanctónico presente se cuantificó su abundancia. El



conteo de los organismos poco abundantes se realiz3 sobre la muestra total, principalmente cuando se trat3 de la presencia del grupo de los euf3usidos, por ser un ítem importante en la alimentaci3n de jurel en la zona de estudio. En la cuantificaci3n de aquellos zooplancteres cuyas densidades fueron muy grandes, se utiliz3 para su subdivisi3n el submuestreador Folsom (Smith y Richardson, 1979; Boltovskoy, 1981 y Griffiths *et al.*, 1984).

La fracci3n de la muestra subdividida sobre la cual se realiz3 el recuento y clasificaci3n de los organismos, fue extrapolada posteriormente al total de la muestra analizada. La abundancia o densidad del zooplancton cuantificado fue estandarizada y expresada en n3mero de individuos presentes en 1.000 m<sup>3</sup> de agua de mar filtrada, su representaci3n gr3fica se realiz3 en base a la escala métrica log<sup>2</sup> que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes (Frontier, 1980), así como el software ad hoc SURFER 8.0.

En el análisis se determinaron los organismos zooplanct3nicos más abundantes en términos numéricos (frecuencia de ocurrencia y dominancia numérica), dando especial énfasis al grupo de los euf3usidos y los grupos que han sido componentes importantes del plancton a través del tiempo.

La separaci3n de las muestras consider3 el período entre 8:00 – 20:30 como diurno y entre las 20:31 – 7:59 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 prob3 mediante el análisis no-paramétrico de Kruskal-Wallis, a un nivel de confianza del 95 %.

Los grupos zooplanct3nicos se clasificaron en base al ordenamiento sistemático formulado por Bougis (1974) y Barnes (1986), utilizando como ayuda descriptiva para



la determinaci3n de los grupos los trabajos de Newell *et al.*, (1966), Vidal (1968), Arcos (1975), Boltovskoy (1981) y Palma y Kaiser (1993).

EL an3lisis consider3 la constancia num3rica o frecuencia de ocurrencia medida como la relaci3n porcentual entre el n3mero de muestras con presencia del grupo y las muestras totales, as3 como la dominancia num3rica de los grupos que expresa la relaci3n del n3mero de ejemplares de un grupo respecto al total de individuos capturados en la zona de estudio,

En este estudio se entender3 como; Abundancia relativa, al n3mero 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 n3mero total de estaciones y Densidad, al n3mero de individuos bajo una unidad de volumen (/1000 m<sup>3</sup>).

En el an3lisis de las comunidades zooplanctonica se utilizaron 3ndices de riqueza de especie (Margalef), diversidad (Shannon & Weaver), uniformidad (Pielou y Sheldon) y similitud (Winer), descritos en Ludwing & Reynolds, 1988, los cuales han sido utilizados anteriormente en este estudio, permitiendo el an3lisis comparativo de sus resultados.

**a) 3ndice de riqueza de Margalef (Ludwing & Reynold, 1988)**

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

donde,

*S* : n3mero total de especies presentes en la muestra

*n* : n3mero total de individuos de todas las especies presentes en la muestra



Este 3ndice toma el valor de 0, si y s3lo si, el n3mero de especies en la muestra es 1. Su valor ser3 m3ximo mientras mayor sea el n3mero de especies totales de la muestra.

**b) 3ndice diversidad Shannon & Weaver (Luwing & Reynolds, 1988)**

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

donde,

$p_i$  : abundancia proporcional

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

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

**c) 3ndice diversidad de Hill (Luwing & Reynolds, 1988)**

$$N1 = e^{H'}$$

donde,

$H'$  : 3ndice de Shannon & Weaver

El 3ndice de Hill fluct3a entre 1 y un valor m3ximo, que depende del valor m3ximo del 3ndice  $H'$ . En general, representa el n3mero de especies en la comunidad y se interpreta como el n3mero m3nimo de especies de igual abundancia que entregan un valor similar del 3ndice de diversidad  $H'$ .



**d) Índice de uniformidad de Pielou (Ludwing & Reynolds, 1988)**

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

donde,

$H'$  : índice de Shannon & Weaver

$S$  : número total de especies presentes en la muestra

**e) Índice de uniformidad Sheldon (Ludwing & Reynolds, 1988)**

$$E2 = \frac{e^{H'}}{S}$$

donde,

$H'$  : índice de Shannon & Weaver

$S$  : número total de especies presentes en la muestra

Estos índices se mueven en un rango de valores de 0 a 1. Tienden a cero cuando las abundancias relativas de las especies divergen de la uniformidad y existe una máxima dominancia de una especie o grupo. Tienden a 1 cuando todas las especies en una muestra son igualmente abundantes, aportan de igual forma a la diversidad de la muestra, indicando una máxima uniformidad.

**f) Índice similitud Winer (Saiz, 1980)**

Este índice permite agrupar a los individuos de acuerdo a su coexistencia, trabaja con el grado de asociaci3n entre las especies o grupos en el par de muestras (A, B) que se est3 analizando. Tiene un dominio entre 0 y 1, el valor 0 indica que el par de



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

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

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.

#### **g) Comparación de estructuras zooplanctónicas**

A objeto de comparar las distribuciones zooplactónicas 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 zooplactónicas 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 dicot3micas, denominada regresi3n log3stica nominal (Dobson, 2002). Modelo que se utiliza cuando no existe un orden natural en las categor3as de la variable respuesta, como ocurre para las estructuras zooplact3nicas. Una categor3a se elige arbitrariamente como la categor3a de referencia y las funciones de enlace est3n definidas por,

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

donde,

- $\pi_j$  : representa la proporci3n de la j-3sima especie.
- $\beta_j$  : vector de par3metros asociados a la j-3sima especie
- $X_j$  : vector de covariables

Las ecuaciones logitos (j-1) se utilizan simult3neamente para estimar los par3metros  $\beta_j$ .

Esta generalizaci3n permite el uso de todas las herramientas de la inferencia existente para estos tipos de modelos, utilizando la distribuci3n muestral aproximada del estimador m3ximo veros3mil para el contraste de hip3tesis.

#### **6.4.3 Biomasa zooplanct3nica total.**

La medici3n de los bio-v3lúmenes como medida estimativa de la biomasa zooplanct3nica total, se realiz3 con posterioridad a la determinaci3n cuantitativa y taxon3mica del zooplancton, emple3ndose el m3todo de desplazamiento de v3lúmenes húmedos (Postel *et al.*, 2000). El volumen zooplanct3nico fue determinado dos veces en cada muestra, promediando la medici3n de ambas para el



resultado final. Se excluyeron de la medici3n los organismos cuyo volumen super3 los 5 ml.

La abundancia relativa de la biomasa zooplanct3nica se calcul3 mediante la siguiente ecuaci3n:

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

donde:

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

## **6.5 Objetivo espec3fico 2.4. Determinar la composici3n de los principales 3tems alimentarios del jurel en el 3rea de estudio.**

### **6.5.1 Colecta de las muestras.**

Los est3magos se obtuvieron a partir de los muestreos biol3gicos con ejemplares recolectados en los lances de pesca, realizados por el B/C Abate Molina y en los muestreos a bordo de los PAM Trueno I, Tornado, Salm3n y Claudia Alejandra durante la ejecuci3n del crucero de evaluaci3n en la zona de estudio.

### **6.5.2 An3lisis de la informaci3n**

El an3lisis del contenido estomacal de jurel se efectu3 en los laboratorios de la Universidad Cat3lica de Valpara3so, y consider3 la identificaci3n de los 3tems presa al nivel taxon3mico m3s bajo posible, seg3n su estado de digesti3n. El an3lisis del bolo



alimenticio fue efectuado utilizando los m3todo gravimetrico, num3rico y de frecuencia de ocurrencia (Hyslop, 1980)

La importancia relativa de cada tax3n de presa en la dieta de jurel se analizo mediante los siguientes 3ndices:

**a) 3ndice de Importancia Relativa.**

La importancia relativa de cada tax3n de presa se obtuvo mediante un 3ndice combinado, denominado 3ndice de Importancia Relativa estandarizado a 100% (%IIR) propuesto por Cort3s (1997), el cual es una modificaci3n al IIR descrito por Pinkas *et al.*, 1971. Este IIR estandarizado presenta como principal ventaja el permitir y facilitar la comparaci3n entre estudios dietarios, estim3ndose como:

$$\% IIR = 100 \left( IIR_i / \sum_i^n IIR \right)$$

donde,

$$IIR_i = [(N_i \% + P_i \% ) \times F_i \% ]$$

- N* : porcentaje en n3mero: recuento de cada taxon de presa encontrado en los est3magos de la especie predador analizado
- P* : porcentaje en peso de cada taxon de presa, expresado en forma porcentual respecto del peso total de todos los taxa de presa
- F* : porcentaje de la frecuencia de aparici3n de cada tax3n presa, expresado en forma porcentual
- i* : 3tem presa  $i = 1, 2, \dots, n$ .



## b) Índice de estrategia alimentaria.

Tambi3n se exploró con otros indicadores alimentarios relacionados con aspectos ecol3gicos, a fin de definir si en su alimentaci3n es especialista o generalista, considerando para ello la amplitud del nicho a trav3s del siguiente indicador (Amundsen *et al.*, 1996):

$$P_i = \left( \frac{\sum S_i}{\sum S_{ti}} \right) \times 100$$

Donde:

- $P_i$  : abundancia específica de la presa  $i$ .  
 $S_i$  : contenido estomacal (peso) compuesto por la presa  $i$ .  
 $S_{ti}$  : contenido total de los est3magos en que la presa  $i$  estuvo presente.

Este índice permite reconocer la estrategia alimentaria de un depredador, al asociarse la alta diversidad en su dieta a un carácter generalista, mientras que una baja diversidad representa una estrategia alimentaria especialista o restringida.

## c) Índice de Selectividad de Presas por Tamaño

El tamaño de las presas se determinó por medio del índice de selectividad de presas por tamaño, ISU, utilizado, por Ursin (1973)

$$U = \ln\left(\frac{w_i}{w_j}\right)$$

donde:  $w_i$  es el peso del depredador  $i$ ;  $w_j$  es el peso del tax3n de presa  $j$  en el contenido estomacal de  $i$ . En este sentido, se considera que el valor promedio del índice ISU representa el tamaño medio entre predador y sus presas, y que la desviaci3n est3ndar es una medida relativa de selectividad, siendo inversamente proporcional a esta (Arancibia, H. 2002).



## **6.6 Objetivo específico 2.5. Determinar la fauna acompañante y su importancia relativa en los lances de pesca de identificación.**

Para la determinación de la fauna acompañante y sus proporciones en la pesca de identificación, se aplicó la siguiente metodología.

### **6.6.1 Pesca de identificación.**

La unidad de muestreo fue el lance de pesca, el cual fue realizado en el B/C Abate Molina a través del arrastre a mediagua de redes de cuatro paneles, con un forro interior de mallas 3,9 a 4,5 cm, a fin de asegurar la retención de ejemplares de talla menores, lo cual fue corroborado previo al inicio de crucero (**Figura 4**). En cada lance de pesca se estimó la captura en peso y número obtenida para el total y por especie, para lo cual se utilizó una relación volumen/peso conocida o el pesaje individual cuando fue posible. Procedimiento que también fue aplicado en los muestreos complementarios realizados a bordo de naves de cerco durante el periodo de ejecución de este estudio.

### **6.6.2 Muestreo a las capturas de lances de mediagua y cerco.**

#### **Reconocimiento y proporción**

Para determinar la fauna acompañante y sus proporciones en la pesca de identificación, se procedió a separar por especie todos los ejemplares presentes en la captura del lance, efectuando este procedimiento sobre una muestra cuando la captura supero los 300Kg. Se registró en cada uno de ellos su peso y longitud total o de horquilla según fue el caso y la longitud cefalotorácica en el caso de crustáceos.



La identificación se efectuó a través de uso de antecedentes bibliográficos (Pequeño 1971, Retamal 1981, Lamilla 1986, Ojeda y Avilés 1987, Pequeño y D'Ottone 1987, Meléndez y Meneses 1989, Kong y Meléndez 1991, Hulley, 1984, y Krefst, 1984). Cuando la identificación no fue posible a bordo, se tomaron fotografías y el espécimen se conservó en formalina al 10 % con la información correspondiente para su posterior identificación en tierra.

La estimación de la captura de cada especie en peso, se obtuvo mediante la aplicación del cociente entre el peso de la especie y peso total de la muestra, al estimado de captura total.

Proporción en peso:

$$\hat{P}_{sw} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} w_{si}}{\sum_{i=1}^{i=n} w_i}$$

$$\hat{V}'(\hat{P}_{sw}) = \frac{1}{n} \frac{1}{\bar{w}^2} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} (w_{si} - \hat{P}_{sw} \times w_i)^2 \approx \frac{1}{n-1} \hat{P}_{sw} (1 - \hat{P}_{sw})$$

donde,

- $w_{si}$  : peso del ejemplar "i" de la especie "s" en la muestra
- $w_i$  : peso del total de especie en la muestra
- $n$  : tamaño de muestra de los ejemplares en peso
- $\bar{w}$  : peso promedio para el total de especies

y donde la proporción en peso de la fauna acompañante para el lance tiene la misma estructura



Proporción en número:

$$\hat{P}_s = \frac{n_s}{n}$$

$$\hat{V}'(\hat{P}_s) = \frac{1}{n-1} \hat{P}_s (1 - \hat{P}_s)$$

donde,

$n_s$  : número total de ejemplares de la especie “s” en la muestra

$n$  : tamaño de muestra de los ejemplares en número

### **Muestreo de longitud**

El muestreo de longitud se efectuó sobre una muestra de 100 ejemplares de jurel elegidos al azar, si el volumen de la muestra lo permite. Cada uno de los ejemplares se mide y clasifica por categoría de tamaños cada un centímetro, utilizando para tal efecto un lctiometro. Posteriormente, en cada categoría de tamaño, los ejemplares se clasifican por sexo (machos, hembras e indeterminados).

### **Muestreo biológico, otolitos y estómagos**

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 gónada, sexo y estado de madurez. Además se extraen otolitos y se recolectan estómagos. Todas las medidas se registran en formularios de muestreo biológico, otolito y estómago. En este sentido las muestras de estómagos y material biológico que se considere importante se preservan para su análisis en laboratorio en tierra, fijando en una solución diluida de 3 a 1 de formalina (folmaldehído 37%) en 30 lts de agua de mar y 2,5 g de boráx en polvo.



### **Relación longitud–peso.**

La estructura de pesos se determina utilizando los pesos por tallas provenientes del muestreo biológico. Para analizar la relación entre la longitud y el peso de jurel, se considera el análisis de regresión lineal simple linearizado. Este modelo estima los parámetros de la curva mediante mínimos cuadrados ordinarios. Considerando que la variable peso se relaciona con la variable longitud a través de una relación potencial, para ajustar la regresión se utiliza una transformación logarítmica, según el modelo:

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

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

Donde  $y$  es el peso de los ejemplares y  $x$  corresponde a la longitud de los individuos,  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son los parámetros del modelo, siendo el primero el intercepto o la constante, y el segundo la pendiente o coeficiente de regresión, que en términos biológicos corresponde al índice o tasa de crecimiento relativo.

### **6.6.3 Análisis de las capturas.**

La información de las distintas especies capturadas fue ordenada de manera decreciente, según su contribución a la captura total, para posteriormente estimar la importancia relativa (porcentaje en peso) de las especies capturadas en la prospección. A partir de esta información complementada con los datos registrados entre 2006 y 2007, se realizó un análisis de clusters mediante el uso de dendogramas, para lo cual se transformo la captura de cada especie en una variable binaria, generando una matriz dicotómica de ausencia /presencia para cada una de especies por año.



## **6.7 Objetivo espec3fico 2.5. Determinar las condiciones oceanogr3ficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 3rea de estudio.**

A fin de determinar las condiciones oceanogr3ficas y su relaci3n con la distribuci3n y abundancia del jurel en el 3rea de estudio se aplic3 la siguiente metodolog3a.

### **6.7.1 Dise1o general de muestreo.**

Durante el crucero de investigaci3n se realizaron 16 transectas con estaciones dispuestas en forma perpendicular a la costa, con 10 estaciones de muestreo situadas a 1, 5, 10, 20, 40, 70, 100, 130, 170 y 200 mn de la costa.

En cada una de las estaciones oceanogr3ficas, se obtuvo registros verticales continuos de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu) y densidad ( $\sigma\text{-t}$ ), desde la superficie hasta un m3ximo de 600 m de profundidad. Para lo anterior, se utiliz3 un CTD Sea Bird modelo 19 operado en forma auto contenido, asi como un sistema de muestreo automatico con 12 botellas Niskin de 5 litros de capacidad operado a tiempo real.

En la zona de estudio, tambi3n se colect3 muestras de agua a profundidades est3ndares de 0, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 300, 400 y 600 m para la evaluaci3n de la salinidad en laboratorio, informaci3n que permiti3 verificar el buen funcionamiento de la sonda oceanogr3fica utilizada en el estudio.

La **Tabla 2** resume el n3mero de estaciones de muestreo realizadas durante el crucero, de acuerdo a un agrupamiento bajo un criterio de proporcionalidad dentro del 3rea de estudio.



**Tabla 2.**  
Divisi3n operacional del 1rea de estudio.  
Los n1meros de estaciones oceanogr1ficas por sector.

Sector	L1mite Oeste (mn)	Estaciones de muestreo	Latitud Sur
Norte	200	37	18° 25 - 19° 40
Centro	200	50	20° 05 - 22° 10
Sur	200	60	22° 35 - 24° 40
Area Total	200	147	18° 25 - 24° 40

El 92% de las estaciones oceanogr1ficas programadas fueron efectivamente realizadas durante el crucero, y solo en 13 no fue posible evaluar todas las variables hidrogr1ficas, dada las condiciones s y principalmente el estado de mar (marejadas) no permitieron su realizaci3n por razones operativas y de seguridad de los operadores y equipos.

Por 1ltimo, la **Tabla 3** resume la posici3n de cada una de las 16 transectas realizadas durante el estudio y el n1mero de estaciones de muestreo.

**Tabla 3**  
Posici3n de transectas y n1mero de estaciones oceanogr1ficas en el muestreo regular.

Transectas	Latitud (°S)	N°Estaciones	Fecha	
			5-100 mn	101-200 mn
1	18°25'	10	30.11.08	29.11.08
2	18°50'	10	27.11.08	28.11.08
3	19°15'	7	27.11.08	
4	19°40'	10	25.11.08	24.11.08
5	20°05'	7	24.11.08	
6	20°30'	10	22.11.08	23.11.08
7	20°55'	6	21.11.08	18.11.08
8	21°20'	10	20.11.08	17.11.08
9	21°45'	8	19.11.08	16.11.08
10	22°10'	9	14.11.08	15.11.08
11	22°35'	10	13.11.08	12.11.08
12	23°00'	10	10.11.08	12.11.08
13	23°25'	10	09.11.08	08.11.08
14	23°50'	10	06.11.08	07.11.08
15	24°15'	10	05.10.08	04.11.08
16	24°40'	10	02.11.08	03.11.08



### 6.7.2 Análisis de las muestras y de la informaci3n.

La informaci3n del CTD (temperatura y salinidad) del crucero se proces3 de acuerdo a procedimientos est3ndares recomendados por el fabricante. Con los datos ya procesados se confeccionaron las cartas de distribuci3n superficial de las variables temperatura, salinidad y densidad a nivel superficial, 25, 50, 100, 200, y 400 m de profundidad.

A partir de los datos verticales se obtuvo informaci3n de la capa de mezcla (espesor), termoclina (espesor, profundidad-temperatura base, profundidad de la isoterma de 15°C, profundidad-promedio gradiente m3ximo)..

Los valores de salinidad se entregan en forma adimensional, siguiendo recomendaciones de UNESCO (1981); por conveniencia se anotan omitiendo el factor  $10^{-3}$  y se les asigna la unidad de psu. El c3lculo de la densidad fue realizado utilizando la ecuaci3n internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero & Poisson, 1981, UNESCO, 1981a, 1981b).

Para el nivel superficial se presentan valores de anomalía mensual de temperatura y salinidad, como tambi3n a nivel subsuperficial que corresponde al de profundidad de la isoterma de 15°C. Estos valores fueron obtenidos de los promedios mensuales (Reynolds, 1982; Blanco, 1996; Rojas y Silva, 1996) y que fueron actualizados por IFOP hasta el a3o 2002 seg3n la metodología indicada por Blanco *et al.* (2001).

Las masas y cuerpos de agua presentes en las secciones analizadas fueron identificados sobre la base de diagramas T-S, distribuciones de salinidad y valores l3mites (Silva & Konow (1975) y Silva & Neshiba (1979)). El porcentaje de participaci3n de las masas de agua en la mezcla, se calcularon mediante el m3todo del tri3ngulo de mezcla (Mamayev, 1975) y se representaron en forma gr3fica como



secciones verticales. Los valores tipo utilizados para las respectivas masas de aguas, fueron los indicados por Silva & Konow (1975).

La determinaci3n de la “condici3n de normalidad”, se realiz3 considerando los valores de anomalías de las variables temperatura (°C), salinidad (psu), profundidad de la isoterma de 15°C (m), y su respectiva desviaci3n estandar. En términos generales, la aparici3n de condiciones anómalas para la zona y período de estudio, est3 dada por valores de 1 desviaci3n estandar respecto del promedio hist3rico en cada variable, discutiéndose la causa de la anormalidad registrada.

### **6.7.3 Informaci3n meteorol3gica.**

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

En cada una de las estaciones oceanogr3ficas se registr3 informaci3n meteorol3gica de car3cter b3sico: temperatura del aire (bulbo seco y h3medo), presi3n atmosférica, intensidad y direcci3n del viento, tipo y cantidad de nubes, altura y direcci3n de las olas. Se utilizaron las normas, tablas y c3digos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991). Los datos de viento fueron registrados con un anem3metro fijo marca Osaka Nunotani Seiki, y los datos corresponden al valor predominante observado durante la ejecuci3n de la estaci3n. Durante la navegaci3n, se recopil3 tambi3n informaci3n del viento en forma horaria que corresponde al valor predominante observado.

A partir de la informaci3n de viento horaria se determin3 el índice de surgencia (IS) instant3neo (Bakun 1973, 1975 y 1987) y el índice de turbulencia (IT), que corresponde al cubo de la magnitud de la velocidad del viento (Bakun y Parrish 1982), se analiz3



además la estadística básica utilizando una rosa de vientos de 8 puntas (N, NE, E, SE, S, SO, O y E), analizando los vientos en el dominio de la frecuencia.

#### **6.7.4 Informaci3n satelital.**

Datos diarios del campo superficial de corrientes geotr3ficas fueron obtenidos del Centro de Datos de Oceanografía Satelital, Interpretaci3n, Validaci3n y Almacenamiento llamado AVISO (<http://www.jason.oceanobs.com>), con una resoluci3n espacial de  $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$  y temporal de cada un día, y distribuidos con un mes de desfase. Estos datos satelitales que son procesados combinando todos los satélites disponibles, usando una interpolaci3n optima que toma en cuenta errores a lo largo de la longitud de onda (Ducet *et al.*, 2000), proporciona mapas más realistas que mejoran la descripci3n de la variabilidad de meso-escala del océano. De esta informaci3n se obtuvo una imagen diaria de anomalías del nivel medio del mar relativa a la superficie (flechas) en 4 días representativos durante el desarrollo del crucero, 5, 10, 15 y 21 de noviembre 2007.

Asimismo, datos promedios semanales de TSM fueron obtenidos del programa “Ocean Color Web” para la distribuci3n de datos del satélite MODIS-Aqua (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>), con una resoluci3n espacial de  $4 \times 4$  km y resoluci3n temporal diaria. Sensores AVHRR a bordo del satélite permiten obtener la TSM de la primera capa del océano tanto de día como de noche.

También datos promedios semanales del campo vectorial superficial del viento del océano fueron obtenidos del satélite QuickSCAT Nivel 3, los que son recibidos, procesados y distribuidos por el Jet Propulsion Laboratory SeaWinds Project (<http://winds.jpl.nasa.gov/missions/quikscat/>). Un total de 4 imágenes promedio semanal fueron utilizadas en la caracterizaci3n del régimen de vientos presente en el área de estudio. Los promedios semanales corresponden a los períodos entre los



días 3 al 10 de noviembre, 10 al 17 de noviembre, 17 al 24 de noviembre y 24 de noviembre al 1 de diciembre de 2008.

Se recibieron y procesaron imágenes satelitales resolución espacial media (4 km) de color del mar para derivar la clorofila (cloas) integrada hasta el 20 % de penetración de la luz. Al igual que en la TSM, se consideraron imágenes satelitales promedio semanales, las cuales dan mejor cuenta de la distribución espacial y la concentración de las cloas. Esta información fue obtenida del sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) a bordo de los satélites Terra (EOS AM) y del Aqua (EOS PM). Los periodos semanales considerados corresponden a las fechas entre 31 de octubre y 7 noviembre, 8 al 15 de noviembre, 16 al 23 de noviembre y 24 de noviembre al 1 de diciembre de 2008.

Una limitante de esta información, al igual que las imágenes de TSM satelital, es que la disponibilidad de imágenes de clorofila también está condicionada por la nubosidad existente en la zona de estudio, ya que la forma de registro del sensor no realiza mediciones a través de las nubes.

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

Se efectuó un análisis espacial de la distribución y abundancia de jurel y las variables oceanográficas registradas a partir de la información generada en el crucero de prospección. La información comprende la prospección acústica con el valor de densidad del recurso y los registros de las estaciones bio-oceanográficas temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), y densidad ( $\sigma_t$ ), eufáusidos (individuos/1000m<sup>3</sup>) y capa de dispersión profunda (Sa).



### 6.7.5.1 Análisis cartográfico entre la distribución del jurel y las variables oceanográficas

#### Procesamiento de la informaci3n

Para cada variable, antes mencionadas, se generaron archivos vectoriales compatibles con los Sistemas de Informaci3n Geográfico IDRISI for Windows (Eastman, 1995) y TNTmips (Microimages, 1997). Para realizar una descripci3n espacial de las variables acústicas y bio-oceanográficas se configuraron imágenes 2D, en los diferentes planos horizontales indicados en la **Tabla 4**.

La generaci3n de imágenes implic3 realizar previamente la georreferenciaci3n de la costa y de la zona de estudio. Luego se crearon los archivos de vectores bases en formato SIG, los que contemplaron, para cada variable, la georreferencia con sus respectivos datos. Posteriormente, se realizaron las interpolaciones, a trav3s del método de Kriging, de dichos vectores.

**Tabla 4**  
Variables empleadas en el análisis cartográfico y tipo de datos

VARIABLES	TIPO DATOS	PLANOS HORIZONTALES POR RANGOS DE PROFUNDIDAD
Densidad del jurel (t/mn <sup>2</sup> )	Integrado	en tres planos: 1 <sup>a</sup> : superficie a 25 m 2 <sup>a</sup> : 26 a 50 m 3 <sup>a</sup> : 51 a 100 m
Temperatura (°C)	Puntual	en tres planos: 1 <sup>a</sup> : 1 m (superficial) 2 <sup>a</sup> : 25 m 3 <sup>a</sup> : 50 m
Salinidad (psu)	Puntual	en tres planos: 1 <sup>a</sup> : 1 m (superficial) 2 <sup>a</sup> : 25 m 3 <sup>a</sup> : 50 m
Densidad ( $\sigma_t$ )	Puntual	en tres planos: 1 <sup>a</sup> : 1 m (superficial) 2 <sup>a</sup> : 25 m 3 <sup>a</sup> : 50 m
Eufáusidos (individuos/1000 m <sup>3</sup> )	integrado en la columna de agua	
Capa de dispersi3n profunda (Sa)	Integrado	



Con el propósito de relacionar y superponer diferentes imágenes es necesario que éstas tengan la misma escala espacial, resolución y cobertura geográfica. Con el módulo RESAMPLE del SIG se generaron en rasters, imágenes que tenían la misma cantidad de filas y columnas. De esta manera se crearon cartografías en rasters de 360 columnas (en el sentido E-W) y 360 filas (en el sentido N-S).

Por último, para facilitar el análisis visual, las imágenes fueron reclasificadas en clases de valores, los cuales se asociaron a diferentes 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.

#### **6.7.5.2 Análisis de las relaciones entre la distribución de jurel y las variables oceanográficas.**

##### **a) Análisis integrado**

Con el SIG mencionado y para detectar la posible asociación entre la distribución del jurel y las variables bio-oceanográficas, se emplearon los siguientes enfoques: **a)** se efectuó un análisis espacial y visual de la información realizando la cartografía de las variables y explorando las asociaciones a través de tablas de crostabulación, entre los planos de densidad del jurel y las variables ambientales, **b)** se determinaron rangos óptimos de preferencia de la especie en relación dichos parámetros, y **c)** se estimó la señal latitudinal del jurel respecto de las variables bio-oceanográficas.

Asimismo, a la cartografía reclasificada de la distribución de la especie se le determinó el índice de ocupación (IOC) por categoría de clases, definido como el



cuociente entre el número de pixeles de la categoría de abundancia y el número total de pixeles con registro de la especie.

**b) Análisis cartográfico entre la distribución del jurel y las variables ambientales**

Para establecer las relaciones entre estas variables, se realizó un análisis entre la distribución de las especies y de las variables bio-oceanográficas, para tal efecto se realizaron asociaciones entre los planos de densidad del jurel y las variables ambientales a través de la estimación del índice V de Cramer (Ott *et. al.*, 1983). Este coeficiente va desde 0, independencia completa, hasta 1, dependencia completa, permitiendo de esta forma determinar el grado de asociación existente entre la distribución espacial del recurso y las variables ambientales físicas y biológicas.

**c) Determinación de rangos preferenciales de la especie en relación a parámetros bio-oceanográficos**

Para determinar los rangos de preferencia de la especie en relación a las variables oceanográficas, se generaron los gráficos con la frecuencia (número de celdas) de la distribución de la especie con respecto a dichas variables mediante tablas de crostabulación. Con lo anterior, también se determinaron rangos óptimos de preferencia de la especie en relación dichos parámetros ambientales.

**d) Análisis de la señal latitudinal**

Para contrastar la hipótesis de que la distribución y abundancia del jurel se encuentra asociada a ciertas estructuras (por ejemplo surgencias, zona de bordes térmicos), se estimó la señal latitudinal de las variables hidrográficas conservativas y la densidad



del jurel expresados en Sa/IBM. Para tal efecto se utiliz3 la metodolog3a propuesta por (Castillo *et al.*, 2005; C3rdova *et al.*, 2005) cre3ndose una grilla con una resoluci3n de 2 mn para la latitudinal y 50 mn longitudinal. Gener3ndose tres se3ales: la primera denominada costera y situada entre la costa y 100 mn, la segunda llamada intermedia posicionada entre los 101 y los 200 mn y una tercera situada al oeste de las 201 mn y se denomina oce3nica. Asimismo, se estimaron los gradientes t3rmicos y salinos longitudinales, calcul3ndose el diferencial entre p3xeles vecinos mediante los comandos del SIG.



## VII RESULTADOS

### 7.1 Objetivo específico 2.1 Determinar la distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio

#### 7.1.1 Calibración electroacústica

Los resultados de las calibraciones electroacústicas efectuadas al sistema de ecosondas científicos SIMRAD EK-500, realizadas a bordo del B/C “Abate Molina” entre el 2000 y 2007, así como las de este año para la nueva versión SIMRAD EK-60 en la frecuencia de trabajo 38 KHz, se resumen en la **Tabla 5**.

**Tabla 5.**

Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv  
(Coeficiente de dispersión volumétrica) 38 KHz.

LUGAR	FECHA	BARCO	GANANCIA TRANS TS			GANANCIA TRANS SV		
			LONGITUD DE PULSO (MSEG)					
			0,3	1,0	3,0	0,3	1,0	3,0
VALPARAISO	16/05/00	A. Molina	26,5	27,6	28,2	26,8	27,4	27,9
TALCAHUANO	18/05/01	A. Molina	26,5	27,7	28,3	26,8	27,5	27,9
TALCAHUANO	01/11/01	A. Molina	26,4	27,7	28,6	26,9	27,5	28,2
TALCAHUANO	27/12/01	A. Molina	26,6	27,7	28,4	26,9	27,5	28,0
VALPARAISO	24/04/02	A. Molina	26,6	27,8	28,2	26,9	27,6	27,9
VALPARAISO	07/05/03	A. Molina	26,1	27,6	28,1	26,8	27,5	28,0
VALPARAISO	24/05/04	A. Molina	26,3	27,5		26,7	27,4	
VALPARAISO	17/05/05	A. Molina	26,	27,6	28,2	26,9	27,4	27,8
VALPARAISO	25/05/06	A. Molina	26,4	27,6	28,2	26,9	27,4	27,8
PISAGUA	01/12/06	A. Molina	26,5	27,6	28,3	26,8	27,4	27,8
MEJILLONES	28/10/07	A. Molina	26,6	27,8	28,5	27,1	27,7	28,2
VALPARAISO	12/06/08	A. Molina		26,6			26,6	
VALPARAISO	26/12/08	A. Molina		26,6			26,6	
VALOR PROMEDIO DESVIACIÓN			26,41	27,53	28,32	26,87	27,36	27,87
			0,19	0,39	0,18	0,29	0,18	0,27

La ganancia del transductor en la frecuencia de trabajo (38 KHz), tanto para TS y Sv, indica estabilidad en los valores a lo largo del tiempo en los distintos equipos utilizados en la evaluación del jurel entre el 2006 al 2007. Luego, los valores alcanzados este año en el B/C Abate Molina con el SIMRAD EK-60, no difieren de lo



hist3rico, lo cual se explica por una buena performance del sistema (transductor) y la estabilidad que presenta el blanco (esfera de 60 mm de diámetro) durante la calibraci3n, frente a movimientos del barco producidos por condiciones de viento, mar y corrientes.

En este sentido, el análisis estadístico realizado mediante la aplicaci3n del test “t” students para datos pareados, a los valores de ganancia del transductor a distintas longitudes de pulso, indica que las diferencias observadas no son significativas, al determinar valores de “t” students observados inferiores a los valores críticos de aceptaci3n a un nivel de confianza del 95% (**Tabla 6**).

**Tabla 6.**  
Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38 Khz

VALOR STUDENTS	GANANCIA TRANS TS			GANANCIA TRANS SV		
	Longitud de pulso (mseg)					
	CORTO	MEDIO	LARGO	CORTO	MEDIO	LARGO
T (OBSERVADO)	0,27	0,21	0,65	0,19	0,18	0,30
T (CRÍTICO,95%)	2,16	2,16	2,20	2,16	2,16	2,20

Los resultados indican que no existe una diferencia significativa en el equipo de evaluaci3n acústica SIMRAD EK-60 utilizado, respecto a lo observado en las cuantificaciones anteriores con el sistema SIMRAD EK-500, manteniendo un buen rendimiento al permanecer estos en los rangos de variaci3n señalados por su fabricante, lo cual asegura que un posible error por este concepto en el estimado de abundancia es mínimo.



### 7.1.2 Distribuci3n geogr3fica del recurso.

El recurso no estuvo presente en toda la zona de estudio, detectando las agregaciones de jurel principalmente desde Pisagua (19°36'LS) a sur de Antofagasta, formando una cuña cuyo v3rtice superior se situ3 entre las 20 y 30 mn desde Pisagua y su base alcanza entre la costa las 170 mn frente a punta Buitre (24° 40'LS), mientras que hacia el sector noroeste su presencia fue nula (**Figura 5**). Frente a Arica y Pisagua, este sector se caracteriz3 por ecogramas con agregaciones espor3dicas y bajos valores de integraci3n asociados a peces mict3fidos (*vincingerria sp*) y otros (calamares y medusas), en tanto hacia el sur, los ecogramas muestran el predominio de registros de peces mict3fidos (*vincingerria sp*) tanto en profundidad como en superficie.

En general, las densidades predominantes estuvieron en el rango m3s bajo de densidad (1 a 75 tmn<sup>2</sup>), no obstante, el recurso present3 algunas zonas de concentraci3n que constituyeron sectores importantes de pesca, principalmente aquellas registradas en las inmediaciones de la península de Mejillones y sur de Antofagasta, donde se registro principalmente el recurso durante la ecoprospecci3n y tambi3n obtuvo capturas de jurel el PAM Claudia Alejandra en la ecoprospecci3n y los PAM Claudia Alejandra , Salm3n y Trueno I durante la evaluaci3n (**Figura 6**). Al comparar la distribuci3n de jurel con la reportada en mayo del 2002 y noviembre del 2006 y 2007, se puede establecer para este a3o una distribuci3n espacial m3s amplia en la zona de estudio, con niveles de alta densidad m3s bajo que lo registrado durante el 2007, donde el recurso fue m3s gregario en la zona de estudio.

La distribuci3n espacial del recurso este a3o, concuerda con lo observado en las evaluaciones hidroacústicas de jurel realizadas en la zona centro-sur del pa3s, donde se concentra principalmente la pesquería de jurel, siendo este a3o semejante a lo



registrado por anchoveta donde predominan bajas densidades con algunos focos de alta densidad (**Figura 7**). En este sentido, es posible destacar como zonas de concentraci3n importante de jurel aquellas localizadas desde Pta Grande y Pta Hornos entre 50 a 80 mn y sur de Antofagasta desde las 40 a 60 mn de la costa.

En general las agregaciones de jurel no presentan diferencias importantes con lo registrado en anteriores evaluaciones acústicas llevadas a cabo en la zona de estudio y en el sector donde se concentra la pesquería, donde de manera frecuente se observa una distribuci3n con agregaciones alargadas y distribuidas en sentido latitudinal y paralelas a la costa.

### **7.1.3 Descripci3n estructuras espaciales**

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

Para el área total el índice de presencia (IC) y densidad (ID) fue de 3,88% y 104,90 t/mn<sup>2</sup>, valores que son distintos a los registrados en la zona durante noviembre del 2007 (IC= 1.05% y ID=437.19 t/mn<sup>2</sup>), donde la biomasa alcanzo las 272.600 toneladas. Es así que, el fuerte aumento del índice de presencia y el menor índice de densidad reflejan lo observado este ańo en la zona de estudio, donde el recurso presento un menor grado de concentraci3n respecto al ańo pasado, sin embargo, se mantuvo el patr3n característico de distribuci3n registrado en la zona centro sur, donde se concentra principalmente su pesquería, al detectar este ańo, al igual que durante los meses de concentraci3n del jurel en la zona centro sur, el predominio de bajas densidades y la presencia de altas densidades bastante acotada espacialmente.

El análisis hist3rico del estadístico de Pennington que refunde los IC y ID, muestra variaciones en la distribuci3n espacial del recurso en la zona de estudio, con un fuerte predominio de jurel en la primeras 100 mn durante el 2002 y 2006, para



posteriormente el 2007 y 2008, mantener su presencia en este sector e incrementar de manera importante sobre las 100 mn, evidenciando una disponibilidad del recurso en un área espacialmente mas amplia y asociadas a altas densidades. Este patrón de distribución se refleja en los altos estimados de biomasa alcanzados 272.600 t (2007) y 258.836 t 8 2008), respecto de 114.600 y (2006) y 18100 t (2002) (**Figura 8**)

### **7.1.3.2 Correlogramas**

El análisis de los correlogramas por transectas muestra rangos distintos para los tamaños de las macroestructuras en la zona de estudio, con un tamaño de 2 en el sector al norte de Tocopilla, y mayores entre 3 y 4 mn hacia el sur (**Figura 9**). Diferencia que se explica por el tipo de distribución espacial presente en el área de estudio, al registrar el sector sur una mayor presencia de jurel y densidades de jurel bastante homogéneas que generaron zonas de distribución relativamente más extensas, con macroestructuras de mayor tamaño respecto al sector norte. En este sentido, para la zona centro sur donde se localiza la pesquería de jurel, esta relación es más evidente observando tamaños de macro estructuras que alcanzan entre 8 y 12 mn, en sectores de extensa distribución del recurso con densidades poco variable.

### **7.1.3.3 Variogramas**

El diseño de muestreo acústico con transectas cada 25 mn y perpendiculares a la costa, permite conocer la variabilidad de las densidades acústicas de oeste-este, al registrarse esta información de manera continua durante la ejecución de la transecta, sin embargo, su separación entre si, no permite determinar la variabilidad de las densidades en sentido norte-sur, quedando sujeto al supuesto de una distribución en la variabilidad de tipo isotrópica. Luego, durante el crucero y en sectores con presencia de jurel, se realizaron transectas



de norte a sur y cuyo an3lisis indico similitud en el comportamiento de la variabilidad de la densidad ac3stica norte-sur y oeste –este, lo cual permite rechazar un supuesto de anisotropía en la informaci3n ac3stica para la evaluaci3n de jurel (**Figura 10**).

Luego, se ajust3 al variograma un modelo exponencial tanto para el sector que comprende las primeras 200 mn, con un sill de 9.0 E+05 y un rango de 2.5 mn (**Figura 11**).

#### **7.1.4 Distribuci3n batim3trica del recurso.**

En la zona de estudio el jurel se ubic3 entre los 10 a 50 m de profundidad, agrup3ndose el 100% de sus agregaciones en este intervalo (**Figura 12**), coincidiendo con lo registrado durante abril del 2002, noviembre del 2006 y 2007, donde su distribuci3n batim3trica fue uninodal, con un 90,8 95,2 y 98,3% de sus agregaciones entre la superficie y los primeros 30 m. En este sentido, se mantiene si cambio el patr3n registrado en las evaluaciones ac3sticas realizadas en la zona entre 1985 a 1995 (Castillo *et al.*, 1985-1988; Cordova *et al.*, 1989-1991 y Castillo *et al.*, 1992-1995), donde el jurel fue detectado asociado a la superficie, compartiendo este estrato en el sector costero, con recurso pel3gicos como sardina (0-60 m) y anchoveta (0-40 m).

Esta distribuci3n superficial del recurso en el 3rea norte del país, difiere de lo registrado en la zona centro-sur del país, donde el recurso es m3s abundante y presenta distribuciones unimodales o bimodales centradas a una mayor



## **7.2 Objetivo específico 2.2 Determinar la abundancia (en número) y la biomasa total (en peso) del recurso jurel en el área de estudio**

### **7.2.1 Estructura de tallas**

En términos generales, el conjunto de estructuras de tallas obtenidas en los lances de pesca de identificación realizados por el B/C Abate Molina y los PAM Trueno I, Tornado, Salmón y Claudia Alejandra durante el periodo de evaluación acústica en la zona de estudio, muestran una estructura de tipo unimodal observando modas principales en 18 y 19 cm, con un rango de talla para el área de estudio que varía entre 6 y 31 cm para los muestreos del B/C Abate Molina y de 5 a 23 cm en la flota. (**Figura 13**), no existiendo diferencias estadística entre ambas distribuciones al obtener un  $X^2_{(\text{calculado})}$  (21,1) inferior al valor  $X^2$  crítico (41,3). Asimismo, el análisis estadístico aplicado a las estructuras de tallas capturada en el crucero de evaluación, indica que no es posibles suponer el incumplimiento de homogeneidad al determinar un  $X^2_{(\text{calculados})}$  (2,2 a 26,8) que no superaron al  $X^2_{(\text{crítico})}$  (28). Luego tomando en consideración este resultado de similitud en las distribuciones de tallas, no fue necesario establecer subzonas dentro del área de distribución espacial del recurso, razón por lo cual el calculo de biomasa considero una estructura de tallas general (n= 1.636 ejemplares).

### **7.2.2 Mediciones de TS insitu**

Las condiciones generales observadas durante el desarrollo del crucero, si bien es cierto muestran una mayor presencia del recurso (IC= 3,88%), la densidad media fue alta (ID= 104,90 t/mn<sup>2</sup>), lo que expresa un comportamiento gregario del recurso, lo cual se tradujo en escasa presencia del jurel bajo las condiciones óptimas para la detección de blancos individuales resueltos. Luego, dado la carencia de registros validos para determinar la relación fuerza de blanco (TS) y



longitud horquilla, se aplic3 la relaci3n  $TS = 20,11 * \text{Log}(L) - 68,67$  establecida para el recurso jurel por C3rdova *et al.*, 1998, a partir de informaci3n recolectada durante los cruceros de evaluaci3n ac3stica realizados entre 1991 -1994 y 1997 en la zona centro-sur del pa3s.

### 7.2.3 Biomasa y abundancia de jurel

#### 7.2.3.1 Biomasa total

La biomasa de jurel estimada para la zona de estudio, aplicando los m3todos de Hansen 1953, Wolter 1985, Bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) y de Variables Regionalizadas (Petitgas, 1991) se entrega en la **Tabla 7**. Asimismo, de manera complementaria la biomasa de anchoveta estimada a traves de un muestreo menos intenso se entrega en la **Tabla 8**

Tabla 7.  
Biomasa y densidad de jurel estimada por distintos m3todos.

M3todo	3rea (mn <sup>2</sup> )	Biomasa (t)	Densidad (t/mn <sup>2</sup> )
Hansen (1954) Wolter (1985)	15.556	242.302	15,58
Bootstrap (1987)	15.556	242.844	15,61
Petitgas (1991)	14.775	258.836	17,51

Tabla 8  
Biomasa y densidad de anchoveta estimada por distintos m3todos

M3todo	3rea (mn <sup>2</sup> )	Biomasa (t)	Densidad (t/mn <sup>2</sup> )
Hansen (1954) Wolter (1985)	7.057	121.688	17,24
Bootstrap (1987)	7.057	122.369	17,34
Petitgas (1991)	5.378	122.252	22,73

La biomasa estimada por los diferentes m3todos para ambas especies no presenta diferencias relevantes entre ellas, al registrar variaciones inferiores a 6,5% en jurel y 0,4% para anchoveta. Asimismo, los resultados alcanzados con



esta metodologfa aplicada a las anteriores evaluaciones realizadas en la zona centro-sur del pa3s, no muestran grandes diferencias con los valores de biomasa calculados con el procedimiento aplicado hasta el 2007 (C3rdova *et al.*, 2007), sino mas bien, una mejora sustantiva en el nivel de precisi3n de los estimados ac3sticos de biomasa (**Figura 14**).

### 7.2.3.2 Abundancias y biomasa a la talla

La biomasa num3rica y en peso a la talla obtenida a partir del estimado de abundancia ac3stico para el m3todo de variables regionalizadas, se entrega para ambas especies y la zona de estudio en las **Tablas 9, y 10**.

Tabla 9  
Abundancia en n3mero y en peso a la talla de jurel para el sector 1 a 200 mn.

Talla (cm)	Frecuencia Num3rica	Frecuencia porcentual (Ppk)	Abundancia num3rica	Abundancia en toneladas
15	10	0,0010	5.539.101	204
16	49	0,0046	22.022.399	988
17	253	0,0494	208.839.845	11.272
18	506	0,3204	1.208.702.080	77653
19	439	0,3969	1.342.900.225	101.729
20	193	0,1372	418.597.509	37.076
21	70	0,0469	129.820.301	13.342
22	9	0,0017	4.366.161	517
23	3	0,0008	1.846.351	250
24	1	0,0001	235.456	36
25	2	0,0003	526.693	92
26	4	0,0003	557.201	110
27	12	0,0075	12.473.056	2.757
28	17	0,0215	33.321.806	8.229
29	15	0,0099	14.361.270	3.947
30	12	0,0008	1.134.507	346
31	5	0,0005	678.017	228
33	3	0,0001	145.157	59
Total	1.603	100	3.406.067.132	258.836



**Tabla 10**  
Abundancia en n3mero y en peso a la talla de anchoveta para el sector 1 a 200 mn.

Talla (cm)	Frecuencia Num3rica	Frecuencia porcentual (Ppk)	Abundancia num3rica	Abundancia en toneladas
6	22	0,0170	622.919.165	773
6,5	114	0,0883	2.739.134.179	4.434
7	25	0,0194	515.981.892	1.069
7,5	1	0,0008	17.915.828	47
8	1	0,0008	15.694.489	51
13	8	0,1086	812.976.227	13.202
13,5	17	0,2308	1.598.889.307	29.438
14	27	0,3665	2.356.880.806	48.974
14,5	10	0,1228	734.785.450	17.159
15	2	0,0142	79.241.218	2.071
15,5	7	0,0039	20.531.494	599
16	13	0,0052	25.294.302	820
16,5	29	0,0164	75.093.912	2.695
17	10	0,0054	23.244.675	921
Total	286	100	9.638.582.944	122.253

En este estudio, la biomasa de jurel cuantificada fue levemente inferior a lo registrado en noviembre del 2007 (272.600 t), sin embargo, este a3o el numero total de individuos (3,41+09) representa un importante incremento respecto a lo cuantificado el a3o pasado, donde la abundancia num3rica total fue de 1,45+09, sealando una importante diferencia entre ambos periodos de evaluaci3n, lo que en conjunto con el bajo numero de individuos (3,92+08) registrado en abril del 2002, muestra un crecimiento en biomasa y abundancia del recurso entre a3os en la zona de estudio.

#### 7.2.4 Abundancia a la edad.

La clave talla - edad para el crucero, se determin3 a partir de la lectura de 144 otolitos seleccionados desde un total de 392 otolitos recolectados en 13 lances de pesca con captura de jurel, realizados por el B/C Abate Molina, y 18 lances muestreados en los barcos de la flota cerquera del norte.



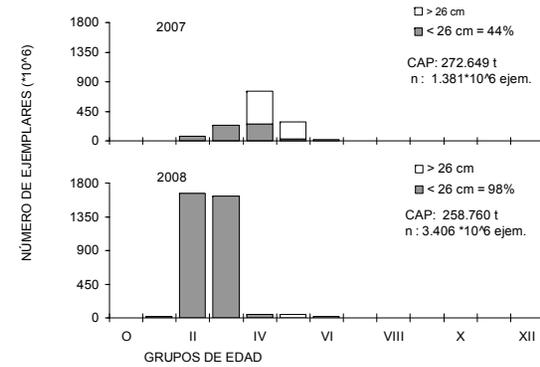
La composición de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 7 edades (I a VII) en la zona de estudio (1-200 mn), amplitud que es similar a la registrada el 2007 y mayor respecto al 2006, donde la edad máxima fue V. En el área de estudio, los principales grupos fueron el II (clase anual 2006) y III (clase anual 2005) que participan con un 48,87 y 47,65%, indicando una reducción respecto al año pasado, donde los grupo mas importantes fueron III, IV y V (17,47; 54,71 y 21,15%), evidenciando la estructura de edad un disminución por la carencia de un grupo de edad mas fuerte como se registro el 2007 (**Tabla 11**).

En este sentido, es importante destacar que la estructura de edad registrada durante el crucero es similar a la obtenida desde información de la flota industrial del norte (edades I a VII y las mayores II y III), ratificando la presencia de ejemplares de menor tamaño en la zona de estudio, lo que es también evidente en la mayor de ejemplares bajo los 26 cm (97,0%) respecto a un 44 % al 2007. Luego es importante destacar que la zona prospectada a través de los años, se ha caracterizado por la alta presencia de ejemplares juveniles que este año se a fortalecido, constituyendo la estructura etaria de jurel de este estudio, información complementaria a la registrada en al zona sur del país, donde las evaluaciones acústicas de invierno muestran la ausencia de ejemplares juveniles representados por los grupos de edades o a III.



**Tabla 11.**  
Composici3n en n3mero (millones de ejemplares) por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 5-200 mn

TALLAS (cm)	FREC. (Unidades)	GRUPOS DE EDAD															
		O	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
5,0																	
6,0																	
7,0																	
8,0																	
9,0																	
10,0																	
11,0																	
12,0																	
13,0																	
14,0																	
15,0	5.539.101			5.539.101													
16,0	22.022.399	5.505.600		13.763.999	2.752.800												
17,0	208.839.845	9.492.720		151.883.524	47.463.601												
18,0	1.208.702.080			701.827.014	506.875.066												
19,0	1.342.900.225			649.790.431	693.109.794												
20,0	418.597.509			109.199.350	291.198.267	18.199.892											
21,0	129.820.301			32.455.075	75.728.509	21.636.717											
22,0	4.366.161				3.638.468	727.694											
23,0	1.846.351				1.846.351												
24,0	235.456				235.456												
25,0	526.693					526.693											
26,0	557.201					557.201											
27,0	12.473.056						12.473.056										
28,0	33.321.806						33.321.806										
29,0	14.361.270							14.361.270									
30,0	1.134.507							1.134.507									
31,0	678.017							678.017									
32,0																	
33,0	145.157								145.157								
34,0																	
35,0																	
36,0																	
37,0																	
38,0																	
39,0																	
40,0																	
<b>TOTAL</b>	<b>3.406.067.135</b>	<b>14.998.320</b>	<b>1.664.458.495</b>	<b>1.622.848.311</b>	<b>41.648.196</b>	<b>45.794.862</b>	<b>16.173.794</b>	<b>145.157</b>									
<b>PORCENTAJE</b>	<b>100,00</b>	<b>0,44</b>	<b>48,87</b>	<b>47,65</b>	<b>1,22</b>	<b>1,34</b>	<b>0,47</b>	<b>0,00</b>									
<b>L.PR.(cm)</b>	<b>18,9</b>	<b>16,6</b>	<b>18,5</b>	<b>18,9</b>	<b>20,7</b>	<b>27,7</b>	<b>29,2</b>	<b>33,0</b>									
<b>VARIANZA</b>	<b>2,504</b>	<b>0,232</b>	<b>0,769</b>	<b>0,844</b>	<b>0,900</b>	<b>0,198</b>	<b>0,21</b>										
<b>PESO PR.(g)</b>	<b>76</b>	<b>51</b>	<b>70</b>	<b>75</b>	<b>99</b>	<b>240</b>	<b>280</b>	<b>407</b>									
<b>PESO (ton)</b>	<b>258.760</b>	<b>759</b>	<b>116.307</b>	<b>122.006</b>	<b>4.121</b>	<b>10.986</b>	<b>4.521</b>	<b>59</b>									
<b>PORCENTAJE</b>	<b>100,00</b>	<b>0,29</b>	<b>44,95</b>	<b>47,15</b>	<b>1,59</b>	<b>4,25</b>	<b>1,75</b>	<b>0,02</b>									





## 7.2.5 Precisi3n de los estimados de biomasa y abundancia.

### 7.2.5.1 Varianza de la biomasa total.

A fin de comparar los m3todos utilizados en la cuantificaci3n, se determin3 el coeficiente de variaci3n (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 s3lo representa la dispersi3n 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 variaci3n y error del estimado, obtenidos mediante la aplicaci3n de los diferentes m3todos propuestos se entregan para jurel en la **Tabla 12** y anchoveta en la **Tabla 13**.

**Tabla 12.**

Varianza, coeficiente de variaci3n y error de los estimados de biomasa de jurel

M3todo	Varianza	Coficiente de variaci3n (%)
Hansen (1954)	3.895+E09	25,76
Wolter (1985)	1.653+E09	16,78
Bootstrap (1987)	1.563E+09	16,28
Petitgas (1991)	8.441E+08	11,22

**Tabla 13.**

Varianza, coeficiente de variaci3n y error de los estimados de biomasa de anchoveta

M3todo	Varianza	Coficiente de variaci3n (%)
Hansen (1954)	7.677E+08	22,77
Wolter (1985)	5.045E+08	18,46
Bootstrap (1987)	4.291E+08	16,93
Petitgas (1991)	2,704E+08	13,45



El método de variables regionalizada presenta el coeficiente de variación más bajo (11,22 y 13,45%), indicando con ello una mayor precisión para el estimado de abundancia de ambas especies en la zona de estudio. En este sentido, el estimador por conglomerado presenta el mayor valor, siendo este tipo de resultados característico en las evaluaciones acústicas realizadas en la zona de estudio y centro sur del país. El nivel de precisión alcanzado este año (CV) en el método geoestadístico, se encuentra en el marco de lo registrado en anteriores evaluaciones efectuadas en la zona en abril del 2002 y noviembre del 2006 y 2007 (15,31 9,78, y 12,35%) (Córdova *et al.*, 2002, Córdova *et al.*, 2007 y Córdova *et al.*, 2008), así como las realizadas durante invierno entre el periodo 1997-2008 en la zona centro sur (Córdova *et al.*, 1997 al 2008).

Este año, los resultados indican para jurel (CV) valores levemente inferiores a lo registrado en anchoveta, lo cual se sustenta por una distribución espacial de la abundancia de anchoveta menos gregaria que lo registrado en años anteriores, donde altas zonas de concentración fueron recurrentes a través de la costa, evidenciando este año una menor disponibilidad del recurso en la zona de estudio, lo cual se corresponde con la caída en 12% del desembarque anual de anchoveta entre XV a II Regiones durante el 2008 y capturas de anchoveta por bajo el promedio histórico 2000-2006.

#### **7.2.5.2 Varianza de la abundancia y biomasa a la talla.**

En las **Tablas 14 y 15** se resumen las varianzas y coeficiente de variación de la abundancia en número y peso por talla de jurel y anchoveta para el área total de estudio.

Los resultados entregados en las tablas, muestran para jurel coeficientes de variación entre 0,21 a 1,0, ubicándose la mayor precisión en el rango donde se registran las



mayores frecuencias de tallas de jurel (16 a 21cm). Este comportamiento del coeficiente de variación por talla, corresponde a lo esperado desde un punto de vista teórico, razón por lo cual, se valida la estimación de la variabilidad para la abundancia en número y peso de los ejemplares por talla de jurel.

**Tabla 14.**

Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 1 - 200 mn.

Talla (cm)	Varianza Abundancia numérica	Coefficiente de Variación	Varianza Abundancia en peso	Coefficiente de Variación
15	8,563E+12	0,53	1,162E+04	0,53
16	4,711E+13	0,31	9,493E+04	0,31
17	2,665E+15	0,25	7,764E+06	0,25
18	6,680E+16	0,21	2,757E+08	0,21
19	8,040E+16	0,21	4,614E+08	0,21
20	8,855E+15	0,22	6,946E+07	0,22
21	1,078E+15	0,25	1,138E+07	0,25
22	6,066E+12	0,56	8,495E+04	0,56
23	2,342E+12	0,83	4,306E+04	0,83
24	5,544E+10	1,00	1,321E+03	1,00
25	2,057E+11	0,86	6,289E+03	0,86
26	1,007E+11	0,57	3,908E+03	0,57
27	5,278E+13	0,58	2,578E+06	0,58
28	1,814E+14	0,40	1,106E+07	0,40
29	5,993E+13	0,54	4,526E+06	0,54
30	2,160E+11	0,41	2,006E+04	0,41
31	1,415E+11	0,55	1,602E+04	0,55
33	7,591E+09	0,60	1,260E+03	0,60

**Tabla 15.**

Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de anchoveta para el sector 1 a 200 mn.

Talla (cm)	Varianza Abundancia numérica	Coefficiente de Variación	Varianza Abundancia en peso	Coefficiente de Variación
6	2,857E+16	0,27	4,384E+04	0,27
6,5	2,853E+17	0,20	7,475E+05	0,20
7	1,819E+16	0,26	7,797E+04	0,26
7,5	3,210E+14	1,00	2,180E+03	1,00
8	2,463E+14	1,00	2,570E+03	1,00
13	9,412E+16	0,38	2,477E+07	0,38
13,5	1,984E+17	0,28	6,723E+07	0,28
14	3,131E+17	0,24	1,352E+08	0,24
14,5	6,920E+16	0,36	3,772E+07	0,36
15	5,773E+15	0,96	3,944E+06	0,96
15,5	7,063E+13	0,41	6,003E+04	0,41
16	7,469E+13	0,34	7,840E+04	0,34
16,5	3,047E+14	0,23	3,924E+05	0,23
17	6,853E+13	0,35	1,077E+06	0,35



### **7.3 Objetivo específico 2.3. Determinar la distribución del zooplancton en el área y período de estudio, con especial énfasis en los eufáusidos.**

La distribución y composición del zooplancton se presenta separado para el período diurno y nocturno, de acuerdo a la información de 87 estaciones diurnas y 67 nocturnas.

#### **7.3.1 Composición y abundancia del zooplancton.**

El análisis de composición y abundancia del zooplancton muestra la presencia de 21 grupos zooplanctónicos en el día y también durante la noche (**Tabla 16**). La abundancia global para la zona de estudio fue de 22.160.278, de estos 11.403.993 individuos se registraron en el día y 10.756.285 individuos en la noche (**Tabla 17**).

En la zona de estudio, el plancton diurno y nocturno fue mayoritariamente organismos holoplanctónicos donde dominaron principalmente por copépodos con una dominancia de 68,87 y 60,40%, seguido por salpas, poliquetos, quetognatos, sinóforos, eufáusidos y larvas de eufáusidos, además de un organismo del meroplancton larvas de decápodos, presentando valores radicalmente bajos que van desde 1,39 a 8,59%. Los grupos, cladóceros, radiolarios, estomatópodos y isópodos, presentan en el día y noche valor más bajo de dominancia (< 0.1 %) (**Tabla 16**).

El resto del los grupos que representan solo el 5,17 para el día y 3,59% para la noche, registran densidades que fluctuaron entre 166 a 1.173 individuos/1000 m<sup>3</sup> (día) y 278 a 2.019 individuo/1000 m<sup>3</sup> (noche).



