



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2019

Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y magallanes y la Antártica chilena, año 2019.

Sección I. Merluza del sur

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2020



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2019

Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica chilena, año 2019.

Sección I. Merluza del sur

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2020

REQUIRENTE

**SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO**

Subsecretaria de Economía y
Empresas de Menor Tamaño:
Esteban Carrasco Zambrano

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo
Luis Parot Donoso

Jefe (I) División Investigación Pesquera
Sergio Lillo Vega

JEFE DE PROYECTO

Javier Legua Delgado



SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2020

AUTORES POR OBJETIVO

Estimación hidroacústica de la biomasa y abundancia de merluza del sur
Javier Legua D., René Vargas S.

Determinación de talla y edad de merluza del sur
Vilma Ojeda C., Renato Céspedes M., Lizandro Muñoz R., Karen Hunt J., Angélica Villalón C.

Índice gonadosomático, estadíos de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur
Mauricio Landaeta D., Gustavo Herrera U., Erika López S., Paola Troncoso G.

Importancia relativa fauna acompañante de merluza del sur
René Vargas S.

Ítems alimentarios de merluza del sur
Sebastián Klarian, Carolina Cárcamo, Ivonne Quintanilla, Francisco Fernandoy, Stephanny Curaz, Juan Vargas

Análisis de las agregaciones de merluza del sur
Bernardo Leiva P.

COLABORADORES

Muestreo biológico a bordo

Oscar Nancul Paillamán
Adrián Ibieta Figueroa
Braulio Acuña Guajardo
Juan Linares Huenchupan
Rodrigo San Juan Checure
María Cristina Pérez
Gustavo Merino Andaur
José Beroiza Castillo
Miguel Vegas Acuña



RESUMEN EJECUTIVO

Este documento corresponde al Informe final del proyecto “Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica chilena, Año 2019” y presenta los estimados de biomasa y abundancia, estructura de talla y edad, distribución espacial, fauna acompañante, condiciones reproductivas, características de las agregaciones e ítems alimentarios de la merluza del sur (*Merluccius australis*), observados en agosto de 2019 en la zona sur - austral de Chile.

El proyecto contempló un crucero de prospección acústica y pesquera a bordo del buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos”, el cual, en su primera etapa, denominado crucero 1, se prolongó entre el 7 y el 23 de agosto de 2019 y se orientó a la prospección hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola en el área comprendida entre las latitudes 43°30’S y 47°00’S.

Se efectuaron un total de 54 transectas, 43 separadas cada 5 mn, adicionalmente, en la zona de los cañones de Guafo, Guamblin y Taitao se realizaron 11 intermedias a distancias de 2,5 millas. Se efectuaron 23 lances de pesca de identificación en el total de la zona de estudio.

El stock de merluza del sur presentó una biomasa de 131.443 t ($LC\alpha=5\%= 120.841 - 142.045$ t), valor 14,23% superior al estimado durante el crucero efectuado en agosto de 2018. Por el estimador de bootstrap, la biomasa alcanzó a 128.147 t con un intervalo de confianza entre 117.619 y 138.675 t. La biomasa desovante alcanzó las 70.844 t que representó el 53,9% de la biomasa total.

La abundancia se estimó en 50.812.560 individuos de los cuales 16.995.949 (33%) fueron machos y 33.816.612 (67%) hembras con el método geoestadístico superior en un 22,1% respecto al estimado el 2018. Por el estimador bootstrap la abundancia fue de 49.538.328 individuos. La abundancia desovante se estimó en 16.678.026 de individuos que representó el 32,8% de la abundancia total.

La estructura de talla de merluza del sur en el año 2019, medida en su longitud total (LT), basada en una muestra de 1.176 ejemplares, registró una moda principal de ejemplares adultos entre los 60 y 99 cm y una moda secundaria de ejemplares juveniles (30 - 44 cm). La estructura se caracterizó por estar compuesta principalmente por ejemplares adultos con 66% (tallas superiores e igual a 70 cm), 34% de ejemplares juveniles (tallas menores a 70 cm) y el predominio en la proporción de hembras de 67% respecto de los machos. La estructura modal entre 60 - 99 cm del año 2019 se registró principalmente en latitudes menores en el área de estudio (Guafo y Guamblín); mientras, la moda juvenil entre 30 - 44 cm se registró principalmente en el Cañón Guamblín. La estructura de talla de merluza del sur entre el 2007 y 2019 ha registrado un gradual incremento de la presencia de hembras entre el 48% y 79%; y en los últimos 4 años de estudio la presencia de ejemplares juveniles entre 30 - 44cm y ejemplares adultos superiores a 90 cm.



El estudio de la edad del recurso merluza del sur se focalizó a proporcionar las estructuras del stock parental, separados por sexo, así la proporción sexual que presenta la abundancia en el período de desove, en la serie histórica, es variable, encontrándose generalmente en mayor proporción las hembras. Durante 2019 la abundancia de hembras duplicó la de machos registrándose una relación 1:2,0.

Se obtuvo la estructura de edades en base al estudio de los otolitos, encontrando una composición sostenida por ejemplares desde 2 y los 23 años. En la serie histórica la edad mediana, en general, ha sido menor en machos que en hembras. En los últimos años se presentó una diferencia notable entre la edad mediana de machos y la de hembras. En el presente período se registró edad mediana de 8,2 y 10,5 años en machos y hembras respectivamente, observándose que los machos presentan uno de los valores más bajos de la serie, las hembras al presentar un valor de 10,5 constituye como el menor valor registrado en edad mediana para la zona evaluada del stock parental.

La abundancia del recurso, sin considerar separación por sexos, estuvo sostenida mayoritariamente (71%) por nueve clases que comprenden los GE VI a XIV.

El peso promedio de los ejemplares fue de 2.587 g y con longitud promedio de 72cm. Estos valores corresponden a los menores observados en el período 2000-2019.

Se presentó ejemplares maduros sexualmente en un 50% en el GE XI para machos y en el GE XII para hembras. Tomando este valor como referencia, se puede indicar que el stock parental (maduros) estuvo constituido en un 29% de machos maduros (\geq GE XI) y 44% de hembras maduras (\geq GE XII).

El total de gónadas de hembras de merluza del sur analizadas en laboratorio fueron 783, con un rango de tallas entre 31 y 110 cm de longitud total. El análisis de los estadios de madurez sexual (EMS) en merluza del sur mostró que el proceso de desove se encontraba en desarrollo, con un promedio de 44% de hembras en maduración y maduras. El IGS promedio obtenido fue de 4,3 con valores individuales extremos de 0,11 y 33. Los peces con gónadas inmaduras presentaron un IGS promedio de 0,7 mientras que en las hembras maduras fue de 12,5.

La talla media de madurez se estimó en 73,8 cm LT, valor coincidente con el análisis de EMS con respecto a la longitud total, en donde hembras en maduración y maduras comienzan a verse representadas en el rango 70 - 79 cm LT. La edad media estimada fue de 11,03 años.

Un total de 56 gónadas presentaron las condiciones requeridas para realizar la estimación de la fecundidad modal promedio que alcanzó 2.176.918 y de la fecundidad media total la muestra estimada en 2.870.597.

Durante el crucero fueron capturadas e identificadas un total de 18 especies. La fauna presente en la zona de estudio estuvo compuesta, principalmente, por dos especies: merluza del sur y merluza de cola que conjunto representaron un 98,2% de la captura obtenida en la zona, seguidas en importancia por reineta, tolo pajarito, congrio dorado y merluza de tres aletas. Otras especies estuvieron presentes en muy baja



proporción, representando el 0,1% de la captura total obtenida durante el crucero. La fauna acompañante de merluza del sur, durante el crucero, estuvo compuesta en 97,8% por merluza de cola

Para el análisis de la dinámica trófica de la merluza del sur se analizaron 258 ejemplares de merluza del sur capturados durante el crucero. A estos individuos se les extrajo el estómago y un trozo de tejido. Los dos métodos dan cuenta que la merluza del sur depende de la merluza de cola para su supervivencia, siendo una especie altamente especialista, sin diferencias en la composición de la dieta en los distintos grupos de tamaño considerados. El análisis bayesiano confirma que la merluza del sur es un depredador altamente especialista. Los análisis de isótopos estables dan cuenta de que la merluza del sur es un predador que se alimenta meso pelágicamente.



EXECUTIVE SUMMARY

This document corresponds to the final report of the "Evaluation of southern hake, Hoki and southern blue whiting spawning stock in the external waters between the Los Lagos and Magallanes regions and Chilean Antarctica, 2019". It presents estimates for biomass and abundance, size and age structure, spatial distribution, accompanying fauna, reproductive conditions, and characteristics of aggregation and food items of southern hake (*Merluccius australis*). All data were gathered during a prospecting cruise in August 2019 in southern Chile.

The project included an acoustic and fishing prospecting cruise aboard scientific vessel AGS 61 "Cabo de Hornos". The first stage – cruise 1 – took place between August 7 and 23, 2019. It focused on the hydroacoustic survey of southern hake and tail hake between latitudes 43°30'S and 47°00'S.

Overall, 54 transects were carried out, 43 separated every 5 nm. Additionally, around the Guafo, Guamblin and Taitao canyons, 11 intermediates at distances of 2.5 miles were executed. And 23 identification fishing sets were undertaken in the study area.

Southern hake stock biomass reached 131,443 t ($LC\alpha=5\%= 120,841 - 142,045$ t), 14.23% more than the stock estimated during August 2018. Using the Bootstrap estimator, biomass reached 128,147 t with a confidence interval between 117,619 and 138,675 t. Spawning biomass was 70,844 t, representing 53.9% of the total biomass.

Abundance was estimated with the geostatistical method at 50,812,560 individuals, 22.1% higher than 2018 and 16,995,949 (33%) of the total were males and 33,816,612 (67%) were females. Using the Bootstrap estimator, abundance was 49,538,328 individuals and spawning abundance was estimated at 16,678,026 individuals, representing 32.8% of total abundance.

Southern hake size structure was measured in total length (TL) and based on a sample of 1,176 specimens. It recorded primarily adult specimens between 60 and 99 cm and secondary juvenile specimens of 30-44 cm. The structure was characterized by mainly adult specimens (66%), measuring 70 cm or more, and 34% juvenile specimens (less than 70 cm). Females predominated with 67% compared to males. The modal structure from 60-99 cm was mainly recorded at lower latitudes in the study area (Guafo and Guamblin), while youth trends occurred from 30-44 cm and were mainly recorded in the Guamblin Canyon. Southern hake size structure has gradually increased from 2007 to 2019 for females between 48% and 79%. Over the last four years the presence of juveniles sized 30-44 cm and adult specimens bigger than 90 cm also increased.

Age studies on the resource focused on providing the structures of the parental stock, separated by sex, so the sexual proportion that presents abundance in the spawning period in the historical series is variable, generally concentrating in a higher proportion of females. During 2019, female abundance was double that of males at a ratio of 1:2,0.



Age structure was obtained by studying the otoliths, finding a composition specimens aged 2 to 23 sustained. In the historical series, the median age has generally been lower for males. In recent years, a noticeable difference between the median age of males and females emerged. Presently, median ages of 8.2 and 10.5 years were recorded for males and females, respectively. Males have among the lowest values in the series. The figure for females constitutes the lowest recorded average-age value for parental stock in the evaluated area.

The abundance of the resource, ignoring gender separation, was mostly sustained (71%) by nine classes comprising GE VI to XIV.

Average weight was 2,587 g and with an average length of 72 cm. These values, although lower than in 2018, correspond to the lowest values observed in the period 2000-2019.

Sexually mature specimens were presented in 50% of GE XI for males and GE XII for females. Taking this as reference value indicates that parental stock (mature) consisted of 29% mature males (GE XI) and 44% mature females (GE XII).

In total, 783 gonads of southern hake females were analyzed in the laboratory, as total length ranged from 31 to 110 cm. Analysis of the sexual maturity stages (SMS) in southern hake showed that the spawning process was in full development, with an average of 44% of maturing and mature females involved. The average IGS was 4.3 with extreme individual values of 0.11 and 33. Fish with immature gonads had an average IGS of 0.7 and 12.5 for mature females.

Average size was estimated at 73.8 cm TL, coinciding with the SMS analysis regarding total length, where maturing and mature females begin to be represented in the 70-79 cm TL range. Estimated average age was 11.03 years.

Average modal fertility and total mean fertility were estimated, using 56 samples that presented the conditions required to perform these calculations. Modal fertility equaled 2,176,918 and sample fertility equaled 2,870,597.

During the cruise, 18 species were captured and identified. The fauna in the study area consists mainly of southern hake and tail hake. Both species accounted for 98.2% of the catch obtained in the area, followed in importance by pomfret, birdbeak dogfish, pink cusk-eel and southern blue whiting. Other species were scarcely present, accounting for 0.1% of the total catch. The fauna accompanying southern hake was composed of 97.8% of tail hake.

Thus, for the trophic dynamics of southern hake, 258 southern hake specimens were analyzed. They were caught in the far southern Pacific Ocean during 2019. For sampling, the stomachs and a piece of tissue were removed. The two methods showed that southern hake depends on tail hake for survival, being a highly specialized species. No differences in feeding across the different sizes were found while Bayesian



analysis confirmed that southern hake is a highly specialized predator. Stable isotope analyses show that southern hake is a predator that follows a meso-pelagic diet.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN EJECUTIVO.....	ii
EXECUTIVE SUMMARY	v
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS.....	xi
1. OBJETIVO GENERAL	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
3. ANTECEDENTES.....	2
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	6
4.1 Área y período de estudio	6
4.2 Embarcación y equipos.....	6
4.2.1 Embarcación	6
4.2.2 Equipos	6
4.3 Objetivo específico 1.....	7
4.3.1 Diseño del muestreo	7
4.3.2 Transectas de muestreo acústico	7
4.3.3 Lances de identificación de ecotrazos	8
4.3.4 Identificación de los Ecotrazos.....	8
4.3.5 Estimación de la abundancia y biomasa.....	9
4.3.6 Distribución espacial del recurso	13
4.4 Objetivo específico 2.....	14
4.4.1 Estructura de tallas y proporción sexual	14
4.4.2 Composición de edades del stock de merluza del sur	16
4.5 Objetivo específico 3.....	20
4.5.1 Metodología a bordo	21
4.5.2 Análisis de laboratorio.....	21
4.6 Objetivo específico 4.....	25



4.6.1	Análisis de los datos	26
4.6.2	Análisis comunitario	26
4.6.3	Identificación de agrupaciones específicas.....	26
4.7	Objetivo específico 5.....	27
4.7.1	Área de estudio y número de muestras	27
4.7.2	Trabajo de laboratorio	27
4.7.3	Análisis de datos.....	28
4.8	Objetivo específico 6.....	30
4.8.1	Descriptorios y variables utilizadas en el análisis	30
5.	RESULTADOS	34
5.1	Objetivo específico 1.....	34
5.1.1	Sistema de ecointegración.....	34
5.1.2	Análisis geoestadístico.....	34
5.1.3	Biomasa y abundancia.....	34
5.1.4	Distribución espacial y batimétrica.....	35
5.2	Objetivo específico 2.....	35
5.2.1	Composición de tallas.....	35
5.2.2	Distribución de talla del crucero 2019 respecto de los cruceros anteriores	36
5.2.3	Composición de la estructura de edad.....	37
5.2.4	Claves edad-talla	38
5.3	Objetivo específico 3.....	46
5.3.1	Estadios de madurez sexual (EMS).....	46
5.3.2	Análisis histológico de las gónadas	46
5.3.3	Índice gonadosomático (IGS).....	46
5.3.4	Índices de la actividad reproductiva	47
5.3.5	Talla media y edad media de madurez sexual.....	47
5.3.6	Fecundidad	48
5.4	Objetivo específico 4.....	49
5.4.1	Parámetros comunitarios	50
5.5	Objetivo específico 5.....	51



5.5.1	Análisis de Contenido Estomacal (ACE)	51
5.5.2	Análisis de Isótopos Estables (AIE)	52
5.6	Objetivo específico 6.....	53
5.6.1	Resultados generales descriptivos	53
5.6.2	Resultados de los descriptores según zonas y cañones.....	54
5.6.3	Análisis de componentes principales (ACP)	55
5.6.4	Análisis de red neuronal artificial (2015 a 2019)	56
5.6.5.	Resultados serie 2005 - 2019	57
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	59
7.	CONCLUSIONES	65
8.	REFERENCIAS	68

ANEXOS

- ANEXO 1** Pesca de investigación y decreto supremo 711
- ANEXO 2** Talleres
- ANEXO 3** Personal participante por actividad
- ANEXO 4** Determinar las condiciones bio-oceanográficas presentes en el área de estudio en su contexto histórico (2013 – 2019) y su relación con merluza del sur
- ANEXO 5** Estimación de la fuerza de blanco in situ de merluza del sur en el mar interior de la región de Aysen, año 2020



ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

- Figura 1.** Área de estudio. Se señalan las isolíneas de los veriles y las zonas asociadas a los cañones de profundidad (rectángulos rojos) presentes en la zona de estudio.
- Figura 2.** Buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos”, en el cual se desarrolló el crucero de evaluación.
- Figura 3.** Plano de la red comercial GLORIA 1408 utilizada en el estudio.
- Figura 4.** Localización de (a) transectas de muestreo acústico y (b) lances de pesca de identificación.
- Figura 5.** Frecuencia de tamaños de los ovocitos presentes en un ovario de merluza del sur, *Merluccius australis*, utilizado en estimaciones anteriores de fecundidad. La moda más avanzada corresponde a los ovocitos que serán desovados en la temporada de puesta.
- Figura 6.** Semivariograma de Matheron para merluza del sur. Dirección omnidireccional. Zona total de estudio. Crucero 2019.
- Figura 7.** Distribución espacial de la merluza del sur en el área de prospección. Crucero 2019.
- Figura 8.** Centros de Gravedad de la distribución del stock evaluado de Merluza del Sur. Periodo 2000 a 2019.
- Figura 9.** Profundidad media de la agregación de merluza del sur según zona de estudio (z1: 42°S - 44°29'S; z2: 44°30'S – 45°29'S; z3: 45°30'S – 47°29'S), respecto a los datos operacionales de la red de pesca utilizada.
- Figura 10.** Distribución de talla de merluza del sur por sexo para el área de estudio. B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).
- Figura 11.** Distribución de talla de merluza del sur por área. B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).
- Figura 12.** Distribución de talla de merluza del sur por cañón y fuera de los cañones. B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).
- Figura 13.** Distribución de talla de merluza del sur por rango de profundidad (según profundidad de relinga superior). B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).
- Figura 14.** Distribución relativa de la talla de merluza del sur para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2019.



- Figura 15.** Distribución de los estadísticos históricos de la talla de merluza del sur para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2019.
- Figura 16.** Distribución histórica de intervalos de talla de merluza del sur para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2019.
- Figura 17.** Distribución de talla de merluza del sur por zona para los cruceros hidroacústicos 2017, 2018, 2019 y promedio 2001-2008.
- Figura 18.** Rango de longitudes y tendencia central del muestreo biológico, por sexo, asociado a cada lance de pesca, merluza del sur, crucero de investigación 2019. (1=machos, 2=hembras).
- Figura 19.** Secuencia general de preparación y observación de láminas de otolitos de merluza del sur.
- Figura 20.** Otolito de merluza del sur en sección transversal a nivel del foco. Longitud pez 90cm, macho. Edad: 19.
- Figura 21.** Comparación de las funciones peso- longitud estimadas para merluza del sur por sexo (A) y representación de los parámetros “a” (intercepto) y “b” (pendiente) de esta relación en el período 2000 – 2019 (B).
- Figura 22.** Abundancia por clase de talla (A) y grupos de edad (B) de merluza del sur, por sexo, en las evaluaciones directas efectuadas en el período 2000 – 2019.
- Figura 23.** Proporción sexual de merluza del sur, presente en la abundancia en el período de desove, según año, período 2000 – 2019.
- Figura 24.** Abundancia de merluza del sur, por sexo, en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 – 2019.
- Figura 25.** Edades medianas de merluza del sur, por sexo, presente en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 – 2019.
- Figura 26.** Fracción de merluza del sur (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2000 a 2019. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras.
- Figura 27.** Curvas de madurez estimadas para merluza del sur (machos y hembras), según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2000 a 2019. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras.
- Figura 28.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2019.



- Figura 29.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto de 2019.
- Figura 30.** Ovario de merluza del sur en estadio inicial de desarrollo. Ms 122: Aspecto histológico estadio ovárico I, Virginal. Aumento 5x. L: Lamela; Flecha: Ovocito reserva cromatina nuclear; Ov: Ovocito multinucleolar; Lu: Lumen.
- Figura 31.** Ovario de merluza del sur en estadio inicial de desarrollo. Ms 8: Aspecto histológico estadio ovárico II, Inmaduro (Alveolo Cortical indica inicio proceso vitelogénico). Aumento 10x. L: lamela; Flecha: Gránulo Cortical; n: núcleo Perinucleolar; Lu: Lumen.
- Figura 32.** Ovario de merluza del sur en estadio final de desarrollo. Ms 378: Aspecto histológico estadio ovárico V, Regresión. Aumento 5x. L: Lamela; Lu: Lumen; **: Ovocito reserva cromatina nuclear; *: Ovocito multinucleolar; Flecha: Ovocito hidratado atrésico; Punta flecha: ovocito atrésico.
- Figura 33.** Relación entre el peso de la gónada obtenido a bordo del buque y la registrada en el laboratorio en ejemplares de merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto 2019.
- Figura 34.** Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) \pm la desviación estándar y el error estándar, para cada uno de los estadios de madurez sexual y rango de tallas de la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2019.
- Figura 35.** Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2019, con límites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo lineal generalizado.
- Figura 36.** Relación entre la fecundidad modal con a) el peso del cuerpo menos el peso de la gónada y b) la longitud total. Merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2019.
- Figura 37.** Participación de las principales especies capturadas, respecto captura total estandarizada crucero. Año 2019.
- Figura 38.** Participación de la fauna acompañante de merluza del sur. Año 2019.
- Figura 39.** Participación (%) respecto de la captura total estandarizada por subzona de: a) principales especies capturadas durante el crucero; b) fauna acompañante de merluza del sur. Año 2019.
- Figura 40.** Distribución y frecuencia de ocurrencia por veril de profundidad de merluza del sur y su fauna acompañante. Año 2019.
- Figura 41.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros de evaluación directa. Evaluaciones 2000 a 2019.



- Figura 42.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros de evaluación directa. Evaluaciones 2000 a 2019.
- Figura 43.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2019.
- Figura 44.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2019.
- Figura 45.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2019.
- Figura 46.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDS) de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2019.
- Figura 47.** Dieta de la merluza del sur en base al contenido estomacal observado.
- Figura 48.** Dieta por sexos de la merluza del sur en base al contenido estomacal observado.
- Figura 49.** Dieta por grupos de tamaños de la merluza del sur en base al contenido estomacal observado. Y G1: grupo de tamaño $\leq 75,7$ cm LT; G2: grupo de tamaño $>75,7$ cm LT.
- Figura 50.** Relación entre los tamaños de las presas (merluza de cola) y tamaños de merluza del sur en aguas del Océano Pacífico sur austral, crucero hidroacústico 2019.
- Figura 51.** Densidad de Kernell para la probabilidad de captura de a) merluza de cola y b) peces mesopelágicos como presas de merluza del sur en aguas del Océano
- Figura 52.** Serie de tiempo (1992-2019) de las presas encontradas en los estómagos de la merluza del sur.
- Figura 53.** Representación gráfica del sistema pesquero estudiado para la temporada del crucero hidroacústico 2019. M3A; Merluza de tres aletas. MCOL; Merluza de cola, MAU; merluza del sur.
- Figura 54.** Modelos de mezcla para la asimilación de las presas de merluza del sur en sus distintos grupos de tamaños a) G1 y b) G2.
- Figura 55.** Bi-plot $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ para los distintos grupos de tamaños, en a) la grafica de las medias, y b) relación con el total de los individuos.
- Figura 56.** Diagramas de caja de los descriptores: morfológicos largo, alto y elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del



fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²). Agosto 2019.

- Figura 57.** Diagramas de caja de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²). Según cañon. Agosto 2019.
- Figura 58.** Diagrama de caja de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²). Según zona. Agosto 2019.
- Figura 59.** Diagrama de caja de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²). Según rango de fondo. Agosto 2019.
- Figura 60.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes. Agosto 2019.
- Figura 61.** Arquitectura de la red neuronal utilizada por el modelo perceptrón multicapa.
- Figura 62.** Curva de COR resultante de la arquitectura de diseño de la red neuronal.
- Figura 63.** Valores promedio de descriptores morfológicos (largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal), batimétricos (profundidad agregación, profundidad fondo e índice de altura) y de energía (NASC y densidad). Años 2005-2019.
- Figura 64.** Biomasa total y desovante (t) histórica de merluza del sur.
- Figura 65.** Abundancia (Millones de ejemplares) – Longitud (LT en cm) histórica de merluza del sur periodo 2000 – 2019.
- Figura 66.** Distribución de las estaciones de CTDO para el 2019 y sección latitudinal seleccionada para las variables oceanográficas.
- Figura 67.** Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2019.
- Figura 68.** Distribución de las estaciones de CTDO para el 2013 y sección latitudinal de las variables oceanográficas.
- Figura 69.** Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2013.



- Figura 70.** Distribución de las estaciones de CTDO para el 2014 y sección latitudinal de las variables oceanográficas.
- Figura 71.** Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2014.
- Figura 72.** Distribución de las estaciones de CTDO para el 2015 y sección latitudinal de las variables oceanográficas.
- Figura 73.** Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2015.
- Figura 74.** Distribución de las estaciones de CTDO para el 2016 y sección latitudinal de las variables oceanográficas.
- Figura 75.** Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2016.
- Figura 76.** Distribución de las estaciones de CTDO para el 2017 y sección latitudinal de las variables oceanográficas.
- Figura 77.** Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2017.
- Figura 78.** Distribución de las estaciones de CTDO para el 2018 y sección latitudinal de las variables oceanográficas.
- Figura 79.** Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2018.
- Figura 80.** Sección latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2019.
- Figura 81.** Sección latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2013.
- Figura 82.** Sección latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2014.
- Figura 83.** Sección latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2015.
- Figura 84.** Sección latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2016.
- Figura 85.** Sección latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2017.
- Figura 86.** Sección latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2018.
- Figura 87.** Sección latitudinal de concentración de oxígeno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2013.
- Figura 88.** Sección latitudinal de concentración de oxígeno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2014.



- Figura 89.** Sección latitudinal de concentración de oxígeno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2015.
- Figura 90.** Sección latitudinal de concentración de oxígeno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2016.
- Figura 91.** Sección latitudinal de concentración de oxígeno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2017.
- Figura 92.** Sección latitudinal de concentración de oxígeno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2018.
- Figura 93.** Diagrama T-S campaña 2019.
- Figura 94.** Diagramas T-S de las campañas históricas entre el 2013 y 2018.
- Figura 95.** Patrones de (a) TSM(Temperatura Superficial del Mar), (b) Salinidad superficial, (c) altura superficial del mar y corrientes superficiales, y (d) profundidad de capa de mezcla (basada en σ_θ) durante el agosto del 2019.
- Figura 96.** Distribución de oxígeno disuelto en (a) superficie, (b) 100 m, (c) 200 m, y (d) 300 m durante agosto del 2019.
- Figura 97.** Patrones superficiales de (a) clorofila, (b) fitoplancton, (c) producción primaria, y (d) profundidad de capa mezcla durante agosto del 2019.
- Figura 98.** Anomalías de la clorofila superficial (mg/ m^3) de Agosto durante el periodo 2010-2019.
- Figura 99.** Anomalías de la TSM ($^\circ\text{C}$) de Agosto durante el periodo 2010-2019.
- Figura 100.** Anomalías de la salinidad superficial de Agosto durante el periodo 2010-2019.
- Figura 101.** Anomalías del viento (m s^{-1}) de Agosto durante el periodo 2010-2019.
- Figura 102.** Anomalías de la altura superficial del mar (cm) de Agosto durante el periodo 2010-2019. Vectores indican anomalías de las corrientes superficiales.
- Figura 103.** Anomalías de la concentración de fitoplancton superficial (mmol C m^{-3}) de Agosto durante el periodo 2010-2019.
- Figura 104.** Anomalías de la producción primaria superficial ($\text{mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$) de Agosto durante el periodo 2010-2019.



- Figura 105.** Perfiles verticales de temperatura (T, °C) y salinidad (S, psu), y (b,d,f) secciones de oxígeno disuelto ($\mu\text{mol m}^{-3}$) con SA de merluza del sur (círculos negros, tamaño proporcional al Sa) a diferentes rango latitudinales durante agosto del 2019. Patrones de oxígeno disuelto fueron derivado del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product.
- Figura 106.** Histograma de frecuencia de oxígeno disuelto (O_2), salinidad y temperatura a la profundidad media de las agregaciones de merluza del sur entre 43°S y 47°S durante prospección 2019. Las distribuciones de frecuencia fueron ponderada por el Sa. Valores de O_2 fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product. Valores de salinidad y temperatura fueron derivados de HYCOM + NCODA Global $1/12^\circ$.
- Figura 107.** Patrones horizontales de oxígeno, salinidad y fitoplancton subsuperficial (200-450 m) y clorofila superficial y distribución del Sa de merluza del sur durante crucero 2019. Patrones de O_2 , fitoplancton y clorofila fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product. Patrones de salinidad fueron derivados de HYCOM + NCODA Global $1/12^\circ$.
- Figura 108.** Relaciones del Sa de merluza del sur con salinidad, oxígeno y fitoplancton a la profundidad media de las agregaciones durante crucero de evaluación acústica 2019. Valores de oxígeno y fitoplancton fueron derivado del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product. Salinidad fue derivada de HYCOM + NCODA Global $1/12^\circ$.
- Figura 109.** Profundidad media de las agregaciones (Zme) durante prospección del (a) 2019 y (b) periodo 2013-2019. Líneas de contornos corresponden a las isobatas de 250, 500 y 1,000 m. Batimetría fue obtenida de la base de datos GEBCO_2019 (<https://www.gebco.net>).
- Figura 110.** Concentración de Oxígeno disuelto subsuperficial (200-450 m; color) y distribución de merluza del sur (círculos negros, tamaño proporcional al Sa) durante prospecciones del periodo 2017-2019. Patrones de oxígeno fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product.
- Figura 111.** Concentración de Fitoplancton subsuperficial (200-450 m; color) y distribución de merluza del sur (círculos negros, tamaño proporcional al Sa) durante prospecciones del periodo 2017-2019. Patrones de fitoplancton fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product.
- Figura 112.** Salinidad sub-superficial (200-450 m; color) y distribución de merluza del sur (círculos negros, tamaño proporcional al Sa) durante prospecciones del periodo 2014-2019. Patrones de salinidad fueron derivados de HYCOM + NCODA Global $1/12^\circ$.
- Figura 113.** Relaciones históricas del Sa de merluza del sur con la salinidad (2014-2019), oxígeno (2017-2019) y fitoplancton (2017-2019) a la profundidad media de las agregaciones. Valores de oxígeno y fitoplancton fueron derivado del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product. Salinidad fue derivada de HYCOM + NCODA Global $1/12^\circ$.



- Figura 114.** Secciones verticales de oxígeno disuelto del modelo biogeoquímico en 75.75°W y distribución vertical de merluza de sur (círculos negros; tamaño proporcional al Sa; se incluyen todos los registros del crucero) durante las prospecciones de 2017, 2018 y 2019. Patrones de oxígeno fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product.
- Figura 115.** Secciones vertical de salinidad en 75.75°W y distribución vertical de merluza del sur (círculos negros; tamaño proporcional al Sa; se incluyen todos los registros del crucero) durante las prospecciones de 2014-2019.
- Figura 116.** Secciones verticales de temperatura en 75.75°W y distribución vertical de merluza del sur (círculos negros; tamaño proporcional al Sa; se incluyen todos los registros del crucero) durante las prospecciones de 2014-2019.
- Figura 117.** Diagrama de dispersión de la profundidad media de las agregaciones (Zme) y el oxígeno subsuperficial (200-450 m) promedio del modelo biogeoquímico. Color indica latitud de las agregaciones y tamaño de los círculos es proporcional al Sa de merluza del sur. Línea negra representa modelo lineal ponderado por el Sa (Intercepto=66.4, Pendiente=1.82, $R^2=0.08$).
- Figura 118.** Rendimiento (g/ anz) de botes que capturaron merluza del sur en el mar interior de Aysén. Elaboración propia en base a información de IFOP.
- Figura 119.** Despliegue de mediciones experimentales de fuerza de blanco y sus respectivos espineles calados (puntos rojos), periodo marzo 2020.
- Figura 120.** Características técnicas de transductor ES 38 DD, para insonificación de merluza del sur a profundidad.
- Figura 121.** Equipamiento externo para montaje de transductor ES 38-7 en lancha pesquera DON OSCAR.
- Figura 122.** Plataforma para montaje de transductor ES 38 DD.
- Figura 123.** Estructura de talla de los experimentos de fuerza de blanco de merluza del sur.
- Figura 124.** Esquema de espinel vertical utilizado por el bote a motor BASTIMAR. Cada espinel cuenta con 52 anzuelos.
- Figura 125.** Experimentos por longitud total (cm) y rango de profundidad (m) de las muestras.
- Figura 126.** Total de experiencias por longitud total (cm) y rango de profundidad (m).
- Figura 127.** (a) Ecograma de target de merluza del sur con transductor sumergido ES 38 DD a 200m de la superficie (b) acercamiento a un target individual en el experimento 3.