**Tabla 16.**  
**Grupos zooplanctónicos presentes durante las pescas diurnas y nocturnas**  
**entre 10 y 400 mn. (t): totales; (+): positivas**

<b>Diurno</b>	N° Est. (+)	Media (t)	Media (+)	Min	Max	DE	Var(Media)	CV(%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	N° ind totales
Copépodos	87	91588	91588	2340	1311038	160147,0	294793908,8	0,19	69,87	100,0	7968165
Lar.Decápodos	71	7499	9189	45	156279	22530,3	7149481,7	0,36	5,72	81,6	652396
Salpas	53	6945	11400	47	358726	40103,0	30344412,0	0,79	5,30	60,9	604201
Poliquetos	87	5284	5284	89	99029	12747,4	1867781,8	0,26	4,03	100,0	459751
Quetognatos	79	4867	5360	162	31132	5884,0	438241,2	0,14	3,71	90,8	423435
Sifonóforos	82	3540	3756	13	17484	4134,5	208467,7	0,13	2,70	94,3	307994
L.eufausidos	76	2388	2734	48	21783	4396,3	254306,7	0,21	1,82	87,4	207798
Apendicularias	77	2121	2397	46	24266	3590,1	167389,9	0,19	1,62	88,5	184531
Eufáusidos	82	1824	1935	14	25686	3612,9	159185,4	0,22	1,39	94,3	158697
Ostrácodos	78	1173	1309	96	14290	1941,4	48318,7	0,19	0,90	89,7	102076
Pterópodos	73	842	1004	25	6689	1135,1	17649,1	0,16	0,64	83,9	73285
Medusas	71	691	847	83	14458	1752,2	43242,7	0,30	0,53	81,6	60149
L.cifonautas	58	657	986	49	5462	1168,8	23553,2	0,23	0,50	66,7	57178
Doliólidos	57	482	735	24	5509	918,8	14808,8	0,25	0,37	65,5	41917
Ctenóforos	29	341	1024	49	4929	825,2	23480,8	0,45	0,26	33,3	29688
Anfípodos	64	338	459	13	5747	699,5	7644,5	0,26	0,26	73,6	29388
Foraminíferos	26	166	556	50	3361	442,7	7539,2	0,52	0,13	29,9	14448
Cladóceros	25	134	468	86	2325	371,9	5531,3	0,55	0,10	28,7	11694
Estomatópodos	16	131	710	13	9072	972,8	59149,4	1,86	0,10	18,4	11364
Radiolarios	15	44	253	51	567	112,7	846,2	0,67	0,03	17,2	3796
Isopodos	5	23	408	51	1277	147,6	4355,8	2,81	0,02	5,7	2042
<b>Nocturno</b>	N° Est. (+)	Prom (t)	Prom (+)	Min	Max	DE	Var(Media)	CV(%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	N° ind totales
Copépodos	67	97053	97053	6257	472304	83501,5	104067054,5	0,11	60,40	100,0	6502525
Poliquetos	67	13805	13805	91	493536	62511,5	58323657,0	0,55	8,59	100,0	924908
Quetognatos	67	8502	8502	183	32588	7681,3	880640,7	0,11	5,29	100,0	569650
Salpas	50	7316	9804	92	129920	23516,6	11060645,2	0,45	4,55	74,6	490198
Lar.Decápodos	49	6650	9093	93	65703	15169,5	4696197,0	0,33	4,14	73,1	445568
Sifonóforos	62	6525	7051	169	36510	7882,3	1002110,2	0,15	4,06	92,5	437192
L.eufausidos	59	5779	6563	154	92906	1330,0	3000378,0	0,30	3,60	88,1	387196
Eufáusidos	66	3376	3427	23	29283	4762,1	343602,9	0,17	2,10	98,5	226196
Apendicularias	61	3057	3358	92	18720	3992,8	261357,7	0,17	1,90	91,0	204827
Pterópodos	62	2019	2182	160	8960	2102,1	71272,5	0,13	1,26	92,5	135275
Ostrácodos	62	1622	1753	189	6660	1541,0	38303,5	0,12	1,01	92,5	108694
Doliólidos	38	1250	2205	86	22073	3274,4	282141,3	0,42	0,78	56,7	83778
Medusas	55	1167	1421	90	13141	2119,8	81701,5	0,25	0,73	82,1	78156
L.cifonautas	54	845	1049	86	7765	1417,3	37198,5	0,23	0,53	80,6	56631
Anfípodos	62	796	860	89	4778	895,3	12928,2	0,14	0,50	92,5	53348
Ctenóforos	23	307	893	77	9730	1259,0	68917,9	0,86	0,19	34,3	20540
Foraminíferos	21	278	886	86	4634	746,6	26544,5	0,59	0,17	31,3	18603
Cladóceros	14	177	845	173	5660	735,7	38665,7	1,11	0,11	20,9	11835
Radiolarios	9	99	735	77	2282	370,5	15250,9	1,25	0,06	13,4	6613
Estomatópodos	11	52	315	160	607	137,0	1706,2	0,80	0,03	16,4	3465
Isopodos	3	16	362	202	603	84,0	2353,3	2,99	0,01	4,5	1086



**Tabla 17.**  
N3mero total de los individuos capturados por zona y horario de muestreo

DIA	N3 total de individuos	Porcentaje de Dominancia
Zona 1	3.014.252	25,4
Zona 2	3.232.752	28,3
Zona 3	5.156.989	45,2
Total	11.403.993	100,00

NOCHE	N3 total de individuos	Porcentaje de Dominancia
Zona 1	1.645.641	15,3
Zona 2	4.007.895	37,2
Zona 3	5.112.749	47,5
Total	10.756.285	100,00

El mayor porcentaje dominancia y abundancia se registro en la zona 3, tanto para los lances realizados en el per3odo diurno como nocturno, con un 45,2 y 47,5 % respectivamente (**Tabla 17**).

Tanto de d3a como de noche se mantiene los grupos num3ricamente m3s importantes, no apreciando diferencias entre ambos per3odos. El n3mero de individuos total y por sectores, colectados en horas diurnas y nocturnas fueron bastante similar (**Tabla 16 y 17**).

#### a) Cop3podos

Los cop3podos se valoran como grupo dominante en t3rminos de su frecuencia de ocurrencia (constancia) y dominancia num3rica (100% y >60%, respectivamente).

Este grupo present3 una mayor predominancia durante el d3a (69,87%), con una densidad media de 91.598 individuos/1000 m<sup>3</sup> y valores m3nimos de 2.340 individuos/1000 m<sup>3</sup> y m3ximo de 1.311.038 individuos/1000 m<sup>3</sup>. lo cual esta sustentado por el aporte mayoritario de cop3podos (22,6%) en solo dos estaciones.



En la noche, las densidades observadas son menos extremas (6.257 a 472.304 individuos/1000 m<sup>3</sup>), con predominio de valores mas estables u homog3neos lo cual explica una menor dominancia (60,40%) para el per3odo nocturno.

Las abundancias relativas registradas este a3o, muestran una disminuci3n de 19% (d3a) y 46,7% (noche) respecto a igual periodo del 2007. Disminuci3n que ha sido constante desde el 2006, denotando un patr3n decreciente para esta especie en la zona de estudio.

El an3lisis no param3trico Kruskal-Wallis mostr3 diferencias significativas en la abundancia relativa media entre el d3a y la noche para este grupo (valor p = 0,015) (**Figura 15, Tabla 18**), verificando que un mayor porcentaje de estaciones concentr3 densidades mayores cuando las capturas fueron diurnas.

**Tabla 18.**

Resultado de Prueba ANOVA Kruskal-Wallis a la abundancia relativa media de los grupos zooplanct3nico (10 -200 mn). Los valores significativos se indican en negrita (valor p < 0,05).

Grupos zooplanct3nicos	Densidad media		Valor p
	D3a	Noche	
Cop3podos	91.5280	97.058	<b>0,015</b>
Larvas dec3podos	7.499	13.805	0,799
Salpas	6.945	8.502	<b>0,048</b>
Poliquetos	5.284	7.316	0,18
Quetognatos	4.867	6.650	<b>0,001</b>
Sifon3foros	3.540	6.525	<b>0,016</b>
Larvas euf3usidos	2.388	5.779	0,028
Apendicularias	2.121	3.376	0,057
Euf3usidos	1.824	3.057	<b>0,000</b>
Ostr3codos	1.173	2.018	<b>0,002</b>
Pter3podos	842	1.622	<b>0,000</b>
Medusas	691	1.250	<b>0,002</b>
Larvas cifonautas	657	1.167	<b>0,046</b>
Doli3lidos	482	845	0,609



Continuación tabla 18

Ctenóforos	341	796	0,757
Anfípodos	338	307	<b>0,000</b>
Foraminíferos	166	276	0,722
Cladóceros	134	177	0,369
Estomatópodos	131	99	0,910
Radiolarios	44	52	0,617
Isópodos	23	16	0,744

## b) Larvas de decápodos

Las larvas de decápodos alcanzan por primera vez los primeros lugares de importancia numérica, al exhibir una dominancia baja (5,72% día y 4,14% noche) que lo ubican como el segundo grupo de relevancia en el día y quinto durante la noche. Igual que copépodos este grupo presenta una frecuencia constante que determinó su incidencia sobre el 73% de las estaciones planctónicas (**Tabla 16**).

La densidad media nocturna fue de 7.499 individuos/1000 m<sup>3</sup> y fluctuó entre 45 y 156.279 individuos/1000 m<sup>3</sup>, mientras que durante el día se registró una densidad promedio algo menor con 6.650 individuos/1000 m<sup>3</sup> que varió entre 93 y 65.703 individuos/1000 m<sup>3</sup> (**Tabla 16**). Este grupo registro un importante aumento en su abundancia media diurna y nocturna respecto a noviembre del 2006 (2.875 día, 3.513 individuos/1000 m<sup>3</sup> noche) y 2007 (1.521 día, 3.846 individuos/1000 m<sup>3</sup> noche).

Este grupo no mostró diferencias significativas en la abundancia media para el día y la noche, al obtener un valor de  $p = 0,799$  (**Tabla 18**), a diferencia de copépodos y de la mayoría de los períodos previos.



### c) Salpas

Las salpas a pesar de ser menos abundantes que copépodos, mostraron una amplia cobertura espacial, encontrándose en un 60,9 y 74,6 % de las estaciones diurnas y nocturnas, respectivamente (**Tabla 16**). Este grupo constituye la tercera mayor abundancia concentrando sus máximas densidades en el día, lo que representa un 23,4% más que lo registrado durante la noche. En este sentido, la existencia de diferencias significativas en la abundancia para el día y la noche, dado el valor de  $p = 0,048$  (**Tabla 18**), se sustenta, al igual que copépodos, en distribuciones espaciales de la abundancia para ambos períodos con valores que se agrupan en nivel altos o bajos.

### d) Poliquetos

Los poliquetos estuvieron presentes en todas las estaciones de plancton, constituyendo el segundo grupo de relevancia cuantitativa con una importante representación numérica que alcanzó una dominancia de 8,89% en la noche, mientras que en el día fue de 4,03% ubicándolos en un cuarto lugar. Al igual que el 2006 y 2007, durante la noche se registró una densidad promedio mayor, que este año fue incremento bastante solo por el aporte de una estación (493.536 individuos/1000 m<sup>3</sup>). Luego, el análisis no paramétrico realizado no muestra la existencia de diferencias significativas entre las densidades de este grupo, al obtener un valor de  $p = 0,18$  (**Tabla 18**), no estableciendo una tendencia clara de agrupamiento de densidades diurnas o nocturnas hacia valores de menor o mayor densidad.



### e) Quetogantos

Este grupo sigue en importancia numérica nocturna a los copépodos y poliquetos, en tanto en el ocupa el quinto lugar, no difiriendo en lo observado en otras evaluaciones realizados en la zona de estudio y sector centro sur del país. (Braun *et al.*, 2001, 2002 y 2004; Cordova *et al.*, 1997-2008)

Con respecto a los grupos mas dominantes (copépodos, larvas de decapados, salpas y poliquetos), losa quetognatos presentan una mayor cobertura espacial con una frecuencia de 90,8% (día) y 100% (noche) en las estaciones de plancton. (**Tabla 17**), las que agrupan un numero mayor de individuos en la noche (8.502 individuos/1000 m<sup>3</sup>) respecto del día (4.867 individuos/1000 m<sup>3</sup>). Luego, las densidades de quetognatos presentaron grandes diferencias, lo cual recoge el estadístico al obtener un valor de  $p = 0,001$ , evidenciando para este grupo, la existencia de diferencias significativas entre la densidades registradas de noche y día.

### f) Sinóforos

Este grupo presento una importante frecuencia de ocurrencia y bastante similar entre el día (94,3%) y la noche (92,5%), con una dominancia respecto a los otros grupos zooplanctónicos de 2,7 % diurna y 4,09 % nocturno. En la noche, altas densidades predominaron con valores entre 169 a 36.510 individuos/1000 m<sup>3</sup> y una media de 6.525 individuos/1000 m<sup>3</sup>, mientras que en el día estas variaron entre 13 a 17.484 individuos/1000 m<sup>3</sup>, determinando el estadístico la existencia de diferencia significativas entre las densidades de ambos periodos, al obtener un valor de  $p = 0,016$  (**Tabla 18**).



### g) Eufáusidos

Los eufáusidos que son el ítems principal en la dieta de jurel, de acuerdo a estudios realizados en la zona centro sur (Quiñones *et al.*, 1996 y Cordova *et al.*, 1997 -2002) y los alcanzados en este estudio, no representaron porcentajes importantes de dominancia como es normal para la zona centro sur, ocupando esta año el noveno y octavo lugar en la importancia numérica en las muestras diurna y nocturnas. La dominancia numérica diurna y nocturna fue bastante baja de 1,39% y 2,10%, con una densidad media de 1.824 individuos/1000 m<sup>3</sup> y 3.376 individuos/1000 m<sup>3</sup> (**Tabla 16**). En general este grupo mantiene una fuerte reducci3n (59 %) de su abundancia relativa respecto al 2006, donde las abundancias medias observada fueron bastante altas al registrar 4.324 individuos/1000 m<sup>3</sup> en el día y 9.072 individuos/1000 m<sup>3</sup> en la noche.

Este año los eufáusidos se registran en el 94,3% de las estaciones durante el día, mientras que de noche alcanzó a 98,5%. Durante el día, si bien es cierto las estaciones registran un número menor de individuos, con un 41,2% menos que lo registrado en la noche. Este decremento diurno se sustenta en el mayor número de estaciones con abundancias de eufáusidos relativamente mayores.

Los resultados de la prueba estadística aplicada a la informaci3n de los lances planctónicos diurnos y nocturnos, muestra la existencia de diferencias significativas entre ambos períodos, al obtener mediante la prueba ANOVA de Kruskal-Wallis un valor p =0,000, indicando una tendencia agruparse las densidades hacia alto y bajo valores entre períodos



## h) Larvas de eufáusidos

Este grupo alcanzó el séptimo lugar con una dominancia de 1,39% en el día y 3,60% durante la noche, con una presencia espacial que alcanzo el 87,4% y 88,1% de las estaciones de plancton diurnas y nocturnas (**Tabla 16**).

Al igual que los adultos, las larvas de eufáusidos fueron mas abundantes durante el periodo nocturno, con una abundancia media de 5.779 individuos/1000 m<sup>3</sup> y densidades entre 154 a 92.906 individuos/1000 m<sup>3</sup>, las cuales caen de manera importante durante la noche a valores que van desde 48- a 21.783 individuos/1000 m<sup>3</sup>, y media de solo 2.388 individuos/1000 m<sup>3</sup>, lo cual explica las diferencias significativas entre las densidades de este grupo, al obtener un valor de  $p = 0,028$  (**Tabla 18**), estableciendo una tendencia a agruparse de densidades nocturnas hacia valores de mayor densidad respecto a los valores diurnos.

### 7.3.2 Distribuci3n del zooplancton.

#### a) Copépodos

Este grupo estuvo presente en toda la zona de estudio, agrupando el mayor número de individuos a lo largo del borde costero, con un aumento de sus concentraciones durante el período nocturno (**Figura 15**).

En el sentido longitudinal, las densidades diurnas y nocturnas se ubicaron en las primeras 5 millas de la costa, con una marcada tendencia decrecientes hacia las estaciones más oceánicas, manteniendo una relativa constancia hasta las 10 mn en el día y aproximadamente 20 mn durante la noche (**Figuras 15 y 16**), lo cual explica una abundancia nocturna mayor en el área prospectada. Esta distribuci3n espacial



de copépodos no difiere de la registrada el 2006 y 2007, donde hacia el sector costero prevaleció para este grupo una disminución sostenida de su abundancia.

Respecto a su distribución latitudinal, las máximas abundancias medias nocturnas se ubicaron entre los en las zonas centro y sur ( $20^{\circ} 55'$  a  $24^{\circ} 15'$  LS), en tanto las diurnas estuvieron en el sur ( $23^{\circ}00'$ LS) (**Figura 16**). En general, se verifica las altas concentraciones de copépodos en el sector costero respecto a lo observado durante los años 2006 y 2007, donde zonas de mayor concentración frente a Arica, Camarones, Caleta Chipana e inmediaciones de Mejillones y Tocopilla, se mantienen a través del tiempo en la zona de estudio.

### c) Larvas de decápodos

Las larvas de decápodos se distribuyeron en gran parte del área prospectada con una presencia en el 81,6% de las estaciones diurna y 73,1% de las nocturnas. Para ambos periodos sus mayores abundancias se localizaron a lo largo de todo el borde costero, dentro de las primeras 10 mn en día y las 20 mn durante la noche, para luego disminuir de forma drástica hasta alcanzar valores mínimo hacia las 200 mn de la costa. (**Figura 17**). Esta localización mayoritaria en la costa y la alta ocurrencia de estaciones de baja densidad hacia el sector oceánico, también ha sido observado durante las evaluaciones del 2006 y 2007, estableciéndose como un patrón de distribución espacial característico para este grupo.

En este sentido, la fuerte presencia de este grupo en el sector costero, con densidades máximas localizadas desde Arica a Tocopilla (día) y de punta Gruesa a Antofagasta (noche), evidencia una concentración mayoritaria de las larvas de decapados a través de la costa, que espacialmente incluye importantes núcleos de abundancia detectados durante el 2006 y 2007 (Arica, punta Lobos y Mejillones).



### c) Salpas

En general, este grupo no estuvo presente en toda la zona de estudio, registrando de día como en la noche estaciones de muestreo con muy poca representatividad, predominando sus máximas abundancias diurnas y nocturnas en la costa y océano, observando para el periodo diurno incremento de las densidades medias en el océano y la costa, mientras que en la noche mayores densidades se ubicaron en el sector oceánico (**Figura 18 y 16**). Patrón que difiere de lo registrado el 2007, donde las salpas muestran un claro incremento en las concentraciones hacia la costa, observando este año una menor congregación de este grupo en la zona de estudio.

Los principales sectores de concentración se registran en el sector costero como oceánico, destacando la abundancia (207.403 – 544.362 salpas/1.000 m<sup>3</sup>) a 1 mn a la cuadra de punta Coloso (23°30' LS) en el día, mientras que en la noche lo registrado (62.950- 135.000 salpas/1.000 m<sup>3</sup>) a 200 mn frente a punta Amarilla (24° 40' 0 LS). En términos de latitud, salpas incrementaron su densidad media a partir de los 21° 20'LS en el día y 23° 25'LS en la noche.

### d) Poliquetos

Este grupo estuvo presente en todas las estaciones de plancton realizadas en la zona de estudio, evidenciando las densidades de poliqueto colectado durante el día y la noche, una marcada tendencia a situarse los mayores valores de abundancia media dentro de las primeras 5 millas de la costa, siguiendo un patrón similar al observado en copépodos en el área de estudio. Las más altas densidades se ubicaron en la noche a 1 y 5 mn frente a punta Patache (20° 55'LS) y a 1 mn frente a Iquique en el día. En sentido latitudinal, de sur a norte la distribución espacial de poliqueto no presenta tendencia creciente u decreciente como copépodos y salpas (**Figura 19**).



### e) Quetognatos

En general, para ambos períodos se registra una menor presencia de quetognatos desde Arica a caleta Buena, lo cual se evidencia más durante las estaciones nocturnas, mostrando la abundancia diurna y nocturna un incremento hacia el sur desde punta Patache, donde prevalecen densidades diurnas entre 4.244-11.373 quetognatos /1000 m<sup>3</sup> (**Figura 20**).

En la zona de estudio, este grupo no presenta sectores con incrementos importantes de densidad, como lo registrado en copépodos, salpas, poliquetos, larvas de eufáusidos, y eufáusidos. sino el predominio de abundancias relativamente constantes entre 1.387 a 27.738 quetognatos /1000 m<sup>3</sup> En este sentido, a diferencia de los otros grupos zooplanctónicos importantes, las densidades media de quetognatos por transectas diurnas y nocturnas, muestran una marcada tendencia creciente hacia el sector sur de área prospectada, situación que no se observa en sentido longitudinal, donde las densidades permanecen relativamente constante a medida que se alejan de la costa (**Figura 16a y b**), manteniendo el patrón de distribución registrado en anteriores evaluaciones realizadas el 2006 y 2007 en la zona de estudio.

### f) Sinóforos

La distribución espacial de la densidad media de este grupo no presento diferencias entre ambos periodos, al agruparse de preferencias el recurso en el sector norte y centro del área de estudio, evidenciando un patrón de distribución latitudinal inverso al observado en quetognatos, al registrar en su abundancias medias una fuerte tendencia creciente hacia el norte del área de estudio (**Figuras 21 y 16**). En el sentido longitudinal, al igual que los quetognatos las densidades de sinóforos permanecen



relativamente constante a medida que se alejan de la costa, sin constatar tendencias ascendentes o descendentes en sus abundancias medias.

#### **g) Eufáusidos**

Los eufáusidos estuvieron ampliamente representados en las muestras de plancton, al registrar su presencia en un 94,3% para el día y 98,5% en la noche. Para ambos períodos de muestreo el aporte numérico que registro cada estación fue bastante bajo, reconociendo valores de dominancia de 1,38% (día) y 2,10% (noche) similares a lo observado en taxas que históricamente exhiben los valores bajos (**Tabla 22**).

En general, la zona de prospectada estuvo dominada por densidades entre 368 – 4.243 eufáusidos /1000 m<sup>3</sup> o, las cuales se incrementan durante la noche y genera una mayor densidad media para este periodo. Las mayores abundancias diurnas y nocturnas, estuvieron asociadas principalmente al sector costero, registrando durante el periodo diurno una mayor frecuencia, como se observa desde norte a sur, al sur de Arica, Iquique, Tocopilla, Mejillones, Antofagasta y al sur de punta Amarilla (**Figura 22**). En la noche, estas altas densidades se localizan en estaciones ubicadas al sur de Tocopilla en el área de estudio.

En término de longitud, estas máximas densidades medias diurnas estuvieron asociada a la primera milla, encontrando valores de densidad relativamente mayores hasta las 10 mn, para luego caer de manera significativa y constante hasta la 200 mn de la costa, evidenciando una tendencia decreciente hacia el sector oceánico. En sentido latitudinal, el patrón de distribución de los eufáusidos es distinto al 2007, donde los mayores valores de densidad media se ubicaron en el sector central y una fuerte disminución en los extremo, situación que este año



cambia al apreciar un leve incremento hacia el sur en la abundancia media en el 3rea de estudio (**Figuras 22 y 16a y b**).

#### **g) Larvas de euf3usidos**

La larvas de euf3usidos presentaron una distribuci3n espacial con una marcada concentraci3n de sus abundancias media asociadas al sector costero, al concentrarse sus m3ximas abundancias dentro de las primera 40 mn de la costa, para posteriormente disminuir de manera sostenida a valores m3nimos hacia la alta mar. (**Figura 23 y 16**). Tendencia que esta claramente establecida para el ciclo nocturno y sugerido para el periodo diurno. En sentido latitudinal, las concentraciones de larvas de euf3usidos colectadas durante el y la noche, se localizaron principalmente en el sector central del 3rea de estudio,

#### **7.3.3 Estructura comunitaria de los grupos zooplanct3nicos.**

El 3ndice de Margalef vari3 de 6,89 a 18,92, correspondiendo el valor menor a la estaci3n diurna ubicada a 10 mn frente al sur de caleta Camarones (19°15'LS), donde se registro el n3mero menor (7) de grupos zooplanct3nico. El mayor 3ndice se localiz3 en la noche a 1 mn al sur de Mejillones con el registro de 19 taxas zoplanct3nicas en el 3rea de estudio.

El 3ndice de diversidad de Shannon & Weaver y Hill fluctuaron desde 0,45 a 1,94, y de 1,56 a 6,95, registrando la menor diversidad de grupos zooplanct3nicos en la estaci3n diurna localizada a 1 mn de Mejillones. En tanto, la mayor diversidad se situ3 en el sector sur a 170 mn frente a Arica (19°25'LS), durante el d3a. En general, este a3o las estaciones de plancton muestran un aumento en la diversidad, respecto al 2007 (0,12 a 1,59, y de 1,127 a 4,90)



La uniformidad presente durante la prospección mostró que el 64,0% (Pieliou) y 99,0% (Sheldon) de las estaciones tuvo valores bajo 0,5, determinando una baja uniformidad entre los grupos analizados, indicando que determinados grupos destacan notoriamente en un alto porcentaje de las estaciones.

El índice de similitud de Winer indicó para el período de invierno del 2008, que 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 67% entre copépodos y larvas de cifonautas; un 64% entre sinóforos y pterópodos; un 54% entre anfípodos y apendicularias; y menos de 36% para los restantes pares de especies (**Figura 24**).

La comparación de estructuras zooplanctónicas, considerando el número de ejemplares por grupos zooplanctónicos clasificados para el período diurno y nocturno, de acuerdo a una estratificación latitudinal de zona norte, centro y sur, así como longitudinal (1-25; 40-100 y 130 a 200 mn), muestra al igual que el 2007, un incremento de número en las taxas hacia el sector costero en todas las zonas (norte = 2,6; centro = 4,7 y sur = 7,1), conjuntamente con un aumento de ellas de norte a sur en la zona de estudio.

En la **Tabla 19**, se presenta el porcentaje asociado a cada taxa por zona, sector y período del día, los copépodos representan la mayor proporción de ejemplares en el área prospectada, con valores que fluctúan entre un 54,4 y 69,9%, seguidos de poliquetos, salpas y quetognatos, larvas de decápodos, sinóforos y larvas de eufáusidos con valores menores bajo 6%. En este sentido, al igual que años anteriores, los copépodos representan el mayor aporte del total de ejemplares observados en las 21 taxas registradas en la zona de estudio.



Dado que el n3mero de grupos observados por zona difiere y existen taxas con una baja representatividad, que pudiese influenciar los resultados de la prueba, se opt3 por considerar solo 11 grupos zooplanct3nicos, los cuales representan m3s del 97% del total de individuos observados en las dos zonas (**Tabla 20**).

**Tabla 19.**

N3mero estaciones, especies y ejemplares para las zonas norte, centro, sur (latitudinal), costera y oce3nica (longitudinal) y por periodo del d3a.

Zona	Distancia A la costa	N3 de Estaciones			N3mero de Especies			N3 de Taxas * 10 <sup>6</sup>		
		D3a	Noche	D - N	D3a	Noche	D - N	D3a	Noche	D - N
Norte	1-25	12	4	16	21	21	21	2,3	0,3	2,6
	40-100	4	8	12	21	21	21	0,1	0,6	0,8
	130-200	5	4	9	21	21	21	0,1	0,2	0,4
	1-200	21	16	37	21	21	21	2,5	1,2	3,7
Centro	1-25	10	10	20	21	21	21	1,6	3,2	4,7
	40-100	8	7	15	21	21	21	0,5	0,8	1,3
	130-200	8	4	12	21	21	21	0,6	0,3	0,8
	1-200	26	21	47	21	21	21	2,6	4,2	6,9
Sur	1-25	16	12	28	21	21	21	4,4	2,7	7,1
	40-100	13	8	21	21	21	21	1,0	1,1	2,1
	130-200	11	10	21	21	21	21	0,8	1,6	2,4
	1-200	40	30	70	21	21	21	6,2	5,4	11,6
Area	1-25	38	26	64	21	21	21	8,2	6,1	14,4
	40-100	25	23	48	21	21	21	1,6	2,5	4,1
	130-200	24	18	42	21	21	21	1,5	2,1	3,6
	1-200	87	67	154	21	21	21	11,4	10,8	22,2



**Tabla 20.**

Porcentaje de ejemplares por grupo zooplanct3nico, seg3n zona latitudinal - longitudinal y periodo del d3a.

Taxa	Distancia a la Costa			Zona Latitudinal			Periodo del D3a		Total
	1-25	40-100	130-200	Norte	Centro	Sur	D3a	Noche	
Anf3podos	0,3	0,5	0,5	0,4	0,5	0,3	0,3	0,5	0,4
Apendicularias*	1,4	2,8	1,9	2,9	2,0	1,2	1,6	1,9	1,8
Clad3ceros	0,1	0,1	0,1	0,4	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Cop3podos*	67,3	67,9	54,4	68,0	59,8	67,6	69,9	60,4	65,3
Cten3foros	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
Doliolidos	0,3	1,2	1,1	0,3	0,6	0,6	0,4	0,8	0,6
Estomat3podos	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
Euf3usidos*	1,4	2,6	2,1	1,8	0,9	2,2	1,4	2,1	1,7
Foramin3feros	0,1	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
Is3podos	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dec3podos*	7,1	1,2	0,7	8,1	5,1	3,9	5,7	4,1	5,0
L.Eufausidos*	3,1	1,9	2,1	0,9	3,4	2,8	1,8	3,6	2,7
L.cifonautas	0,6	0,4	0,4	0,6	0,7	0,4	0,5	0,5	0,5
Medusas	0,5	0,8	1,0	0,7	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6
Ostr3codos*	0,8	1,0	1,4	0,8	0,8	1,0	0,9	1,0	0,9
Poliquetos*	8,5	2,2	1,9	4,5	13,1	2,8	4,0	8,6	6,2
Pter3podos*	0,7	1,7	1,2	1,1	1,1	0,8	0,6	1,3	0,9
Quetognatos*	3,0	6,2	8,5	1,7	3,4	6,0	3,7	5,3	4,5
Radiolarios	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Salpas*	3,1	1,8	15,7	0,5	3,0	7,5	5,3	4,6	4,9
Sifon3foros*	1,6	6,7	6,5	7,1	4,2	1,7	2,7	4,1	3,4

Los resultados indican que existe evidencia muestral para rechazar la hip3tesis de igualdad de estructuras zooplanct3nicas entre per3odos del d3a y los sectores longitudinales (p-value < 0,001 a un 95% de confianza. **Tabla 21**,). Los grupos que contribuyen al rechazo de la hip3tesis de igualdad son para el d3a los cop3podos, poliquetos y larvas de dec3pados, mientras que cop3podos, poliquetos, salpas y quetognatos lo son para la longitud costa oc3ano y zonificaci3n latitudinal norte sur.



**Tabla 21.**

Tama1o de muestra, hip3tesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona (latitudinal – longitudinal) y periodo del día.

Estrato	Hip3tesis	Wald	p. value
Zona	Ho: norte=centro=sur	1.230.586	< 0,001
	Ho: norte=centro	281.340	< 0,001
	Ho: norte=sur	641.559	< 0,001
	Ho: centro=sur	784.394	< 0,001
Distancia a la costa	Ho: D1=D2=D3	1.898.446	< 0,001
	Ho: D1=D2	718.872	< 0,001
	Ho: D1=D3	1.328.996	< 0,001
	Ho: D2=D3	356.691	< 0,001
Periodo día	Ho: Día=Noche	288.510	< 0,001

### 7.3.4 Biomasa zooplanct3nica.

En primavera del 2008 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 1000m<sup>3</sup> de agua filtrada, encontrándose que dichos valores en su dimensi3n individual muestran un amplio rango de variaci3n, que fluctúa entre 13-1.161 ml/1000m<sup>3</sup> (día) y 26–830 ml/1000m<sup>3</sup> (noche) con valores promedio de 136 y 185, predominando en ambos períodos biovolúmenes categorizados dentro de los intervalos 34-100 y 101-300, los que representan un 52% y 60% de la biomasa total por período (**Figura 26**).



La distribución espacial de la biomasa compuesta principalmente por copépodos salpas, poliquetos, quetognatos, sinóforos, eufáusidos y larvas de eufáusidos, señaló que las mayores abundancias diurnas se localizaron principalmente en las estaciones más cercanas a la costa, frente a punta Patache (20°55'LS) y alrededor de Antofagasta, con valores de biomasa entre 301-900 ml/1000m<sup>3</sup>. Durante la noche las distintas categorías se fortalecen, ampliándose los sectores de altas densidades detectadas durante el día e incrementos puntuales alrededor de la 100 mnn.

#### **7.4 Objetivo específico 2.4. Determinar la composición de los principales ítems alimentarios del jurel en el área de estudio.**

##### **7.4.1 Composición de los principales ítems alimentarios de jurel.**

En el estudio se obtuvieron 258 estómagos provenientes de 13 lances con capturas de jurel, efectuados durante el crucero de evaluación por el B/C Abate Molina y a través de los 10 muestreos realizados a bordo de los cerqueros Tornado, Salmón y Claudia Alejandra, durante la evaluación en la zona de estudio. Los estómagos fueron analizados en laboratorio determinando estómagos con contenido en un 100% para el B/C "Abate Molina, un 88,3% Salmón, 83,1% ornado y 100% C. Alejandra (**Tabla 22**).



**Tabla 22**

Número de estómagos y porcentaje con y sin contenido.

	Salmón		Tornado		C. Alejandra		Abate Molina	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Estomago con contenido	113	88,3	74	83,1	16	100,0	25*	100,0
Estomago vacíos	15	11,7	15	16,9				
<b>Total</b>	<b>128</b>		<b>89</b>		<b>16</b>		<b>25</b>	
<b>ESTADO ESTOMAGO</b>								
Estómagos distendidos	35	31,0	27	36,5	9	56,3	19	76,0
Estómagos llenos	26	23,0	3	4,0	4	25,0	5	20,0
Estómagos semilleros	52	46,0	44	59,5	3	18,7	1	4,0
<b>Total</b>	<b>113</b>		<b>74</b>		<b>16</b>		<b>25</b>	
<b>ESTADOS CONTENIDOS</b>								
Contenido digerido	87	77,0	66	89,2	11	68,8	7	28,0
Contenidos semidigerido	26	23,0	8	10,8	5	31,2	18	72,0
Contenido entero								
Contenido fresco								
<b>Total</b>	<b>113</b>		<b>74</b>		<b>16</b>		<b>25</b>	

#### 7.4.2 Importancia de las presas.

Este índice de importancia relativa indicó que las presas de mayor relevancia tanto en número, como en peso y frecuencia de aparición fueron los correspondientes a peces de la familia Myctophidae (IIR= 84,78) compuesto por *Vinciguerria sp*, *Diogenichthys sp* y restos de teleósteos y en menor medida por el grupo de crustáceos con un IIR= 15,22, de acuerdo a los resultados de 228 estómagos analizados (**Tabla 23**).

Los resultados revelaron que los mictófidos dominan principalmente la dieta de jurel en número, peso y frecuencia de aparición durante todo el período de estudio, lo que es coincidente con estudios realizados por IFOP en primavera del 2006 entre Arica y Antofagasta, que indican para mictofidos una importancia relativa en la dieta de jurel de un 93,9 %, observando similitud en cuanto al tipo de presas consumida por el jurel en la zona de estudio.

**Tabla 23**

N3mero (N%), peso (P%), frecuencia de aparici3n (F%)  
e 3ndice de importancia relativa (IIR) para jurel

3TEM PRESA	N (%)	P (%)	F %)	IIR
<b>CRUST3CEOS</b>	<b>54,71</b>	<b>23,50</b>	<b>35,84</b>	<b>15,22</b>
Cop3podo sp.	0,49	0,21	0,69	0,01
<i>E. frigida</i>	0,65	0,28	1,03	0,02
<i>E. lucens</i>	0,98	0,42	1,72	0,05
<i>E. mucronata</i>	12,27	5,26	5,52	2,18
<i>E. similis</i>	4,58	1,96	3,10	0,46
<i>E. vallentini</i>	0,16	0,07	0,34	0,00
Euphausia	5,89	2,53	1,72	0,33
Euphausiidae ni	24,55	10,52	13,79	10,92
larva Euphausia	0,16	0,07	0,34	0,00
Restos crust3ceos	5,07	2,17	7,59	1,24
<b>PECES</b>	<b>45,16</b>	<b>76,50</b>	<b>64,16</b>	<b>84,78</b>
<i>Vinciguerra sp</i>	14,89	25,22	8,62	7,81
<i>Diogenichthys sp.</i>	3,11	5,27	2,07	0,39
Mict3fidos n.i	2,45	4,16	2,76	0,41
Restos tele3steos	24,71	41,85	50,69	76,17
<b>Total (%)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### 7.4.3 3ndice de estrategias alimentaria.

El indicador de coeficiente dietario de Hureau (Q), muestra que las principales especies en la dieta alimentaria de jurel son los peces de la familia Myctophidae y para los crust3ceos la familia Euphausiidae, dentro de los cuales destaca *Euphausia mucronata* por su abundancia a pesar de ser una especie secundaria (Tabla 24)

**Tabla 24**

Indicador de coeficiente dietario de Hureau (Q) en la dieta de jurel (2008)

ITEM PRESA	TOTAL	
	Q	%Q
<b>CRUSTÁCEOS</b>		<b>20,10</b>
Copépodo sp.	0,10	0,01
<i>E. frigida</i>	0,18	0,01
<i>E. lucens</i>	0,41	17,35
<i>E. mucronata</i>	64,38	0,02
<i>E. similis</i>	9,00	0,18
<i>E. vallenghini</i>	0,01	50,04
Euphausia	14,58	0,00
Euphausiidae ni	258,30	2,90
larva Euphausia	0,01	
Restos crustáceos	11,03	14,81
<b>PECES</b>		<b>80,00</b>
<i>Vinciguerria sp</i>	375,65	20,93
<i>Diogenichthys sp.</i>	16,38	0,91
Mictofidos n.i	10,21	0,57
Restos teleósteos	1.034,33	57,59
<b>Total</b>		<b>100,00</b>

Q &lt; 20 Accidental; 20 &lt; Q &lt; 200 Secundario y Q &gt; 200 Principal

En este sentido, la **Figura 27** muestra que jurel tiene tendencia a ser un depredador selectivo, donde las muestras que aparecen como puntos más cercanos a la intersección entre los ejes, pueden indicar su preferencia por los peces mictofidos por sobre las otras presas que conforman su dieta alimentaría, como los restos de teleósteos, *Euphasiidae ni*, *Euphasia mucronata*, restos de crustáceos y que en la figura aparecen como los puntos escapados.



#### 7.4.4 Selectividad de las presas por tama1o.

En la **Figura 28** se presentan las distribuciones de frecuencias de los valores del 3ndice de selectividad de Ursin (ISU) de las taxa presas, graficados independientemente por tax3n. Las amplitudes indican el rango de tama1os que el jurel consume; a mayor amplitud (cuanto m1s ancho sea la base de la curva) indica un rango de tama1o mayor, es decir, no tiene preferencia 3nica por un tama1o en particular.

Luego, la grafica muestra que existen distribuciones no normales en la raz3n entre el ISU y el % frecuencia de algunas presas, tales son los casos de *E. mucronata* que con su distribuci3n no normal indica que tiene variaci3n dentro de las tallas, *E similis*, que se encuentra sesgado hacia valores 5 y 6, Mict3fidos *Vinciguerria sp* con pick entre ISU = 4-5 y un leve aumento en 8 y *Diogenichthys sp* con un pick en ISU= 4.

En general, todas las presas presentan distribuciones no normales lo que junto a informaci3n de tama1o de cada presa (**Tabla 25**), es posible establecer que el jurel no presenta una variaci3n importante en el tama1o de las presas y que de acuerdo a su espectro en la dieta es un predador selectivo.

**Tabla 25**

ISU promedio de las principales presas de jurel

PRESAS	ISU PROMEDIO	Desviaci3n Est1ndar
<i>Euphausia mucronata</i>	5,06	0,84
<i>Euphausia similis</i>	5,06	1,01
<i>Vinciguerria sp</i>	4,02	0,92
<i>Diogenichthys sp.</i>	3,27	0,44



## **7.5 Objetivo espec3fico 2.5 Determinar la fauna acompa1ante y su importancia relativa en los lances de pesca de identificaci3n.**

### **7.5.1 Resultados de lances de pesca.**

En la zona de estudio se efectuaron 22 lances de pesca con arrastre y 36 con arte de cerco, cuyas posiciones geogr1ficas se muestran en las **Figuras 29 y 6**. En el B/C “Abate Molina” la red de arrastre registr3 alturas en el centro de la relinga superior de 12 a 30 m. Los lances de pesca cubrieron profundidades que van desde los 4 a 40 m, con tiempos de arrastres que oscilaron entre 21 a 82 minutos, a velocidades de arrastre entre 3,4 a 4,5 nudos.

En las **Tablas 26 y 27** se detalla para cada lance realizado por el “Abate Molina” en el 1rea prospectada, la posici3n, fecha, hora y la captura total estandarizada en peso y n1mero de jurel y fauna acompa1ante. En tanto la **Tabla 28** resume las capturas realizadas por barcos de la flota de cerco del norte, pertenecientes a las empresas CORPESCA S.A. y Camanchaca S.A.

En la evaluaci3n la captura total fue de 4.139,3 kg en 13 lances de pesca, de las cuales 253,5 kg corresponde a jurel y 3.885,8 kg a fauna asociada compuestas por otras especies. El esfuerzo aplicado por las embarcaciones fue de 15 horas y 38 minutos de arrastre, con un rendimiento estandarizado promedio de 264,83 kg/hora para la pesca total y de 16,21 kg/hora de pesca para jurel.

En este sentido, el bajo volumen de captura de jurel respecto al total esta sustentado por importantes capturas de medusa en el sector de Arica a Iquique, lo cual tambi3n ha registrado la flota de cerco norte con capturas importante de esta especie en este sector desde noviembre del 2008 (Informe Biol3gico pesquero



N°51/2008 y N°5/2009). Asimismo, la captura de jurel en 13 lances de pesca sobre un total de 22 realizados, se explica por la distribuci3n espacial del recurso registrada en la ecoprospecci3n, evaluaci3n acústica y pescas comerciales monitoreada durante la cuantificaci3n a bordo de cuatro naves de la flota de cerco norte, las cuales mostraron una fuerte concentraci3n de jurel hacia el extremo sur del área de estudio, donde se obtuvo 13 lances con capturas de jurel que permitieron obtener los antecedentes necesarios para caracterizar la distribuci3n del recurso, siendo además complementada con la informaci3n provenientes de la flota industrial para el período de estudio. El resto de los lances de pesca efectuados, permiti3 conocer la naturaleza de las agregaciones detectadas por los equipos acústicos, eliminando errores en la asignaci3n de los ecotrazos como provenientes de agregaciones de jurel.



**Tabla 26.**

Informaci3n de captura en peso de jurel y fauna acompa1ante en los lances de pesca realizados por B/C Abate Molina.

Lance	Barco	Fecha	Hora calado	Posici3n inicio		Tiempo	Vel.	Prof.	Captura (kg)								TOTAL	Fauna total	% fauna	
				Latitud	Longitud				Arrastre	Nudos	R. Sup.	Jurel	Jibia	Caballa	Mict3fidos	Anchoveta				Calamar
1	A. Molina	02.11.2008	13:35	24°40.8'	71°05.2'	32	3,6	23-30	22,55									22,6	0	0
2	A. Molina	03.11.2008	14:44	24°38.2'	72°55.7'	34	3,6	28-29	0,14									0,1	0	0
3	A. Molina	04.11.2008	20:43	24°15.2'	72°42,1'	60	3,4	40-30	35,90	190,78		0,38						227,1	191	84,19
4	A. Molina	05.11.2008	15:10	24°15.9'	71°26.1'	57	3,7	28-60	0,06									0,1	0	0
5	A. Molina	05.11.2008	20:34	24°15.3'	71°07.3'	82	3,7	18-14	21,25	18,35								39,6	18	46,34
6	A. Molina	06.11.2008	20:33	23°52.1'	70°55.9'	60	3,7	18-22	29,21	3,63	2	1,52	3,82					40,2	11	27,30
7	A. Molina	06.11.2008	23:10	23°50.3'	71°00.8'	60	3,6	18-14	97,66		7,10							104,8	7	6,78
8	A. Molina	10.11.2008	12:14	23°27.1'	71°46.4'	50	4,0	10-25	Lance sin pesca											
9	A. Molina	10.11.2008	21:35	23°00.9'	70°59.5'	60	4,0	13-15	26,39					2,05				28,4	2	7,21
10	A. Molina	11.11.2008	00:18	23°01.3'	70°57.3'	52	3,7	15	2,36					0,46	2,49			5,3	3	55,52
11	A. Molina	11.11.2008	03:29	23°04.3'	70°51'	51	3,6	18	1,21			0,07	0,66	0,62				2,6	1	52,69
12	A. Molina	12.11.2008	14:21	23°03.1'	72°00'	31	3,8	25	10,76									10,8	0	0
13	A. Molina	15.11.2008	21:08	22°11.3'	72°45.1'	30	4,0	14	Lance sin pesca											
14	A. Molina	20.11.2008	13:19	21°21.4'	70°27.8'	43	4,0	12	5,91									5,9	0	0
15	A. Molina	22.11.2008	08:30	20°32.4'	70°20.5'	30	3,5	17						56				56,0	56	100
16	A. Molina	23.11.2008	08:38	20°32.4'	73°02.5'	26	3,8	24								5,53		5,5	6	100
17	A. Molina	25.11.2008	13:47	19°51.5'	70°12.4'	30	4,5	12-15					0,45	106,8	4,08			111,3	111	100
18	A. Molina	26.11.2008	15:00	19°16.5'	71°53.4'	30	4,0	15-33	0,07							384		384,1	384	99,98
19	A. Molina	27.11.2008	10:58	18°50.4'	70°22.2'	21	4,2	15					18	0,36	760			778,4	778	100
20	A. Molina	28.11.2008	03:36	18°50.1'	71°46'	31	4,2	10								88,95		88,9	89	100
21	A. Molina	29.11.2008	10:56	18°26.6'	73°22.9'	30	4,3	25-57								420		420,0	420	100
22	A. Molina	30.11.2008	20:00	18°28.1'	70°23.6'	38	4,3						108		1700,0			1 808,0	1 808	100
TOTAL									253,5	212,8	9,1	2,0	130,9	6,0	2622,8	4,1	898,5	4139,6	3886,1	93,9

Medusas *Chrysaora fuscescens* (63,66%), Mict3fidos *Vinciguerria sp* (21,75%), Jibia *Dosidicus gigas* (5,14%), Anchoveta *Engrualis ringens* (3,16%), Caballa *Scomber japonicus* (0,22%), Calamar *Loligo gahi* (0,14%) y Otros (0,04%).



**Tabla 27.**

Informaci3n de captura en n3mero de jurel y fauna acompa1ante en los lances de pesca realizados por B/C Abate Molina.

Lance	Barco	Fecha	Hora calado	Posici3n inicio		Tiempo	Vel.	Prof.	N3mero de ejemplares										TOTAL	Fauna total	% fauna
				Latitud	Longitud				Arrastre	Nudos	R. Sup.	Jurel	Jibia	Caballa	Mict3fidos	Anchoveta	Calamar	Medusa			
1	A. Molina	02.11.2008	13:35	24°40.8'	71°05.2'	32	3,6	23-30	256									256	0		
2	A. Molina	03.11.2008	14:44	24°38.2'	72°55.7'	34	3,6	28-29	2									2	0		
3	A. Molina	04.11.2008	20:43	24°15.2'	7242,1	60	3,4	40-30	382	46		57						485	103		
4	A. Molina	05.11.2008	15:10	24°15.9'	71°26.1'	57	3,7	28-60	1									1	0		
5	A. Molina	05.11.2008	20:34	24°15.3'	71°07.3'	82	3,7	18-14	226	39								265	39		
6	A. Molina	06.11.2008	20:33	23°52.1'	70°55.9'	60	3,7	18-22	357	9	7	1 013	85					1 471	1 114		
7	A. Molina	06.11.2008	23:10	23°50.3'	71°00.8'	60	3,6	18-14	1 526		23							1 549	23		
8	A. Molina	10.11.2008	12:14	23°27.1'	71°46.4'	50	4,0	10-25	Lance sin pesca												
9	A. Molina	10.11.2008	21:35	23°00.9'	70°59.5'	60	4,0	13-15	370					3				373	3		
10	A. Molina	11.11.2008	00:18	23°01.3'	70°57.3'	52	3,7	15	36				14	37				87	51		
11	A. Molina	11.11.2008	03:29	23°04.3'	70°51'	51	3,6	18	20			7	20	80				127	107		
12	A. Molina	12.11.2008	14:21	23°03.1'	72°00'	31	3,8	25	80									80	0		
13	A. Molina	15.11.2008	21:08	22°11.3'	72°45.1'	30	4,0	14	Lance sin pesca												
14	A. Molina	20.11.2008	13:19	21°21.4'	70°27.8'	43	4,0	12	97									97	0		
15	A. Molina	22.11.2008	08:30	20°32.4'	70°20.5'	30	3,5	17						48				48	48		
16	A. Molina	23.11.2008	08:38	20°32.4'	73°02.5'	26	3,8	24								6 081		6 081	6 081		
17	A. Molina	25.11.2008	13:47	19°51.5'	70°12.4'	30	4,5	12-15					126	54	1 641			1 821	1 821		
18	A. Molina	26.11.2008	15:00	19°16.5'	71°53.4'	30	4,0	15-33	31							420 640		420 671	420 640		
19	A. Molina	27.11.2008	10:58	18°50.4'	70°22.2'	21	4,2	15					9 180	56	100			9 336	9 336		
20	A. Molina	28.11.2008	03:36	18°50.1'	71°46'	31	4,2	10								107 830		107 830	107 830		
21	A. Molina	29.11.2008	10:56	18°26.6'	73°22.9'	30	4,3	25-57								194 187		194 187	194 187		
22	A. Molina	30.11.2008	20:00	18°28.1'	70°23.6'	38	4,3						7 626		224			7 850	7 850		
TOTAL									3.384	94	30	1.077	16.925	302	426	1.641	728.738	752 617	749 233	99,6	

Mict3fidos *Vinciguerria sp* (96,49%), Anchoveta *Engrualis ringens* (2,24%), Otros (0,57%), Medusas *Chrysaora fuscescens* (0,06%), Calamar *Loligo gahi* (0,04%), Jibia *Dosidicus gigas* (0,01%) y Caballa *Scomber japonicus* (0,00%),



**Tabla 28.**

Información de captura en peso de fauna acompañante lances de pesca de cerco por los PAM Trueno I, Tornado, Salmón y C. Alejandra.

Embarcación	Latitud (S) Media	Longitud(O) Media	Fecha	Captura (Kg)					
				Jurel	Anchoveta	Caballa	Capt Total	Capt. Fauna	% Fauna
Claudia Alejandra	21°32,11'	70°39,28'	06/11/2008	1000,0	7000,0	300,0	8300	7300,0	88,0
Claudia Alejandra	23°33,34'	71°20,12'	13/11/2008	20000,0			20000		0,0
Claudia Alejandra	23°33,02'	71°20,72'	13/11/2008	25000,0			25000		0,0
Claudia Alejandra	23°31,67'	71°22,05'	13/11/2008	70000,0			70000		0,0
Claudia Alejandra	23°12,13'	71°17,26'	13/11/2008	30000,0			30000		0,0
Claudia Alejandra	23°16,80'	71°23,85'	14/11/2008	70000,0			70000		0,0
Claudia Alejandra	23°46,72'	70°44,75'	17/11/2008	30000,0			30000		0,0
Claudia Alejandra	23°51,82'	70°40,17'	18/11/2008	30000,0			30000		0,0
Claudia Alejandra	23°41,14'	70°50,30'	18/11/2008	10000,0			10000		0,0
Salmón	21°47,20'	71°08,30'	11/11/2008	100,0	15000,0		15100	15000,0	99,3
Salmón	23°23,10'	70°57,90'	19/11/2008	100000,0			100000		0,0
Salmón	23°28,00'	71°07,30'	19/11/2008	50000,0		10000,0	60000	10000,0	16,7
Salmón	23°35,80'	71°09,00'	19/11/2008	40000,0		10000,0	50000	10000,0	20,0
Salmón	23°37,50'	71°09,50'	21/11/2008	40000,0			40000		0,0
Salmón	23°41,00'	71°09,60'	21/11/2008	20000,0			20000		0,0
Salmón	23°35,70'	71°14,60'	21/11/2008	30000,0			30000		0,0
Salmón	23°29,70'	70°46,80'	18/11/2008	2000,0	100000,0		102000	100000,0	98,0
Salmón	23°28,90'	70°50,40'	18/11/2008	2000,0	25000,0		27000	25000,0	92,6
Tornado	23°38,00'	71°09,00'	12/11/2008	15000,0	5000,0		20000	5000,0	25,0
Tornado	23°40,00'	71°09,00'	12/11/2008	45000,0	15000,0		60000	15000,0	25,0
Tornado	23°41,00'	70°11,00'	12/11/2008	50000,0			50000		0,0
Tornado	23°43,00'	71°15,00'	13/11/2008	50000,0			50000		0,0
Tornado	23°43,00'	71°03,00'	13/11/2008	20000,0			20000		0,0
Tornado	23°37,00'	71°17,00'	13/11/2008	80000,0	20000,0		100000	20000,0	20,0
Tornado	23°18,00'	71°21,00'	13/11/2008	100000,0			100000		0,0
Tornado	21°37,00'	70°28,00'	06/11/2008	5000,0	10000,0		15000	10000,0	66,7
Tornado	21°37,00'	70°46,00'	07/11/2008	5000,0	25000,0		30000	25000,0	83,3
Tornado	21°47,00'	71°06,00'	11/11/2008	500,0	9500,0		10000	9500,0	95,0
Tornado	18°44,00'	72°00,00'	20/11/2008	5000,0			5000		0,0
Tornado	19°16,00'	70°56,00'	22/11/2008	5000,0			5000		0,0
Trueno I	20°24,00'	70°47,00'	07/11/2008	0,222	15000,0		15000	15000,0	100,0
Trueno I	20°27,00'	70°50,00'	07/11/2008	0,117	18000,0		18000	18000,0	100,0
Trueno I	21°01,00'	70°47,00'	09/11/2008	1,10	7000,0		7001	7000,0	100,0
Trueno I	23°23,00'	71°14,00'	22/11/2008	80000,0			80000		0,0
Trueno I	23°33,00'	71°03,00'	22/11/2008	10000,0			10000		0,0
Trueno I	19°20,00'	70°41,00'	26/11/2008	10000,0			10000		0,0
<b>Total</b>				<b>1050600</b>	<b>271500</b>	<b>20300</b>	<b>1342401</b>	<b>291800</b>	<b>21,7</b>

Caballa *Scomber japonicus* (0,4%),



### 7.5.2 Composici3n por tama1o.

La distribuci3n de talla registrada en el crucero se presenta en la **Figura 13**. Se muestre3 ejemplares de jurel entre 6 a 33 cm de longitud horquilla, concentrando el 92,40% de los individuos entre los 16 a 21 cm. A diferencia de lo registrado en el per3odo 2007, donde el 91,39% de los individuos se ubic3 entre los 17 a 31 cm. Este a1o, a diferencia de a1o pasado se registro una estructura de talla menos amplia, con una participaci3n mayor de ejemplares m1s peque1os, evidenciando una disminuci3n del grupo de tallas predominantes entre a1os.

Luego, la estructura de talla present3 una moda principal definida (18 cm), agrupando el mayor n1mero de ejemplares entre 15 y 22 cm, que muestran un retroceso respecto a las modas registradas durante el 2002 (21 cm), 2006 (20 y 24 cm), y 2007 (21 y 26 cm), lo cual sugiere un desplazamiento en la estructura de tama1o del stock en la zona de estudio, hacia ejemplares de menor tama1o. Comportamiento que tambi3n se registra entre el 2006 y 2007, en las capturas de noviembre y anual de la flota de cerco industrial en el norte del pa3s (**Figura 30**).

### 7.5.3 Relaci3n longitud-peso.

En atenci3n a que la informaci3n colectada en el crucero proviene de ejemplares machos y hembras, las regresiones establecidas en cada una de ellas fueron analizadas (**Tabla 29**), aplicando una d3cima de comparaci3n para varias relaciones lineales simult1neas, estableciendo la no existencia de diferencias significativas entre s3, al obtener un F calculado (3,12) inferior al F cr3tico de tabla (3,69) con un 95% de confianza. Resultado que permite refundir la informaci3n en una sola base de datos para la zona prospectada.



En este sentido, en la **Tabla 29** se presentan los parámetros y estadística de las regresiones lineales longitud-peso y los parámetros resultantes para las funciones de crecimiento asimétrico, calculados para la zona de estudio. La **Figura 31** grafica los datos utilizados con sus modelos correspondientes. En ella se observa que el modelo describe adecuadamente la relación longitud-peso.

**Tabla 29**

Parámetros y estadística básica de la relación  $w = a * L^b$  para zona de estudio

	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL
N <sup>a</sup> de observaciones	363	102	465
LOG (K)	-1,97991	-2,08906	-2,01853
A	0,01047	0,00814	0,00958
B	3,01724	3,10204	3,04726
ERROR EST. (LOGK)	0,03195	0,05364	0,02662
ERROR EST. B	0,02492	0,04070	0,02063
R <sup>2</sup>	0,98	0,98	0,98

La no existencia de diferencias en las tasas de crecimiento en peso por sexo, permite determinar una regresión única para la cuantificación de jurel.

#### 7.5.4 Proporción y composición fauna acompañante.

En los lances pesca con éxito en la captura de jurel, esta especie represento el 6,12% y un 93,88% correspondió a fauna acompañante. Las especies presentes fueron medusas *Medusas Chrysaora fuscescens* (63,66%), mictófidos *Vinciguerria sp* (21,75%), Jibia *Dosidicus gigas* (5,14%), anchoveta *Engrualis ringens* (3.16%), caballa *Scomber japonicus* (0,22%), Calamar *Loligo gahi* (0,14%) y otros (0,04%).



El alto volumen de medusa y Vinciguerria registrado en este estudio, también fue observado durante noviembre del 2006 con un aporte de un 35,52 y 25,82% respectivamente. Este año, sus volúmenes se explican principalmente por una fuerte presencia de medusa entre Arica e Iquique en la zona prospectada, al registrarse captura de esta especie en 5 lances de pesca y con volúmenes relativamente alto, respecto a la frecuencia y niveles de captura del resto de fauna asociada a jurel. Situación que se ha mantenido durante el periodo estival con una importante participación de esta especie en las capturas de la flota industrial del norte. Respecto a Vinciguerria, su aporte a la fauna de jurel corresponde a la alta captura de solo 2 lances de pesca al norte de Iquique.

Para las otras especies presente en los lances de pesca realizados en la zona evaluada, sus bajos volúmenes en las capturas se encuentran en el orden de lo registrado en anteriores estudios (7,61 a 0.33%), verificándose el carácter monoespecífico del jurel en el área prospectada, al igual como lo establecido en el área de su pesquería en el sector centro-sur del país. Asimismo, este año al igual que el año pasado, no se apreció la alta recurrencia de jibia en las capturas de jurel, como fue observado durante el 2006, cuando este recurso registró una fuerte disponibilidad en el área de estudio.

Luego, para la especie de interés comercial anchoveta, la estructura de talla registra tamaños que van desde 6 a 15 cm de longitud horquilla, con una moda principal entre 6.5 cm y una secundaria en 14,0 cm, evidenciando una amplia cobertura de la estructura de tamaños en esta especie, donde el 72,44% de los ejemplares medidos correspondieron a pre reclutas, lo que muestra para el periodo de noviembre del 2008, la presencia de una fracción importante de pre reclutas en la zona de estudio.



Respecto a caballa su captura fue muy y se detecto solo en dos lances de pesca, en tanto jibia presento tamaños entre 12 a 103 cm, con una moda en 22 cm de longitud de manto, evidenciando ejemplares de menor tamaño que lo registrado en noviembre del 2006 (82-90 cm) y 2007 (42-103 cm) e invierno en la zona centro sur del país (30-39 cm).

### 7.5.5 Análisis de asociación.

El análisis de clusters por especie presenta 1 grupo principal, determinado con un nivel de similaridad del 60%, el que esta formado por dos subgrupos, el primero esta compuesto por las especies *E. ringens* (anchoveta) y *L. gahi* (calamar), y el segundo por las especies *S japonicus* (caballa), *T. symmetricus murphyi* (jurel) y *D. gigas* (jibia), el conjunto y total de especies que forman estos subgrupos presenta un alto nivel de similitud (100%) (**Figura 32a**). En cuanto al resto de las especies presentes en las capturas como vincinguerria y el subgrupo formado por los recursos langostino, agujilla y pejerrey que también están presentes en las capturas de jurel, sin embargo presentan una alta disimilitud, 70 y 60% respectivamente, ya que es menos frecuente como fauna acompañante de jurel (**Figura 32a**).

A través de los años, se observa 1 grupo importante con un nivel de similitud sobre el 65%, que se compone por dos años (2007-2008), el resto de los años sin embargo presenta un nivel de disimilitud medio de aproximadamente un 55% (**Figura 32b**). Asimismo, el alto nivel de similitud de los subgrupos formados por una parte por caballa, jurel y jibia, y por otra por anchoveta y calamar sugiere que estos recursos son la principal fauna íctica asociada a las capturas de jurel, encontrándose presentes en todos los lances realizados durante el periodo evaluado, sin embargo la presencia de estas especies en el sector costero u oceánico sugiere una diferencia en la composición lo que conlleva a la formación de dos subgrupos.



## **7.6 Objetivo espec3fico 2.6 Determinar las condiciones oceanogr3ficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia de jurel en el 3rea de estudio.**

### **7.6.1 Condiciones meteorol3gicas.**

Durante el crucero se obtuvieron un total de 676 mediciones horarias de intensidad y direcci3n del viento sobre el track de navegaci3n, determinando un valor promedio de 4,8 m/s en la zona de estudio (**Figuras 33 y 35a**). Es as3 que, el 38,4% correspondi3 a intensidades entre 3,1 a 5,1 m/s, mientras que un 21,8% supero los 5,1 m/s, donde las m3ximas intensidades (>9 m/s) alcanzan solo un 1,5% y las calmas (0-1 m/s) representaron el 8,4% (**Figura 34**).

En la zona se aprecio el predominio de vientos provenientes del segundo cuadrante, donde vientos del S y SE representan el 40,3% y 24,4% respectivamente (**Figura 33 y 34**).

Las mayores intensidades se presentaron en la zona costera de Antofagasta (T14), y oce3nica de Iquique frente a Cta. Chucumata (T6), con una magnitud promedio de 10,5 m/s. Las menores intensidades se presentaron en general en el sector costero, observ3ndose los menores valores frente a Pta. Plata (T16), Pta. Jun3n (T4), punta del Urcu (T9) con un m3nimo de 0,2 m/s, un m3ximo de 4,9 m/s y una magnitud promedio de 3,2 m/s con una desviaci3n est3ndar de 1,4 m/s (**Figura 35a**).

En este sentido, el 3ndice de surgencia (IS) calculado para el 3rea costera de las primeras 30 mn (Bakun, 1975), registr3 un m3ximo de 786 m<sup>3</sup>/s frente a Pta. Cta. Err3zuriz (T13), seguido de 692 m<sup>3</sup>/s frente a punta Pinto (T2) y 642 m<sup>3</sup>/s a la cuadra de punta Tres Picos (T15) (**Figura 35b**). Del mismo modo, en el sector



costero del índice de turbulencia (IT) fueron relativamente bajos, registrando los mayores y menores valores promedios frente a punta Pinto ( $233 \text{ m}^3/\text{s}^3$ ) y punta Gualaguala ( $42 \text{ m}^3/\text{s}^3$ ), respectivamente.

## 7.6.2 Condiciones oceanográficas.

### 7.6.2.1 Condiciones oceanográficas

Se entrega la distribución horizontal de las variables oceanográficas medidas, temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), densidad (expresada como sigma-t), profundidad (m) de la isoterma de  $15^{\circ}\text{C}$ , circulación geotrónica referida a 500m, profundidad de la capa de mezcla y profundidad de la termoclina. Los estratos de profundidad considerados en este análisis de temperatura, salinidad y densidad fueron los niveles superficiales (0-1 m) y subsuperficiales de 25, 50, 100, 200 y 400 m de profundidad

#### a) Estrato superficial

**Temperatura:** El rango de temperatura superficial del mar (TSM) en el área de estudio (**Figura 36a**) fluctuó entre  $13,4^{\circ}$  a  $22,2^{\circ}\text{C}$  con una temperatura promedio para el área de  $18,5^{\circ}\text{C}$  con una desviación estándar de  $1,8^{\circ}\text{C}$ . El mínimo térmico se ubicó a una milla náutica frente a Pta Coloso, mientras que el máximo se observó a 70 mn frente a Pta Pinto. En general, la temperatura mostró un gradiente térmico norte sur en la zona oceánica, disminuyendo de  $21^{\circ}$  a  $17^{\circ}\text{C}$  hacia el sur ( $24.5^{\circ}\text{LS}$ ). Se observó además un gradiente costa océano ( $0,07^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ). El sector costero que presentó menores temperaturas y un mayor gradiente térmico ( $0,04^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ) fue el área comprendida entre Pta. Cta. Errázuriz y Pta. Plata con temperaturas del orden de  $15^{\circ}\text{C}$ . El área oceánica adyacente entre Arica y Punta Blanca se caracterizó por registrar temperaturas máximas relativas superiores a  $19^{\circ}\text{C}$ .