Figura 128. Ecuación resultante de fuerza de blanco de merluza del sur (— — —). Se presentan dos ecuaciones de la misma especie a modo comparativo (— — — Lillo et al., 1996; — — — Macaulay y Grimes, 2000) y otra ecuación general para gádidos (— — — Foote, 1987 b).



TABLAS

- Tabla 1.** Características principales del buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos”.
- Tabla 2.** Calibración del sistema de eointegración ER60. Buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos”. Crucero 2019.
- Tabla 3.** Datos operacionales de los lances de pesca de identificación. Crucero 2019.
- Tabla 4.** Capturas por especie registradas en los lances de pesca de identificación. Crucero 2019.
- Tabla 5.** Escala de madurez sexual para merluza del sur, *Merluccius australis*, basada en características macroscópicas y microscópicas de la gónada, según Balbontín y Fischer (1981), modificada por Balbontín y Bravo (1993). Se indica la numeración utilizada en la escala del IFOP y entre paréntesis el número original de la escala.
- Tabla 6.** Criterios citológicos e histológicos para la definición de estadios de madurez gonadal en peces teleósteos. FPO, foliculo postovulatorio; VG, vesícula germinal.
- Tabla 7.** Resumen modelación geoestadística y bootstrap de merluza del sur para la zona total de estudio. Crucero 2019.
- Tabla 8.** Estimado total de biomasa y abundancia, límites de confianza y densidad de merluza del sur. Crucero 2019.
- Tabla 9.** Estimados de abundancia de merluza del sur y participación por sexo. Crucero 2019.
- Tabla 10.** Parámetros de la relación peso - longitud de merluza del sur crucero de evaluación agosto del 2019.
- Tabla 11.** Estimaciones del tamaño del stock usados en los procesos históricos, peso promedio, longitud promedio y proporción sexual, cruceros de merluza del sur 2000 - 2019.
- Tabla 12.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur, machos. Crucero de evaluación 2019.
- Tabla 13.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur, hembras. Crucero de evaluación 2019.
- Tabla 14.** Abundancia por grupo de edad y desviación estándar para merluza del sur por sexo y proporción de ambos según grupo de edad. Crucero de evaluación 2019.



- Tabla 15.** Estimaciones de grupo de edad (GE) al 50% de madurez para merluza del sur, Intervalo de confianza (IC), Límites (LI: límite inferior, LS: límite superior) y número de muestras analizadas (n), por sexo, para años que forman parte de la serie histórica de cruceros de evaluación, 2000-2019.
- Tabla 16.** Índices de la actividad reproductiva de las hembras adultas de la merluza del sur *Merluccius australis*, desde el 7 al 23 de agosto de 2019. LT, longitud promedio; EMS, estadio de madurez sexual; IGS, índice gonadosomático. El cálculo del % de EMS considera peces inmaduros y maduros.
- Tabla 17.** Proporción de hembras maduras a la talla y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2019, mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado.
- Tabla 18.** Talla media de madurez sexual estimada por un ajuste de máxima verosimilitud mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado en la merluza del sur *Merluccius australis*, años 2012 a 2019.
- Tabla 19.** Proporción de individuos maduros a la edad en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2019, mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado.
- Tabla 20.** Fecundidad promedio y fecundidad del total de las hembras maduras de la muestra calculada en estudios realizados en merluza del sur *Merluccius australis*, años 2005 a 2019.
- Tabla 21.** Lista sistemática y el grupo funcional asignado a los taxa encontrados en los estómagos de merluza del sur. Temporada 2019.
- Tabla 22.** Porcentaje de importancia relativa en su forma presa específica (PSIRI) a través de los contenidos estomacales de merluza del sur. %N=porcentaje en número, %P=porcentaje en peso y %F=porcentaje en frecuencia de ocurrencia.
- Tabla 23.** Porcentaje de contribución en su forma bayesiana a través de los contenidos estomacales de merluza del sur. G1: grupo de tamaños <75,5 cm. G2: grupo de tamaños >75,5 cm. ds= desviación estándar. 95% IC= intervalos de credibilidad.
- Tabla 24.** Resumen estadístico de los valores de isotopos de músculos de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, además de sus presas y oferta ambiental, temporada 2019. ds: desviación estándar. n: número de muestras. * En el caso de los eufausidos, fue el número de filtros.
- Tabla 25.** Contribución dietaria de las potenciales presas de merluza del sur a través de inferencia bayesiana. sd: desviación estándar. G1 y G2 grupos de tallas. 95%IC: intervalos de credibilidad.



- Tabla 26.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas. Agosto 2019.
- Tabla 27.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2019.
- Tabla 28.** Valores calculados por el test de Kruskal -Wallis para la comparación de los valores de los descriptores en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2019.
- Tabla 29.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas en cañones 1, 2, y 3 Agosto 2019.
- Tabla 30.** Valores calculados por el test de Kruskal - Wallis para la comparación de los valores de los descriptores entre cañones. Agosto 2019.
- Tabla 31.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas por zona. Agosto 2019.
- Tabla 32.** Valores calculados por el test de Kruskal -Wallis para la comparación de los valores de los descriptores según zona. Agosto 2019.
- Tabla 33.** Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas por rango de fondo. Agosto 2019.
- Tabla 34.** Valores calculados por el test de Kruskal - Wallis para la comparación de los valores de los descriptores según rangos de fondo. Agosto 2019.
- Tabla 35.** Matriz de correlaciones entre las variables originales. Agosto 2019.
- Tabla 36.** Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes. Agosto 2019.
- Tabla 37.** Correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Agosto 2019.
- Tabla 38.** Análisis de la red neuronal 2015 a 2019 de las variables morfométricas, batimétricas y de energía.
- Tabla 39.** Área bajo la curva de COR 2015 a 2019 y zona de estudio de las variables morfométricas, batimétricas y de energía.



- Tabla 40.** Tamaño del stock de merluza del sur en prospecciones acústicas, período 1992 - 2018.
- Tabla 41.** Coordenadas de las estaciones de CTDO, localizadas en el Área de Estudio 2019.
- Tabla 42.** Posiciones geográficas de las distintas estaciones históricas de CTDO de los diferentes cruceros hidroacústicos.
- Tabla 43.** Especificaciones técnicas del instrumental utilizados en las diferentes campañas analizadas entre el 2013 y 2019.
- Tabla 44.** Estadística básica de la temperatura en las distintas estaciones oceanográficas 2019.
- Tabla 45.** Estadística básica de la temperatura en las distintas estaciones oceanográficas del 2013.
- Tabla 46.** Estadística básica de la temperatura en las distintas estaciones oceanográficas 2014.
- Tabla 47.** Estadística básica de la temperatura en las distintas estaciones oceanográficas 2015.
- Tabla 48.** Estadística básica de la temperatura en las distintas estaciones oceanográficas 2016.
- Tabla 49.** Estadística básica de la temperatura en las distintas estaciones oceanográficas 2017.
- Tabla 50.** Estadística básica de la temperatura (°C) en las distintas estaciones oceanográficas 2018.
- Tabla 51.** Estadística básica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanográficas 2019.
- Tabla 52.** Estadística básica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanográficas 2013.
- Tabla 53.** Estadística básica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanográficas 2014.
- Tabla 54.** Estadística básica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanográficas 2015.
- Tabla 55.** Estadística básica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanográficas 2016.
- Tabla 56.** Estadística básica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanográficas 2017.
- Tabla 57.** Estadística básica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanográficas 2018.



- Tabla 58.** Estadística básica de la concentración de oxígeno disuelto (ml/l) campaña 2013.
- Tabla 59.** Estadística básica de la concentración de oxígeno disuelto (ml/l) campaña 2014.
- Tabla 60.** Estadística básica de la concentración de oxígeno disuelto (ml/l) campaña 2015.
- Tabla 61.** Estadística básica de la concentración de oxígeno disuelto (ml/l) campaña 2016.
- Tabla 62.** Estadística básica de la concentración de oxígeno disuelto (ml/l) campaña 2017.
- Tabla 63.** Estadística básica de la concentración de oxígeno disuelto (ml/l) campaña 2018.
- Tabla 64.** Estadísticas descriptivas para la profundidad media (Zme), longitud y latitud de las agregaciones de merluza del sur durante cruceros 2014-2019. Promedio y desviación estándar fueron ponderados por el Sa del recurso.
- Tabla 65.** Características principales de las embarcaciones que se utilizaran en el estudio.
- Tabla 66.** Calibración sistemas acústicos.
- Tabla 67.** Bitácora operacional bote a motor BASTIMAR. Crucero de medición de fuerza de blanco de merluza del sur 2020.
- Tabla 68.** Bitácora de captura bote a motor BASTIMAR. Crucero de medición de fuerza de blanco de merluza del sur 2020.
- Tabla 69.** Rangos de profundidad asociados a cada experimento.
- Tabla 70.** Mediciones de fuerza de blanco de merluza del sur en aguas interiores de la región de Aysen, año 2020.
- Tabla 71.** Estadística de la ecuación de fuerza de blanco. Análisis de varianza.



1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en las aguas exteriores entre las regiones de los Lagos y Magallanes y la Antártica Chilena.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1 Estimar el tamaño del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio.
- 2 Determinar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas.
- 3 Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.
- 4 Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio.
- 5 Caracterizar la composición alimentaria de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en el área de estudio.
- 6 Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registrada acústicamente en el área de estudio.



3. ANTECEDENTES

El nacimiento de la pesquería demersal sur – austral tuvo lugar en 1972, cuando naves arrastreras factorías de origen soviético iniciaron la extracción de recursos ícticos presentes en aguas oceánicas, al amparo de un convenio suscrito entre el gobierno de Chile y la ex URSS. El impulso definitivo de esta actividad se logró al ser dictado el Decreto Ley N°500, en 1974, que estableció un régimen provisional para la operación de barcos pesqueros de bandera extranjera en aguas bajo jurisdicción nacional. Este decreto fue reemplazado en 1978 por el DL N°600, que generó empresas chilenas con capital extranjero o mixto, y embarcaciones debidamente nacionalizadas, matriculadas y registradas en Chile (Arana, 2012).

La pesquería demersal sur – austral se desarrolla en el área comprendida entre el paralelo 41°28,6' L.S. y el extremo sur del país (57°S). La actividad industrial está limitada a aguas exteriores por fuera de las líneas de base recta y se subdivide en dos unidades que son la Unidad de Pesquería Norte (UPN) desde el 41°28,6' L.S al 47° hasta las 60 millas y Unidad de Pesquería Sur (UPS) desde el paralelo 47° L.S. al extremo sur y hasta las 80 millas. La pesca artesanal que opera en el mar interior, se encuentra regionalizada en Región de los Lagos, De Aysén Del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y La Antártica Chilena.

Esta pesquería, es de carácter multiespecífico y orientada a la explotación de merluza del sur (*Merluccius australis*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Las capturas de merluza austral en Chile comenzaron en 1976 con la incorporación de flotas y plantas de procesamiento asiáticas y europeas; posteriormente se agregaron en 1984 una flota de buques arrastreros hieleros y entre 1986 – 1987 otras dos flotas compuestas por embarcaciones palangreras fábricas y hieleras. Además, a partir de 1984 se produce el desarrollo de una pesquería de carácter artesanal en la zona de aguas interiores de las regiones de los Lagos a Magallanes y la Antártica Chilena, orientada principalmente a la captura de merluza del sur; existiendo registros pesqueros de desembarques oficiales desde 1979 (SERNAPESCA, 1980). Los desembarques totales alcanzaron rápidamente 44.000 t en 1979, luego disminuyeron a 25.000 t en 1985, para pasar a un máximo histórico de 70.000 t en 1988. Luego en 1993 hubo una disminución de los desembarques de forma constante a 21.000 t, seguido de un lento aumento de 30.000 t en los años 2000. Para pasar desde 2004 a 2014 a una disminución paulatina a las 12.000 t, para llegar al 2017 con un pequeño aumento de los desembarques oficiales totales cercanos a las 16.000 t.

Las evaluaciones de merluza austral en Chile datan de 1992 intermitentemente, con aportes del Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA) con tres proyectos que evaluaron acústicamente la especie (Payá *et al.*, 1993; Lillo *et al.*, 1995, Lillo *et al.*, 1997) en su zona principal de desove. Desde el año 2000 hasta el 2013 el FIPA financió una serie anual de proyectos orientados a estimar el stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, que han permitido, además del conocimiento biológico de las especies, obtener una serie histórica del tamaño del stock. Desde el año 2014 este proyecto se realiza como parte del convenio de desempeño entre la Subsecretaría de



Economía y Empresas de Menor Tamaño y el IFOP. Toda la información generada de estos proyectos son un importante apoyo para la toma de decisiones de la administración pesquera (Lillo *et al.*, 2000 a 2017; Legua *et al.*, 2018, 2019 a).

Entre el año 2006 y 2017 la distribución de tallas en capturas industriales de merluza del sur registró formas similares y unimodales mostrando cierta estabilidad y estuvieron constituidas por ejemplares adultos entre 70 y 99 cm LT. (Céspedes *et al.*, 2017). Respecto de la proporción de ejemplares adultos (> 70 cm LT) en capturas industriales la participación es mayor al 75%, tallas (<70 cm LT) son históricamente escasas, en torno al 15%. (Céspedes *et al.*, 2016). Tomando en consideración que la información obtenida está sesgada, pues los datos obtenidos provienen del programa de seguimiento de pesquerías demersales, donde el observador científico recoge la muestra del lance de pesca industrial, el cual tiene una intencionalidad y selección del arte de pesca, para capturar las tallas comerciales. Esta pesquería demersal austral, esta sectorizada y dividida en arrastrera norte exterior, zona sur exterior, palangre norte y sur.

En lo que respecta al proceso de desove, hito biológico considerado como referencia para definir el período de la pesca de investigación los datos provenientes de los muestreos biológicos de merluza del sur realizados en naves de la flota pesquera en el período 1982-1997, muestran para el cuatrimestre junio – septiembre la presencia de ejemplares en proceso reproductivo en un área que se extiende entre las latitudes 41° y 57°S, con una fuerte concentración al final del período asociada a una mayor actividad reproductiva en el área aledaña a las islas Guafo y Guablín (44° - 47°S). Por otra parte, Chong (1991), señala que la merluza del sur presenta un ciclo de madurez gonádica que se inicia en febrero y abril con el desarrollo de ovocitos previtelogénicos y vitelogénicos, siendo estos últimos preponderantes en mayo y junio, culminando la madurez con desoves masivos en el trimestre julio – septiembre, en tanto que Balbontín y Bravo (1993) señalan también la existencia de un desove masivo en agosto con una rápida recuperación del ovario.

Por otra parte, estimaciones de IGS de merluza del sur con datos obtenidos desde la flota pesquera, han registrado altos valores en junio – julio seguido de una disminución en agosto – septiembre, aunque la disminución de agosto sería el efecto de un bajo nivel de muestreo, efecto de la veda reproductiva de la pesquería y no a un desfase temporal del proceso reproductivo. Tal aseveración se fundamenta en el análisis de IGS diario estimados para la zona de estudio, donde se observa una clara predominancia de valores altos durante el mes de agosto entre los 43°30' y 47°00' S, indicando en este mes se alcanza el máximo de desove (“pick”) para esta especie. Si bien los métodos tradicionales para observar la madurez gonádica de hembras (macroscópico y microscópico) son los ampliamente utilizados, ambos poseen falencias, es por ello que Flores *et al.* (2019) proponen un “método gonométrico” el cual consiste en mediciones directas del índice gonadosomático (IGS), que expresa el peso gonadal como una proporción del total o peso somático, pudiendo clasificar los individuos en peces inmaduros, maduros activos y maduros inactivos a través de un modelo multinomial logístico el cual entrega un valor de umbral de IGS. Este método resultó ser comparable estadísticamente en precisión al método histológico, y evaluado en especies de la familia *Merlucciidae*, *Gadidae* y *Clupeidae*, y puede ser una herramienta rápida y eficiente para conocer el estado reproductivo de estas especies.



Así mismo, otros estudios reportan actividad reproductiva relativamente intensa en el mar interior reflejado en la presencia de huevos y larvas en aguas de fiordos y canales de la X a XII Región (Bernal y Balbontín, 1999, 2003), Balbontín, 2006; Landaeta y Castro, 2006). Resultados obtenidos por Bustos *et al.*, 2007; describen grandes parches de huevos con embriones no desarrollados (menor a 4 días de edad, > 150 huevos por 10 m²) y abundantes larvas (hasta 385 larvas por 10 m²) de merluza austral en fiordos chilenos durante la primavera austral. Huevos y larvas de preflexión (<9 mm) se detectaron escasamente en aguas oceánicas (menor a 30 individuos por 10m²). Lo cual es un indicador claro, que los fiordos son utilizados como área de crianza para las primeras etapas de merluza del sur. Medina (2013) comparan la composición de ácidos grasos de hembras de merluza del sur provenientes del mar interior como exterior y sus resultados indicarían diferencias entre ambas zonas y que podría tratarse zonas de reproducción diferenciadas de merluza del sur.

Otro elemento importante de incorporar en los análisis de la merluza del sur, son los resultados obtenidos por Brickle *et al.* (2016) quienes mediante el análisis de trazas en otolitos postulan para el stock del Pacífico y Atlántico sur la existencia de un área única de desove localizada en la zona austral de Chile, donde una fracción desconocida de individuos efectuaría una migración de carácter trófico hacia el océano Atlántico. Nuevos estudios derivados del análisis de otolitos mostraron correlaciones positivas y significativas con los gradientes de salinidad vertical; y la frecuencia de Brunt-Väisälä (estabilidad vertical) revelando que, las larvas de *Merluccius australis* fueron mayores en edad, crecieron más rápido y mostraron mayor asimetría, en áreas con mayor influencia de la escorrentía de agua dulce en la Patagonia del Pacífico Sur (Landaeta *et al.*, 2018).

Respecto a la alimentación Bahamonde (1953), para el seno de Reloncaví (aguas interiores) indica que numéricamente el alimento de mayor importancia es la merluza de cola, seguido de crustáceos calianaceos; además señala que el canibalismo es escaso. Ojeda (1981), informa que para la plataforma continental de la Patagonia Chilena (aguas exteriores), la merluza austral consume principalmente merluza de cola y en menor grado merluza de tres aletas (*Micromesistius australis* Norman 1937). Por otra parte, Payá (1992) para merluza austral capturadas en aguas exteriores consideró que la merluza de cola es el alimento más importante, seguido de la merluza de tres aletas.

Esta especie ha sido objeto de estudios pesqueros en las últimas décadas, los que incluyen aquellos ejemplares provenientes tanto de aguas interiores como exteriores de las regiones X y XI (Ojeda 1981, Payá 1992, Lillo *et al.*, 1995; Céspedes *et al.*, 1996; Pool *et al.*, 1997; Lillo *et al.*, 1997; Lillo *et al.*, 2000 a 2017; Legua *et al.*, 2018). Las anteriores investigaciones incluyen análisis de la alimentación de esta especie indicando que la merluza del sur es principalmente ictiófaga con características de estenofagia, siendo la merluza de cola (*Macruronus magellanicus* (Lönnberg, 1907)) el alimento principal.

Para corroborar este tipo de relaciones tróficas se ha utilizado una de las técnicas más antiguas en estudios tróficos que es el análisis de contenido estomacal (ACE). A pesar de su basto tiempo en la comunidad científica, sigue siendo la única técnica que da cuenta de lo que efectivamente ha ingerido el pez. Sin embargo, esta metodología está limitada por el grado de digestión de las presas en el contenido estomacal, siendo necesario analizar un alto número de estómagos para mejorar la precisión del estimado dietario (Keller *et al.*, 2016). Por otro lado, los análisis de isótopos estables (AIE) de nitrógeno



($\delta^{15}\text{N}$) y carbono ($\delta^{13}\text{C}$) entregan inferencias integradas del consumo y del grado de asimilación de la presa con alta precisión, trazando las vías de flujo de energía a través de las redes alimentarias, posición trófica y movimiento de los predadores y sus presas. No obstante, esta técnica presenta limitaciones cuando se tiene baja resolución taxonómica de las presas. Debido a que ambas técnicas presentan sesgos, entonces se ha sugerido el uso complementario de ACE y AIE, permitiendo tener información de lo ingerido efectivamente por el predador junto con estimaciones de la integración e importancia de cada presa (Keller *et al.*, 2016).

Estos 22 proyectos de evaluación hidroacústica, se han desarrollado considerando la escala espacial y temporal de la concentración reproductiva de los recursos objetivos, los cuales definen en forma casi natural el área y período más adecuado para evaluar el stock desovante de las tres especies en sus principales focos de desove. Atendiendo la conveniencia de dar continuidad a una línea de investigación en la zona sur austral, la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño, y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, consideraron en el proyecto de asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura para el año 2019, un estudio para evaluar el stock desovante de los recursos señalados como objetivos.



4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Área y período de estudio

El área de estudio abarcó la plataforma continental, delimitada por los veriles de ~150 y 600 m de profundidad, entre las latitudes 43°30'S y 47°05'S (**Figura 1**). El crucero de prospección se desarrolló entre el 7 y 23 de agosto del 2019.

4.2 Embarcación y equipos

4.2.1 Embarcación

La embarcación utilizada fue el buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos” (**Figura 2, Tabla 1**). La nave posee un sistema de propulsión diesel eléctrico y su diseño cumple con la norma ICES 209 respecto a la condición de buques silenciosos (Mitson, 1995).

El AGS 61 Cabo de Hornos es administrado por la Armada de Chile y fue utilizado en modalidad de arriendo. El patrón de pesca y tripulantes de pesca fueron contratados por IFOP.

Fueron solicitadas las debidas autorizaciones: i) de pesca según resolución exenta N° 2.664 y su modificación N°2.935 (**Anexos 1 y 2**), además de ii) autorización a SHOA para navegar en las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena (**Anexo 3**).

4.2.2 Equipos

a) Sistema de ecointegración

Se utilizó un ecosonda científico marca Simrad modelo ER60 con seis transductores (Split - beam transducer) montados sobre una quilla retráctil (drop keel) de frecuencias de 18, 38, 70, 120, 200 y 333 kHz, siendo la frecuencia principal de uso 38 kHz, los archivos fueron almacenados diariamente para su posterior proceso. Se utilizó el software marca SIMRAD ER60 (Versión 2.4.3) para el control de los transceptores en los seis canales de transmisión y la adquisición de los datos. Este ecosonda fue configurado en su frecuencia principal (38 kHz) para transmitir a una potencia de 2.000 W y una duración del pulso de 1,024 ms. Los archivos raw fueron descargados diariamente del servidor del buque y respaldados en discos duros externos.

El sistema de ecointegración, fue calibrado de acuerdo al procedimiento descrito por Foote *et al.* (1987 a), Demer *et al.* (2015) recomendado por el fabricante, el cual consiste en un blanco de referencia de intensidad acústica 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 de referencia, los resultados de la calibración se procesaron en el software ER60 (Versión 2.1.0.12) (**Tabla 2**).



Adicionalmente, se instaló directamente a la CPU del EK60 un inclinómetro digital marca Applied Geomechanics, modelo MD900-7, el cual permitió recolectar datos de ángulos de cabeceo y balance del buque (pitch and roll) a una frecuencia de 4 datos por segundo, lo que permitió compensar la pérdida de señal acústica producida por el movimiento de la nave (Dunford, 2005; Saavedra *et al.*, 2012).

b) Equipos de pesca

Los lances de pesca de identificación fueron realizados con una red de arrastre de mediagua modelo Gloria 1408 con abertura vertical en la boca de 60 – 70 m, según la velocidad de arrastre (**Figura 3**). A la red se instaló un cubrecopo de 50 mm de tamaño de malla, para retener el mayor rango de longitudes de peces posible, manteniendo las condiciones operacionales de estudios anteriores.

El funcionamiento del arte de pesca durante el lance, fue monitoreado mediante una sonda de red, que permitió efectuar un seguimiento del comportamiento de la red (altura, contacto con el fondo, profundidad), además fue instalado un sensor de captura en el copo, a fin de controlar los volúmenes de la pesca. De acuerdo a la Resolución de Pesca N° 2.664 del 30 de julio de 2019 y modificación de acuerdo a resolución exenta N° 2.935 del 28 de agosto de 2019 (**Anexo 1**), se asignaron un total de 20 t de merluza del sur, 60 t de merluza de cola y 40 t de merluza de tres aletas para dar cumplimiento a los objetivos planteados en el proyecto.

4.3 Objetivo específico 1.

*Estimar el tamaño del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio. **Sección merluza del sur.***

4.3.1 Diseño del muestreo

La prospección se efectuó mediante un diseño de muestreo tipo sistemático, el cual asume aleatoriedad en la distribución del recurso en relación con la localización de la primera transecta, el cual, ha sido señalado como el más adecuado en estudios dirigidos a estimar la abundancia y distribución de un recurso pesquero (Rivoirard *et al.*, 2000, Kalikhman, 2002).

4.3.2 Transectas de muestreo acústico

El muestreo acústico del área de estudio se realizó mediante 43 transectas distribuidas de forma sistemática y con dirección perpendicular al sentido general de la costa, cubriendo veriles de ~150 a 600 m de profundidad. La distancia entre dos transectas adyacentes fue de 5 mn (**Figura 4**) y se intensificó el muestreo acústico en la zona de los cañones existentes en la zona de estudio.



La densidad acústica, intensidad de blanco y la profundidad del fondo, se recolectaron de manera continua y georreferenciada durante las transectas; discretizadas en intervalos básicos de muestreo (I.B.M) de 0,5 mn.

4.3.3 Lances de identificación de ecotrazos

En el desarrollo del crucero de prospección, se realizaron 23 lances de pesca de identificación. La profundidad de trabajo de la relinga superior de la red, varió entre 155 y 382 m (**Figura 1, Tabla 3**) desarrollando una abertura vertical en la boca de la red que oscila entre los 56 y 85 m. Para los efectos de identificación de *δ*atagonia, especies y toma de muestras biológicas, la unidad de muestreo fue el lance de pesca, obteniéndose en cada uno de ellos los datos de las distintas especies presentes en la captura.

La captura total correspondió a 22.017,3 kg de los cuales merluza del sur contribuyó con el 23,4% del total, mientras que merluza de cola y merluza de tres aletas registraron aportes de 74,2% y 0,3% a la captura total, respectivamente. Las dos primeras especies se registraron en el 95,6% de los lances realizados, mientras que la merluza de 3 aletas se observa en el 47,8% de ello. Estas tres especies contribuyeron con el 97,9% de la captura registrada en este primer crucero, mientras que otras especies aportaron el 2,1% (**Tabla 4**).

4.3.4 Identificación de los Ecotrazos

Los datos acústicos fueron analizados mediante los métodos estándares utilizados en ecointegración (Simmonds y MacLennan, 2005) en primer lugar se examinaron los ecogramas para detectar errores asociados a la posición geográfica, integración del fondo e interferencia de otros equipos acústicos, procediéndose en el caso de detectarse alguno de los tipos de errores antes señalado, a efectuar las correcciones pertinentes. Se utilizó el software de procesamiento acústico Echoview® versión 7.1 para todo el proceso de la información acústica.

Posteriormente se efectuó el proceso de identificación de los ecotrazos, considerando para ello: i) Información de los lances de pesca de identificación, ii) tipo (disperso – estrato – cardumen), morfología y nivel de intensidad del ecotrazo y iii) profundidad del ecotrazo.

La asignación de las unidades de ecointegración (s_A) correspondiente a aquellos registros acústicos asociados a lances de pesca con más de una especie en la captura se efectuó mediante la estimación de proporción acústica propuesta por Simmonds y MacLennan (2005) y Bodholt (1991) la cual plantea, que la contribución de especie (E_j) a las unidades de ecointegración (E_m), es proporcional a su aporte en la captura (w_j) y su coeficiente de dispersión acústica (σ_j) en relación al total:

$$E_j = \frac{w_j * \bar{\sigma}_j * E_m}{\sum(w_i * \bar{\sigma}_i)}$$

$$\bar{\sigma}_i = 4 * \pi * 10^{(TS_i)/10}$$



Para la estimaci3n del coeficiente de dispersi3n ac3stica se utilizaron las siguientes relaciones de fuerza de blanco:

Merluza del sur	TS = 20 * Log (L) – 68,1 (dB)	(Lillo <i>et al.</i> , 1996)
Merluza de cola	TS = 20,2 * Log (L) – 73,1 (dB)	(Lillo <i>et al.</i> , 2005a)
Merluza de tres aletas	TS = 20 * Log (L) – 68,5 (dB)	(Lillo <i>et al.</i> , 1996)

4.3.4.1 Correcci3n fuente de error producida por movimiento del transductor

La p3rdida de informaci3n generada durante la prospecci3n por los cambios en la orientaci3n del transductor entre el momento de la transmisi3n del pulso y su recepci3n y que puede ser severa en casos de mal tiempo (Simmonds y MacLennan, 2005) fue compensada determinando los 3ngulos de inclinaci3n longitudinal (pitch) y lateral (roll) con un sensor de movimiento instalado en el puente de la embarcaci3n y conectado al computador del ER60, el cual tom3 muestras continuas de la inclinaci3n a raz3n de 240 muestras por minuto.

Para efectos de incorporar y compensar la se1al ac3stica se utiliz3 el m3dulo de operador avanzado “*Motion correction (Dunford method)*” de Echoview® (versi3n 7.1.36.30718) el cual permite corregir pulso a pulso la atenuaci3n de se1al mediante el m3todo de Dunford (Dunford, 2005). Aun as3, a fin de minimizar el movimiento lateral y longitudinal de la embarcaci3n, las transectas se intentan realizar generalmente con viento en popa o por la aleta del buque, intentando minimizar con esto la p3rdida de se1al por este concepto (Saavedra *et al.*, 2012).

4.3.5 Estimaci3n de la abundancia y biomasa.

La estimaci3n de la abundancia y biomasa del stock a partir de los datos ac3sticos, se realiz3 mediante dos tipos de estimadores, uno de raz3n bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) y otro geoestad3stico (Rivoirard *et al.*, 2000).

- **M3todo bootstrap**

La densidad media (\hat{Z}_R) se estima como:

$$\hat{Z}_R = \sum \frac{Z_j}{G}$$

Siendo un estimador de raz3n obtenido de la *j*-3sima iteraci3n de muestra de tama1o “*n*” seleccionada, con reposici3n, de la muestra original y “*G*” representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

La abundancia y la biomasa se estimaron como:



$$\hat{A}_R = a_R * \hat{Z}_R * \bar{\sigma}^{-1}$$

$$\hat{B}_R = \hat{A}_R * \bar{w}$$

Donde,

- $\bar{\sigma}$ = $4 * \pi * 10^{\frac{\overline{TS}}{10}}$ evaluada a la talla promedio de la fracción del stock evaluado.
 \hat{A}_R = abundancia (en número).
 A_R = área de distribución del recurso (mn²).
 \bar{w} = peso promedio (t).
 \hat{B}_R = biomasa (t).

La varianza de la abundancia (\hat{A}_R) y biomasa (\hat{B}_R) se estimó como:

$$\hat{V}_1(\hat{A}_R) = a_R^2 * \left[\left(\frac{1}{\bar{\sigma}^2} \right)^2 * \hat{V}(\hat{Z}_R) + \hat{Z}_R^2 * \hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) - \hat{V}(\hat{Z}_R) * \hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) \right]$$

$$\hat{V}_1(\hat{B}_R) = \hat{V}(\hat{A}_R) * \hat{w}^2 + \hat{V}(\hat{w}) * \hat{A}_R^2 - \hat{V}(\hat{A}_R) * \hat{V}(\hat{w})$$

$$\hat{V}(\hat{Z}_R) = \frac{1}{(G-1)} \sum_{i=1}^G (\hat{Z}_R - \bar{Z})^2$$

- **Estimador geoestadístico**

En este método, las estaciones de muestreo (UBM) se asumen fijas y los valores de la variable estudiada (densidad local) son considerados variables aleatorias en cada punto del espacio (área de estudio), esto permite modelar su variabilidad espacial y efectuar estimaciones puntuales o globales (Petitgas, 1991).

La densidad media ponderada \hat{Z}_{gs} de merluza de cola se estimó mediante el uso del método de kriging. En primer lugar, se estimaron mediante una grilla de interpolación las densidades locales (Z_{x0}^*) en los diferentes nodos a partir de las densidades locales observadas ($Z_{w(x)}$) como:

$$Z_{x0}^* = \sum_{i=1}^m r_i * Z_{w(x)i}$$



Donde r_i representan los factores ponderadores, que deben sumar uno para que la estimación sea insesgada.

Una vez estimado los valores de los nodos de la grilla de interpolación, la densidad media se estimó como el promedio de los valores estimados en los nodos (m) correspondientes de la grilla de interpolación como:

$$\hat{Z}_{gs} = \frac{1}{V} \int Z_{x0}^* dx = \frac{1}{m} \sum Z_{x0}^*$$

La abundancia (\hat{A}_{gs}) y la biomasa (\hat{B}_{gs}) se estimaron como:

$$\hat{A}_{gs} = \hat{a}_{gs} * \bar{Z}_{gs} / \sigma_k$$

$$\hat{B}_{gs} = \hat{A}_{gs} * \bar{w}$$

$$\sigma_k = 4\pi(10^{0,1*TS_k})$$

Donde,

\hat{A}_{gs} = abundancia (en número).

\hat{a}_{gs} = área de presencia del recurso.

\bar{Z}_{gs} = densidad promedio de merluza de cola (N°/mn²).

\bar{w} = peso promedio de merluza de cola (t).

\hat{B}_{gs} = biomasa (t).

$\bar{\sigma}_k$ = evaluada a la talla promedio de la fracción del stock evaluado.

TS_k = Fuerza de blanco de la especie (dB).

La varianza de la abundancia ($\hat{V}(\hat{A}_{gs})$) y la biomasa ($\hat{V}(\hat{B}_{gs})$) se estimaron como:

$$\hat{V}_1(\hat{A}_{gs}) = a_{gs}^2 * \left[\left(\frac{1}{\bar{\sigma}^2} \right)^2 * \hat{V}(\hat{Z}_{gs}) + \hat{Z}_{gs}^2 * \hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) - \hat{V}(\hat{Z}_{gs}) * \hat{V}\left(\frac{1}{\bar{\sigma}}\right) \right]$$

$$\hat{V}_1(\hat{B}_{gs}) = \hat{V}(\hat{A}_{gs}) * \hat{w}^2 + \hat{V}(\hat{w}) * \hat{A}_{gs}^2 - \hat{V}(\hat{A}_{gs}) * \hat{V}(\hat{w})$$



La varianza proveniente de la distribución espacial del recurso ($\hat{V}(\hat{Z}_{gs})$), se estimó mediante el método propuesto por Petitgas (1991) y Rivoirard *et al.* (2000), quienes aplican los principios de variables regionalizadas o geoestadística, a la estimación de la varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

$$\hat{V}(\hat{Z}_{gs}) = 2\bar{\gamma}(S,V) - \bar{\gamma}(V,V) - \bar{\gamma}(S,S)$$

La varianza $\hat{V}(\hat{Z}_{gs})$ depende de la estructura espacial a través de tres factores: 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).

El algoritmo de kriging, estima los ponderadores que minimizan la estimación de la varianza, ponderando las muestras de acuerdo a su posición relativa y estructura espacial para generar un estimador insesgado mínimo de la varianza (Cressie, 1991; Rivoirard *et al.*, 2000).

El ajuste de los variogramas se efectuó mediante el programa R Project (R Core Team, 2014) y se realizó un análisis espacial de los datos a través del paquete Rgeostats V 11.0.1 (Renard *et al.*, 2015) el paquete incluye funciones y métodos de lectura y preparación de datos, análisis exploratorio e inferencia sobre parámetros de modelos. Incluye, diferentes modelos de variogramas y métodos de interpolación espacial.

- **Modelos de Semivariograma.**

Para caracterizar la estructura espacial de la variable en estudio, la construcción de un modelo es esencial. Estos modelos pueden dividirse en no acotados (lineal, logarítmico, potencial) y acotados (esférico, exponencial, gaussiano), los calculados para la especie objetivo fueron exponencial y esférico y ambos tienen tres parámetros comunes que son:

- Efecto nugget (pepita): representa una discontinuidad puntual del semivariograma en el origen y puede indicar que parte de la estructura espacial se concentra a distancias inferiores a las observadas.
- Sill (meseta): es el límite del semivariograma cuando la distancia h tiende al infinito.
- Rango: corresponde a la distancia a partir de la cual dos observaciones no presentan dependencia espacial, también se conoce como zona de influencia.



Modelos de variogramas utilizados:

- **Esférico** (Cressie, 1991)

$$\gamma(h; \theta) = \begin{cases} 0, & \|h\| = 0 \\ c_0 + c_1 \cdot \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{\|h\|}{\alpha_x} - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\|h\|}{\alpha_x} \right)^3 \right), & 0 < \|h\| \leq \alpha_x \\ c_0 + c_1, & \|h\| \geq \alpha_x \end{cases}$$

- **Exponencial** (Cressie, 1991)

$$\gamma(h; \theta) = \begin{cases} 0, & \|h\| = 0 \\ c_0 + c_1 \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{\|h\|}{\alpha_x} \right)} \right), & \|h\| \neq 0 \end{cases}$$

4.3.5.1 Estimación del área.

El área de presencia del recurso objetivo se computará mediante la función calcArea del paquete PBSmapping (Schnute, 2004) y estimada como (Rokne, 1996).

$$A = \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^{n-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

Donde (x_i, y_i) son los vértices del polígono para $i = 1, \dots, n$ y donde los vértices 1 y n corresponden al mismo punto $(x_1, y_1) = (x_n, y_n)$. Esta fórmula asume unidades idénticas para x e y (relación de aspecto 1).

El área de efectiva de distribución se considerará a partir de las observaciones positivas y su área de influencia.

4.3.6 Distribución espacial del recurso

La distribución espacial de un recurso en el área prospectada, se presentará como una carta de contornos que representa curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo ver de manera clara las áreas de



mayor concentración de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005). La interpolación generada para cada punto del grillado es utilizada para la confección de un mapa de contornos en donde se presenta la estimación media de las densidades acústicas para la zona total analizada. Esta carta de distribución se confecciona de acuerdo a una escala de categorías de densidad similar a la utilizada en los estudios previos de cada recurso y el mapeo se realiza mediante el software (Surfer 8.0).

La posición media de la distribución ó centro de masa (CG) e inercia (I) se calculó mediante la expresión (Woillez *et al.*, 2007):

$$CG_i = \frac{\int x_i^* \cdot z(x) \, dx}{\int z(x) \, dx} \quad I_i = \frac{\int (x_i - CG)^2 \cdot z(x) \, dx}{\int z(x) \, dx}$$

Donde x_i representa la posición espacial de la muestra y $z(x)$ la densidad en el punto "i".

4.4 Objetivo específico 2.

Determinar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas. Sección Merluza del sur.

4.4.1 Estructura de tallas y proporción sexual

En la estimación de la estructura de talla y la proporción sexual de merluza del sur se empleó un diseño de muestreo bi-etápico, siendo la unidad de muestreo primario el lance de pesca y la unidad de segunda etapa fue la submuestra al azar de ejemplares de la captura de los lances de identificación de los ecotrazos. En cada muestreo se registró los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posición, profundidad y captura), y los datos del muestreo biológico, como: talla, sexo y frecuencia.

La composición de talla fue estimada por una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca, empleando como factor de ponderación los valores de capturas, correspondientes a cada uno de los lances. Las distribuciones de tallas de merluza de cola obtenidas fueron representadas de forma gráfica, y apoyados también con distribuciones de tallas acumuladas.

Estimador de la estructura de talla de la captura por sexo (\hat{P}_k) y su varianza ($\hat{V}(\hat{P}_k)$)

$$\hat{p}_k = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_0} \hat{p}_{ki}$$
$$\hat{V}(\hat{p}_k) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) * \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{C_i^2}{\bar{C}^2_0} \frac{[\hat{p}_{ki} - \hat{p}_k]^2}{n-1} + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{C_i^2}{\bar{C}^2_0} \frac{\hat{p}_{ki}(1 - \hat{p}_{ki})}{n_i^* - 1}$$



$$\hat{p}_{ki} = \frac{n_{ki}^*}{n_i^*}; \quad C_0 = \sum_{i=1}^{i=n} C_i$$

donde:

- i : Lances $i = 1, 2, \dots, n, \dots, N$
- n : Tamaño de muestra de lances.
- N ; Número total de lances de identificación del crucero.
- n_i^* : Número de ejemplares en la muestra del lance "i".
- n_{ki}^* : Número de ejemplares de la talla "k" en la muestra del lance "i".
- C_i : Captura de la especie en el lance "i".
- C_0 : Captura de la especie en la totalidad de los lances muestreados
- \hat{p}_{ki} : Estimador de la proporción de peces de la talla "k" en el lance "i".
- l : Longitud del ejemplar
- \hat{l} : Estimador de la talla promedio
- s : Sexo $s = 1, 2$
- n_{si}^* : Número de ejemplares del sexo "s" en la muestra del lance "i"
- \hat{p}_{si} : Estimador de la proporción sexual del sexo "s" en el lance "i".

Estimador de la talla promedio (\hat{l}) y su varianza ($\hat{V}(\hat{l})$)

$$E(l) = \hat{l} = \sum_{k=1}^K l_k \hat{P}_k \quad ; \quad \hat{V}(\hat{l}) = \sum_{k=1}^K l_k^2 \hat{V}(\hat{P}_k)$$

Estimador de la proporción sexual (\hat{P}_s) y su varianza $\hat{V}[\hat{P}_s]$

$$\hat{p}_s = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_0} \hat{p}_{si}$$

$$\hat{V}(\hat{p}_s) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) * \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{C_i^2}{\bar{C}_0^2} \frac{[\hat{p}_{si} - \hat{p}_s]^2}{n-1} + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{C_i^2}{\bar{C}_0^2} \frac{\hat{p}_{si}(1 - \hat{p}_{si})}{n_i^* - 1}$$

$$\hat{p}_{si} = \frac{n_{si}^*}{n_i^*}; \quad C_0 = \sum_{i=1}^{i=n} C_i$$

El análisis de las estructuras de tallas utilizó información georeferenciada, en sentido latitudinal y batimétrico, según los estratos espaciales empleados en proyectos similares de evaluación hidroacústica de esta especie entre el 2000 y 2017 (Legua *et al.*, 2018; Lillo *et al.*, 2017; Córdova *et al.*, 2006). Para efectos de análisis espacial fue empleada una subdivisión latitudinal aplicada por Lillo *et al.* (2000 y 2001), la cual consistió en dividir la zona de estudio en 3 áreas: Area 1 entre 42°00' y 44°29'S. denominada Guafo; Area 2 entre



44°30' y 45°29'S. denominada Guamblín; y Area 3 entre 45°30' y 47°29'S. denominada Taitao. A su vez, estas estructuras de tallas fueron analizadas para las zonas específicas de los tres cañones registrados en el área de estudio y descritos por Córdova *et al.* (2006), denominados Cañón Guafo, Cañón Guamblín y Cañón Taitao; y el área Fuera de los cañones.

4.4.2 Composición de edades del stock de merluza del sur

4.4.2.1 Análisis de los otolitos

Se empleó en ambos otolitos de cada par colectado, un tratamiento diferente, aplicando en el otolito izquierdo del par el proceso de hidratación que permite observar el otolito entero y en el otolito derecho un proceso de seccionado transversal y horneado de manera de realzar los *annuli* que permiten la asignación de la edad. El análisis de edad consideró el recuento de bandas de características anuales las que presentan una mayor facilidad en su discriminación.

En la observación de los otolitos se empleó microscopio estereoscópico con aumento 10X y luz reflejada, permitiendo ver una secuencia de anillos opacos blanquecinos y translúcidos en los otolitos enteros y una alternancia de bandas marrón claro (crecimiento rápido) y marrón oscuro (crecimiento lento) en el caso de analizar las secciones transversales preparadas con horneado. Esta técnica ha sido utilizada desde el inicio del análisis de edad de la serie histórica y es empleada en el seguimiento anual de la estructura de edades de la pesquería demersal austral (Ojeda *et al.*, 2014).

Se empleó una preparación masiva de muestras, optimizando el tiempo empleado en esta fase, dado que esta técnica incorpora tratamiento en serie a conjuntos de otolitos dispuestos secuencialmente. Se trabajó con moldes de resina en que se incluyen los otolitos, extrayendo láminas finas (0,5 mm de espesor) mediante el uso de una máquina de corte de precisión. Mediante estereomicroscopio los analistas observan estas láminas finas que contienen los otolitos seccionados, dando paso de este modo al reconocimiento de las edades presentes en el crucero de evaluación del stock desovante.

4.4.2.2 Clave edad – talla

Las claves edad – talla son matrices que permiten clasificar los individuos según su grupo de edad (GE) y estimar la probabilidad de pertenencia a las diferentes edades según el número de anillos en la estructura, el tipo de borde y la época del año en que se obtuvo la muestra. Se emplea una fecha arbitraria de nacimiento, que en el caso de las pesquerías chilenas es el uno de enero, facilitando la identificación de la clase anual restando al año de la captura el GE asignado.

La clave edad – talla, cuenta con la clasificación de las lecturas de cada otolito por grupo de edad y se estima la probabilidad condicionada a la talla y varianza como:

$$\hat{p}(e / K = k) = \hat{q}_{ske} = \frac{n_{ske}^*}{n_{sk}^*} \hat{V}(\hat{q}_{ske}) = \frac{1}{n_{sk}^* - 1} \hat{q}_{ske} [1 - \hat{q}_{ske}]$$



4.4.2.3 Estimación de la estructura etaria del stock evaluado

- 2) **Estimador de la abundancia en número por grupo de edad \hat{N}_{se} y su varianza $\hat{V}(\hat{N}_{se})$**

$$\hat{N}_{se} = \hat{N}_s \hat{p}_{se}$$

$$\hat{V}(\hat{N}_{se}) = \hat{N}_s^2 \hat{V}(\hat{p}_{se}) + \hat{p}_{se}^2 \hat{V}(\hat{N}_s) - \hat{V}(\hat{N}_s) \hat{V}(\hat{p}_{se})$$

- 2) **Estimador de la estructura de edad del stock \hat{p}_{se} y su varianza $\hat{V}(\hat{p}_{se})$ (Kimura 1977)**

$$\hat{p}_{se} = \sum_{k=1}^K \hat{q}_{ske} \hat{p}_{sk} ; \quad \hat{V}(\hat{p}_{se}) = \sum_{k=1}^K \left[\hat{p}_{sk}^2 \frac{\hat{q}_{ske} (1 - \hat{q}_{ske})}{n_{sk}^*} + \hat{p}_{sk} \frac{(\hat{q}_{ske} - \hat{p}_{se})^2}{N_{sk}^*} \right]$$

donde

- \hat{N}_s : Estimador de la abundancia en número para el sexo “s”
 \hat{N}_{se} : Estimador de la captura en número para el sexo “s” y grupo de edad “e”
 \hat{p}_{se} : Estimador de la proporción para el sexo “s” y grupo de edad “e”
 \hat{p}_{sk} : Estimador de la proporción de peces para el sexo “s” y la talla “k”
 \hat{q}_{ske} : Estimador de la proporción de peces para el sexo “s” y la talla “k”, clasificados en el grupo de edad “e”
 n_{ske}^* : Número de peces del sexo “s” y la talla “k” que pertenecen al grupo de edad “e”
 n_{sk}^* : Número de peces del sexo “s” y de la talla “k” en la muestra

4.4.2.4 Peso medio a la edad

La estimación del peso medio a la edad, se realiza a partir de la longitud promedio por grupo de edad según sexo, empleando las relaciones longitud – peso, lo cual tiene un sesgo sistemático para cada longitud promedio dada. Este sesgo se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958). Pienaar y Ricker (1968) desarrollaron un método que permite corregir en forma significativa este sesgo.

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media μ y varianza σ^2 , $L \sim N(\mu, \sigma^2)$, el valor esperado de función de W , $\Psi(L)$, se estimó mediante el Método Delta (Wolter, 1985) como:

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



En donde el número de términos de esta expresión general, está dado por la parte entera de $(b+3)/2$. Dado el valor que toma el coeficiente b en las funciones, se indica el uso de 3 términos en esta expresión, siendo:

- a = intercepto de la relación longitud- peso ajustada por sexo.
- B = pendiente de la relación longitud- peso ajustada por sexo.
- M = promedio de la longitud al grupo de edad.
- Σ = varianza de la longitud al grupo de edad.
- $A1; a2$ = valor tomado de la Tabla de valores de coeficientes (Pienaar y Ricker, 1968).

a) Estimación del tamaño de la muestra para la estimación de la edad

En la selección del tamaño de muestra a emplear para las claves de edad – talla existen diferentes criterios. Entre los más empleados se encuentra el considerar un número fijo de muestras por estrato de talla, o bien el emplear un número de muestra que se tome en forma proporcional al muestreo de frecuencia de longitud del área.

Este último sistema de selección de tamaño de muestra se ha probado ampliamente (Kimura, 1977; Lai, 1987; Ojeda y Céspedes, 1988; Lai, 1993; Robotham, 1994) y permite aumentar notablemente la precisión de las matrices considerando un mismo número total de muestras analizadas.

El tamaño de muestra que optimiza la clave edad talla, considera la técnica de muestreo bi-etápico, en consecuencia se requiere determinar el tamaño óptimo de la muestra de longitud (N^*) de primera etapa y de la submuestra de edad (n^*) segunda etapa. Las relaciones siguientes permiten estimar los tamaños de muestra, según un criterio de asignación proporcional (Kimura, 1977) y una función de costos:

$$C = C_1N^* + C_2n^*$$

donde:

- C_1 = Costo unitario de coleccionar el muestreo de longitudes al azar.
- C_2 = Costo unitario de asignar edad a una muestra.

2) Tamaño de muestra para minimizar la varianza dado recursos disponibles $C = C_0$

$$N^* = \frac{C}{C_1 + C_2v}$$

$$n^* = v \cdot N^*$$



$$v = \sqrt{\frac{b_1}{b_2} \cdot \frac{C_1}{C_2}}$$

$$b_1 = \sum_{e=1}^E \sum_{k=1}^K P_k^2 \hat{q}_{ke} [1 - \hat{q}_{ke}]$$

$$b_2 = \sum_{e=1}^E \sum_{k=1}^K P_k [\hat{q}_{ke} - \hat{p}_e]^2$$

donde:

\hat{q}_{ke} representa la probabilidad de pertenecer una determinada edad en el intervalo de talla k

2) **Tamaño de muestra para minimizar los costos para una varianza especificada** $VT = VT_0$

$$N^* = \frac{\left(\frac{b_1}{v} + b_2\right)}{VT_0}$$

$$n^* = v \cdot N^*$$

Luego los resultados son representados a través de un método gráfico, para evaluar la variabilidad como su comportamiento y así determinar los tamaños de muestra.

Siguiendo el criterio de asignación proporcional y el procedimiento propuesto por Kimura (1977), se han estimado tamaños de muestra para la construcción de la clave edad-talla en estos recursos.

Para merluza del sur se estimó un tamaño de muestra de 1400 ejemplares para alcanzar un índice de precisión de 0,025. Sobre esta base, en este estudio se considera la construcción de la clave de merluza el sur a partir de una muestra de 700 ejemplares por sexo.



4.4.2.5 Madurez a la edad

El muestreo biológico efectuado en los lances de identificación realizados durante el crucero de investigación considera la caracterización del estado reproductivo de ambos recursos objetivos, clasificando macroscópicamente sus gónadas según su estadio de madurez sexual (EMS) en base a las escalas de clasificación utilizadas por el Instituto de Fomento Pesquero.

4.4.2.6 Relación longitud – peso

La relación longitud – peso es ampliamente usada en pesquerías para estimar el peso a partir de la longitud de un individuo y también para estimar índices de condición (Hayes *et al.*, 1995). La expresión más usada para esta relación corresponde a la ecuación alométrica donde el peso es expresado en función de la longitud, y sus parámetros son estimados mediante una regresión lineal de los datos log-transformados. Dado que la variabilidad en el peso aumenta con la longitud, esta transformación tiene la ventaja de estabilizar la varianza del peso, pero introduce un factor de sesgo en las predicciones retransformadas (Bradu y Mundlak, 1970; Hayes *et al.*, 1995). Sin embargo, en pesquerías esta corrección frecuentemente se omite, puesto que generalmente es muy pequeña (De Robertis y Williams, 2008).

El modelo que relaciona el peso con la longitud del pez corresponde a un modelo multiplicativo en el término de perturbación, y está dado por la relación:

$$W_i = aL_i^b \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

Donde W_i y L_i representan el peso total y la longitud total del individuo i -ésimo, ε_i indica un error aleatorio, a y b son los parámetros del modelo. Atendiendo a la forma de la ecuación anterior, se deriva un modelo de regresión lineal simple aplicando la transformación logarítmica de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \ln(W_i) &= \ln(a) + b \ln(L_i) + \ln(\varepsilon_i), \\ Y_i &= \alpha + b x_i + \varepsilon'_i; \quad i = 1, \dots, n, \end{aligned}$$

Para la estimación de los parámetros de la relación linealizada se utilizó el método de máxima verosimilitud asumiendo que los errores siguen una distribución normal con media cero y varianza σ .

4.5 Objetivo específico 3.

Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación.
Sección Merluza del sur.



A partir de las muestras obtenidas durante los lances de identificación realizados durante el presente crucero de evaluación acústica se caracterizaron diferentes aspectos del estado reproductivo de la merluza del sur.

4.5.1 Metodología a bordo

A cada ejemplar muestreado se le midió la longitud total (LT), peso total; peso eviscerado, ambos con una precisión de 5 gramos y peso de la gónada, con una precisión de 1 gramo. Además, se determinó la madurez sexual de acuerdo a una escala de apreciación macroscópica que distingue 6 estadios; posterior a ello las muestras se pesaron y fijaron en formalina 10% con tampón fosfato de Sorensen (Hunter y Macewicz, 1985), metodología requerida para el análisis histológico.

La determinación del tamaño de muestra para estimar el índice gonadosomático, se basó en el análisis de datos de cruceros previos. De esta manera, conociendo un estimado *a priori* de la media y varianza del IGS y utilizando la metodología de determinación de tamaño de muestra para variables continuas (Thompson, 1992), se estimó el número ejemplares requerido en 700 para obtener un IGS con un error de un 8% en merluza del sur, empleando la siguiente relación:

$$n_0 = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 S^2}{(d \bar{X})^2}$$

Donde n_0 es el tamaño de muestra, Z es el percentil de la distribución normal estándar, S es la desviación estándar del parámetro de interés, d corresponde al nivel de error de estimación y \bar{X} corresponde al estimador de la media del parámetro.

La relación entre el error de estimación del IGS y el número de ejemplares muestreados presenta un patrón de disminución del error en que este decrece rápidamente en la medida que se selecciona un número mayor de ejemplares en la muestra hasta llegar alrededor de los 300 ejemplares, posteriormente la tasa de disminución decrece sistemáticamente.

4.5.2 Análisis de laboratorio

2) Estadio de madurez sexual (EMS)

Para establecer el estadio de madurez sexual se analizaron un total de 783 gónadas que fueron clasificadas según sus características macroscópicas y mediante el examen microscópico de trozos de las gónadas fijadas a bordo. Los trozos de gónada se disgregaron para posteriormente medir el diámetro de los ovocitos más desarrollados, determinar la presencia de ovocitos hidratados con gota oleosa y la existencia de algún grado de reabsorción, como también para examinar el aspecto general del resto de los ovocitos. La **Tabla 5** corresponde a la escala apreciativa que se aplicó originalmente en la merluza



común (Balbontín y Fischer, 1981), la que fue modificada para su aplicación en la merluza del sur (Balbontín y Bravo, 1993). La escala consta de seis estadios (EMS) acorde a la numeración utilizada por el Instituto de Fomento Pesquero, señalándose entre paréntesis la nomenclatura original.

2) Estimación del índice gonadosomático (IGS) y su varianza ($\hat{V}(IGS)$)

Se pesaron las gónadas con una balanza electrónica de 0,1 g de precisión y se calculó el índice gonadosomático (IGS) sobre la base del peso de la gónada (PG) y del cuerpo del pez (PC) como:

$$IGS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{P_{gi}}{(P_{ci} - P_{gi})} \cdot 100$$
$$\hat{V}(IGS) = \frac{1}{n} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [IGS_i - IGS]^2 \Rightarrow DS = \sqrt{\hat{V}(IGS)}$$

Con la información respecto del EMS según la talla de las hembras y el IGS promedio, se obtuvieron resultados que permitieron determinar la etapa del proceso de desove en que se encontraba la fracción adulta de la población.

2) Análisis histológico de las gónadas

El proceso de fijación consiste en mantener los tejidos gonadales a lo más parecido a cómo eran en vida. Para ello, y de acuerdo a los requerimientos, se debe elegir un líquido fijador que asegure una penetración total de este líquido en los tejidos, lo que permite evitar cambios estructurales en la morfología microscópica (histoarquitectura gonadal) como también la acción de bacterias, hongos, o la propia autólisis celular.

De acuerdo con los objetivos descritos y las características del parénquima ovárico, sub muestras de 3 mm de grosor proveniente de la porción central del lóbulo gonadal derecho se post fijaron en una solución de formaldehído 10% en buffer fosfato pH 7,2 durante 48 horas e incluyeron en paraplast PF 58-60°C. Esto permitió obtener cortes finos de 5 micras de espesor en un micrótopo rotatorio Micrón modelo HM 325, los cuales fueron teñidos con hematoxilina de Harris/eosina y montados con entellan nuevo (Merck Química Chile). El análisis histomorfológico se llevó a cabo en un microscopio de luz Karl Zeiss modelo Axiostar plus con sistema micro fotográfico Canon EOS 1100 Rebel T3.

La definición de los estadios ováricos se llevó a cabo sobre la base de los criterios señalados por Wallace y Selman (1981) para peces teleósteos y los descritos por Hunter y Macewicz (1985) en clupeidos: Sobre esta plataforma se clasifican estadios virginal e inmaduro, alveolo cortical, parcialmente vitelado, vitelado, migrante, hidratado y post desovado (o reposo sexual) (**Tabla 6**) los cuales se asimilaron a los 6 estadios definidos por Balbontín y Bravo (1993) en merluza del sur *Merluccius australis*. Cuando correspondió y



bajo el supuesto que el proceso de degeneración de FPO en anchoveta de la bahía de Biscay (*Engraulis encrasicolus*) es similar a la merluza, la identificación de folículo postovulatorio (FPO) se basó en los criterios descritos por Alday *et al.* (2008).

d) Ojiva de madurez y talla media de madurez.

Para la estimación de la talla y edad media de madurez en que el 50% de las hembras está sexualmente madura y la ojiva de madurez, se utilizó un modelo lineal generalizado GLM (McCullagh y Nelder, 1989) asumiendo una respuesta binomial con función de enlace logística.

La estimación de parámetros por este método fue realizada mediante el método de máxima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988). Se utilizó el programa R versión 3.4.2 (2017) The R Foundation for Statistical Computing Platform.

El método GLM consideró que la respuesta (Y_i) número de individuos maduros (hembras), sigue una distribución binomial cuyo predictor lineal esta expresado como,

$$\eta_i = b_0 + b_1 * LT_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

Con $(b_0, b_1)^{LT}$ los coeficientes del modelo y LT la longitud (o edad) del ejemplar. Se consideró la función de enlace logística dada por,

$$g[P(LT)] = \log\left(\frac{P(LT_i)}{1 - P(LT_i)}\right) = \eta_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

la cual relaciona el predictor lineal con la media de la variable respuesta (la proporción de individuos maduros a una longitud o edad), de la siguiente forma, $E(Y_i) = g^{-1}(\eta_i)$, quedando expresado como,

$$E(Y_i) = P(LT) = g^{-1}(\eta_i)$$

$$\log\left(\frac{P(LT_i)}{1 - P(LT_i)}\right) = b_0 + b_1 * LT$$

$$P(LT) = \frac{1}{1 + \exp[-(b_0 + b_1 * LT)]},$$



Dada la definición de modelo lineal generalizado (McCullagh y Nelder, 1989), este no considera un error en el modelo más bien, y esa es una de las generalizaciones desde un modelo lineal, que asume una distribución para la respuesta, que en este caso corresponde a una distribución binomial. Para la incorporación de la incertidumbre se consideró el uso de la estimación analítica descrita en Roa *et al.* (1999).

e) Fecundidad modal

Para la determinación de fecundidad se introdujeron pequeñas variaciones al método de Hunter y Macewicz (1985) para adecuarlo a especies que presentan una fecundidad modal o de camada. Primero, se seleccionaron ovarios de peces en maduración avanzada o maduros, en la escala histológica corresponden a ovocitos con núcleo migrante, o bien sólo en etapa de inicio del proceso de la hidratación (hialinos) para evitar la utilización de gónadas en que ya se hubiese iniciado el proceso de desove. Esta opción involucró la medición del diámetro de ovocitos presentes en una de las tres submuestras, lo que se realizó bajo un microscopio estereoscópico.

Como la separación de las modas de ovocitos no siempre es tan marcada, la moda de tamaño más avanzada de ovocitos vitelados se separó del resto mediante el método de Battacharya (Gayanilo *et al.*, 1988), que se aplica a curvas polimodales. La relación porcentual entre el número de ovocitos de la moda más avanzada de tamaño y los ovocitos de menor diámetro se consideró que era la misma para las otras dos submuestras en que sólo se contaron los ovocitos. En la **Figura 5** se muestra la distribución de los diámetros de los ovocitos de un ovario de merluza del sur utilizado anteriormente en estimaciones de fecundidad. Los valores de la fecundidad modal se relacionaron con el peso corporal y la longitud total de las hembras. 56 muestras cumplieron con los requisitos establecidos en este procedimiento.

Luego de contar bajo un microscopio estereoscópico los ovocitos de la moda más avanzada de tamaño de cada submuestra, se obtuvo el promedio de ovocitos aplicando la siguiente relación:

$$E_i = n_0 \cdot W_i$$

Donde:

- E_i = fecundidad (número total de ovocitos de la moda más avanzada de tamaño en el ovario).
- W_i = peso húmedo del ovario (g).
- n_0 = número promedio de ovocitos de la moda más avanzada por gramo de submuestra.

Los valores de la fecundidad modal se relacionaron con el peso corporal y la longitud total de las hembras.

Para el cálculo de la fecundidad media poblacional, se utilizó la ecuación de regresión de la fecundidad modal *versus* el peso corporal menos el peso de la gónada. A partir de esta ecuación, se estimó la fecundidad de cada hembra madura muestreada y se obtuvo el valor promedio de fecundidad para cada lance (Picquelle y Stauffer, 1985), de acuerdo a la siguiente relación:



$$\bar{\bar{F}} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot \bar{F}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Dónde:

- $\bar{\bar{F}}$ = fecundidad media de la muestra total
 \bar{F}_i = fecundidad modal promedio en el lance i
 m_i = número de hembras muestreadas en el lance i
 n = número de lances.

4.6 Objetivo específico 4.

Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio. **Sección merluza del sur.**

El diseño empleado para determinar la importancia relativa de la fauna acompañante, considera como unidad de muestra el lance de pesca. La información básica que caracterizó el lance fue el peso de las especies capturadas (kg) y datos operacionales, como: número del lance, posición geográfica, hora de inicio y término, fecha y profundidad de operación de la red (relinga superior).

En cada lance se tomó una muestra aleatoria de la captura, dispuesta en cajas de 44 litros. Cada caja fue pesada, para luego identificar y pesar por grupos específicos, incluyendo las especies objetivos del estudio

Para la estimación de la proporción de especie (\hat{p}_t) se utilizó el estimador:

$$\hat{p}_t = \sum_{r=1}^M \frac{C_{tr}}{C_r} \hat{p}_{tr} ; \quad C_o = \sum_{j=1}^M C_{tr} ; \quad \hat{p}_{tr} = \frac{\sum_{k=1}^K W_{trk}}{\sum_{k=1}^K W_{rk}}$$

Donde:

C_{tr} = Captura total en el lance r .



w_{ot} = Peso de la especie t , en la caja k del lance r

$w_{ot} M$ = Número total de lances en el crucero.

\hat{p}_{tr} = Estimador de la proporción de la especie t en el lance r .

Lo anterior permitió determinar la importancia relativa global de la fauna acompañante en el área de estudio. Posteriormente se agruparon los lances de pesca por rango de profundidad y posición latitudinal a fin de describir y analizar la presencia de las especies según estas categorías (método gráfico).

4.6.1 Análisis de los datos

Se efectuó un análisis descriptivo orientado a determinar la participación de las especies que componen la fauna acompañante de las especies objetivos y descripciones en términos de rango de profundidad, posición latitudinal y en forma global, respecto de la captura total obtenida y de la captura de la especie objetivo, además de la captura de las especies que componían la fauna acompañante.

Para determinar el aporte porcentual en peso de cada especie respecto del total de la captura de la especie objetivo, se agrupó la fauna acompañante por rango batimétrico y por latitud.

Para estimar la importancia relativa de las especies, se revisó el registro del volumen de captura específico y se determinó la importancia relativa (en peso) de las especies que constituyen su fauna acompañante, según la contribución a la captura total y en relación a las especies objetivos del estudio.

4.6.2 Análisis comunitario

Se realizó para establecer e identificar agrupaciones específicas en el área de estudio, se dividió en macro zonas, las que a su vez que se dividieron en rangos batimétricos de 100 m de profundidad. Estos análisis consistieron básicamente en establecer e identificar agrupaciones específicas a partir de la aplicación de métodos de análisis basados en la clasificación y ordenación de las especies, que permiten obtener una visión de la comunidad a la cual está asociada la especie objetivo.