La distribución de temperatura anterior esta asociada a anomalías térmicas (**Fig. 36b**) positivas, siendo éstas del orden de  $0,5^{\circ}\text{C}$  a  $1^{\circ}\text{C}$  en el sector oceánico central del área muestreada entre punta Camarones a Cta. Chucumata. El sector costero hasta las 30 mn, registró una anomalía térmica entre 0 y  $-1^{\circ}\text{C}$ . El sector costero de Mejillones registró las máximas anomalías positivas, las que no superaron  $1^{\circ}\text{C}$ . El rango de variación de las anomalías de temperatura vario entre  $+0,1^{\circ}$  a  $-1,7^{\circ}\text{C}$ , sin embargo, los valores fueron predominantemente del orden de 0 y  $-1,5^{\circ}\text{C}$ , donde los valores positivos, se observaron en el sector norte y los negativos al sur de Mejillones.

Esta distribución térmica es consistente con la TSM obtenida desde imágenes satelitales para octubre y noviembre del 2008 en la zona de estudio, que muestra el desplazamiento hacia el sur de las isothermas de mayor temperatura, evidenciando el calentamiento estacional en el área, generando un núcleo calido del orden de  $21^{\circ}\text{C}$  que alcanza hasta los  $22^{\circ} 05'\text{LS}$  a lo largo del eje meridional de  $72^{\circ}\text{W}$ . Núcleo cálido que se enmarcó en una banda costera de TSM menores a  $18^{\circ}\text{C}$ , localizada entre Arica y la Bahía de Mejillones, conjuntamente con un núcleo de aguas frías al sur de Antofagasta durante la ultima semana de Noviembre (**Figura 65**).

**Salinidad:** Los valores de salinidad superficial psu (**Figura 36c**) variaron entre 34,5 a 35,2 psu. El mínimo se observó en el sector oceánico a 70 mn de la costa frente a Pta Tres Picos, mientras que el valor máximo se registró en el sector oceánico frente a Pisagua. El rango de mayores salinidades ( $>34,9$  psu) abarcaron el sector más oceánico entre Arica hasta casi frente a Pta. Gualaguala, en tanto los valores mayores a 34,8 psu se ubicaron desde el sector costero de Pta. Madrid hasta Pta. Guasilla. Se observó además que la salinidad no presentó un gradiente costa-oceano. Las menores salinidades ( $<34,6$  psu) se registraron en el sector oceánico frente a Pta. Coloso con un núcleo centrado alrededor de los  $24,5^{\circ}\text{LS}$ .



Las anomalías de salinidad asociadas psu (**Figura 36d**) a la distribución señalada, estuvieron en el rango de +0 a -0,2 psu siendo esta última la anomalía predominante. En la mayor parte de la costa, esta variable registró valores preferentemente en torno a 0 y -0,1 psu.

**Sigma-t (Densidad-1000 kg/m<sup>3</sup>):** La distribución horizontal de sigma-t varió entre 24,1 unidades de sigma-t como mínimo ubicado a 40 mn frente a Pta. Pinto, y un valor máximo de 26,0 unidades de sigma-t medido a 1 mn en el sector costero frente a Pta. Coloso. Se observó además un valor promedio de 25,0 unidades de sigma-t (**Figura 36e**). En general, se observó hacia el SW con valores de orden de 24,4 unidades de sigma-t en el norte de Chile frente a Arica, a valores de 25,2 unidades de sigma-t frente a Antofagasta.

#### **b) Estrato de 25 m de profundidad**

**Temperatura:** El rango de temperatura fluctuó entre los 12,6° y 20,6°C. La mínima se ubicó en torno a la estación de 5 mn bahía Mejillones, mientras que la máxima se ubicó frente a Arica (130mn). El sector oceánico desde Arica a punta Guasilla se caracterizó por presentar las mayores temperaturas del estrato (16° a 18°C). Bajo los 23°LS, las temperaturas son del orden de 16°C. El sector costero del área estudiada presentó un gradiente térmico del orden de 0,02°C/km, con temperaturas de costa a océano de 13° a 15°C, respectivamente (**Figura 37a**).

**Salinidad:** La distribución superficial de la salinidad presentó un máximo de 35,2 psu en el sector norte a 130 mn de Arica. Se observó además un valor mínimo que se ubicó 10 mn frente a Pta. Coloso, con una salinidad promedio para el área del orden de 34,8 psu, disminuyendo hacia el sur hasta valores menores de 34,5 psu de punta Tres Picos (**Figura 37b**). En general, el sector oceánico medio del área de estudio,



desde Pta. Camarones a Cta. Chipana se observaron n3cleos con salinidades m3s altas del estrato (>34,9 psu), present3ndose un gradiente longitudinal (norte-sur) de 0,003 psu/km que aument3 hasta el m3ximo valor salino de la zona (34,9 psu). Hacia el sector sur, en cambio, sus valores fueron menores a 34,7 psu, los cuales se extendieron hacia el sector norte costero del 3rea en estudio. El sector costero se caracteriz3 por presentar una banda de salinidades en torno a salinidades del orden de 34,7 psu. Se observ3 adem3s, un n3cleo de 34,8 psu desde punta Madrid hasta punta Blanca.

**Sigma-t (Densidad-1000 kg/m<sup>3</sup>):** La distribuci3n horizontal de sigma-t vari3 entre el m3nimo de 24,7 a 26,3. El m3nimo se ubic3 a 130 mn frente a Arica (**Figura 37c**), en tanto el m3ximo estuvo en el sector costero frente a Pta. Pinto (1 mn), distribuci3n que lleg3 hasta el sector costero de punta Copaca, sector en el cual se form3 un gradiente horizontal (0,008 (sigma-t/km), lo cual es parte de una banda que recorri3 toda la costa con unidades de sigma-t que disminuyeron de 26,3 a 25,8, en direcci3n costa-oc3ano.

### **c) Estrato de 50 m de profundidad**

**Temperatura:** En la capa subsuperficial de 50 m, la temperatura vari3 entre un m3nimo de 12,4°C asociado a la estaci3n de 40 mn frente a Mejillones y un m3ximo de 17,6 °C a 170 mn de punta Guasilla (**Figura 38a**). La zona costera se caracteriz3 por temperaturas menores a 13°C, los que aumentaron hacia el sector oce3nico, obteni3ndose un promedio real de la zona de 14,2°C. En el sector de Mejillones sobre sale una lengua de agua con temperaturas del orden de 13°C desde el sector costero hacia el oce3nico, lo cual es coincidente con lo observado en im3genes de sat3lite.



**Salinidad:** La variabilidad de la salinidad subsuperficial (50 m de profundidad) presentó una salinidad mínima de 34,33 psu ubicada) frente a punta Plata (20 mn), así como un máximo local en el sector oceánico a 3200 mn frente a caleta Chipana con 35,01 psu (**Figura. 38b**). La salinidad promedio para el área fue de 34,7 psu con una desviación estándar de 0,13 psu.

En el sector oceánico de la zona norte frente a Cta. Chipana se presentó un núcleo de mayor salinidad (34,9 psu). A lo largo de todo el sector costero se presentaron gradientes máximos del orden de 0,02 psu/km, asociado a una banda costera con valores de salinidad que disminuyeron de océano a costa. La salinidad en la zona de estudio durante el período de medición tendió a disminuir de noreste a sur oeste.

**Sigma-t (Densidad-1000 kg/m<sup>3</sup>):** La distribución de sigma-t, varió entre 25,3 a 26,4. Se observó un valor promedio de 25,9 unidades de sigma-t con una desviación estándar de 0,31 unidades de sigma-t. Este estrato, se caracterizó por una banda costera con fuerte gradiente horizontal en todo el sector, y con un máximo frente a la caleta. Pabellón (10 mn) con un gradiente del orden de 0,005 (unidades de sigma-t/km) (**Figura 39c**), y un valor mínimo en el sector oceánico a 170 mn frente a punta. Guasilla. En general, las mayores densidades se observaron en el sector costero y las menores en el oceánico, presentándose una banda costera con altas densidades (>1026,0 kg/m<sup>3</sup>), que se relacionaron con focos en zonas de surgencia donde afloran aguas con temperaturas bajas a las capas superficiales y subsuperficiales.

#### **d) Estrato de 100 m de profundidad**

**Temperatura:** En la capa subsuperficial de 100 m, la temperatura vario entre un mínimo de 11,7°C asociado a la estación de 1 mn frente a Mejillones y un máximo de 17,6 °C a 170 mn a la cuadra de punta. Guasilla (**Figura 39a**). La zona costera se



caracterizó por temperaturas menores a 13°C, los que aumentaron hacia el sector oceánico, obteniéndose un promedio real de la zona de 14,2°C. En el sector de Mejillones sobre sale una lengua de agua con temperaturas del orden de 13°C desde el sector costero hacia el oceánico, lo cual es coincidente con lo observado en imágenes de satélite.

**Salinidad:** En este estrato, la salinidad varió en entre el valor mínimo de 34,2 psu a 34,9 psu, promediando en la zona un valor de 34,7 psu (**Figura 39b**). En general, todo el borde costero y hasta los 71°W, junto con la mayor parte de la zona oceánica al norte de punta Chucumata, presentó salinidades sobre los 34,8 psu. Se observó una lengua de salinidades del orden de 34,6 psu que repliegan las isohalinas más salinas hacia la costa desde el sector oceánico, además de una rama de 34,8 psu, en todo el sector costero desde punta del Urcu hasta punta Coloso.

**Sigma-t (Densidad-1000 kg/m<sup>3</sup>):** Los valores de esta variable, fluctuaron entre 25,7 y 26,5 unidades de sigma-t, donde el mínimo se ubicó en el sector oceánico, frente a Pta. Blanca (**Figura 39c**). La banda costera no presenta gradientes importantes, pero se encuentra limitada por la isopicna de 26,4 unidades de sigma-t, la cual abarca desde Arica hasta frente a punta Junín, interrumpiéndose para continuar desde punta Chucumata hasta punta Blanca. La zona norte esta dominada por densidades mayores a 1.026,2 kg/m<sup>3</sup>, observando dos núcleos de máximo relativo de 26,0 unidades de sigma-t en el sector oceánico frente a punta Blanca y Mejillones.

#### **e) Estrato de 200 m de profundidad**

**Temperatura:** El rango de variación fue entre 10,5° y 12,7°C, mientras que el promedio para el área fue de 11,5°C (**Figura 40a**). La distribución de temperatura se caracterizó por presentar valores entre 11° y 12°C en casi toda el área de estudio,



con núcleos en el sector norte, frente a Arica (entre 130 a 200 mn) con temperaturas entorno a los 12 °C. También se presentó otro núcleo de 12°C en el sector oceánico frente a caleta Chucumata, en tanto en la zona costera, la temperatura fue homogénea distribuyéndose desde el norte a sur temperaturas en el sector costero del orden de 11,5 °C (**Figura 40a**).

**Salinidad:** El rango de salinidad a los 200 m de profundidad varió de 34,6 psu a 34,9 psu, obteniendo un promedio en la zona completa, de 34,8 psu. La distribución subsuperficial de salinidad mostró un comportamiento cuasi-homogéneo en casi todo el sector norte, observando valores > 34,8 psu, destacando un núcleo oceánico con salinidades menores a <34,8 psu ubicado entre punta Blanca y punta Tres Picos. Aguas de baja salinidad (<34,8 psu) se registraron en todo el sector oceánico desde punta Copaca hasta punta Coloso, no observando gradientes de salinidad en la zona (**Figura 40b**).

**Sigma-t (Densidad-1000 kg/m<sup>3</sup>):** El promedio medido para sigma-t en la zona fue de orden de 26,6 unidades de sigma-t, donde la capa subsuperficial de 100 m de profundidad presentó una distribución homogénea. La densidad no sobrepasó densidades mayores a 1.026,4 kg/m<sup>3</sup> (**Figura 40c**).

#### f) Estrato de 400 m de profundidad

**Temperatura:** Al igual que la distribución de la capa anterior, las temperaturas en este estrato fueron cuasi-homogéneas, observando un mínimo de 7,7°C que se ubicó en el sector oceánico a la cuadra de Mejillones y una temperatura máxima de 10,5 °C situada en la zona oceánica frente a caleta Chucumata, ambas a 170 mn de la costa. La temperatura promedio para esta capa fue de 8,8°C con una desviación estándar de 0,6°C (**Figura 41a**), donde la isoterma de 9°C bordea casi todo el sector



costero desde Arica hasta alcanzar punta Gualaguala, registrando un núcleo de 10°C en el sector oceánico frente a caleta Chucumata.

**Salinidad:** La distribución subsuperficial de salinidad para este estrato, presentó un valor mínimo 34,5 psu ubicado en el sector oceánico frente a punta Plata (70 mn), mientras que el máximo de 34,7 psu estuvo a 10 mn de Punta Pinto. Las salinidades en la zona fueron relativamente homogéneas con un valor promedio de 34,6 psu, donde la isohalina de 34,6 psu frente a caleta Pabellón, separó un sector norte con valores >34,6 psu y un sector sur valores menores a 34,6 psu, extendiéndose por todo el sector oceánico hacia el sur (**Figura 41b**).

**Sigma-t (Densidad-1000 kg/m<sup>3</sup>):** La variabilidad horizontal de sigma-t para este estrato muestra una capa cuasi-homogénea, observándose una distribución espacial similar a la salinidad, observándose un área costera, donde predomina la isopicna de 26,8 unidades de sigma-t desde Arica hasta caleta Chipana, predominado una densidad de 26,8 unidades de sigma-t en el resto del área. En general, las densidades no presentaron gradientes importantes, observándose un valor mínimo de 26,7 unidades de sigma-t y un máximo de 26,9 unidades de sigma-t, con una densidad promedio de 26,8 unidades de sigma-t (**Figura 41c**).

**g) Distribución horizontal de la profundidad y anomalía de la isoterma de 15°C**

La profundidad característica de la isoterma de 15°C (**Figura 42a**) presentó un rango de valores entre 5 y 92 m. El mínimo se registró en las estaciones a 1mn de punta Coloso, bahía Mejillones, punta Blanca, caleta Chipana y caleta Chucumata. El máximo valor se observó en la estación a 20 mn de caleta Chipana. En general la franja costera tuvo bajas profundidades en torno a 20 m en las primeras 10 mn y de



30 m en las primeras 20 mn de la costa, en tanto el sector oceánico, presentó un predominio de las profundidades mayores a 40 m.

El sector costero norte, es un área de anomalías negativas que superaron los  $-10$  m alcanzando máximos de  $-49$  m (100 mn de punta caleta Errázuriz). En el sector oceánico, zona media del área de estudio, desde caleta Chipana al sur, lo cual sugiere la presencia de un eddie ciclónico (**Figuras 42b, 42b**), lo cual se corrobora con la imagen de corriente geostrófica del sector (**Figura 64**). Se observó un área que presentó valores entre 0 y 40 m de profundidad con un núcleo de 40 m en el sector oceánico situado frente a punta caleta Errázuriz. En la franja costera, entre caleta Pabell3n por el norte y punta Coloso por el sur, se observaron anomalías negativas.

#### **h) Espesor capa de mezcla, termoclina y temperatura base de termoclina.**

El espesor de la capa de mezcla vari3 de 0 a 31 m (**Figura 43a**), con un promedio en el área de 5,8 m y predominio de profundidades de 0 a 10 m. En el sector oceánico de punta Coloso (170-200 mn), bahía Mejillones (130-170 mn), punta Guasilla (170 mn), a Pta. Chipana (200 mn), Pisagua (200 mn), punta Colorada y Arica (100 mn), la profundidad de la capa mezcla superó los 15 m de profundidad. Los m3nimos espesores bajo 5 m, se registraron principalmente en los sectores costeros, como punta Plata, punta Tres Picos (130,40, 5 mn), punta Coloso (1 y 100 mn), punta caleta Errázuriz (1 mn), bahía Mejillones (5 y 20 mn), punta Guasilla (10 100 mn), punta Blanca (1 y 130 mn). Se observaron núcleos de 10 m de profundidad en el sector oceánico desde punta Camarones a caleta Chipana, adem3s de un núcleo de 25 m de profundidad en el sector oceánico frente Mejillones.



El espesor de la termoclina fluctuó entre 3 y 43 m, con un promedio zonal de 12,5 m y una desviación estándar de 8,0 m (**Figura 43b**). En el sector norte de punta Camarones se registraron las máximas profundidades (>35m) entre punta Madrid y Junín, mientras que hacia el sur de caleta Chucumata, solo se registró un foco con profundidad mayor a 25 m en el sector oceánico frente a caleta Pabellón, además de un núcleo con profundidad del orden de 25 m a la cuadra de punta caleta Errázuriz.

La distribución de la temperatura base de la termoclina (**Figura 43c**), mostró un mínimo en torno a la estación de 70 mn frente a punta Blanca y un máximo de 18,5°C a 130 mn de punta del Urdu, con un valor promediado de 14,9°C. En el sector oceánico, frente a las punta Pinto y Colorada y caleta Chipana se observó un núcleo de un máximo relativo de 17°C, en tanto núcleos de temperaturas inferiores a 15°C se registraron frente a Mejillones y menores a 12°C de punta Coloso a Plata en el sector costero.

**i) Profundidad termoclina, gradiente de temperatura, gradiente máximo y profundidad.**

La profundidad base de la termoclina varió en un rango de 2 a 93 m, promediando un valor de 21,7 m (**Figura 44a**). Las menores profundidades están asociadas al sector costero, con valores menores a 20 m, destacando en la zona norte, un núcleo de 40 m de profundidad se observó frente a punta Camarones y Chucumata. Al sur de punta Guasilla y sector oceánico, la profundidad base de la termoclina alcanzó profundidades mayores a 70 m, observando al sur de punta Tres Picos un núcleo con profundidades mayores a 80 m.

El gradiente promedio de la termoclina (**Figura 44b**) tuvo una variación entre 0,2 y 0,5 °C/m. Se observaron dos núcleos con gradientes en torno a los 0,5° C/m, uno en



el sector oceánico de la zona norte, frente a Piragua, y el segundo más al sur frente a punta Blanca. En el sector más costero desde Arica hasta punta Colorada el gradiente no supero los 0,3 °C/m. Desde caleta Chipana y hasta punta Gualaguala se registró un gradiente promedio de 0,2 °C/m (**Figura 44b**).

La variación del gradiente máximo de la termoclina (**Figura 44c**) varió entre 0,2 y 1,2 (°C/m), observando en la mayor parte del sector costero gradiente en torno a 0,6 °C/m. En la zona norte núcleos con gradientes en torno a 1,2 °C/m, se localizaron frente a punta Pinto y punta Junín en el sector oceánico. Lo menores gradientes se situaron en el sector oceánico frente a punta del Urcu y el sur de Mejillones, con valores alrededor de 0,2 °C/m.

La variabilidad de la profundidad del gradiente máximo de la termoclina fue 10 a 80 m, con valores inferiores a 10 m en la franja costera desde Arica hasta punta Pinto, frente a Pisagua y punta Junín, y desde punta Colorada a punta Copaca, mientras que el sector oceánico sobre caleta Chipana se presentó homogéneo con profundidades menores a 20 m. El área central desde punta Blanca a Plata registró un área oceánica con valores superiores a 80 m de profundidad, y una más costera con profundidades menores a 20 m, centrado aproximadamente a los 72°W. Más al sur, isolíneas de 20 m y mayores a 50 m dominan la franja costera y sector oceánico, respectivamente (**Figura 44d**).

#### **7.6.2.2 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 durante el estudio, en cada una de las transectas evaluadas en el área de prospección. Las transectas fueron agrupadas para su análisis en tres zonas bajo un criterio de proporcionalidad respecto del área (**Figura 1**).



## Temperatura

La temperatura vertical en el sector norte (transecta 1 a 4) mostró la presencia de una capa de fuerte variación térmica que se hace más intensa hacia la costa y en dirección norte, la que fue evidente en todas la transectas entre 0 y 40 mn, y que en general llegó hasta los 30 m de profundidad (**Figura 45**). En todas las transecta se registró un levantamiento de las isolíneas, que es variable en posición y pendiente. En este sentido, el comportamiento de los 12 y 13°C muestra el levantamiento a partir de los 200 m de profundidad, evidenciando el afloramiento de la isoterma de 15 °C pegada a la costa, a 40 mn de Arica (transecta 1), 10 mn de punta Pinto (transecta2) y 10 mn punta Camarones y Junín (transecta 3 y 4). En general el levantamiento fue intenso en los primeros 20 m de profundidad, afectando hasta los 200 m de profundidad, mientras que a mayor profundidad las isolíneas presentan pendientes negativas hacia la costa

La estructura de temperatura para el sector centro (transectas 5 a 10) muestra una capa superficial de fuerte variación térmica, la que se es mayor hacia la costa, observando en general, un levantamiento de la isoterma de 15°C y el hundimiento de la isolínea de 14°C a 70 mn de la costa (**Figura 46**). Es así que, en la transecta 10 la temperatura sobre los 15°C se acercan a superficie acompañada del hundimiento de la isoterma de 14°C entre los 50 y 100 m y la ascenso de la isolínea de 12°C a 150 m de profundidad, lo que se mantiene en las transectas 7 a 9. En tanto para la transectas ubicadas mas al norte (transectas 5 y 6), la isoterma 12 C se mantiene estable entre la costa y las 125 mn, para posteriormente profundizarse hacia el sector oceánico.

La distribución de temperatura se caracterizo por el levantamiento de isotermas de menor temperatura bajos los 200 m, registrando hacia el sur (transectas 8 a 10) el hundimiento de las isotermas de 13 y 14° C hasta alcanzar los 100 m de



profundidad a 75 mn de la costa. En general para este sector, sobre los 250 m, las isotermas de temperatura sobre 13°C se profundizan hasta alcanzar los 100 m en el sector oceánico.

En el sector sur (transectas 11-16), la distribuci3n muestra isolíneas de 12°C ascendentes hacia las capas superficiales desde los 200 m de profundidad frente a punta Plata y Tres Picos, mientras que para el resto de las transectas estas tienden a hundirse sobre el Talud. En el sector oceánico (170 a 200 mn), los 13 y 14 C se profundizan respecto al sector costero, lo que es más evidente hacia el sector centro y norte del área de estudio.

En esta área, se mantiene el levantamiento de la isoterma de 15°C, la cual a 100 mn de punta Plata, Tres Picos, Coloso y caleta Errazuriz, forma un valle con el hundimiento de las isolíneas bajo 13°C en toda la columna de agua (**Figura 47**). Profundizaci3n de isotermas que puede reflejar el paso de una onda de baja frecuencia y su ascenso en forma de ondulaci3n a transporte dado los vientos del S sur oeste que favorecen la surgencia.

En general para la zona de estudio, se presentó una capa superficial (0 a 100 m), de gradientes térmicos y perturbaciones asociadas al levantamiento de las isolíneas hacia la costa (**Figuras 45-47**). La capa profunda, bajo la termoclina muestra una pendiente negativa de las isolíneas a las cuales se agregan perturbaciones en forma de oscilaciones de las isolíneas a diferentes distancias desde la costa y en diferentes transectas.



## **Salinidad**

En la distribuci3n de salinidad del sector norte destaca un n3cleo con salinidades sobre 34,70 psu, ubicado sobre 60 m de profundidad entre 60 y 110 mn de la costa, que se reduce hacia sur, y mantiene su profundidad pero reduce su tama1o a 120 a 140 mn frente a punta Jun3n (**Figura 48**). Asimismo, altas salinidades (>34,80 psu) se presentaron a mayor profundidad a trav3s de las transectas desde Arica a punta Pinto, mientras que en el sector oce3nico valores >35,1 psu llegaron hasta 100 mn entre Arica (transectas 1) y punta Pinto (transecta 2). En este sentido, la mayores salinidades (>34,9 psu) se ubicaron sobre los 50 m, mientras que los m3nimos relativos (<34,5 psu) lo hicieron bajos los 500 m en el sector oce3nico.

En el sector central del 3rea en estudio, los valores de salinidad en el estrato superior se distribuyeron en n3cleos desde los 100 m en caleta Chucumata (transecta 6) y hasta los 150 m en punta Urcus punta Blanca (transecta 9 y 10) (**Figuras 49**). A mayor profundidad, las isohalinas tendieron a distribuirse en forma estratificada a lo largo de las transectas, evidenciando una inclinaci3n negativamente en sentido de la profundidad hacia la costa. Las mayores inclinaciones se producen a 40 mn de punta Colorada, 70 mn de caleta Chipana y punta de Urdus y la plataforma continental.

En general, los m3nimos relativos de salinidad (<34,5 psu) se ubican bajo 500 m de profundidad, con m3ximos relativos (>34,9 psu) en superficie (<50m). Sobre los 100 m, prevalecen n3cleos de valores salinos <34,7 psu, que dominan profundidades desde 30 a 160 m en las seis transectas (**Figuras 49**). A diferencia del sector norte, en esta 3rea valores mayores a 35,0 psu fueron menos frecuentes, registr3ndose solo a 200 mn de punta Chipana (transecta 8), predominando en toda las transectas salinidades <34,8 psu.



La distribuci3n vertical de salinidad al sur del 1rea de estudio (**Figuras 50**), se caracteriz3 por poseer un estrato superior de 250 m, donde se distribuyen n1cleos de distintos valores salinos relativamente menores (<34,4 psu). Bajo esta profundidad, la tendencia fue la formaci3n de estratos en un rango salino de 34,7 a <34,5 psu en el fondo, que dominaron toda las transectas. Las isohalinas a estas profundidades, muestra entre las 100 a 130 mn un hundimiento de las salinidades producto de un n1cleo (> 34,8 psu) centrado a 150 m de profundidad, el cual permanece frente a punta Guasilla y Mejillones. Este sector, salinidades mayores a 34,8 psu y m1nimos salinos (<34,5 psu) dominaron desde la superficie hasta los 150 m de profundidad, con una clara tendencia a situarse los bajos valores hacia el sector costero. Bajo los 250 mn de profundidad la columna se mantiene estratificada con salinidades que varían entre 334,6 y 36,5 psu.

### **Densidad**

La densidad vertical en el sector norte present3 una distribuci3n similar a la temperatura, con una fuerte piconclina en todas las transectas, intensific1ndose en el sector costero de transecta 1 y 2 (**Figura 51**). Todas las transectas presentan un ascenso de las isolíneas, desde las 20 mn de la costa, con valores superiores en el sector oce1nico, registrando las isopicnas subsuperficiales bajo los 200 m de profundidad, una marcada pendiente negativa hacia la costa, siendo en general, la densidad superficial de esta zona inferior a 24,8 kg/m<sup>3</sup>, registrando solo valores superiores en el sector costero (< 10 mn, transecta 1,3 y 4).

En el sector centro la densidad superficial mantiene una distribuci3n heterogénea, con valores de 25,0 kg/m<sup>3</sup> dentro de los 20 m de profundidad y un incremento r1pido a 26,0 kg/m<sup>3</sup> hacia el sector costero, adem1s de un aumento gradual de sus valores con la profundidad en el sector oce1nico. Este sentido, piconclina se evidencian en el



sector costero, donde se registr3 un ascenso de las isopicnas sobre 150 m de profundidad, mientras que bajo esta profundidad la columna de agua se presenta estratificada, variando sus densidades entre 26,4 a 27,0 en el sector mas profundo (**Figura 52**), observando en las isopicnas una pendiente negativa.

En la zona sur, al igual que hacia el norte, la distribuci3n de densidad aumenta gradualmente a valores de 26 en el sector oce3nico, registrando variaciones mayores en la franja costera que evidencian el surgimiento de aguas mas densas a 40 mn de punta Guasilla a Mejillones, y 10 mn frente a caleta Err3zuriz, punta Coloso, punta Tres Picos y punta Plata. En general, las isopicnas menores a 26,4 kg/m<sup>3</sup> se levantaron hacia la costa, y densidades mayores se hundieron hacia el talud. En esta zona la pincoclina se present3 mas d3bil que en las zonas anteriores y en las transectas 11a 13 solo se pudo apreciar en el sector costero (**Figura 53**).

Las oscilaciones observadas en profundidad en las isoterms e isohalinas se ven reflejadas en las en oscilaciones presentes en las isopicnas

### 7.6.2.3 Masas de agua

La identificaci3n de las masas de agua se realiz3 a trav3s del an3lisis e interpretaci3n de diagramas TS. Durante el estudio, se observ3 la presencia de tres tipos de aguas en el 3rea prospectada. Agua Subtropical (AST), Agua Subant3rtica (ASAA) y Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS).

Los diagramas TS en el sector norte muestran el predominio en superficie de Agua Subtropical (AST), cuya contribuci3n disminuye hacia el sur, en tanto las aguas Subant3rtica (ASAA) que se ubica directamente bajo el AST, su contribuci3n se hace m3s importante hacia el sur (**Figura 54 y 55**). La participaci3n del agua



Ecuatorial Subsuperficial (AESS), entre 100 y 300 m de profundidad, se mantiene relativamente constante en las transecta 1 a la 4.

En el sector centro, la participación del AST disminuye hacia el sur y el ASAA aumenta su importancia, en especial en las estaciones más oceánicas. La participación del AESS disminuye para las estaciones costeras en esta zona (**Figura 54 y 55**).

Hacia el sur, aumenta la importancia de la participación del ASAA, disminuyendo significativamente la participación del AST. La participación de la AESS disminuye hacia el sur preferentemente sobre el talud (**Figura 55**).

Al norte las AST estuvieron en superficie en los primeros 25 m con una participación sobre el 70%, bajo los 100 m su contribución no fue importante. Por abajo las ASAA participan con valores cercanos a 30% entre superficie y 100 m, mostrando un ascenso hacia la costa, mientras que las AESS participan con >80% entre 100 y 200 m de profundidad, con un espesor relativamente mayor en el sector costero (**Figuras 56 y 57**)

En el sector centro, los porcentajes de participación indican que el AST hasta los 30 m alcanza >50% de participación, para disminuir hacia el sur en el sector oceánico (**Figuras 58-60**), en tanto más del 30% de las ASAA se concentraron hasta los 120 m de profundidad, extendiéndose hacia el oriente y sur del área, mientras que las AESS su núcleo a 150 m de profundidad supera el 90% de participación, disminuyendo su presencia hacia el sur.

En el sur, el AST está en superficie con participación sobre el 10% en los primeros 60 m, disminuyendo hacia el sur hasta alcanzar porcentajes que levemente superan el 40% en la costa y océano frente a punta Plata (transecta 16) (**Figuras 61-63**). En



sentido contrario, las ASAA se incrementan hacia el sector sur, con una mayor presencia de porcentajes de participación sobre el 50% en los primeros 120 m de profundidad, mientras la AESS al igual que en el norte y centro del área, se presentó en toda la columna de agua con porcentajes mayores de 40% y algunos máximo >80% entre 100 y 250 m.

En general para todas las zonas la AST y la ASAA disminuyeron su participación en función de la profundidad, incrementando su participación las ASAA de norte a sur y de manera inversa las AST, mientras que la AESS presentó sus mayores valores entre 100 y 350 m de profundidad. Aguas AST, ASAA y AESS surgen en la costa sobre la plataforma en toda el área de estudio.

#### **7.6.2.4 Circulación geotrófica**

Una vez iniciado el crucero (01/11/08), en la zona de prospección se registraron 4 giros anticiclónicos (GA) ubicados frente Arica, 100 mn de caleta pabellón (21°LS), 100 de punta Blanca (22°05'LS) y 200 frente punta Plata (24°50'LS), además de un giro ciclónico (GC) moderado al sur de Arica y otro muy intenso centrado en los 23°LS y 74°W, donde su interacción con el giro anticiclónicos de más al sur, generan intensos flujos hacia el océano entre Antofagasta y Tres Picos (24°22'LS) (**Figura 64**).

Avanzada la prospección (10/11/08), solo permanece el giro ciclónico intenso ubicado al sur en el sector oceánico y se mantiene en carácter estacionario en giro anticiclónico frente Arica, observando una distensión de los restantes giros. Una semana antes de finalizar el crucero (20/11/08), la zona sigue dominada por dos giros de gran intensidad, el primero localizado frente Arica y el segundo más intenso a 200 mn frente Antofagasta, destacando la aparición de un flujo



geotrófico en sentido sur este, que junto a altos índice de surgencia sugieren un importante proceso de afloramiento en el entorno de la península de Mejillones (**Figura 64**).

Al finalizar el crucero (30/11/08), la zona de prospectada muestra la fusión de los giros al norte de los 22°LS, generando una estructura ciclónica con flujos hacia el sur entre Arica y caleta pabellón de Pica, con corrientes geotróficas ( $> 10$  cm/s) hacia el sur oeste y se bifurcan en forma de meandro hacia Mejillones generando una convergencia hacia la costa. En cambio, hacia el sur de caleta pabellón de Pica se mantiene con la presencia de giros y flujos que generan una dinámica mayor en el sector.

Para el periodo y área de estudio, la circulación geotrófica muestra una importante dinámica espacial, destacando durante las tres primeras semanas una estructura ciclónica asociada a la península de Mejillones que impulso un flujo en sentido sur a norte, para posteriormente invertirse (anticiclónico) el sentido a norte-sur, durante la última semana de crucero, coincidiendo este sector con el registro de alta densidad de jurel durante las primeras semanas y donde se concentro principalmente las capturas de jurel de la flota industrial, para posteriormente suspender la operación en el área por la ausencia del recurso en la zona de estudio.

#### **7.6.2.5 Distribución espacial y semanal de la TSM satelital**

El análisis de de temperatura superior del mar por semana, muestra un incremento de la TSM en la zona oceánica (**Figura 65**), y el desplazamiento hacia el sur de las isotermas de mayor temperatura, evidenciando el calentamiento estacional en el área. Entre la primera a la segunda de noviembre, al norte de Antofagasta se incrementaron de 18°C a valores mayores de 20°C, mientras que



la isoterma de 18°C abarcaron hasta los 27°LS (Sur de Chañaral). Durante la tercera y cuarta semana, las TSM en la zona oceánica aumentan formando un núcleo cálido del orden de 21° C que alcanza hasta los 22°05'LS a lo largo del eje meridional de 72°W. La isoterma de 20°C se extendió hasta alcanzar la península de Mejillones, predominando aguas más hacia el extremo sur del área de estudio.

Este núcleo cálido, estuvo inserto en una banda costera de TSM menores a 18°C, que se localizó entre Arica y la bahía de Mejillones. Banda costera que comienza a definirse a partir de la segunda semana de noviembre, alcanzando su mayor desarrollo durante la última semana de noviembre. En esta semana se observó además el desarrollo de 3 lenguas (~50 a 70 mn), frente a punta Camarones, Iquique pabellón de Pica, registrando el predominio de aguas más frías hacia el extremo sur del área de estudio (**Figura 65**).

### **7.6.3 Relaciones espaciales de la distribución y abundancia de jurel respecto a las variables bio-oceanográficas.**

De manera general, se puede señalar que la especie se reportó distribuida en la parte sur del área prospectada, de preferencia dentro de las 100 mn en la zona de estudio. Respecto a la distribución batimétrica esta indica que el recurso se presentó en la columna de agua desde la superficie hasta aproximadamente los 50 m de profundidad, con una marcada preferencia por los primeros 25 m de la columna de agua donde se presenta la gran mayoría de las celdas (95%). Situación que es similar a lo descrito en años precedentes (Braun *et al.*, 1995, Cordova *et al.*, 2007 y 2008).

Con respecto a los diferentes planos, en la capa que abarca desde la superficie hasta los 25 m, la especie presentó una cobertura geográfica moderado con un IOC 7,2 %, con agregaciones muy definidas localizadas en su mayoría hacia el extremo



sur (**Tabla 2 y Figura 66a**). En este sentido, la distribuci3n espacial de las agregaciones indica que el jurel se concentr3 mayoritariamente al SW de Mejillones con un n3cleo principal ubicado a unas 40 mn al sur de Antofagasta, en un sector de gradientes t3rmicos moderados. En cuanto al 3ndice de ocupaci3n (N3 de p3xeles positivas/N3 de p3xeles positivos totales), el 81,2% correspondi3 a p3xeles de baja densidad, 17,0% a celdas de mediana densidad y el 1,84% a concentraciones altas (**Tabla 23**), lo que respecto al a3o pasado, muestra para este periodo una mayor cobertura espacial de las bajas densidades al registrar estas un 8,4% el 2007 (Cordova *et al.*, 2008).

En la capa de 26 a 50 m de profundidad, el jurel exhibi3 sus menores concentraciones con una distribuci3n espacial mucho m3s restringida, un patr3n similar al estrato anterior y un 3ndice de ocupaci3n (IOC) m3s bajo que lo observado en el plano superficial, que alcanz3 a 1,2% de cuadr3culas totales positivas (**Tabla 30 y Figura 66b**), con un claro dominio de la categor3a de m3s baja densidad (**Tabla 30**). En esta capa, la distribuci3n del recurso se centro exclusivamente en el sector sur del 3rea de estudio.

**Tabla 30.**

3ndices de ocupaci3n (en porcentaje) de las cartograf3as de distribuci3n de jurel en las capas de 5, 50 y 100 m.

	Superficie-25 m.		Capa 26-100 m.		Superficie-50 m.	
	Celdas positivas	Celdas totales	Celdas positivas	Celdas totales	Celdas positivas	Celdas totales
Densidad Baja	81,2	7,2	98,0	1,0	82,3	8,2
Densidad Media	17,0	1,4	2,0	0,2	15,8	1,6
Densidad Alta	1,8	0,2	0,0	0,0	1,9	0,2

+ : cuadr3culas positivas.

t. : cuadr3culas totales.



#### 7.6.4 Análisis integrado

##### a) Análisis cartográfico entre la distribución del jurel y las variables bio-oceanográficas

Se realizó un análisis visual de los distintos planos y cartografías. Asimismo, se establecieron tabulaciones cruzadas (crosstabulación) con el propósito de estimar los rangos óptimos de preferencia de la especie en relación los parámetros ambientales y además calcular los coeficientes Cramer de las cartografías de distribución de jurel, respecto de las variables ambientales en las capas de superficial y 25 m, en atención a que no se registro cobertura geográfica de jurel en el estrato más profundos (51-100 m).

##### En relación con la temperatura

En general, para la región de estudio dominan las isothermas mayores 17°C (**Figura 67a**). Con respecto al jurel, el recurso mostró una distribución espacial moderada con un IOC de 7,2% y en zonas relativamente costeras y también más oceánicas, con agregaciones muy definidas en lugares de diferenciales térmicos moderados. La relación entre los píxeles con presencia de jurel y la TSM, muestra que el recurso se presentó en un rango de TSM desde los 15,0°C hasta los 21,9°C, con una clara preferencia entre los 17-18°C (**Figura 71a**), lo que difiere a lo reportado por Silva *et al.*, 2003 y Braun *et al.*, 2005, los cuales indican para la especie un rango más alto de temperaturas con una moda en aguas de 19 a 20,9°C, situación que es inversa a lo informado por Cordova *et al.*, 2008, donde el recurso se ubico de preferencia en un rango de menor temperatura (15-17°C). Es importante destacar para el año pasado el dominio de condiciones oceanográficas más fría (La Niña) en la zona de estudio. El índice de Cramer entre las variables



es de 0,16 indicado una asociaci3n moderada entre las variables ( $\alpha = 0,05$ ) (**Tabla 31**).

En el estrato de 26- 50 m de profundidad, el jurel muestra una repartici3n esporádica y ubicada hacia el sur, con una distribuci3n muy escasa (1,0%) y centrada preferentemente al sur de Mejillones, donde se observan diferenciales bajos de temperatura y salinidad (**Figura 67b**) La **Figura 72a** muestra que el recurso se reporta principalmente en temperaturas que van desde 13 a 17,9°C, con una acentuada preferencia por la temperatura de 16 a 17 °C. La asociaci3n entre el recurso jurel y la temperatura es baja con un índice Cramer de 0,08 ( $\alpha = 0,05$ ), lo cual podría estar sustentado en la baja presencia de jurel en esta capa (**Tabla 31**).

En la zona de estudio, los rangos preferenciales de jurel este ańo muestran valores superiores a lo registrado en la zona prospectada el 2007, donde se observaron temperaturas bastante menores a las del crucero, al encontrarse la zona bajo un intenso evento oceanográfico La Nińa que afecto todo el litoral del país.

**Tabla 31.**

Coeficientes de Cramer de las cartografías de distribuci3n de jurel, respecto de las variables ambientales en las capas de superficie y 26-50 m.

<b>VARIABLE (todos los rangos)</b>	<b>Superficie-25 m</b>	<b>26 – 50 m</b>
Temperatura (°C)	0,16	0,08
Salinidad (psu)	0,21	0,10
Gradiente térmico (°C/mn)	0,12	0,09
Gradiente salino (psu/mn)	0,10	0,08
Densidad ( $\sigma$ )	0,17	0,05
CDP (Sa)	0,14	0,06
Eufáusidos (ind/1000m3)	0,07	0,03

Nota : \* Los valores de eufáusidos y capa de dispersi3n profunda son integrados en la columna de agua.



### En relaci3n con la salinidad

En general, la distribuci3n geogr3fica de la salinidad mostr3 aguas m3s salinas en el sector norte, respecto al sector sur, que genera un diferencial en el sentido norte-sur. En este sentido, la especie exhibi3 una distribuci3n espacial reducida, con agregaciones muy definidas en lugares de diferenciales salinos importantes (**Figura 68a**). La proporci3n entre los p3xeles con presencia de jurel y la salinidad muestra que el recurso se present3 en un amplio rango de salinidades desde los 34,4 hasta los 34,99 psu, con una preferencia por los 34,6-34,79 psu (**Figura 71b**), lo que difiere a acontecido el a3o pasado, donde el rango preferencial fue mas amplio y su limite inferior menor (34,5 psu) (C3rdova *et al.*, 2008). El 3ndice de Cramer entre las variables es de 0,21, indicado una buena asociaci3n entre las variables ( $\alpha = 0,05$ ) (**Tabla 31**).

En el plano de 26 – 50 m de profundidad, la salinidad mantiene el patr3n de distribuci3n del estrato superficial con altos valores en el sector norte, mientras que en el sur se mantienen bajos valores de densidad (**Figura 68b**). En este sentido, la escueta presencia de jurel en este plano asociado al sector sur de 3rea de estudio, muestra para el recurso un rango de distribuci3n entre 34,4 a 34,89 psu, con una marcada preferencia 34,6 a 34,79psu (**Figura 72b**). El 3ndice de Cramer fue de 0,10, raz3n por lo cual no es significativa ( $\alpha = 0,05$ ), indicando un bajo grado de asociaci3n de las variables que puede estar sustentado por la escasa presencia del recurso en esta capa.

En general, las abundancias de jurel estuvieron asociadas a rangos preferenciales mayores que el a3o pasado, lo cual se explicar3a por la presencia de un evento (la Ni3a) de car3cter intenso presente en la costa de Chile durante el 2007.



### En relaci3n con la densidad

En superficie (**Figura 69a**), la distribuci3n horizontal de la densidad del agua mostr3 aguas m3s densas en el sector costero y una participaci3n levemente mayor al sur, generando un gradiente de densidad horizontal localizado en las primeras millas de la costa, que determin3 para el recurso su presencia entre los 24,4 y 25,59  $\sigma_t$  con una clara preferencia por el intervalo de 25,0-25,20 ( $\sigma_t$ ) (**Figura 71c**). En general predominaron aguas de menor densidad  $<25,0$  ( $\sigma_t$ ) en la zona de estudio, determinado para el recurso y la densidad, al igual que el a3o pasado, una asociaci3n significativa con un 3ndice de Cramer que alcanz3 a 0,17 (**Tabla 31**).

A los 26-50 m de profundidad, las densidades del agua no siguen el mismo patr3n de la salinidad del estrato superficial, apreciando en este estrato el predominio de densidades mayores entre 24,7 y 26,32 ( $\sigma_t$ ), con densidades altas en la costa y menores valores en el oc3ano (**Figura 69b**). Es as3 que, la proporci3n entre los p3xeles con presencia de jurel y la densidad muestra que el jurel se report3 entre los 25,2 y 26,19  $\sigma_t$  con una clara preferencia por las aguas de 25,2-25,39  $\sigma_t$ , (**Figura 72c**), lo cual difiere con un rango de 25,6-25,79  $\sigma_t$  registrado durante el 2007. En cuanto a la asociaci3n de las variables, 3sta es no significativa ( $\alpha= 0,05$ ) registrando un 3ndice de Cramer de 0,05 (**Tabla 31**).

### En relaci3n con la capa de dispersi3n profunda (CDP)

La distribuci3n horizontal de la CDP mostr3 valores regulares en la zona, donde las mayores concentraciones se situaron a 190 mn a la cuadra de Arica, y al sur del r3o Loa dentro de las primeras 100 mn de la costa (**Figura 70a**). Respecto a la relaci3n entre la CDP y el jurel, se presenta una moderada asociaci3n, sin



embargo se debe destacar que el alto número de focos de CDP al sur del río Loa concuerdan con la mayor concentración de las lecturas acústicas de jurel en la capa superficial, y la presencia mayoritaria de mictófidios en los estómagos de jurel. Lo anterior se refleja en el índice de Cramer de la capa superficial que registró una moderada asociación (0,14) entre las variables (**Tabla 31**).

### En relación con los eufáusidos

Como se mencionó anteriormente, los eufáusidos se constituyeron en un grupo de relevancia cuantitativa por su abundancia y por ser el ítem de importancia en la alimentación de jurel, como lo menciona Medina y Arancibia (2002) y Cordova *et al.*, 2008.

El comportamiento espacial de los eufáusidos indicó que las mayores concentraciones se ubicaron en las primeras 20 mn de la costa, con un foco relevante frente a Antofagasta (**Figura 70b**), al igual que el 2007, y otro secundario a la cuadra de Arica, coincidiendo con la presencia de jurel en sectores ubicados en el borde de las zonas de mayor densidad de eufáusidos. En este sentido, este año la abundancia de eufáusidos mantiene una fuerte reducción del 60% respecto al año 2006, lo cual puede explicar la nula asociación (0,07) entre estas variables registrada este año y año pasado (0,05), respecto a una relación de 0,18 observada durante el 2006 en la zona de estudio.

### **b) Señal latitudinal del jurel y su relación con variables oceanográficas**

Las señales latitudinales de la densidad acústicas de jurel expresado en  $S_A$  y las variables hidrológicas temperatura y gradiente térmico superficial se muestran en las **Figura 73**. Estas, en general, presentan una marcada disminución en el sentido norte-sur lo que es consecuente con la climatología local.



En la franja costera (que se extiende desde la costa hasta 50 mn), se puede observar que la concentración de jurel fue importante, con un foco mayor ubicado al suroeste de Mejillones, el cual se caracterizó por estar relacionados con zonas de gradiente térmicos moderados, donde se registró un evento de surgencia, restringiéndose este foco al borde externo de aguas de 17,5°C (**Figura 73a**).

En la señal intermedia (entre 51 y 100 mn de la costa), se aprecia las mas altas concentraciones de jurel que se presentaron al sur de Mejillones, destacando que las mayores agregaciones de la especie se corresponden con grandes cambios latitudinales negativos de la temperatura, es decir, la temperatura presenta un continuo descenso en la dirección norte-sur (**Figura 73b**), y además corresponden a sectores donde se presentan diferenciales térmicos más fuerte.

En la banda oceánica (desde 101 mn hacia el oeste) se observa que la señal de densidad del jurel indica una mayor abundancia, a 150 mn al oeste de Mejillones que reporta las altas concentraciones, y donde se aprecian bajos gradientes térmicos y salinos (**Figura 73c**)

## 5.6. Manuscrito en Inglés

En relación a manuscrito en ingles se ha preparado el trabajo “Influence of the upwelling and the front of upwelling in the spatial distribution of the anchovy and the jack mackerel in the north of Chile (18 °24° S), que considera la información de los años 2007 y 2008, elaborado por Jaime Letelier, José Cordova y Vivian Valenzuela, para ser presentado a Congreso Latino Americano de Ciencias del Mar, en la Habana, Cuba (26-30/10/2009).



## 6. DISCUSIÓN

---

La biomasa de jurel estimada en primavera en la ZEE para el 2008 (258.836 t), está sustentada principalmente por la fuerte concentración del recurso en el sector sur dentro de la ZEE, mientras que las 122.252 t evaluadas para anchoveta se restringen hacia el sector costero, no sobrepasando las 50 millas de la costa.

La precisión del estimado de biomasa fue menor a la esperada para la prospección (CV =30,09%) al alcanzar un valor de 11,22%, valor que supera lo registrado en noviembre del 2007 (23,315%), del 2006 (14,29%) y abril del 2002 (18,2%), donde este año la distribución de jurel presentó una mayor homogeneidad de las densidades acústicas de jurel que determinaron una amplia zona de concentración dentro de las primeras 100 mn, respecto de años anteriores. En este sentido, durante el estudio las agregaciones de jurel fueron menos contagiosas y de menor densidad, lo que sustenta el nivel de precisión alcanzado, el cual es semejante al registrado para jurel durante el invierno en la zona centro sur (8–17%), donde se concentra principalmente su pesquería en el país.

La evaluación de los métodos propuestos para estimar la varianza de la biomasa (Conglomerado, Estrato Agrupado, Bootstrap y Geoestadístico), determinó para ambas especies una mayor precisión en el método geoestadístico, lo cual se explica por un mayor aporte a la variabilidad total proveniente del muestreo acústico, que es reflejo del patrón de distribución de los recursos, razón por lo cual en general el método de las variables regionalizadas, entrega indicadores de la variabilidad menor que los otros métodos, la incorporar el factor espacial de la distribución del recurso. Es así que el método de Estratos Agrupados y Bootstrap entregan mejores indicadores en distribuciones de mayor variabilidad, mientras que los indicadores de la precisión (CV) alcanzados con el método de Conglomerado son menores sólo



cuando presentan una menor variabilidad entre y dentro de la transecta. Esto se debe a que el método de Conglomerado (Hansen et al., 1954) es el único de los utilizados que considera la variabilidad dentro de las transectas y mide la variabilidad que se registra entre ellas y que es atribuible a la distancia entre transectas.

La distribución espacial de jurel en el estudio, se caracterizó por la presencia de agregaciones del recurso paralelas a la costa y de mayor extensión que las correspondientes a anchoveta, coincidiendo este patrón de repartición con lo registrado en estudios realizados entre 1985 a 1995, 2002, 2006 y 2007, en la zona de estudio, así como desde 1997 a 2007 en la zona centro-sur del país. Estas agregaciones que alejadas de la costa formaron amplios sectores de baja densidad, con un reducido incremento de altas concentraciones, difieren radicalmente de anchoveta, donde su distribución fue más costera. Este año en particular, la anchoveta no presentó alto grado de contagio en sus agregaciones, lo que es una característica principal en sus distribuciones espaciales de abundancia, registrando un menor número de focos de alta densidad, que explican el bajo volumen de biomasa estimada para primavera en la zona de estudio (122.252 t), respecto a 337.376 t (2006) y 251.392 t (2007), lo cual puede ser reflejo de una tendencia negativa en su disponibilidad costera, como lo muestran las biomasa acústicas estimadas para febrero en la III y IV Región (354.501 t 2006; 265.050 t 2007; 217.949 t 2008 y 21.376 t 2009), y el menor desembarque del recurso registrado durante el 2008 (-12%).

En sentido batimétrico, el jurel presentó una distribución bastante superficial al concentrarse totalmente (100%) en superficie (0-50 m), manteniendo el patrón histórico registrado en la zona prospectada durante las evaluaciones acústicas realizadas 1985 a 1995, 2002 y 2007, donde los ecotrazos de jurel no superaron los 100 m de profundidad, lo cual difiere bastante a lo registrado hacia el sur,



donde el recurso alcanza mayor profundidad (160 a 180 m) en el sector donde se localiza principalmente su pesquería (VIII Región). Esta diferencia en profundidad coincide con una marcada estratificación latitudinal de las tallas observada históricamente en los desembarques de jurel en el país, al encontrar en el norte ejemplares pequeños que no superan los 30 cm, mientras que en el sector sur estos alcanzan tamaños de 45 y 50 cm. En este sentido, el comportamiento tan superficial registrado en el norte pudiera ser característico de ejemplares pequeños, si se considera la recurrencia de capturar agregaciones constituidas por una mezcla de especies en el sector costero, las cuales presentarían una afinidad en cuanto al tamaño de sus presas, mientras que hacia el sur, donde predominan ejemplares mayores, este tipo de mezcla no es frecuente, siendo lo más recurrente capturas con una reducida fauna asociada, razón por lo cual esta pesquería se caracteriza por ser del tipo mono-específica.

En la zona de estudio, las 258.836 t de estimada para jurel indican que se mantiene el fuerte incremento ( $>1000\%$  y  $>130\%$ ), respecto a lo evaluado en abril del 2002 (18.25 t) y noviembre del 2006 (112.212 t), respaldando estos resultados la ejecución de la evaluación del recurso durante este período del año, por cuanto, si bien es cierto las capturas de jurel entre 1980 y 1990 se centraron en el primer semestre de cada año (**Figura 74a**), a partir de 1991, el volumen de captura comienza a descender y aparece un nuevo máximos durante el segundo semestre del año (noviembre), no visualizándose una tendencia clara como en el período 1980-1990 (**Figura 74b, c y d**).

Al respecto, es importante señalar que no obstante la importancia relativa de este recurso, su pesquería es de tipo complementaria a la anchoveta, registrándose durante los períodos de baja disponibilidad o en las vedas de esta en la I y II Región. Además, los antecedentes de evaluaciones acústicas realizadas en la I y II Región



entre 1985 y 1995, indican altos estimados de biomasa de jurel durante el período de invierno (mayo-junio), seguido de primavera (noviembre) y otoño (marzo-abril), observando para el período de primavera valores más estables (123.000 a 323.000 t), respecto a los otros períodos, donde sus valores fluctúan entre 34.000 y 803.000 t para invierno, así como desde 32.000 a 303.000 t en otoño (Castillo *et al.*, 1985-1988; Cordova *et al.*, 1989-1991 y Castillo *et al.*, 1992-1995).

Luego, estos resultados analizados bajo un concepto de año virtual, sugieren mantener este estudio durante el mes de noviembre, al registrar este año, al igual que el 2007, un volumen alto de biomasa en la zona de estudio, sin embargo, es importante contar con información actualizada que indique el período de mayor disponibilidad del recurso jurel en el año. En este sentido, dado el carácter alternativo del recurso en la pesquería de anchoveta, los aumentos de desembarques de jurel no reflejan mayor disponibilidad del recurso en la zona, es necesario contar con pequeñas operaciones rastreo sistemáticas mensuales de la flota durante el año, donde el esfuerzo de pesca está dirigido a la detección y captura de jurel, y así establecer a través de sus capturas por unidad de esfuerzo el período de máxima disponibilidad en la ZEE de la zona norte del país.

En este contexto, es importante destacar los resultados alcanzados en la eco prospección realizada días antes de la ejecución del crucero de evaluación en la zona de estudio, que permitió conocer de manera anticipada la distribución espacial del recurso, incorporando al área de evaluación un sector importante de abundancia de jurel ubicado más al sur del límite inicial establecido en el estudio, razón por la cual se deberá incluir este nuevo límite sur en la evaluación del 2009, así como la ejecución de una eco prospección previa a la cuantificación del recurso cuyo límite latitudinal inferior se ubique más al sur, en atención a que en los últimos años, el patrón de distribución de jurel muestra una marcada tendencia



a localizarse principalmente desde Tocopilla al sur, ampliándose en el extremo sur hacia el océano, coincidiendo esta distribuci3n con la apreciaci3n de jefes de flota Corpesca y Camanchaca (com. pers.).

Los resultados alcanzados en cuanto a posici3n y nivel de captura de los lances de pesca efectuados en la zona de estudio, reflejan la distribuci3n espacial real del recurso durante el crucero de evaluaci3n, la cual fue conocida a través de una ecoprospecci3n realizada con naves pesqueras industriales previo al crucero de cuantificaci3n. Distribuci3n del recurso que al igual que el 2007, indic3 la presencia mayoritaria del recurso hacia el sur del área de estudio, raz3n por lo cual un importante númerode lances realizados en la zona norte no registraron captura de jurel, pero si permitieron la identificaci3n de ecotrazos de otras especies. Luego el área de distribuci3n de jurel sobre la cual se estim3 su abundancia y biomasa, fue muestreada con un numero de lances suficiente, que permitieron obtener en ese sector capturas de jurel y recolectar muestras que superaron los tamaños de muestra m3nimo, lo cual además fue complementado con un muestreo a bordo de naves industriales, raz3n por lo cual es posible señalar que no existiría impacto en lo resultados alcanzados en la evaluaci3n del recurso, en atenci3n a que la baja participaci3n de jurel en las capturas de los lances de identificaci3n, preferentemente asociados a la zona norte de estudio reflejan fielmente las escasas concentraciones de jurel en este sector.

En relaci3n a los tamaños m3nimos de muestra para la determinaci3n de los parámetros bio-pesqueros del recurso jurel, se puede señalar que para una adecuada estructura de tallas en la zona (nivel de error de 5%), se debe coleccionar entre 800 a 900 ejemplares. (IFOP 1991, Miranda *et al.*, 1997 y Young *et al.*, 1995 y 2003), destacándose que en el estudio se realizaron 24 lances de los cuales 13 presentaron captura de la especie objetivo, midiéndose 1.603 ejemplares, no detectándose



diferencia estadística entre las tallas, razón por lo cual se determinó una estructura de talla única para la zona, destacándose que el tamaño del muestreo realizado en el presente estudio superó en un 78% al mayor recomendado.

Respecto a la clave talla-edad de jurel, Young *et al.*, 2006 establece que a un tamaño de muestra (n) de 200 ejemplares se obtiene la mayor ganancia en precisión respecto al aumento en el tamaño del muestreo, sobre este valor los incrementos en la precisión respecto al tamaño de muestreo son marginales, puesto que al duplicar el n, la precisión aumenta solo en un tercio. En este sentido y a fin de asegurar un adecuado nivel de precisión, este recomienda un n de 300 a 350 ejemplares. En el presente estudio los 392 ejemplares superan con creces este tamaño de muestra, representando un error cercano a un 4%. Ejemplares que se colectaron en 13 lances de evaluación y 18 lances de la flota.

Del número de ejemplares a ser analizados para una adecuada relación Longitud-peso, estudios de determinación de tamaño de muestra realizados por el IFOP, muestran el comportamiento de los pesos dentro y entre clase de talla, constatando para diferentes recursos que la mayor variabilidad se observa entre clases y un comportamiento más estable al interior de las clases (Young *et al.*, 2003). Esta observación sugiere un bajo número de ejemplares a medir dentro de las clases de talla registradas en el muestreo en beneficio de la cobertura total de estas clases, determinándose que una adecuada relación se obtiene con información de entre 3 y 10 ejemplares por talla (Young *et al.*, 2003). Luego para el nivel más exigente de ejemplares por talla (10) y con un rango de tallas de 20, se requieren una muestra total de 200 ejemplares. En el presente estudio se muestrearon 465 júreles lo que supera el nivel más exigente recomendado por Young *et al.*, 2003, para este tipo de investigación.



En relaci3n al ambiente, la distribuci3n de las variables, estructuras oceanogr3ficas verticales y sus anomal3as para el 3rea y per3odo de estudio, evidenci3 la entrada de Aguas Subtropicales desde el norte que genera un gradiente longitudinal (Norte-Sur) de temperatura y salinidad, reconociendo sus anomal3as superficiales el efecto local y de corto per3odo que producen las surgencias costeras, que si bien se pierden en el promedio hist3rico, estas aparecen como una banda de anomal3a negativas a lo largo de la costa, con valores bajos de temperatura y mayores de salinidades relativamente distintos respecto a la registrada en superficie. En la zona se reconoce la presencia de Aguas Subtropicales (AST), Aguas Ecuatoriales subsuperficiales (AESS) y Aguas Subant3rticas (ASAA), con un afloramiento intermedio de aguas entre AST y AESS y ASAA, dado principalmente por la intensidad del viento del S y SE durante el crucero y que favorece el proceso de surgencia a lo largo de la costa, al desplazar aguas superficiales y reemplazarlas por aguas de menor temperatura, ox3geno, salinidad y ricas en nutrientes (Smith, 1968), lo cual es coherente con la intensidad, direcci3n del viento, intensidad de transporte Ekman y turbulencia predominante durante el crucero de evaluaci3n en la zona de estudio.

Al igual que el 2007, las condiciones oceanogr3ficas en el 3rea prospectada indican una menor proporci3n en la mezcla de AST y la leve participaci3n de las ASAA, evidencian la influencia de un r3gimen de pre Niña en la capa superficial del oc3ano en la zona norte del pa3s.

En este sentido, las anomal3as que representan la comparaci3n de la informaci3n observada (crucero) y un promedio hist3rico o climatolog3a de la zona, permite conocer efectos de tipo local o oce3nicos que afectan a todo el campo de manera distinta, en una escala de ańos, meses, semana y d3as, sus resultados en conjunto con el comportamiento de las variable oceanogr3ficas descritas para el 3rea de



estudio, permite aseverar que durante el crucero la zona de estudio se encuentra bajo condiciones de pre Niña (proceso de enfriamiento) que afecta toda el área, lo que es consistente con una condici3n registrada en el Ecuador de anomalías moderadas del orden de  $-0,3^{\circ}$  (NOAA, 2008) y los resultados del crucero de Monitoreo de las Condiciones Bio-Oceanográficas de la Zona Norte (MOBIO), realizados en el mes de septiembre-octubre de 2008 (Braun *et al.*, 2008), que indican a diferencia de lo registrado en este estudio, la presencia de condiciones normales y típicas para el período en la zona norte, reconociendo en el sector oceánico como costero, todos los procesos oceanográficos característicos en la zona de estudio.

En este sentido, durante el crucero se registra una fuerte dinámica en los procesos cercanos de meso escala denominados giros, los que claramente modifican las propiedades de la columna de aguas. Es así que, el giro ciclónico produce un descenso del nivel del mar y ascenso de aguas bajo la termoclina, generando bajo esta, una perturbaci3n en forma de la cima de una onda en las isolíneas de temperatura, salinidad y densidad, lo cual se ve confirmado por el ascenso de la isoterma de  $15^{\circ}$  C en el centro del giro, la disminuci3n del espesor de la termoclina por el ascenso de la base de esta y el aumento del gradiente promedio y máximo de la termoclina en esta área casi circular (Bakun 2006). Por otra parte, en el giro anticiclónico se produce un efecto contrario, ya que genera un levantamiento o monte en el nivel del mar y un descenso de las isolíneas bajo la termoclina, por lo cual esta asociado a perturbaciones en forma de onda, generando la profundidad de la isoterma de  $15^{\circ}$ C, el aumento del espesor de la capa de mezcla y la disminuci3n del gradiente máximo y de la distribuci3n de la anomalía geopotencial.

Además de estos tipos de giros claramente definidos, la circulaci3n geostrófica, altimetría y distribuciones horizontales de temperatura y salinidad sugieren que a 180 mn frente a Mejillones un giro ciclónico estuvo presente bordeando el límite occidental



de las concentración de jurel y donde existirían proceso de concentración de alimento, en tanto frente a la península de Mejillones donde también se concentró el recurso, se desarrollan giros anticiclónicos. Estos giros perturban la estructura vertical de densidad, que en conjunto con las temperaturas superficiales siguieren la presencia de una lengua de surgencia que se desplaza en sentido anti-horario frente a Antofagasta y horario al sur de esta ciudad, generando un transporte que restringe las aguas que afloran en la costa desde Antofagasta al sur, donde la capa superficial fue somera, registrando en este sector capturas comerciales de jurel y las mayores densidades de jurel en la evaluación. Este tipo de estructura esta presente durante invierno de 2005 - 2007 y verano de 2007, lo cual parece indicar la sinopticidad del proceso donde se combinan la advección de agua superficial menos salina desde el sur por el jet costero y la surgencia en la península de Mejillones (Braun *et al.*, 2008; Córdova *et al.*, 2007 y 2008).