4.6.3 Identificación de agrupaciones específicas

El análisis consistió en la identificación por macro zona y batimétrica de las agrupaciones específicas a partir del análisis de clasificación de conglomerados (análisis de *cluster*) y de ordenación MDS (*Multidimensional Scaling*) (Clifford y Stephenson, 1975). En ambos casos se trabajó con una matriz de abundancia relativa de las especies más representativas, en términos de la presencia de éstas a lo largo de los cruceros realizados entre los años 2000 y 2017, agrupadas por cruceros, cruceros-subzonas de evaluación y cruceros - estratos de profundidad. Cabe destacar que, para determinar la presencia de agrupaciones de fauna se consideró a merluza del sur y merluza de cola como parte integral de la fauna asociada a la zona de estudio.



La matriz de similaridad fue estructurada a partir de una matriz de abundancia relativa (CPUA) de las especies componentes de la fauna acompañante, agrupadas por macrozona y rango batimétrico. La comparación se realizó utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957). La función del índice se expresa por:

$$BC = \frac{\sum_{i=1}^p |x_{ijz} - x_{ikz}|}{\sum_{i=1}^p (x_{ijz} + x_{ikz})}$$

Donde p número de puntos macro zona rango batimétrico, x_{ijz} es la abundancia relativa de la especie “ i ” en la macro zona “ j ” rango batimétrico “ z ” y x_{ikz} es la abundancia relativa de la especie “ i ” en la macro zona “ k ” rango batimétrico “ z ”.

Para equilibrar los valores atípicos (especies raras, poco comunes o con valores de abundancia relativa muy altos), los valores de la matriz original de abundancia relativa (CPUA) fueron transformados a través de la aplicación de raíz cuarta ($\sqrt[4]{}$), según el criterio propuesto por Clarke y Warwick (1994).

4.7 Objetivo específico 5.

Caracterizar la composición alimentaria de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en el área de estudio. **Sección merluza del sur.**

4.7.1 Área de estudio y número de muestras

Se analizaron 258 de ejemplares de merluza del sur entre agosto y Septiembre de 2019. Todas las muestras fueron obtenidas por el personal científico del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) a bordo del buque AGS-69 “Cabo de Hornos” en el programa anual de prospección hidroacústica que posee IFOP entre cabo Quilán y el canal Concepción (**Figura 4**). Durante la campaña, a todas las muestras se les tomó medidas de rigor (tamaño y sexo) e in situ se procedió a extraer el estómago, un trozo dorsal de tejido muscular y el ojo, para luego etiquetadas y congeladas a -20°C para el posterior trabajo de laboratorio.

4.7.2 Trabajo de laboratorio

Parte del análisis estomacal se realizó en el laboratorio húmedo del buque, con el fin de reducir la descomposición de las presas en los estómagos, la segunda parte se realizó en el Centro de Investigación Marina Quintay, de la Universidad Andrés Bello. En el laboratorio, cada estómago, fue identificado gracias a su número; los que posteriormente fueron pesados en una balanza ($\pm 0,01$ g),



seguido de una cuidadosa disección, el contenido estomacal fue traspasado a una placa de Petri. Las presas fueron separadas e identificadas hasta el taxón más bajo posible para después contarlas y pesarlas. Desde esta etapa, se obtuvo tejido muscular de las presas con un estado de digestión menor (< 3 hrs), las cuales fueron lavadas con agua mili-Q y posteriormente congeladas a -80°C. Con el fin de remover el carbono inorgánico las muestras de crustáceos, se les tomó un trozo de músculo del abdomen removiendo el exoesqueleto (Feuchtmayr y Grey, 2003). Las muestras de los tejidos de los peces (merluzas y presas), se limpiaron con abundante agua mili-Q para luego reducir a un peso de ~500µg. Posteriormente, todas las muestras fueron depositadas en cápsulas de estaño, para luego ser llevadas a un espectrómetro de masas en modo de flujo continuo (CF) “Nuunnstruments”, modelo Perspective, acoplado con a un analizador elemental (EA) de Eurovector, modelo EA-3024. Los radios isótopos fueron reportados en notación de δ , usando como estándar Pee Dee Belemita para $\delta^{13}\text{C}$ y Nitrógeno atmosférico para $\delta^{15}\text{N}$. Por lo tanto:

$$\delta^{13}\text{C} \text{ o } \delta^{15}\text{N} = [(R_{\text{muestra}}/R_{\text{estándar}}) - 1] \times 10^3$$

Donde R es $^{13}\text{C}/^{14}\text{C}$ o $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, respectivamente. Este análisis tuvo una precisión menor a $\pm 0,1\%$ para $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$.

4.7.3 Análisis de datos

Las presas se agruparon en categorías mayores, como por ejemplo camarones o cefalópodos (Fry, 2013). Esta agrupación se debe ya que las especies muy cercanas presentan valores isotópicos similares y por lo tanto induce al error en los análisis Bayesianos (Fry, 2013). El análisis de los datos estomacales se realizó a través del Índice estandarizado de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI), el cual es un ajuste del tradicional Índice de Importancia Relativa (Pinkas *et al.*, 1971), lo que permite una mejor configuración del modelo debido a la eliminación de la sobrevaloración de la frecuencia de ocurrencia (FO) que ocurre con otros índices (Brown *et al.*, 2012). PSIRI utiliza los valores porcentuales de frecuencia de ocurrencia, número (N) y peso (P) de cada ítem presa (*i*) para estimar inicialmente los valores correspondientes a PN (valor promedio del número) y PP (valor promedio del peso) a través de la siguiente ecuación (Smircich *et al.*, 2017):

$$\%PA_i = \Sigma \%A_{ij} / n_i$$

Donde $\%A_{ij}$ es el porcentaje de N_i o W_i de la presa *i* en la dieta del depredador *j*; n_i es el número de estómagos donde se encontró a la presa *i*. El Índice de Importancia Relativa Presa-Específico se estimó según la ecuación propuesta por Brown *et al.* (2012), por lo tanto, la ecuación es:

$$\%PSIRI_i = \%FO_i \times (\%PN_i + \%PW_i)/2$$



Se usaron los modelos de mezcla bayesiano *simmr*: “Stable Isotopes Mixing Models in R” (Parnell y Inger, 2016) para estimar la contribución relativa de las presas en los individuos de las Merluzas. Se usó “*simmr*” por su robusta congruencia en sus resultados, ya que al igual que otros modelos de mezcla basados en inferencia bayesiana incluye la información individual del consumidor de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, factores de enriquecimiento trófico (TEFs) y las diferencias en sus tejidos de consumidores y sus presas de la razón C:N (Docmac *et al.*, 2017). De esta forma, se usaron los valores de TEFs propuesto por McCutchan *et al.* (2003): $2,6 \pm 1,3$ para $\Delta^{13}\text{C}$ y $5,8 \pm 1,3$ para $\Delta^{15}\text{N}$. Sí, el valor de C:N fuese mayor a 3,5, se procedió a corregir los valores de $\delta^{13}\text{C}$ a través del método de Kiljunen *et al.* (2006). Los tamaños fueron divididos en dos; Grupo 1(G1) y Grupo 2 (G2). El G1 correspondió a todos los ejemplares $\leq 75,7$ cm Lt y G2 $> 75,7$ cm Lt.

Se realizó una comparación histórica de la dieta de las merluzas de merluza del sur. Para aquello, se buscó información de los informes técnicos pesqueros en el catálogo en línea de la biblioteca de IFOP. Se espera que la información emanada de los informes sea diferente, para lo cual se estandarizó en porcentaje de importancia, independiente del Índice trófico usado en cada investigación. Para comparar batimétricamente, espacialmente, sexo y grupos de tamaño de las merluzas se usó un análisis Bayesiano. Es importante destacar, que los métodos Bayesianos son totalmente coherentes con el raciocinio matemático, mientras que las estadísticas convencionales, como por ejemplo las de verosimilitud, sólo son lógicas cuando se hacen afirmaciones probabilísticas sobre los datos y no sobre las hipótesis (McCarthy, 2007). En los estómagos, los métodos bayesianos pueden utilizarse para hacer predicciones probabilísticas de las presas, mientras que las estadísticas convencionales se limitan a los promedios a largo plazo obtenidos a partir de réplicas hipotéticas de los datos muestreados (Gorni *et al.*, 2012; Kuhnert *et al.*, 2012). De esta forma, se ocupó la siguiente ecuación según (Quinn y Keough, 2002):

$$P(\theta|sp_i) = \frac{P(data|\theta) \times P(\theta)}{P(data)}$$

Donde, P es la probabilidad y θ (theta) es el parámetro para estimar. Por lo tanto, $P(\theta|sp_i)$ fue la probabilidad de contribución de la presa *sp* al depredador (i). En tanto, $P(data|\theta)$ fue el valor observado de la presa, mientras que $P(\theta)$ correspondió al valor de la probabilidad a priori. Por otro lado, $P(data)$ fue el valor observado de la *sp* en el depredador (i). Mientras que para la recombinación de datos se usó el método Monte Carlo de Cadenas de Markov (MCMC, por sus siglas en inglés) (Bardenet *et al.*, 2017). Se realizó una modelación simple de probabilidad de captura + una densidad de Kernell para las presas de mayor contribución en la dieta de la merluza del sur, para establecer diferencias entre latitudes. Estas variables fueron consideraras como la varianza de la probabilidad de captura. Para este fin, se usó los modelos de “Fisher’s log-series” y “Preston’s log-normal”, para luego comparar las capturas a posteriori con un ANOVA de una vía. Para comparar los servos estadísticos usó un modelo general lineal (GLM). La relación entre los tamaños de las presas y la merluza del sur se usó una correlación de spearman (*rs*), mientras que para comparar los resultados de los modelos de mezcla un PERMANOVA de una vía (Quinn y Keough, 2002).



4.8 Objetivo específico 6.

*Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registradas acústicamente en el área de estudio. **Sección merluza del sur.***

La caracterización de las agregaciones se efectuó mediante el uso de descriptores obtenidos a partir de observaciones acústicas verticales realizadas durante la prospección acústica y lances de pesca mediante el sistema de ecointegración Simrad ER-60 y que fueron procesados mediante el programa Echoview® (versión 8).

Una agregación es definida como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño, es decir, muestras contiguas tanto a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) como desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal corresponde a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical a la distancia relativa correspondiente a la semi longitud del pulso.

Un aspecto que se debe mencionar con respecto a las agregaciones de peces detectadas en la zona de estudio es que merluza del sur no forma cardúmenes y merluza de cola lo hace en escasas ocasiones, sino que generalmente forman agregaciones de densidad variable que presentan distintos grados de mezcla. Lo anterior no permite diferenciar que parte de la agregación está conformada por una u otra especie para poder estimar particularmente los descriptores de energía y morfométricos considerados en este objetivo.

4.8.1 Descriptores y variables utilizadas en el análisis

De las agregaciones detectadas se extrajeron descriptores de posición, energía, morfológicos y batimétricos, estando referidos los primeros a la posición geográfica de las agregaciones, los de energía a la energía retrodispersada por las agregaciones, los morfológicos asociados al tamaño y forma de éstas, y los batimétricos definiendo la posición de la agregación en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Freón *et al.*, 1996).

- a) **Descriptores de posición:** Corresponde a la posición geográfica media y medida en el pulso central de cada agregación.
- 2) **Descriptores de energía:** Están referidos a la energía retrodispersada por una agregación ($NASC$ o s_A) expresada en m^2/mn^2 y a su densidad acústica ($Dens$) referidas al área transversal (m^2) de la agregación ($NASC \cdot 100/m^2$), determinadas de acuerdo a:

$$NASC = 4 \cdot \pi \cdot (1852)^2 \cdot 10^{10} \cdot \overline{Sv} \cdot \text{Altura media}$$



$$\overline{Sv} = 10 \cdot \text{Log}(E) \text{ (dB)} \quad ; \quad E = \sum_{i=1}^N 10^{\frac{Sv_i}{10}}$$

La *altura media* se define como la altura promedio de todos los pulsos que conforman la agregación y se estima como:

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

Siendo t_i la altura o espesor del pulso i y N número total de pulsos en la agregación.

- 2) **Descriptores morfológicos:** Son extraídos directamente desde el ecograma donde se encuentran: la altura media (m), ya definida, el área transversal (m^2), el largo (m) y el perímetro (m).

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

$$Se = d_j * e$$

El área transversal de la agregación (*Área*) es el resultado de la suma del área de todos los rectángulos elementales:

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

El largo de la agregación (*Largo*) y su perímetro (*Perim*) ambas medidas en metros. A partir de estos, se derivan otros descriptores de la agregación como:

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

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



La elongación (*Elon*) caracteriza la razón de aspecto de la agregación o relación entre el largo y el alto, donde valores elevados están asociados a agregaciones de forma elíptica y valores cercanos a uno, a agregaciones de tipo circular.

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

- a) **Descriptores batimétricos:** Se extraen del ecograma y corresponden a la profundidad del fondo (m) y la profundidad media de agregaciones (m), mientras que indirectamente se calculó el índice de altura (*IndAlt*). Este índice es utilizado para medir la posición relativa del centro de la agregación en la columna de agua con respecto al fondo y se expresa en forma porcentual como:

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

- e) **Análisis de los datos:** Se realizó aplicando estadística descriptiva referida a valores promedios, máximos, mínimos desviación estándar y coeficientes de variación para el total de los descriptores. Las agregaciones fueron analizadas considerando 3 subzonas: subzona 1 entre 43°30' y 44°29'S denominada Guafo; subzona 2 entre 44°30' y 45°29'S nombrada Guamblín; y subzona 3 entre 45°30' y 47°00'S llamada Taitao. Posteriormente, se realizó un análisis de acuerdo a rangos de 100 metros de profundidad del fondo, a fin de determinar si este factor influye en las características de las agregaciones. También se analizaron considerando las registradas en las zonas de cañones conocidos como cañón Ipún (44°10' S y 75° W), cañón Guamblín (45°15' S y 75°10' W) y cañón Taitao (46°18' S y 75°27' W) y nominados como 1, 2 y 3, respectivamente. La ocurrencia o no, de diferencias significativas en las características de las agregaciones de acuerdo al factor "zona de cañones" se realizó mediante un análisis de varianza (Andeva).

Toda la información obtenida por cada uno de los descriptores antes mencionados, fueron analizados mediante la aplicación de un análisis de componentes principales (APC), resumiendo de esta manera la información contenida en la matriz de datos, permitiendo una representación visual o geométrica de la información (Rencher, 1995) y preservando las características de la observación original. Las variables originales utilizadas fueron todos los descriptores determinados (y definidos anteriormente) de las agregaciones, aun cuando entre ellas pueda darse algún grado de multicolinealidad, lo cual es deseable dado que el objetivo es identificar series de variables interrelacionadas (Hair *et al.*, 1999).

Se redujo la dimensionalidad del problema obteniéndose variables o componentes principales que fueron expresadas como combinación lineal de las variables originales. Para el logro de lo anterior, se utilizó la matriz de correlaciones como matriz de entrada, dándole de esta forma la misma relevancia a todas las variables, desestimando de esta forma las unidades en que son trabajadas las diferentes variables. Para la determinación de los componentes principales y su interpretación,



se aplicó el criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999).

Para finalmente realizar un análisis matemático de red neuronal artificial, donde se buscó la discriminación interanual por zonas y año; a través de la combinación lineal de las salidas del ACP. El método aplicado fue el perceptrón multicapa con propagación hacia adelante, que incluyó como variables dependientes la zona y el año, como factores los rangos de fondo y rango de cardumen, además las covariables de la red fueron las combinaciones lineales del análisis de componentes principales (ACP).



5. RESULTADOS

5.1 Objetivo específico 1.

Estimar el tamaño del stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presentes en el área de estudio. **Sección merluza del sur.**

5.1.1 Sistema de eointegración

El sistema de eointegración del buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos” fue calibrado en la bahía de Valparaíso (33°01,487’S – 71°35,935’O), para la frecuencia de 38 kHz, conectado con el software EK 60 versión 2.4.3. El modelo ajustado (**Tabla 2**) para la frecuencia calibrada mostró valores del cuadrado medio del error de 0,17 dB, una ganancia del transductor de 26,79 dB y un s_A de corrección de 0,68 dB. Los que son menores a los recomendados por el fabricante y el grupo de acústica de ICES de $RMS < \sim 0,4$, Corrección de $s_A = \pm 0,5$ dB (Demer *et al.*, 2015; Simrad, 2008).

5.1.2 Análisis geoestadístico

En la **Tabla 7** y **Figura 6** se presentan los resultados del análisis geoestadístico de merluza del sur provenientes de los ajustes realizados mediante el método de Matheron (Matheron, 1971, Rivoirard *et al.*, 2000).

Los resultados indicaron variogramas estructurados, con una dependencia espacial del 100%. El promedio geoestadístico de los datos (media kriging) estimados con cualquiera de los dos ajustes aplicados presentan diferencias del 0,6% entre ellas, siendo el mejor ajuste ($sse = 20,89$ menor variabilidad) el obtenido con un variograma de modelo esférico.

5.1.3 Biomasa y abundancia.

En la **Tabla 8** se entregan los estimados de biomasa de merluza del sur. Por el método geoestadístico, la biomasa se estimó en 131.443 t ($cv = 4,1\%$) con un intervalo de confianza ($\alpha=5\%$) entre 120.841 y 142.045 t. Por el estimador bootstrap, la biomasa alcanzó a 128.147 t con un intervalo de confianza entre 117.619 y 138.675 t.

La abundancia (**Tabla 8** y **Tabla 9**), se estimó en 50.812.560 individuos de los cuales 16.995.949 (33%) fueron machos y 33.816.612 (67%) hembras con el método geoestadístico y 49.538.328 individuos con el estimador de bootstrap.

La estructura de edad del stock desovante evaluado en agosto del 2019 presenta de forma excepcional, al igual que el periodo 2016 a 2018, respecto de lo observado en la serie histórica, el aporte de grupos de edad jóvenes, los que se constituyen en contribuyentes importantes a la estructura.



5.1.4 Distribución espacial y batimétrica

Merluza del sur (**Figura 7**) estuvo presente en el 76,8% (2.124 mn²) de las 2.764 mn² prospectadas. La distribución espacial se caracterizó por un predominio de niveles de baja densidad y focos de importancia relativa al sur del cañón de Guafo, a la cuadra de la isla Ipun; un foco de mayor importancia en densidad a la cuadra de isla Isquiliac y otros focos de predominio medio cercanos a la península de Taitao y en la península tres Montes.

La posición media o centro de gravedad de la distribución del stock evaluado de merluza del sur se localizó en la latitud 45°17,2'S (cuadra de isla Isquiliac) con una inercia de 1°, manteniéndose en el rango de valores observados en estudios previos (**Figura 8**).

Su distribución batimétrica abarcó desde los ~100 m hasta 598 m con una profundidad media en 340 m (± 165 m, CV = 0,4), así para la zona 1, la profundidad media fue 334 m, para la zona 2 fue de 380 m y para la zona 3 de 335 m. Las profundidades medias registradas por el ecosonda, tienen asociación con la información operacional obtenida a partir de los lances de identificación como se presenta en la **Figura 9**.

5.2 Objetivo específico 2.

Determinar la composición demográfica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas. **Sección merluza del sur.**

En la estimación de las composiciones de tallas de merluza del sur fueron medidos en total 1.649 ejemplares (**Figura 10**), con 473 machos y 1.176 hembras. El área con mayor número de ejemplares medidos fue Guablín (683 ejemplares), seguido del área Taitao y Guafo (635 y 331 individuos, respectivamente (**Figura 11**)). Mientras, el cañón con mayor registro de mediciones fue el Cañón Guablín con 294 individuos (**Figura 12**) y en sentido batimétrico, las muestras se registraron principalmente entre el rango de profundidad 300 - 399 m (1.198 individuos, **Figura 13**).

5.2.1 Composición de tallas.

La estructura de talla de merluza del sur en el área y período de estudio registró una moda principal de ejemplares entre los 60 y 99 cm y una moda secundaria de ejemplares juveniles entre 30-44 cm (**Figura 10**). La estructura se caracterizó por estar compuesta principalmente por ejemplares adultos con 66% (tallas superiores e igual a 70 cm) y 34% de ejemplares juveniles (tallas menores a 70 cm, **Figura 10**). En el área de estudio la proporción sexual de merluza del sur fue predominada por las hembras (67% respecto de los machos) y una talla media de 75 cm. Como es característico en esta especie, las hembras registraron una distribución de talla desplazada a la derecha respecto de los machos (**Figura 10**) con una moda principal entre los 70 y 99 cm y una talla promedio de 78 cm; mientras los machos con una moda principal de menores tallas entre 60 y 84 cm y una talla media de 69 cm. Los ejemplares juveniles



se presentaron principalmente en los machos con 49%, mientras en hembras la presencia de juveniles fue inferior con 27%.

En las tres áreas subdivididas latitudinalmente (Guamblín, Guafo y Taitao) la moda principal de peces entre 60-99 cm fue observada, además que presentaron un alto predominio de las hembras (**Figura 11**). No obstante, en la zona de Taitao se registró una fuerte moda entre los 55-74 cm, explicada por el aporte de una mayor presencia de machos (29%) respecto de las dos zonas restantes. Luego, es posible apreciar un gradiente latitudinal de mayor presencia de ejemplares adultos a menores latitudes, y en sentido inverso, a mayor latitud una mayor presencia de ejemplares juveniles. Por otra parte, la moda juvenil entre 30-44 cm fue observada principalmente en el área Guamblín.

La composición de la moda de talla adulta (60-99 cm) de merluza del sur fueron registradas principalmente en el cañón de Guamblín, seguido del cañón Guafo (**Figura 12**). Mientras, en el cañón Taitao registró una moda de tallas menores entre 55-74 cm, aportado por una mayor presencia de machos (34%). Luego, la mayor presencia de hembras se registró en el cañón Guamblín con 83%, el valor más alto registrado durante el crucero, seguido del cañón Guafo (**Figura 12**). Los juveniles entre 30-44 cm fueron principalmente observados en el Cañón Guamblín; no obstante que en dicha área se registró la mayor presencia de ejemplares adultos (72%), y en consecuencia menor presencia de juveniles (28%). En sentido batimétrico, la moda principal adulta entre 60-99 cm fue registrada en todo el rango de profundidad, como también el predominio de las hembras (**Figura 13**); en donde, las composiciones de tallas fueron registradas principalmente entre los 300-399 m de profundidad. No obstante, la mayor presencia de juveniles (30-44 cm) tendería haber estado a mayor profundidad.

5.2.2 Distribución de talla del crucero 2019 respecto de los cruceros anteriores

En el período de estudio del año 2019 la estructura de talla de merluza del sur registró una composición de ejemplares adultos, condición observada entre los años 2001 y 2018 (**Figura 14**), excepto 2006 sin información); no obstante, la moda principal de ejemplares adultos entre 70-99 cm registrada en años anteriores, en el año 2019 se registró entre los 60-99 cm, es decir entre ejemplares jóvenes y adultos. Además, en los últimos años, entre 2016 y 2019 se ha registrado una mayor presencia de ejemplares juveniles en el área de estudio, con aproximadamente un 30% en la composición de talla (**Figura 14** y **Figura 15**); aspecto no habitual observada en años anteriores, excepto en los años 2008 y 2013. Mientras, las tallas promedios entre 2009 y 2019 se han mantenido relativamente estables en ejemplares adultas entre los 74 y 80 cm (**Figura 15**). Período en donde el predominio de la proporción de hembras en la estructura de tallas registró un gradual incremento, con un 48% en la proporción de hembras en el año 2007 a valores entre 73% y 79% en los años 2017, 2018 y 2019.

Por otra parte, en los últimos cuatro años, entre 2016 y 2019, se registraron modas de ejemplares juveniles de menor talla entre 30-44 cm; situación similar al registrado en el año 2008 y el año 2013 (**Figura 16**). Como también, se resalta el incremento gradual de los ejemplares adultos entre 90-109 cm en la estructura de talla (**Figura 16**), llegando a valores en los últimos 4 años entorno al 20% de la composición de talla; los cuales provienen principalmente del aporte de la estructura de talla de las hembras.



Espacialmente, las composiciones de talla de las zonas Guafo, Guamblín y Taitao entre 2017 y 2019 dista de la composición habitual de la moda de ejemplares adultos observada entre los años 2001 y 2008 (**Figura 17**). Estos cambios en los últimos años, serían por la presencia de ejemplares juveniles y adultos-jóvenes en la composición de talla explicarían la presencia de modas y fracciones de tallas menores a 70 cm, como también el aporte de ejemplares adultos sobre los 90 cm. No obstante, es posible identificar un posible patrón espacial de distribución espacial, en sentido que a menor latitud del área de estudio mayor presencia de ejemplares adultos, mientras a mayor latitud una mayor presencia de ejemplares juveniles (**Figura 17**).

5.2.3 Composición de la estructura de edad

Con el muestreo biológico específico se obtuvo el registro de talla, peso corporal, peso de la gónada, sexo, estado de madurez sexual y se extrajeron el par de otolitos sagitta de cada ejemplar. En este crucero de evaluación del stock desovante se recolectó para merluza del sur 1.089 pares de otolitos en donde predominan las hembras (436 machos, 653 hembras, relación 1:2,5). Esta recolección de muestras fue levemente menor a la alcanzada en el crucero del año anterior en que se obtuvo para merluza del sur 1.191 pares de otolitos, en relación macho:hembra 1:2,7. El muestreo para el estudio de edad es dirigido a obtener la mayor cobertura de las tallas que componen las capturas, presentándose ejemplares dentro del rango 32 – 91 cm los machos y entre 31 – 110 cm las hembras. En la **Figura 18** se aprecia el rango de las longitudes de los peces según los lances de pesca en que se efectuó muestreo biológico (comprende la extracción de otolitos) y por sexo. En cada lance el 50% de los datos se muestra en la caja, en la que interiormente se representa con una línea el valor de la mediana. Los círculos vacíos representan valores atípicos y los asteriscos señalan valores extremos. Si la distribución de las tallas dentro del lance fuese simétrica, entonces la mediana aparecería centrada dentro de la caja de datos y bigotes.

- **Análisis de otolitos**

Para el estudio de edad de los otolitos colectados, se utilizó la misma forma de preparación de muestras empleada en estudios anteriores de esta misma índole (Lillo *et al.*, 2012 a 2017, Legua *et al.*, 2018). Consiste en aplicar tratamiento a fin de facilitar la discriminación de los anillos de crecimiento verdaderos de los falsos al momento de la observación en microscopio estereoscópico (Ojeda y Muñoz, 2008; www.ifop.cl, Laboratorio de Edad y Crecimiento; Recursos Demersales, Merluza del Sur).

En el estudio de edad de merluza del sur, se emplea en ambos otolitos de cada par colectado un tratamiento diferente, en el otolito izquierdo se aplica por horas el proceso de hidratación lo que permite observar el otolito entero y en el otolito derecho se realiza proceso de horneado y posterior seccionado transversal de manera de realzar los *annuli* que forman parte del crecimiento interno y que permiten la asignación de la edad. El análisis de edad considera el recuento de bandas de características anuales las que presentan una mayor facilidad en su discriminación si el preparado de la pieza ha sido adecuado.



En la observación de los otolitos se empleó microscopio estereoscópico con aumento 10X y luz reflejada, con lo que se aprecia una secuencia de anillos opacos blanquecinos y translúcidos en los otolitos enteros y una alternancia de bandas marrón claro (crecimiento rápido) y marrón oscuro (crecimiento lento) en el caso de analizar las secciones transversales preparadas con horneado. Esta técnica ha sido utilizada desde el inicio del análisis de edad de la serie histórica y es empleada en el seguimiento anual de la estructura de edades de la pesquería demersal austral (Ojeda *et al.*, 2001, 2007, 2008 a y b, 2013, 2014; 2015; 2016 a y b; 2017 a y b; 2018 a y b, 2019 a y b).

Se empleó preparación masiva de muestras, lo cual optimiza el tiempo empleado en esta fase, dado que esta técnica incorpora tratamiento en serie a conjuntos de otolitos dispuestos secuencialmente. Se trabajó con moldes de resina en que se incluyen los otolitos, extrayendo láminas finas (0,5 mm de espesor) mediante el uso de una máquina de corte de precisión lo que se ilustra en la **Figura 19**. En esta Figura se presenta en el recuadro “a” un molde que contiene bloques de resina donde están los otolitos dispuestos en orden. Posteriormente se realiza el corte empleando la máquina cortadora de alta velocidad y alta precisión (recuadro “b” de **Figura 19**), lo que permite obtener láminas finas transversales a nivel del foco del otolito.

Mediante estereomicroscopio se observaron las láminas finas que contienen los otolitos seccionados (recuadro “c” a “e”, **Figura 19**), dando paso de este modo al conocimiento de las edades presentes en el crucero de evaluación del stock desovante. Se ilustra el detalle de los anillos de crecimiento en la **Figura 20**, con la sección transversal de un otolito de un pez de 90 cm de longitud.

5.2.4. Claves edad-talla

Cada clave edad – talla se procesa separada por sexo, empleando intervalos de clase de 2 cm. Las edades observadas se presentaron entre 2 y 19 años en machos y entre 2 y 23 años en hembras.

- **Composición de la biomasa por grupo de edad**

La estructura de la abundancia de merluza del sur se caracteriza por la distribución de tallas obtenidas del muestreo al azar de los peces en los lances de pesca efectuados en la zona y su componente en peso está sustentado por las relaciones peso – longitud producto de los muestreos biológicos específicos realizados en el área de operación (**Tabla 10**). La comparación respecto de las funciones de años precedentes se muestra en la **Figura 21** parte A, se aprecian pequeñas diferencias en las gráficas (dada la escala), las cuales cobran importancia sobre todo en períodos de desove, para obtener las transformaciones abundancia en número de individuos – biomasa de forma más precisa.

Menores pesos promedios a determinadas tallas promedios es un reflejo del estado de bienestar de los individuos y/o el estado de maduración/evacuación que presentan sus gónadas, en el período de visita a la zona (agosto, crucero de investigación).



Históricamente las funciones peso – longitud, si bien varían sus parámetros dentro de cierto rango, “a” entre 0,0016 – 0,0054 y “b” entre 3,0544 – 3,3408 para machos y “a” entre 0,0004 – 0,0045 y “b” entre 3,0970 – 3,6438 para hembras, (**Figura 21**, parte B), se observa que los parámetros se van compensando de modo que entregan pesos similares a una determinada talla, no obstante se presentan variaciones en los diferentes períodos. Se señalan con marcadores sólidos los correspondientes al período 2019.

La variación de los pesos promedios según los años, considerando el total de los ejemplares en la abundancia se muestra en la **Tabla 11**. Esta serie de pesos promedios se ha presentado en un rango que va desde 2.587g – 4.512g, valores extremos que ocurrieron en 2019 y 2004 respectivamente.

Si se observa el año 2016, se tiene que este correspondió a 3.055 g el cual indica un valor promedio notablemente menor que el registrado en 2014 y 2015 (3.842 g y 3.651 g respectivamente). El descenso en el peso promedio en 2017 se presentó aún más marcado en la época de desove en donde fue 2.827g, un tanto más bajo aún en el año 2018 donde corresponde a 2.765g y llega a 2.587 en el año 2019, constituyendo el registro histórico más bajo

Del mismo modo como fluctúa el peso promedio de los ejemplares en la serie de años en que se ha visitado el área en la época de desove, las tallas promedio han fluctuado entre 72 – 84 cm (**Tabla 11**), registrándose en 2019 la talla promedio más baja en lo estudiado en la serie histórica.

La biomasa, abundancia y proporción de sexos ha variado en el tiempo como se muestra en la **Tabla 11**. La cifra de biomasa estimada en 2019 (131.443 t), es mayor que la estimada en el crucero de evaluación del año anterior (115.067 t), en un 14% (**Tabla 11**) y a su vez, históricamente, está ubicada entre las más altas que se ha estimado para el recurso, sobrepasándola levemente la abundancia que se estimó en el primer año de esta serie (año 2000).

La proporción en número entre sexos en el crucero 2019 (machos:hembras) fue 1:2,0, indicando una marcada presencia de hembras. El que los machos se presenten en menor proporción en el stock desovante ha sido una constante (**Tabla 11**), aun cuando han existido ciertos años en que ambos sexos han presentado proporciones muy similares (período 2002-2003 y 2007-2009). (Lillo *et al.*, 2010 a 2017; Legua *et al.*, 2018; 2019 a)

La abundancia en 2019 correspondió a 50.812.560 ejemplares, cifra 22% mayor a lo registrado el año 2018. Está compuesta por un 33,4 % (17,0 millones de ejemplares) de machos y un 66,6% (33,8 millones) de hembras (**Tabla 12 y Tabla 13**).

Se aprecia la distribución por clases de tallas y por grupos de edad (GE), tanto en las figuras situadas al interior de las **Tabla 12 y Tabla 13**, como también en la figura que representa la estructura de la serie histórica de los cruceros de evaluación (**Figura 22**).

La estructura por grupos de edad de merluza del sur machos, en el área que comprendió el crucero de evaluación, presenta la moda en el GE VIII, corresponde a peces cuya longitud promedio es de 62cm y



peso promedio es de 1.583 g. (**Tabla 12**). La alta participación de edades menores también se observó en años recientes, desde 2016 a 2018, las edades que contribuyen de forma más destacada en la estructura de la abundancia por grupos de edad, corresponden desde el GE IV hasta el GE XII, los cuales totalizan un aporte de 85% en la abundancia de los machos (**Tabla 12**).

En el caso de hembras, la estructura de etaria presenta la moda en el GE XI, corresponde a peces de longitud promedio 74cm y peso promedio 2.854 g. Las edades que contribuyen con más de 5% en la estructura, corresponden desde el GE VI hasta el GE XVI, los cuales totalizan un aporte de 78% en la abundancia de las hembras (**Tabla 13**).

Considerando ambos sexos, se presenta en la **Tabla 14** la abundancia por GE del 2019 y su desviación estándar. La abundancia está sostenida mayoritariamente (71%) por ejemplares de nueve clases que comprenden los GE VI a XIV con tallas promedios entre 57 y 81 cm.

Si se compara de igual modo (considerando ambos sexos), con la abundancia por GE observada en 2018, se aprecia que estuvo sostenida mayoritariamente (57%) por adultos de nueve clases que comprenden los GE XI a XIX con tallas promedios entre 75 y 96 cm, indicando un drástico cambio de la estructura etaria hacia edades menores en el último año.

- **Composición histórica de la estructura de edades**

La estructura histórica de la abundancia, serie 2000 – 2019, se presenta en la **Figura 22** tanto por clases de talla como por GE. Cada año cuenta con la data biológica y de edad correspondiente a cada crucero de evaluación. En relación a lo registrado para el año 2000 del inicio de esta serie la moda de la estructura de edades se presentaba en GE XII y XIII en machos y en el tramo de GEX a XV en hembras. Con el paso de los años se experimentaron variaciones en cuanto a la magnitud de la abundancia, proporción sexual y en la estructura etaria.

Desde el año 2007 se observó un cambio notable en la estructura del stock evaluado ya que en ese tiempo, si bien se encontró grupos modales en machos y hembras en los GE XIV y XV, la diferencia fue que se registró de forma destacada el aporte en la estructura de grupos menores como lo son el GE VI y VII, los cuales se insinuaron como moda secundaria.

En el 2008, el período evaluado se caracterizó por estar estructurado por edades con una composición mayoritaria hacia los grupos edades menores que el GE modal, situación que se presentó aún más intensamente que lo observado el año 2007. Detectar esta componente en la estructura de edades, al tratarse de evaluación de stock desovante es un registro que habla de un stock mixto en gran proporción con peces inmaduros, dado que los peces en edades menores que GE IX no han alcanzado la edad de madurez al 50%.



En 2009-2010, el área evaluada vuelve a presentar una estructura más enriquecida en stock parental más adulto, con moda general en GE XII considerando ambos sexos en 2009 y grupos modales en GE XI en machos y GE XIV en hembras en 2010.

En 2011, la estructura del stock desovante cambia, muestra una estructura de edades atípica, en que los machos son quienes presentan moda a grupos de edades mayores que en hembras, aun cuando sus abundancias por GE son menores a las señaladas para las hembras. El GE XV es grupo modal en machos y GE XII es modal en hembras, ambos con una talla promedio de ≈ 80 cm.

En 2012 y 2013, las hembras retoman la característica usual de presentar modas en grupos de edad más adultos que los machos, manifestándose en hembras la moda principal en los GE XV – XVI en 2012 (ambos grupos son el 30% del stock desovante) y entre GE XIV – XVI en 2013 (constituyendo el 31% del stock desovante). Los machos en cambio, experimentan una estructura marcadamente diferente a lo que se aprecia en la secuencia histórica (**Figura 22**), se encuentran en 2013 en notable menor proporción y se intensifica la participación de peces más jóvenes, entre grupos VII a XII, con escasa presencia de parentales machos sobre GE XIII.

En 2014 y 2015, se está frente a un stock desovante que continua presentando en cierta medida el cambio observado en la zona de desove del año 2013, en el sentido de que machos y hembras muestran estructura de edades notablemente diferentes. Si bien en 2013 la estructura etaria de machos fue principalmente compuesta por peces más jóvenes que lo observado en su historia, en los dos últimos años (2014-2015) se mantiene esta característica, aunque no de forma tan intensa como en 2013, destacándose en la estructura de edades de los machos grupos modales a edades marcadamente menores si se les compara con las hembras (moda en machos GEXI-XII y en hembras GEXVI).

En 2016, el stock evaluado presenta una inusual característica en su estructura, manifestando una de las proporciones más reducida de machos de la serie estudiada, acompañada a su vez de una estructura de edades en que predominan los peces jóvenes. Las hembras en cambio, presentan estructura compuesta de peces de mayor edad, no obstante también presentan la atípica presencia de peces muy jóvenes no registrados en esa magnitud anteriormente en el área de concentración para el desove. Esta presencia de peces jóvenes en la estructura de la abundancia del stock desovante se manifiesta a su vez en el año 2017, de forma más intensa y con moda en el GE V. En las edades superiores a esta moda, están presentes en forma destacada hasta el GE XII en machos y hasta el GE XIX en hembras. Al paso de un año, en 2018, la estructura etaria cambia, ya no es tan intensa la presencia de GE de menor edad, aun cuando en términos generales la estructura etaria de machos permanece desplazada hacia los grupos de edad jóvenes. La moda en peces de GE V observada el año anterior, en la actualidad se presenta de forma secundaria, siendo la moda principal aunque en baja intensidad en los machos de GEXIII y de alta intensidad en el GEXVII de hembras. La mayor abundancia de hembras en edades mayores y a su vez con aporte notable en la estructura de la abundancia es una situación característica en las hembras.



En 2019, como se mencionó anteriormente, la estructura etaria del stock desovante cambia notablemente, presentando moda en GE VIII en machos y XIII en hembras, lo que las señala como una estructura más concentrada en GE más jóvenes, comparado a lo observado en años precedente.

- **Proporción sexual de la abundancia**

La composición interna de la abundancia que se concentra en el área de desove no se presenta en proporciones similares de machos y hembras (m:h) a través del tiempo. Esta relación, número de individuos llevados a razón m:h, se entrega en la **Figura 23**, donde se puede observar a los machos representados como 1, y las hembras con el valor por bajo o sobre este, según se encuentren en menor o mayor número que los machos.

En merluza del sur esta relación m:h fluctúa desde 1:0,92 hasta 1:3,4, señalando con ello una relación de proporción variable, que presenta una composición con mayor abundancia notable de hembras en los años 2000 – 2005 – 2010 – 2013 – 2015 – 2017 y 2018 en que las hembras fueron por sobre el doble de los machos y algo más que el triple en los años 2004 y 2016, en el período de desove. En 2019, si bien las hembras superan en presencia a los machos, su razón se establece en 1:2.

En la **Figura 24** se presenta la abundancia separada por sexos, siendo los machos los que se presentan en general en menor magnitud. Existen diferentes razones que motivan el desequilibrio que se manifiesta en que la tasa de presencia entre sexos 1:1 no se manifieste. En general, el sexo con tasa de crecimiento más lento tendrá más probabilidades de ser sometido a predación, con lo cual su abundancia decrece desproporcionadamente en las próximas fases de su desarrollo.

Adicionalmente si los machos difieren de las hembras, la talla media para pesquerías comerciales sería desplazada hacia una dirección resultando en capturas diferenciadas de un determinado sexo y modificando la composición sexual del stock.

Otro factor que puede influenciar la proporción sexual es la disponibilidad de alimento. La actividad de la alimentación en este caso estaría influenciando el metabolismo a través de la actividad hormonal, resultando en cambios en la producción de individuos de un sexo dado. A su vez la fuerza de la clase anual a que pertenecen, al presentarse el caso de una que le proporcione mayor beneficio en su crecimiento temprano y juvenil, lo impulsará a iniciar migraciones.

Se desprende por tanto que el cambio en la proporción sexual es un resultante tanto de la interacción de elementos tecnológicos como poblacionales. Definir en detalle las causas del cambio y su evolución histórica, ha sido tema tratado en reuniones relacionadas a los programas de investigación de la PDA (Payá *et al.*, 2013) y en los talleres de exposición de los resultados encontrados en cada proyecto de evaluación de stock desovante, los cuales se realizan en la fase final de estos proyectos y es donde se abre el tema a todos los usuarios interesados en los estudios, para recoger enfoques y opiniones que permitan enriquecer el conocimiento.



- **Edad mediana de la abundancia**

Si bien en secciones precedentes se ha ilustrado el cambio de la estructura de edades, en esta sección se incluye la “edad mediana” que presenta el recurso al alcanzar el 50% de la abundancia, a fin de poder representar el comportamiento de ésta en el transcurso del tiempo.

En merluza del sur se observa en general, que la edad mediana es menor en machos que en hembras lo que avala la diferenciación sexual propia de estos recursos en donde los machos son de estructura etaria menor que las hembras y a su vez presentan menores frecuencias o no aparecen en los estratos de mayor longevidad.

El grado de diferencia etaria que presenta el recurso se puede apreciar considerando que en merluza del sur, las edades medianas al concurrir al sitio del desove han fluctuado entre 6,0 – 13,5 años en machos y entre 10,5 y 15,2 años en hembras (**Figura 25**).

La edad mediana de la abundancia es un estimado que en merluza del sur ha fluctuado en el tiempo. Entre el período 2008 hasta 2012 presentó edad mediana ascendente dado la escasa presencia de adultos jóvenes que hubo en esos años en la zona de desove, no obstante, en la visita en 2013 a la zona de desove la edad media descendió registrándose en 8,6 y 12,9 para machos y hembras respectivamente. Esto señaló a los machos con la edad media más baja de la serie hasta ese momento, sin guardar la relación que se presentaba en los períodos anteriores en que si bien los machos tenían edad mediana menor que hembras esta se encontraba en un grado de cercanía que no les distanciaba más de 2 años, sin embargo en 2013 los machos se presentaron con una diferencia de 4 años menores que las hembras.

Durante los años siguientes, si bien la edad mediana se registró en 11,3 y 10,8 en machos y en 14,7 y 13,4 en hembras, en 2014 y 2015 respectivamente, se ha mantenido una diferencia mayor a 2 años en este parámetro entre los sexos que se conglomeran al proceso reproductivo.

La característica mencionada que alude a la diferencia entre edades medianas según sexos al momento de visitar el área de desove, marcó durante 2016 una diferencia notable en la serie, intensificándose la diferencia de la edad mediana entre machos y hembras (aproximadamente siete años de diferencia). En 2016 se registró el valor histórico más bajo en machos tomando un valor de edad mediana de 6,0 el cual al año siguiente sube a 8,4 años en la abundancia 2017 y a 10,5 en 2018, lo que refleja a los machos como el sexo que presenta mayor variación en este parámetro y se puede observar tal condición en la baja que se ha presentado en los últimos cinco años con respecto a la serie histórica. En hembras en cambio, este parámetro mantiene valores más estables, si bien tiene una leve baja en los últimos años, en 2017 y 2018 toma un valor de 12,4 años y 14,1 respectivamente, lo que indica que la edad mediana que se mantiene dentro de los valores históricos observados.



En 2019 se aprecia una edad mediana que señala que tanto machos como hembras presentan este parámetro en edad más jóvenes que el año precedente y más aún, si bien en machos su valor 8,2 es uno de los más bajos de la serie, en hembras presentar un valor de 10,5 constituye el menor valor registrado en edad mediana para la zona evaluada del stock parental.

- **Edad y estados de madurez macroscópicos.**

Se presenta la fracción de peces maduros en relación a la edad observada, incluyendo los resultados de los cruceros de investigación realizados en similares condiciones y época del año (Lillo *et al.*, 2010 a 2017 y Legua *et al.*, 2018 y 2019 a), junto a los resultados que entrega la información analizada del crucero de investigación 2019, en que se prospectó la zona.

Lo que se entrega a continuación corresponde a ajustes de curvas edad versus estado de madurez procedente de observaciones macroscópicas de las gónadas y se debe considerar que existe un alto grado de concordancia entre la clasificación de peces “maduros” ó “inmaduros” de acuerdo a las estimaciones que se realiza mediante observación macroscópica y observación microscópica de las gónadas. Estas observaciones altamente concordantes ($\approx 90\%$), indican que la clasificación macroscópica es avalada por la clasificación microscópica/histológica en el rango de clasificación dicotómico de peces maduros e inmaduros. Lo anterior se refiere al sexo hembras, ya que en machos no se realiza estudio histológico de las gónadas.

Respecto de la fracción de peces maduros que se presenta anualmente en la época de los cruceros de investigación del stock desovante, período 2000 – 2019, en el presente estudio se completó la serie de estimaciones históricas de $GE_{50\%}$ anuales, a fin de disponer de parámetros/ajustes por año que permitiesen aplicarlos al cálculo de biomasa/abundancia desovante y tenerlo de referencia para uso en posibles escenarios para los estudios que se desarrollan a fin de caracterizar el estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de merluza del sur (Pérez y Quiroz, 2018).

El año 2000 correspondió al primer período en que se recolectó muestreos específicos para estudio de edad en los cruceros de investigación del stock desovante en la zona sur austral. La clasificación de las edades junto con los estados de madurez que presentaban los peces, muestra que para machos el $GE_{50\%}$ fue GE X y en hembras la madurez al 50% correspondió al GE XIII, **Figura 26, Tabla 15.**

En los años consecutivos, la fracción de machos maduros (FMM) en un 50%, ha presentado una variabilidad en el período estudiado que oscila entre las edades 9 a 12. Las hembras en cambio, alcanzan su madurez (50%, FHM) a edades mayores, registrándose en la serie histórica un rango de edad en que alcanzan el 50% de madurez entre las edades 11 a 14.

Para el estudio en base a los datos recolectados en el crucero de investigación 2019 la FMM presentó $GE_{50\%}$ en el GE XI para machos (longitud promedio 74,5 cm) y en el $GE_{50\%}$ XII para hembras (longitud promedio 76,2 cm), **Figura 26, Tabla 15.**



Si se tiene en consideración el valor resultante de $GE_{50\%}$, como un referente, para comparar la abundancia bajo y sobre este nivel, se aprecia que en los últimos años que se visitó el área en la época de desove, se presentan notables diferencias. En la información del crucero efectuado en 2013 los grupos de edad en que se presentan el 50% de peces maduros fue $GE_{50\%}$ XI en machos y $GE_{50\%}$ XIV en hembras. Dado ello, con la abundancia identificada en ese período, los machos con $GE \geq XI$ constituyeron un 34% y las hembras con $GE \geq XIV$ conformaron un 49%. Estas fracciones indicaron un stock desovante mixto con elevado componentes de peces inmaduros y con la particularidad de estar en presencia de escasa proporción de machos de los grupos de edad mayores (sobre GEXIII).

Para 2014, la abundancia de stock parental que corresponde a peces maduros se presentó en una fracción de 89% para machos ($\geq GE_{50\%}$ X) y 83% de hembras ($\geq GE_{50\%}$ XII), observándose (a diferencia del año anterior) un stock parental en el área de desove principalmente compuesto por peces maduros.

En 2015, si bien machos estuvo compuesto por peces principalmente maduros (95% de la abundancia $\geq GE_{50\%}$ IX), en hembras, dada su estructura etaria, en que existe mayor componente a edades menores, sólo el 67% de la abundancia correspondió a peces de edad por sobre el grupo en que se encuentra maduro en un 50% ($\geq GE_{50\%}$ XII)

Durante 2016 y 2017 se registró $GE_{50\%}$ en machos en el GEXII y en hembras en GEXIV, se pudo apreciar niveles muy altos de peces inmaduros en 2016, alcanzando en machos un 76% de la abundancia y un 51% de hembras. Para 2017, estas fracciones de peces inmaduros se presentaron con valores muy similares al año anterior, siendo 76% y 56% de la abundancia respectiva de cada sexo que se encontraba en la fracción inmaduros, bajo el $GE_{50\%}$. Por lo que al presentar en 2017 un 24% de peces machos maduros y un 44% de hembras maduras indicó que se estuvo frente a un escenario atípico para una época considerada de alto desove. Este aspecto cambió en 2018, en donde los $GE_{50\%}$ en machos se presentó en el GEXI y en hembras en GEXIII, lo que indicó una fracción más alta de peces maduros participando en el proceso reproductivo, 55% y 67% respectivamente, esto representa una fortaleza para las clases anuales que nacen en el 2018 y que son aquellas que de mediar características de medioambiente normales se verán reflejadas, al paso de los años, como padres en la estructuras de futuros cruceros de investigación.

En 2019, en que los $GE_{50\%}$ para machos y hembras correspondieron a GE XI y XII, la fracción de peces maduros fue 28,8% y 43,8% respectivamente.

Una vista conjunta de las curvas de edad – madurez para el período 2000 – 2019 se presenta en la **Figura 27**. Para facilitar la visualización de las curvas, la representación de los dos últimos años se dispuso en las figuras de la columna izquierda (**Figura 27 A**), en donde se aprecia que los machos tienen curvas muy similares y en hembras se observa que disminuyó el $GE_{50\%}$ en una edad. La columna de gráficos de la derecha (**Figura 27 B**) representa el desplazamiento de $GE_{50\%}$ en los diferentes años, este parámetro oscila entre la edad 8,9 a 11,9 para machos y entre 10,5 y 14,3 para hembras. El $GE_{50\%}$ no presenta tendencia y su oscilación responde a la conformación del stock que se reúne a desovar, cuyo cambio en la serie histórica de la estructura del stock por tallas y edad se señaló en párrafos anteriores.



5.3 Objetivo espec3fico 3.

Caracterizar la actividad reproductiva de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificaci3n.
Secci3n merluza del sur.

5.3.1 Estadios de madurez sexual (EMS)

El an3lisis de los estadios de madurez sexual mostr3 que un 42% del total de hembras correspondieron a hembras inmaduras (EMS 1 y 2), mientras que las hembras en proceso de desove activo (EMS 4 y 5) alcanzaron a un 23%. Por otra parte, las hembras en maduraci3n (EMS 3), correspondieron a un 21% del total de hembras. Aunque el porcentaje de hembras inmaduras es alto, el bajo porcentaje de hembras desovadas (14%) permiten concluir que el proceso de desove estaba en pleno desarrollo (**Figura 28**).

Al analizar los estadios de madurez sexual de acuerdo a la longitud total de las hembras, se observ3 que hasta el grupo de longitud de 60-69 cm LT, la gran mayor3a correspondi3 a hembras inmaduras, es a partir del grupo de 70-79 cm LT en donde ya se pudo encontrar junto a los individuos inmaduros la presencia en mayor cantidad de otros estadios de maduraci3n gonadal, lo que indica que en ese rango de longitudes se ubica la talla media de madurez sexual (**Figura 29**).

5.3.2 An3lisis histol3gico de las g3nadas

El an3lisis histol3gico de las muestras permiti3 comparar los resultados obtenidos mediante la observaci3n microsc3pica y as3 obtener una clasificaci3n de estadio de madurez m3s certera. Se evaluaron por esta metodolog3a muestras representativas de los diferentes estadios de desarrollo gonadal y se seleccionaron muestras que presentaron caracter3sticas que complicaban su clasificaci3n. Adem3s, fueron incluidas para el an3lisis mediante esta t3cnica ejemplares que presentaran longitudes cercanas a la talla media de madurez.

La clasificaci3n por estadios se realiz3 seg3n la escala de madurez que se muestra en la **Tabla 5**, que ha sido aplicada para determinar el grado de madurez ov3rica en peces tele3steos. Se presentan im3genes de cortes histol3gicos correspondientes a los estadios virginal, inmaduro y post desove (**Figura 30, Figura 31 y Figura 32**).

5.3.3 3ndice gonadosom3tico (IGS)

Para el c3lculo del IGS se utilizaron los pesos de las g3nadas obtenidos en el laboratorio como tambi3n el registro de pesos gonadales tomado en terreno, siendo ambos valores similares, con un valor de R^2 de 0,99 para la regresi3n entre el peso gonadal en el buque y en el laboratorio (**Figura 33**).



El IGS en la merluza del sur presentó un valor promedio (\pm desviación estándar) de $4,3 \pm 4,5$ y con valores individuales extremos de 0,11 y 33. Los elevados valores de la desviación estándar reflejan la gran dispersión en los valores de los índices, los que correspondieron a peces inmaduros de pequeña talla y a los peces con gónadas en regresión, junto a hembras con gónadas hidratadas. Para relacionar el estadio reproductivo de las hembras con los valores del IGS, se analizaron los datos conforme al EMS de los ejemplares y se determinó la manera en que estos valores cambian entre peces inmaduros y maduros. En los peces con gónadas inmaduras (EMS 1 y 2) el IGS promedio alcanzó a 0,7.

En cambio, en los EMS más avanzados el IGS alcanzó un valor de 6,38 en el EMS 3, llegando a un valor de 12,49 en el EMS 5 reflejando el proceso de hidratación experimentado por las gónadas (**Figura 34**), al contrario de lo que ocurre en el EMS 6, en donde el IGS bajó a un valor de 2,71 dado por el estado de desove en el que se encuentran las hembras. Aunque los datos no presentaron una distribución normal, pero considerando que el número de observaciones fue suficientemente grande (e. g., 100 o más observaciones, STATISTICA 7.0), se aplicó un ANOVA a los datos. Los resultados indicaron que existieron diferencias significativas entre los valores del IGS para los diferentes EMS, con $F=335,6$; $gl=777$; $p=0,00$. El test post hoc de Tuckey HSD mostró que estas diferencias no eran significativas al comparar entre los EMS 1 y 2.

Al analizar la relación entre la talla de los peces y el valor del IGS con las hembras agrupadas en grupos arbitrarios de longitud total, se pudo observar que el IGS alcanzó valores promedio menores a 0,7 hasta el grupo de 60-69 cm LT. En el grupo de 70-79 cm LT, que corresponde al rango de tallas en que históricamente se ubica la talla media de madurez sexual, se produjo un aumento del IGS, con un promedio de 2,3. En las tallas siguientes, el IGS aumentó su valor, llegando en promedio a 7,8 en el grupo de 100-110 cm LT (**Figura 34**). Al aplicar un ANOVA a las distribuciones, se observó la existencia de diferencias significativas para los valores de los IGS en los distintos grupos de longitud ($F=54,80$; $gl=779$; $p=0,00$). La aplicación del test post hoc de Tuckey HSD arrojó como resultado que las diferencias no fueron significativas entre los grupos de longitud más pequeños, hasta el grupo de 60-69 cm LT. Por otra parte, se encontraron diferencias significativas entre los grupos de tallas mayores 80-89 y 90-99 cm LT.

5.3.4 Índices de la actividad reproductiva

Para detectar las variaciones en la actividad reproductiva de hembras adultas de merluza del sur (EMS 3, 4, 5 y 6) en una pequeña escala de tiempo, se analizaron los datos de EMS y IGS agrupados en dos periodos, considerando las fechas en que se realizaron los lances de prospección. Los índices de actividad reproductiva de merluza del sur entre el 7 y 23 de agosto, mostraron que la prospección se realizó en plena época de desove (**Tabla 16**). En el primer periodo que abarcó entre el 7 y 10 de agosto se presenta el mayor valor de IGS dado por la mayor presencia de hembras maduras, luego en el segundo periodo de muestreo el IGS disminuye debido a la menor presencia de hembras maduras y a un aumento en las hembras desovadas, indicando que el desove estaba llegando a su final.

5.3.5 Talla media y edad media de madurez sexual.



Se realizó la estimación de la talla media de madurez sexual en merluza del sur con datos que incluyeron clases de talla entre los 31 y 110 cm LT. La información se procesó y se ajustó la ojiva de madurez de acuerdo a un modelo lineal generalizado dando como resultado una LT de 73,8 cm, con límites de confianza del 95% iguales a 73,5 y 74,1 cm LT ($b_0=-32.7469$; $b_1=0.4439$; suma de los cuadrados residuales 0.2298; error estándar residual = 0.059 con 66 gl.).

La proporción de individuos maduros y límites de confianza se presentan en la **Tabla 17** y el ajuste se muestra en la **Figura 35**, en este gráfico se puede apreciar que los valores se presentan cerca de la curva estimada, sin existir puntos que se alejen de manera notoria de la estimación. En la **Tabla 18** se pueden apreciar las estimaciones obtenidas entre los años 2012 y 2019 pudiendo apreciarse la variabilidad que ha presentado este parámetro.

Se estimó la edad media de madurez sexual con datos que comprendieron grupos de edad entre GE I y XXIII. La información se ajustó a un modelo lineal generalizado obteniéndose un GE50% en el GE 11,03 con límites de confianza del 95% iguales a 10,7 y 11,4 ($b_0=-12.575$; $b_1=1.139$; suma de los cuadrados residuales = 0.02969; error estándar residual = 0.03853 con 20 g.l.). La proporción de individuos maduros por grupo de edad se presenta en la **Tabla 19**.

Los resultados obtenidos en la estimación de GE_{50%}, corresponden a un parámetro que no presenta tendencia y que sólo representa al stock desovante. Los valores muestran que el análisis por el método microscópico es menor en comparación con el método macroscópico, señal que indica que esta forma de análisis es más precisa al permitir observar condiciones en la gónada que no se aprecian a simple vista.

5.3.6 Fecundidad

La estimación de la fecundidad se realizó considerando el análisis de las gónadas y de los ovocitos presentes en éstas tras la observación al microscopio de cada una de las muestras recibidas. Teniendo en consideración esto, fueron excluidas de la estimación aquellas gónadas maduras que presentaran señales de que el proceso de desove ya se había iniciado al momento del lance, descartándose aquellas que presentaran ovocitos hidratados.

Otro criterio de selección aplicado fue la selección de las gónadas que presentaran ovocitos de diámetros mayores a 0,80 mm, de modo que quedaran fuera de la selección aquellas gónadas que presentaran un estado de maduración inicial, puesto que en estas es común que no se pueda separar la moda más avanzada de ovocitos. Cumpliendo con estas condiciones, se trabajó con 56 muestras de merluza del sur para calcular la estimación, los resultados de fecundidad modal fueron ajustados al peso corporal y a longitud total obteniéndose un mejor ajuste al utilizar un modelo lineal para ambas variables con valores de R² de 0,46 y 0,39 (**Figura 36**) respectivamente. La estimación de la fecundidad modal promedio \pm la desviación estándar fue $2.176.918 \pm 902.692$, en tanto que la fecundidad media del total de la muestra fue $2.870.597 \pm 410.536$. En la **Tabla 20** se presentan las estimaciones obtenidas en estudios anteriores y la del presente estudio. Al respecto el valor de fecundidad modal promedio obtenido en este estudio es



similar a lo observado en los otros años. El resultado obtenido para la fecundidad relativa promedio, es decir el número de ovocitos por gramo de peso total menos el peso de la gónada fue 489 ± 156 ovocitos.

No obstante, la escasa variabilidad de los resultados obtenidos entre estimados de fecundidad, en términos relativos, se considera que la fecundidad media del total de la muestra es de mayor representatividad, ya que se incluye un número mayor de observaciones y en general, un rango mayor de tallas. Respecto a los resultados obtenidos en el presente estudio, la estimación de este parámetro en merluza del sur, reflejó un aumento en comparación a lo observado en años anteriores.

5.4 Objetivo específico 4.

Caracterizar la fauna acompañante de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, a partir de los datos obtenidos en los lances de identificación, en el área y período de estudio. **Sección merluza del sur.**

Durante el crucero fueron capturadas e identificadas un total de 18 especies. La fauna presente en la zona de estudio está compuesta, principalmente, por dos especies: merluza de cola y merluza del sur. Ambas especies representaron un 98,2% de la captura obtenida en la zona, seguidas en importancia por reineta y tollo pajarito, congrio dorado y merluza de tres aletas (**Figura 37**). Otras especies estuvieron presentes en muy baja proporción, representando el 0,1% de la captura total obtenida durante el crucero. La fauna acompañante de merluza del sur, durante el crucero estuvo compuesta en 97,8% por merluza de cola, 1,4% reineta, 0,3% tollo pajarito, 0,2% congrio dorado, 0,2% merluza de tres aletas, y en 1,0% se agrupan especies como cojinoba, mictófidós, calamar, tollo negro, anguila espinosa, entre otras. (**Figura 38**).

Según la división del área de estudio, merluza de cola y merluza del sur, son las principales especies presentes en cada una de las subzonas, en la subzona 1 se observó una alta presencia de merluza de cola (83,2%), por sobre la merluza del sur (15,3%), al igual que en la subzonas 2 (merluza de cola 84,5%, y merluza del sur 14,2%), en la subzona 3 la participación de estas dos especies se invierte, con valores de 22,5% para merluza de cola y 63,7% para merluza del sur. Por otro lado, merluza de tres aletas estuvo escasamente representada en las tres subzonas, en donde a pesar de la baja representatividad se observa un leve aumento de norte a sur (**Figura 39 a**). En cuanto a otras especies de la fauna acompañante, merluza de cola aparece como principal componente de la fauna con aportes superiores a 95% en las subzonas 1 y 2, y otras especies con aportes menores al 1%, en la subzona 3 merluza de cola representa cerca del 60%, y reineta el 29%, de la fauna asociada a merluza del sur; la merluza del tres aletas también muestra una mayor participación que en las 2 subzonas anteriores (**Figura 39 b**).

En la zona de estudio, la profundidad media de distribución estuvo en torno a 276 m. El rango de distribución batimétrico varió entre 150 y 372 m. Merluza del sur se localizó a una profundidad media de 280 m, mientras que su fauna acompañante se observó a una profundidad media de 274 m. Al relacionar la distribución latitudinal y batimétrica de merluza del sur, se observa que en la zona norte del área de estudio esta especie se asocia a veriles de profundidad de alrededor de los 200 m, pero al sur se observó



más cercana a los 300 m, encontrándose con mayor ocurrencia entre los 200 y 300 m. La fauna acompañante de esta especie se asocia de igual forma que merluza del sur, con mayor ocurrencia a los veriles entre 200 - 300, y 300 - 400 m (**Figura 40**).

5.4.1. Parámetros comunitarios

La identificación de asociaciones faunísticas en la zona se llevó a cabo por medio de técnicas multivariadas, como son, análisis de clasificación por conglomerados (*cluster analysis*) y de ordenación (NMDS). Ambas técnicas trabajan sobre una matriz de abundancia relativa de las especies más representativas, en términos de la ocurrencia de éstas en los cruceros efectuados desde el año 2000 al 2019. En los análisis las especies se agruparon por: cruceros, cruceros-subzonas y cruceros- veril de profundidad.

- **Cruceros**

El análisis de clasificación identifica tres grupos con niveles de similitud superiores a 65% (**Figura 41**). El grupo 1 contiene solo el crucero realizado durante el año 2003. El grupo 2 está formado por los cruceros realizados durante los años 2000, 2001, 2002, 2007, y 2012. El grupo 3 contiene los cruceros realizados en los años 2004 a 2005 y los efectuados entre 2008 y 2019, a excepción del año 2012. El análisis de ordenación muestra concordancia en la formación de estos grupos, al mismo tiempo, que se observa el alto grado de similitud que existe entre cada una de las diferentes entidades (**Figura 42 a**). Desde el punto de vista de la fauna asociada a los conglomerados, se observa que el conglomerado 2 está caracterizado por la presencia mayoritaria de las especies principales, merluza del sur (mau) y merluza de cola (mma), especies dominantes en los años 2000 al 2002, durante los años 2007 y 2012 se observa la presencia de otros peces como congrio dorado (gbl), y tollo (mme), similar a los observado durante los años 2013, y 2019 del grupo 3, agrupaciones que presentan individuos con un comportamiento demersal, distinto a lo observado en los años 2004, 2008, 2009, 2011 del grupo 3, en donde se observa para estos años una mayor asociación con reineta (bau) y jurel (tmu), y jibia (dgi), individuos de un claro comportamiento pelágico, lo cual podría indicar una distribución más cercana a la superficie dentro de la columna de agua. (**Figura 42 b**).

- **Cruceros-Subzonas**

El resultado gráfico del análisis por clasificación identifica tres grupos con niveles de similitud superiores al 60%. Los grupos 2 y 3 son similares respecto de su distribución espacial, ya que latitudinalmente se localizan en toda la zona de estudio desde 43°30'S hasta 47°00'S, mientras que el grupo 1, el de menor tamaño, presenta una distribución espacial restringida y acotada al extremo sur del área de estudio entre 45°30'S a 47°00'S, lo que espacialmente corresponde con la subzona de Taitao (**Figura 43**). El análisis de ordenación muestra la equivalencia que existe en la formación de los tres conglomerados, en cuanto a su, continuidad espacial y niveles de similitud (**Figura 44 a**). La fauna que integra los conglomerados 1 y 2 está caracterizada por tener incidencia significativa de especies como reineta (bau), jurel (tmu),



merluza de tres aletas (mia), cojinoba (sca), congrio (gbl), merluza del sur (mau), merluza de cola (mma), mientras que en el grupo 3 la presencia de jibia (dgi), destaca respecto de las otras especies (**Figura 44 b**).

- **Cruceros-Veril**

El análisis de clasificación discrimina tres grupos con similitudes superiores a 50%. La distribución batimétrica indica que los grupos 1 y 2 se localizan entre los 200 m hasta profundidades mayores de 400 m, mientras que el grupo 3 se ubica a profundidades mayores de 400 m, preferentemente (**Figura 45**). El análisis de ordenación da una mejor visión del nivel de similitud que existe entre los conglomerados (**Figura 46 a**). La fauna que caracteriza los conglomerados, indica que las especies se distribuyen en todo el rango de profundidad. Sin embargo, es posible diferenciar dos grupos de especies, uno que se localiza con mayor frecuencia a profundidades mayores de 200 m, con merluza del sur (mau), merluza de cola (mma), congrio dorado (gbl) y merluza de tres aletas (mia), y un segundo grupo que lo componen especies que se asocian a menores profundidades, en torno a los 200 m, destacando las especies reineta (bau) y jibia (dgi), en donde se asocia en parte al grupo 1. (**Figura 46 b**).