En este sentido, la información complementadas con imágenes satelitales muestran que además de los patrones estacionales típicos, normales, relacionados con la distribución de las características oceanográficas de la zona, están presentes procesos de meso escala como la surgencia costera inducida por el viento y giros ciclónicos y anticiclónicos, como también filamentos que tiene una duración entre días y semanas, los cuales están modificando a escala de decenas de kilómetros y cientos de metros en profundidad las características de la zona en estudio. Estos procesos pueden modificar el hábitat de los organismos pelágicos, es decir, mediante cambios en la distribución espacial del alimento, las presas y los predadores pueden afectar la historia de vida de algunos organismos presentes en la zona de estudio (Bakun, 2006).

En este sentido, es importante destacar que durante las tres primeras semanas prevaleció en la zona una estructura ciclónica asociada a la península de



Mejillones, que impulso un flujo en sentido sur a norte para posteriormente giros anticiclónicos invertir el sentido a norte-sur durante la última semana de crucero, coincidiendo este sector en espacio y tiempo, con altas densidades de jurel registrada en el crucero en las primeras semanas del mes, y donde además se concentró principalmente las capturas de jurel de la flota industrial, las cuales caen significativamente la última semana de noviembre suspendiendo la operación de pesca en el área por la ausencia del recurso en este sector.

Al igual que el año pasado, la distribución espacial de jurel durante el crucero muestra una clara diferenciación zonal, con una densidad acústica que se incrementa hacia el sur, y donde la zona adyacente a la banda costera de mayores valores de densidad acústica de jurel corresponde al límite exterior del área de influencia de la surgencia, mientras que la anchoveta se ubicó dentro de ella, ya que coincide con la banda de menores temperaturas y mayores salinidades con las que fueron caracterizada las aguas de surgencia, evidenciando una estratificación espacial de los recursos, respecto a la zona de surgencia, al ubicarse dentro de ella la anchoveta y por fuera el jurel. Situación que este año y el 2007, dado la presencia de condiciones oceanográficas más frías y menos salinas (La Niña), se presenta de manera moderada con respecto al 2006 donde los gradiente termo-salino fueron más intensos y fuertemente ligados a la costa. Luego, bajo esta condición particular dominante en la zona norte se verifica la relación que ha sido descrita para sardina y anchoveta en la zona de estudios, donde anchoveta esta fuertemente relacionada con valores bajos de temperaturas que se encuentran entre el frente térmico-halino y la costa, mientras que sardina se ubica de preferencia por fuera del frente presentando una distribución más alejada de la costa (Castillo *et al.*, 1996)



Por otra parte, la abundancia de los grupos zooplanct3nicos fue menor que la observada en noviembre del 2006 (57%) y 2007 (38%) en la zona de estudio, concentrando sus m3ximos valores de densidad en el sector costero. En este sentido, las mayores densidades de jurel se localizaron hacia el sector sur del 3rea de estudio, coincidiendo con la mayor frecuencia de altas densidades de euf3usidos, lo que junto a antecedentes de estudios que se3alan a euf3usidos como 3tem importante en la dieta de jurel para la zona norte y sur de Chile, sugieren una posible asociaci3n alimentaria dado la alta densidad de euf3usidos en la costa y las concentraciones de jurel en el entorno del sector costero. Relaci3n que si bien es cierto, han sido descrito y analizados para el jurel por Bertrand *et al.*, 2003 en la zona sur, la significativa reducci3n de un 75% el 2007 y 58% en la abundancia de euf3usidos este a3o, no permitieron verificar esta relaci3n en la zona de estudio, al no encontrar asociaci3n entre estas variables como se observ3 durante noviembre del 2006.

Al respecto, es importante se3alar que este a3o se incorporaron en el estudio, an3lisis de contenido estomacal a est3magos de jurel capturados durante el crucero de prospecci3n ac3stica y en las pesca comerciales durante el per3odo del crucero, estableciendo que la principal especie en la dieta alimentaria de recurso fueron los peces mict3fidos (84,78%) seguidos de los euf3usidos (15,22%) como 3tem relevante. Estos resultados, podr3an ser el reflejo de la baja abundancia de euf3usidos, el ingreso en primavera de aguas oce3nicas donde se detectan preferentemente los mict3fidos, y que jurel es un predador oportunista con una baja selectividad por especies, que act3a sobre aquellas presas que presentan una mayor concentraci3n dentro de la oferta alimentaria en la zona de distribuci3n el recurso. Al respecto, El nivel de error asociado a este an3lisis se incrementa levemente, de 5% para 385 ejemplares a 6,1% para 258 est3magos recolectados en el estudio, raz3n por la cual, los resultados alcanzados en este estudio son



robustos, destacando para jurel una dieta alimentaría bastante estable y acotada a especies como crustáceos y teleósteos.

Las evaluaciones hidroacústicas efectuadas en invierno en la zona central de Chile (1997 -2007), muestran cambios en la distribución espacial del recurso jurel, así como una fluctuación intranual en las variables bio-ceanográficas, causadas preferentemente por la influencia de eventos cálidos y fríos que han afectado el área. Sin embargo, frente a estas variaciones ambientales el jurel ha presentado rangos preferenciales frente las variables hidrológicas, lo que muestra que el jurel en su medio ambiente no se ubica en cualquier lugar, clasificando el recurso en el grupo de especies definidas como ambiente georreferenciado. En este contexto, el análisis de asociación entre las variables bio-oceanográficas y el recurso, realizado durante este estudio, muestra que el jurel se ubicó en rangos de preferencia en los distintos estratos (temperatura 16-18°C; salinidad, 34,6-34,79 psu,) ratificando esta característica en el recurso.

Por otra parte, entre 1998 y 2001 en la zona centro-sur de Chile, la disponibilidad de jurel en ZEE creció desde 3,2 a 5,97 millones de toneladas, para posteriormente caer a valores cercanos a las 500.000 toneladas, observándose a partir del 2003 cuando se incorpora el sector por fuera de las 200 mn, un aumento importante de la biomasa por sobre la ZEE (1,76 a 3.6 millones de toneladas) y una disminución en la ZEE (881.000 a 510.000 toneladas). Asimismo, la fuerte presencia de ejemplares de jurel de menor tamaño, luego del intenso evento El Niño 1997-98, que mostró una fuerte alteración de la estructura de talla de jurel que expertos definieron como una juvenilización del stock, así como el desplazamiento gradual de la distribución espacial del recurso hacia el sector sur del área de estudio, y el incremento sustantivo de abundancia fuera de la ZEE, evidenció un fuerte cambio en el uso del espacio del jurel en la zona de estudio,



constituyendo aspectos relevantes por su impacto en el 3mbito comercial y de la administraci3n del recurso.

Luego, estos importantes cambios en la estructura del stock de jurel llev3 a la autoridad a tomar medidas tendiente a la protecci3n y el manejo del recurso, siendo importante disponer del mayor grado de conocimiento del recurso, para lo cual conocer el grado de reclutamiento de esta especie es un aspecto relevante para un apoyo substancial a las evaluaciones indirectas de jurel. En este sentido, los resultados del estudio son importantes (ejemplares de menor tama1o), por cuanto de ser ratificado la presencia de ejemplares peque1os en la zona prospectada, podr3a constituirse esta en un 3rea potencial sobre la cual se obtuviera informaci3n de reclutamiento, siendo en este contexto necesario la continuidad de este estudio en la zona de norte del pa3s.

Luego, el incremento de tama1o de los ejemplares de jurel de norte a sur, la alta concentraci3n del recurso en la zona centro-sur con fines de alimentaci3n (Serra, 1991) y la presencia de jurel peque1os en los desembarques de la V a X Regiones, cuando se registran intrusiones de aguas c3lidas desde el noroeste, con el desarrollo de eventos El Ni1o, sugiriendo el desplazamiento de masas de aguas oce3nicas que incluyen el transporte de ejemplares peque1os que habitualmente habitan en el sector oce3nico (pre-reclutas), dan fuerza a la existencia de tres zonas de distribuci3n de jurel, zona de crianza (sector norte), alimentaci3n o engorda (sector centro-sur) y de desove (alta mar) (Elizarov *et al.*, 1993, Grenchina 1998 y Arcos *et al.*, 2001) (Figura 75).

En este contexto, es relevante destacar el registro de altas densidades de jurel en la tercera y cuarto regi3n, detectadas durante las prospecciones ac3sticas realizadas en el marco del proyecto FIP "Evaluaci3n hidroac3stica del



reclutamiento de anchoveta entre la III y IV Regiones” entre el 2007 y 2008, que sugieren una importante presencia del recurso dentro y sobre las 20 mn de la costa, del orden de las 244.000 y 307.100 t respectivamente. Abundancia en la disponibilidad que también se registro este año, con un incremento en las capturas de jurel en la III y IV Región, con un 177% y 484% respecto al 2007.

Luego, al confrontar el modelo de distribución espacial estructurada por zona de crianza (sector norte), alimentación (sector centro-sur) y de desove alta mar, con el sostenido aumento de jurel en la III y IV región, la baja disponibilidad en la zona centro sur del país, la disminución de tallas en el crucero este año y la presencia de ejemplares pequeños en el área, sugieren un posible desplazamiento de los ejemplares de menor tallas hacia la costa, producto de una permanencia de individuos de mayor tamaño que habitualmente ingresaban masivamente hacia la costa, con fines de alimentación con posterioridad al desove en el sector oceánico.

Luego, bajo este escenario y considerando la trascendencia de los resultados alcanzados en la zona de la pesquería (centro-sur) para la administración y manejo del recurso como para el sector privado extractivo, al detectar un alto porcentaje de ejemplares pequeños (1997) y la disminución importante y sostenida de la disponibilidad de jurel dentro de la ZEE, que durante el 2007 alcanzó su máximo, operando la flota principalmente en y sobre las 200 mn de la costa, sin completar la cuota anual de captura asignada para el 2007 y 2008. El, contar con esta evaluación extendida hacia el sur, o una adicional en la III y IV Región, permitirá conocer cambios de abundancia y su localización espacial, a través de prácticamente toda el área de distribución del jurel en las costa de Chile, lo que junto a otros estudio de desove del jurel (“Condiciones biológicas de jurel en alta mar”), permitirá visualizar la inter relación entre zona de crianza, engorda y desove, validando un modelo conceptual y estructurado de la población de jurel



En este sentido, disponer de información de abundancia independiente de la pesquería a través de método acústico, permitirá contar con antecedentes desde la primera a décima región, al complementarse una evaluación adicional con las ya realizadas en la zona norte y centro-sur del país. Luego, al considerar el patrón de distribución del recurso en los últimos años, que muestra al jurel dentro de las 50 mn frente a Tocopilla y posterior expansión al sur hasta alcanzar sobre las 100 mn, con una clara proyección hacia la alta mar y sur del área del estudio, es necesario contar al igual que este año, con una eco prospección amplia previa a la evaluación y el muestreo de la flota dentro de la zona de prospectada, a fin de extender el área e incluir sectores importantes de abundancia de jurel en la evaluación.

En este contexto, es importante mantener el muestreo realizado a bordo de naves industriales durante el crucero, dado que el tiempo disponible para recorrer la transecta (100mn) durante el periodo de luz solar, limita realizar un mayor número de lances en zonas de abundancia, siendo importante contar con el apoyo de la flota de cerco del norte, a través de muestreos en sectores donde no sea posible aumentar el numero de lances de pesca, lo cual permite robustecer de manera importante los tamaños de muestras para estudios de biológico-pesquero y de alimentación, bajo régimen de pesca de investigación.



## 7. CONCLUSIONES

---

### 7.1. Acústica

- 7.1.1** La biomasa de jurel para la zona comprendida desde Arica (18° 25'LS) a sur de Antofagasta (23° 50'LS) y desde 1 y 200 millas de la costa, estimada por el método de variables regionalizadas fue de 258.8360 t, con un coeficiente de variación (CV) de 11,22, donde este método presentó la mayor precisión y su biomasa no fue diferente a lo estimado por los otros métodos.
- 7.1.2** La abundancia numérica total alcanzó a 3.406 millones de ejemplares, los cuales se ubicaron principalmente en la zona centro y sur del área prospectada y representan un fuerte incremento en relación a lo cuantificado en abril del 2002 (392 millones de individuos) e importante respecto a noviembre del 2006 y 2007 (1,470 y 1,450 millones de individuos).
- 7.1.3** El recurso se localizó principalmente desde Pisagua y el extremo sur del área prospectada, en las cercanías del sector costero hasta punta Arenas y alcanzando las 200 mn en el sur, concentrándose las mayores abundancias entre 50 y 80 mn desde punta Grande y punta Hornos y de 40 a 60 mn al sur de Antofagasta.
- 7.1.4** El 100% de las agregaciones de jurel se ubicaron entre la superficie y los 50 m de profundidad.
- 7.1.3** El patrón de distribución espacial del recurso este año se corresponde con lo observado el 2007, es decir una cuña cuyo vértice superior se situó cerca de la costa en Pisagua y su base alcanza el sur oceánico, mientras que al noroeste su presencia fue nula.



## 7.2. Pesca

- 7.2.1** El 6,12% de la captura correspondi3 a jurel, en tanto el 93,88% lo constituy3 la fauna acompa1ante. El mayor aporte en la fauna acompa1ante correspondi3 a las especies; medusas ***Chrysaora fuscescens*** (63,66%), mict3fidos ***Vinciguerria sp*** (21,75%), Jibia ***Dosidicus gigas*** (5,14%), anchoveta ***Engrualis ringens*** (3.16%), caballa ***Scomber japonicus*** (0,22%), Calamar ***Loligo gahi*** (0,14%) y otros (0,04%).
- 7.2.2** La baja participaci3n de anchoveta en la zona de estudio, se reflejo en una fuerte merma en su biomasa de 122.252 t respecto de 337.376 y 251.392 t evaluadas el 2006 y 2007 en la zona. Disminuci3n que es coherente con una reducci3n de biomasa en la III y IV regi3n y la ca3da en el desembarque en 12% el 2008.
- 7.2.2** Se capturaron ejemplares de jurel entre 6 a 33 cm, donde un 92,40% se agrup3 entre lo 16 a 21 cm, y la moda alcanz3 los 18 cm de longitud horquilla, evidenciando la presencia de ejemplares menores respecto al 2006 (moda = 20 y 26 cm) y 2007 (moda = 21 y 26 cm), siendo consistente con los registrado anualmente en los desembarques de los distintos a1os.
- 7.2.4** La principal fauna 3ctica asociada a las capturas de jurel son, caballa y jibia en el sector oce1nico y en la costa anchoveta y calamar reineta, al encontrarse presenta en todos los lances realizados en los distintos sector y presentar alto nivel de similitud, evidenciando el car1cter monoespec3fico de la captura de jurel en el estudio y pesquer3a.
- 7.2.3** La composici3n demogr1fica estuvo compuesta por los grupos edad de I a VII, siendo los principales el II y III que participan en el 1rea total con un 48,87 y 47,65%, respectivamente.



### **7.3 Oceanografía**

- 7.3.1** La zona de estudio, evidencia la influencia del evento pre Niña, en los campos horizontales y verticales de temperatura y salinidad, los que presentan valores menores que otros años para el mismo período, aunque los procesos oceanográficos como surgencia, lenguas de surgencia, la banda costera y giros de meso escala se mantienen.
- 7.3.2** La extensión de la surgencia costera en el borde externo está asociado a la distribución espacial de jurel y anchoveta durante este estudio, evidenciando una estratificación espacial de los recursos, respecto a la zona de surgencia, al ubicarse dentro de ella la anchoveta y por fuera el jurel.
- 7.3.3** Al igual que el 2007, el jurel presentó abundancia alejada a la costa, asociada al límite de una estructura de meso escala ciclónica.

### **7.4 Plancton**

- 7.4.1** Los grupos copépodos, salpas, poliquetos, quetognatos, sinóforos, eufáusidos, larvas de eufáusidos y decápodos, aportan el 95% a la abundancia relativa total. Registrando este año en particular un aumento de diversidad en las estaciones realizadas en la zona de estudio.
- 7.4.2** 21 taxas identificadas disminuyen su abundancia relativa respecto al 2006 (57%) y 2007 (38%), donde el mayor cambio negativo (36%) corresponde a copépodos que mantiene su reducción numérica desde el 2006, mientras que un importante incremento inusual se registró en larvas decápodos.
- 7.4.3** Los mayores valores de la biomasa zooplanctónica se registraron a lo largo de todo el borde costero de la zona explorada, con un incremento en los sectores de mayor surgencia. .



## **7.5 Alimentación**

**7.5.1** Para jurel los peces mictófidios vincigueria sp y constituyen el ítems presa más relevante (84,78%), seguido de los eufáusidos, no existiendo cambios significativos respecto al 2006 en la zona de estudio.

**7.5.2** En el área prospectada el jurel se presenta como un predador selectivo, con una tendencia asociada a los peces mictófidios y presas cuyo tamaño no varían en un amplio rango.

## **7.6 Asociaciones**

**7.5.1** Los rangos de distribución del jurel respecto de las variables ambientales indican que el recurso se localizó, en el estrato superficial, en aguas cuya temperatura varía desde 15°C hasta 21,9°C con una clara preferencia por aguas de 17-18°C. Con respecto a la salinidad, el recurso se distribuyó en un rango de 34,4 a 34,99 psu (capa superficial), con una inclinación por aguas de 34,6-34,79 psu, evidenciando el carácter de ambiente georreferenciado en la zona de estudio.



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

**Amundsen, P, H. Gabler and F. Staldvik. 1996.** A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of the Costello (1990) method. *J. Fish Biol.*, 48: 608-614.

**Arancibia H y S. Neira. 2002.** Does ENSO Induce Changes in Recruitment of Horse Mackerel (*Trachurus symmetricus*) and in the long-term Trend of the Trophic Level of Fishery Landings in Central Chile?. *Investig. mar.*, vol.30, no.1, supl, p.179-181.

**Arcos, D. F. 1975.** Copépodos Calanoídeos de la Bahía de Concepción, Chile. Conocimiento sistemático y variación estacional. *Gayana Zool.* 32:1 - 31.

**Arcos, D., L. A. Cubillos & P. Nuñez 2001.** The jack mackerel fishery and El Niño 1997-1998 effects off Chile. *Progress in Oceanography*, Vol 49:597-617.

**Bertrand, A. M. A. Barbieri, J. Córdova, C. Hernández, F. Gómez y F. Leiva 2003.** Diel vertical behaviour, predator-prey relationships and occupation of fish in space: the case of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) off Chile. *ICES Symposium of fish behavior in exploited Ecosystems*. Bergen 2003.

**Barbieri, M. A. 1981.** Variabilité des données acoustiques utilisées dans l' evaluation des biomasses halieutiques par echo-Integration. Thesis doctorat 3eme cycle. Univ. Bretagne Occidentale, Brest (Francia), 197 pp.



- 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
- Barbieri, M. A., J. Córdova, S. Lillo, J. Castillo, G. Bohm, J. L. Blanco, E. Yáñez, V. Catasti, H. Robotham, H Arancibia, O. Guzmán y F. Gerlotto. 1996.** Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona centro-sur (fase crucero metodológico).Informe de final al FIP 95-07. IFOP, Chile. 52 p + anexos y figs.
- Barnes, R. 1986.** Zoología de los invertebrados. México, D.F., Interamericana. 1.157 p.
- Bakun, A. 1973.** Coastal Upwelling Indices, West Coast of North America, 1946 – 1971. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 671, 103 pp.
- Bakun, A. 1975.** Daily and weekly upwellind indices, West Coast of North America, 1967 – 1973. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 693, 113 pp.
- Bakun, A. 1987.** Monthly variability in the ocean habitat off Perú as deduced from maritime observations, 1953 to 1984. In: The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of changes. D. Pauly y I. Tsukayama (Eds.) ICLARM Studies and Rewiews 15: 46-74.
- Blanco, J. L. 1996.** Variabilidad térmica y salina en la zona norte de Chile. Informe interno para IFOP.



- Blanco, J. L. A. C. Thomas, M. E. Carr y P. T Strub. 2001.** Seasonal climatology of hidrographics conditions in the upweling region off northern Chile. J. Geophys, Res., 106, C6, 11451-11467.
- 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 1974, P. 1974.** Ecologie du plancton marin. II. Le zooplancton. 200 p.
- Braun, M., H. Reyes, J. Osses, J. Castillo, y V. Catasti 2001.** Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2000. Informe Final Proyecto FIP N° 2000-01. Instituto de Fomento Pesquero.
- Braun, M., H. Reyes, J. Osses, J. Castillo, y V. Catasti 2002.** Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2001. Informe Final Proyecto FIP N° 2001-01. Instituto de Fomento Pesquero.
- Braun, M., H. Reyes, V. Valenzuela, J. Castillo, J. Osses y V. Catasti 2004.** Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2002. Informe Final Proyecto FIP N° 2002-01. Instituto de Fomento Pesquero.
- Braun, M., H. Reyes, E. Pizarro, J. Castillo, J. Saavedra, V. Catasti y V. Valenzuela. 2005.** Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y IV Regiones, año 2004. Informe Final FIP N°2004-01. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 300 pp + Anexos.



**Braun, M., V. Valenzuela, H. Reyes, J. Castillo, M. Pizarro, V. Catasti, J. Saavedra y Jaime Letelier. 2007.** Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y IV Regiones, año 2005. Informe Final FIP N°2005-10. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 336 pp + Anexos.

**Braun, M., H. Reyes, V. Valenzuela, J. Castillo, J. Letelier, M. Pizarro, V. Catasti, J. Saavedra & F. Espíndola. 2008b.** Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2006. Informe Final. FIP 2006-01. Fondo de Investigación Pesquera, Valparaíso, pp. 327.

**Castillo, J. P Pineda, J. L. Blanco .1985.** Cuantificación acústica de recursos pelágicos en la zona Aricas- Antofagasta y Huasco- Los Vilos. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile

**Castillo, J. y P Pineda. 1986.** Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en otoño de 1986. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile

**Castillo, J. y P Pineda. 1986.** Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en invierno de 1986. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile.

**Castillo, J., J. Córdova y P. Briones. 1988.** Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Noviembre - Diciembre 1988. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos



Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 65-107).

**Castillo, J., J. Córdova y M. Espejo. 1988.** Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Agosto 1988. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 63-90).

**Castillo, J., J. Córdova y P. Briones. 1988.** Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Mayo 1988. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 69-94).

**Castillo, J. y J. Córdova. 1992.** Distribución y abundancia de los recursos pelágicos durante febrero y marzo de 1992. En: Monitoreo Mensual de la distribución y abundancia de recursos pelágicos y de las condiciones bio-oceanográficas, zona norte. Informe a Empresas Pesqueras y Subsecretaría de Pesca. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. pp: 44-66.

**Castillo, J. y A. Paillamán. 1992.** Distribución y abundancia de los recursos pelágicos en abril de 1992. En: Monitoreo Mensual de la distribución y abundancia de recursos pelágicos y de las condiciones bio-oceanográficas, zona norte. Informe a Empresas Pesqueras y Subsecretaría de Pesca. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. pp: 72-90.



**Castillo, J., S. Lillo y M. Espejo. 1992.** Distribución y abundancia de los recursos pelágicos en junio de 1992. En: Monitoreo Mensual de la distribución y abundancia de recursos pelágicos y de las condiciones bio-oceanográficas, zona norte. Informe a Empresas Pesqueras y Subsecretaría de Pesca. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. pp: 65 - 83.

**Castillo, J. 1992.** Distribución y abundancia de los recursos pelágicos durante octubre y noviembre de 1992. En: Monitoreo Mensual de la distribución y abundancia de recursos pelágicos y de las condiciones bio-oceanográficas, zona norte. Informe a Empresas Pesqueras y Subsecretaría de Pesca. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 80 p.

**Castillo, J., M. Braun y J. Blanco. 1993.** Cuantificación estacional de la biomasa de los recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica, zona norte. Informe de Proyecto Empresas Pesqueras, Inst. Fom. Pesq. Valparaíso, Chile. 58 págs más anexos.

**Castillo, J., J. Blanco, M. Braun, H. Reyes, y h. Robotham, 1994.** Evaluación directa del stock de sardina española, anchoveta y jurel, Regiones I a IV. Informe de proyecto al FIP-94-13. IFOP Valparaíso, Chile, 228 pag.

**Castillo, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán y U. Parker 1995.** Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española de las regiones I a IV. Informe Proyecto al FIP. IFOP, Chile, 152 p. tablas, fig + anexos.



**Castillo, J. M. A, Barbieri y A, Gonzalez 1996.** Relationships between sea surface temperature, salinity and pelagic fish distribution off northern Chile. ICES Journal of Marine Science, 53: 139-146.

**Castillo, J. J. C3rdova, A. Saavedra, M. Espejos, P. G3lvez y M. A. Barbieri 2002.** Evaluaci3n del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones. Temporada 2001-2002. Informe Final Proyecto FIP N3 2001-11. Instituto de Fomento Pesquero. IFOP, Chile, (207 p) + figs.

**Castillo, J. A. Saavedra, C. Hern3ndez, V. Catasti y F. Leiva 2008.** Evaluaci3n hidroac3stica del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones, a3o 2008. Informe Final Proyecto FIP N3 2007-02. Instituto de Fomento Pesquero. IFOP, Valpara3so, Chile. 236p + anexos.

**C3rdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1989.** Distribuci3n y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificaci3n de la biomasa de Recursos Pel3gicos y Vigilancia Bio-oceanogr3fica Zona Norte. Agosto Septiembre 1989. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pel3gicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 54-93).

**C3rdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1989.** Distribuci3n y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificaci3n de la biomasa de Recursos Pel3gicos y Vigilancia Bio-oceanogr3fica Zona Norte. Mayo 1989. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pel3gicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 59-96).

**C3rdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1989.** Distribuci3n y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificaci3n de la biomasa de Recursos



Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Marzo Abril 1989. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 65-97).

**Córdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1990.** Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Agosto 1990. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 40-82).

**Córdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1990.** Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Mayo 1990. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 48-85).

**Córdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1990.** Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Febrero a Marzo 1990. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 91-132).

**Córdova, J. y M. Espejo. 1991.** Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Febrero 1991. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 23-56).



- Córdova, J y A. Paillamán. 1992.** En Informe Final. Programa para la evaluación del recurso jurel e investigación asociada. Años 1991-1992. Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigación Pesquera. ASIPES: 110 pp. + 149 figs.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán, H. Robotham y M Rojas. 1995.** Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (219p).
- Córdova, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán, H. Robotham y M Rojas. 1997.** Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (219p).
- Córdova, J., M. A. Barbieri, S. Lillo, 1998.** Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (161p)+ anexo figs.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, H. Miranda, M Espejo y M Rojas, 1999.** Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (200 p)+ anexo figs.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2000.** Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE, marzo 2001. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (204 p)+ anexo figs.



**Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2001.** Evaluación Hidroacústica de jurel.  
En: Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile.  
Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (207 p)+ anexo figs.

**Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2002.** Evaluación Hidroacústica de jurel.  
En: Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE, año 2002. Instituto de  
Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (198 p)+ anexo figs.

**Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2003.** Evaluación Hidroacústica de jurel.  
En: Evaluación hidroacústica de jurel entre la V y X Regiones, año  
2003. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (190 p)+ anexo  
figs.

**Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2004.** Evaluación Hidroacústica de jurel.  
En: Evaluación hidroacústica de jurel entre la V y X Regiones, invierno,  
año 2004. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso,, Chile. (196 p)+  
anexo figs.

**Córdova, J., M. A. Barbieri, C. Lang. 2006.** Evaluación Hidroacústica de jurel.  
En: Evaluación Directa de jurel V y X Regiones, 2005. BIP\_ N°  
30033968-0. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso,, Chile (129 p)  
+ anexo figs.

**Córdova, J., C. Hernández y V. Correa. 2007.** Evaluación Hidroacústica de jurel.  
En: Investigación Evaluación Hidroacústica jurel V y X, 2006. BIP\_ N°  
30043859-0. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso,, Chile (125 p)  
+ anexo figs.



**C3rdova, J., V. Correa y C Hern3ndez 2007.** Evaluaci3n Hidroac3stica de jurel. En: Evaluaci3n hidroac3stica de jurel el las regiones oce3nicas de la I y II Regiones. Instituto de Fomento Pesquero. Valpara3so, Chile (148 p) + anexo figs

**C3rdova, J., F. Leiva, C. Hern3ndez. 2007.** Evaluaci3n Hidroac3stica de jurel. En: Evaluaci3n hidroac3stica del recurso jurel entre la V y X Regiones, a3o 2007. Instituto de Fomento Pesquero. Valpara3so,, Chile (129 p) + anexo figs

**C3rdova, J. y B. Leiva. 2008.** Determinaci3n de la distribuci3n espacial de jurel entre la XV y III Regiones, a3o 2008. Pesca de Investigaci3n. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero. Valpara3so,, Chile (38 p).

**C3rdova, J., C.Lang, C Hernandez. 2009.** Evaluaci3n Hidroac3stica de jurel. En: Evaluaci3n hidroac3stica de jurel entre la V y X Regiones, a3o 2008. Instituto de Fomento Pesquero. Valpara3so,, Chile (223 p) + anexo figs

**Cort3s E. 1987.** A critical review of methods of studying fish feeding base don analysis os stomach contents: application to elasmobranch fishes. Can. J. Fish. Aquet. Saci., 54:726-738.

**Chirichigno, N. 1974.** Clave para identificar los peces marinos del Per3. Inf. Inst. Mar Per3 (Callao), 44: 387 pp.

**Dobson, A. 2002.** "An Introduction to Generalized Linear Models 2nd Edition" Chapman and Hall, London



- Ducet, N., P.Y. Le Traen and G. Reverdin. 2000.** Global high-resolution mapping of ocean circulation from TOPEX/Poseidon and ERS-1 and ERS-2. J. Geophys. Res., 105, 19477 – 19498
- Eastman, J.R. 1995.** IDRISI for Windows. User'LS Guide Version 1.0. Clark University Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. 239p.
- Elizarov. A.A., A.S. Grechina, B.N. Kotenev y A. N. Kuzetsov, 1993.** Peruvian jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi* , in the open water of the South Pacific, J. Ichth. 333(8): 86-104.
- Evseenko, S. A. 1987.** Reproducci3n de jurel del Per3 *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en el Pac3fico Sur. Voprosy Ichthyologii, 27(2):264-273.
- Foote, K. 1986.** Maintaining precision calibrations with optimal cooper spheres. Journal of the Acoustical Society of America.
- Foote, K. and J. Rivoirard 1992.** Geostastical analysis of acoustic survey dat on = group herring in Fjord. IVES. 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 regi3n de Nosy-B3 I) Programa des recoltes et techniques d'etude. II) Plancton de surface aux stations 5 et 10. Cah Orstom (oc3anogr.), 4(3):3-37



**Grechina, A. S. 1998.** Historia de investigaciones y aspectos básicos de la ecología del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*, Nichols) en alta mar del Pacífico Sur. En: D. Arcos (ed). *Biología y Ecología del Jurel en Aguas Chilenas* (p: 11-34), Concepción, Chile. Ed. Aníbal Pinto.

**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. 1954.** Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: John Wiley and Sons, INC.

**Hulley, P. A. 1984.** Mictophidae. In *Fishes of the North-Eastern. Atlantic and the Mediterranean*. Vol 1

**Hyslop, E. 1980.** Stomach contents analysis - A review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17:411-429

**IFOP. 2008.** Informe biológico pesquero interno N°51 /2008

**IFOP. 2008.** Informe biológico pesquero interno N°5 /2009



**Jones, J. B. 1990.** Jack mackerel (*Trachurus* spp.) in New Zealand waters. N. Z. Fish. Tech. Rep. 23: 28 pp.

**Lillo, S y A. Paillaman. 1995.** Evaluaci3n directa de merluza com3n. En .Evaluaci3n hidroac3stica de la merluza com3n. Secci3n 1. En: Evaluaci3n hidroac3stica del stock de merluza com3n explotado en la zona centro sur. Informe final. FIP-IFOP.

**Lillo S., E. Molina y J. Saavedra. 2008. Evaluaci3n hidroac3stica de merluza comun, a3o 2007.** Informe Final , proyecto FIP N° 2007-16. Instituto de Fomento Pesquero. Valpara3so,, Chile (193 p) + anexo tablas y f igs

**Maravelias C.D., Reid D.G., Simmonds E.J., Haralabous J. (1996).** Spatial analysis and mapping of acoustic-survey data in the presence of high local variability: geostatistical application to the North Sea herring (*Clupea harengus*). *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences* 53:1497–1505.

**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

**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



- Kong, I. y R. Meléndez. 1991.** Estudio taxonómico y sistemático de la ictiofauna de aguas profundas capturadas entre Arica e Isla Mocha (18°30'-38°23' LS). Estudios Oceanológicos 10:1-81.
- Krefst, G. 1984.** Nodosudidae. Pag 421-425
- Lamilla, J. 1986.** *Bathyraja albomaculata* (Norman, 1937): Primer registro para las costas de Chile (Chondrichthyes, Rajidae). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile. Tomo 57:177-182.
- Ludwig, J. & J. Reynolds. 1988.** Stastical Ecology. A primer on methods and computing. Wiley & Sons. NY. 329 p.
- Meléndez, R. y D. Meneses. 1989.** Tiburones del talud continental recolectados entre Arica (18°19'LS) e Isla Mocha (38°30'LS), Chile. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 17:3-73.
- Mamayev, O. I. 1975.** Water masses of the south East Pacific Ocean. En: R. Fraser, (ed.). Oceanography of the South Pacific 1972. Papers presented at the International Symposium on the Oceanography of the South Pacific, Wellington, New Zealand, 9–12 February 1972. Wellington, New Zealand National Commission for UNESCO, pp. 71–99.
- Microimages. 1997. Microimages. 1997.** TNTmips. The map and image processing system: User's Guide, NE, USA



- Millero, F. y A. Poisson. 1981.** International one atmosphere equation of state for seawater. Deep Sea Res. 28A: 625 - 629.
- Miranda, H. 1999.** Derivación del estimador de la varianza para el factor de eointegración. Informe Técnico – Unidad de estadística. IFOP
- 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.
- Ojeda, P. y S. Avilés. 1987.** Peces oceánicos chilenos. Islas Oceánicas Chilenas. Conocimiento Científico y Necesidades de Investigaciones. J.C. Castilla (Ed.) 1987. Ediciones Universidad Católica de Chile:247-270.
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993.** Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 151 pp.
- Pennington, M. 1983.** Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys, Biometrics, 39: 281-286.
- Pequeño, G. 1971.** Sinopsis de Macrouriformes de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 32: 269-298.



- Pequeño, G. y E. D'Ottone. 1987.** Diferenciación taxonómica de los lenguados comunes de Valdivia, Chile (Osteichthyes, Bothidae). *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 23(1):107-137.
- 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. and 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 and W. Hagen. 2000.** Biomass and abundance. In: *Zooplankton methodology manual*. Ed: R.P. Harris, P.H. Wiebe, J. Lenz, H.R. Skjoldal and M. Huntley. ICES.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant, and I.L.K. Iverson. 1971.** Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Calif. Fish Game, Fish. Bull. No.* 152: 1-105.
- Quiñónez, R. A., Serra, R., Núñez; S., Arancibia, H., J. Córdova y F. Bustos. 1996.** Relación espacial entre el jurel y sus presas en la zona centro-sur de Chile. Taller internacional de Gestión de Sistemas Oceanográficos del Pacífico Oriental (C.O.I.,F.E.R.,U. De Concepción). 9-16 Abril, Concepción, Chile



- Retamal, M.A. 1981.** Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. Gayana (Zoología), N° 44, 110 págs.
- Reynolds, R. 1982.** A monthly averaged climatology of Sea Surface Temperature. Techival Report NNS-31, National Metereological Center, NOAA, Silver Springs, Md.
- 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.
- Rojas, R. y N. Silva. 1996.** Atlas Oceanográfico de Chile. Vol. 1. Primera Edición. Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile. 130 p.
- Saavedra, J.C., H. Miranda y Z. Young. 2003.** “Métodos de Comparación de Distribuciones de Frecuencia de Tallas y Edades”. Documento Técnico. Unidad Estadística. Instituto Fomento Pesquero. 10 p.
- Sáiz, F. 1980.** “Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades”. Arch. Biol. Med. Exp. 13:387-402.
- Sáiz, F. 1980.** “Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades”. Arch. Biol. Med. Exp. 13:387-402.
- Serra, R. 1991.** Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Invest. Pesq. (Chile), 36: 67-83.



- Sneath, P. Y R. Sokal. 1973.** Numerical taxonimy . The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco. 573 pp
- Shotton R. and G.P. Bazigos. 1984.** Techniques and considerations in the design of acoustic survey. Rapp.P.V. Reun. Cns. Int. Explor. Mer. 184: 34 -57.
- Simmonds, E, y D. MacLennan. J. 2005.** Fish and Fisheries Series, 5: Fisheries acoustics. Chapman and Hall, London. 438 pp.
- Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1992.** Survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. ICES C.M. 1991, 113 p.
- Simmonds E. John, N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1991.** Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991, 113 p. (figures)
- Simmonds E. John, I. B. Petrie and F. Armstrong. 1984.** An automated system for echo sounder calibration using a computer controlled three wire suspension for standard targets ICES CM 1984/B:33(Mimeo)
- SIMRAD, 2003.** ER- 60 Scientific echo sounder application. Operator manual . 165 p. SIMRAD, Horten . Norway.
- Silva, N. & H. Konow. 1975.** Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Suroriental. Expedición Krill. Crucero 3-4. Julio-Agosto, 1974. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur. Ciencia y Derecho del Mar 3:63-75.



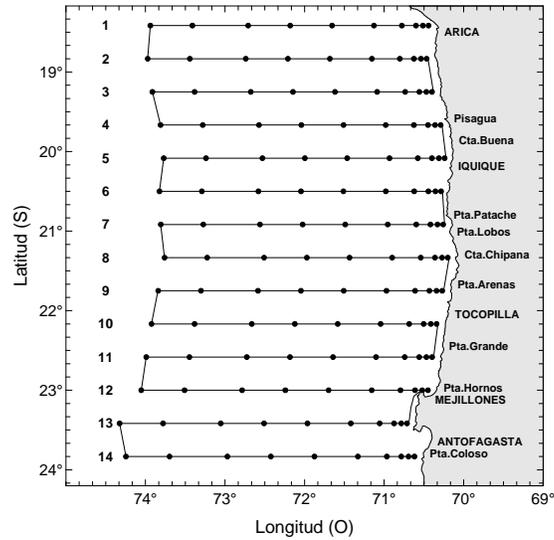
- Silva, N. & S. Neshyba. 1979.** On the southernmost extension of Peru-Chile undercurrent. *Deep-Sea Res.*, 26: 1387-1393
- Silva, C., E. Yáñez. M. A. Barbieri y K. Nieto. 2003.** Asociaciones entre la pesquería de pequeños pelágicos, la clorofila *a* y la temperatura superficial del mar en la zona norte de Chile. *In: Actividad pesquera y de acuicultura en Chile. Valparaíso*, 157-162
- 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*
- Vidal, J. 1968.** Copépodos Calanoídoes epipelágicos de la expedición Marchile II, *Gayana Zool.*, 15:1 - 98.
- Wolter, K. M. 1985.** Introduction to Variance Estimation xii, 428 pp.

# FIGURAS

---



a)



b)

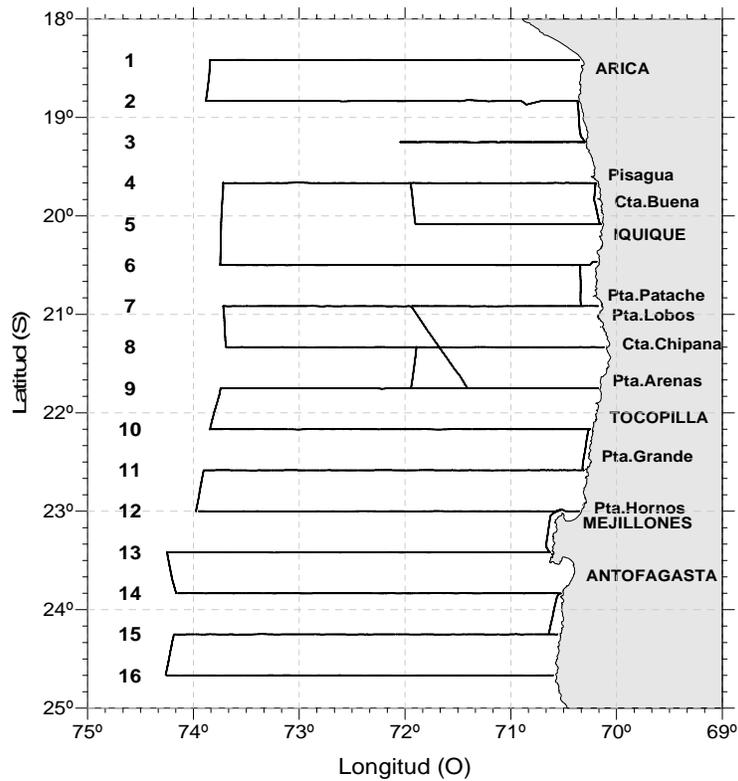


Figura 1. Distribución de transectas en la zona de estudio. Noviembre 2008; a) Propuesta técnica  
b) Crucero de evaluación.

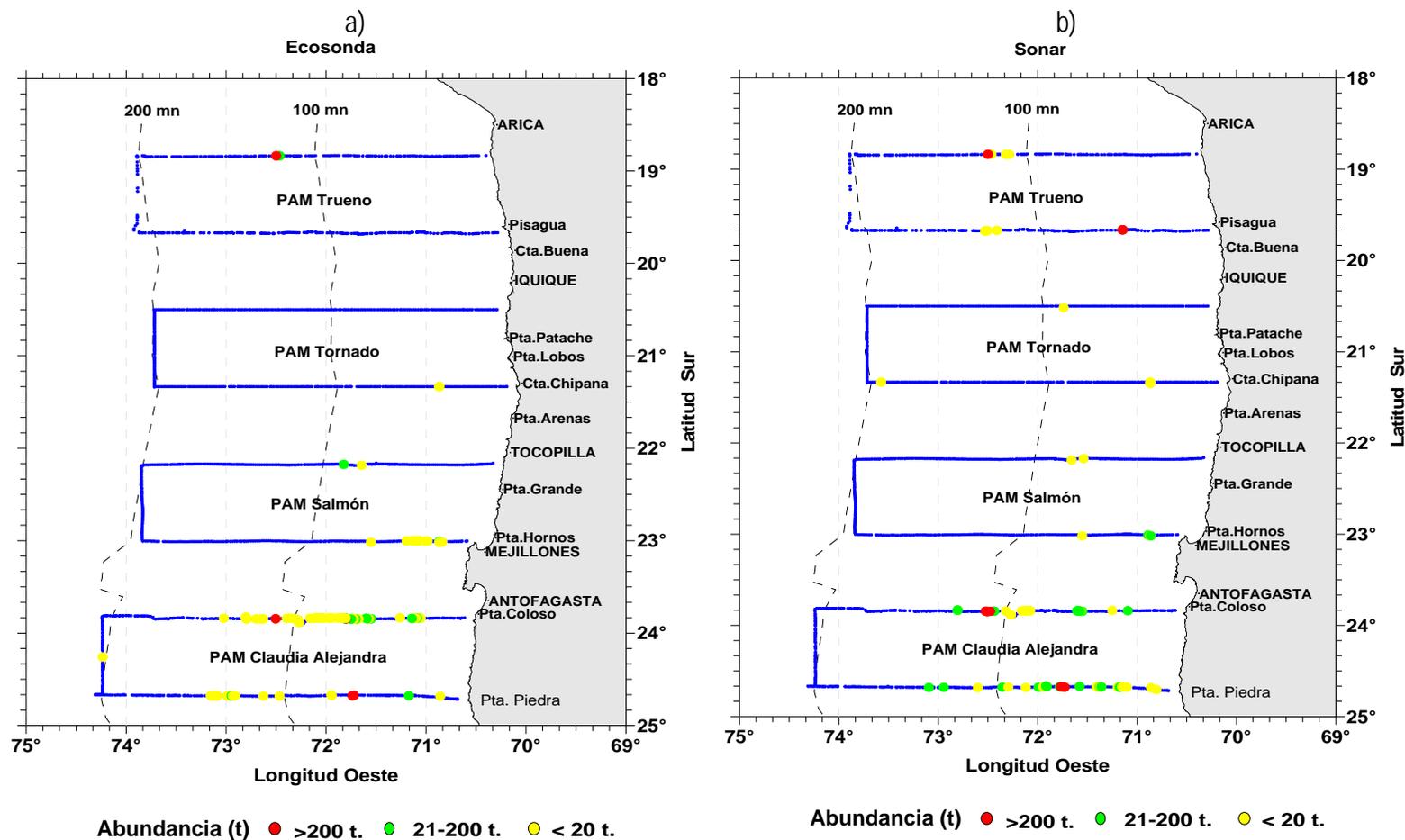


Figura 2. Distribuci3n espacial de la abundancia de jurel ecospecci3n. Octubre 2008: a) ecosonda b) sonar.



B/I "Abate Molina"



Figura 3. Embarcaci3n y equipos ac3sticos usados en la evaluaci3n. Noviembre 2008.



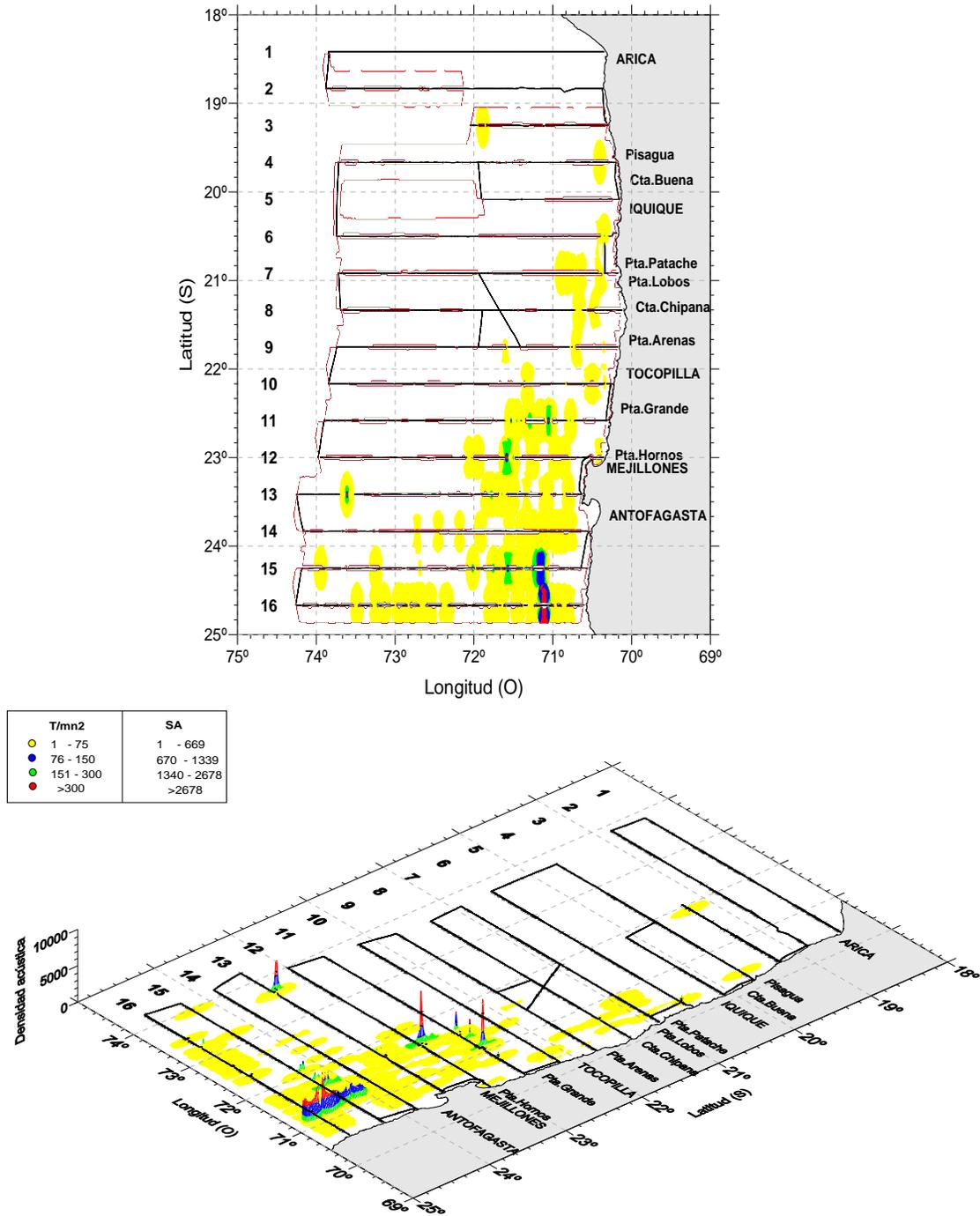


Figura 5. Distribuci3n espacial de la abundancia de jurel. Noviembre 2008.

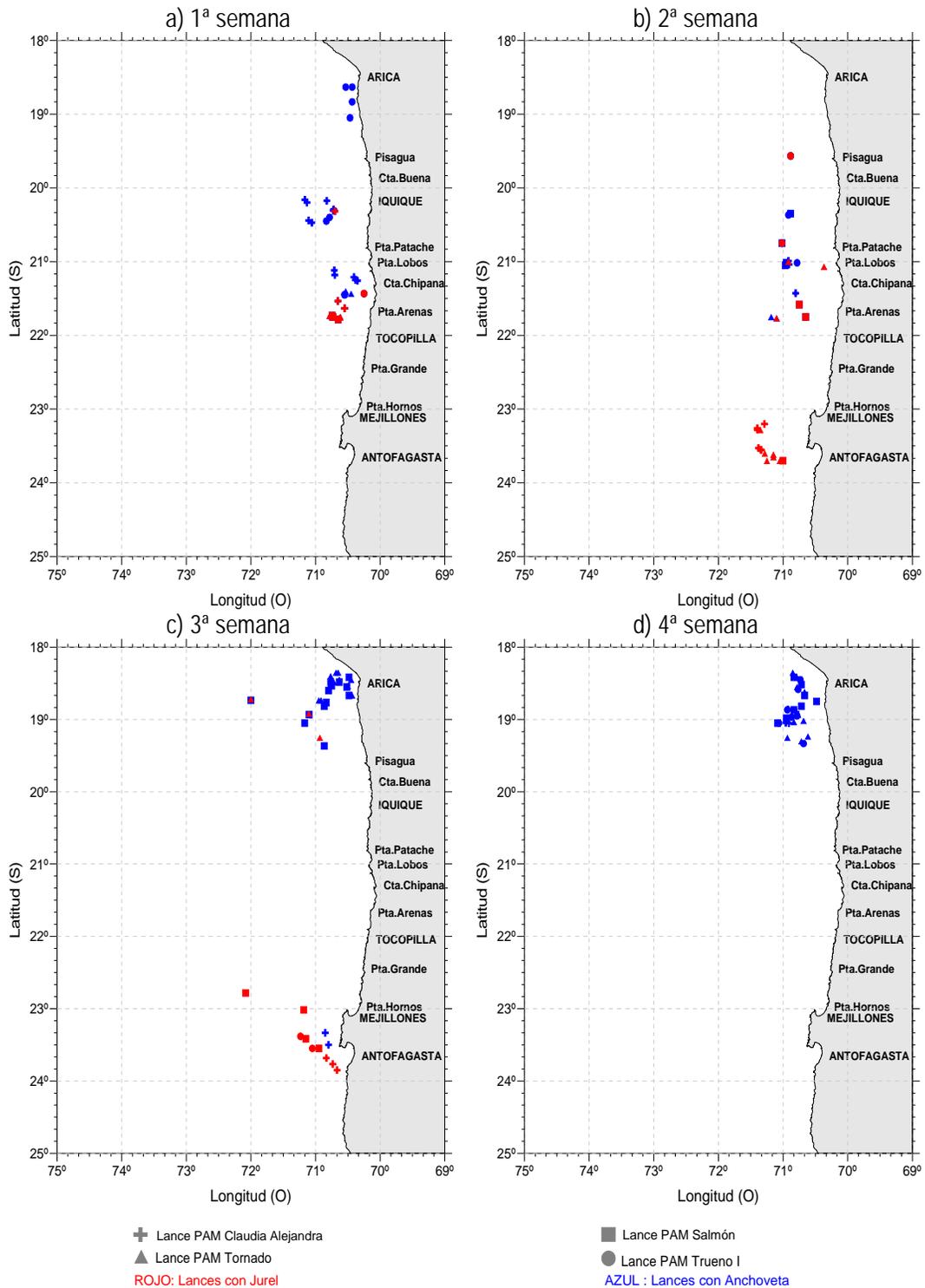


Figura 6. Distribución de lances de cerco muestreados durante la evaluación. Noviembre 2008.

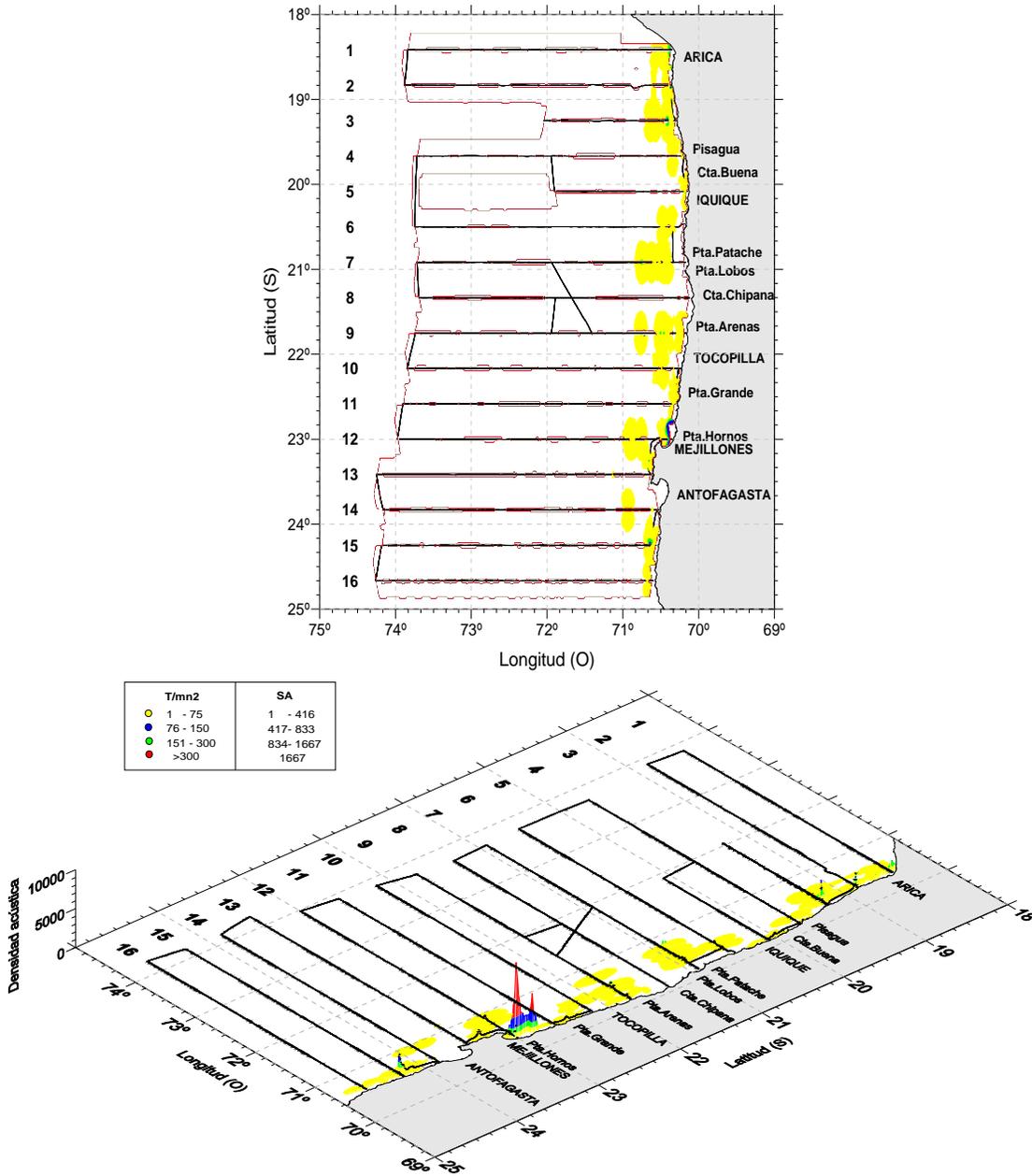


Figura 7. Distribuci3n espacial de la abundancia de anchoveta. Noviembre 2008.

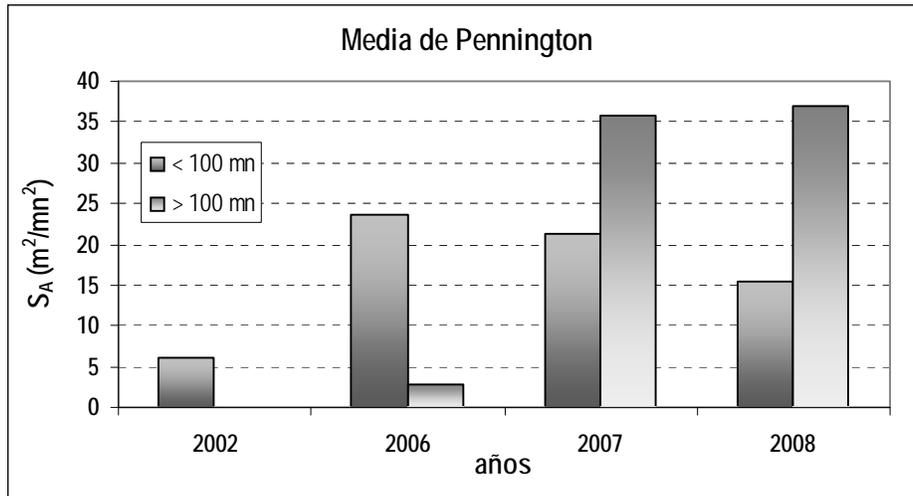


Figura 8. Índice de Pennington por distancia a la costa.

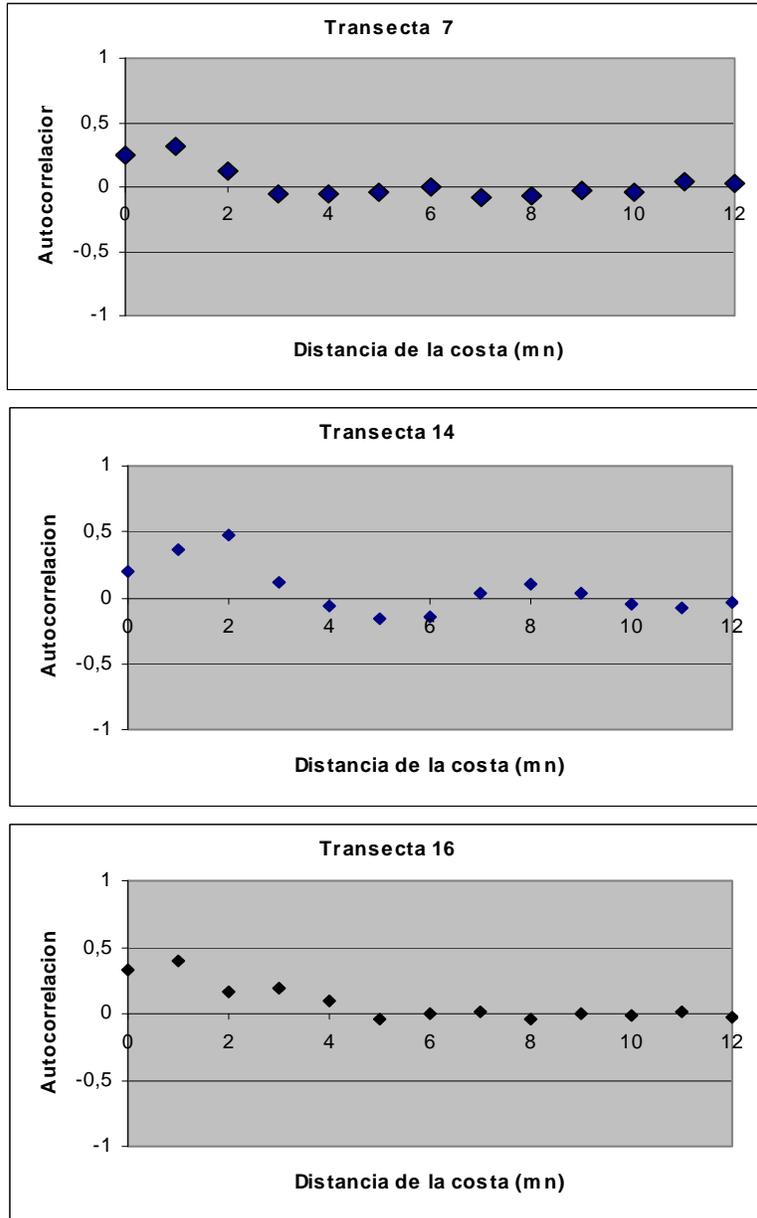


Figura 9. Correlogramas para transectas 7, 14 y 16. Noviembre 2008.

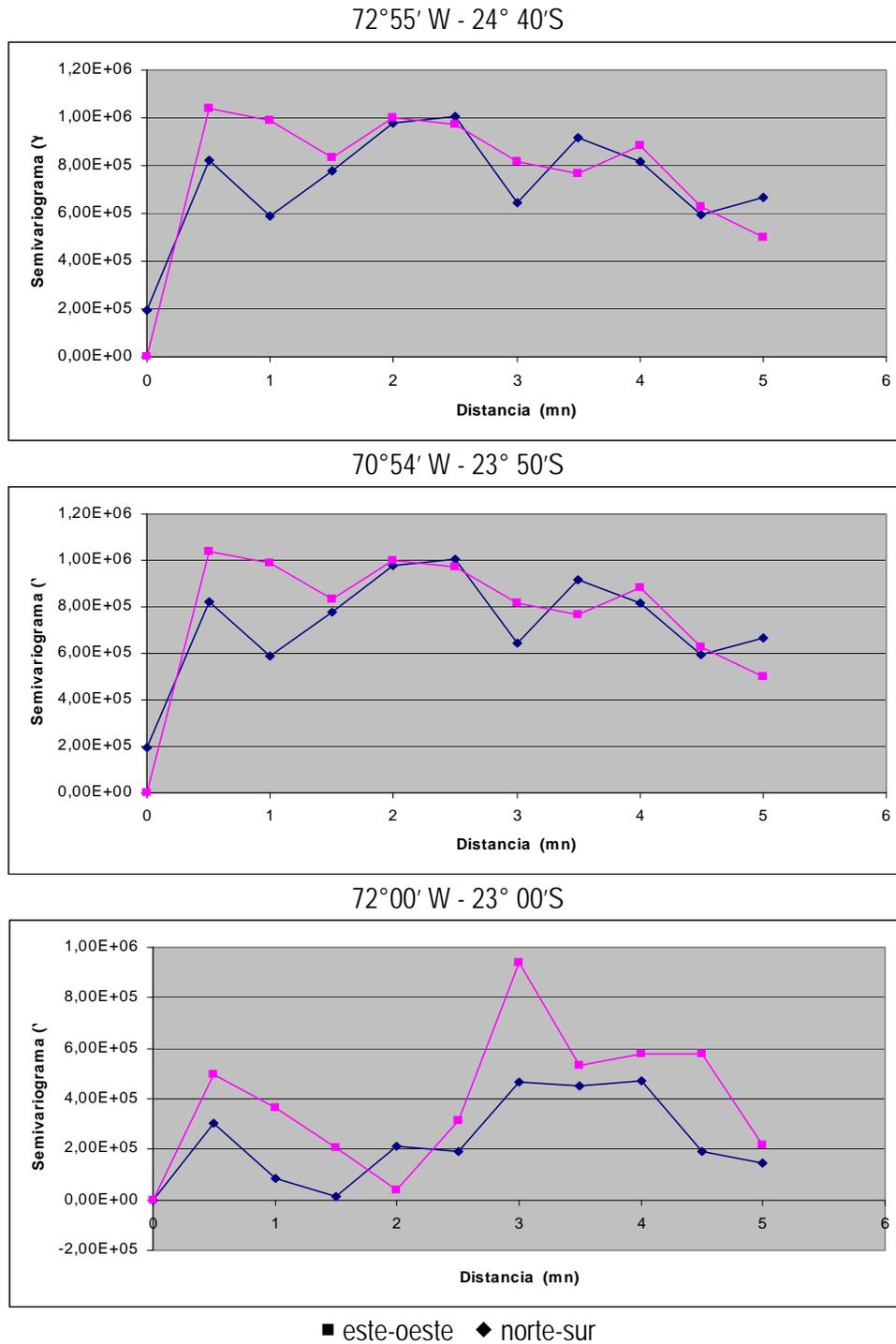


Figura 10. Variogramas en sectores de abundancia de jurel. Noviembre 2008.