5.5 Objetivo específico 5.

Caracterizar la composición alimentaria de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en el área de estudio. **Sección merluza del sur.**

5.5.1 Análisis de Contenido Estomacal (ACE)

De los 258 estómagos analizados, 171 (66,3%) muestras tuvieron algún contenido estomacal, lo cual es un aproximadamente un 20% más bajo que lo encontrado en cruceros de años anteriores. Aun cuando el número de estómagos con contenido fue menor, se encontró un mayor número de taxa que en los años anteriores (**Tabla 21**), de los cuales, se identificó a cinco grupos funcionales por su cercanía taxonómica.

De la **Tabla 22**, se desprende la dieta general de *Merluccius australis*. La merluza del sur basó su alimentación en la merluza de cola con un 57,41% PSIRI. Le siguen en importancia, los peces mesopelágicos (33,89%) y los camarones de profundidad (3,90%) (**Figura 47**).

En cuanto al desglose de los estratos en base a los análisis bayesianos (**Tabla 23**), hembras y machos basan su alimentación en merluza de cola con $43,53\% \pm 0,5$ (38,57- 44,27) (\pm desviación estándar; intervalos de credibilidad al 95%) y $32,61\% \pm 0,47$ (27,87- 33,32) respectivamente (**Figura 48**), el cual fue corroborado posteriormente por la prueba estadística (GLM: $F=2.32$; $p=0.081$). Una situación distinta se encontró en los rangos de tallas (**Figura 49**). En el grupo G1, la importancia alimenticia recayó en los peces mesopelágicos con $46,66\% \pm 0.5$ (41,65-47,41), mientras que en el grupo G2, las merluzas vuelven a ser las de mayor importancia con un $57,81\% \pm 0.49$ (52,87-58,55).



Los modelos estadísticos ratifican estas diferencias (GLM: $F=5.39$; $p=0.047$), en donde las diferencias estuvieron en los aportes en ambos grupos de merluza de cola (GLM: $F=2.97$; $p=0.031$) y peces mesopelágicos (GLM: $F=2.70$; $p=0.043$). Aun cuando existieron diferencias entre los grupos de tamaños, sigue siendo evidente la enorme importancia de la merluza de cola para la supervivencia de la merluza del sur. La relación fue directa entre ambas especies. Al analizar los tamaños relativos de los ejemplares de la merluza de cola encontrados en los estómagos de merluza del sur se evidenció una moda a los 20 cm de longitud. Al correlacionar la longitud de la merluza del sur y el tamaño de las presas de merluza de cola, se encontró que existió una preferencia por talla ($r_s=0.34$; $p=0.005$) (**Figura 50**).

Las merluzas del sur no mostraron diferencias en su preferencia alimentaria en la latitud de los lances de pesca. Existió la misma probabilidad de captura de las presas en los lances, cuando la merluza del sur consumió merluzas de cola y peces mesopelágicos (ANOVA: $F=0.01$; $p=0.88$) (**Figura 51**). Al realizar el análisis de serie de tiempo en la alimentación de la merluza del sur por medio de contenidos estomacales (**Figura 52**), no cabe duda de que la merluza de cola es la fuente de mayor contribución alimenticia para los individuos de merluza del sur.

Se evidenció también, que cuando existe una menor contribución de la merluza de cola en la dieta de las merluzas, asciende la contribución de otras presas. El patrón de alimentación de la temporada 2019 fue similar a la de 1997, donde el aporte de los peces mesopelágicos también fue importante, y por lo tanto un descenso en el aporte de las merluzas de cola. No obstante, aun cuando se aprecien estos cambios decadales, en el contexto global, la merluza de cola sigue siendo la presa de mayor importancia.

5.5.2 Análisis de Isótopos Estables (AIE)

Los valores de los isótopos estables para las merluzas del sur y sus respectivas presas putativas están resumidos en la **Tabla 24**. De esta se desprende que la merluza del sur presentó un valor promedio de $\delta^{13}\text{C}$ $-16,04 \pm 1,39$ y de $\delta^{15}\text{N}$ $14,18 \pm 2,05$. El crucero hidroacústico se basó, principalmente en especies demersales, que hacen uso de su alimento en la columna de agua (**Figura 53**). El bi-plot (**Figura 55**), dio cuenta también, que las muestras analizadas mostraron una linealidad de los depredadores con respecto a sus presas, las cuales, al parecer tiene un sustento mixto; por un lado, son los pequeños crustáceos que son las fuentes bases de merluza de cola y merluza de tres aletas, y por el otro, la merluza de cola, la cual fue la fuente base para la merluza del sur.

La asimilación de las presas de la merluza del sur no fue distinta a la investigada por contenidos estomacales, siendo así, la merluza de cola la presa de mayor asimilación en la dieta de *Merluccius australis* (**Tabla 25**). Sin embargo, esta temporada el ítem presa merluza de cola compartió su aporte con los peces mesopelágicos en aproximadamente un 40%. En ambos grupos de tamaños, se encontró, que la asimilación fue similar cuando los individuos de merluza del sur hicieron uso de la merluza de cola y de peces mesopelágicos (**Figura 54**). El análisis estadístico, mostró que existieron diferencias estadísticas entre los grupos de tamaños (PERMANOVA: $F=6.281$, $p=0.044$), específicamente en las diferencias en el $\delta^{13}\text{C}$ ($F=14.59$, $p<0.001$) (**Figura 55**).



5.6 Objetivo específico 6.

*Caracterizar las agregaciones de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, registradas acústicamente en el área de estudio. **Sección merluza del sur.***

5.6.1 Resultados generales descriptivos

Se procesó y analizó un total de 149 agregaciones de merluza de cola y merluza del sur en su conjunto. Esta información proviene de las transectas de prospección acústica del crucero de agosto del 2019. Se entregan los estadísticos estimados de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones registradas durante el crucero en la **Tabla 26**.

5.6.1.1 Descriptores morfológicos

En la **Tabla 26** se observa que los descriptores de forma en general, muestran una fuerte variabilidad expresada en coeficientes de variación superiores al 1% en los descriptores largo, alto, elongación, perímetro y área, con la excepción de la dimensión fractal que presenta la menor variabilidad con un 0,1%. El largo medio de las agregaciones fue de 1.639 m comprendido en el rango 25 a 9.920 m (CV = 1,2%) y una altura media de 8,6 m con un CV = 1,1%, lo que resulta en una elongación media de 359,6 (CV= 1,5%). Los valores medios del perímetro y del área fueron de 20.309 m y 22.383 m², respectivamente, lo que se ve reflejado en un valor medio de la dimensión fractal de 1,8 (CV = 0,1%).

5.6.1.2 Descriptores batimétricos

La profundidad media en que se ubicaron las agregaciones fue de 339,6 m ± 131 m y CV= 0,4, distribuyéndose en la columna de agua entre los 99 y 598 m de profundidad, con media en 340 m ± 131 m (CV=0,4). En relación al fondo, este varió entre 101 y 783 m, con promedio en 409 m ± 165 m y CV= 0,4. El descriptor Índice de altura, que permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo registró en promedio un 14,2% (CV = 1,2), variando la distancia de las agregaciones al fondo entre un 0,6% y 71,2% de la profundidad del fondo, siendo los valores más altos asociados a los mayores rangos batimétricos (**Tabla 26**).

5.6.1.3 Descriptores de energía

Estos indicadores presentan los coeficientes de variación mayores de todos los descriptores. Los valores de NASC de las agregaciones fluctuaron entre 101 y 91.608 m²/mn² con un valor medio de 3.010 ± 9.318 m²/mn² (CV=3,1), mientras que la densidad acústica obtenida como una medida de estandarización de



la energía retrodispersada de las agregaciones respecto a su área, varió entre 3,1 y 3.143 con un promedio de $45,5 \pm 259,5$ NASC*100/m² (CV=5,7) (**Tabla 26**).

5.6.2 Resultados de los descriptores según zonas y cañones.

5.6.2.1 Zona de cañones

Los resultados de los valores promedios, máximos, mínimos y CV de los descriptores para las 149 agregaciones detectadas y separadas por “zona dentro de cañones” y “zona fuera de cañones” se entrega en la **Tabla 27**. En la **Figura 56** se entregan diagramas de cajas, con medias y medianas. Los valores medios de los descriptores morfológicos largo, alto, perímetro y área son todos mayores en la zona fuera de cañones a excepción de la elongación que es menor y de la dimensión fractal que es prácticamente similar en ambos casos. En los batimétricos el valor medio de la profundidad de la agregación es mayor dentro de los cañones, al igual que la profundidad del fondo lo que se refleja en un valor medio del índice de altura mayor dentro de los cañones. En el caso de la energía, el valor medio del NASC es mayor fuera de los cañones, mientras que la densidad media es mayor en la zona dentro de cañones.

La **Tabla 28** entrega los resultados de K-W al desagregar las agregaciones según su ubicación en “zona dentro de cañones” y en “zona fuera de cañones”. En esta tabla se observa que todos los descriptores analizados, exceptuando la dimensión fractal, profundidad de agregación y profundidad del fondo, aceptan la hipótesis de igualdad de estas variables en ambos casos, lo que indica que no hay diferencias significativas de estos descriptores tanto dentro como fuera de los cañones (**Figura 56**).

Los resultados obtenidos al analizar las agregaciones registradas en los cañones 1, 2 y 3, se presentan en la **Tabla 29** y **Figura 57** en las cuales se observa que el mayor registro de agregaciones (73%) fue en el cañón 1 (Ipun). Los valores medios de los descriptores morfológicos largo y elongación son mayores en el cañón 2 (Guamblin), mientras que el valor medio del alto, del perímetro, del área y de la dimensión fractal son mayores en el cañón 1. Los descriptores batimétricos se observan mayores en el cañón Ipún, seguido de los valores medios del cañón 3 (Taitao) mientras que los menores valores medios se observan en el cañón Guamblin. En relación a los descriptores de energía los mayores valores medios se registran en el cañón 3, seguido del cañón 1.

La resultante de comparar estadísticamente, los valores por cañón, se entrega en la **Tabla 30**, de ésta se desprende que los descriptores batimétricos profundidad del fondo e índice de altura y el descriptor de energía densidad, presentan diferencias significativas entre cañones por lo que rechazan la hipótesis de igualdad. Los restantes descriptores aceptan la hipótesis nula no presentando diferencias significativas entre los distintos cañones.

5.6.2.2 Sub-división latitudinal

El análisis latitudinal aplicado históricamente en el área de estudio consta de tres subzonas y en cada una de ellas se encuentra un cañón, siendo respectivos en la numeración.



Zona	Límite latitudinal
1	42°00' S – 44°29' S
2	44°30' S – 45°29' S
3	45°30' S – 47°29' S

Los resultados de los valores promedios, máximos, mínimos y CV de los descriptores para las agregaciones detectadas y separadas por zonas se entregan en la **Tabla 31** y **Figura 58**, destacando la alta variabilidad observada en cada una de las zonas, principalmente en los descriptores morfológicos y de energía. Los valores medios del largo, elongación, perímetro y dimensión fractal son mayores en la zona 2, mientras que el descriptor área es mayor en la zona 1. Los mayores valores medios batimétricos se observan en la zona 2, si bien el índice de altura es mayor en la zona 1. Para los descriptores de energía se observa que en la zona 1 los valores medios del NASC son mayores mientras que la densidad es marcadamente mayor en la zona 3.

El análisis no paramétrico de K-W, estableció que todos los descriptores, a excepción de la elongación e índice de altura, aceptan la hipótesis de igualdad lo que indica que estos descriptores no presentan diferencias significativas entre zonas (**Tabla 32**).

5.6.2.3 Sub-división según profundidad del fondo

La **Tabla 33** entrega los resultados de los valores promedios, máximos, mínimos y CV de los descriptores para las agregaciones detectadas según rango de fondo. El mayor número de registros correspondió al rango 300 - 399m con el 24,1% de las agregaciones observadas, seguido del rango 400-499 m (21,4%). Los valores medios de los descriptores morfológicos se comportan sin una tendencia clara en función de la profundidad, puesto que en el rango de menor fondo, se registra el mayor valor medio del largo, mientras que el alto, el perímetro y el área registran los mayores valores en el rango 200-299m. Los descriptores batimétricos aumentan según aumenta la profundidad del fondo y en caso de los descriptores de energía se observa que el mayor valor medio del NASC es en el rango 200-299m y la densidad en rango 400-499m.

El resultado del análisis de K-W (**Tabla 34**) muestra que solo los descriptores alto y NASC aceptan H_0 , es decir, estadísticamente no hay diferencias de ellos entre los distintos rangos de profundidad del fondo, para todos los demás descriptores se rechaza la hipótesis (**Figura 59**).

5.6.3 Análisis de componentes principales (ACP)

Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman, para determinar el grado de asociación entre los distintos descriptores. La matriz de correlaciones entre las variables originales se entrega en la **Tabla 35** en donde se aprecia que las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables perímetro - largo ($r=0,933$), área - perímetro ($r=0,910$), área – largo ($r=0,828$).



Posterior a una aplicación exploratoria del ACP, donde se combinan diferentes variables originales como activas, se logró una combinación que califica como meritoria según la medida de suficiencia de muestreo (MSA) y con una buena explicación de la varianza. Esto se logró con la exclusión de los descriptores índice de altura y densidad, que no presentaron buenas correlaciones con el resto de los descriptores. La nueva combinación alcanzó un valor del índice de Kaiser ($KMO = 0,675$) y un 82,194% de explicación de la variabilidad total.

De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), se seleccionaron los tres primeros componentes que cumplen tal condición, los cuales explicaron en conjunto el 82,194% de la variabilidad total. La **Tabla 36** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los nueve componentes. La **Tabla 37** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales.

El primer componente, denominado morfométrico, presenta un valor propio de 4,070 que explica el 45,221% de la variabilidad total y que asocia principalmente ($>0,80$) a las agregaciones de mayor tamaño con valores mayores de área, alto, perímetro, largo y NASC. El segundo componente principal con valor propio igual a 1,898 el cual explica el 21,092% de la variabilidad, denominado componente forma - energético, asocia con mejor correlación ($> 0,6$) a los descriptores de forma elongación y dimensión fractal, batimétricos profundidad de la agregación y fondo; Un último componente con valor propio igual a 1,43 que representa el 15,88 de la variabilidad, que se denominará fondo – forma que asocia a elongación y profundidades de fondo y cardumen.

En la **Figura 60** se muestra la representación gráfica de los dos componentes principales, apreciándose que las agregaciones asociadas al componente 1 presentan la característica de tener un valor alto de área, asociado a valores mayores del perímetro, del largo, de la energía retrodispersada (NASC) y del alto y que se ubican en sectores poco profundos y cercanos a este. El segundo componente presenta como característica agrupaciones con contorno suave ubicadas en zonas de mayor profundidad y más alejadas del fondo, con niveles de área menores y bajo valores de NASC.

5.6.4 Análisis de red neuronal artificial (2015 a 2019)

Se realizó un análisis matemático de discriminación interanual 2015 al 2019 para los descriptores morfométricos, batimétricos y de energía, se utilizó la técnica de red neuronal artificial (**Figura 61**) tomando la combinación lineal de las variables anteriormente nombradas. Lo que se esperaba del aprendizaje era saber si la red neuronal era capaz de clasificar a través de la combinación lineal de las variables de detección de cardúmenes por zona y año de estudio. El método aplicado fue el perceptrón multicapa con propagación hacia adelante, se incluyó como variables dependientes la zona y el año, como factores los rangos de fondo y rango de cardumen, además las covariables de la red fueron las



combinaciones lineales del análisis de componentes principales (ACP). Se utilizó partición de entrenamiento del 80% y 20% basado en el algoritmo de optimización pendiente de gradiente. La técnica logró clasificar globalmente en entrenamiento el 51,2% correctamente (**Tabla 38**). La curva COR (**Figura 62 y Tabla 39**) indica que la zona 2 presenta la pseudoprobabilidad pronosticada mayor, seguido de la zona 3; la zona 1 presenta la menor pseudoprobabilidad.

5.6.5. Resultados serie 2005 - 2019

Se observa, en el periodo considerado que el largo alcanza el máximo histórico el 2008, disminuyendo posteriormente hasta el 2011 para aumentar al año siguiente alcanzando el tercer mayor valor en la serie, a partir de ese año la tendencia es a la disminución lo que se observa claramente hasta el 2018, año que se registra el menor valor del periodo analizado, situación que se revierte en agosto del 2019. El descriptor alto presenta dos máximos que ocurren en los años 2008 y 2013, para posterior a este año registrarse una disminución en el valor de este descriptor hasta alcanzar el mínimo de la serie el 2019. La elongación tiene aumentos y disminuciones entre 2007 y 2013, para luego observarse una clara tendencia al aumento en su valor medio hasta alcanzar el máximo en 2019. El perímetro registra igual comportamiento irregular, observándose que desde el 2016 en adelante los valores promedios tienden a la disminución, situación que se revierte en el último año analizado. El descriptor área registra su nivel máximo el 2008, para disminuir su valor hasta el 2011 y la tendencia en los últimos años es a disminuir registrando el menor valor de la serie el 2018, observándose un leve aumento de valor medio en 2019. La dimensión fractal se observa un máximo el 2016 seguida de valores cercanos en los años 2017 a 2019 (**Figura 63**).

En la **Figura 63** se observa que la profundidad de las agregaciones presentó una tendencia al aumento desde el 2009 hasta alcanzar el máximo en 2014 (327 m), valor que disminuye en los últimos años en donde alcanza el mínimo de la serie en 2017 (240 m), situación que se revierte en los dos últimos años al observarse un aumento del valor medio alcanzando un máximo el 2019 (340 m). Los fondos en que fueron detectadas las agregaciones disminuyeron hasta el 2009 (menor valor promedio del periodo) para luego aumentar el 2010, posterior a este año los fondos se han mantenido por sobre los 440 m en promedio alcanzando un máximo el 2014 (511 m), valor que disminuye en los últimos años hasta un mínimo en 2017 (363 m), aumentando en el periodo 2018-19 a un valor superior a los 400 m. El índice de altura cuyo valor promedio máximo se registró en 2005, disminuye hasta el 2009 evidenciando una tendencia de las agregaciones a ubicarse más cercanas al fondo, posteriormente aumenta el 2010 y a partir de este año sus valores promedios se mantienen en un nivel similar hasta el año 2015 en que disminuye su valor promedio (22,2%), para registrar en los últimos años un aumento en su valor medio hasta 2017, lo que se revierte nuevamente en los años 2018 y 2019, año este último en que se registra el menor valor de la serie (14,2%).

El valor promedio de la energía retrodispersada de las agregaciones alcanzó un máximo el año 2008, lo que corresponde con el hecho de que en ese año se detectaran las agregaciones de mayor tamaño de la serie, posteriormente este descriptor presenta una tendencia a la disminución para alcanzar el año 2011 el valor más bajo de la serie ($1.267 \text{ m}^2/\text{mn}^2$), aumentando el 2012 a $2.601 \text{ m}^2/\text{mn}^2$ y disminuyendo



nuevamente el 2013 a 1.793 m²/mn², año a partir del cual se observa un leve aumento en el valor promedio hasta el 2015, seguido de una leve disminución el 2016 y un posterior aumento al año siguiente, tendencia que se mantiene en los años 2018 y 2019. La densidad relativa registra dos máximos en el periodo el 2010 y el 2015 para posteriormente disminuir el 2016, observándose un leve aumento en el 2017, para el año 2018 el valor medio de este descriptor alcanza el segundo máximo histórico de la serie, valor que se mantiene en aumento el 2019. En relación a los descriptores de energía se observa un leve aumento del NASC en relación al 2018 y un valor de la densidad similar registrado en los dos últimos años del período (**Figura 63**).

Por último, el número de agregaciones observadas en 2019 disminuyen en relación al año anterior, pero se mantienen en un número similar a lo registrado desde el año 2015 en adelante (**Figura 63**).



6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

BIOMASA, ABUNDANCIA Y DISTRUBUCIÓN ESPACIAL DEL STOCK

La serie histórica de biomasa de merluza del sur, muestra en sus primeros años los menores estimados (1992, 1994 y 1996). Seguido en 2000 y 2001 en donde se registran los mayores valores de la serie (133.845 t y 100.362 t). De aquí en adelante, hasta el año 2015, los estimados se estabilizan en alrededor de 56.000 t en promedio mostrando variaciones que no alcanzan a ser superiores a las 12.000 t, en el último periodo, la biomasa ha mostrado un aumento del 90% respecto del 2015; así durante el estudio, realizado en agosto del 2017, muestra un aumento de 42,8% en relación al año 2016, valores que las ubican similares de las estimaciones realizadas el 2001 (Lillo *et al.*, 2016), el valor del estimado en el presente periodo 2019, sigue la tendencia en aumento, valor 14,23% mayor al registrado en 2018, siendo el mayor valor de la última década de evaluación y segundo mayor valor de la serie de evaluaciones desde 1992 (**Tabla 40, Figura 64**).

Respecto de la abundancia la serie histórica de evaluación desde 1992 al año 2000, presenta su mayor valor en el año 2000 (35 millones de individuos), para mantenerse relativamente estable hasta el año 2015, con un promedio entre el 2001 y 2015 de 16 millones de individuos. Para los últimos tres años de evaluación presenta un aumento de 54,3% respecto al año 2016; 22,4% respecto al 2017 y 22,1% respecto al 2018, siendo esta última evaluación, la mayor de la serie histórica (**Tabla 40 y Figura 65**).

En lo referente a su distribución espacial, merluza del sur estuvo presente en toda el área de estudio con mayores concentraciones localizadas al sur del cañon de Guafo, a la cuadra de la isla Ipun, concentrándose un foco de mayor importancia a la cuadra de isla Isquiliac. La posición media o centro de gravedad de la distribución del stock evaluado de la merluza del sur se localizó en la latitud 45°17,2'S y una inercia de 1°, manteniéndose en el rango de los valores observados en estudios previos, donde se han estimado centros de gravedad entre los 44°55'S (2014) y 45°59'S (2005) centrado su distribución histórica en cruceros de evaluación en isla Guamblin, con un grado de desplazamiento de su centroide (inercia =+/-1°), entre isla Ipun y península Skyring.

ESTRUCTURA DE TALLA DEL STOCK

La composición de talla del crucero de investigación del año 2019 correspondió a la estructura de talla adulta; sin embargo, su composición difiere a las composiciones de tallas registradas en los cruceros de investigación entre los años 2001 y 2017, debido al aporte de los ejemplares juveniles menores a 70 cm y al aporte de ejemplares adultos sobre los 90 cm. En este sentido, la composición de talla de merluza del sur del 2019 con una moda entre los 60-99 cm; difiere de la estructura habitual, la cual correspondería a una distribución con una moda principal de ejemplares adultos entre 70 y 99 cm (Lillo *et al.*, 2017; Legua *et al.*, 2018 y 2019 a). Esta característica antes descrita -la alta presencia de ejemplares adultos en la composición de talla del recurso durante la concentración reproductiva del recurso- respondería a un desplazamiento migratorio (reproductivo) de la fracción adulta de la especie al área de desove desde



zonas localizadas al norte y sur del área de estudio en aguas exteriores, como también de aguas interiores, patrón migratorio descrito por Aguayo *et al.* (1994) y Céspedes *et al.* (1996). Sin embargo, en los últimos cuatro años (2016-2019) se ha registrado una presencia de ejemplares juveniles menores a 70 cm en el área de concentración reproductiva del recurso, aspecto no habitual observada entre los años 2001 y 2007, que podría corresponder a patrones migratorios de los juveniles, que son necesario dilucidar, o por factores poblacionales como respuesta a factores de reclutamiento; aspecto que también se requiere dilucidar con estudios focalizados a levantar índices de reclutamiento del recurso. Otra probable explicación (entre otras) podría ser como respuesta al uso del espacio; considerando la posibilidad que durante en este último período el recurso en el área de desove ha estado en una condición de reducción de la fracción desovante (adultos) (Quiroz, 2017); luego el espacio de concentración de ellos es menor, respecto cuando la fracción desovante fue abundante, como a inicios de los años dos mil. Los espacios con menor concentración de adultos permitirían a los juveniles ocupar y permanecer en esas áreas, con menor riesgos a ser consumidos.

Las estructuras de tallas, entre los años 2007 y 2019, han registrado un gradual incremento y predominio de las hembras respecto de los machos; pasando de 48% en el 2007 a valores entre un 73% y 79% entre los años 2017 y 2019. Este gradual incremento del predominio de las hembras en el recurso también ha sido registrado en las estructuras de tallas de sus capturas en la pesquería demersal austral (Céspedes *et al.*, 2017 y 2018). Este predominio de las hembras podría tener diversos factores que podrían estar conjugándose. Por ejemplo, entre los posibles factores sería una respuesta a la delicada condición de la población, como también a una diferenciación en el crecimiento que favorezca a las hembras, a patrones ambientales, alimentarios, diferenciación de la mortalidad natural en el transcurso del ciclo de vida a favor de las hembras, entre otros factores.

En este sentido, la veda reproductiva establecida durante el mes de agosto en el recurso permite una ventana de protección para que las hembras adultas que llegan al área emprendan el desove. Sin embargo, la concentración del recurso por patrones reproductivos en el área de estudio comprende un período mayor de tiempo, entre julio y septiembre (Aguayo *et al.* (1994); Aguayo *et al.*, 2001), aspecto que caracteriza el predominio de ejemplares adultos en dicha zona, sobretodo de hembras con avanzado estado de madurez sexual. Esta condición expone a una importante fracción de la población desovante de merluza del sur a estar más vulnerable y accesible a los artes de pesca. Por tanto, el período de protección a la fracción desovante del recurso por razones reproductivas podría ser más amplia, entre julio y septiembre.

La mayor presencia de juveniles ha estado asociada al Cañón Guablín y Cañón Taitao, ambas áreas correspondientes a la parte central y sur del área de estudio (Lillo *et al.*, 2008, 2009, 2014 y 2017, Legua *et al.*, 2018 y 2019 a). En particular, se ha observado un gradiente latitudinal en la distribución de los ejemplares juveniles principalmente hacia latitudes mayores, como también una mayor presencia de ejemplares adultos hacia zonas de latitudes menores en el área de estudio; aspecto que podría indicar que los ejemplares adultos que entrarían al proceso de desove tienden a estar más concentrado en zonas de latitudes menores, entre el área de Guafo y Guablín.



La presencia más frecuente de juveniles de menor tamaño entre 30-44 cm, que principalmente fue observada en el Cañón Guablín, podría ser un posible indicador al menor riesgo de ser predados por fracciones adultas, las cuales podrían haber reducido su abundancia en el área de estudio. Como también, podría ser una condición diferente, en sentido que sería respuesta a reclutamientos que podrían aportar a la fracción desovante posteriormente. Por otro lado, se ha observado un incremento de la presencia de ejemplares adultos mayores de 90 cm, aportado principalmente por las hembras, aspecto que respondería a posibles factores migratorios, como entre otros factores, por ejemplo la factibilidad que las hembras de mayor talla tengan una mayor sobrevivencia, aspecto que podría estar relacionado con una mayor disponibilidad de su presa habitual, merluza de cola juvenil; recurso que en estos últimos años la fracción juvenil ha sido abundante en la misma área de desove de merluza del sur (Legua *et al.*, 2019 b)

ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA DEL STOCK

Los cambios en el stock parental han sido registrados gracias a la ejecución de proyectos de estudios de periodicidad anual. En el desarrollo de los procesos, queda en evidencia la importancia de contar con muestreos propios del período de desove tanto en el registro de la abundancia de las especies presentes, como en las componentes de longitudes de los peces que se encuentran en el área en la época de desove de merluza del sur, como asimismo estudios de la data biológica en la componente de edad que permite desplegar la composición demográfica por edades separado por sexo.

En la serie histórica estudiada se ha observado que la estructura etaria del stock parental ha presentado años en que se ha manifestado un cambio sustancial producto de efectos poblacionales, medioambientales y/o de la actividad pesquera a que es sometida la población.

Se ha generado información altamente importante al estudiarla separarlos por sexos ya que con ello se recoge las diferencias morfológicas que presenta este recurso y su crecimiento diferenciado. Se observa anualmente las diferencias en la estructura etaria según sexo, las diferencias en las proporciones sexuales que constituyen el stock desovante, diferencias de madurez por sexo, por mencionar algunos factores relevantes para el conocimiento.

Los resultados han permitido apreciar que al inicio de estos estudios, en el año 2000, el stock desovante presentaba una estructura de edades con moda principal en GE XII y XIII en machos y en el tramo de GEX a XV en hembras, con lo que se caracterizaba las edades principales de los padres que concurrían al área de desove para asegurar su descendencia. Con el paso de los años se experimentaron variaciones en cuanto a la magnitud de la abundancia, proporción sexual y en la estructura etaria. Uno de los cambios más significativos se observó en los años 2007-2008, donde se detectó por primera vez la presencia de peces jóvenes que participaban estando presentes junto al stock parental y que corresponde al área que visitan lo padres en el proceso de desove. Encontrar peces pequeños (inmaduros) que no participan en el proceso reproductivo en una fracción importante de la estructura si bien fue inesperado, aportó al conocimiento del comportamiento de la población y abrió interrogantes respecto a necesidades de estudio específicos que puedan responder a aspectos de distribución y migraciones del recurso dentro del área del O. Pacífico como asimismo incorporando el conocimiento



hasta su distribución en el O. Atlántico. Recientemente Toledo *et al.*, reportaron respecto de las migraciones que realiza la población de merluza del sur en las diferentes etapas de su vida, desde juveniles a adultos, encontrando como resultado del análisis químico en los otolitos que los peces tienen al menos dos áreas de crianza, una estuarina y otra oceánica y en cada una de estas áreas se observa la presencia de individuos migrantes y residentes en distintas proporciones y con diferentes características asociada a su crecimiento.

También referido a peces juveniles, ocurrió en los años recientes (2016 – 2017) otro hito relevante pero de mayor magnitud que lo mencionado en el párrafo anterior para el período 2007-2008. En estos últimos años (2016-2017) en la estructura demográfica del stock desovante de merluza del sur se destacó modas importantes en juveniles (GE III y GEV, peces inmaduros) en relación al resto de la estructura del stock parental. En el crucero de investigación en el área de desove (2018), se pudo constatar que si bien permanecía una marcada presencia de peces juveniles, la estructura de peces mayores a la edad de madurez (GE_{50%} XI en machos y XIII en hembras), los parentales, está enriquecida, lo que podía dar la posibilidad a pesar que en un próximo año se fuese consolidando las edades parentales de peces más adultos. Sin embargo, al visitar al año siguiente (2019) la zona de desove se pudo comprobar que la estructura había cambiado nuevamente, conformando una estructura etaria cuya moda estaba situada en peces más jóvenes, lo cual se puede resumir señalando que si bien en machos tomó valor de edad mediana 8,2 años, siendo es uno de los más bajos de la serie, en hembras a su vez, presentan un valor de edad mediana de 10,5 años, lo que constituye el menor valor registrado en este parámetro para la zona evaluada del stock parental.

Este aspecto de estructura etaria con alta presencia de edades menores es particularmente importante, debido a que además que los machos se presentan en menor proporción en la abundancia (relación de 33% machos y 67% hembras), son ellos los que mayormente se sitúan gráficamente al lado izquierdo de la composición de edades, dado que por las diferencias morfométricas ellos alcanzan menor registro de tallas y edades, si se los compara con las hembras en las cuales sus registros llegan a longitudes mayores junto a mayor longevidad. Así entonces, frente a una fracción del recurso, en este caso los machos, que presentan menor distribución de tallas y edades, las posibilidades de ser afectado por diferentes acciones ambientales o de pesca son recibidas con mayor impacto, por lo que su condición debe ser observada con la debida importancia.

CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA ACOMPAÑANTE

En el área de estudio se mantiene una condición homogénea de la estructura comunitaria estudiada. La presencia continua de merluza de cola y merluza del sur en el área, las ubica como las especies principales y dominantes en la comunidad de especies presente en la zona. Otras especies como congrio dorado, reineta, cojinobas y jibia, mantienen una recurrencia temporal y espacial en la zona, también se destaca la presencia de merluza de tres aletas más asociada al extremo sur del área de estudio, pero que en la mayoría de los casos presentan baja representación en el aporte a la captura. La distribución espacial histórica de estas especies, muestra un patrón de distribución latitudinal continuo (43°S a 47°S)



y batimetría (200 m hasta profundidades mayores de 400 m). Esto mantiene una condición de estabilidad respecto de la composición de fauna en la zona, lo cual ya ha sido reportado en evaluaciones anteriores.

Los resultados obtenidos a partir de los análisis de clasificación y ordenación, muestran que en la zona de estudio no hay cambios importantes, respecto de la estructura de fauna, dado que los resultados son similares año tras año, lo cual se demuestra en los niveles de similitud que se obtienen a partir de este análisis. Estos valores de similitud, están determinados por el dominio de algunas especies en la zona, en especial, merluza de cola y merluza del sur, y la recurrencia constante de las otras especies. Esto se ha mantenido casi sin alteración en la zona de estudio, situación que también se observa en otras zonas como la Atlántico sur occidental y Chatham rise, zona oeste de la isla sur de Nueva Zelanda. Por otro lado, los altos valores de similitud, junto al dominio casi exclusivo de dos especies, dan pie al hecho de que la fauna presente en la zona se podría considerar como monoespecífica, lo que ha sido reportado para otros estudios similares dentro de la zona (Queirolo *et al.*, 2008).

CARACTERIZACION DE LA COMPOSICIÓN ALIMENTARIA

De acuerdo con los análisis estomacales e isótopos estables, los resultados muestran una clara concordancia con lo que refleja la precisión del método de los isótopos. Sin embargo, la combinación de los contenidos estomacales y otro bio trazador sigue siendo la vía más útil de cuantificar la dieta de cualquier especie de pez. Este reporte, que da cuenta de la temporada 2019, mostró que la merluza del sur no muestra diferencias a nivel estomacal ni en la estabilidad isotópica, mostrando a la merluza de cola como principal componente de su dieta. Sin embargo, El sesgo que se adquiere en los análisis estomacales, es importante a la hora de describir una dieta en particular debido a las tasas digestivas del depredador. En efecto, generalmente los peces presentan un alto porcentaje de agua por lo que la digestión debería ser más alta que otras presas. Sin embargo, es evidente la enorme contribución de la merluza de cola en la dieta de la merluza austral. Esta temporada, la merluza del sur mostró un significativo aumento de estómagos vacíos. El cual no puede atribuirse al tamaño muestral, ni época, ni zona de estudio, toda vez que la cantidad de estómagos es muy similar cada temporada, la zona y la época de muestreo sigue siendo la misma. Los datos obtenidos por este proyecto no tienen la suficiente certeza de porque ocurrió este fenómeno, solo atribuir de que corresponde a la “Lotería de estómagos vacíos”, donde la presencia de individuos con contenido es al azar.

Al investigar la serie de tiempo de las presas de la merluza del sur, esta temporada es similar a lo ocurrido en 1997, donde se produce un descenso de la depredación sobre merluza de cola, y un aumento en otro tipo de presa. Esta fluctuación casi decadal, puede deberse a varios factores, como la eficiencia de captura de esta población en particular, o bien que la población de la merluza de cola haya sido efectiva en su escape. Puede deberse también, solo por el hecho, de que se muestreó una parte de esta población que si hace uso de otros recursos presas o bien variaciones de la oferta ambiental. Sin embargo, en la serie de tiempo es más que evidente, que la merluza de cola es por lejos la presa principal de la merluza del sur.

Los tamaños de la merluza de cola encontrados en los estómagos fueron menores a los reportado por Payá (1992), sin embargo, similar a lo reportado para aguas neozelandesas (Dunn *et al.*, 2010). En términos isotópicos, este proyecto que se ejecuta en base a la colaboración de IFOP-UNAB ha reportado



datos de nitrógeno y carbono desde el año 2015, y es hasta la fecha el único en su clase. Este análisis, en base inferencia bayesiana, ratifica la importancia de la merluza de cola. En tanto, lo encontrado por las capas del lente del ojo, en donde se observa que a medida que ejemplares de merluza del sur crecen su ingesta aumenta hacia la merluza de cola, lo cual también, es similar a lo reportado por Dunn *et al.* (2010).

CARACTERIZACION DE LAS AGREGACIONES

En el último crucero los descriptores morfológicos largo, perímetro y área presentaron una tendencia al aumento de sus valores medios con una leve disminución de su altura, lo que resulta en agregaciones más largas, más bajas, de mayor perímetro y con mayor cobertura de área al compararlas con el año anterior, por otro lado, aumentó el valor promedio de la elongación y se mantuvo la dimensión fractal, lo que define agregaciones del tipo elípticas y con contorno desigual y complejo.

En relación a los descriptores batimétricos se observa un aumento en la profundidad media de las agregaciones (340 m), lo que coincide inversamente con la disminución de la profundidad media del fondo (410 m), lo que genera una disminución del índice de altura (14,2%), lo que significó que las agregaciones se ubicaran más cerca del fondo con respecto al año anterior. La energía retrodispersada en cuanto al descriptor NASC mantiene un valor similar al año anterior si bien se observa un leve aumento en su valor, mientras que la densidad mantiene su valor medio.

Las agregaciones observadas en el último año mantienen la tendencia de agruparse en cardúmenes largos, de menor valor promedio del alto y con un leve aumento en la cobertura de área, ubicándose a mayor profundidad y a menores fondos y con tendencia a ubicarse más cerca del fondo y manifestando una pequeño aumento en la energía retrodispersada.



7. CONCLUSIONES

- a. La biomasa total de merluza del sur se estimó en 131.443 t ($LC\alpha=5\%= 120.841 - 142.045$), valor 14,23% superior al estimado durante el crucero efectuado en agosto del 2018. Por el estimador de bootstrap, la biomasa alcanzó a 128.147 t con un intervalo de confianza entre 117.619 y 138.675 t. Los valores calculados por el estimador geoestadístico son los mayores valores calculados dentro de la última década de evaluación, es el segundo mayor valor de la historia de estimados de biomasa del recurso.
- b. La abundancia se estimó en 50.812.560 individuos de los cuales 16.995.949 (33%) fueron machos y 33.816.612 (67%) hembras con el método geoestadístico y 49.538.328 individuos con el estimador de bootstrap. El estimado de abundancia fue 22,1% superior al estimado el 2018. Siendo el mayor valor calculado en la última década de evaluación, similar al calculado en el año 2000, aunque con una estructura de tamaño diferente.
- c. La posición media o centro de gravedad de la distribución del stock evaluado de la merluza del sur se localizó en la latitud $45^{\circ}17,2'S$ e Inercia de 1° ; manteniéndose en el rango de los valores observados en estudios previos.
- d. La estructura de talla de merluza del sur en el año 2019 registró una moda principal de ejemplares adultos entre los 60 y 99 cm y moda secundaria de ejemplares juveniles (30-44 cm).
- e. La estructura se caracterizó por estar compuesta principalmente por ejemplares adultos con 66% (tallas superiores e igual a 70 cm) y 34% de ejemplares juveniles (tallas menores a 70 cm).
- f. En la proporción sexual las hembras predominaron con 67% respecto de los machos.
- g. La estructura modal entre 60-99 cm del año 2019 se registró principalmente en latitudes menores en el área de estudio (Guafo y Guamblín); mientras, la moda de juvenil entre 30-44 cm se registró principalmente en el Cañón Guamblín.
- h. La estructura de talla de merluza del sur entre el 2007 y 2019 ha registrado un gradual incremento de la presencia de hembras entre el 48% y 79%; y en los últimos 4 años de estudio la presencia de ejemplares juveniles entre 30-44cm y ejemplares adultos superiores a 90 cm.
- i. Se encontró una composición de edades entre 2 y los 23 años para este recurso.
- j. La abundancia del recurso, sin considerar separación por sexos, estuvo sostenida mayoritariamente (71%) por nueve clases que comprenden los GE VI a XIV.



- k. La abundancia separada por sexos presenta en machos la moda en el grupo de edad VIII corresponde a peces cuya longitud promedio es de 62cm y peso promedio es de 1.583 g
- l. En la estructura etaria de hembras se observa la moda en el GE XI, con longitud promedio 74cm y peso promedio 2.854 g.
- m. En la estructura etaria de hembras se observa la moda en el GE XI, con longitud promedio 74cm y peso promedio 2.854 g.
- n. Se presentó ejemplares maduros sexualmente en un 50% en el GE XI para machos y en el GE XII para hembras. Tomando este valor como referencia, se puede indicar que el stock parental (maduros) estuvo constituido en un 29% de machos maduros (\geq GE XI) y 44% de hembras maduras (\geq GE XII).
- o. En la serie histórica la edad mediana, en general, este parámetro ha sido menor en machos que en hembras. Desde 2013 en adelante se presentó una diferencia notable entre la edad mediana de machos y la de hembras. En 2019 se registra edad mediana de 8,2 y 10,5 años en machos y hembras respectivamente, observándose que si bien machos presentan uno de los más bajos de la serie, las hembras al presentar un valor de 10,5 constituye el menor valor registrado en edad mediana para la zona evaluada del stock parental.
- p. En merluza del sur el análisis de los índices de actividad reproductiva fue indicativo de una estabilidad en la temporalidad del proceso de desove durante el mes de agosto, fecha coincidente con el período en que se realizaron las prospecciones hidroacústicas.
- q. El índice gonadosomático promedio fue igual a 4,3 con valores individuales extremos de 0,11 y 33. Las hembras con gónadas inmaduras presentaron un IGS promedio igual a 0,7 y las sexualmente maduras presentaron un IGS promedio de 12,49.
- r. La estimación de la talla media de madurez sexual obtenida mediante el método de máxima verosimilitud con un ajuste lineal generalizado fue igual a 73,8 cm LT. La edad media de madurez fue estimada en el grupo de edad 11,03. Este parámetro no presenta tendencia, sólo representa al stock desovante.
- s. En cuanto a fecundidad, en merluza del sur la estimación de fecundidad promedio fue igual a $2.176.918 \pm 902.692$, la fecundidad relativa fue 489 ± 156 y la fecundidad media del total de la muestra fue igual a $2.870.597 \pm 410.536$.
- t. La captura obtenida en los lances de pesca de identificación estuvo compuesta por 18 especies. La estructura comunitaria de las especies presentes en el área de estudio, mantienen una condición de estabilidad, dadas las especies presentes, y su aporte histórico. Se destaca la presencia continua



de merluza del sur y merluza de cola como principales componentes de esta comunidad de especies, seguidas en importancia durante el presente año por, reineta, tollo pajarito, y merluza de tres aletas.

- u. La zona de estudio no presenta grandes alteraciones respecto de su estructura y composición de fauna. Esto se manifiesta a través de los valores de similitud. Estos valores, están ligados al dominio de la merluza del sur y merluza de cola y a la alta recurrencia de algunas especies que son la base de las comunidades presentes en la zona.
- v. La alimentación de merluza del sur se basó principalmente por la merluza de cola, mostrando una conducta trófica estenófaga y altamente especializada en peces.
- w. No existen diferencias de la alimentación a través de los distintos tamaños estudiados. Los cuales asimilan su alimento en las mismas proporciones.
- x. El análisis de isótopos estables confirma que la merluza del sur es un depredador altamente especialista.
- y. Los análisis de isótopos estables dan cuenta de que la merluza del sur es un predador que se alimenta meso pelágicamente.



8. REFERENCIAS

- Aguayo, M., R. Céspedes, L. Arias, I. Payá, E. Figueroa, V. Ojeda, L. Adasme y L. Muñoz. 1994. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales “peces” zona sur austral – 1993. Estado de situación y perspectivas del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (SGI IFOP 94/3). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 50 pp.
- Aguayo M, Payá I., Céspedes R, Miranda H, Catasti V, Lillo S, Galvéz P, Adasme L, Balbontín F, Bravo R (2001) Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Technical Report FIP 99/15.
- Alday, A., A. Uriarte, M. Santos, I. Martín, A. Martínez de Murguía and L. Moto. 2008. Degeneration of postovulatory follicles of the Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) *Scientia Marina* 72 (3) 565-575, Barcelona, España.
- Arana, P. 2012. Recursos pesqueros del mar de Chile. Escuela de Ciencias del Mar, Valparaíso, 308 pp.
- Bahamonde, N. 1953. Alimentación de la merluza de los canales (*Merluccius australis*, Hutton). *Investigaciones Zoológicas Chilenas* 2: 23-30.
- Balbontín, F. y W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso 17(3): 285 – 334.
- Balbontín, F. y R. Bravo. 1993. Fecundidad, talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso 28:111 – 132.
- Balbontín, F. 2006. Ictioplancton de los canales y fiordos australes, Chile. In *Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas. Puerto Montt a Cabo de Hornos*. N. Silva y S. Palma. Eds. Comité Oceanográfico Nacional. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 115 – 120 pp.
- Bardenet, R., Doucet, A., & Holmes, C. 2017. On Markov Chain Monte Carlo Methods for Tall Data. *Journal of machine learning research*: 18 (2017) 1-43.
- Bell, G., M. L’Heureux, and M. S. Halpert (2017), ENSO and the tropical Pacific [in “State of 410 the Climate in 2016”]. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 98, S93–S98
- Bernal, R. y Balbontín F. 1999. Ictioplancton de los fiordos entre el golfo de Penas y el estrecho de Magallanes, y factores ambientales asociados. *Cienc. Tecnol. Mar*, 22: 155- 164.



- Bernal, M., Balbontin F. 2003. Distribución y abundancia de las larvas de peces desde el Estrecho de Magallanes hasta el Cabo de Hornos. *Cienc. Tecnol. Mar.*, 26 (1): 85 – 92
- Bodholt, H. 1991. Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements. *ICES. C. M.* 1990/B:21.
- Bradu, D., y Y. Mundlak. 1970. Estimation in lognormal linear models. *J. Am. Stat. Assoc.* 65 (329): 198-211.
- Bray, J.R., y J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern. *Wisconsin. Ecol. Monogr.* 27:325-349.
- Brickle P, Schuchert PC, Arkhipkin AI, Reid MR, Randhawa HS. 2016. Otolith Trace Elemental Analyses of South American Austral Hake, *Merluccius australis* (Hutton, 1872) Indicates Complex Salinity Structuring on their Spawning/Larval Grounds. *PLOS ONE* 11(1): e0145479. Doi:10.1371/journal.pone.0145479.
- Brown, S. C., Bizzarro, J. J., Cailliet, G. M., & Ebert, D. A. 2012. Breaking with Tradition: Redefining Measures for Diet Description with a Case Study of the Aleutian Skate *Bathyraja Aleutica* (Gilbert 1896). *Environmental biology of fishes*, 95, 3–20.
- Bustos, C.A, Balbontín, F., Landaeta, M., 2007 Spawning of the southern hake (*Merluccius australis*) (Pisces: Merlucciidae) in Chilean fjords. *Fish. Res.* 83 (1) 23 – 32.
- Céspedes, R., L. Adasme, H. Reyes, M. Braun, E. Figueroa, V. Valenzuela, V. Ojeda y R. Roa. 1996. Identificación de áreas de reclutamiento de merluza austral en la zona sur-austral. Informe final FIP 1993-20. 328 pp.
- Céspedes, R., Adasme, L., Ojeda, V., Vargas, C., Muñoz, L., Villalón, A., y San Juan, R. 2016. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas (Informe Final: Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial, 2015, Convenio de Desempeño IFOP-Minecon, 2015). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- Céspedes, R., Adasme, L., Ojeda, V., Vargas, C., Muñoz, L., Villalón, A., y San Juan, R. 2017. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas (Informe Final: Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial, 2016, Convenio de Desempeño IFOP-Minecon, 2016). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero
- Céspedes, R., V. Ojeda, L. Adasme, R. San Juan, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda y L. Cid. 2018. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas profundas (Informe Final: Sección IV: Pesquería Demersal Sur Austral Industrial, 2017, Convenio de Desempeño IFOP-Minecon, 2017). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero, 193 p.



- Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 1st edition. PRIMER -E: Plymouth. 144 pp.
- Clifford, H.T. y W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Inc., London, 229 pp.
- Córdova, J., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, P. Rojas, A. Saavedra. M. Barbieri y J. Saavedra. 2006. Evaluación del Stock desovante de merluza del sur y merluza de cola. Zona Sur Austral, 2005. Informe Final. FIP 2005-04.
- Cressie, N. A. C. 1991. Statistics for spatial data. John Wiley and Sons, New York. 900 pp.
- Chong, J. 1991. Ciclo reproductivo y fecundidad de la merluza del sur, *Merluccius australis*, en la pesquería sur – austral. Estudio complementario captura total permisible del recurso merluza del sur en aguas interiores. 1991. Informe Técnico IFOP- SUBPESCA.
- Chong, Liu, V. Ojeda, E. Garcés, L. Adasme, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, L. Cid. 2019. Seguimiento de las pesquerías demersales y aguas profundas. Sección 3: Pesquería Demersal Sur Austral Artesanal, 2018. 166 pp.
- De Robertis, A., y K. Williams. 2008. Weight-length relationships in fisheries studies: the standard allometric model should be applied with caution. Trans. Am. Fish. Soc. 137: 707 – 719.
- Demer, D.A., Berger, L., Bernasconi, M., Bethke, E., Boswell, K., Chu, D., Domokos, R. 2015. Calibration of acoustic instruments. ICES Coop. Res. Rep. No.326. 133 pp.
- Docmac, F., Araya, M., Hinojosa, I. A., Dorador, C., y Harrod, C. 2017. Habitat Coupling Writ Large: Pelagic-derived Materials Fuel Benthivorous Macroalgal Reef Fishes in an Upwelling Zone. Ecology, 98, 2267–2272.
- Dunn, M. R., Connell, A. M., Forman, J., Stevens, D. W. y Horn, P. L. 2010. Diet of two large sympatric teleosts, the ling (*Genypterus blacodes*) and hake (*Merluccius australis*). PLOS ONE 5, e13647.
- Dunford, A. 2005. Correcting echo-integration data for transducer motion (L), J Acoust. Soc. Am. 118 (4) 2121-2123
- Feuchtmayr, H. y Grey, J. 2003. Effect of Preparation and Preservation Procedures on Carbon and Nitrogen Stable Isotope Determinations from Zooplankton. Rapid communications in mass spectrometry: RCM, 17, 2605–2610.
- Flores, A., Wiff, R., Ganiás, K., Marshall T. 2019. Accuracy of gonadosomatic index in maturity classification and estimation of maturity ogive. Fish. Res., 210 (2019). 56-62



- Foote, K.G.; Knudsen, H.P.; Vestnes, G.; Maclennan, D.N. y Simmonds, E.J. 1987 a. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. ICES Cooperative Research Report N° 144.
- Foote, K. G. 1987 b. Fish target strengths for use in echo integrator surveys. *Journal of the Acoustical Society of America*, 82: 981 - 987.
- Freón, P, F. Gerlotto, O. M. Soria, 1996. Diel variability of school structure with special reference to transition periods. *ICES. J. Mar. Sci.*, 53: 459-464.
- Fry, B. 2013. Alternative Approaches for Solving Underdetermined Isotope Mixing Problems. *Marine ecology progress series*, 472, 1–13.
- Gayanilo, F. C., M. Soriano y D. Pauly. 1988. A draft guide to the COMPLEAT ELEFAN. International Center for Living Aquatic Resources Management. ICLARM contribution 435, 65 p.
- Garreaud, R. 2018. “Tres Niños sorprendentes”, Disponible en: (http://dgf.uchile.cl/rene/PUBS/TresNinosSorprendentes_IGP.pdf). Revisado el 05 de mayo de 2020.
- Gorni, G., S. Loibel, R. Goitein, A. Amorim. 2012. Stomach contents análisis of swordfish (*Xiphias gladius*) caught off southern Brazil: A Bayesian Analysis. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 68(4): 1594-1600.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tathan, R. L. y W. C. Black. 1999. *Análisis Multivariante*. Madrid. Prentice Hall. (5° edición).
- Hayes, D. B., J. K. T. Brodziak, y J. B. O’Gorman. 1995. Efficiency and bias of estimators and sampling designs for determining length-weight relationships of fish. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 84 – 92.
- Henderson, M., J. Horne y R. Towler. 2007. The influence of beam position and swimming direction on fish target strength. *ICES J. Mar. Sci.*, 65: 226–237.
- Henderson, M. y J. Horne. 2007. Comparison of in situ, ex situ, and backscatter model estimates of Pacific hake (*Merluccius productus*) target strength. 2007. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 64: 1781 – 1794.
- Hormazabal, S., G. Shaffer, J. Letelier, and O. Ulloa. 2001. Local and remote forcing of sea surface temperature in the coastal upwelling system off Chile. *Journal of Geophysical Research*. 106, 16,657–16,671.



- Hunter, J. y B. Macewicz, 1985. Measurements of spawning frequency in multiple spawning fishes. In R. Lasker (ed). And egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS, 36: 79-94.
- ICES. 2001. Study group on target strength estimation in the baltic sea. ICES CM 2001/B:02. 14 pp.
- Kalikhman, I. 2002. Patchy distribution fields: sampling distance unit and reconstruction adequacy. ICES J. Mar. Sci., 58: 1184-1194.
- Keller HR, AC Hirons y DW Kerstetter. 2016. Combined stomach content and $\delta^{13}\text{C}/\delta^{15}\text{N}$ analyses of oilfish, escolar, snake mackerel and lancetfish in the western North Atlantic. Mar. Ecol. 37: 727-736.
- Kieser, R., W. Saunders y K. Cooke. 1998. Review of hydroacoustic methodology and Pacific kake biomass estimates for the Strait of Georgia, 1981 to 1998. Can. Stock. Asses. Res. Ecret. Res. Doc. 99/15. 53 p.
- Kiljunen, M., Grey, J., Sinisalo, T., Harrod, C., Immonen, H., & Jones, R. I. 2006. A Revised Model for Lipid-Normalizing $\Delta\delta\text{C}$ Values from Aquatic Organisms, with Implications for Isotope Mixing Models. Journal of Applied Ecology, 1213–1222.
- Kimura, D. 1977. Statistical assessment of the age – length key. J. Fish. Res. Board of Can. 34 : 317 – 324.
- Kuhnert, P. M., Duffy, L. M., Young, J. W., & Olson, R. J. 2012. Predicting Fish Diet Composition Using a Bagged Classification Tree Approach: A Case Study Using Yellowfin Tuna (*Thunnus Albacares*). Marine biology, 159, 87–100.
- Lai,H-L. 1987. Optimun allocation for estimating age composition using age-length key. Fish. Bull. Vol 85, N 2.
- Lai,H-L. 1993. Optimal sampling design for using the age – length key to estimate age composition of a fish population. Fish. Bull. 9 (2).
- Landaeta M., Castro L.R. 2006. Variabilidad estacional en los patrones espaciales de las asociaciones ictioplanctónicas de la zona de Fiordos de Chile Austral. Cienc. Tecnol. Mar, 29 (2): 107-127.
- Landaeta M., Castillo G., Bustos C., 2018. "Effects of Salinity Gradients on Larval Growth and Otolith Asymmetry of Austral Hake *Merluccius Australis*." Lat. Am. J. Aquat. Res., 46 (1): 212–18
- Legua J., V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón, M. Landaeta, G. Herrera, E. López, P. Troncoso, L. Rodríguez, L. Rodríguez S., E. Molina, S. Klarian, M. Hernández, C. Salas, D. Riquelme, C. Cárcamo y B. Leiva. 2018. Evaluación del stock desovante de merluza del sur,



merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe final. Convenio de Desempeño 2017. Inst. de Fomento Pesquero, 67 p.

- Legua J., R. Vargas, R. Céspedes, V. Ojeda, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón, M. Landaeta, G. Herrera, E. López, P. Troncoso, L. Rodríguez, S. Klarian, F. Vargas, C. Cárcamo, J. Julca, I. Quintanilla y B. Leiva. 2019a. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe final. Convenio de Desempeño 2018. Instituto de Fomento Pesquero, 73 p.
- Legua J., R. Vargas, R. Céspedes, V. Ojeda, H. Hidalgo, L. Muñoz, M. Landaeta, G. Herrera, E. López, P. Troncoso, L. Rodríguez, S. Klarián, F. Vargas, C. Cárcamo, J. Julca, I. Quintanilla y B. Leiva. 2019b. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección II: Merluza de cola. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe final. Convenio de Desempeño 2018. Instituto de Fomento Pesquero, 70 p.
- Lillo, S. A. Paillamán, V. Correa, E. Figueroa, R. Céspedes, H. Miranda, J. L. Blanco, A. Vega, F. Balbontín, R. Bravo y R. Bernal. 1995. Evaluación Hidroacústica del stock desovante de merluza del sur en la zona de Guafo y Guambin, X y XI regiones. Informe final FIP 1993-04. 147 pp.
- Lillo, S., J. Córdova y A. Paillamán. 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. ICES. J. Mar. Sci. 53(2): 267-271
- Lillo, S, M. Espejo, M. Rojas, M.A. Barbieri, J. Castillo, V. Ojeda, F. Cerna, R. Céspedes, L. Adasme, H. Miranda, C. Bravo, F. Balbontín, M. Acevedo, L. Rodríguez, M. Braun, V. Valenzuela, H. Miles, J.L. Blanco, J. Letelier y J. Osses. 1997. Evaluación directa del stock desovante de merluza del sur en la zona sur-austral. Informe final FIP 1996-38. 203 pp.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda y R. Vega. 2000. Evaluación directa de merluza de cola en la zona centrosur, 1999. Inf. Téc. FIP-IT/99-06: 55 pp.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, L. Adasme, M. Aguayo y A. Saavedra. 2001. Evaluación acústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Informe Final (FIP 2000-14), IFOP, 64 pp. (+ figuras, tablas y anexos)
- Lillo, S., V. Ojeda, R. Céspedes, F. Balbontín, A. Saavedra, R. Bravo, L. Adasme y M. Rojas. 2002. Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Proyecto FIP 2001-19. Informe. 86 pp (+ figs, tablas y anexos).



- Lillo, S., V. Ojeda, R. Céspedes, F. Balbontín, A. Saavedra, R. Bravo, C. Vera, L. Adasme, y M. Rojas. 2003. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, 2002. Pre-Informe Final (FIP 2002-19), IFOP, 81 pp. (+ figuras, tablas y anexos)
- Lillo, S., R. Céspedes, F. Balbontín, V. Ojeda, y A. Saavedra. 2004. Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2003. Proyecto FIP 2003-09. 103 pp. (+ figs, tablas y anexos).
- Lillo, S., M. A. Barbieri, M. Espejo, J. Castillo, H. Miranda, J. Córdova, A. Saavedra, M. Rojas, C. Cancino, F. Flores, H. Reyes. 2005 a. Estimaciones in situ de la fuerza de blanco (TS) de merluza del sur y merluza de cola. Informe IFOP/FIP 2003-34.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Balbontín, R. Bravo, A. Saavedra, M Barbieri y C. Vera. 2005 b. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola, en la zona sur austral, año 2004. Proyecto FIP 2004-07. Informe Final.
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Adasme, F. Balbontín, M. Rojas y A. Saavedra. 2008. Evaluación del stock desovante de merluza de cola en aguas exteriores, año 2007. Informe FIP 2007-13.
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, F. Balbontín, R. Bravo, E. Molina, R. Meléndez y A. Saavedra. 2009. Evaluación del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores, año 2008. Informe FIP 2008-11.
- Lillo S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, L. Adasme, M. San Martín, F. Balbontín, R. Bravo, R. Meléndez y A. Saavedra. 2010. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2009. Informe Final Corregido. FIP 2009-10.
- Lillo S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, K. Hunt; H. Hidalgo, F. Balbontín, R. Bravo, R. Meléndez. 2011. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur – austral, año 2010. Informe Final Pesca de Investigación. Ejecutor IFOP Requirente SUBPESCA.
- Lillo S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, R. Meléndez, A. Saavedra. 2012. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2011. Informe Final FIP N° 2011-04.
- Lillo S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, R. Meléndez, A. Saavedra. 2013. Evaluación hidroacústica del stock



desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2012. Informe Final FIP N° 2012-07.

- Lillo S., V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, E. Molina, R. Meléndez y A. Saavedra. 2014. Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de 75ata aletas, año 2013. Informe Final. FIP 2013-13 Capítulo I – Merluza del sur. Capítulo II– Merluza de cola.
- Lillo S., V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, S. López y A. Saavedra. 2015. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur.
- Lillo S., J. Legua, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, E. Molina, S. López y B. Leiva. 2016. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur.
- Lillo S., J. Legua, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera, E. Molina, S. López y B. Leiva. 2017. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones. Sección I: Merluza del sur.
- Macaulay G. y P. Grimes. 2000. Estimates of target strength of hake (*Merluccius australis*). Final Research Report for Ministry of Fisheries Research Project HAK9801. Objective 2.NIWA. 18 pp.
- MacLennan, D. y J. Simmonds. 1992. Fisheries acoustic. Chapman y Hall, 325 p.
- MacLennan, D. N., Fernández, P. G. y Dalen, J. 2002. A consistent approach to definitions and symbols in fisheries acoustics. ICES. Journal of Marine Science, 59: 365 - 369.
- Matheron, G. 1971. The theory of regionalized variables and its applications. Technical reports C-5, École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Centre de Geoestatistique et de Morphologie Mathematique, Fontaine bleam (F). 211 pp.
- Medina, G. 2013 Uso de biomarcadores lipídicos en el estudio de la dinámica espacial de la Merluza austral (*Merluccius australis*) en la patagonia chilena. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias Mención Pesquerías. Universidad de Concepción. 63 pp.
- McCarthy, M. 2007. Bayesian Methods for Ecology. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, Ed.



- McClatchie, S., A., Jon, Ye Zhen, R. Coombs 1996. Consequence of swimbladder model choice and fish orientation to target strength of three New Zealand fish species. ICES J. Mar. Sci. 53: 847 - 862.
- McCullagh, P. y J. A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. London: Chapman and Hall, 511 pp.
- McCutchan, J. H., Lewis, W. M., Kendall, C., & McGrath, C. C. (2003). Variation in Trophic Shift for Stable Isotope Ratios of Carbon, Nitrogen, and Sulfur. Oikos.
- McQuinn, Ian H y P. D. Winger. 2003. Tilt angle and target strength: target tracking of Atlantic cod (*Gadus morhua*) during trawling. ICES J. Mar. Sci. 2003; 60 (3): 575-583.
- Midttun, L. y Hoff, I. 1962. Measurement of the reflection of sound by fish. Fiskdir Skr. (Hauvanders.), 13: 1 – 18.
- Mitson, R.B. 1995. Underwater Noise of Research Vessels: Review and Recommendations. ICES Coop. Res. Rep. No. 209, 61pp.
- Nakken, O. y Olsen, K. 1977. Target Strength neasurements of fish. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer, 170: 52 – 69.
- Ojeda, F.P. 1981. Estructura comunitaria de peces demersales en el extremo austral de Chile: Explicación ecológica de patrones latitudinales, batimétricos y de simpatria. Tesis. Universidad de Chile. 91 pp.
- Ojeda, V. y I. Céspedes, 1988. Elaboración de claves edad-talla y composición en número de individuos por grupos de edad para merluza del sur, *Merluccius australis*, (Hutton.1872), en la zona sur-austral, año 1987. Informe Interno, IFOP.
- Ojeda, V., F. Cerna, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid; L. Muñoz; L. Chong. 2001. Determinación de Edad. En: Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2000. II Parte. 46pg, 16 Figuras, 41 Tablas.
- Ojeda, V., L. Muñoz, H. Hidalgo, R. Bravo, L. Cid; K. Hunt, L. Miranda. 2007. Estimación de Edad. En: Informe Final Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Estado de Situación Pesquería Demersal Zona Sur - Austral, 2006.
- Ojeda, V., L. Muñoz, K. Hunt, L. Miranda, R. Bravo, L. Cid; H. Hidalgo y M. Miranda, 2008 a. Estructuras de edad en las capturas de los recursos pesqueros: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de cola, Merluza de tres aletas, Bacalao de profundidad. En: Informe Final Programa



de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Situación Pesquería Demersal Sur - Austral, 2007.

- Ojeda, V., O. Guzmán, V. Bocic, L. Muñoz, J. Olivares y F. Cerna. 2008 b. Actualización y perfeccionamiento de metodologías científicas de determinación de edad en peces para la sustentabilidad de los recursos pesqueros nacionales.05CN11IPT-16. INNOVA – CHILE. Requirente: CORFO. Ejecutor: IFOP.
- Ojeda, V. y L. Muñoz, 2008. Técnicas y metodologías de análisis de edad en recursos pesqueros chilenos. Serie 1 peces de importancia comercial. I.S.B.N. RPI N° 173096.
- Ojeda, V., L. Muñoz, K. Hunt, M. Miranda, A. Villalón, R. Bravo, L. Cid; L. Vidal. 2013. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de tres aletas, Bacalao de profundidad. Reg. 2013-I-13. En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2012. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda V., L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2014. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de tres aletas. En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2013. Actividad Demersal. Reg. 2014-I-11. SEC- IFOP.
- Ojeda V., L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2015. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza del sur, Congrio dorado, Merluza de tres aletas. En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2014. Actividad Demersal. Reg. 2015-I-7. SEC- IFOP.
- Ojeda, V, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2016 a. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). . Reg. 2016-I-D6. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2015. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda, V, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón, L. Cid y L. Vidal. 2016 b. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*). Reg. 2016-I-D7. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2015. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Artesanal.
- Ojeda, V, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón, L. Cid y L. Vidal. 2017 a. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*). Reg. 2017-I-D6. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2016.. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Artesanal.