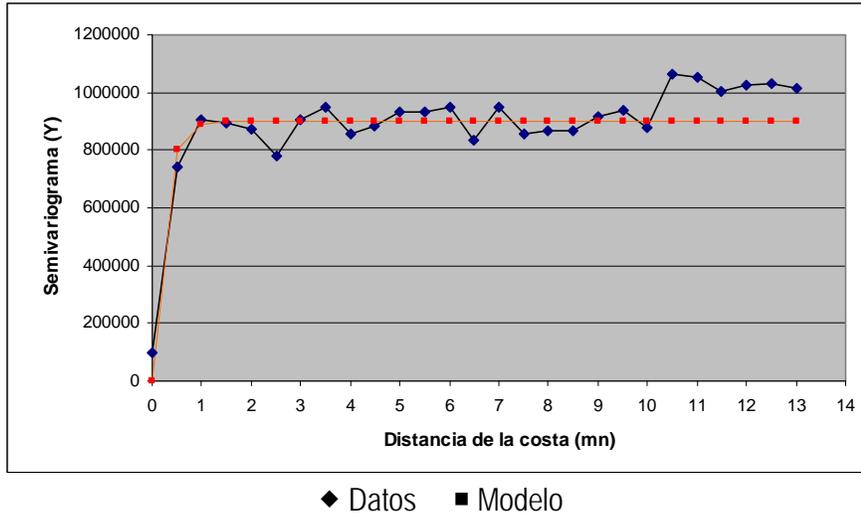


Figura 11. Variograma omnidireccional del crucero. Noviembre 2008.

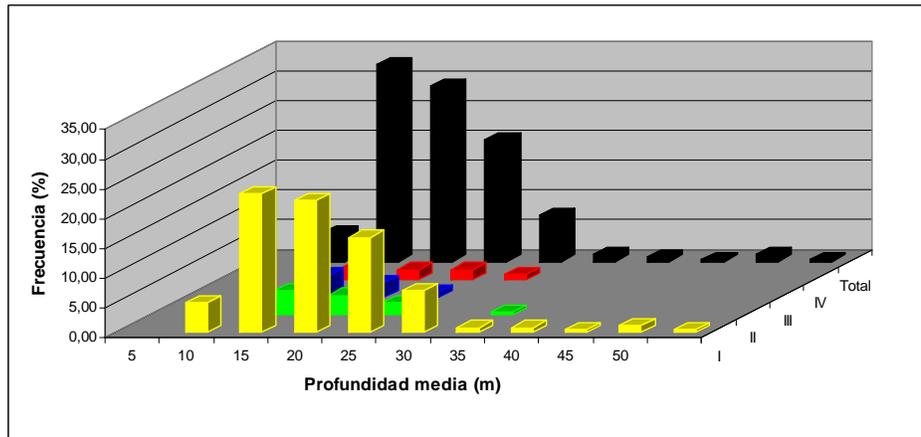


Figura 12. Distribución en profundidad de jure por categoría y total. Noviembre 2008.

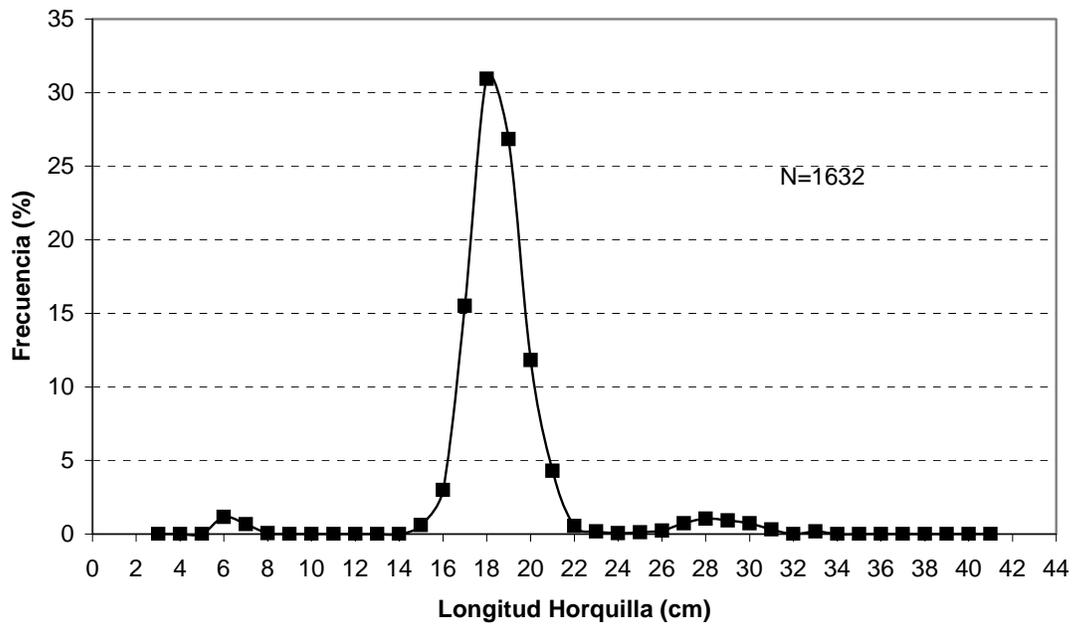
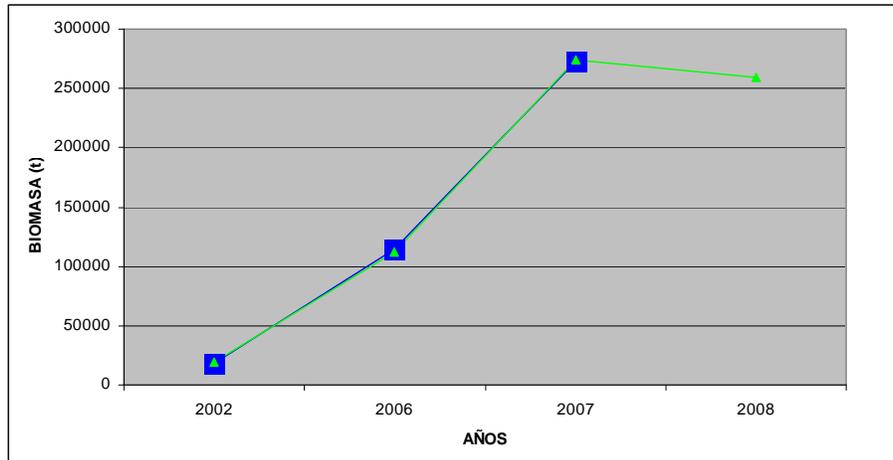
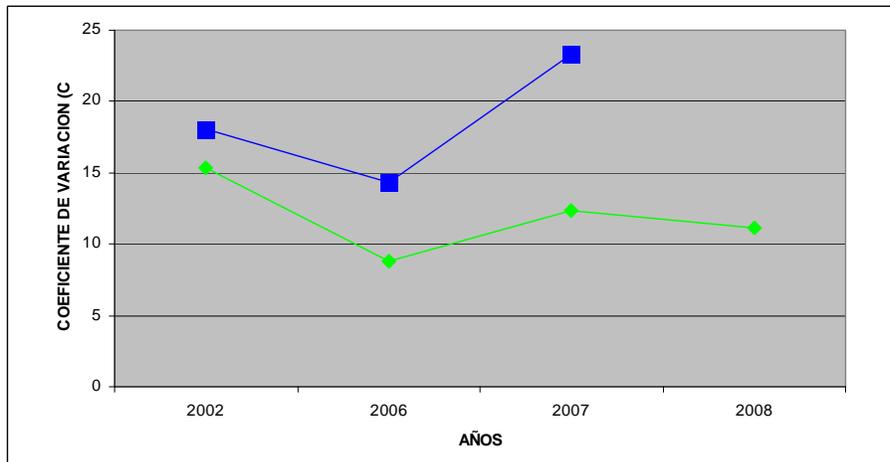


Figura 13. Distribuci3n de tallas de jurel del crucero. Noviembre 2008.



■ Hist3rico ◆ Recalculado



■ Hist3rico ◆ Recalculado

Figura 14. Biomasa y coeficiente de variaci3n hist3rica y recalculada.

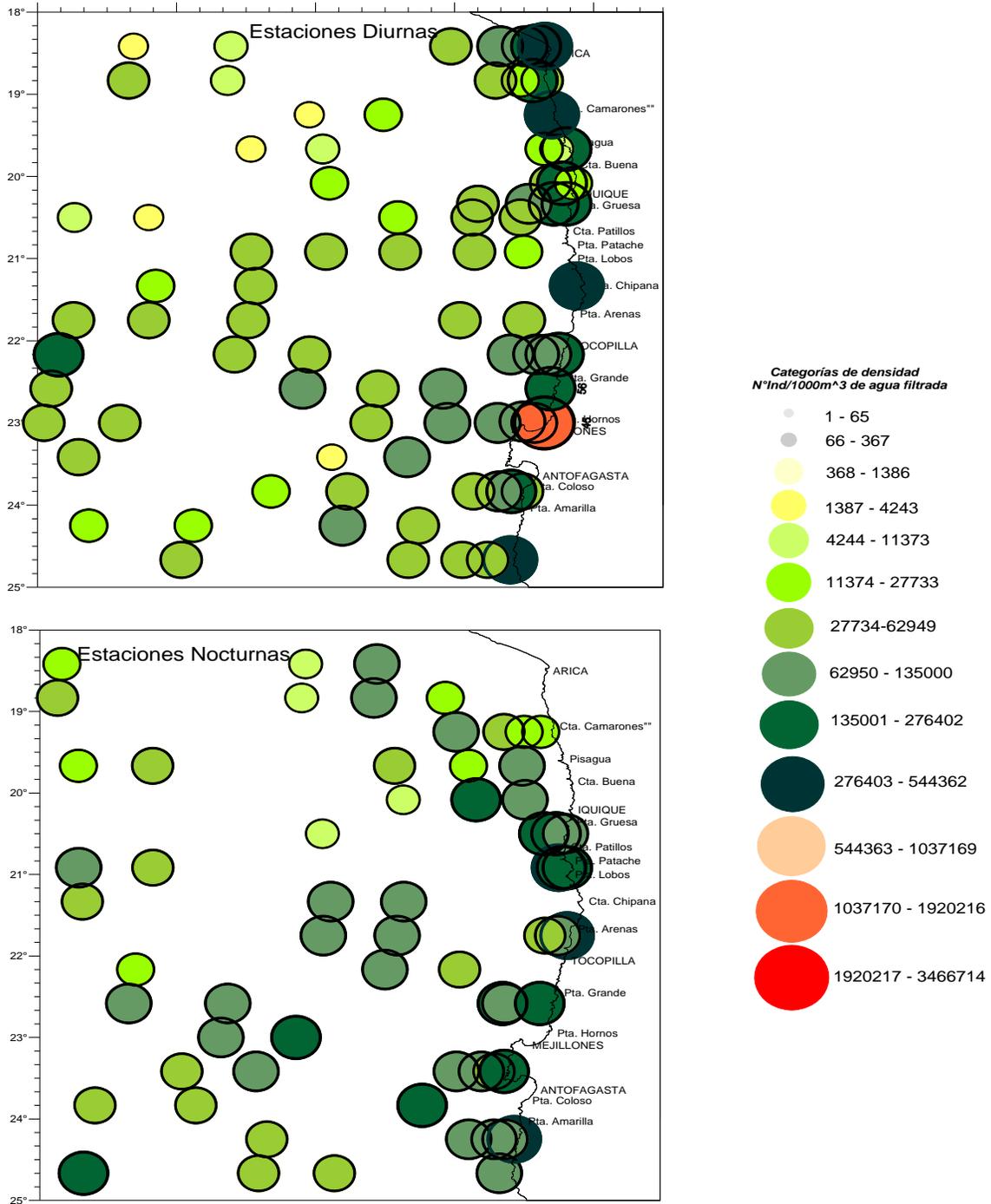


Figura 15. Distribuci3n espacial de copépodos en las estaciones diurnas y nocturnas. Noviembre del 2008.

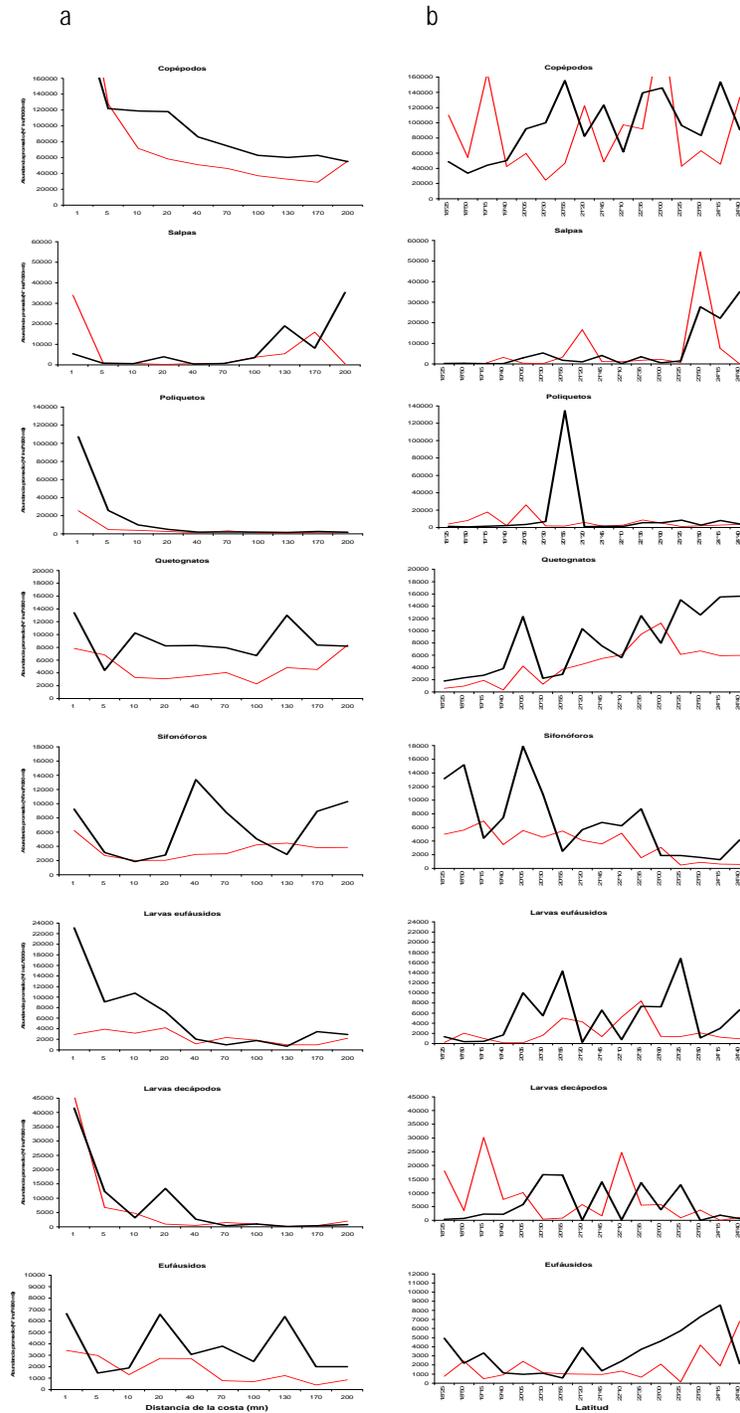


Figura 16. Distribuci3n de la densidad promedio con respecto a la distancia de la costa (a) y latitud (b), durante los periodos diurnos (lnea roja) y nocturnos (lnea negra). Noviembre 2008.

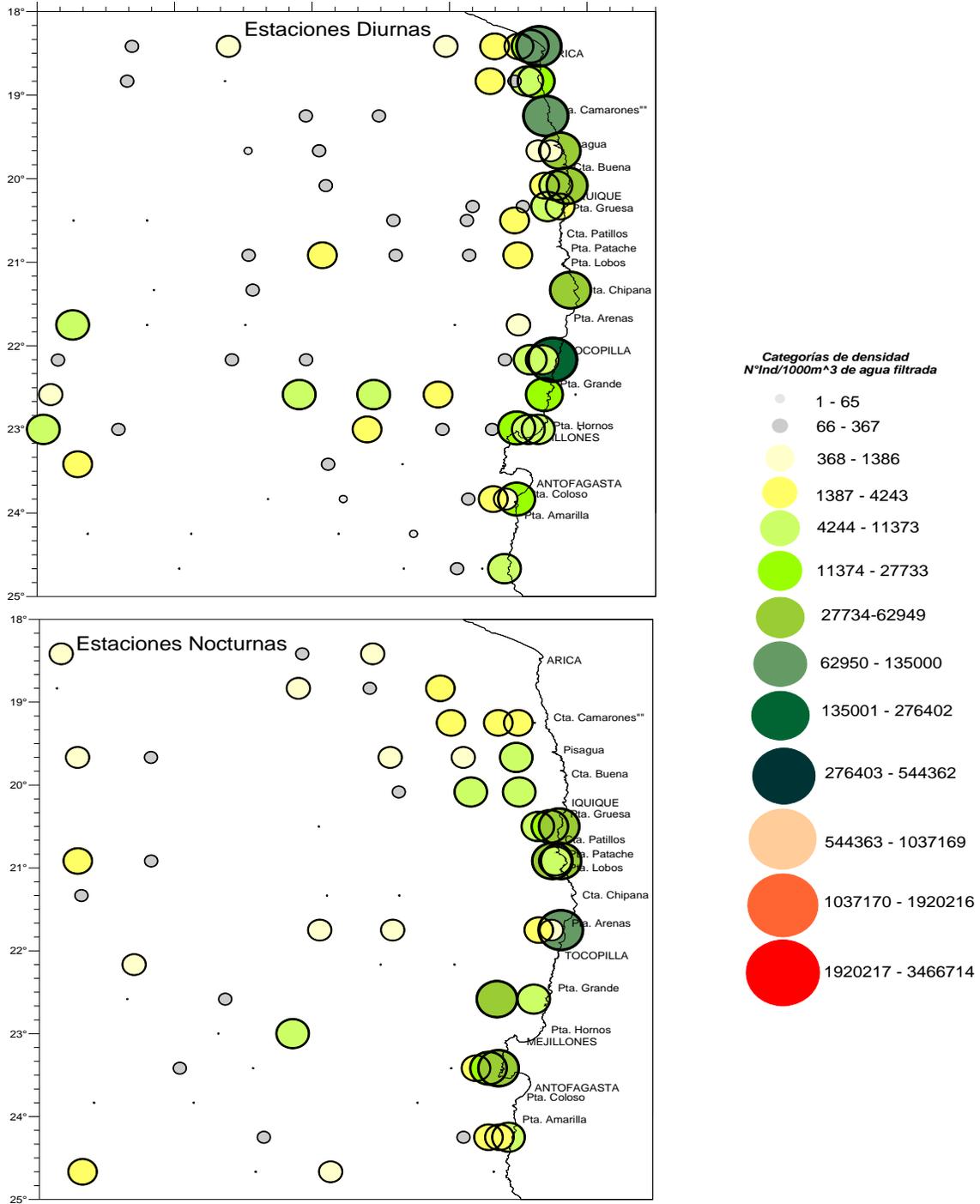


Figura 17. Distribuci3n espacial de larvas de decapodos en las estaciones diurnas. Noviembre del 2008.

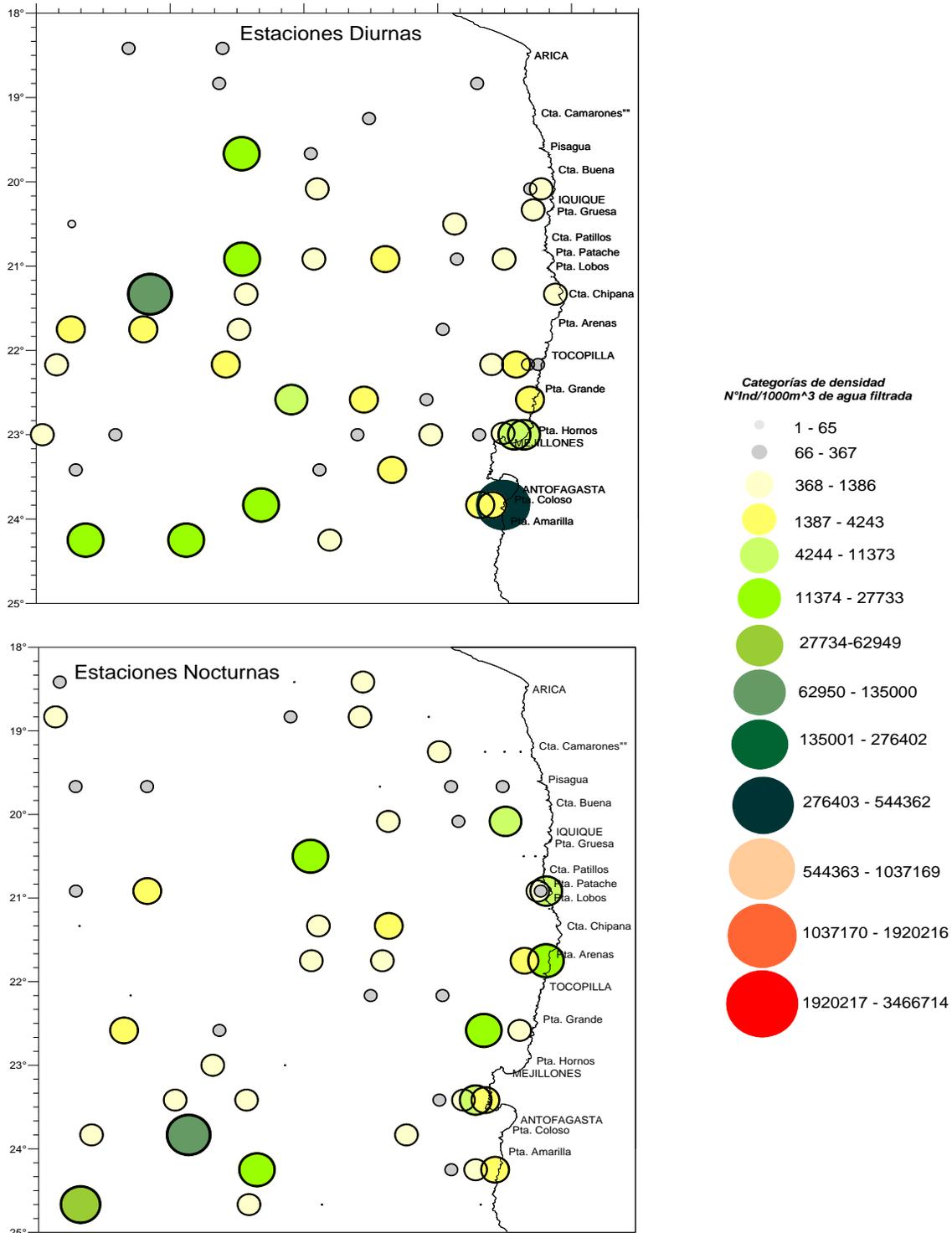


Figura 18. Distribuci3n espacial de salpas en las estaciones diurnas y nocturnas. Noviembre del 2008.

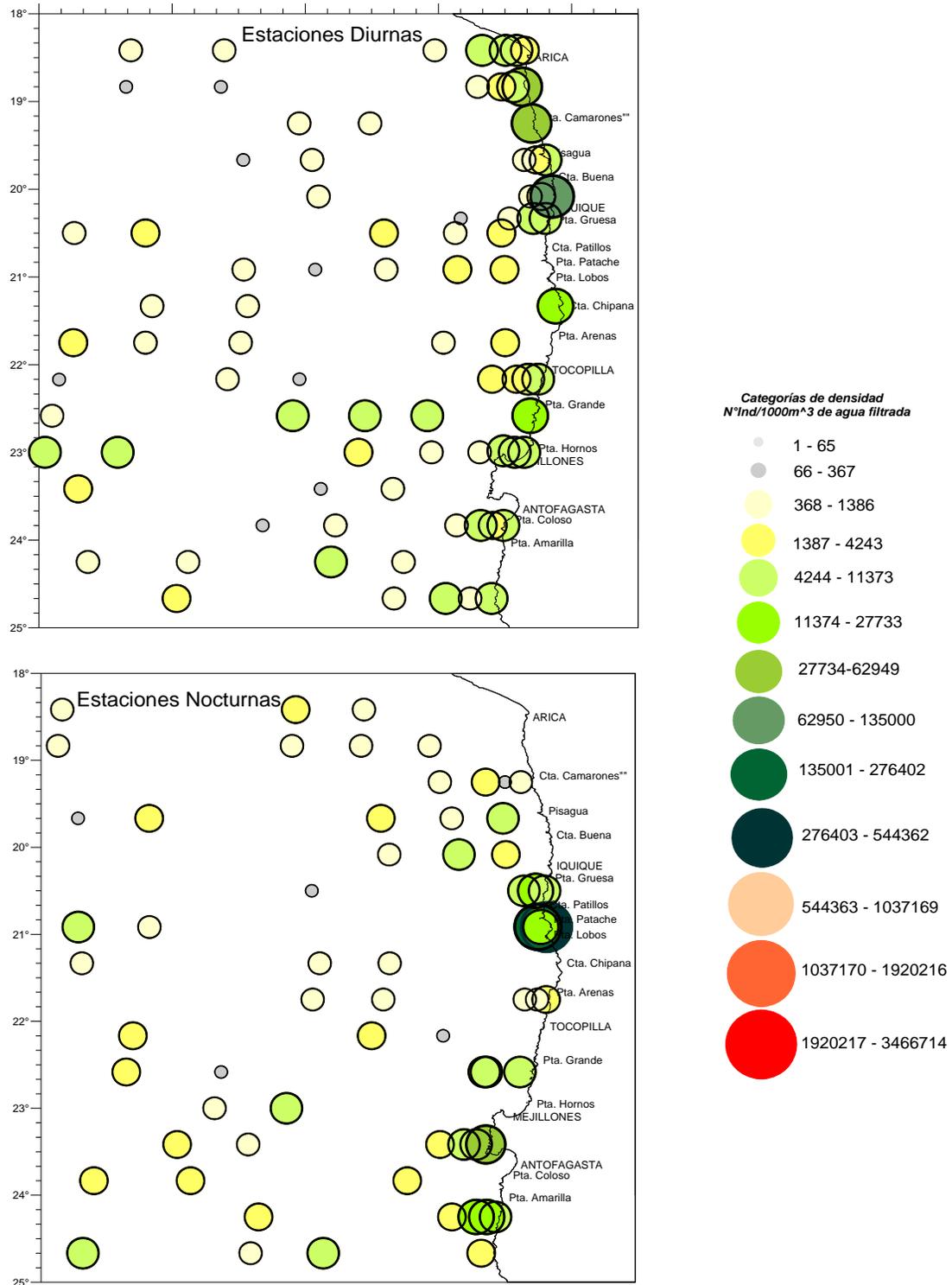


Figura 19. Distribuci3n espacial de poliquetos en las estaciones diurnas y nocturnas. Noviembre del 2008.

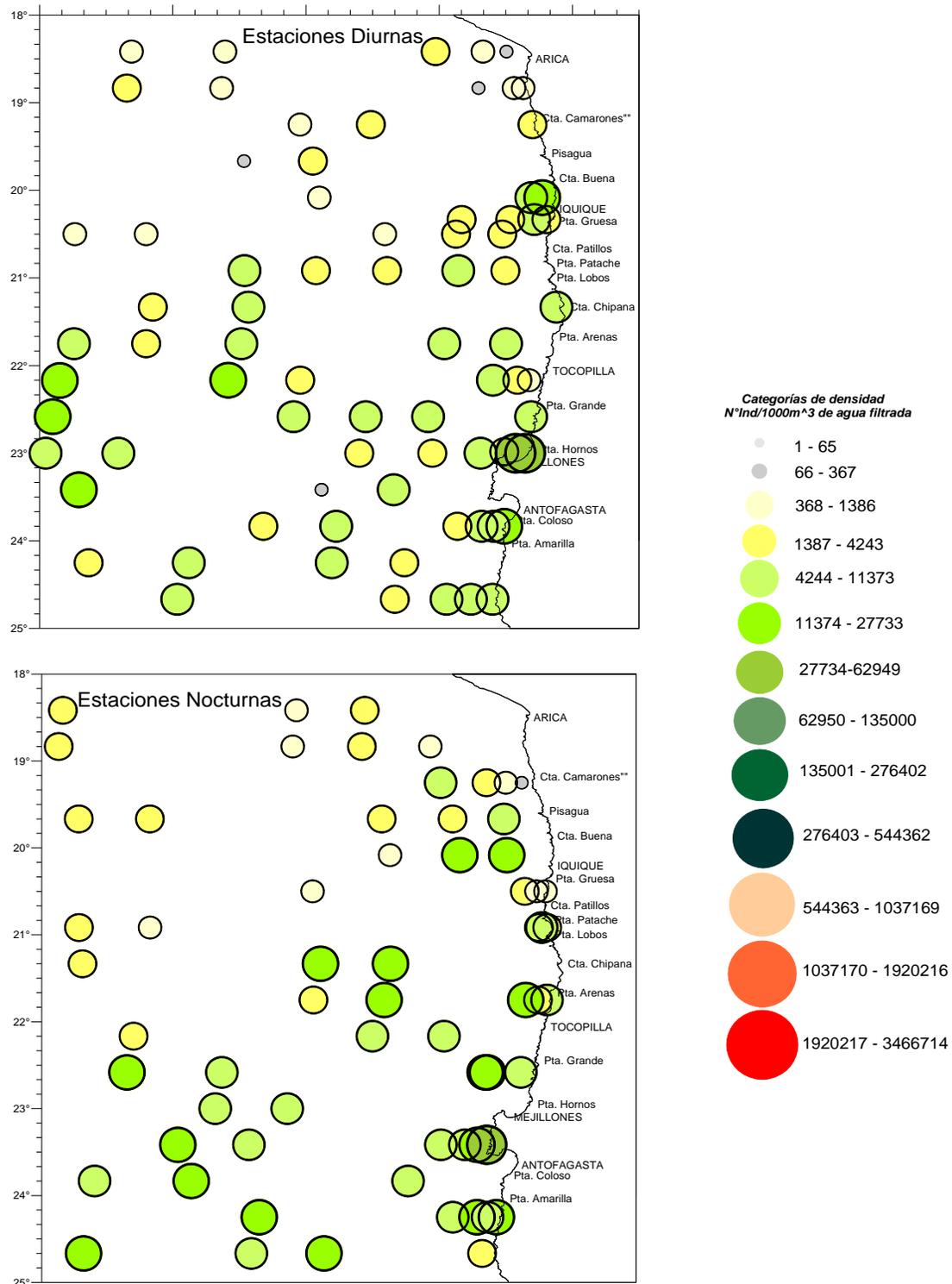


Figura 20. Distribuci3n espacial de quetognatos en las estaciones diurnas y nocturnas. Noviembre del 2008.

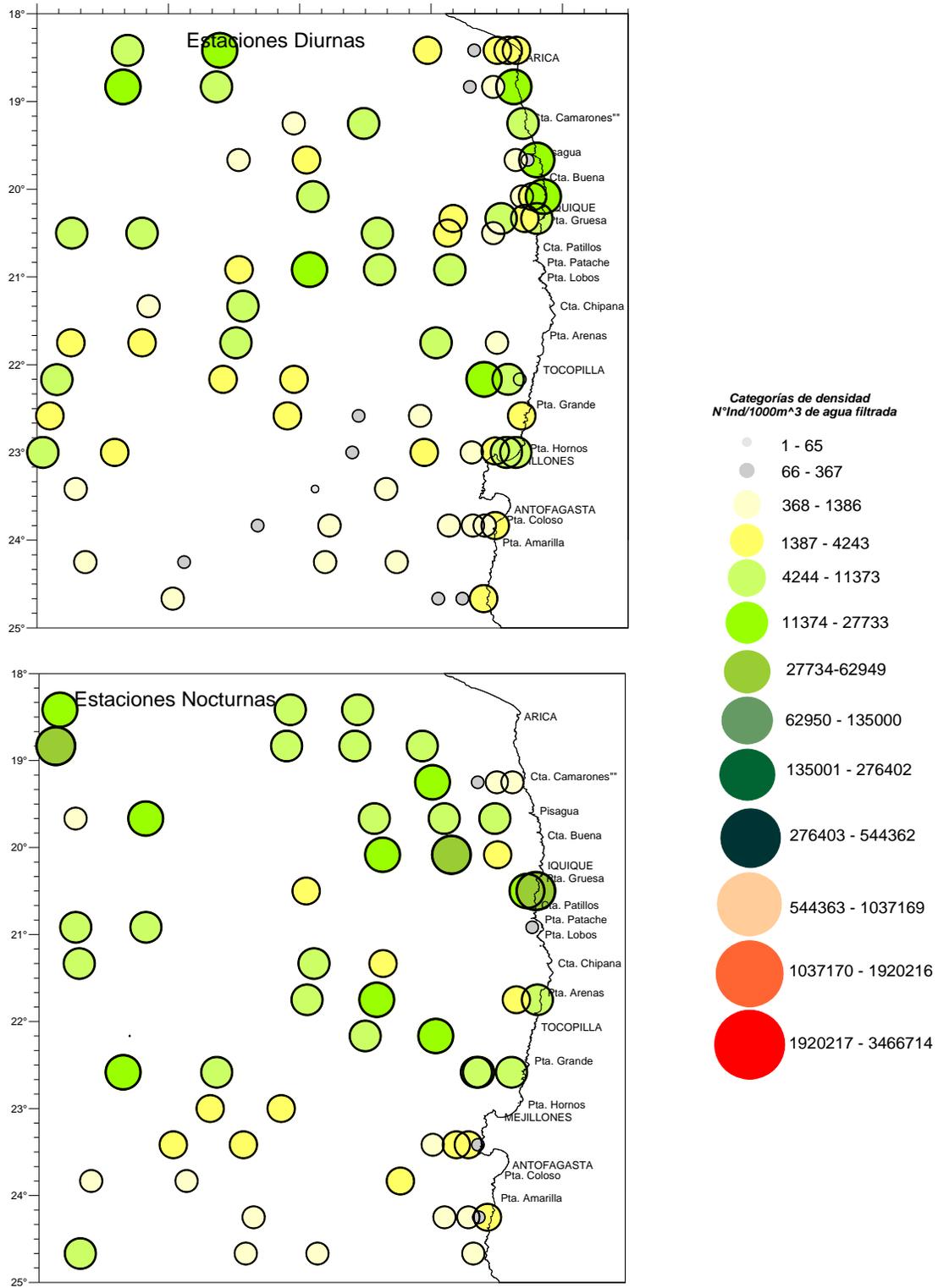


Figura 21. Distribuci3n espacial de sifon3foros en las estaciones diurnas y nocturnas. Noviembre del 2008.

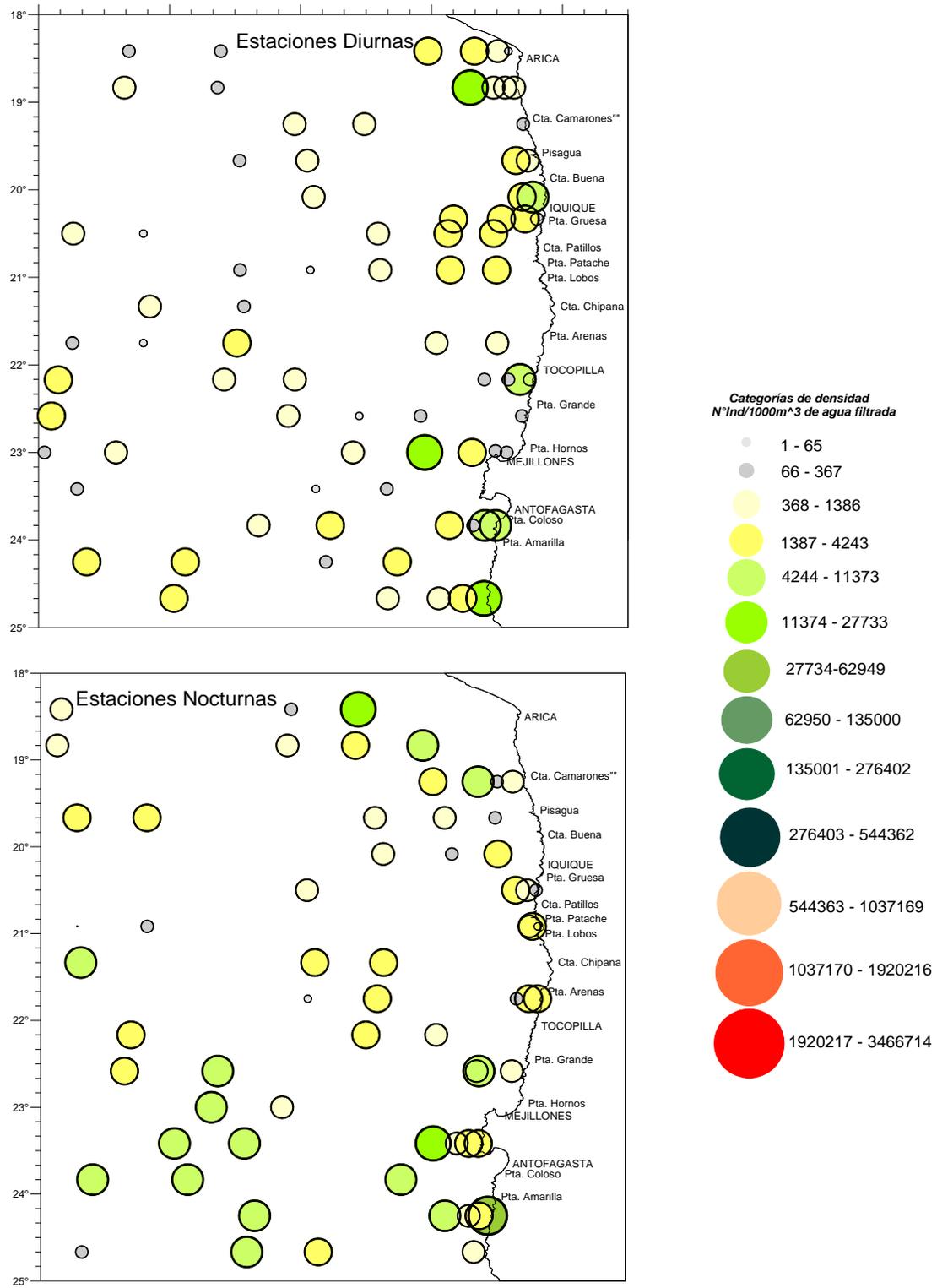


Figura 22. Distribuci3n espacial de eufáusidos en las estaciones diurnas y nocturnas. Noviembre del 2008.

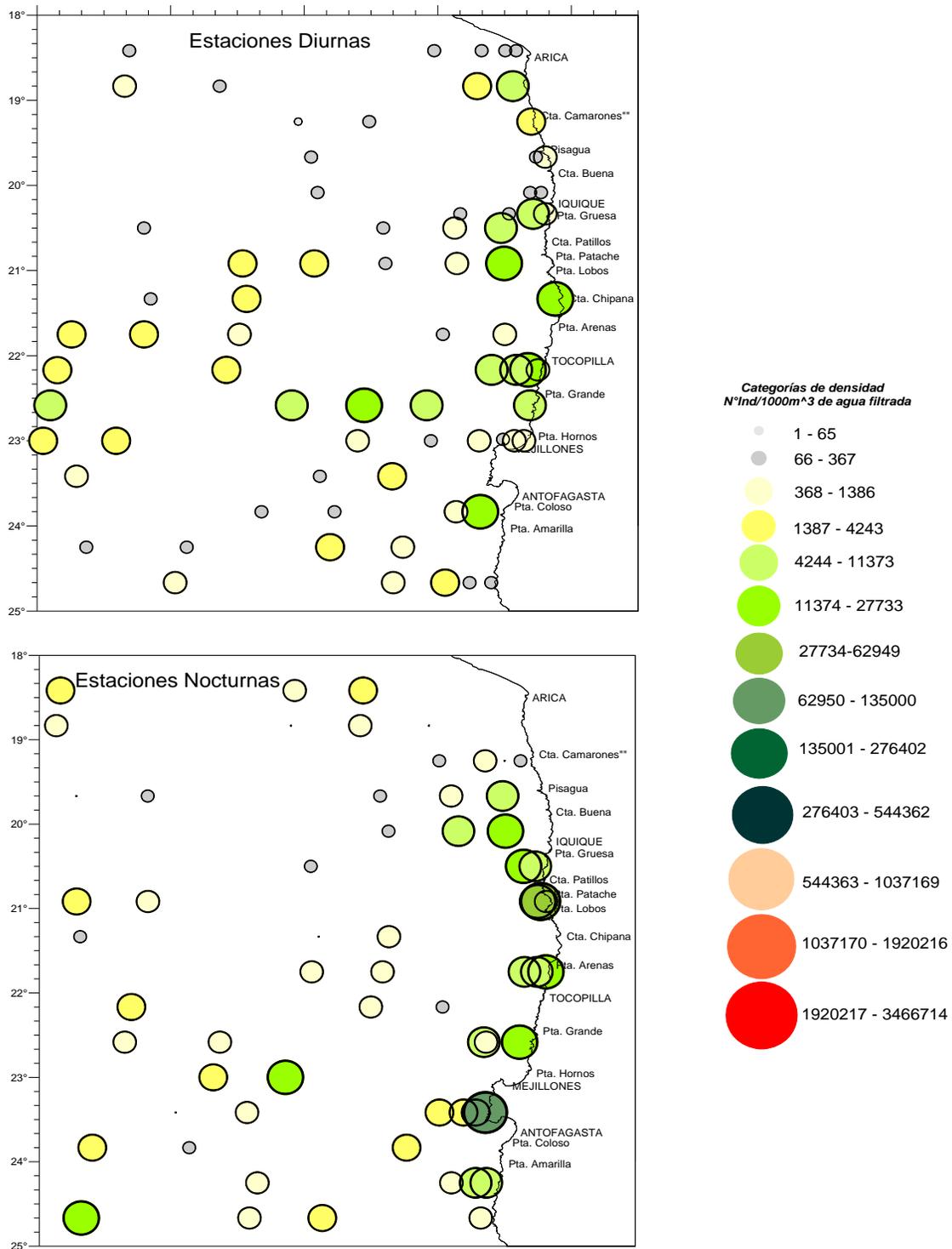


Figura 23. Distribuci3n espacial de larvas de eupáusidos en las estaciones diurnas y nocturnas. Noviembre del 2008.

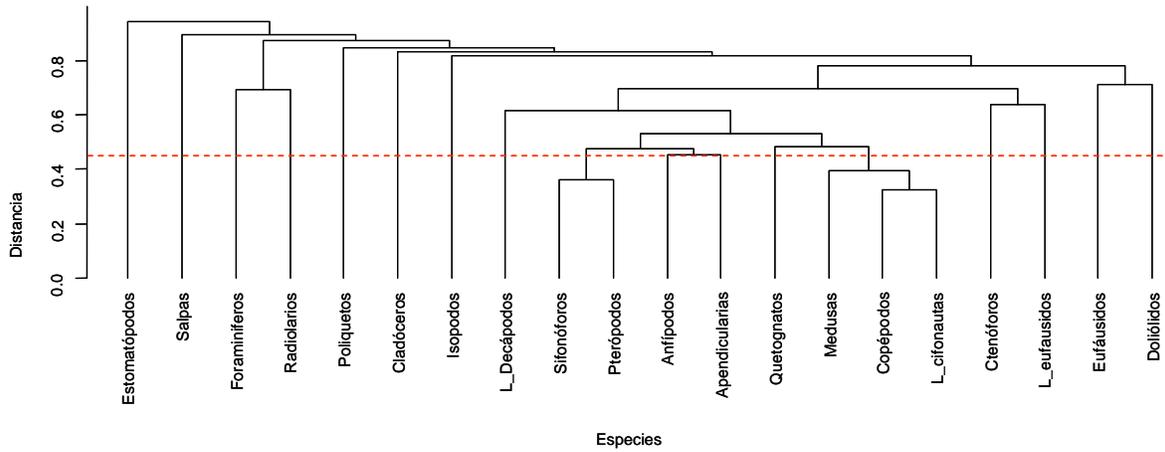


Figura 24. Dendrograma de estaciones y especies para an3lisis sin diferenciaci3n de periodo del d3a, zona o distancia a la costa.

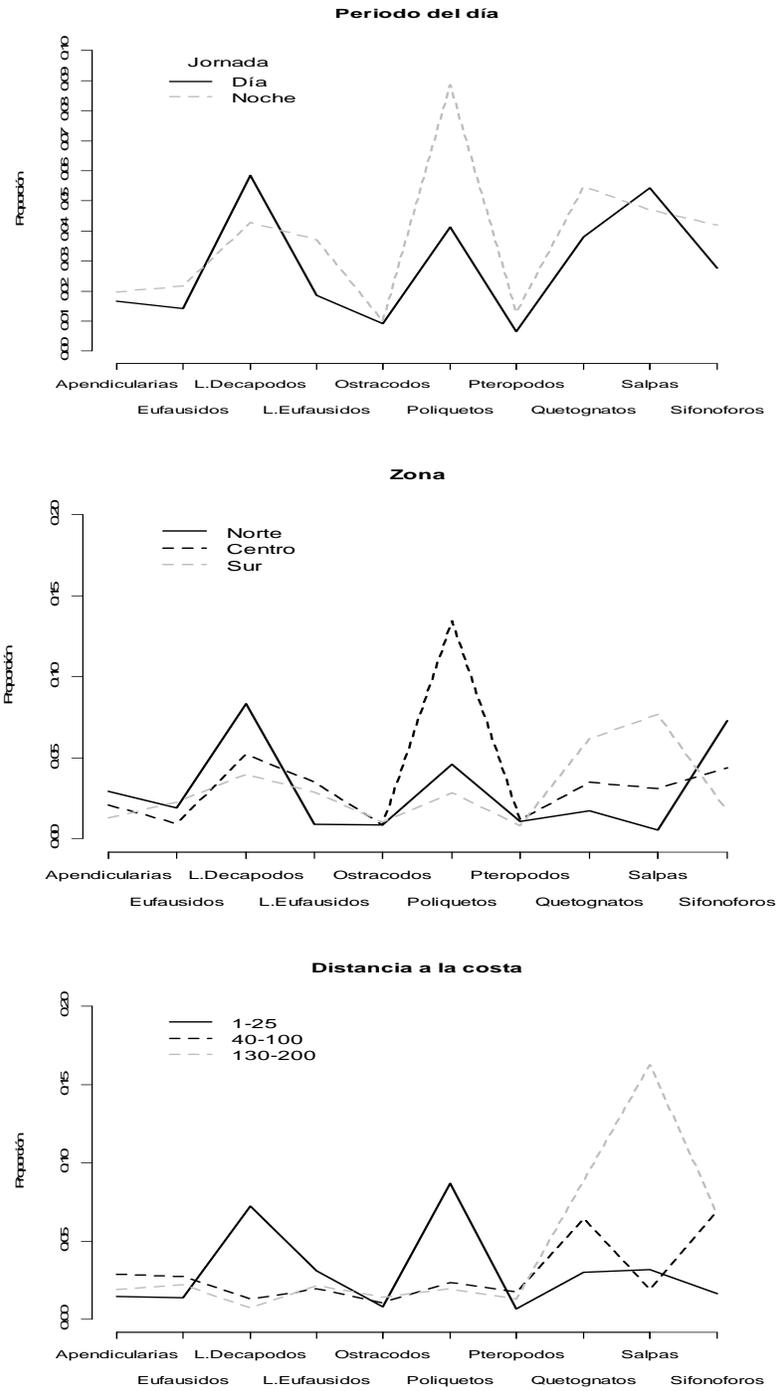


Figura 25. Composici3n de la estructura zooplactonica por periodo del d3a, zona y distancia a la costa, para los cop3podos y el restante.

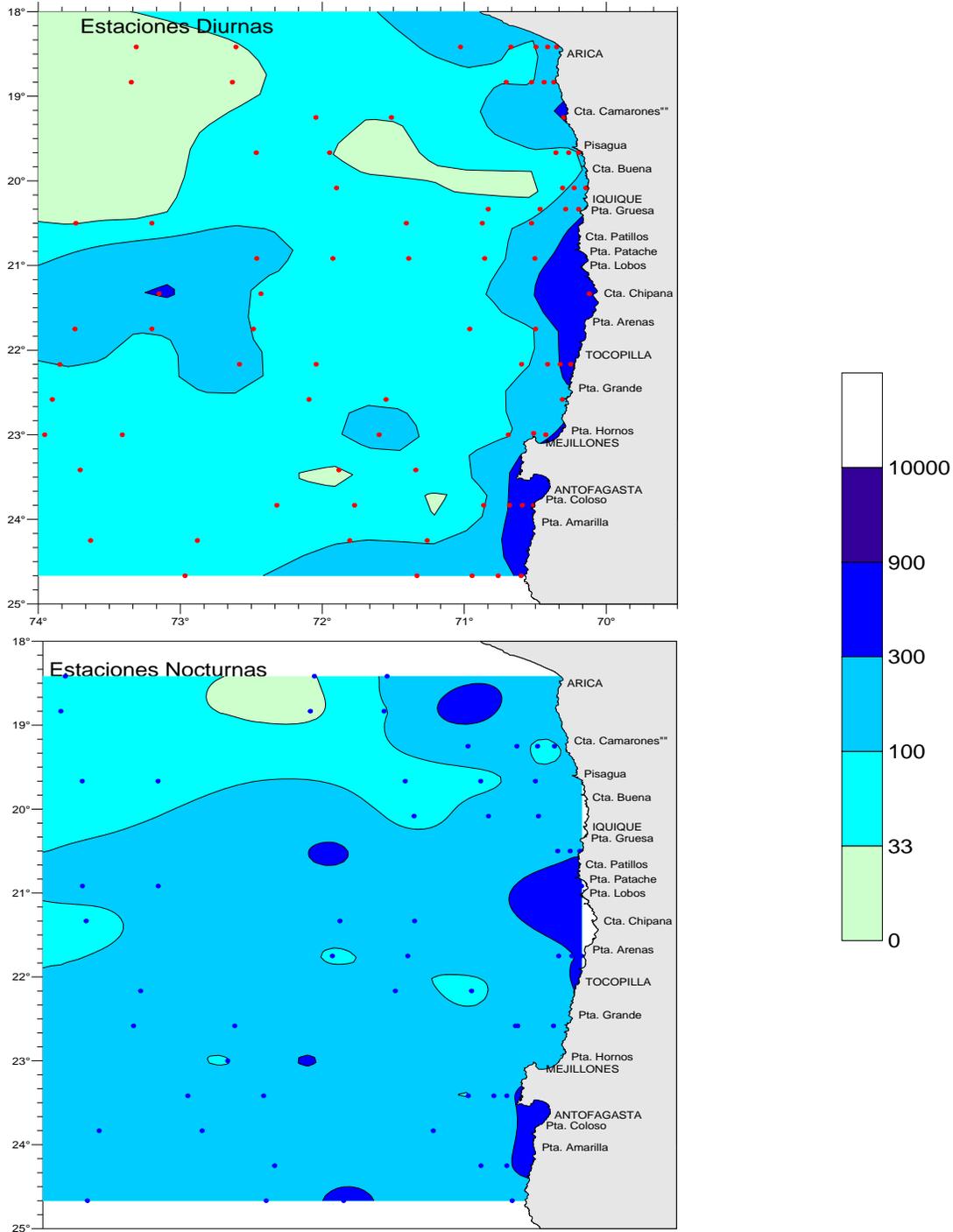


Figura 26. Distribuci3n espacial de la biomasa zooplanct3nica diurna y nocturna. Noviembre del 2008.

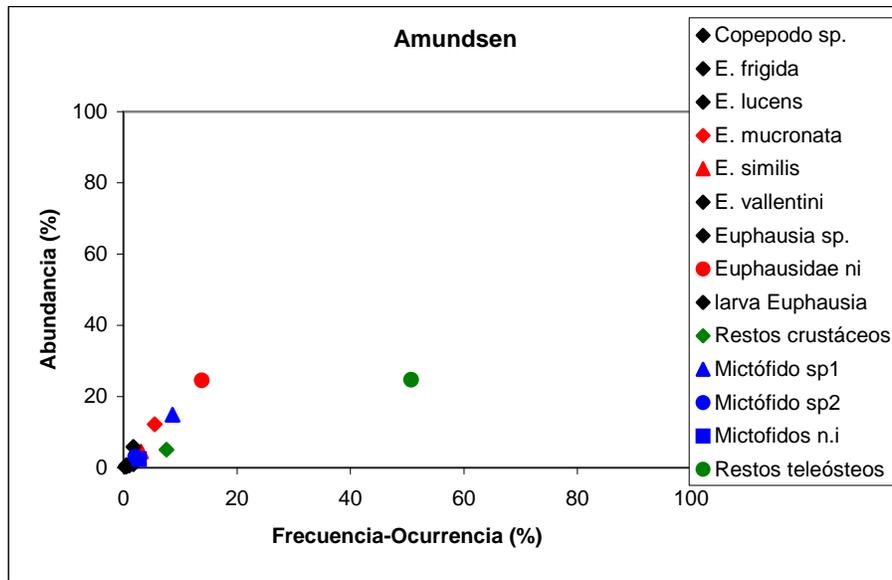


Figura 27 Representaci3n de las estrategias alimentarias para el 3rea de estudio seg3n el m3todo gr3fico de Amundsen *et al.* (1996). Mict3fido sp1 *Vinciguerria sp* y Mict3fido sp2 *Diogenichthys sp.*

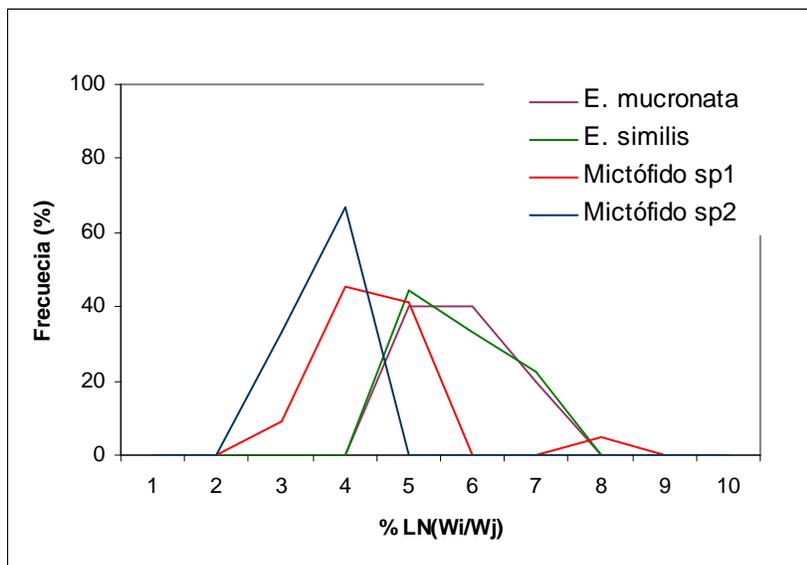


Figura 28 Distribuci3n de frecuencias del 3ndice de selectividad de Ursin de las principales presas de jurel en la zona norte de Chile *Euphausia mucronata*, *Euphausia similis*, Mict3fido sp1 *Vinciguerria sp* y Mict3fido sp2 *Diogenichthys sp.*

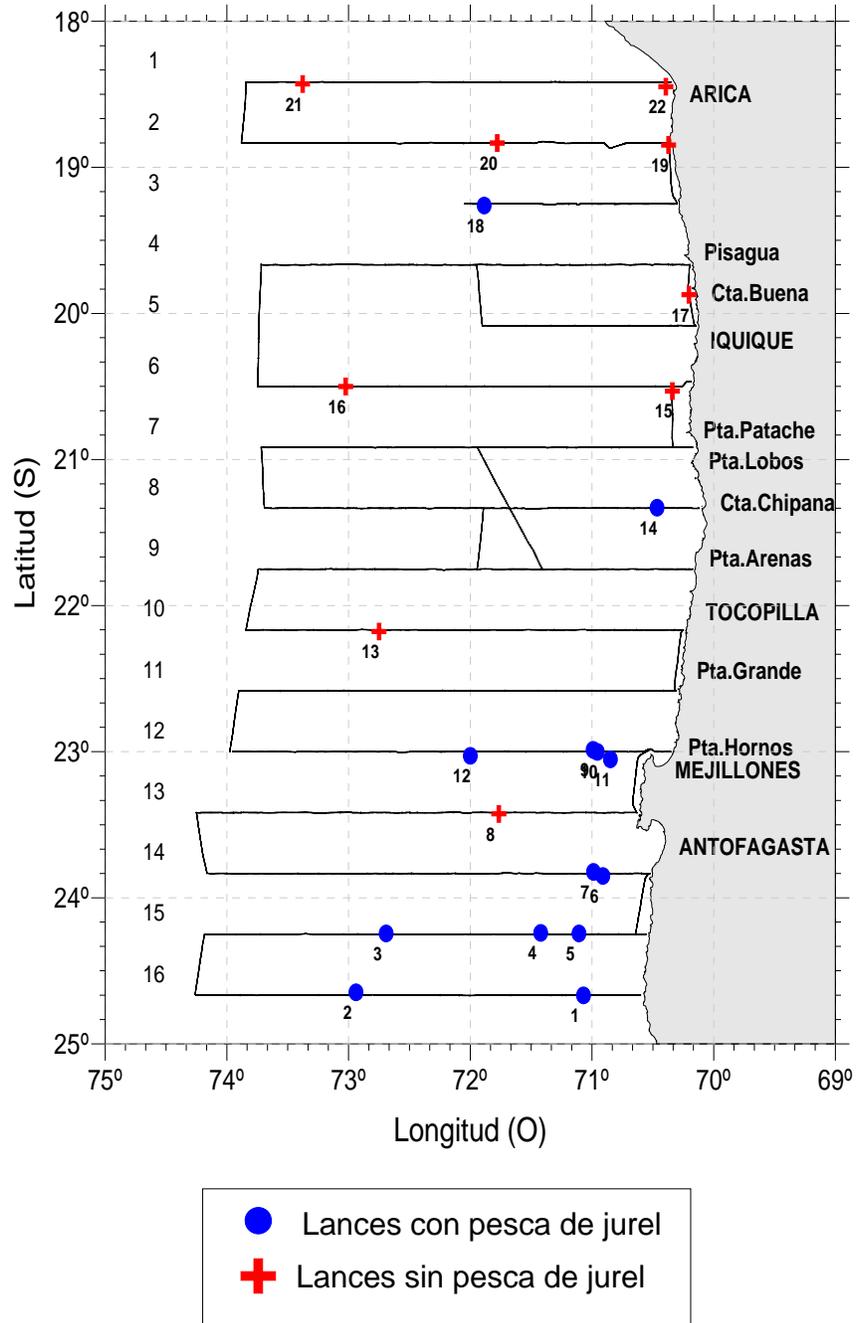


Figura 29. Distribuci3n de lances con y sin pesca de jurel en la zona de estudio. Noviembre 2008.

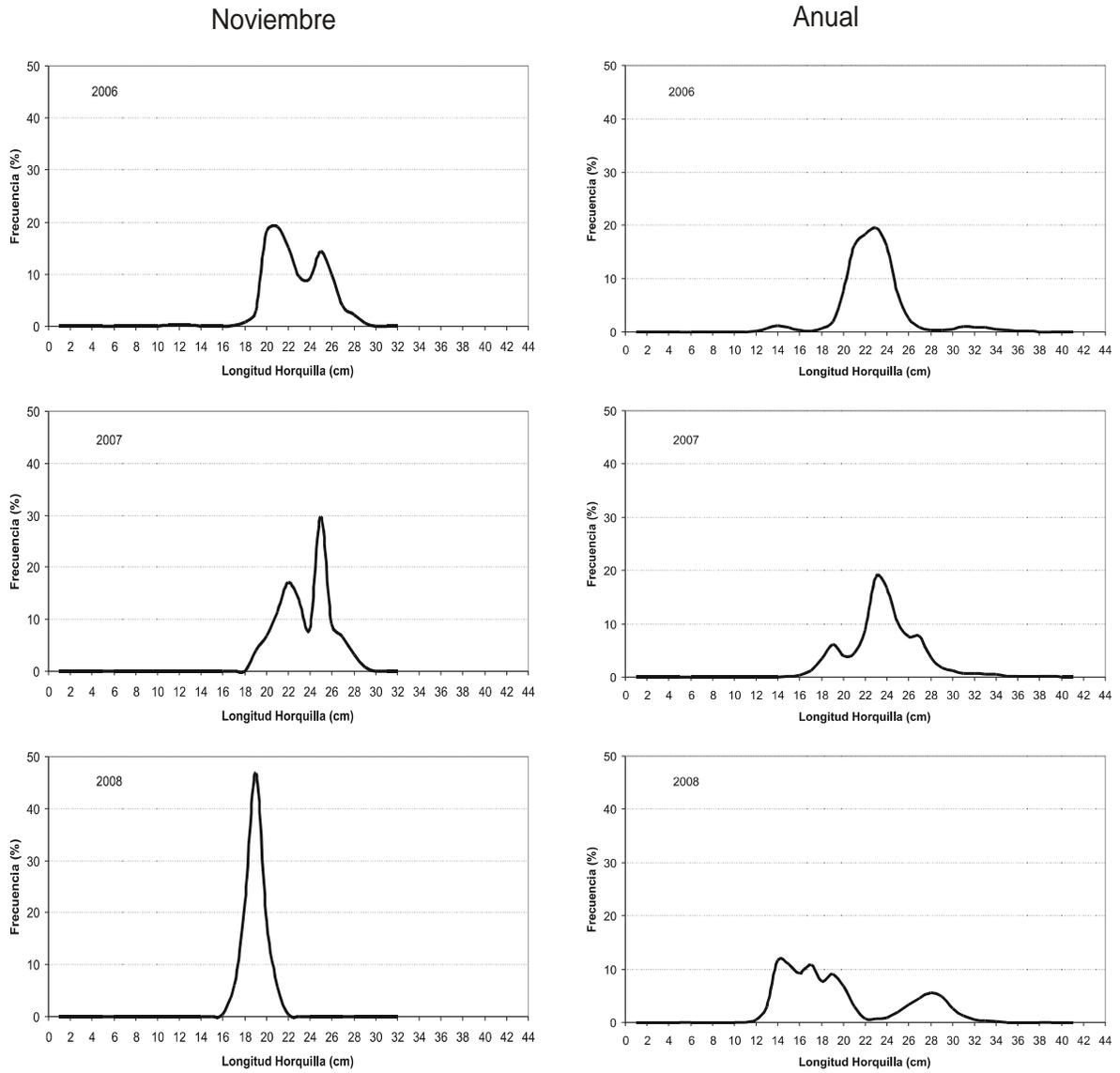
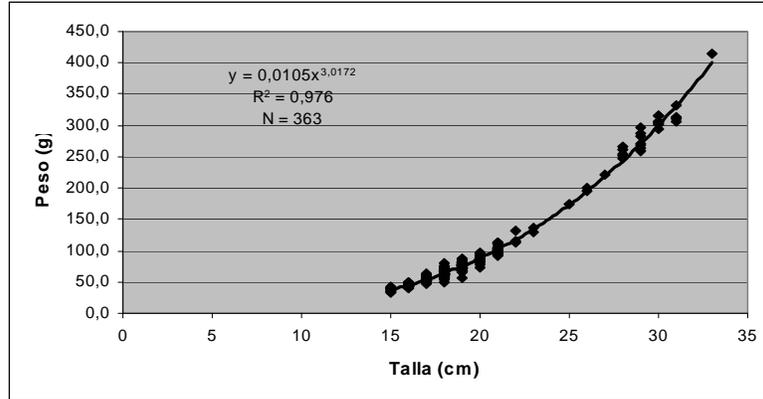


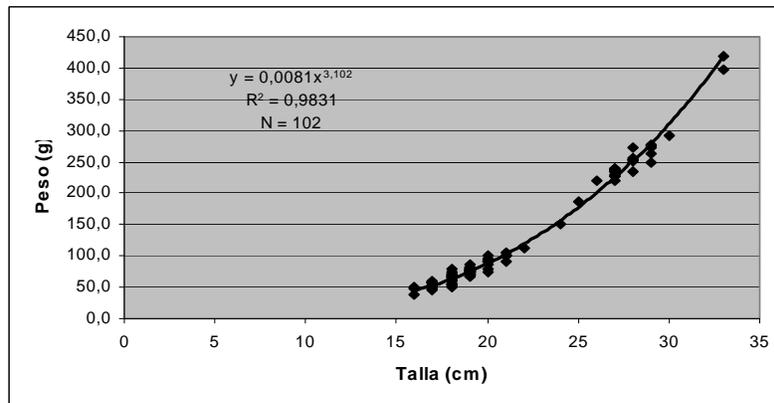
Figura 30 Distribuci3n de tallas de jurel de la flota para noviembre y total anual.



a) machos



b) hembras



c) Total

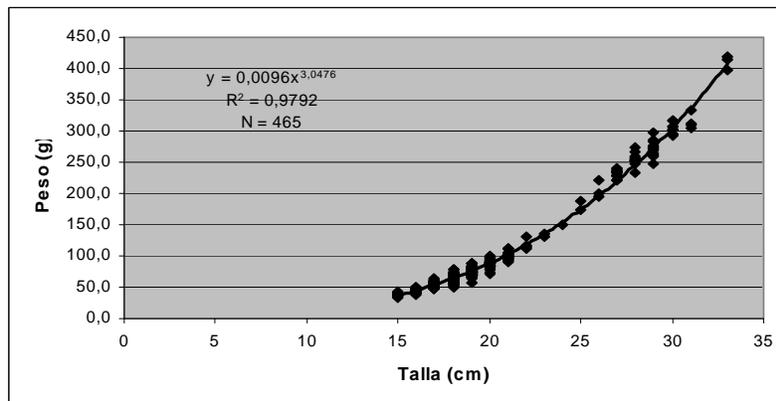


Figura 31 Relaciones longitud-peso de jurel zona de estudio. Noviembre 2008

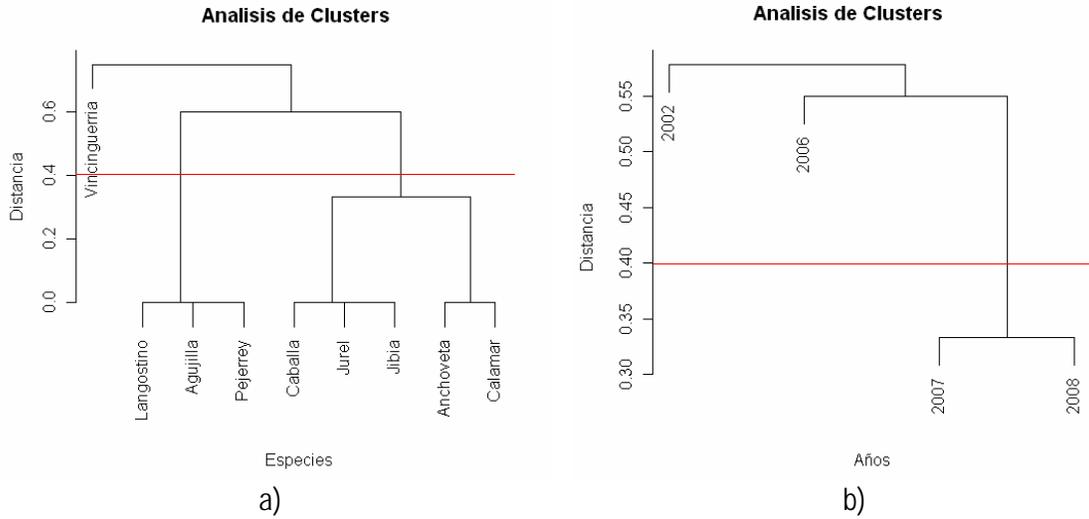


Figura 32. Dendrograma a) por especie y b) por a1o.

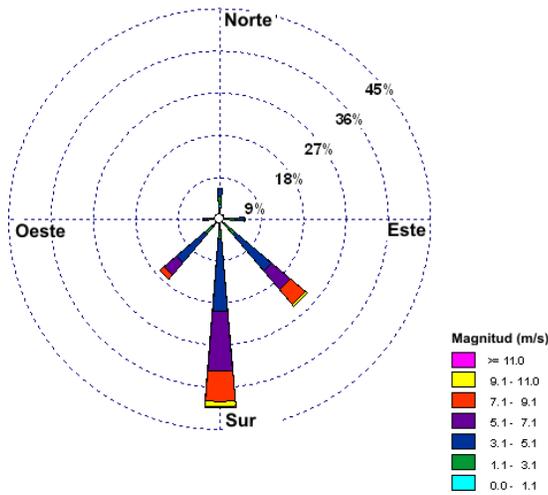


Figura 33. Rosa de vientos de los vientos observados durante el crucero. Noviembre 2008.

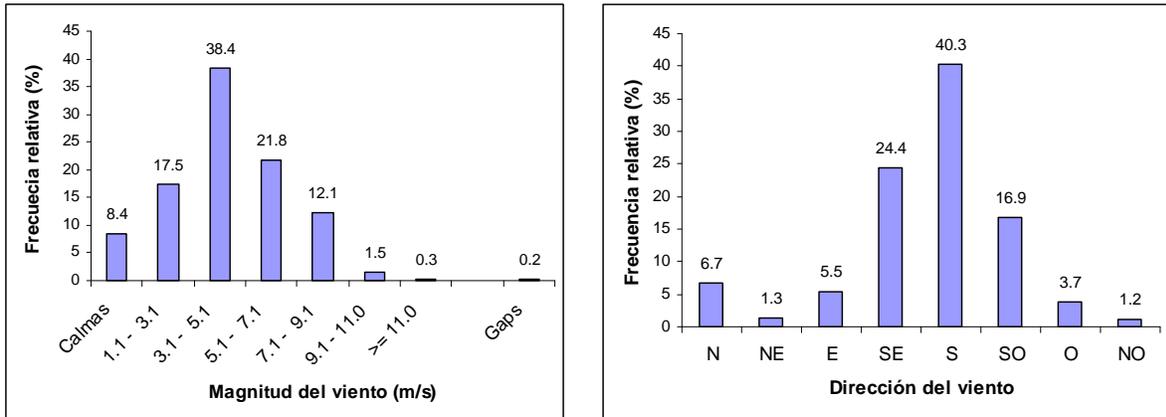


Figura 34. Distribuci3n de frecuencia de la magnitud y direcci3n del viento observado durante el track de navegaci3n.

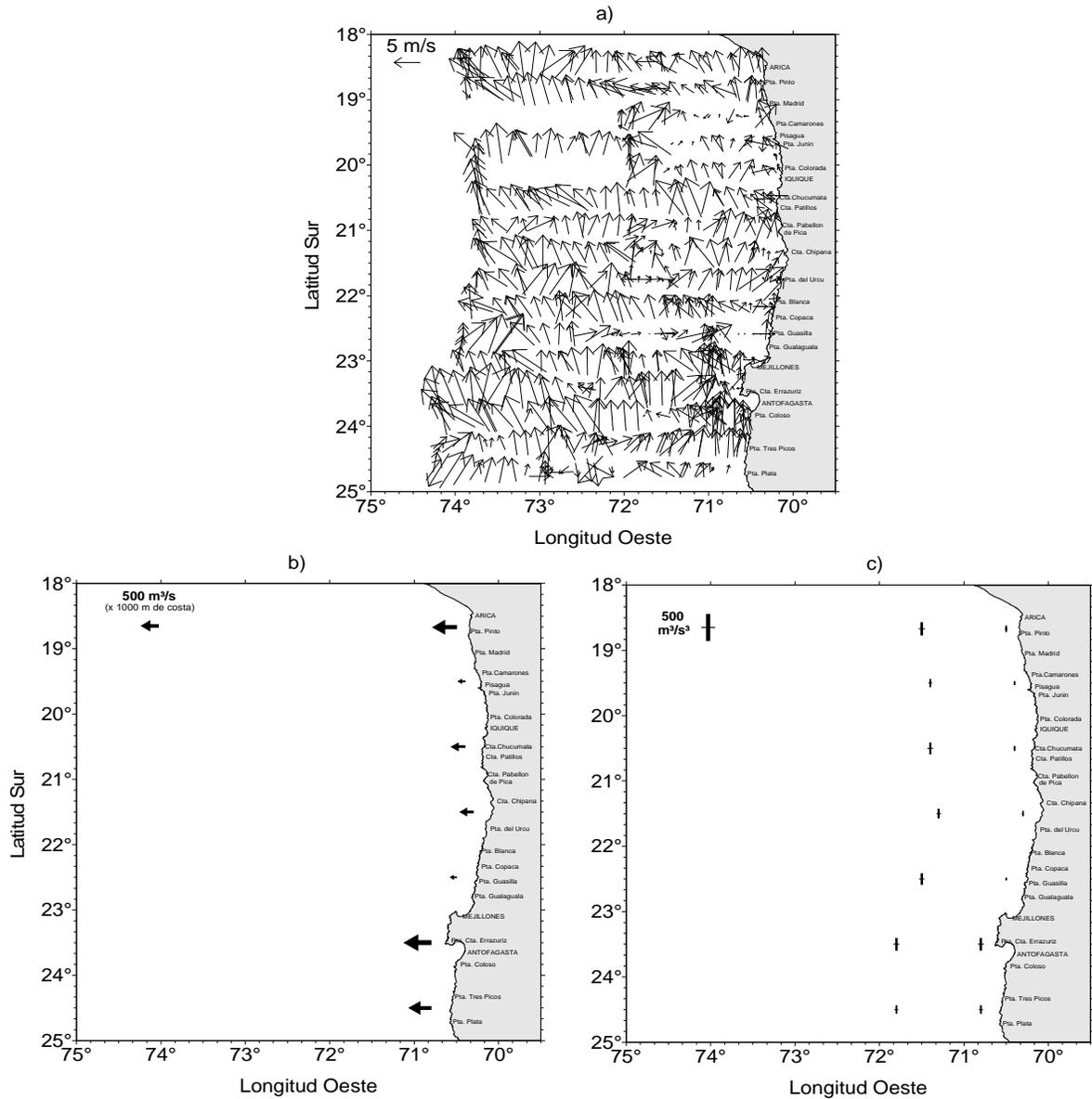


Figura 35. a) Direcci3n e intensidad del viento (m/s), b) Índice de surgencia promedio (por 1000 km de costa) y c) Índice de turbulencia (m<sup>3</sup>/s<sup>3</sup>)



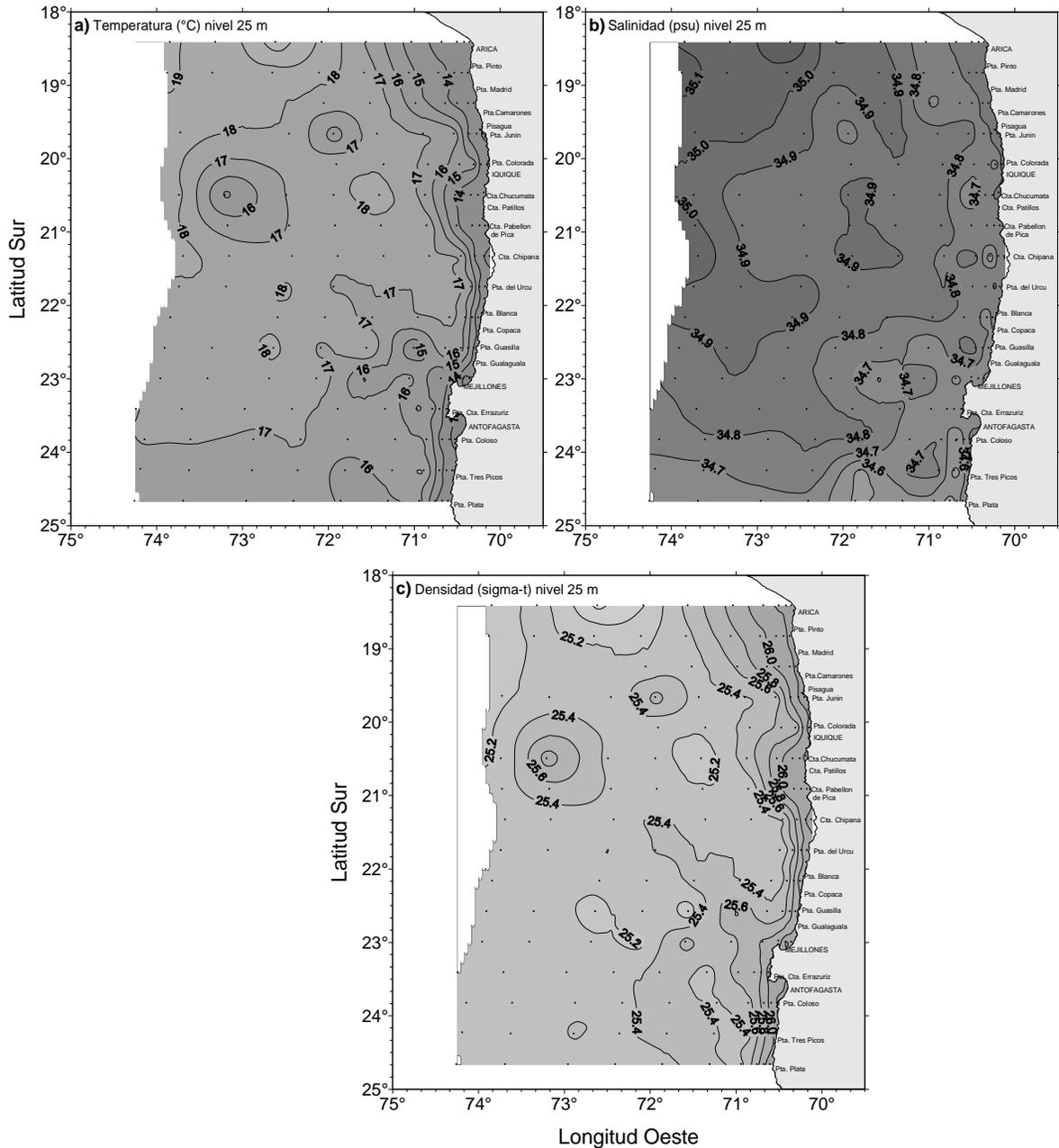


Figura 37. Distribución en el estrato de 25 m de profundidad de a) Temperatura del mar (°C) b) Salinidad del mar (psu) y c) Densidad (sigma-t).

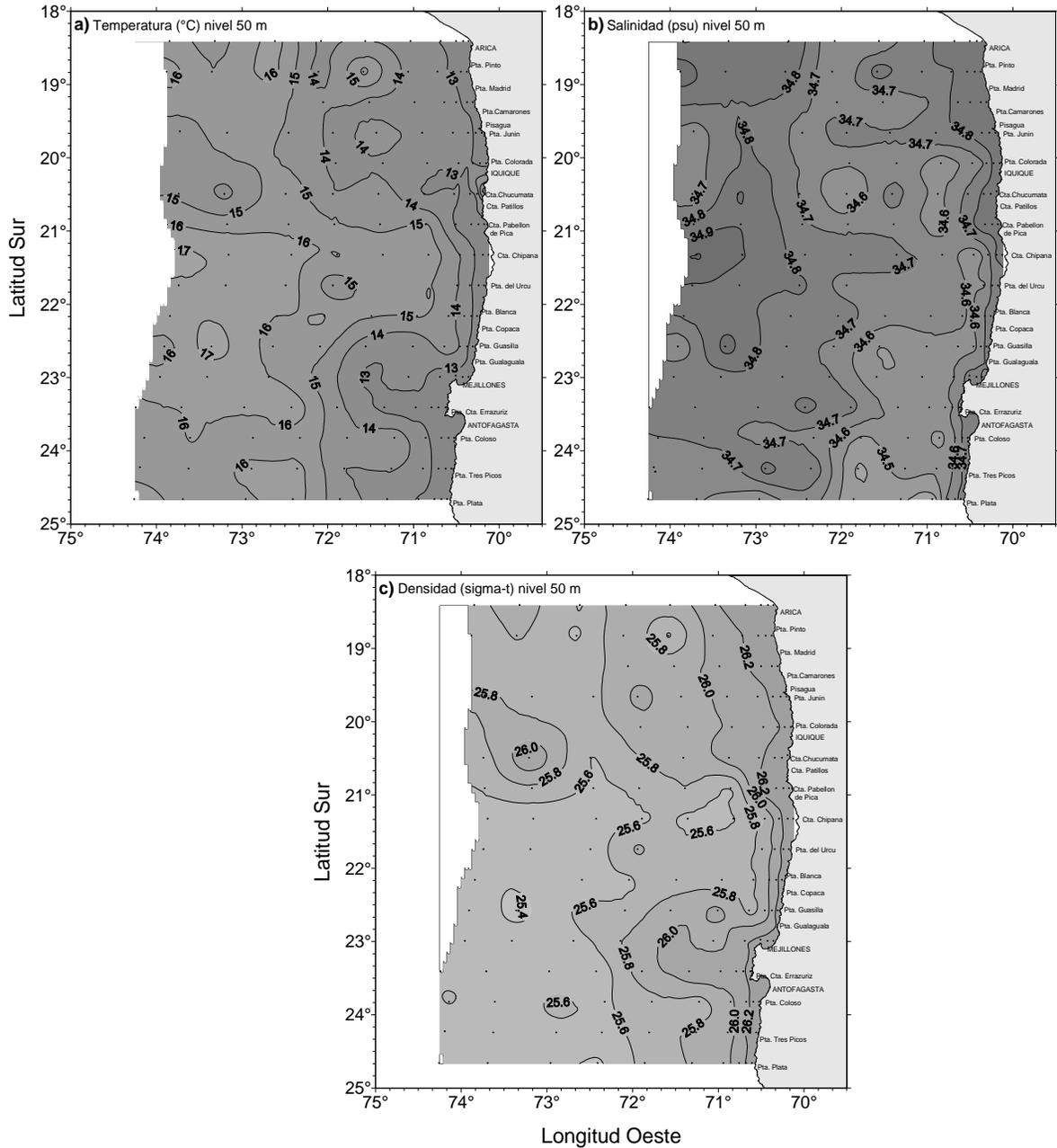


Figura 38. Distribuci3n en el estrato de 50 m de profundidad de a) Temperatura del mar (°C) b) Salinidad del mar (psu) y c) Densidad (sigma-t).

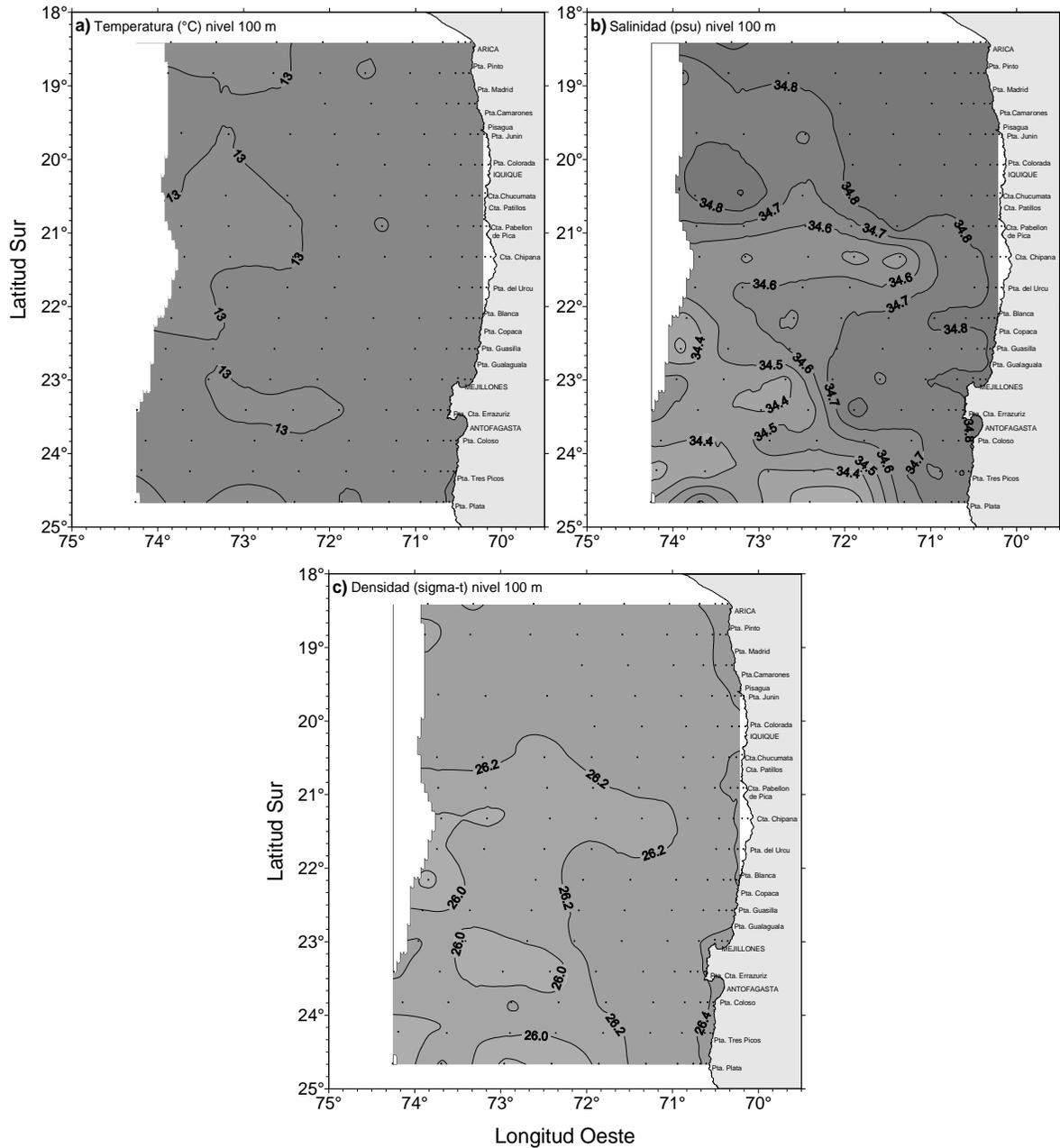


Figura 39. Distribución en el estrato de 100 m de profundidad de a) Temperatura del mar (°C) b) Salinidad del mar (psu) y c) Densidad (sigma-t).

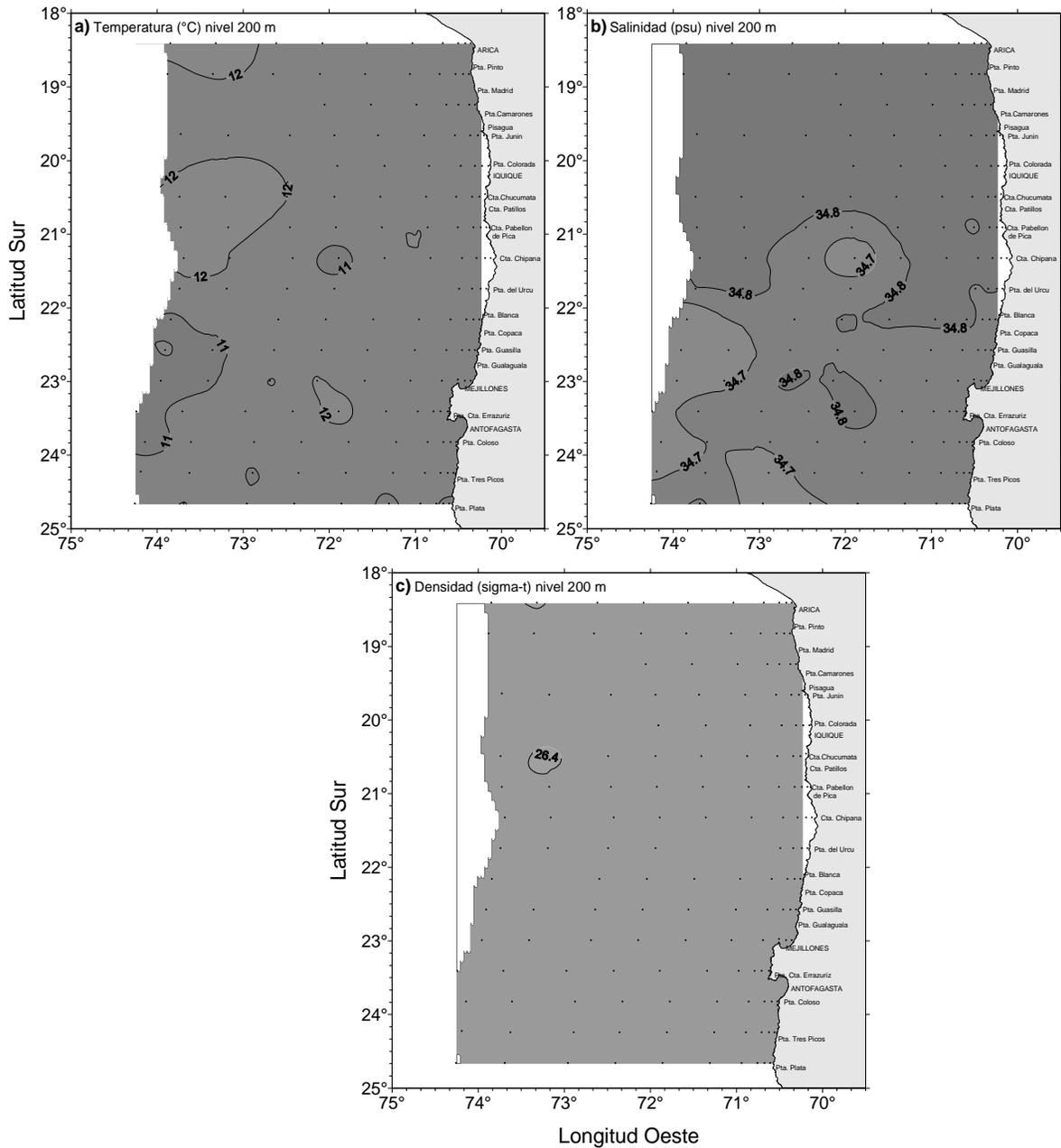


Figura 40. Distribución en el estrato de 200 m de profundidad de a) Temperatura del mar (°C) b) Salinidad del mar (psu) y c) Densidad (sigma-t).

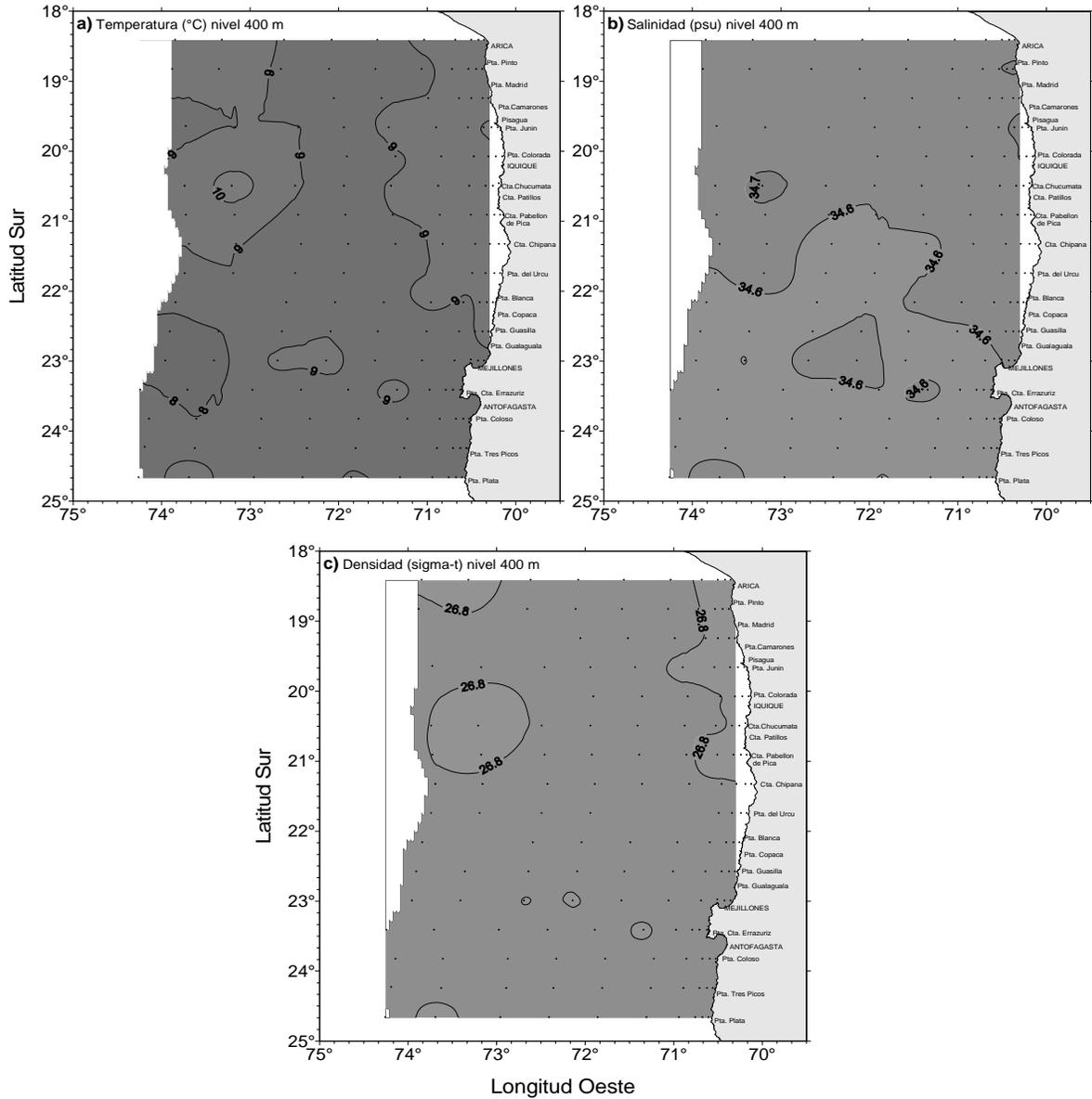


Figura 41. Distribuci3n en el estrato de 400 m de profundidad de a) Temperatura del mar (°C) b) Salinidad del mar (psu) y c) Densidad (sigma-t).

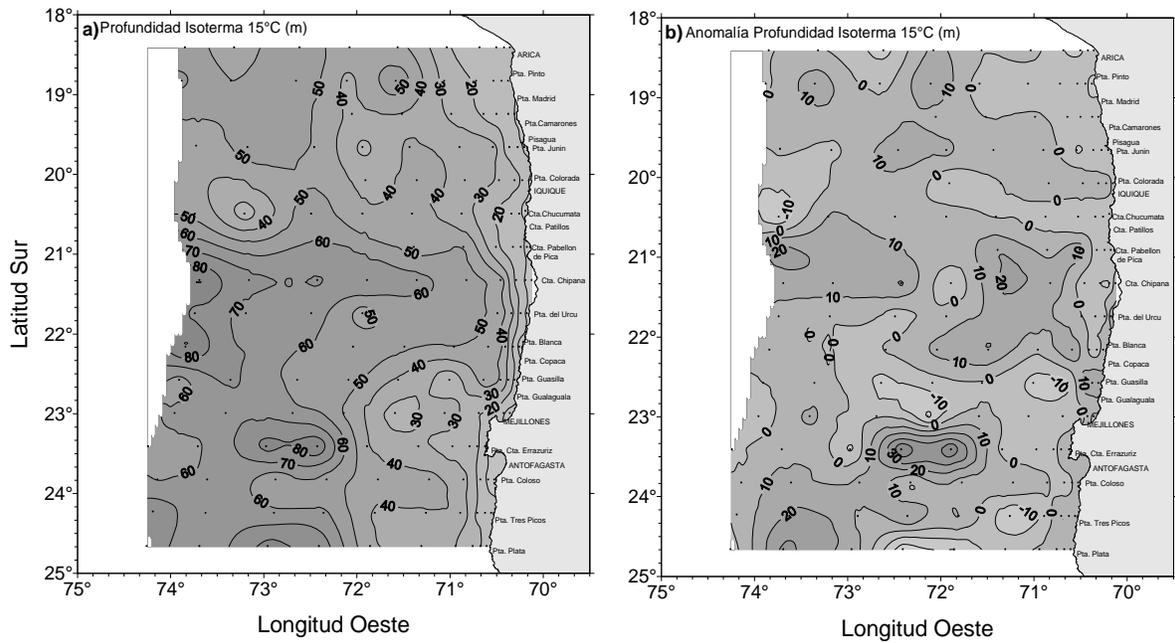


Figura 42. Distribución superficial de (a) profundidad de la isoterma de 15°C (m) y b) anomalía de profundidad de la isoterma de 15°C (m).

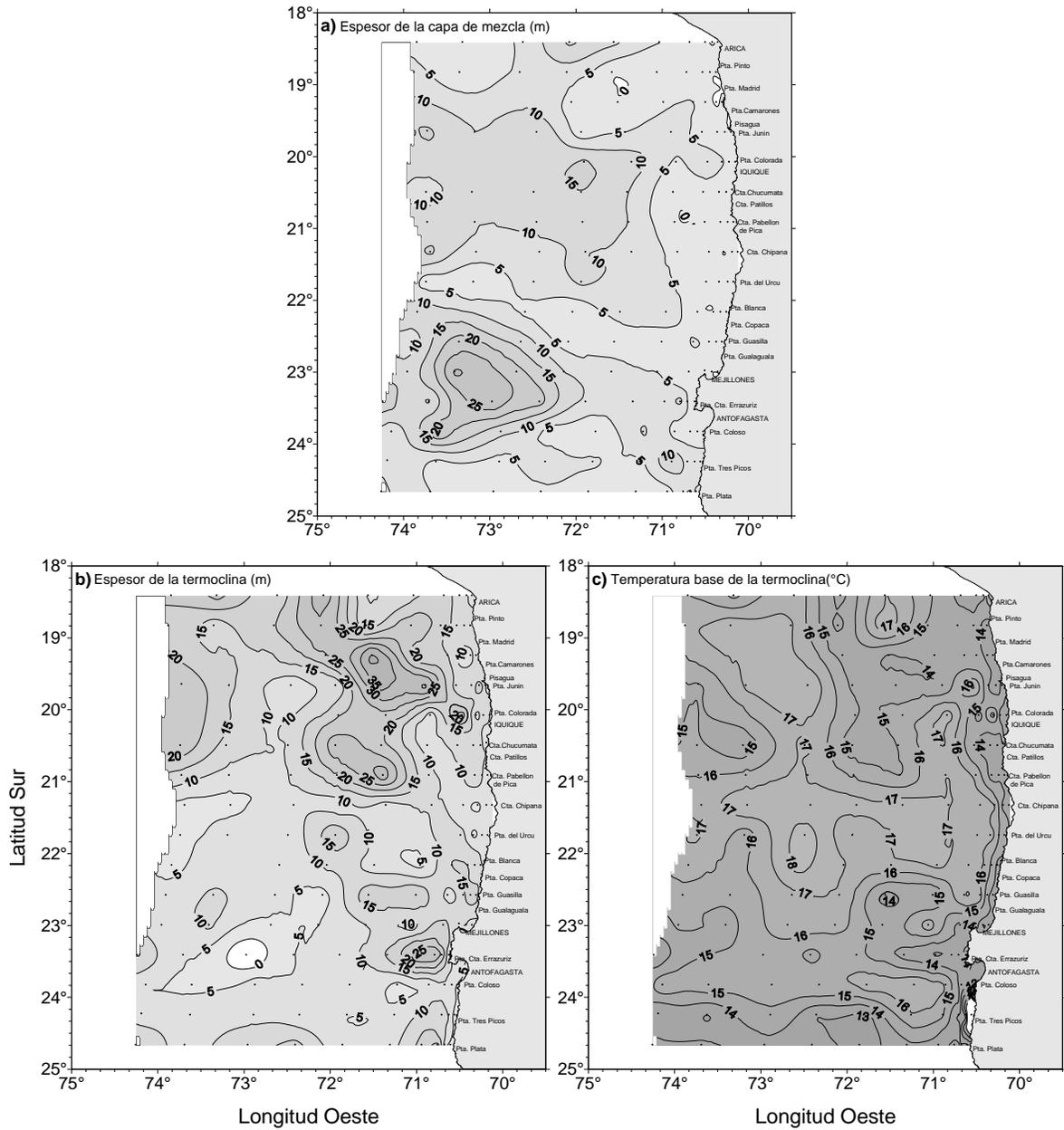


Figura 43. Distribuci3n de a) Espesor de la capa de mezcla (m), b) Espesor de la termoclina (m) y c) Temperatura base de la termoclina (°C).

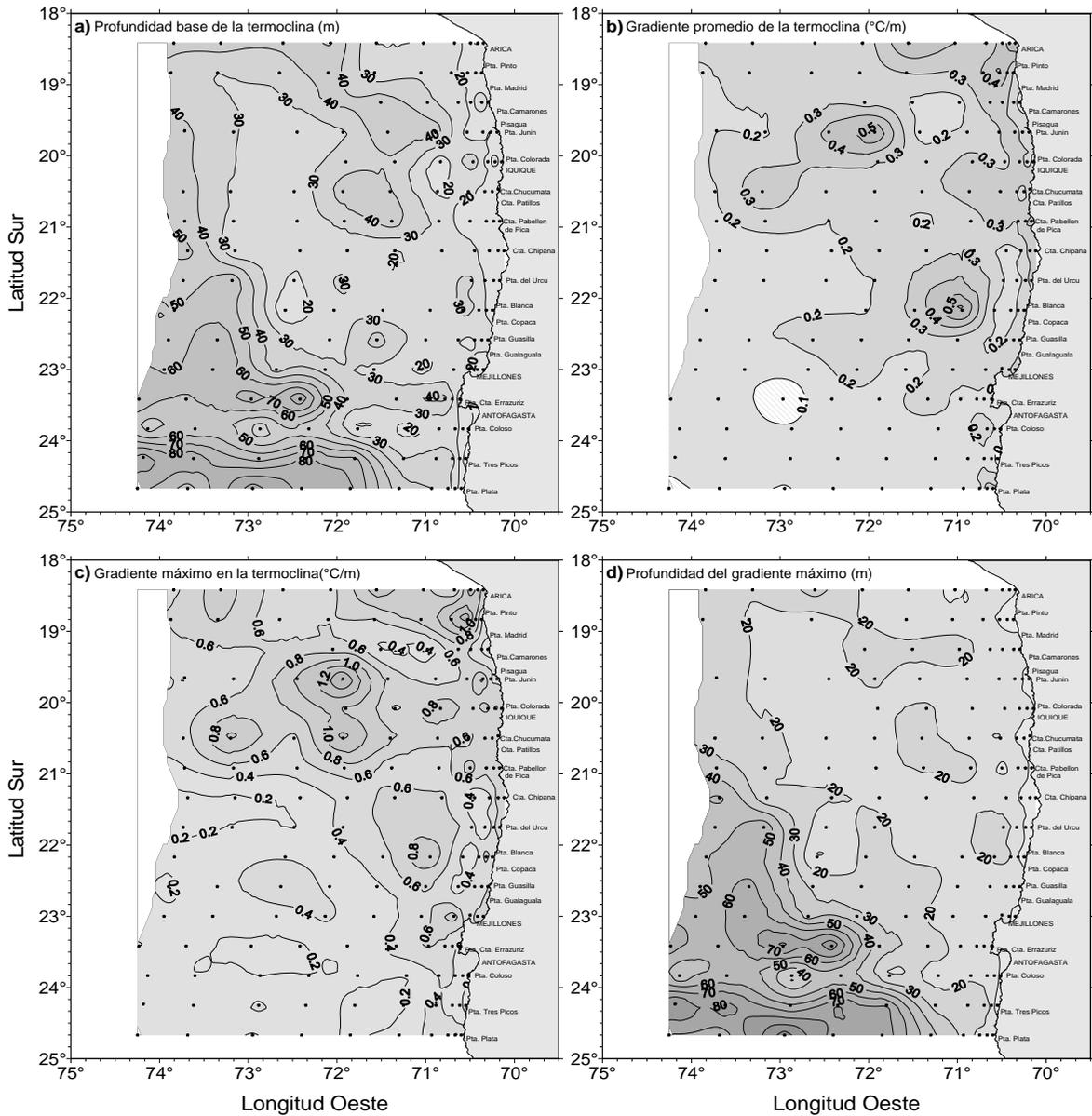


Figura 44. Distribución de a), profundidad de la base de la termoclina (m), b) gradiente de temperatura en la termoclina ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ), c) máximo gradiente de temperatura en la termoclina ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ) y d) profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m).

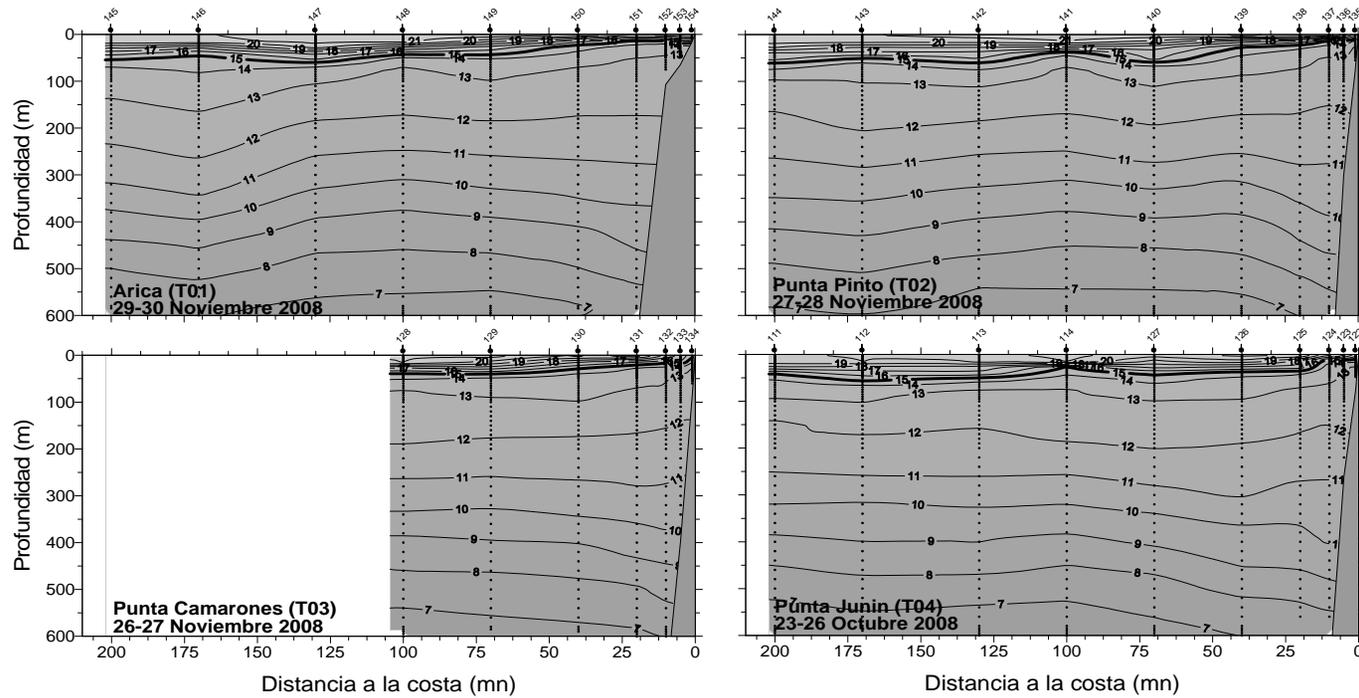


Figura 45. Distribuci3n vertical de temperatura (°C) de la columna de agua, transectas oceanogr3ficas 1 a 4 (sector norte).

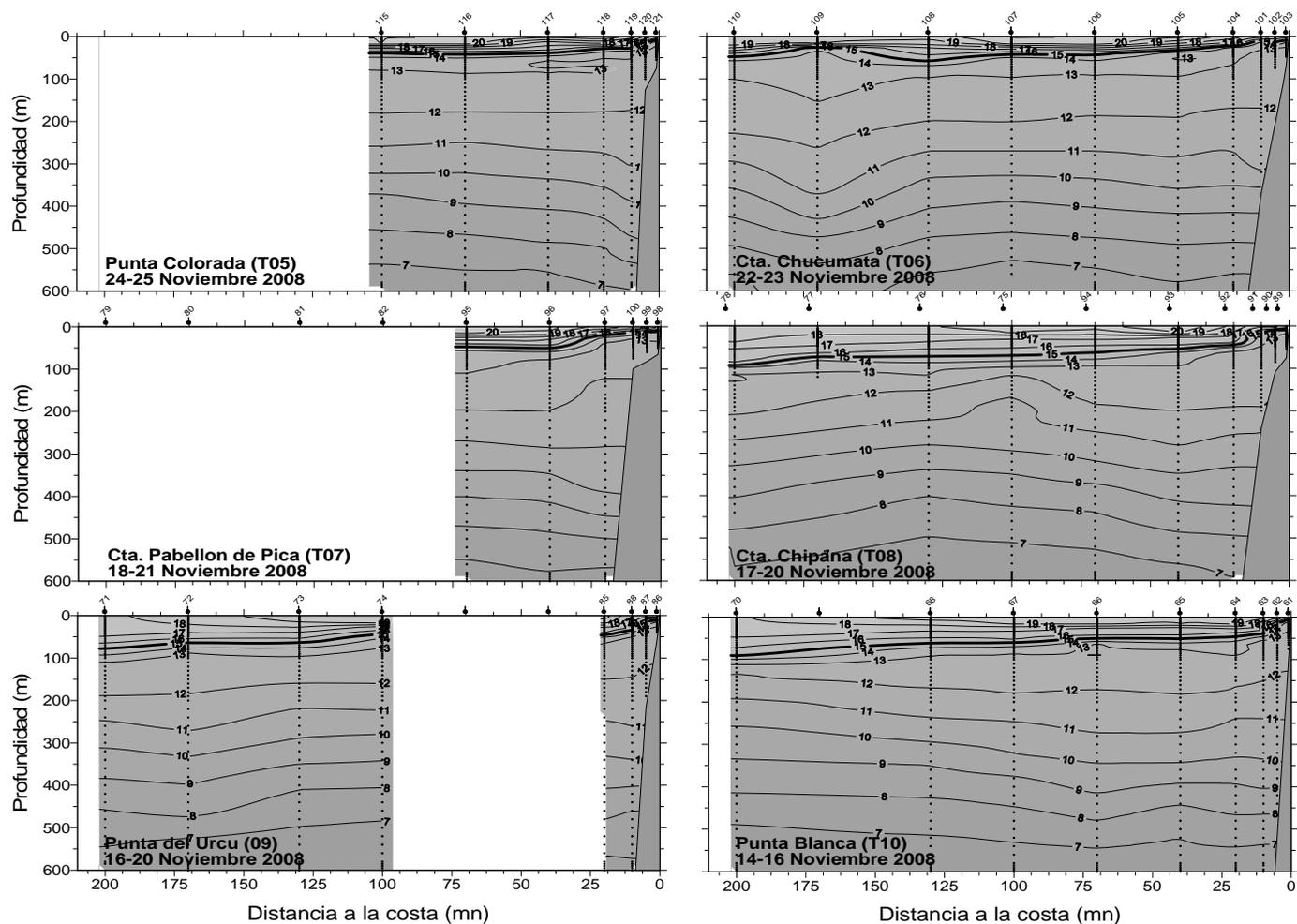


Figura 46 Distribuci3n vertical de temperatura (°C) de la columna de agua, transectas oceanogr3ficas 5 a 10 (sector centro).

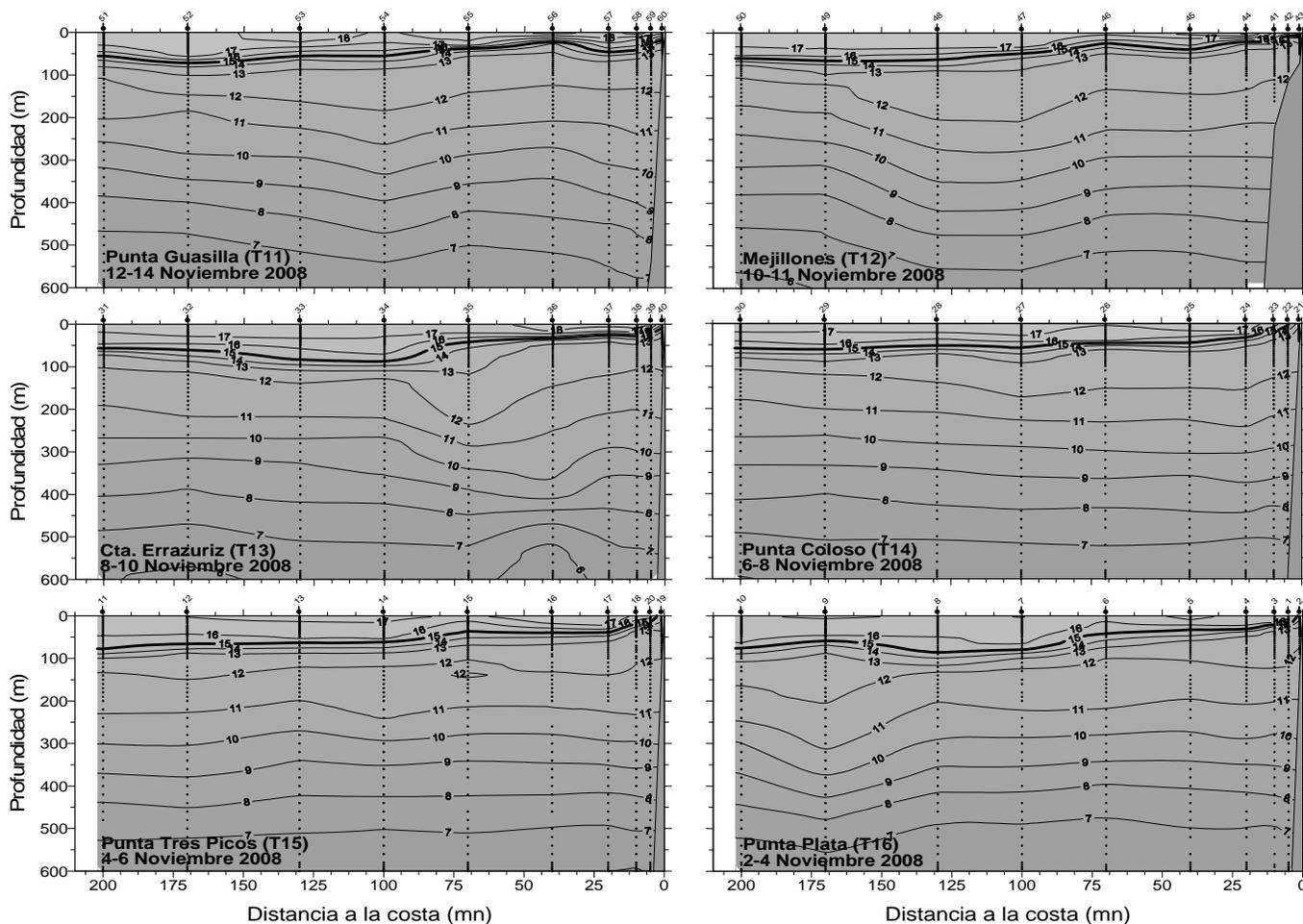


Figura 47. Distribuci3n vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) de la columna de agua, transectas oceanogr3ficas 11 a 16 (sector sur).

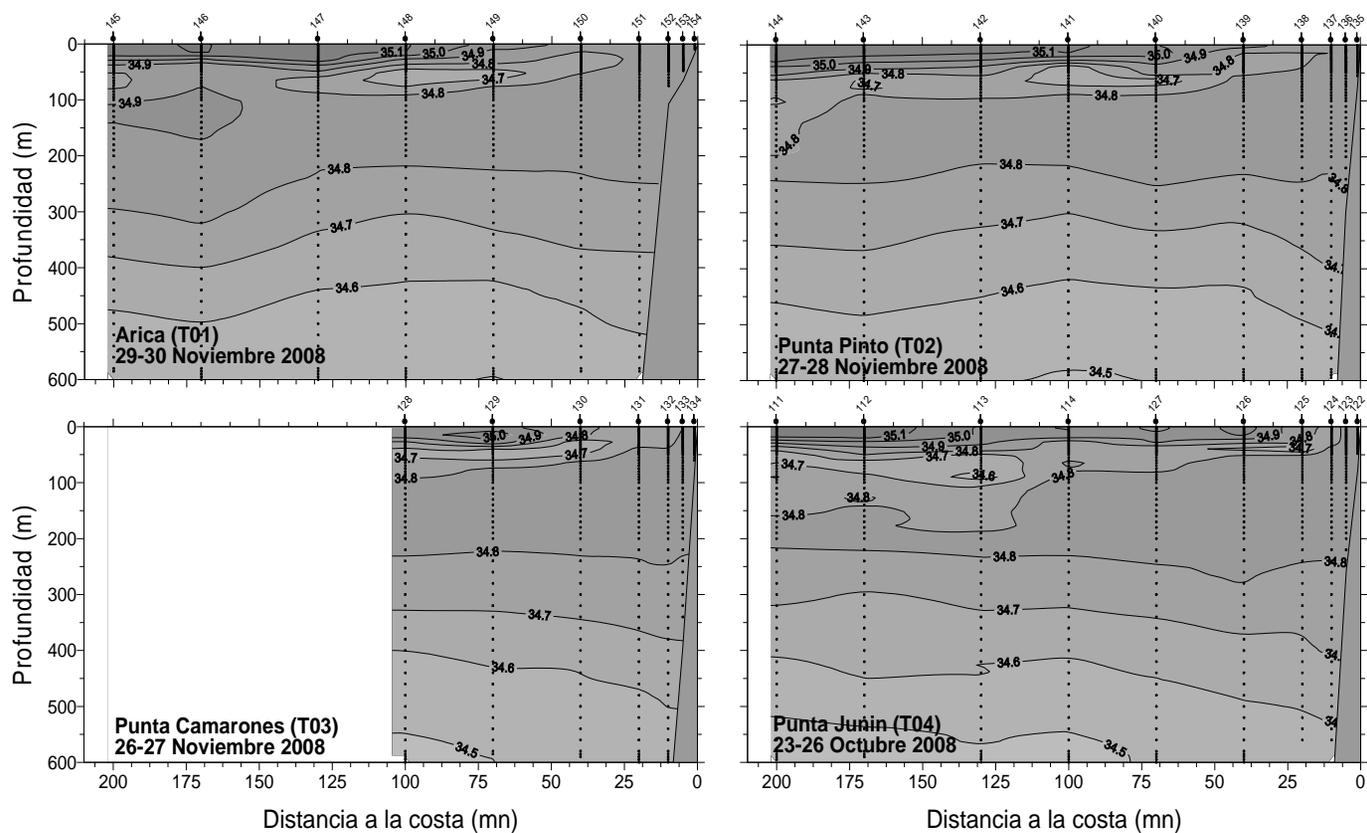


Figura 48. Distribuci3n vertical de salinidad (psu) de la columna de agua, transectas oceanogr3ficas 1 a 4 (sector norte).

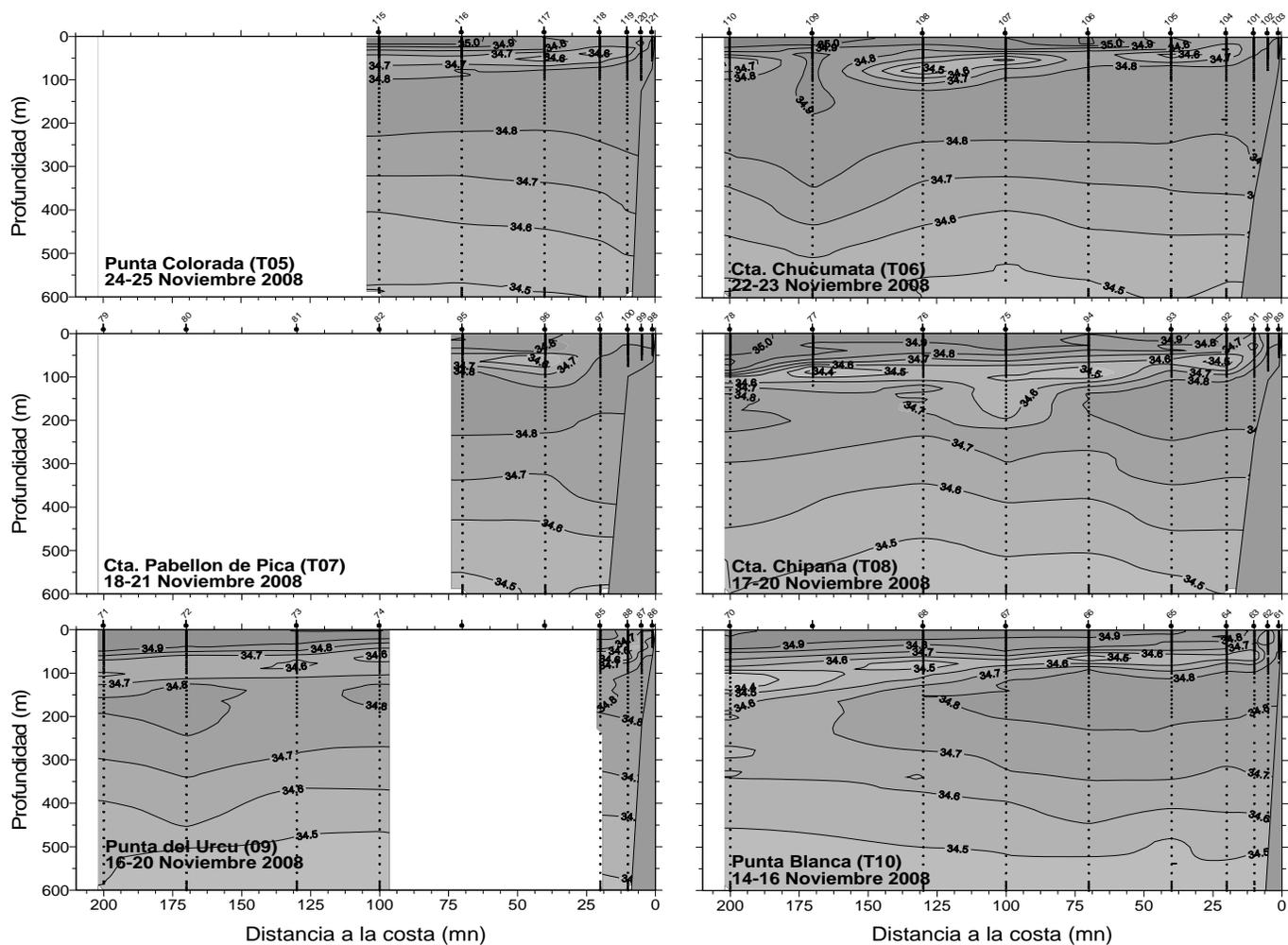


Figura 49. Distribuci3n vertical de salinidad (psu) de la columna de agua, transectas oceanogr3ficas 5 a 10 (sector centro).

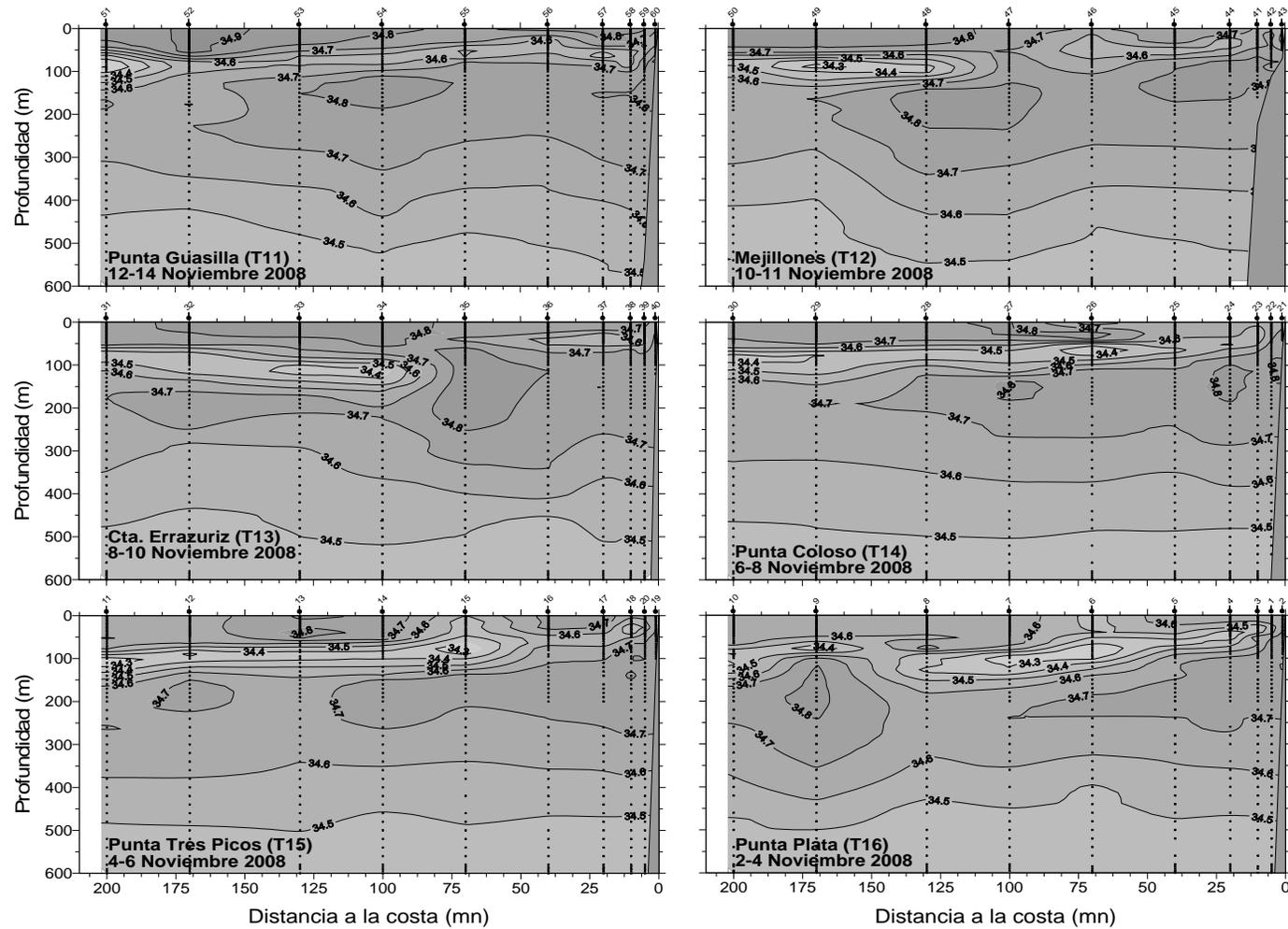


Figura 50. Distribuci3n vertical de salinidad (psu) de la columna de agua, transectas oceanogrÁficas 11 a 16 (sector sur).

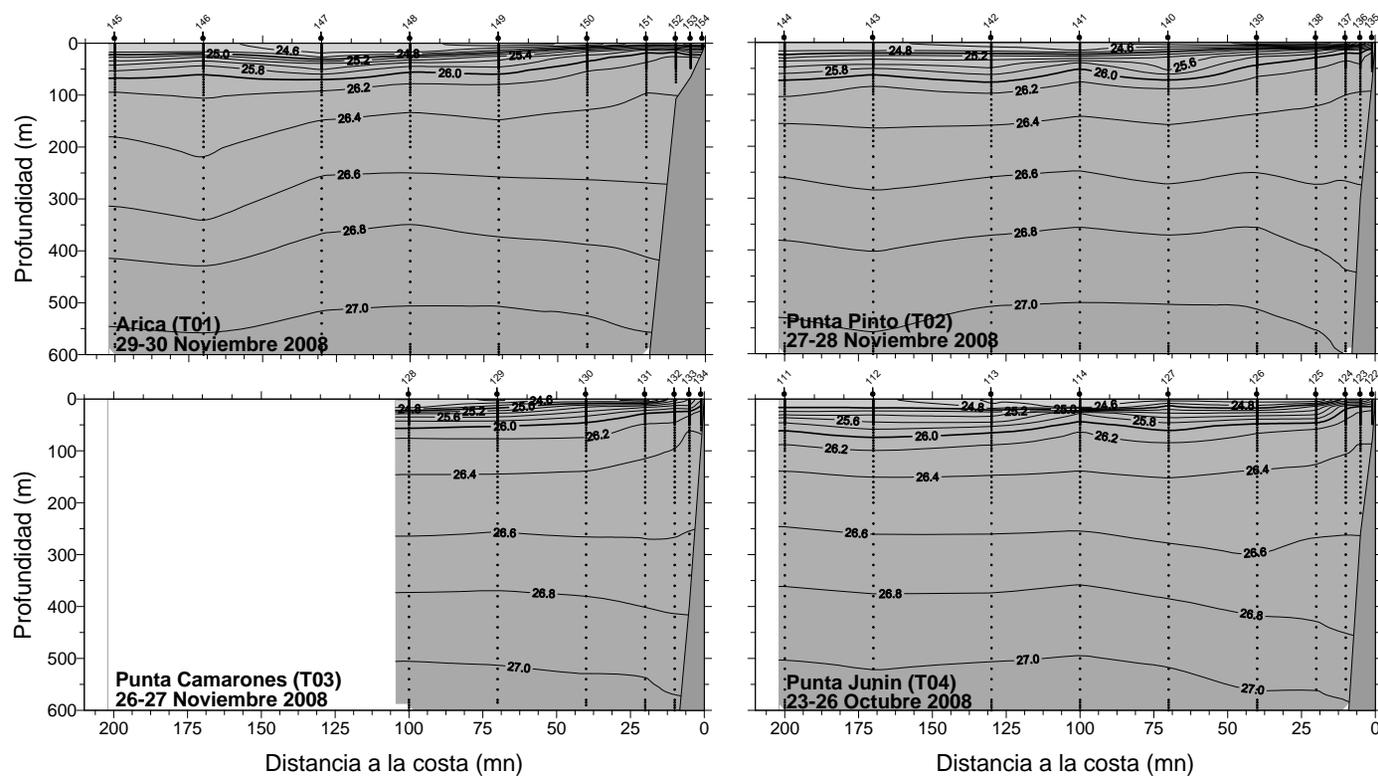


Figura 51. Distribuci3n vertical de sigma-t (densidad-1000) ( $\text{kg/m}^3$ ) de la columna de agua, transectas oceanogr3ficas 1 a 4 (sector norte).

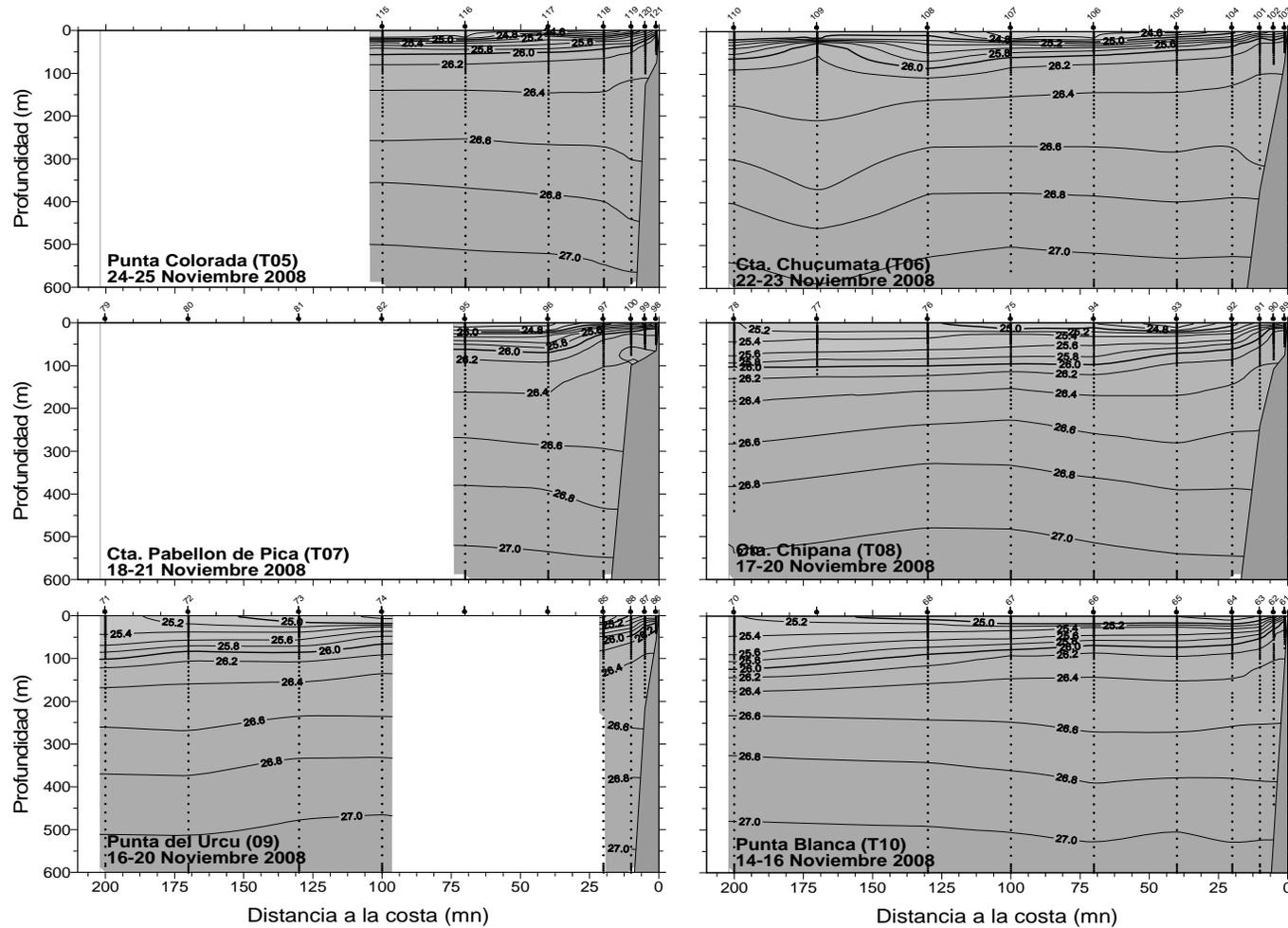


Figura 52 Distribuci3n vertical de sigma-t (densidad-1000) ( $\text{kg/m}^3$ ) de la columna de agua, transectas oceanogr3ficas 5 a 10 (sector centro).

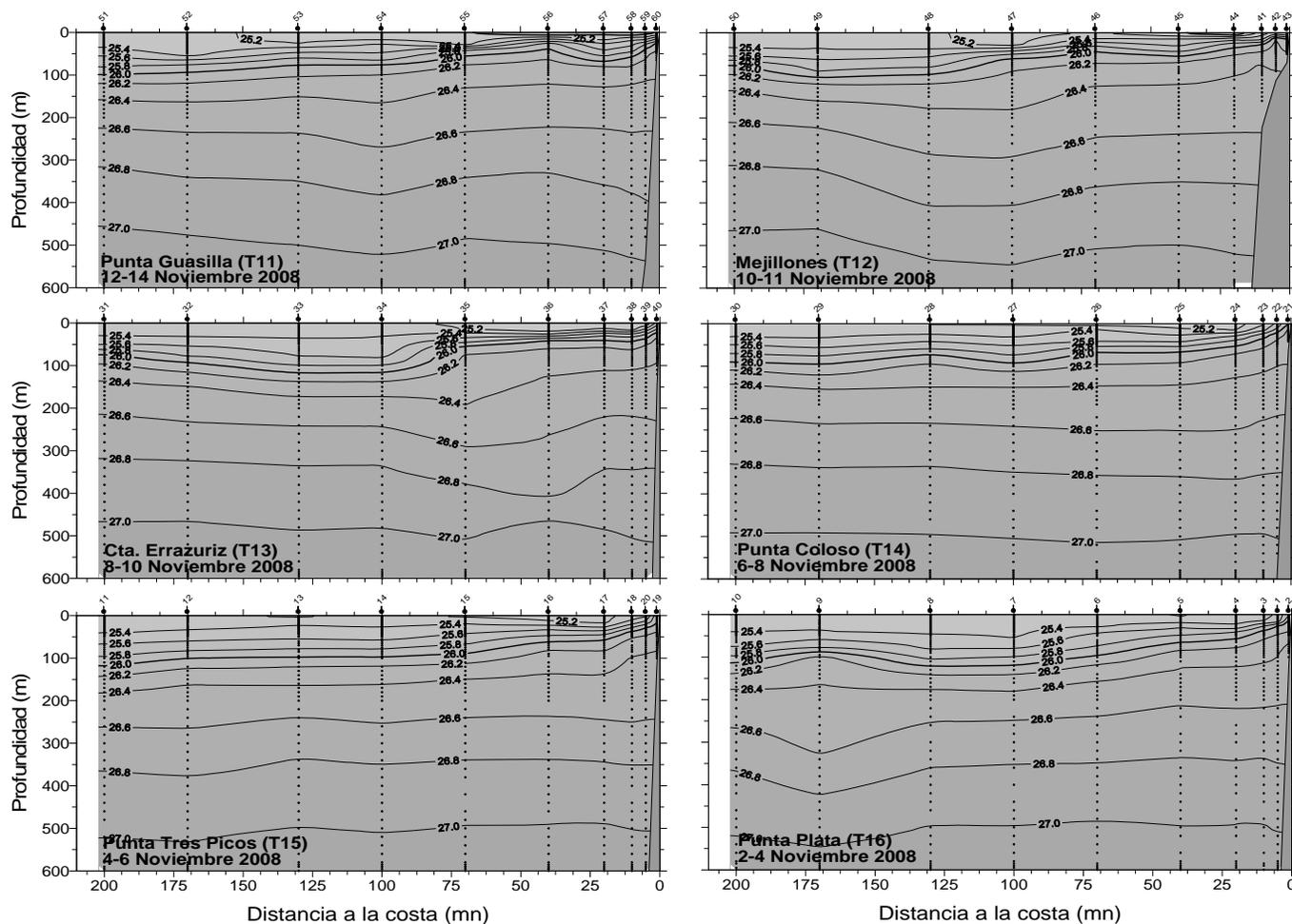


Figura 53. Distribuci3n vertical de sigma-t (densidad-1000) ( $\text{kg/m}^3$ ) de la columna de agua, transectas oceanogr3ficas 11 a 16 (sector sur).

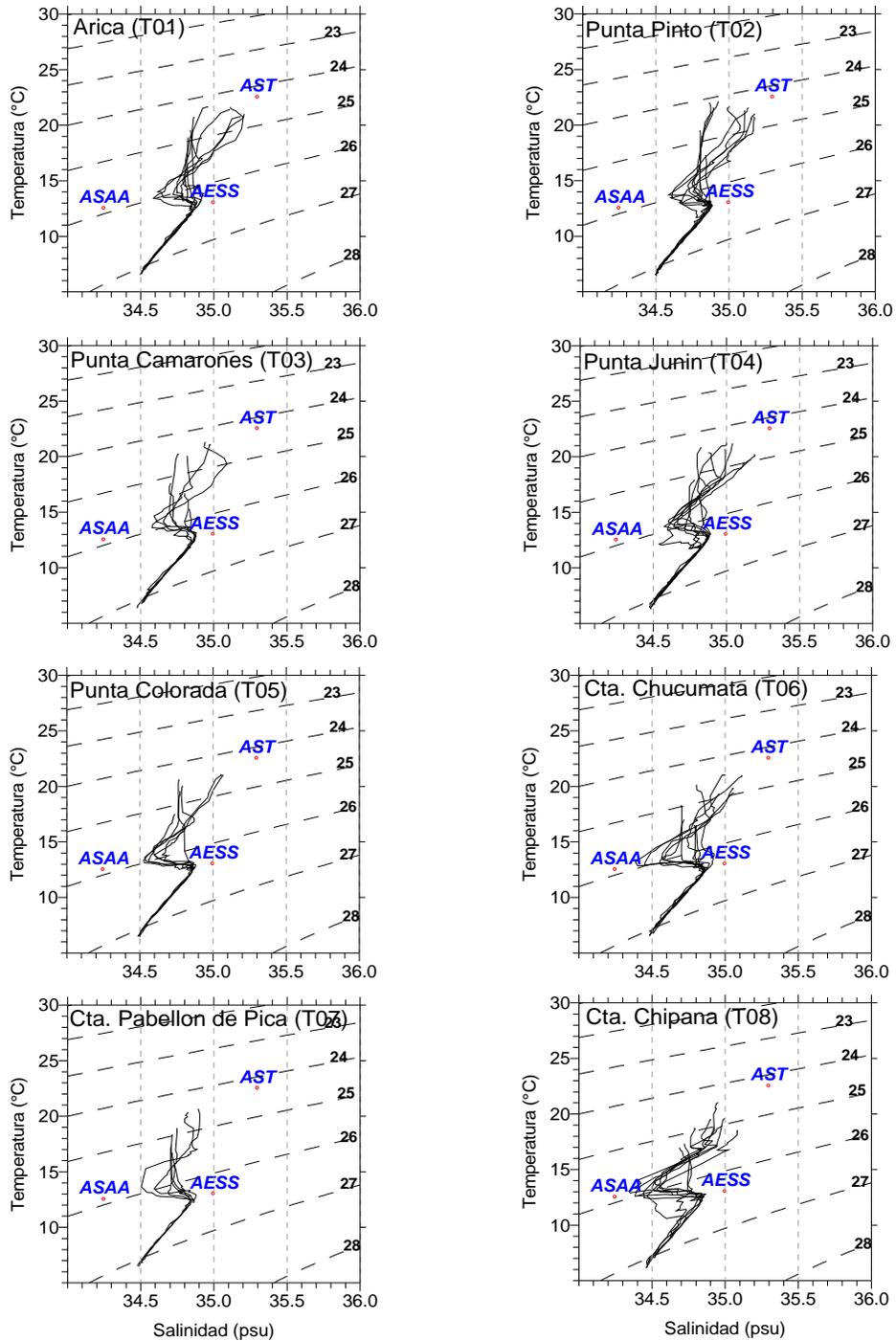


Figura 54. Diagramas T-S para las transectas oceanográficas 1 a 8 realizadas durante la ejecución del crucero.

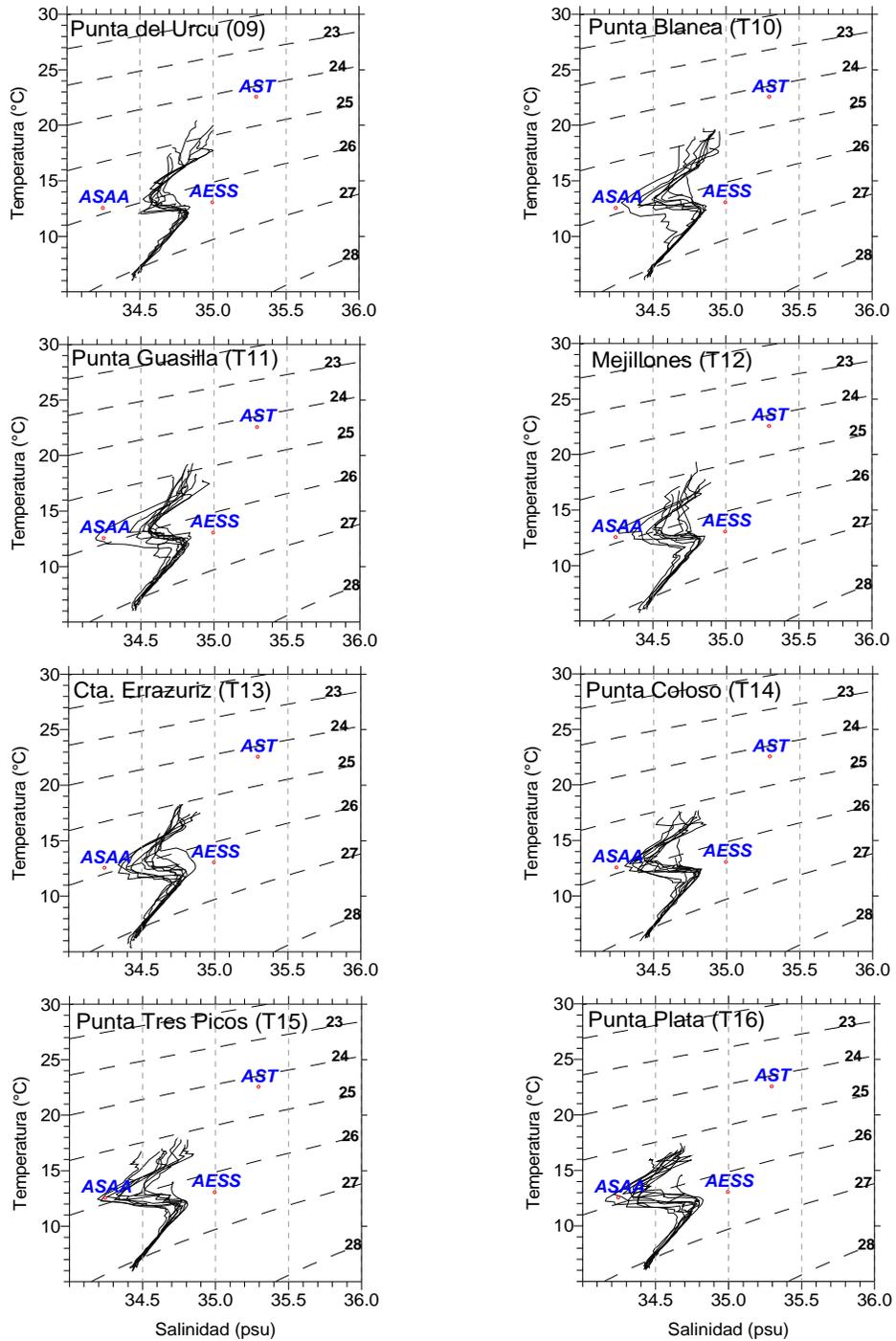


Figura 55. Diagramas T-S para las transectas oceanográficas 9 a 16 realizadas durante la ejecuci3n del crucero.

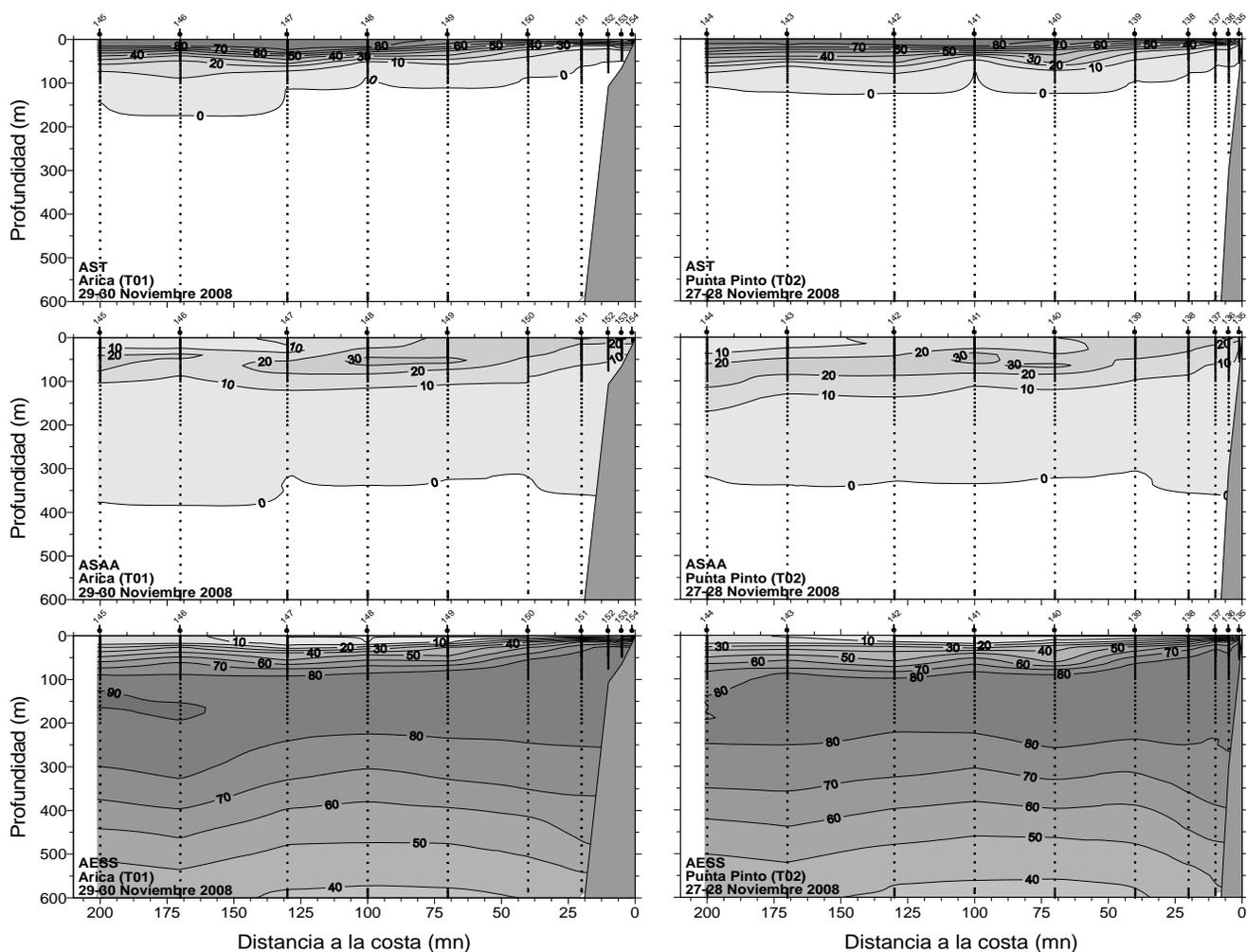


Figura 56. Porcentajes de participaci3n en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanogr3ficas 1 y 2.

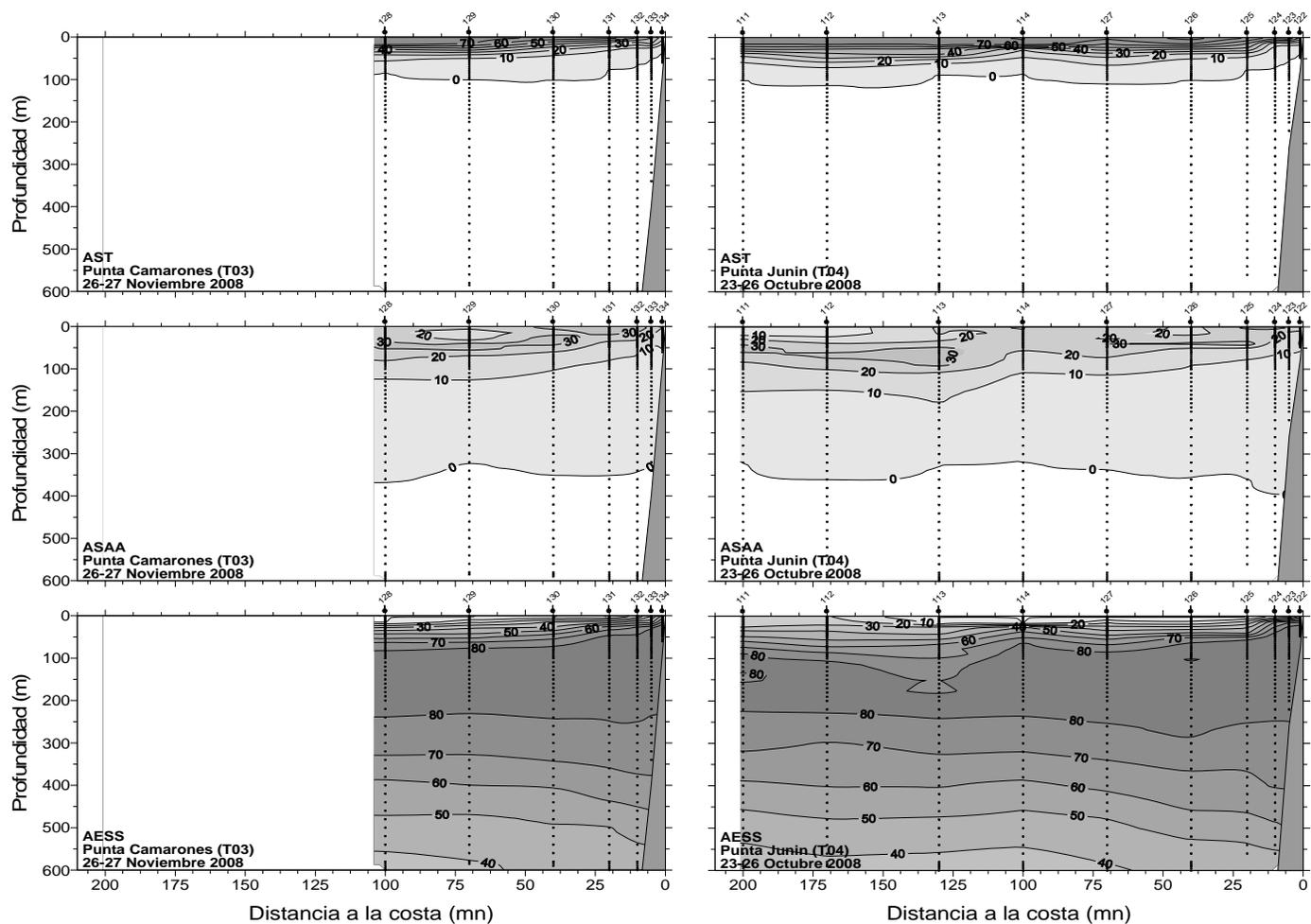


Figura 57. Porcentajes de participaci3n en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanogr3ficas 3 y 4.

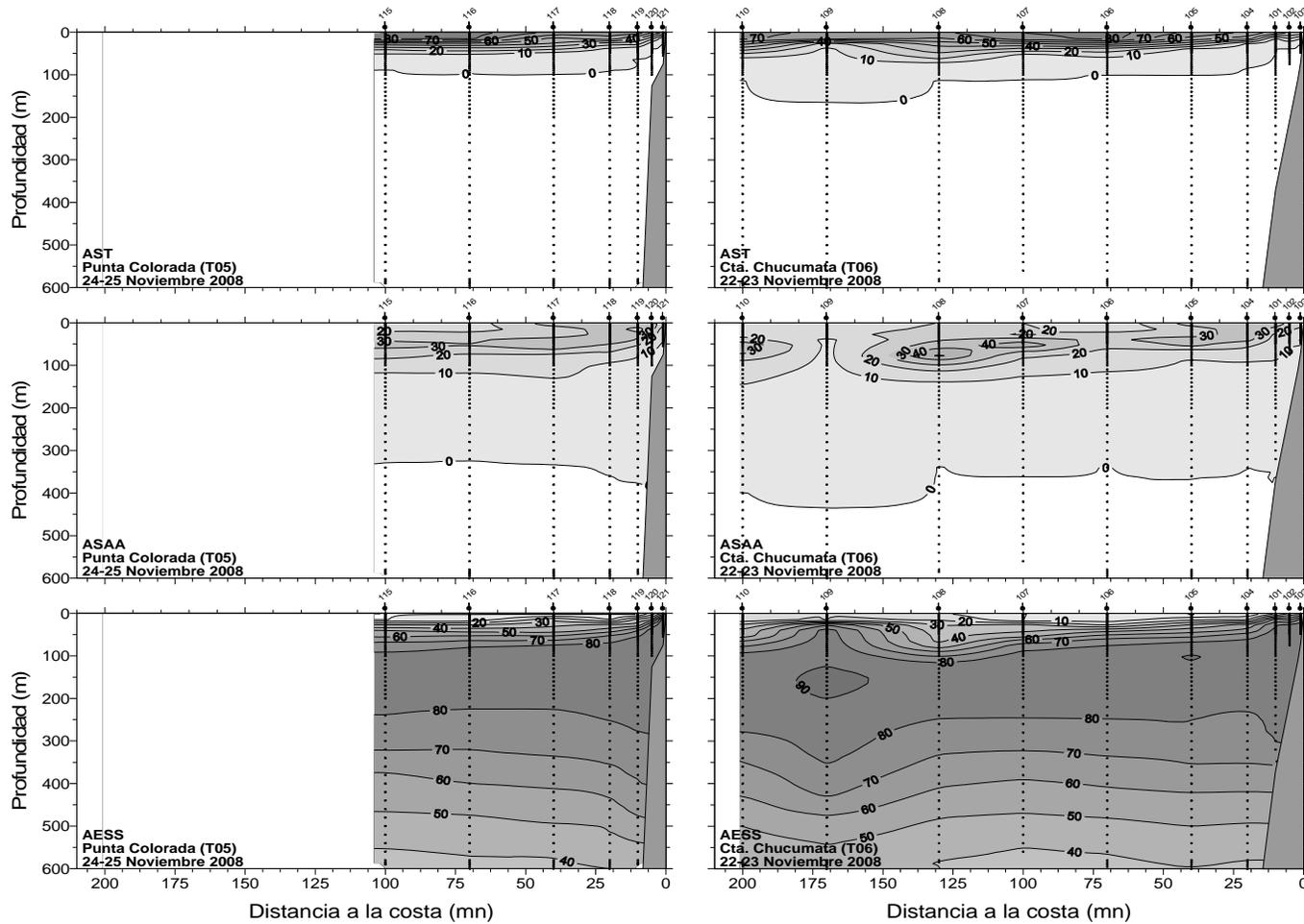


Figura 58. Porcentajes de participaci3n en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanogr3ficas 5 y 6.

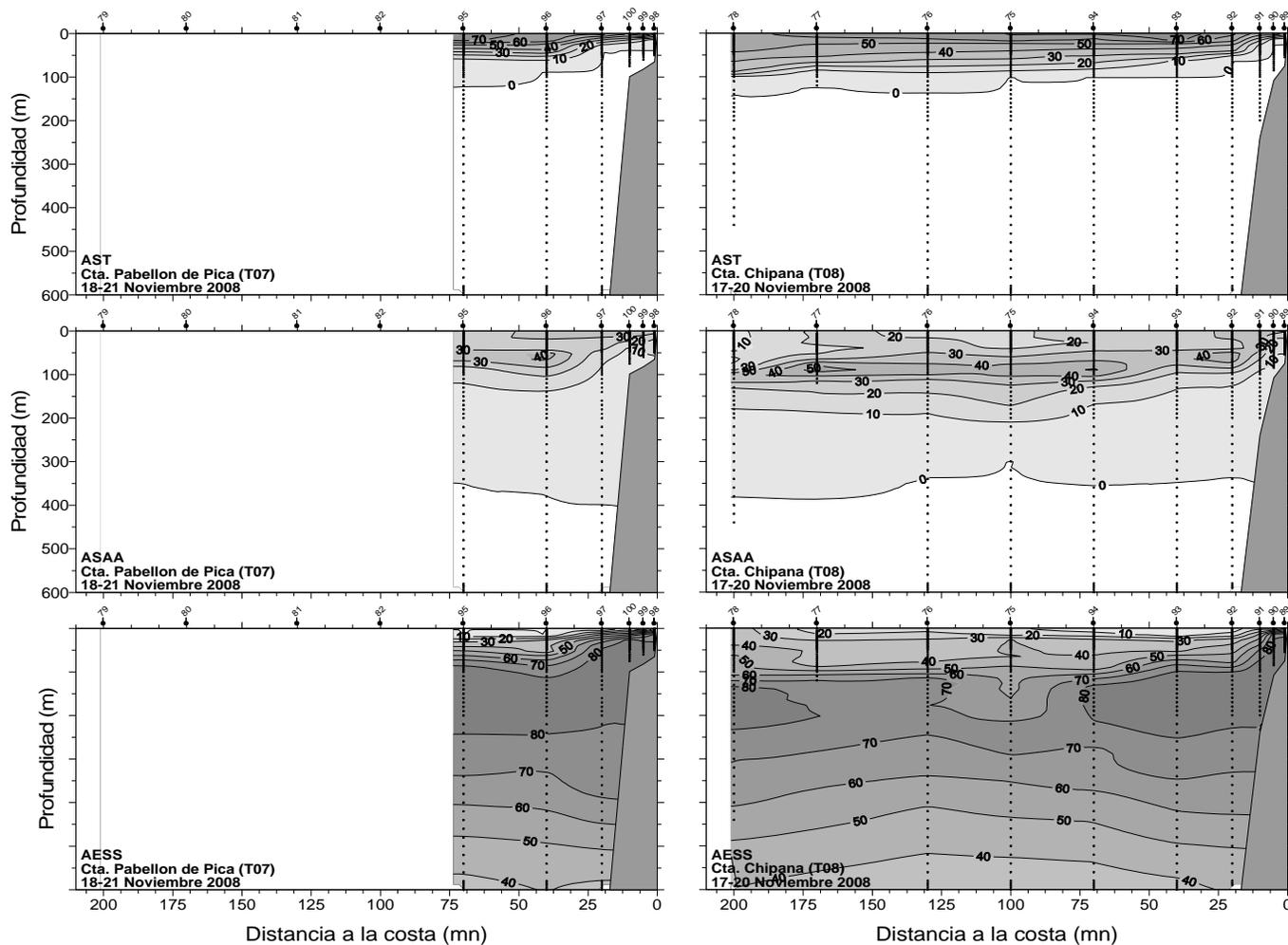


Figura 59. Porcentajes de participaci3n en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanogr3ficas 7 y 8

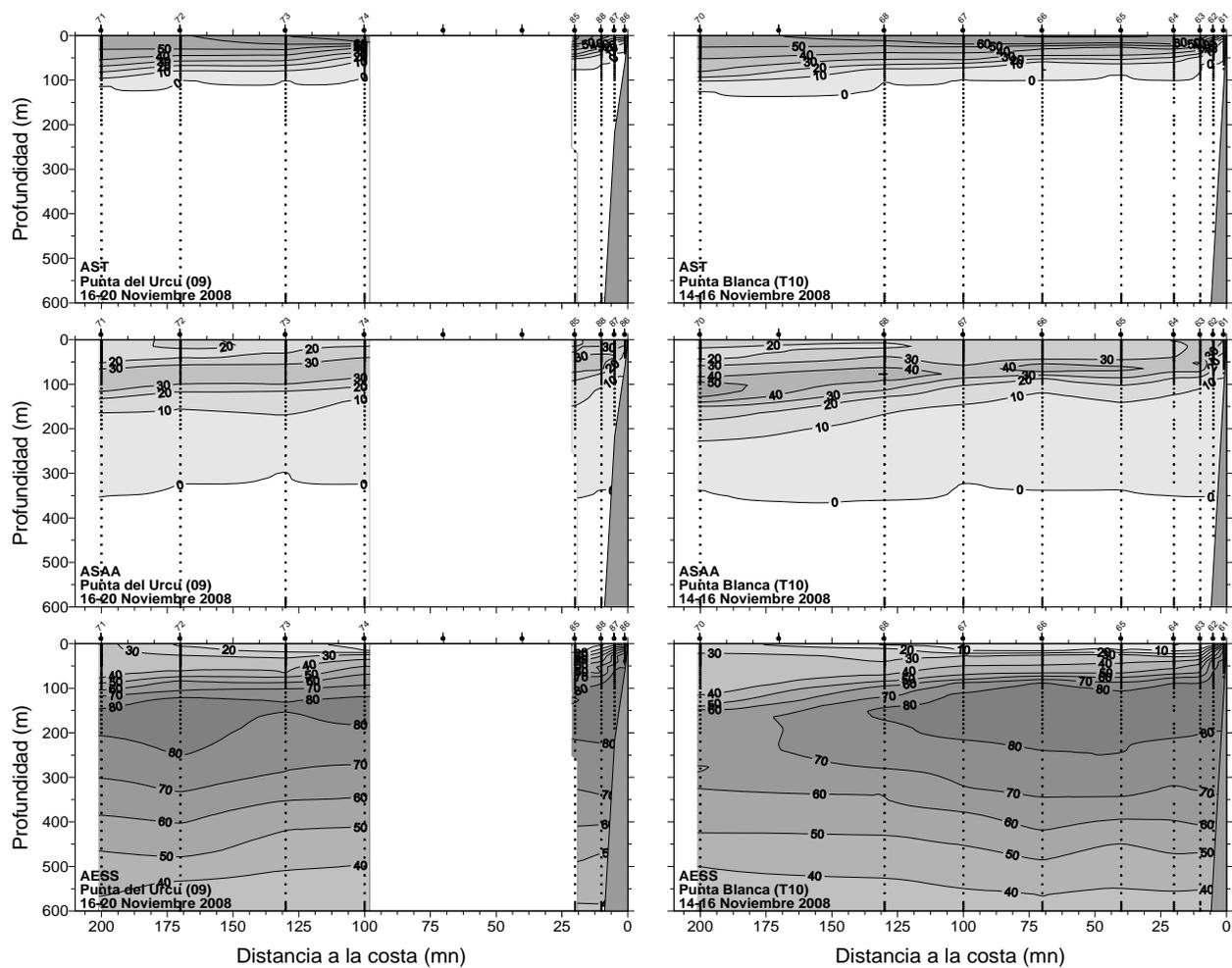


Figura 60. Porcentajes de participaci3n en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanogr3ficas 9 y 10.

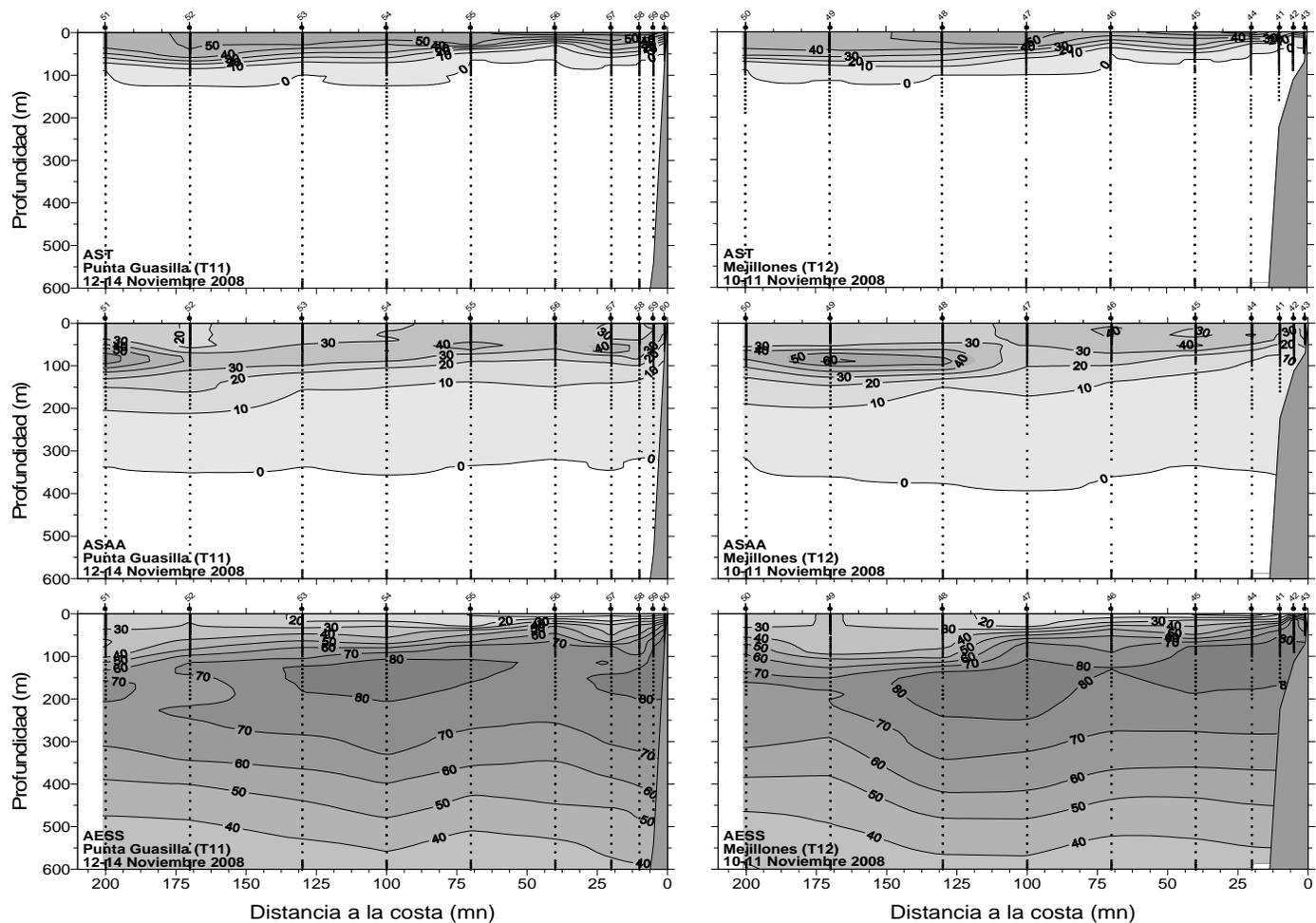


Figura 61. Porcentajes de participaci3n en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanogr3ficas 11 y 12.

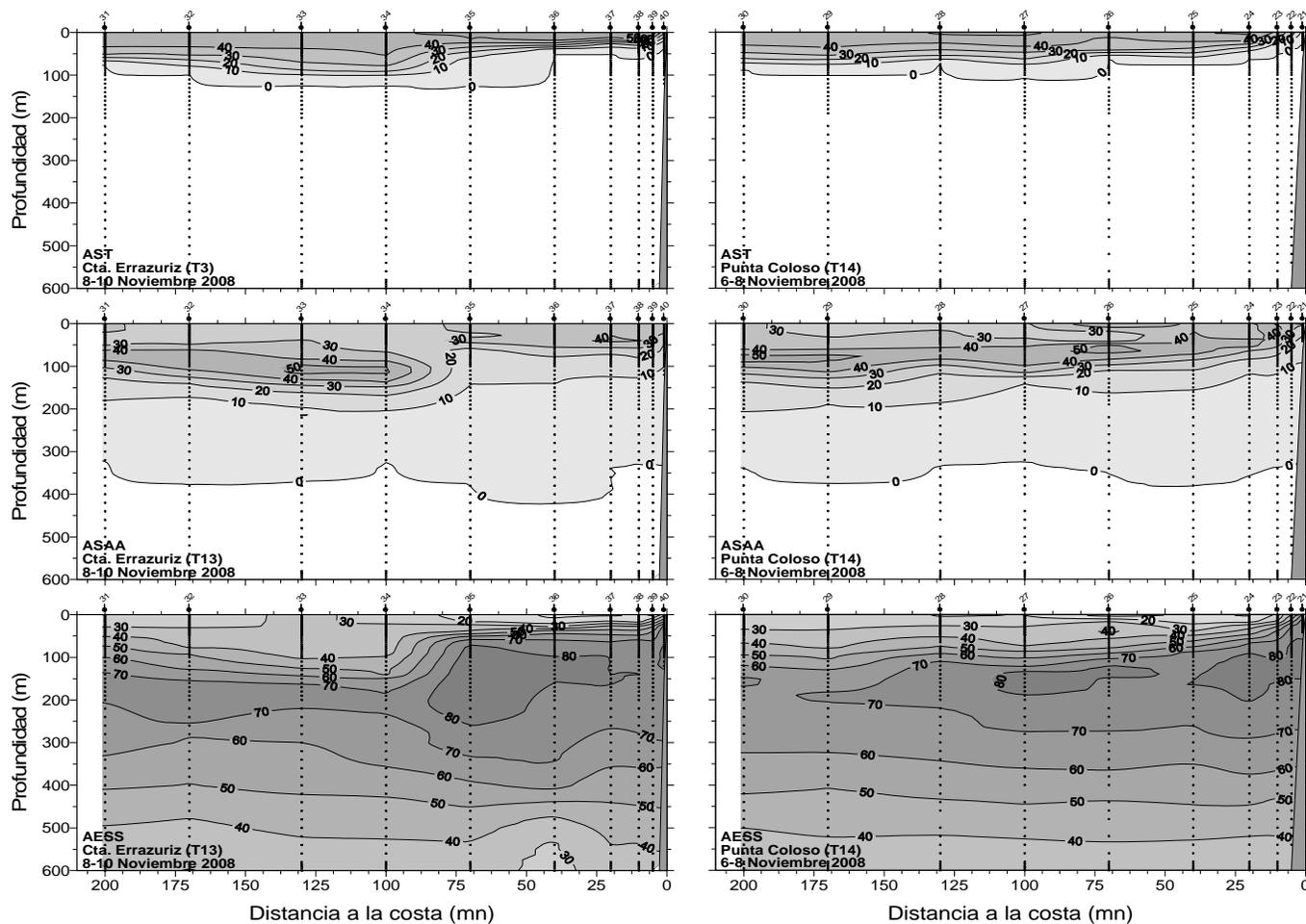


Figura 62. Porcentajes de participaci3n en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanogr3ficas 13 y 14.

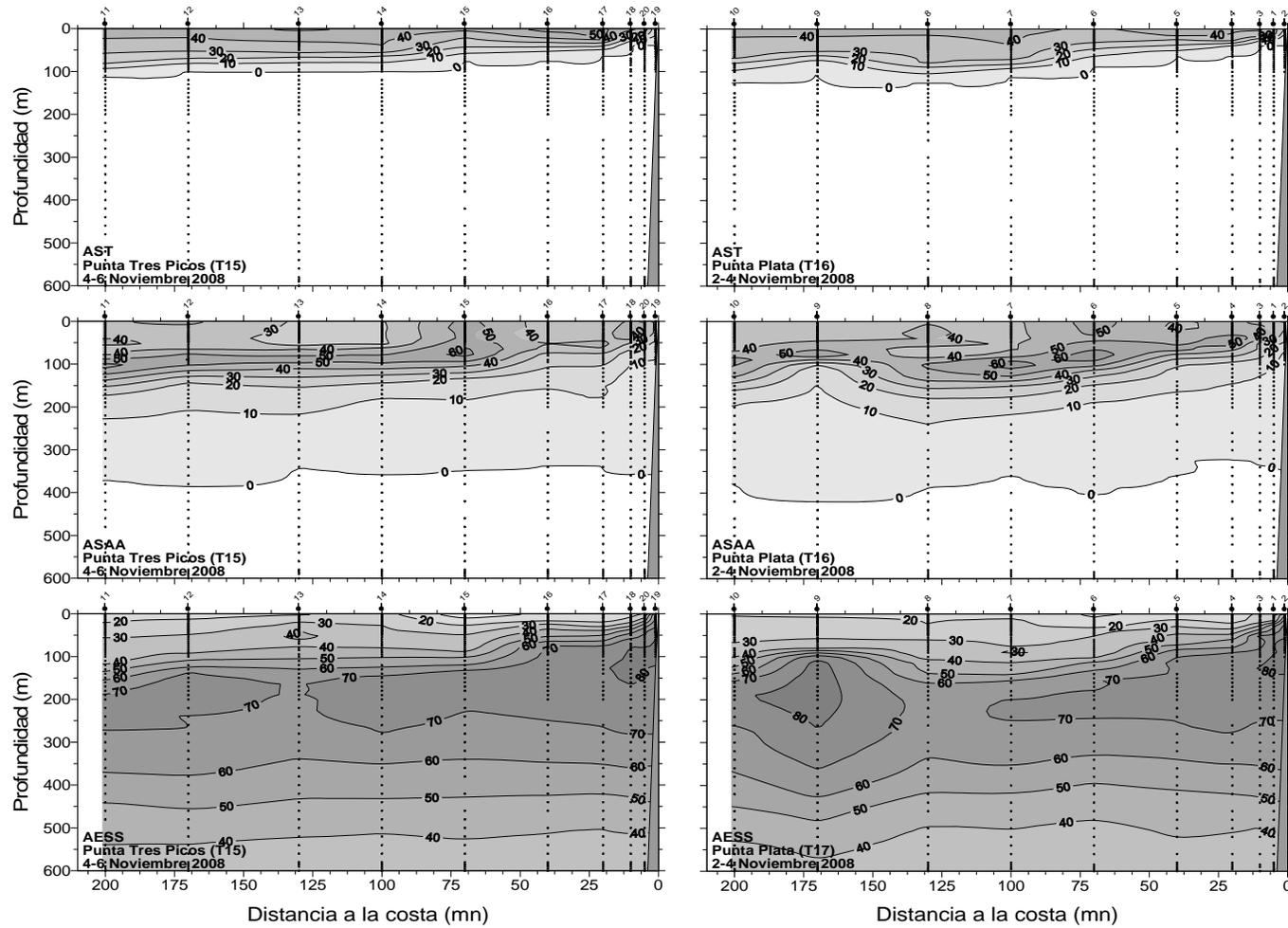


Figura 63. Porcentajes de participaci3n en la mezcla de las masas de agua (ASAA, AST y AESS) para las transectas oceanogr3ficas 15 y 16.

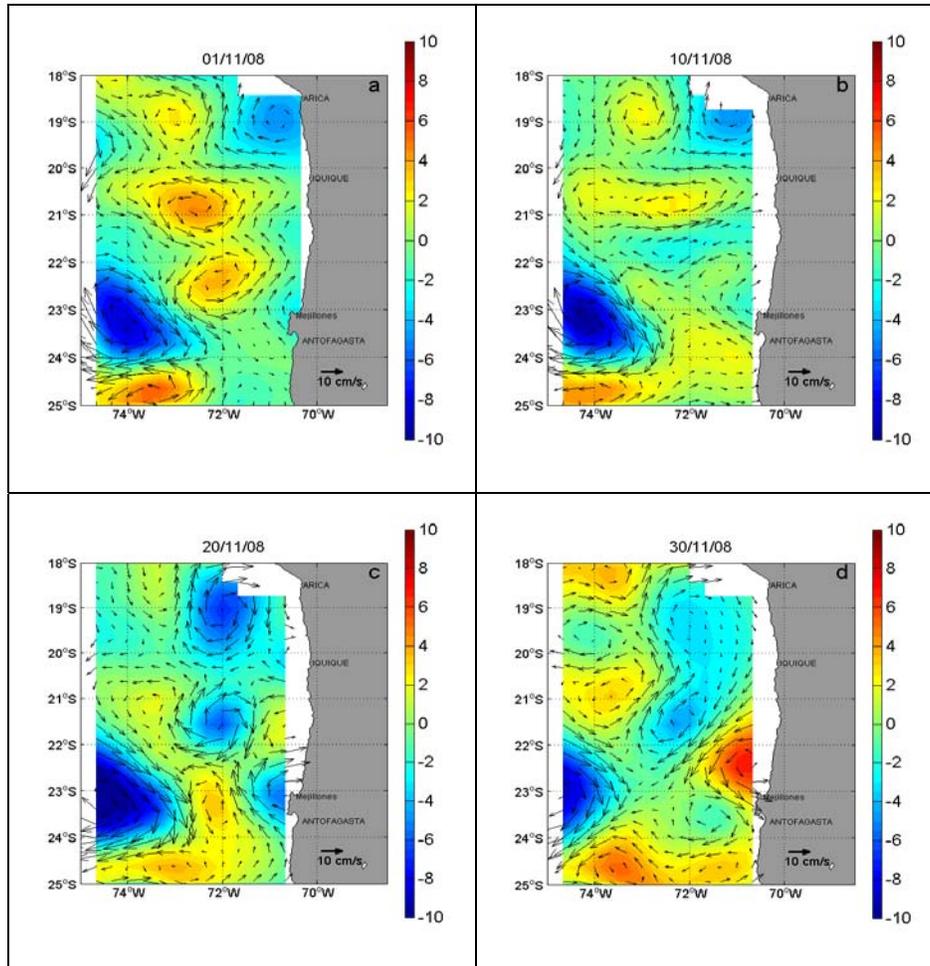


Figura 64. Anomalías de nivel del mar (cm) y velocidades geostróficas (cm/s) de los días 1, 10, 20 y 30 de noviembre de 2008.

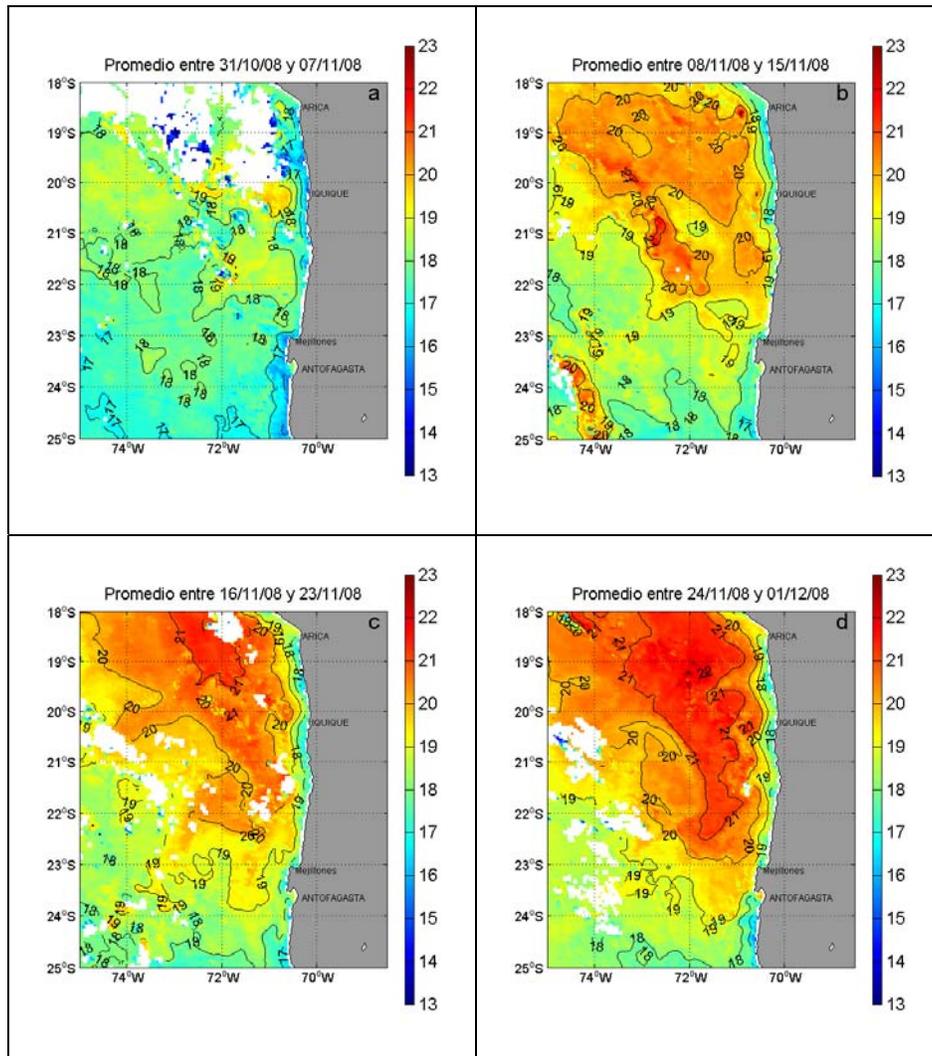


Figura 65. Temperaturas superficiales del mar (°C) de las imágenes satelitales MODIS-A, correspondiente a los promedios semanales entre los a) 31 de octubre y 7 noviembre, b) 8 al 15, c) 16 al 23 y d) 24 de noviembre al 1 de diciembre de 2008.

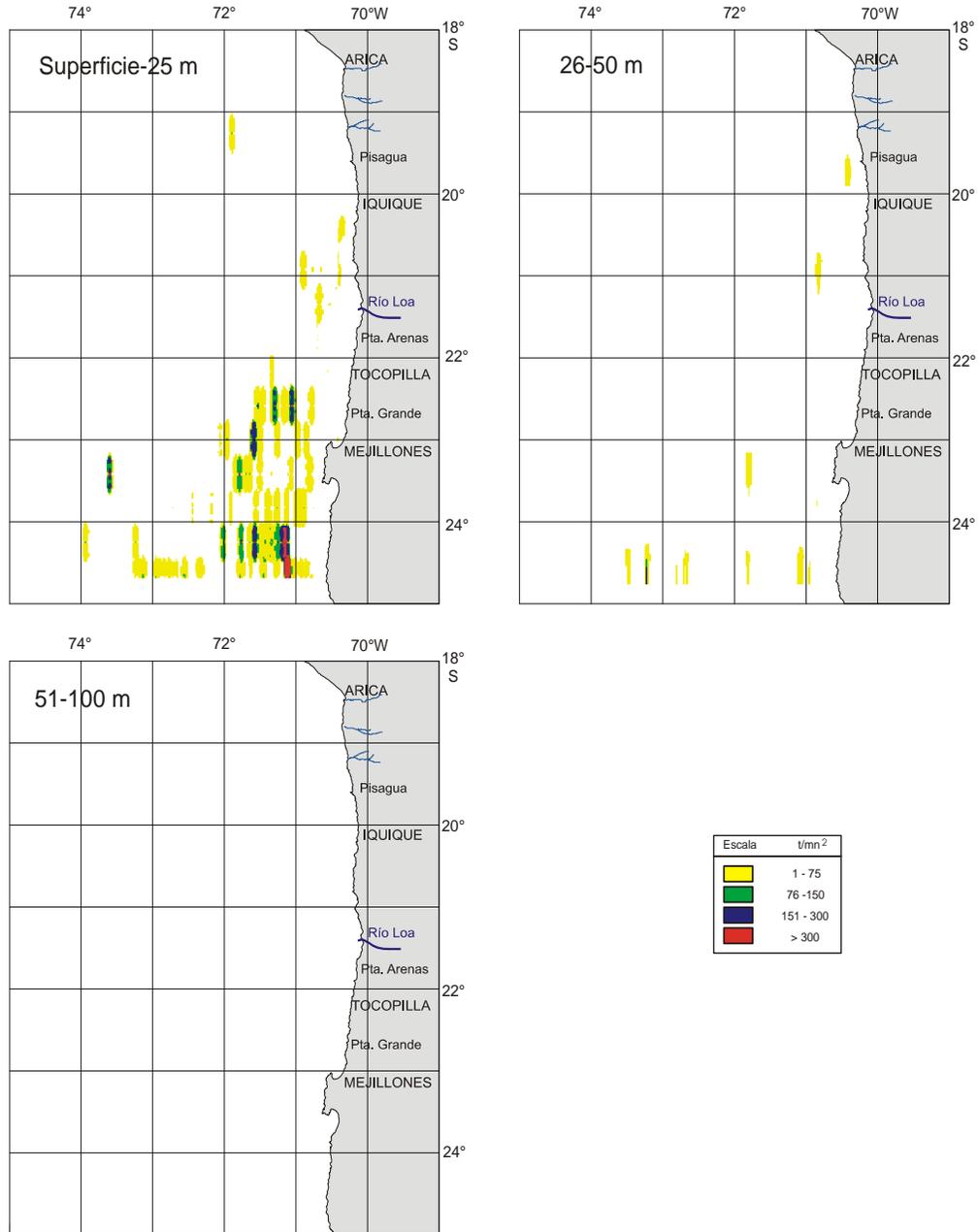


Figura 66. Distribuci3n espacial de la biomasa de jurel ( $t/mn^2$ ), por estrato de profundidad: a) capa 0-25 m, b) capa 26-50 m y c) capa 51-100 m.

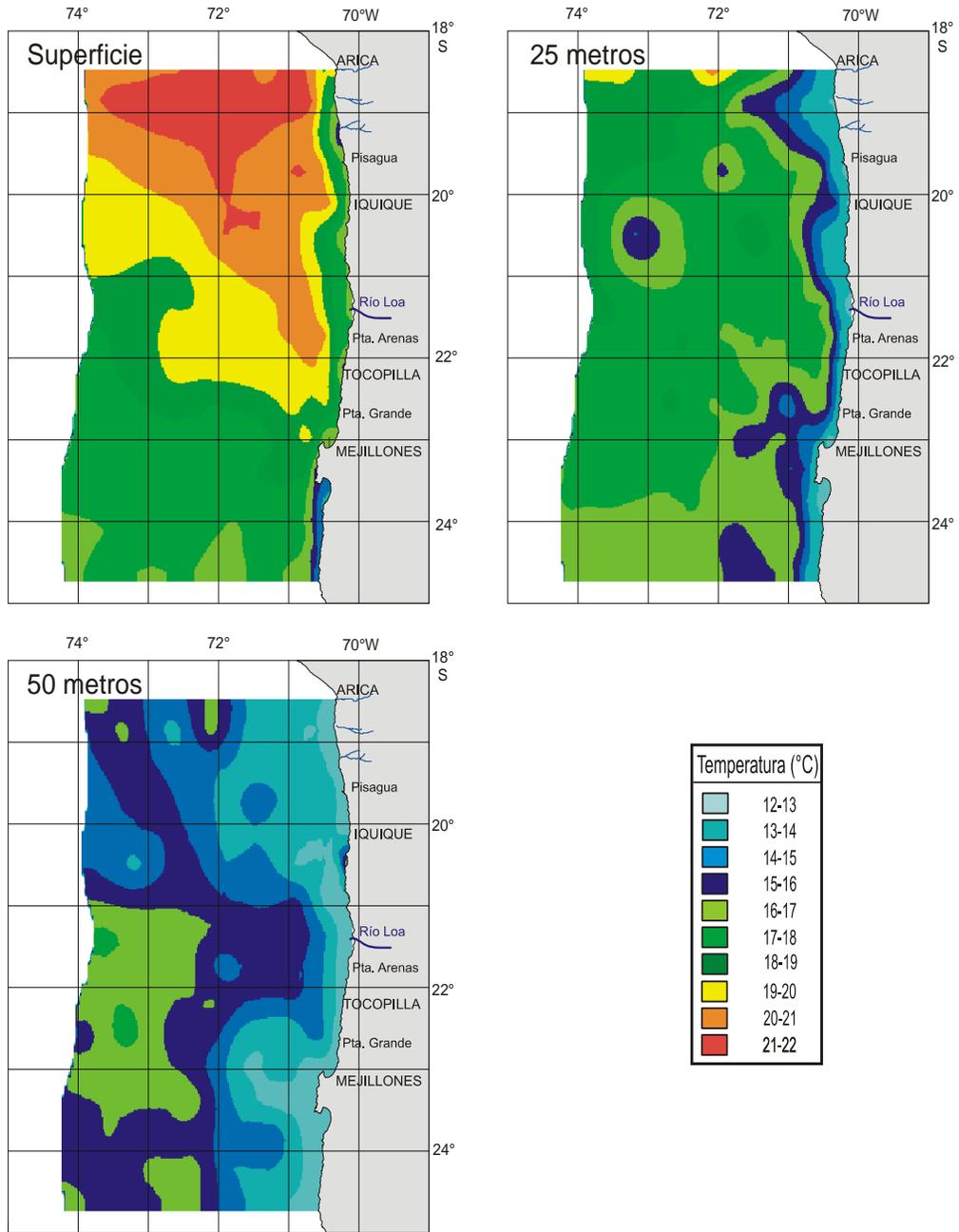


Figura 67. Distribuci3n espacial de la temperatura (°C), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

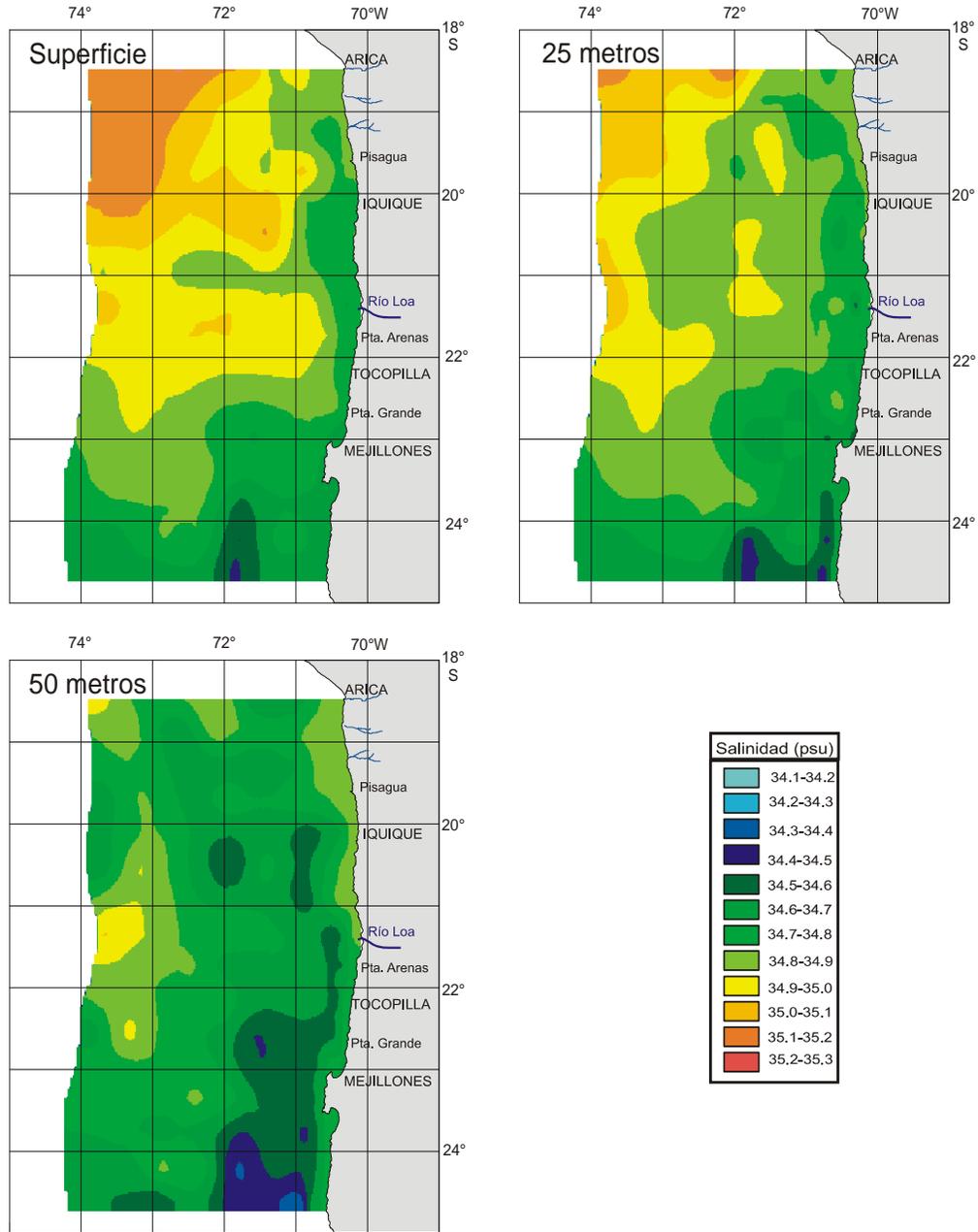


Figura 68. Distribuci3n espacial de la salinidad (psu), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

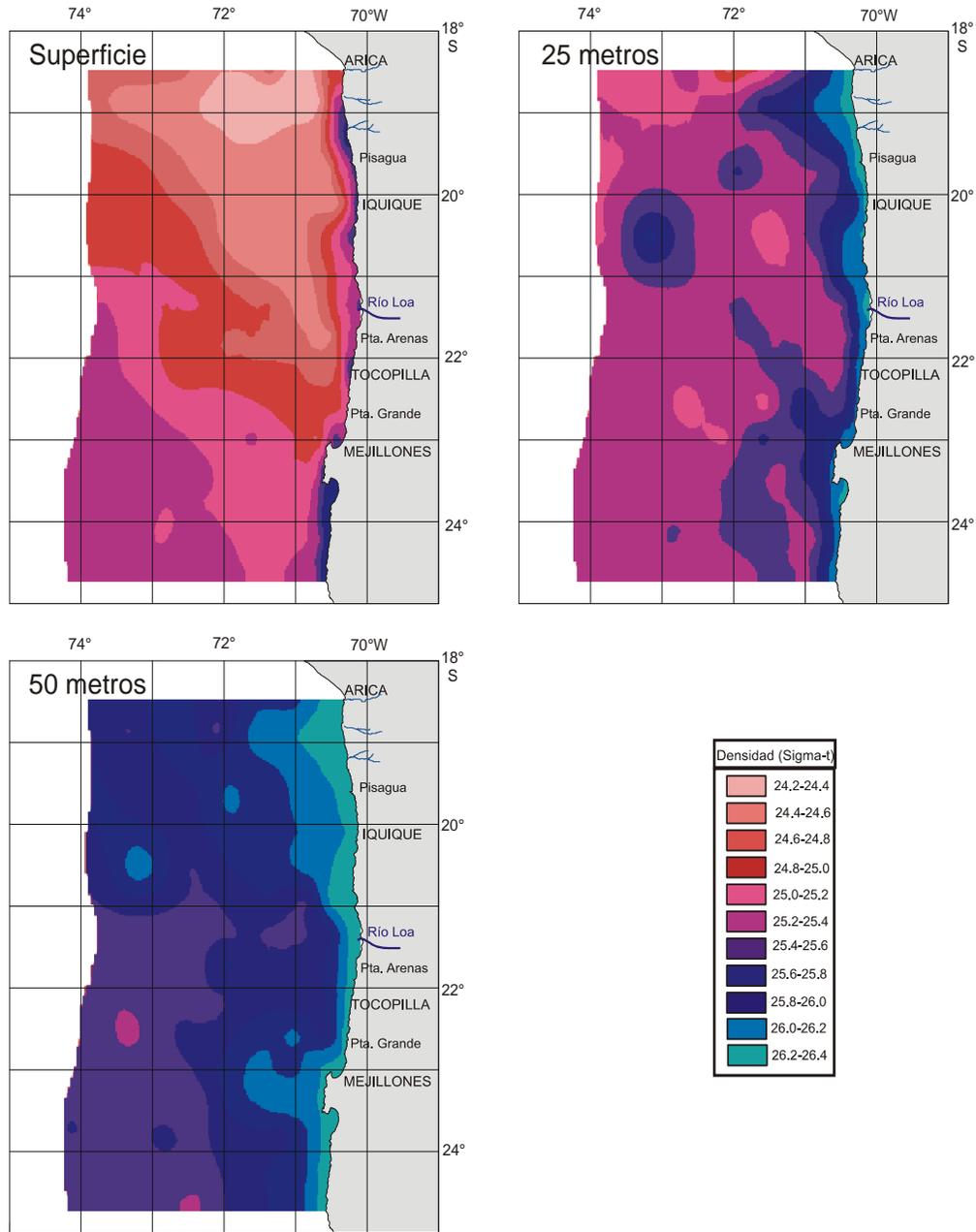


Figura 69. Distribuci3n espacial de la densidad del agua ( $\sigma_t$ ), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

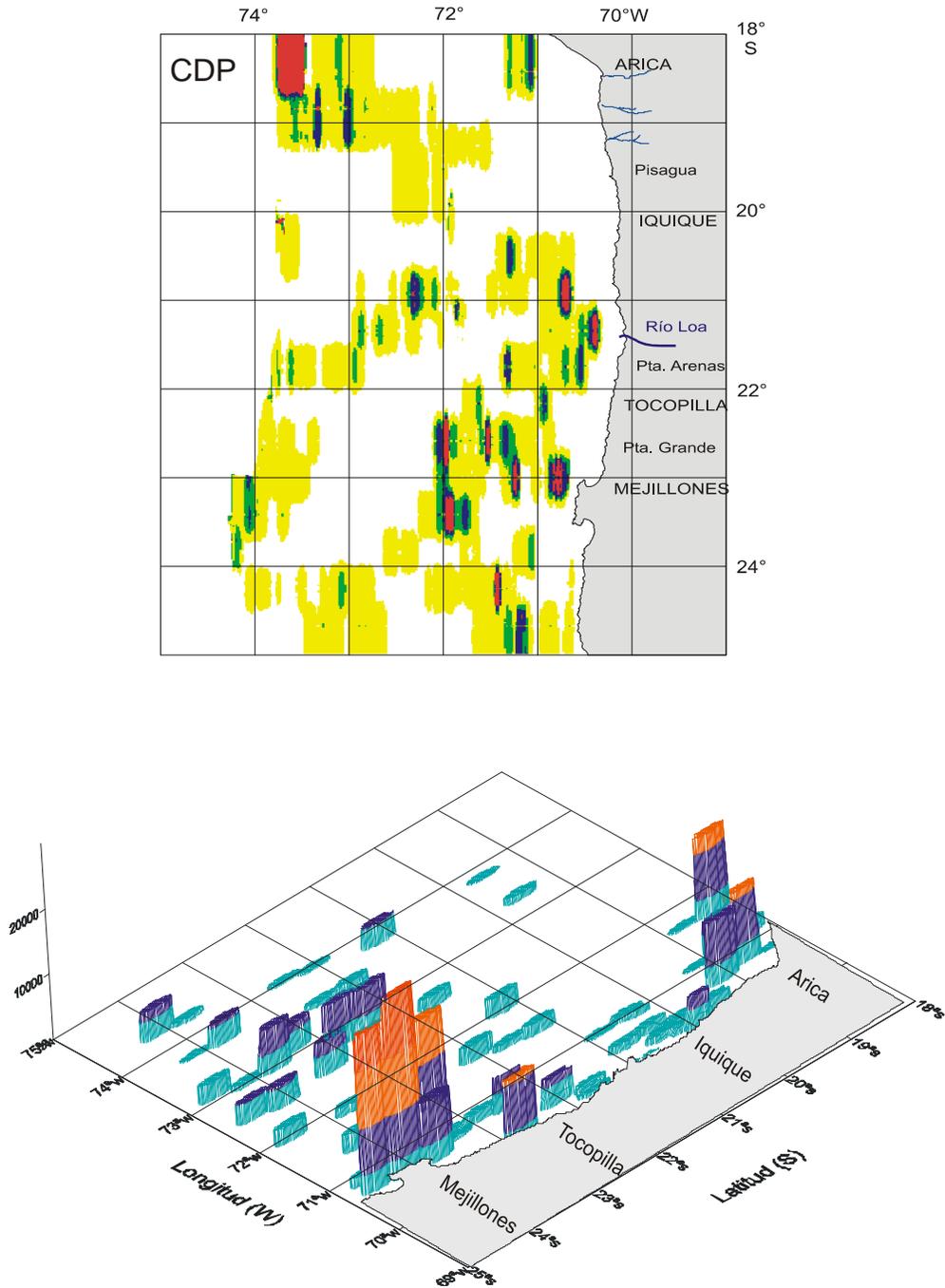


Figura 70. Distribución espacial de: a) capa de dispersión profunda y b) eupáusidos.

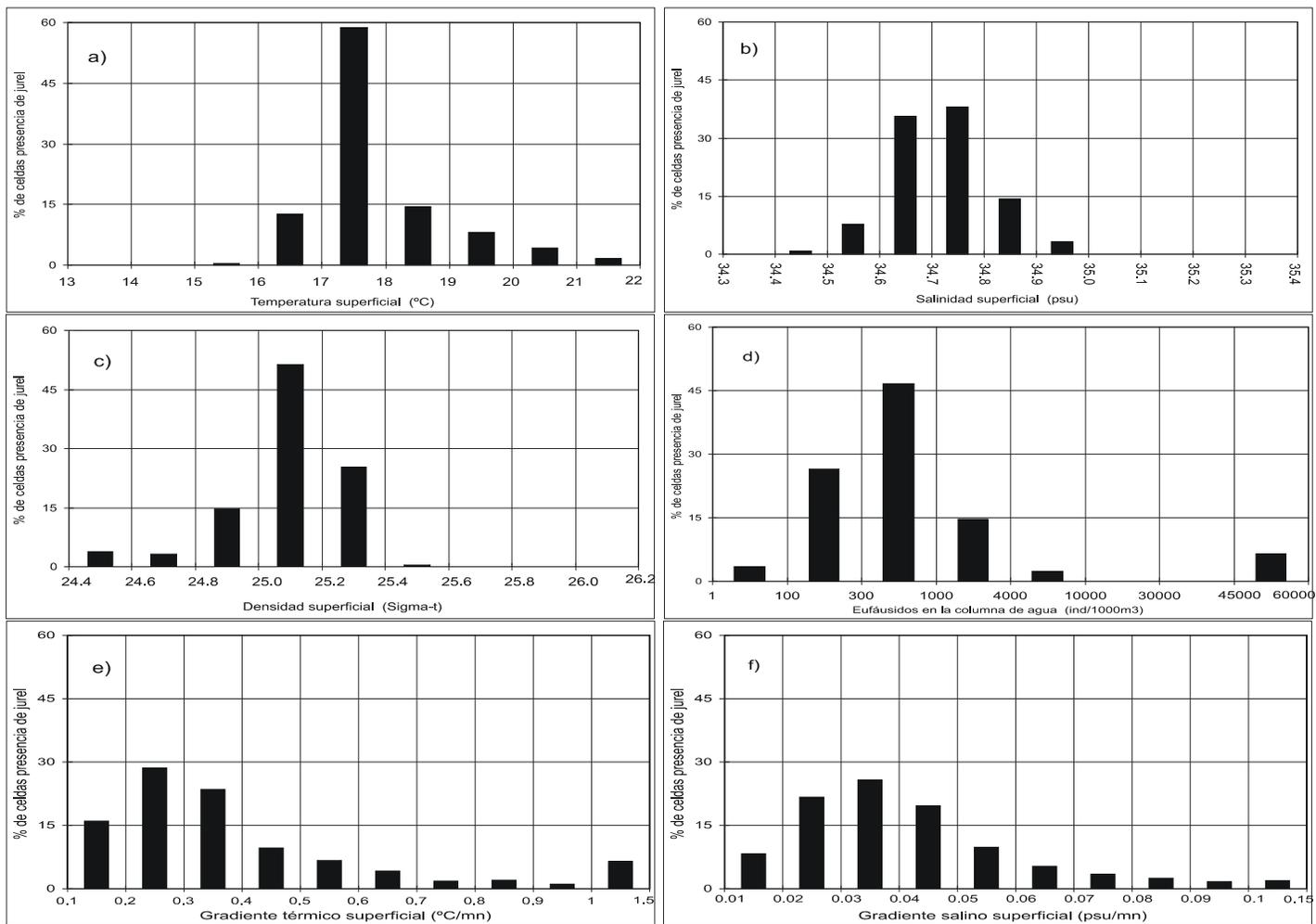


Figura 71. Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Estrato superficial.

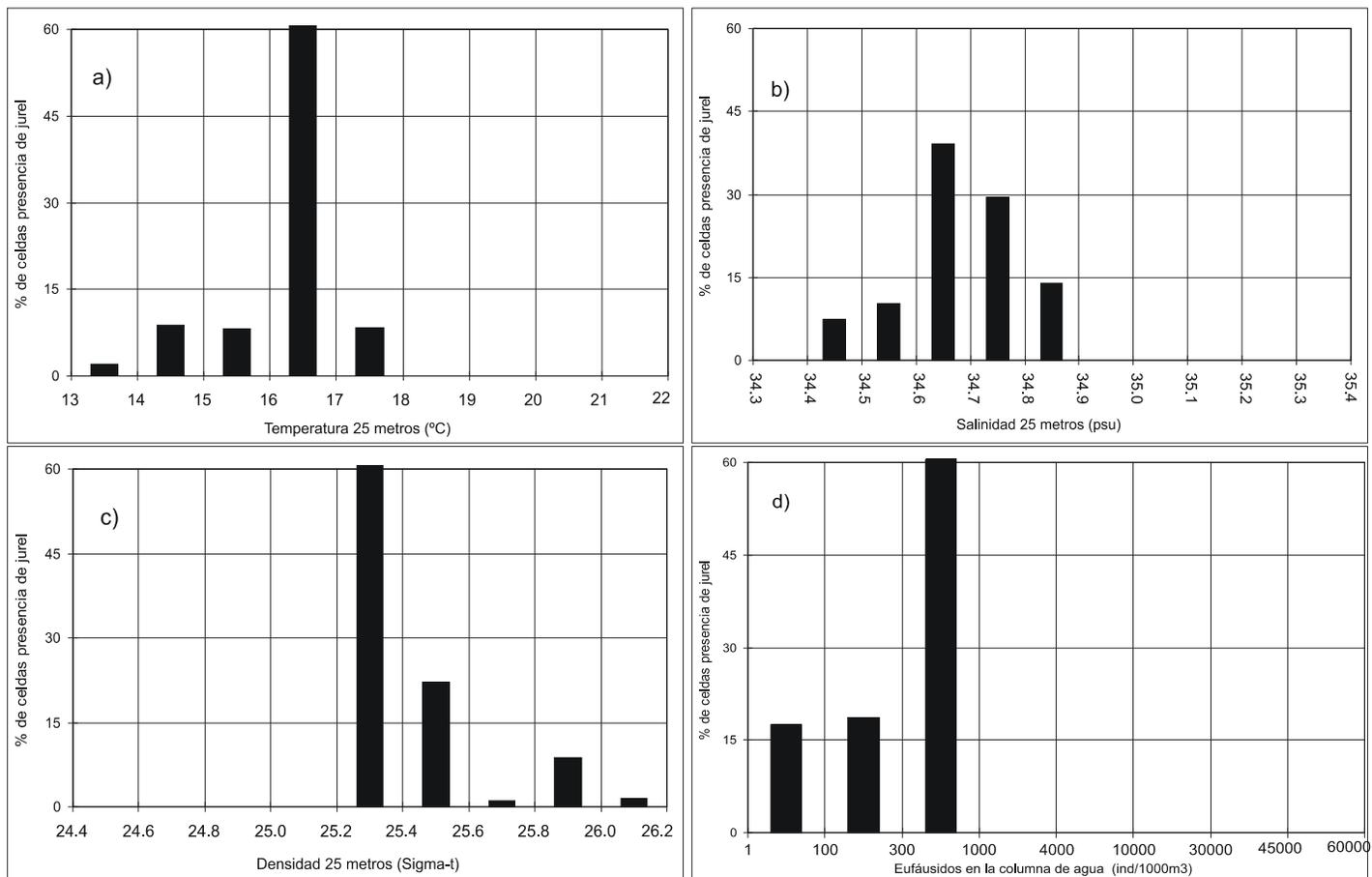


Figura 72. Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Estrato de 25 m. de profundidad.

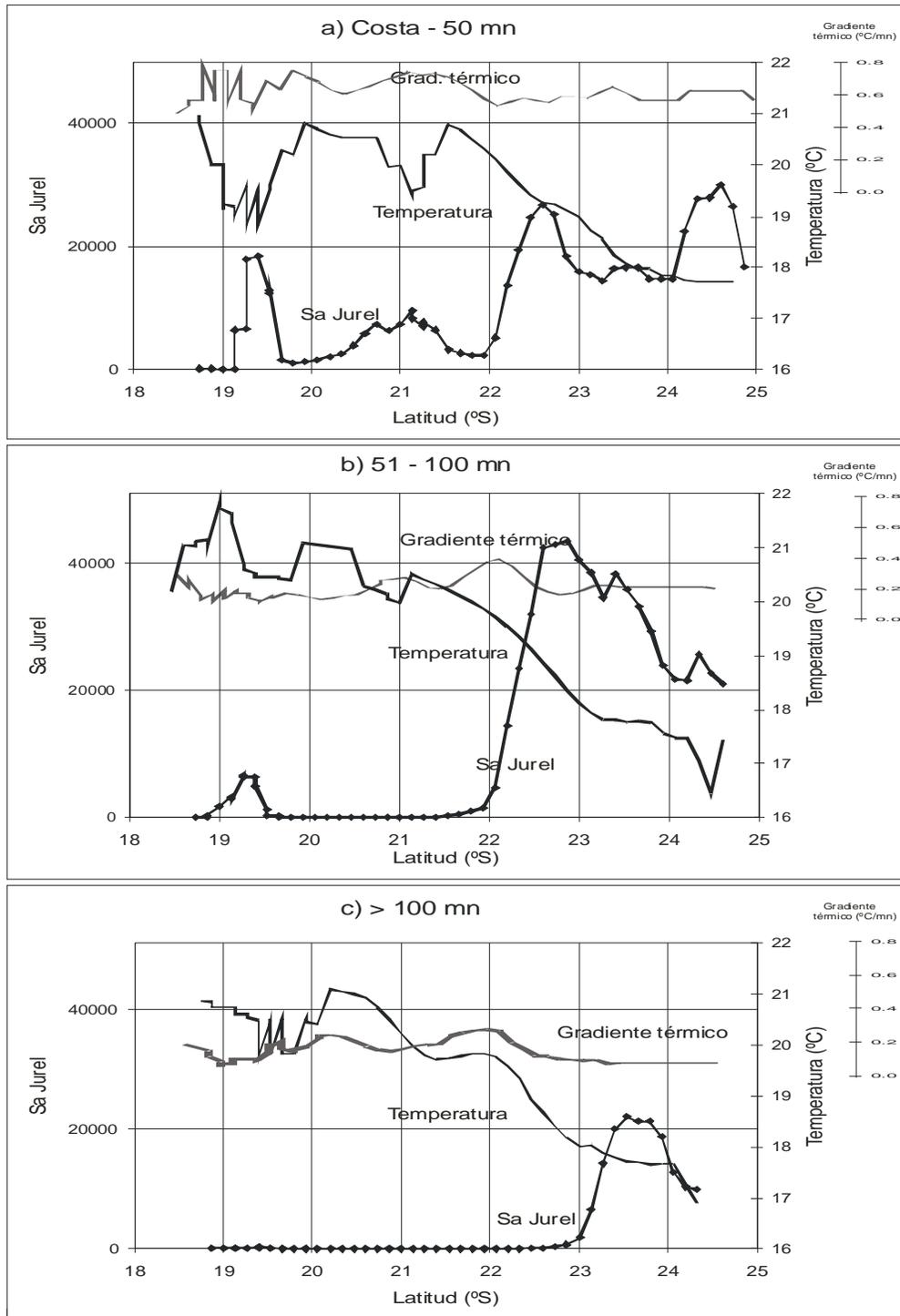


Figura 73. Se1al latitudinal del jurel y su relaci3n con la temperatura y el gradiente t3rmico en la capa superficial: a) Costa-50 mn, b) 51-100 mn y c) > 100 mn.

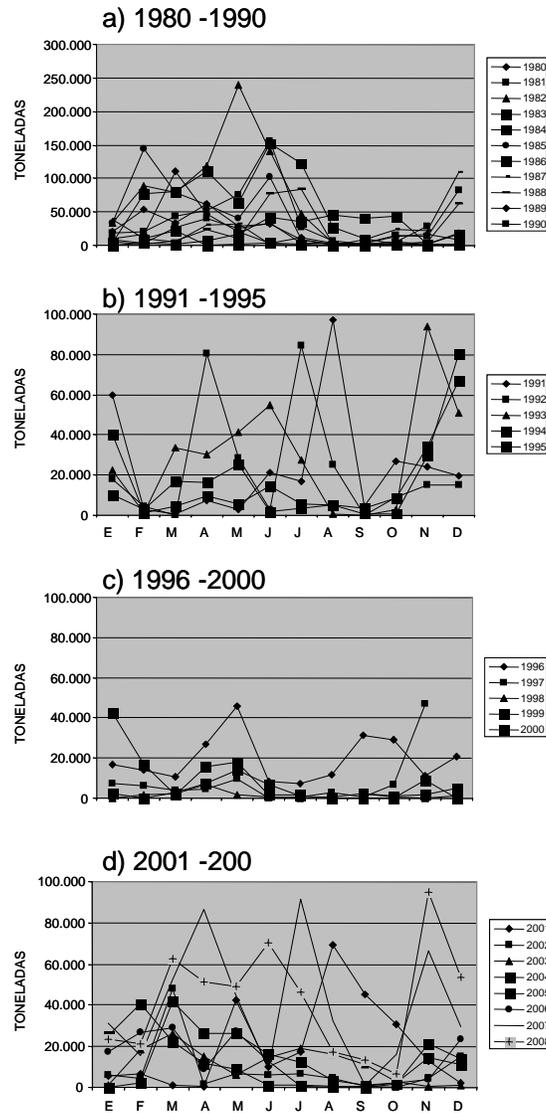


Figura 74. Desembarques de jurel entre 1980- 2008. Fuente Ifop.

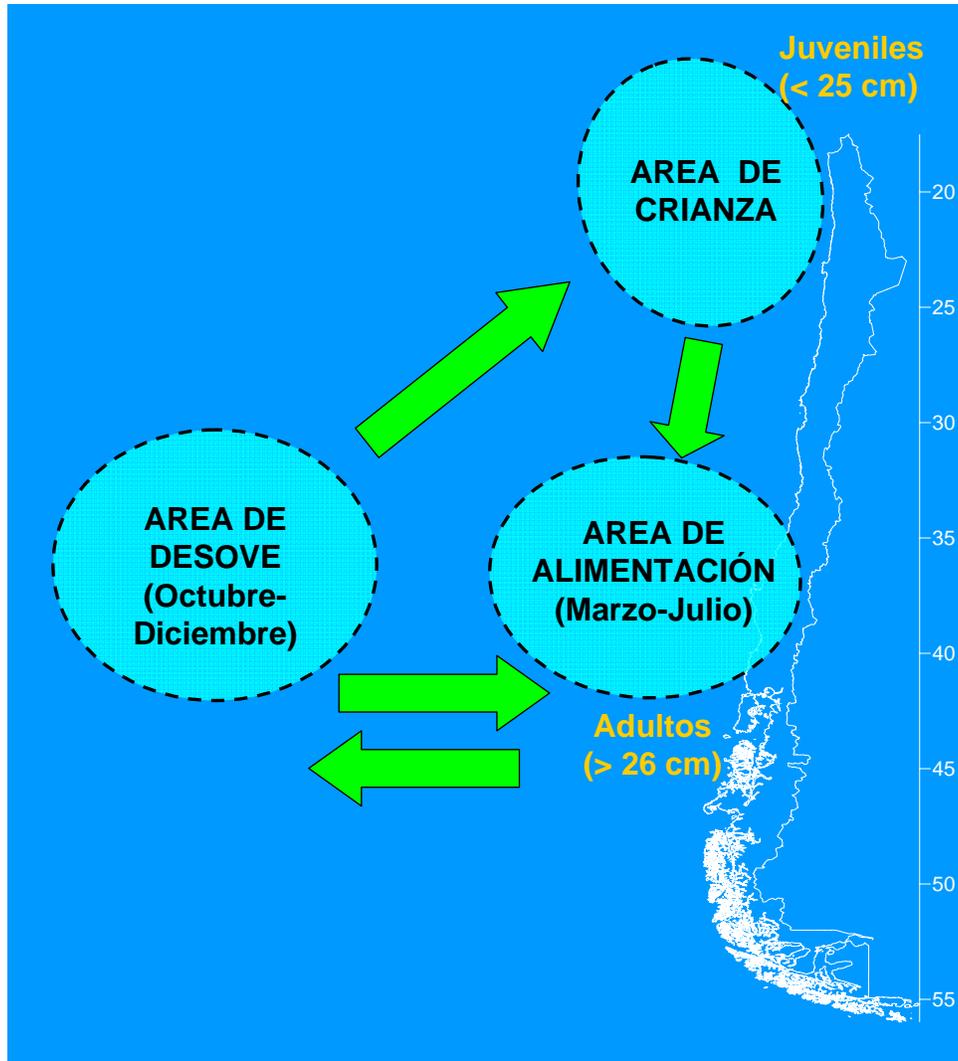


Figura 75.- Modelo conceptual de la estructuración de la población de ju

# A N E X O I

---

**Posición y fecha de los muestreos  
acústicos y bioceanográficos**

---



## POSICIÓN Y FECHA DE LAS TRANSECTAS POR BARCO

Transecta	Embarcación	Latitud (°S)	Fecha	
			5-100 mn	100-200 mn
1	Abate Molina	18°25'	30-11-08	29-11-08
2	Abate Molina	18°50'	27-11-08	28-11-08
3	Abate Molina	19°15'	27-11-08	
4	Abate Molina	19°40'	25-11-08	24-11-08
5	Abate Molina	20°05'	24-11-08	
6	Abate Molina	20°30'	22-11-08	23-11-08
7	Abate Molina	20°55'	21-11-08	18-11-08
8	Abate Molina	21°20'	20-11-08	17-11-08
9	Abate Molina	21°45'	19-11-08	16-11-08
10	Abate Molina	22°10'	14-11-08	15-11-08
11	Abate Molina	22°35'	13-11-08	12-11-08
12	Abate Molina	23°00'	10-11-08	12-11-08
13	Abate Molina	23°25'	09-11-08	08-11-08
14	Abate Molina	23°50'	06-11-08	07-11-08
15	Abate Molina	24°15'	05-11-08	04-11-08
16	Abate Molina	24°40'	02-11-08	03-11-08

**POSICIÓN Y FECHA DE ESTACIONES BIOCEANOGRÁFICAS.**

Estación	Embarcación	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
1	Abate Molina	02-11-2008	24°40'	70°40'
2	Abate Molina	02-11-2008	24°40,0'	70°36,0'
3	Abate Molina	02-11-2008	24°40,1'	70°45,6'
4	Abate Molina	02-11-2008	24°40,1'	70°56,8'
5	Abate Molina	02-11-2008	24°40,1'	71°18,5'
6	Abate Molina	02-11-2008	24°40,0'	71°51,8'
7	Abate Molina	03-11-2008	24°40,0'	72°24,8'
8	Abate Molina	03-11-2008	24°40,0'	72°57,9'
9	Abate Molina	03-11-2008	24°40,1'	73°41,7'
10	Abate Molina	04-11-2008	24°40,0'	74°15,0'
11	Abate Molina	04-11-2008	24°14,9	74°11,1'
12	Abate Molina	04-11-2008	24°15,1'	73°37,9'
13	Abate Molina	04-11-2008	24°15,1'	72°53,9'
14	Abate Molina	05-11-2008	24°15,0'	72°21,2'
15	Abate Molina	05-11-2008	24°15,0'	71°48,3'
16	Abate Molina	05-11-2008	24°15,0'	71°15,7'
17	Abate Molina	05-11-2008	24°15,1'	70°53,3'
18	Abate Molina	06-11-2008	24°15,0'	70°42,3'
19	Abate Molina	06-11-2008	24°15,0'	70°33,4'
20	Abate Molina	06-11-2008	24°15,0'	70°37,5'
21	Abate Molina	06-11-2008	23°50,0'	70°31,6'
22	Abate Molina	06-11-2008	23°50,0'	70°35,5'
23	Abate Molina	06-11-2008	23°50,0'	70°40,8'
24	Abate Molina	06-11-2008	23°50,0'	70°51,8'
25	Abate Molina	07-11-2008	23°50,0'	71°13,6'
26	Abate Molina	07-11-2008	23°50,0'	71°46,3'
27	Abate Molina	07-11-2008	23°50,0'	72°19,3'
28	Abate Molina	07-11-2008	23°50,0'	72°52,0'
29	Abate Molina	08-11-2008	23°50,0'	73°36,1'
30	Abate Molina	08-11-2008	23°50,0'	74°08,7'
31	Abate Molina	08-11-2008	23°25,0'	74°14,9'
32	Abate Molina	08-11-2008	23°25,0'	73°42,3'
33	Abate Molina	08-11-2008	23°24,9'	72°58,40'
34	Abate Molina	09-11-2008	23°25,0'	72°25,90'
35	Abate Molina	09-11-2008	23°25,0'	71°53,40'
36	Abate Molina	09-11-2008	23°25,0'	71°20,50'
37	Abate Molina	09-11-2008	23°25,0'	70°58,70'
38	Abate Molina	10-11-2008	23°25,0'	70°47,7'
39	Abate Molina	10-11-2008	23°25,0'	70°42,20'
40	Abate Molina	10-11-2008	23°25,0'	70°37,80'
41	Abate Molina	10-11-2008	22°59,0'	70°30,70'
42	Abate Molina	10-11-2008	23°00,0'	70°25,60'
43	Abate Molina	10-11-2008	22°59,9'	70°21,30'
44	Abate Molina	10-11-2008	23°00,0'	70°41,50'
45	Abate Molina	10-11-2008	23°00,0'	71°03,30'
46	Abate Molina	11-11-2008	23°00,0'	71°35,90'
47	Abate Molina	11-11-2008	23°00,0'	72°08,50'
48	Abate Molina	12-11-2008	23°00,0'	72°41,2'
49	Abate Molina	12-11-2008	23°00,0'	73°24,50'
50	Abate Molina	12-11-2008	23°00,0'	73°57,40'



51	Abate Molina	12-11-2008	22°34,9'	73°54,10'
52	Abate Molina	12-11-2008	22°35,1'	73°21,30'
53	Abate Molina	13-11-2008	22°35,0'	72°38,2'
54	Abate Molina	13-11-2008	22°35,0'	72°05,7'
55	Abate Molina	13-11-2008	22°35,0'	71°33,1'
56	Abate Molina	13-11-2008	22°35,0'	71°00,5'
57	Abate Molina	14-11-2008	22°35,0'	70°38,6'
58	Abate Molina	14-11-2008	22°35,0'	70°27,8'
59	Abate Molina	14-11-2008	22°35,0'	70°22,4'
60	Abate Molina	14-11-2008	22°35,0'	70°18,7'
61	Abate Molina	14-11-2008	22°10,0'	70°15,1'
62	Abate Molina	14-11-2008	22°10,0'	70°19,5'
63	Abate Molina	14-11-2008	22°10,0'	70°24,9'
64	Abate Molina	14-11-2008	22°10,0'	70°35,9'
65	Abate Molina	14-11-2008	22°10,0'	71°29,8'
66	Abate Molina	15-11-2008	22°10,0'	70°57,2'
67	Abate Molina	15-11-2008	22°10,0'	72°02,7'
68	Abate Molina	15-11-2008	22°10,0'	72°35,1'
69	Abate Molina	16-11-2008	22°10,0'	73°18,4'
70	Abate Molina	16-11-2008	22°10,0'	73°50,8'
71	Abate Molina	16-11-2008	21°45,0'	73°44,5'
72	Abate Molina	16-11-2008	21°45,0'	73°11,9'
73	Abate Molina	16-11-2008	21°45,1'	72°29,1'
74	Abate Molina	17-11-2008	21°45,0'	71°56,6'
75	Abate Molina	17-11-2008	21°19,9'	71°53,5'
76	Abate Molina	17-11-2008	21°20,0'	72°25,9'
77	Abate Molina	17-11-2008	21°20,0'	73°09,0'
78	Abate Molina	17-11-2008	21°19,9'	73°41,5'
79	Abate Molina	18-11-2008	20°55,0'	73°43,0'
80	Abate Molina	18-11-2008	20°55,0'	73°10,8'
81	Abate Molina	18-11-2008	20°55,0'	72°27,7'
82	Abate Molina	18-11-2008	20°55,0'	71°55,4'
83	Abate Molina	19-11-2008	21°45,0'	71°24,5'
84	Abate Molina	19-11-2008	21°45,0'	70°51,6'
85	Abate Molina	19-11-2008	21°45,0'	70°29,9'
86	Abate Molina	20-11-2008	21°45,0'	70°10,5'
87	Abate Molina	20-11-2008	21°45,0'	70°14,9'
88	Abate Molina	20-11-2008	21°45,0'	70°20,3'
89	Abate Molina	20-11-2008	21°20,0'	70°07,2'
90	Abate Molina	20-11-2008	21°20,0'	70°11,7'
91	Abate Molina	20-11-2008	20°00,9'	70°17,2'
92	Abate Molina	20-11-2008	21°20,0'	70°27,9'
93	Abate Molina	20-11-2008	21°20,0'	70°49,6'
94	Abate Molina	20-11-2008	21°20,0'	71°21,4'
95	Abate Molina	21-11-2008	20°55,1'	71°23,4'
96	Abate Molina	21-11-2008	20°55,0'	70°51,4'
97	Abate Molina	21-11-2008	20°55,0'	70°30,4'
98	Abate Molina	21-11-2008	20°55,0'	70°10,3'
99	Abate Molina	21-11-2008	20°55,0'	70°14,2'
100	Abate Molina	21-11-2008	20°55,1'	70°19,7'
101	Abate Molina	22-11-2008	20°30,0'	70°20,7'
102	Abate Molina	22-11-2008	20°30,0'	70°15,3'
103	Abate Molina	22-11-2008	20°28,1'	70°11,2'



104	Abate Molina	22-11-2008	20°30,1'	70°31,5'
105	Abate Molina	22-11-2008	20°30,0'	70°52,4'
106	Abate Molina	22-11-2008	20°30,0'	71°24,7'
107	Abate Molina	22-11-2008	20°29,9'	71°56,9'
108	Abate Molina	23-11-2008	20°30,0''	72°29,0'
109	Abate Molina	23-11-2008	20°30,7'	73°12,0'
110	Abate Molina	23-11-2008	20°30,1'	73°44,1'
111	Abate Molina	23-11-2008	19°39,7'	73°43,1'
112	Abate Molina	24-11-2008	19°40,0'	73°10,9'
113	Abate Molina	24-11-2008	19°39,9'	72°27,8'
114	Abate Molina	24-11-2008	19°40,0'	71°56,9'
115	Abate Molina	24-11-2008	20°05,0'	71°54,0'
116	Abate Molina	24-11-2008	20°05,0'	71°21,8'
117	Abate Molina	25-11-2008	20°05,0'	70°50,1'
118	Abate Molina	25-11-2008	20°05,0'	70°28,7'
119	Abate Molina	25-11-2008	20°05,0'	70°18,5'
120	Abate Molina	25-11-2008	20°05,0'	70°13,0'
121	Abate Molina	25-11-2008	20°04,9'	70°08,7'
122	Abate Molina	25-11-2008	19°40,0'	70°11,7'
123	Abate Molina	25-11-2008	19°40,0'	70°16,0'
124	Abate Molina	25-11-2008	19°40,0'	70°21,3'
125	Abate Molina	25-11-2008	19°40,0'	70°32,0'
126	Abate Molina	26-11-2008	19°40,0'	70°53,4'
127	Abate Molina	26-11-2008	19°40,0'	71°25,6'
128	Abate Molina	26-11-2008	19°14,9'	72°02,8'
129	Abate Molina	26-11-2008	19°15,0''	71°30,5'
130	Abate Molina	26-11-2008	19°15,1'	70°58,1'
131	Abate Molina	27-11-2008	19°15,0'	70°38,0'
132	Abate Molina	27-11-2008	19°15,0'	70°27,3'
133	Abate Molina	27-11-2008	19°15,0'	70°22,0'
134	Abate Molina	27-11-2008	19°15,0'	70°18,0'
135	Abate Molina	27-11-2008	18°50,0'	70°22,2'
136	Abate Molina	27-11-2008	18°50,0'	70°26,4'
137	Abate Molina	27-11-2008	18°50,0'	70°31,7'
138	Abate Molina	27-11-2008	18°50,0'	70°42,2'
139	Abate Molina	27-11-2008	18°50,0'	71°03,4'
140	Abate Molina	28-11-2008	18°50,0'	71°34,6'
141	Abate Molina	28-11-2008	18°50,0'	72°06,8'
142	Abate Molina	28-11-2008	18°50,0'	72°38,8'
143	Abate Molina	28-11-2008	18°50,0'	73°20,9'
144	Abate Molina	28-11-2008	18°50,0'	73°52,3'
145	Abate Molina	29-11-2008	18°25,0'	73°50,6'
146	Abate Molina	29-11-2008	18°25,1'	73°18,6'
147	Abate Molina	29-11-2008	18°25,0'	72°36,5'
148	Abate Molina	30-11-2008	18°25,9'	72°04,6'
149	Abate Molina	30-11-2008	18°25,0'	71°33,5'
150	Abate Molina	30-11-2008	18°25,1'	71°01,5'
151	Abate Molina	30-11-2008	18°25,0'	70°40,3'
152	Abate Molina	30-11-2008	18°25'	70°29,7'
153	Abate Molina	30-11-2008	18°25,0'	70°24,9'

## A N E X O II

---

**Personal participante  
por actividad (HH)**

---

**PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD****Objetivo General**

<b>Participantes</b>	<b>Preparación</b>	<b>Crucero</b>	<b>Proceso</b>	<b>Análisis</b>	<b>Informe</b>	<b>Total</b>
José Córdova M.	45	204	155	226	108	738
Alvaro Saavedra G.	24		88	16	16	144
Hernán Miranda P.	16		16	13		45
Mauricio Braun A.				8	6	14
Vivian Valenzuela C.	48		160	90	34	332
Víctor Bocic W.	16		116			132
Hernán Reyes R.	16		85	45	1	131
Jaime Letelier P.	8		103	53	16	180
Víctor Catasti B.	16		130	62	36	244
Guillermo Galindo P.	16	204	264			484
Patricia Rojas Z.			350	50	28	428
Cristian Canales R.	16			10		26
Rodolfo Serra B.	16			10		26
Carlos Martínez F.	4	6				10
Juan Saavedra N.			96	50	22	168
Francisco Leiva D.		204	283	42	27	556
Carola Hernández S.	8		328			336
Esteban Molina G.		204	90			294
Manuel Rojas G.	38	204				242
Alexande Valdenegro			156			
Jorge Angulo			180			
Muestreador 1		204				
Muestreador 2		204				
Muestreador 3		204				
<b>TOTAL HORAS</b>	<b>287</b>	<b>1.638</b>	<b>2.600</b>	<b>675</b>	<b>294</b>	<b>5.494</b>

**Objetivo específico N° 1**

<b>Participante</b>	<b>Prep.</b>	<b>Crucero</b>	<b>Proceso</b>	<b>Análisis</b>	<b>Informe</b>	<b>Sub Total</b>
José Córdova M.	13	204	101	78	38	434
Alvaro Saavedra G.			88	16	16	120
Guillermo Galindo P		204				204
Francisco Leiva D.		204	175	19	111	409
Esteban Molina G:		204	90			294
Manuel Rojas G.	30	204				234
Carola Hernández S.	8		127			135
Carlos Martínez F.		6				6
René Riffo		204				204
Muestreador 2		204				204
Muestreador 3		204				204
<b>Sub Total</b>	<b>51</b>	<b>1.638</b>	<b>581</b>	<b>113</b>	<b>65</b>	<b>2.448</b>

**Objetivo específico N°2**

<b>Participante</b>	<b>Prep.</b>	<b>Crucero</b>	<b>Proceso</b>	<b>Análisis</b>	<b>Informe</b>	<b>Sub Total</b>
José Córdova M.			32	52	12	96
Hernán Miranda P			16	13		29
Víctor Bocic W.			116			116
Cristian Canales R.				10		10
Rodolfo Serra B.				10		10
Francisco Leiva D.			78			78
<b>Sub Total</b>			<b>242</b>	<b>85</b>	<b>12</b>	<b>339</b>

**Objetivo específico N°3**

<b>Participante</b>	<b>Prep.</b>	<b>Crucero</b>	<b>Proceso</b>	<b>Análisis</b>	<b>Informe</b>	<b>Sub Total</b>
José Córdova M.				28	32	60
Mauricio Braun A.				8	6	14
Vivian Valenzuela C	16		160	60	24	260
Guillermo Galindo P	16		264			280
Juan Saavedra N.			40			40
Jorge Angulo			180			180
<b>Sub Total</b>	<b>32</b>		<b>644</b>	<b>96</b>	<b>62</b>	<b>834</b>



#### Objetivo específico N°4

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova				12		12
Vivian Valenzuela				30	10	40
Patricia Rojas			350	50	28	428
Francisco Leiva				8		8
<b>Sub Total</b>			<b>350</b>	<b>100</b>	<b>38</b>	<b>488</b>

#### Objetivo específico N°5

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
Jose Córdova M.				18	16	34
Francisco Leiva D.			30	15	16	61
<b>Sub Total</b>			<b>30</b>	<b>39</b>	<b>26</b>	<b>95</b>

#### Objetivo específico N°6

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova M:			22	32	16	70
Hernán Reyes R			85	45	1	131
Jaime Letelier P.			103	53	16	172
Víctor Catasti B:			130	62	36	228
Juan Saavedra N.			56	50	22	128
Fernando Espíndola						
Carola Hernández S			201			201
Alexande Valdenegro			156			156
<b>Sub Total</b>			<b>753</b>	<b>242</b>	<b>91</b>	<b>1.086</b>



## Talleres

<b>Participante (IFOP)</b>	<b>Taller I</b>	<b>Taller II</b>	<b>Sub Total</b>
José Córdova M.	16	16	32
Alvaro Saavedra G.	12	12	24
Hernán Miranda P.	8	8	16
Hernán Reyes R	8	12	20
Jaime Letelier P.		8	8
Vivian Valenzuela C.	16	16	32
Víctor Bocic W.	8	8	16
Víctor Catasti B.	8	8	16
Manuel Rojas G.	8		8
Cristian Canales R.	8	8	16
Rodolfo Serra B.	8	8	16
<b>Sub Total</b>	<b>100</b>	<b>104</b>	<b>204</b>

## A N E X O III

---

**Talleres de difusión y discusión  
(Talleres de trabajo I y II)**

---



# TALLERES

---

Proyecto FIP N° 2008--07

## “Evaluación Hidroacústica de jurel en la I y II Regiones, año 2008”

---

De acuerdo a lo establecido en los Términos Básicos de Referencia del Proyecto “Evaluación Hidroacústica de jurel en la I y II Regiones, año 2008”: FIP N°2008-07, durante el desarrollo del estudio se llevaron a cabo dos Talleres de Trabajo. El primero, consideró la presentación de la metodología y las principales actividades a desarrollar durante la prospección acústica, mientras que el segundo, tuvo como objetivo la discusión metodológica y difusión de los resultados alcanzados en el estudio, con la participación ampliada, en ambos casos de personas del sector pesquero y profesionales involucrados en el manejo de la pesquería del jurel.

El primer taller se desarrollo en Auditorium Marcos Espejos, ubicada en Blanco 839 Valparaíso. IFOP, el día 28 octubre del 2008 (Taller I), mientras que segundo se llevo a cabo en la misma sala, el 19 de marzo del 2009 (Taller II).

En el primer Taller se analizó la metodología a aplicar durante la evaluación acústica de jurel en la zona norte del país, considerando aspectos tales como el uso de información previa de desembarques para redistribuir el esfuerzo de muestreo en el área, así como evaluar el impacto de realizar una eco prospección con naves industriales previa al crucero de evaluación, para ajustar área de prospección acústica, al igual que lo realizado en las evaluaciones acústica de jurel en la zona centro-sur del país. En este sentido, aspectos operacionales y de



requerimientos del muestreo fueron analizados, tanto para el trabajo a bordo de el B/C Abate Molina y un posterior apoyo de muestreo a bordo de barcos de cerco participantes en eco prospección durante el desarrollo de este estudio (noviembre). No hubo observaciones y alcances a la metodología presentada.

Los resultados presentados en el segundo taller, muestran que las 258.836 t de jurel representan un fuerte incremento respecto a lo evaluado en abril del 2002 (> 1000%) y noviembre del 2006 (>130%) en la zona, así como la presencia de condiciones ambientales atípicas (La Niña) para el período de estudio, evidenciando el comienzo de un enfriamiento en la zona norte del país. En toda la zona prospectada se registró surgencia costera que acota la distribución espacial de anchoveta y jurel, estableciendo para jurel rangos preferenciales en las variables oceanográficas analizadas. Sin embargo, se destaca que más que rangos de preferencia el recurso podría estar asociado a procesos oceanográficos, así como el desconocimiento del posible efecto de las condiciones frías sobre los recursos. Los resultados alcanzados ratificaron que el período de evaluación en noviembre fue adecuado.

Se destaca la alta presencia de jurel en III y IV región durante el 2006, 2007, 2008 y 2009 (Proyecto, Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre III y IV Regiones), y su conveniencia de ser evaluada, al complementar las ya realizadas entre XV-II y V-X Regiones, cubriendo prácticamente todo la distribución del recurso. En este sentido, este año una eco prospección se realizó previa al crucero de evaluación, determinado ampliar el limite sur del área de estudio para incorporar altas densidades de jurel detectadas al sur, razón por lo cual se concluyo mantener este protocolo de trabajo durante la evaluación del 2009, que incluye el muestreo a bordo de naves industriales durante el período y área de estudio. Por otra parte, Sr José Raúl Cañón vuelve a destacar la



necesidad de incorporar en este estudio análisis de huevos y larvas, que permitan ver de mejor forma una asociación entre las especies (oferta alimento) y presas de jurel.

En este sentido, hubo consenso en disponer de más evaluaciones que permitan conocer cambios cuantitativos y espaciales relevantes del recurso, y además verificar la hipótesis de zona de crianza en el norte, de alimentación y desove en la zona centro sur del país. En atención a la fuerte presencia de ejemplares de jurel de menor talla registra en el crucero y durante todo el 2008, además del registro en las capturas de ejemplares pequeños (>8cm) durante el crucero de evaluación desde el 2006 al 2008.

A la luz de los resultados, se sugirió la importancia de mantener este estudio a fin de conocer cambios en el comportamiento del recurso, que al igual que las evaluaciones de la zona centro sur (alto porcentaje bajo 26 cm en El Niño 97-98 y el descenso de biomasa en ZEE 2002-2007), permita la toma de decisiones oportunas de administración y manejo del recurso.

A continuación se detallan los Programas del **Taller I** y **Taller II**, respectivamente:



## TALLER DE PRESENTACI3N DEL PLAN DE CRUCERO

### **Proyecto FIP N°2008-07: “Evaluaci3n Hidroacústica de jurel en la I y II Regiones, a±o 2008”**

**Valparaíso, jueves 28 de octubre del 2008**

---

15:30 a 15:40	Presentaci3n del Proyecto	Sr. Jos3 C3rdova (IFOP)
15:40 a 15:50	Estimado de abundancia y biomasa de jurel	Sr. Jos3 C3rdova (IFOP)
15:50 a 16:00	Distribuci3n espacial del zooplancton	Sr. Jos3 C3rdova (IFOP)
<i>16:15 a 16:30 Caf3</i>		
16:30 a 16:40	Condiciones oceanogr3ficas	Sr. Jaime Letelier (IFOP)
16:40 a 17:00	Interrelaciones entre las variables oceanogr3ficas y el jurel .	Sr. Jos3 C3rdova (IFOP)
17:00 a 17:30	Discusi3n y conclusiones.	

---



## TALLER DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

---

### **Proyecto FIP N°2008-07: “Evaluación Hidroacústica de jurel en la I y II Regiones, año 2008”**

**Valparaíso, jueves 19 de marzo del 2009**

---

15:00 a 15:10	Presentación del Proyecto	Sr. José Córdova (IFOP)
15:10 a 15:20	Estimado de abundancia y biomasa de jurel	Sr. José Córdova (IFOP)
15:20 a 15:30	Distribución espacial del zooplancton	Sra. Vivían Valenzuela (IFOP)
15:30 a 15:40	Principales ítems alimentarios de jurel	Sra. Patricia Rojas (UCV)
<i>15:40 a 15:55    Café</i>		
15:55 a 16:10	Condiciones oceanográficas	Sr. Hernán Reyes (IFOP)
16:10 a 16:25	Interrelaciones entre las variables oceanográficas y el jurel.	Sr. Víctor Catasti (IFOP)
16:25 a 16:55	Discusión y conclusiones.	

---

# A N E X O   I V

---

**Descriptores y  
Base de datos (CD)**

---



## DESCRIPTORES BASE DE DATOS

La estructura de las bases de datos, con toda la información básica que se obtuvo durante la ejecución del crucero correspondiente al proyecto FIP 2008-07 “Evaluación hidroacústica de Jurel en la I y II Regiones, año 2008” se encuentra almacenada en registros magnéticos. Los archivos y el formato de grabación de cada una de las componentes del proyecto se detallan a continuación.

### 1. Datos oceanográficos y meteorológicos

La información oceanográfica y meteorológica de cada una de las estaciones oceanográficas realizadas durante el crucero se encuentran en el siguiente archivo: **CRUCE514.dbf**, cuyo formato de grabación (Formulario de codificación), corresponde a una modificación del formato **NODC**. El formato **IFOP** está compuesto por un registro de identificación y varios registros de información:

#### a) Registro de identificación

Campo	Columna de inicio
País	1
Buque	3
Latitud (grados)	5
Latitud (minutos)	7
Longitud (grados)	10
Longitud (minutos)	13
Marsden	16
Año	19
Mes	21
Día	23
Hora local	25
Institución	28
Crucero	30
Estación	33
Prof. ecosonda	36
Máxima prof.	40



Nº Observaciones	42
Trans. Secchi	44
Dirección olas	46
Altura olas	48
Período olas	49
Dirección viento	50
Velocidad viento	52
Presión barométrica	54
Bulbo seco	57
Bulbo húmedo	60
Tiempo	63
Tipo nubes	65
Cantidad nubes	66
Visibilidad	67
Latitud	68
Longitud	69
Tipo datos	76
Control	80

**b) Registros de datos**

Identificación	1	35 (Repetición)
Profundidad (m)		36
Temperatura (°C)	40	
Salinidad (psu)		44
Oxígeno (ml/l)		49
Control		80



Los datos meteorológicos se encuentran codificados de acuerdo las normas y códigos del NODC. A continuación se entregan codificaciones realizadas a los datos meteorológicos.

ALTURA DE LA OLA DOMINANTE			
CODIGO	Altura en metros		
X	X	altura no determinada	
0	0	a	0.25 m
1	0.25	a	0.75 m
2	0.75	a	1.25 m
3	1.25	a	1.75 m
4	1.75	a	2.25 m
5	2.25	a	2.75 m
6	2.75	a	3.25 m
7	3.25	a	3.75 m
8	3.75	a	4.25 m
9	> 4.25		m

PERIODO DE OLA		
CODIGO	periodo	
X	calma o no determinado	
2	5	seg o menos
3	6	seg
4	8	seg
5	10	seg
6	12	seg
7	14	seg
8	16	seg
9	18	seg
0	20	seg
1	> 21	seg

TIPO DE NUBE	
CODIGO	nube
s	sin nubes
X	nube no visible
0	cirrus
1	cirrocumulus
2	cirrostratus
3	altocumulos
4	altostratus
5	nimbostratus
6	stratocúmulos
7	stratus
8	cúmulos
9	cumulonimbus

VISIBILIDAD			
CODIGO	distancia de visibilidad		
0	< 50		m
1	50	a	200 m
2	200	a	500 m
3	500 m	a	1 km
4	1	a	2 km
5	2	a	4 km
6	4	a	10 km
7	10	a	20 km
8	20	a	50 km
9	50	km o más	
x	no observado		

TIEMPO PRESENTE	
CODIGO	CONDICION
0	despejado
1	parcial nublado
2	capas continuas de nubes
3	ráfagas con polvo o nieve
4	neblina o bruma
5	chubascos
6	lluvia
7	nieve o lluvia y nieve
8	lluvia torrencial
9	tormenta
x	no observado

OTROS
<b>Direcciones viento y olas</b> = (en grados verdaderos)
<b>Intensidad del viento</b> = en nudos (calma=0)
<b>Cantidad de nubes</b> = de 0 a 8 partes 9 = no observable o no observado.



## 2. Registros acústicos

La informaci3n concerniente a la evaluaci3n hidroacústica esta contenida en dos tipos de archivos: **BiomaXXX.dbf** y **AcustXXX.dbf**. En el nombre de estos archivos se indica el númerode la transecta por las letras XXX.

Los archivos **BiomaXXX.dbf** contienen la informaci3n de las lecturas acústicas por especie en cada UBM indicando la frecuencia del ecosonda, la especie, las profundidades superior e inferior, tipo de agregaci3n y lectura acústica.

Los archivos **BiomaXXX.dbf** están estructurados segun:

Campo	Columna de inicio
Númerode la UBM	1
Especie (Nota 1)	2
Agregaci3n (Nota 2)	3
Ecosonda (Nota 3)	4
profundidad superior (m)	6
profundidad inferior (m)	7
lectura acústica- Sa (m <sup>2</sup> /mn <sup>2</sup> )	8

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

Nota 2: Agregaci3n: 1 = Cardumen  
2 = Estratos  
3 = Disperso  
4 = individual



Nota 3: Ecosonda: 1 = 38 KHz

2 = 120 KHz

3 = 200 KHz

Los archivos **AcustXXX.dbf** contienen la información del número de la UBM, hora, latitud y longitud y poseen la siguiente estructura:

Tipo de información	Columna de inicio
N Número de UBM	1
hora (HHMMSS)	3
Latitud (GGMM.mm)	4
N= norte S=sur	5
Longitud (GGGMM.mm)	6
E= Este W =weste	7

H : Hora

M : Minutos

S : Segundos

G : Grados de Latitud / Longitud

### 3. Información Pesquera

La información pesquera obtenida en los lances de pesca durante el crucero, se encontrará en los archivos **bitacora pesca.dbf**, cuyo formato de grabación se describe a continuación:



## Registro de identificaci3n de bitocora de pesca de evaluaci3n de jurel

Campo	Columna de inicio
Nº lance	1
Día	2
Mes	3
Año	4
Hora de calado	5
Latitud de inicio lance	6
Longitud de inicio lance	7
Hora de Virado	8
Latitud de término de lance	9
Longitud de término de lance	10
Período	11
Rumbo	12
Velocidad (nudos)	13
Profundidad relinga superior	14
Profundidad registro	15
Longitud cable	16
Altura boca red	17
Temperatura relinga superior	18
Temperatura superficial	19
Captura jurel (Kg,nº)	20
Captura caballa (Kg,nº)	22
Captura anchoveta (Kg,nº)	24
Captura jibia (Kg,nº)	26
Captura medusa (Kg,nº)	28
Captura vicinguerria (Kg,nº)	30
Captura calamar (Kg,nº)	32
Captura total (Kg,nº)	34

#### 4. Informaci3n de zooplancton

La informaci3n contenida en la grilla de estaciones bioceanogr3ficas realizadas durante el crucero Hidroacústico de Jurel, est3 almacenada en el archivo **base zooplancton.dbf**.



## Registro de identificaci3n de base zooplancton

Campo	Columna de inicio
Latitud (decimales)	1
Longitud (decimales)	2
N3mero estaci3n	3
Transecta	4
Distancia costa	5
Hora lance	6
Fecha	7
Jornada	8
Cop3podos	9
Euf3usidos	10
Larvas euf3usidos	11
Ostr3codos	12
Clad3ceros	13
Lar.Dec3podos	14
Anf3podos	15
Estomat3podos	16
Medusas	17
Sifon3foros	18
Cten3foros	19
Quetognatos	20
Poliquetos	21
Pter3podos	22
Salpas	23
Doli3lidos	24
Apendicularias	25
Foramin3feros	26
Radiolarios	27
L.cifonautas	28
Is3podos	29
Biomasa zooplanct3nica	30

### 5. Informaci3n de edad.

La informaci3n recolectada durante el crucero de evaluaci3n de jurel de edad esta contenida en el archivo **Base datos edad.dbf** y se describe a continuaci3n:



<b>Campo</b>	<b>Columna de inicio</b>
Contador	1
Longitud pez (cm)	2
Grupo de edad	3

## 6. Informaci3n Tr3fica.

La informaci3n tr3fica recolectada durante el crucero de evaluaci3n de jurel de edad esta contenida en el archivo **Base datos trofica.dbf** y se describe a continuaci3n:

<b>Campo</b>	<b>Columna de inicio</b>
Barco	1
Fecha	2
Lance	3
Nº Registro Estomago	4
Peso entero estomago (gr)	6
Peso contenido (gr)	7
Peso estomago vacio (gr)	8
Estado estomago (nota 1)	9
Estado contenido (nota 2)	10
Descripci3n contenido	11
Numero de individuos presentes en el estomago (n)	12

Nota 1:

**E** ENTERO  
**SD** SEMIDIGERIDO  
**D** DIGERIDO

Nota 2:

**V** VACIO  
**SLL** SEMILLEN0  
**LL** LLENO  
**D** DISTENDIDO



## 7. Información biológica.

La información biológica recolectada durante el crucero de evaluación de jurel de edad esta contenida en los archivos **Base long-peso.dbf** y **Tallas pruebachi.dbf** se describe a continuación:

<b>Campo</b>	<b>Columna de inicio</b>
Especie	1
Lance	2
Longitud total	3
Peso total	4
Sexo	5

<b>Campo</b>	<b>Columna de inicio</b>
Tallas	1
Lances	2



---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO  
Unidad Edición y Producción  
Blanco 839, Fono 56-32-2151500  
Valparaíso, Chile  
[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)

---



[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)