- Ojeda, V, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2017 b. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Reg. 2017-I-D4. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2016. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda, V, L. Muñoz, K. Hunt, A. Villalón, L. Cid y L. Vidal. 2018 a. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*). Reg. 2018-I-D5. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2017. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Artesanal.
- Ojeda, V, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2018 b. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Reg. 2018-I-D4. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2017. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda, V, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, L. Cid y L. Vidal. 2019 a. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*). Reg. 2019-I-D5. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2018. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Artesanal.
- Ojeda, V, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt, M. Miranda, L. Cid y L. Vidal. 2019 b. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza del sur (*Merluccius australis*), Congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y Merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*). Reg. 2019-I-D6. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2018. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ona E. 1990. Physiological factors causing natural variations in acoustic target strength of fish, Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 1990, vol. 70 (pg. 107 - 127)
- Parnell, A., y Inger, R. (2016). Stable Isotope Mixing Models in R with Simmr. Stable isotope mixing models in R with simmr.
- Payá, I. 1992. The diet of Patagonian hake *Merluccius australis* polylepis and its daily ration of Patagonian grenadier *Macrouronus megellanicus*. In: Benguela Trophic Functioning. Payne, A. I. L., Brink, K. H., Mann, K. H. and R. Hilborn (Eds.). Afr. J. Mar. Sci., 12:753-760.
- Payá, I., S. Lillo, J. Cordova, A. Paillaman, R. Quiñones, J. Blanco, R. Céspedes, E. Figueroa, I. Céspedes. 1993. Evaluación directa de la abundancia de recursos demersales en aguas exteriores de la pesquería sur austral. 72 pp + figuras y anexos.



- Payá, I., F. Contreras, J. Quiroz, V. Ojeda, A. Flores, S. Lillo y R. Céspedes. 2013. Informe Final Asesoría Integral para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2012. META CUALITATIVA N°2, Indicador 2: Programa de investigación valorizado de corto, mediano y largo plazo que se haga cargo de las brechas en el conocimiento detectadas para los recursos que constituyen importantes pesquerías en la zona sur austral de Chile. Ejecutor: IFOP Requirente Subpesca. 121p. 4 Anexos.
- Payá, I. 2017. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2017: Merluza del sur, 2017. Documento consolidado. Convenio de Desempeño 2016. 109 pp.
- Pérez, M. y J. Quiroz, 2018. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2019: Merluza del sur, 2019. Informe 1 Estatus y CBA. Convenio de Desempeño 2018. Requirente: Subsecretaría de Economía y EMT. Ejecutor IFOP.
- Petitgas, P. 1991. Contributions géostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Géostatistique, Fontainebleau, 211 pp.
- Petitgas, P. y A. Prampart. 1993. EVA. Estimation variance. A geostatistical software for structure characterization and variance computation.
- Picquelle, S. y G. Stauffer. 1985. Parameter estimation for an egg production method of Northern anchovy biomass assessment. NOAA Tech. Rep. NMFS 36.
- Pienaar L. y W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 – 2747.
- Pinkas, L. M. S. Oliphian y L. K. Iverson, 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California Waters . Fis Bull. Calif. 152:105 pp.
- Pool, H., F. Balbontín, C. Montenegro, N. Cortés y M. Arriaza. 1997. Interacciones tróficas en recursos demersales en la zona sur. Informe final FIP 1994-32. 131 pp.
- Quinn, G. P. y Keough, M. J. 2002. Experimental Design and Data Analysis for Biologist. Cambridge University Press.
- Quiroz, J. C. 2017. Merluza del sur, 2017. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, 2017. Documento consolidado. Convenio de desempeño 2017. IFOP – Requirente: Subsecretaría de Economía y EMT. 109 pp.



- Queirolo D., V. Zamora, C. Hurtado, I. Montenegro, T. Melo, J. Merino, E. Gaete, y R. Escobar. 2008. Caracterización de agregaciones de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en la zona centro-sur de Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 36 (2), 259-269.
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Renard, D., Bez, N., Desassis, N., and Beucher, H., Rgeostats: The Geostatistical package 11.0.1. MINES ParisTech. Free download from: <http://cg.ensmp.fr/rgeostats>, 2014.
- Rencher, A. 1995. *Methods of multivariate analysis*. New York. Wiley. 627 pp.
- Ricker W., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, Nº 119.
- Rivoirard, J. Simmonds, K. Foote, P. Fernandes y N. Bez. 2000. *Geostatistics for estimating fish abundance*. Ed. Blackwell. 345 pp.
- Roa, R., B. Ernst y F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. *Fish. Bull.* 97: 570–580.
- Robotham, H. y J. Castillo. 1990. The bootstrap method; an alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacoustics techniques. *Rapp. P.-v. Reún. Cons. Int. Explor. Mer*, 189 :421-424.
- Robotham, H., 1994. Revisión de los procedimientos estadísticos de muestreo para otolitos conducente a la elaboración de claves talla edad y matrices de captura. En: Informe Técnico: Estandarización de métodos para la determinación de la edad y crecimiento de anchoveta, sardina, jurel y merluza. Segundo Taller IFOP-IMARPE, junio, Iquique.
- Rokne, J. 1996. The area of a simple polygon. In: Arvo J (ed). *Graphis Gems II*, pp. 5-6. Academic Press, San Diego.
- Saavedra, A. Castillo, J. Niklitschek, E y J.C. Saavedra-Nievas. 2012. Reducing uncertainty and bias in acoustic biomass estimations of southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the southeastern Pacific:transducer motion effects upon acoustic attenuation. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 2012, 40: 743 - 754.
- Scalabrin, C., y J. Massé. 1993. Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. *Aquat. Living Resour.* 6 :269-283.



- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des especes pelagiques à partir d'atributs discriminants des bancs de poissons monospecificques. Thèse. Ecole doctorale des sciences de la mer. 235 pp.
- Schnute J. T., Boers N. M., Haigh R.. PBS Mapping 2: user's guide, 2004, vol. 2549 pg. 126 Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences software available in the R package PBSmapping, which includes this report as PBSmapping- UG.pdf
- SERNAPESCA, 1980. Anuario Estadístico de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile. 97 pp.
- Schlitz, R., 2015. Ocean Data View, <http://odv.awi.de>
- Shneider, W., Donoso, D., Garcés-Vargas, J., y Escribano, R. 2017. Water-column cooling and sea surface salinity increase in the upwelling region off central-south Chile driven by a poleward displacement of the South Pacific High. *Progress in Oceanography*. 151, 38-48.
- Smith V. H, G.Tilman, J. Nekola. 1999. Eutrophication: Impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environmental Pollution* 100: 179-196.
- Sievers, H. y N. Silva. 2008. Water Masses and Circulation in Austral Chilean Channels and Fjords, Progress in the Oceanographic Knowledge of Chilean Interior Waters, from Puerto Montt to Cape Horn. Comité Oceanográfico Nacional – Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, pp. 53–58.
- Silva, N. y D. Konow. 1975. Contribución al conocimiento de las Masas de Agua en el Pacífico Sudoriental. Expedición KRILL. Crucero 3-4, julio-agosto 1974. *Revista Comisión Permanente del Pacífico Sur* 3:63-75.
- Silva, N., C. Calvete y H. A. Sievers. 1998. Masas de agua y circulación general para algunos canales australes chilenos entre Puerto Montt y laguna San Rafael (Crucero CIMAR-Fiordo 1). *Ciencia y Tecnología del Mar*, 21: 17-48.
- Silva, N. y D. Guzmán. 2006. Condiciones oceanográficas físicas y químicas, entre boca del Guafo y fiordo Aysén (Crucero Cimar 7 Fiordos). *Ciencia y Tecnología del Mar* 29(1): 25-44.
- Silva, N., N. Rojas, y A. Fedele. 2009. Water masses in the Humboldt Current System: Properties, distribution, and the nitrate deficit as a chemical water mass tracer for equatorial subsurface water off Chile. *Deep-Sea Research*. II 56:1004–1020.
- Simmonds, J., y D. MacLennan. 2005. Fisheries acoustic. Chapman y Hall, 548 pp.



- Simrad, 2008. Simrad EK60 Scientific echo sounder system. Instruction manual. 91 pp.
- Smircich, M. G., Strayer, D. L., & Schultz, E. T. 2017. Zebra Mussel (*Dreissena Polymorpha*) Affects the Feeding Ecology of Early Stage Striped Bass (*Morone Saxatilis*) in the Hudson River Estuary. *Environmental biology of fishes*, 100, 395–406
- Svellingen, I y E. Ona. 1999. A summary of target strength observations on fishes from the shelf off West Africa. Target Strength conference. Berlin 1999: 4pp.
- Thompson, S.K. 1992. Sampling. John Wiley & Sons, New York, 343 pp.
- Vivanco, M. 1999. Análisis Estadístico multivariable. Editorial Universitaria, Chile. 233 pp.
- Wallace AA, Hollander DJ, Peebles EB .2014. Stable isotopes in fish eye lenses as potential recorders of trophic and geographic history. *PLOS One* 9:e108935
- Wallace, R. y Selman, K. 1981. Cellular an dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Amer. Zool.* 21: 325-343.
- Welch, D. y R. P. Foucher. 1988. A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45:333-343.
- Wolter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation. Springer -Verlag, New York. 428pp.
- Wuillez, M., Poulard, J.-C., Rivoirard, J., Petitgas, P. y Bez, N. 2007. Indices for capturing spatial patterns and their evolution in time, with application to European hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay. *ICES J. Mar. Sci.*, 64: 537–550.





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

FIGURAS

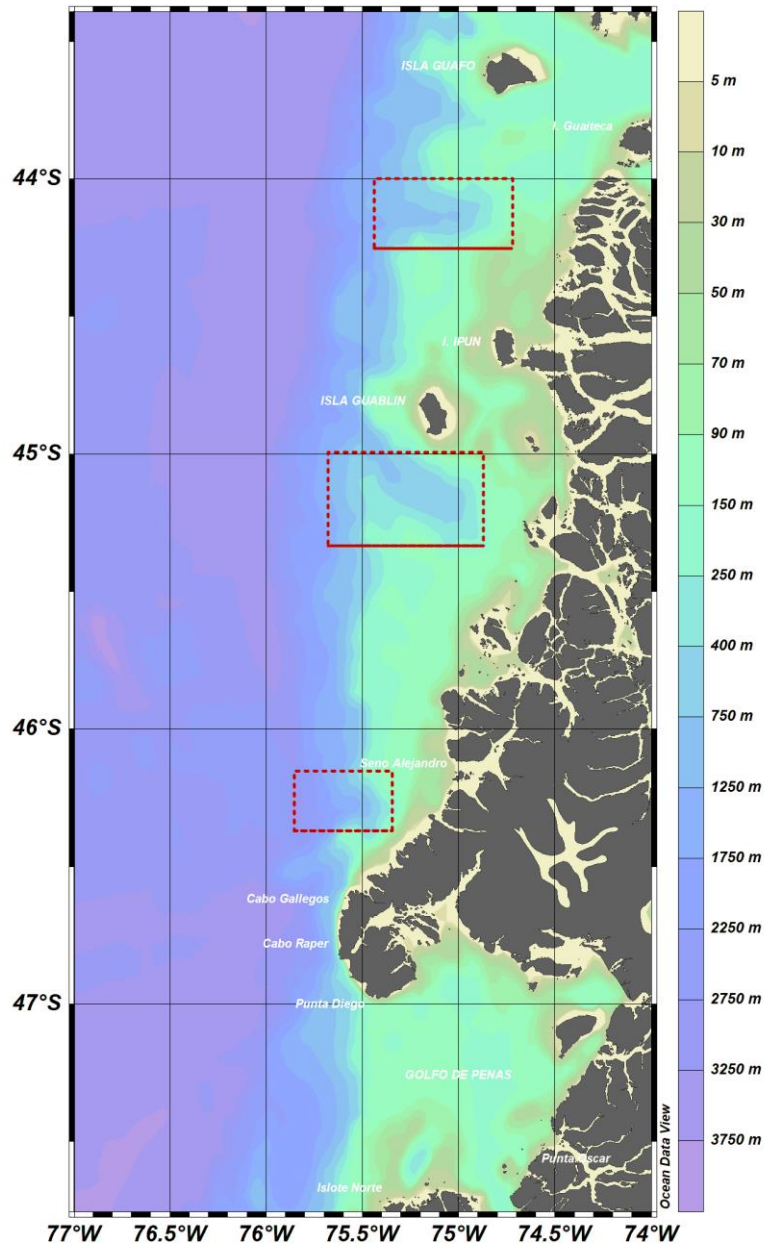


Figura 1. rea de estudio. Se señalan las isolíneas de los veriles y las zonas asociadas a los cañones de profundidad (rectangulos rojos) presentes en la zona de estudio.



Figura 2. Buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos”, en el cual se desarrolló el crucero de evaluación.

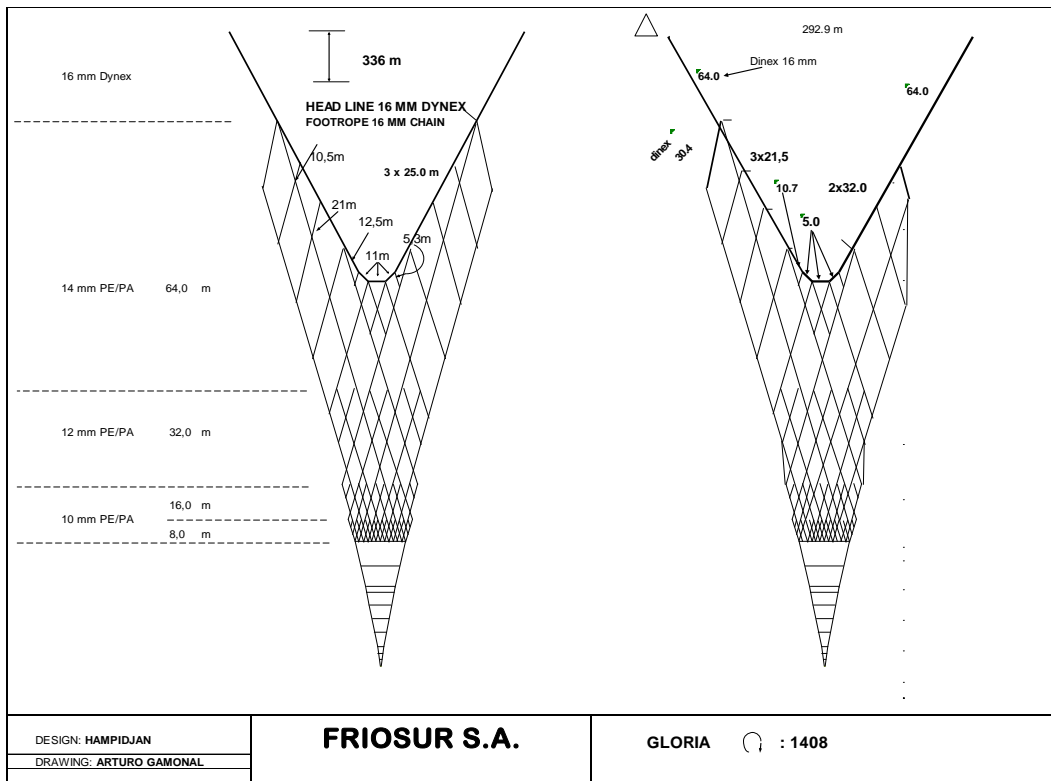


Figura 3. Plano de la red comercial GLORIA 1408 utilizada en el estudio.

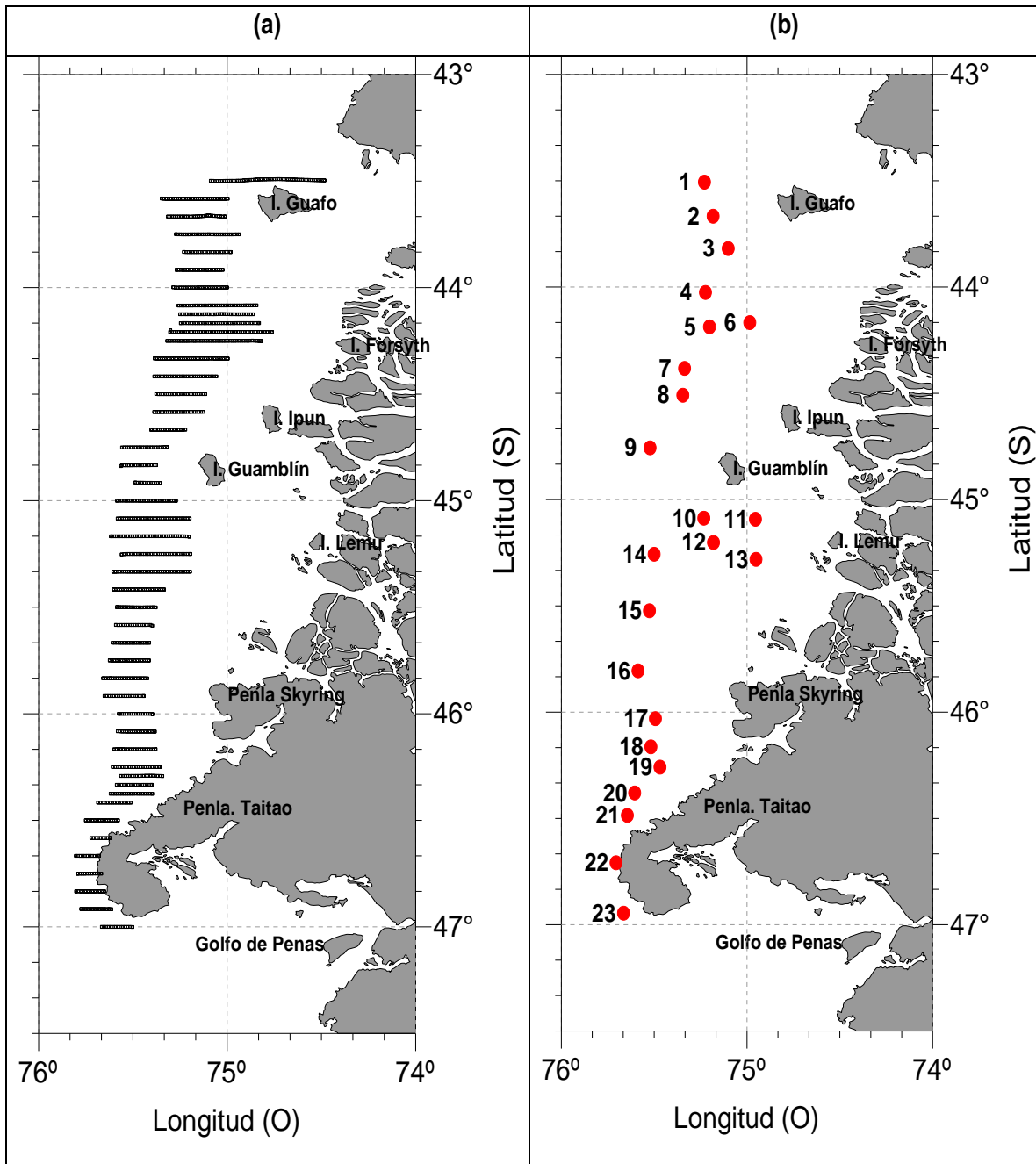


Figura 4. Localización de (a) transectas de muestreo acústico y (b) lances de pesca de identificación.



Merluza del sur

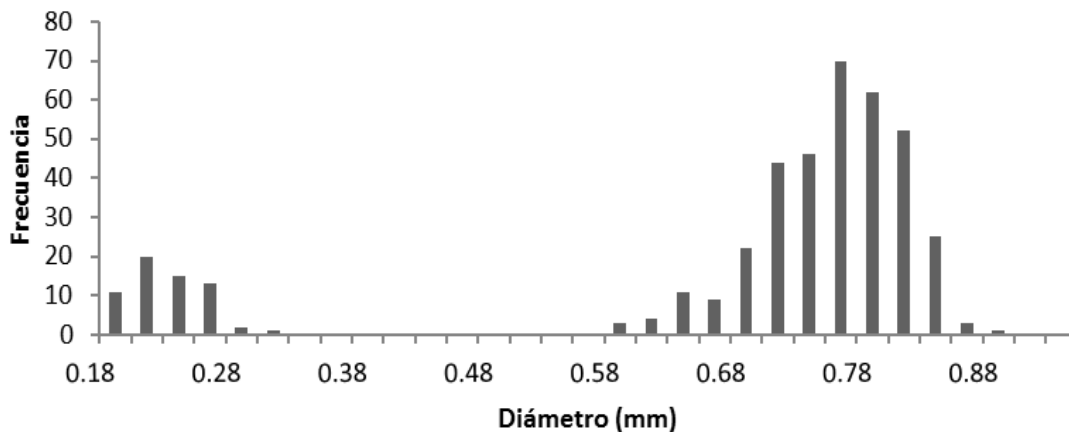


Figura 5. Frecuencia de tamaños de los ovocitos presentes en un ovario de merluza del sur, *Merluccius australis*, utilizado en estimaciones anteriores de fecundidad. La moda más avanzada corresponde a los ovocitos que serán desovados en la temporada de puesta.

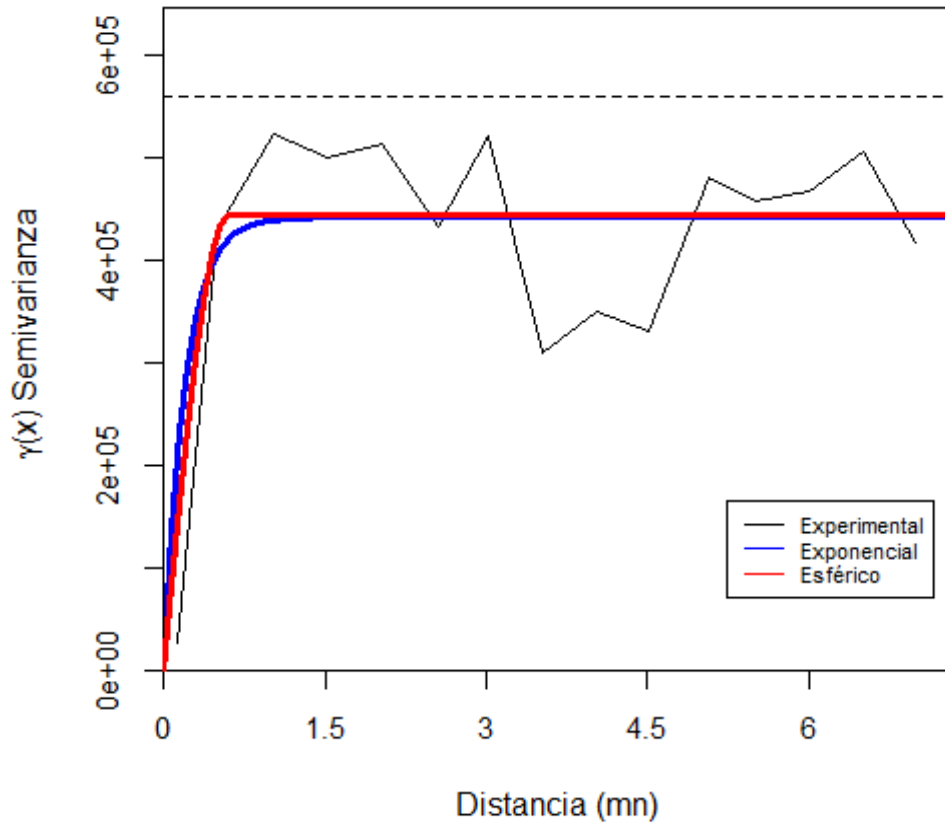


Figura 6. Semivariograma de Matheron para merluza del sur. Direcci3n omnidireccional. Zona total de estudio. Crucero 2019.

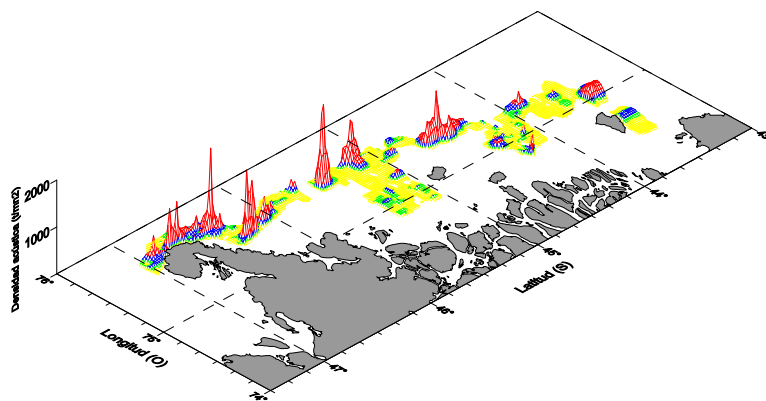
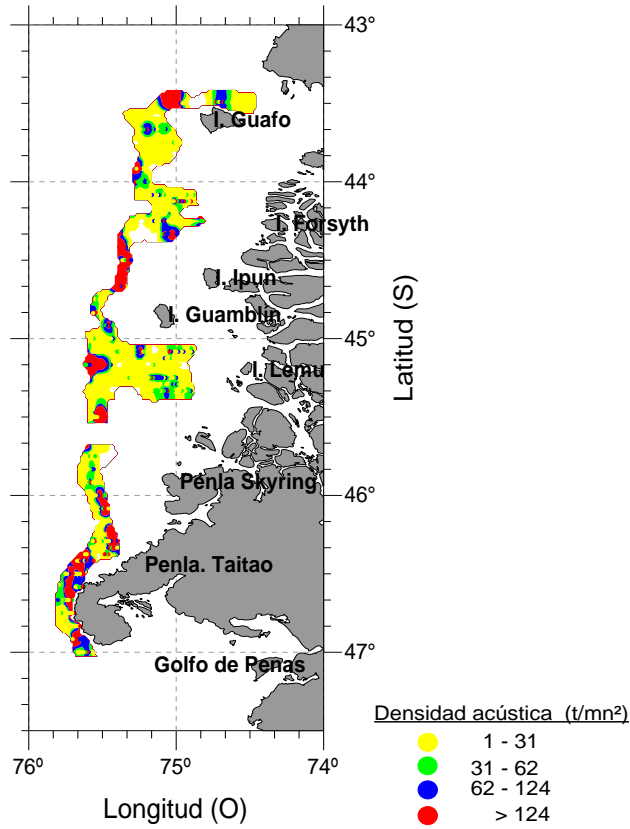


Figura 7. Distribuci3n espacial de la merluza del sur en el 1rea de prospecci3n. Crucero 2019.

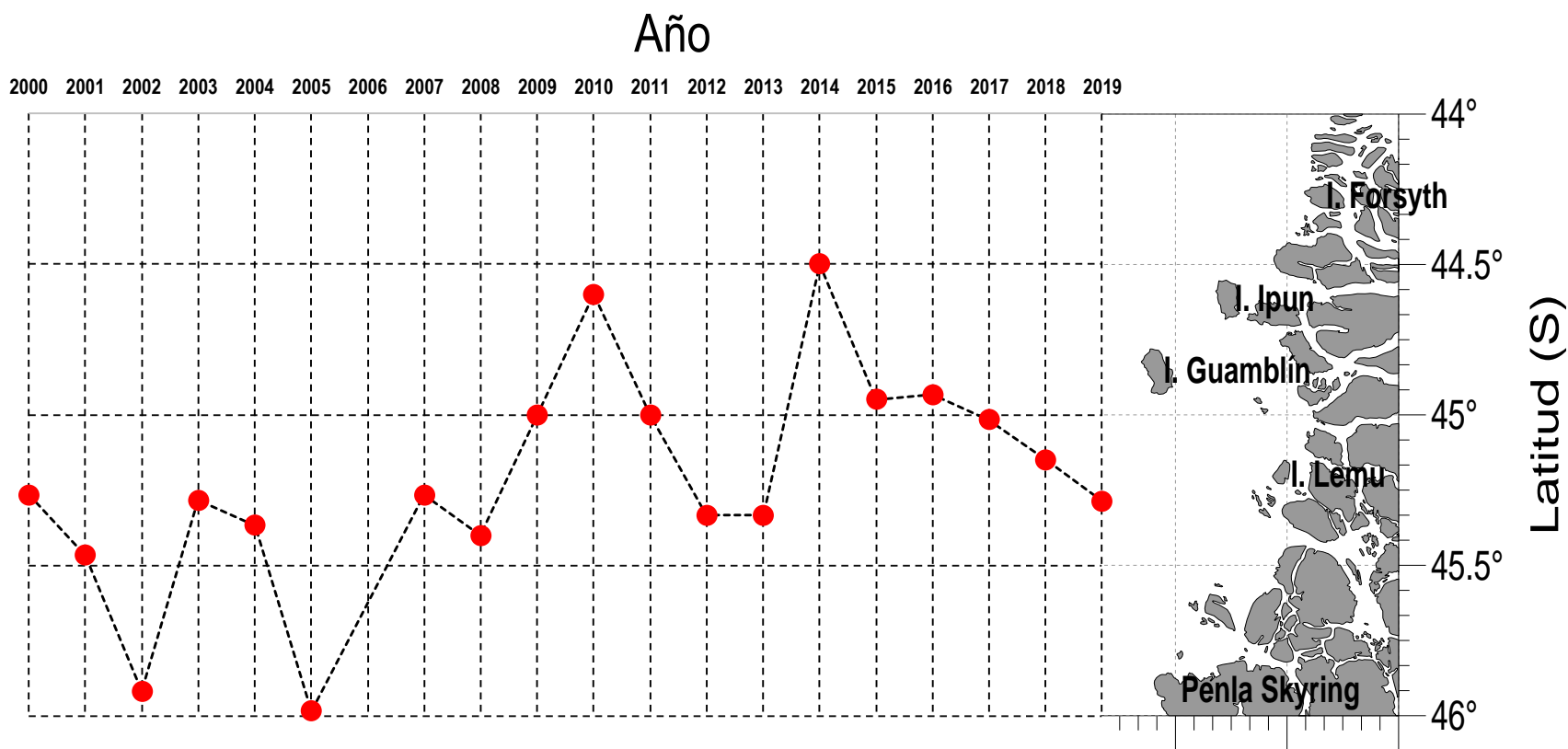


Figura 8. Centros de Gravedad de la distribuci3n del stock evaluado de Merluza del Sur. Periodo 2000 a 2019.

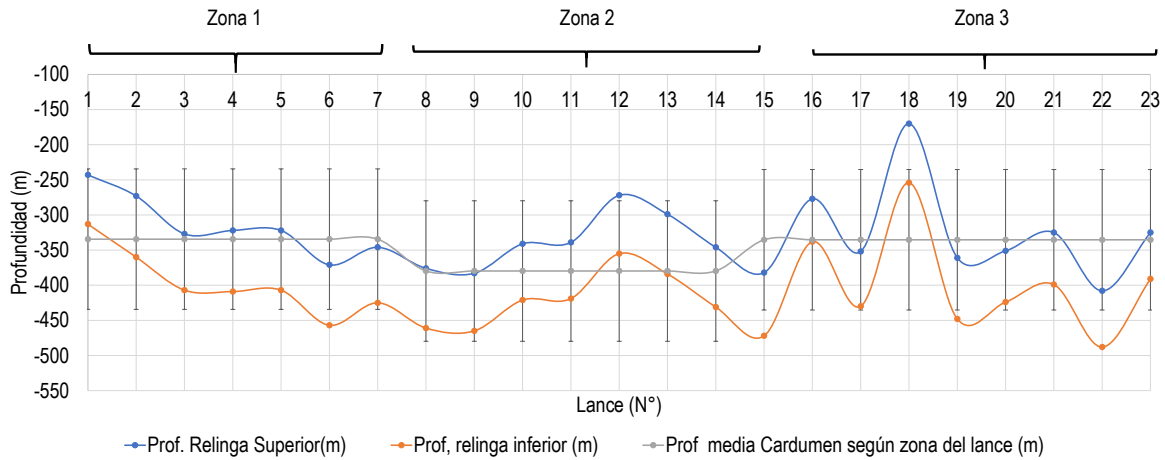
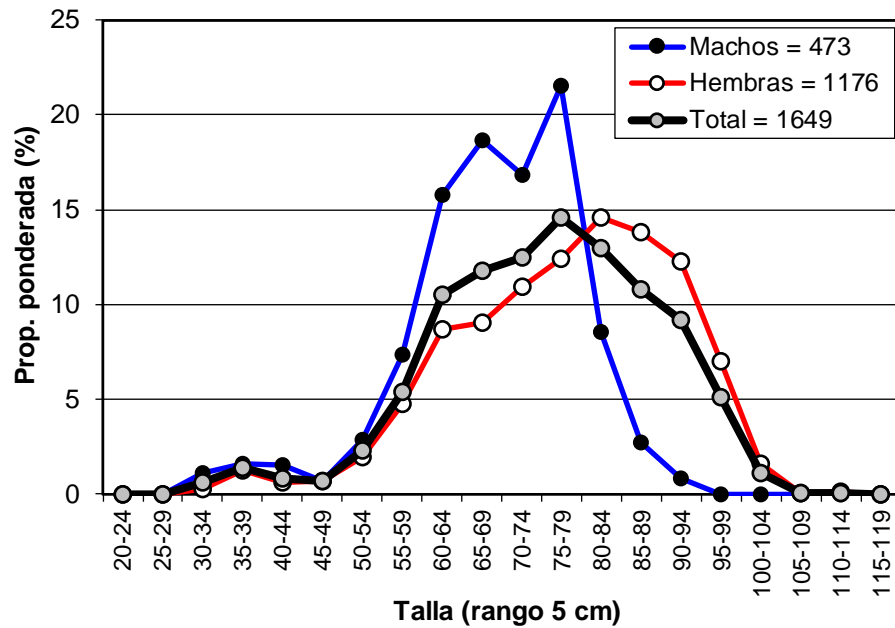
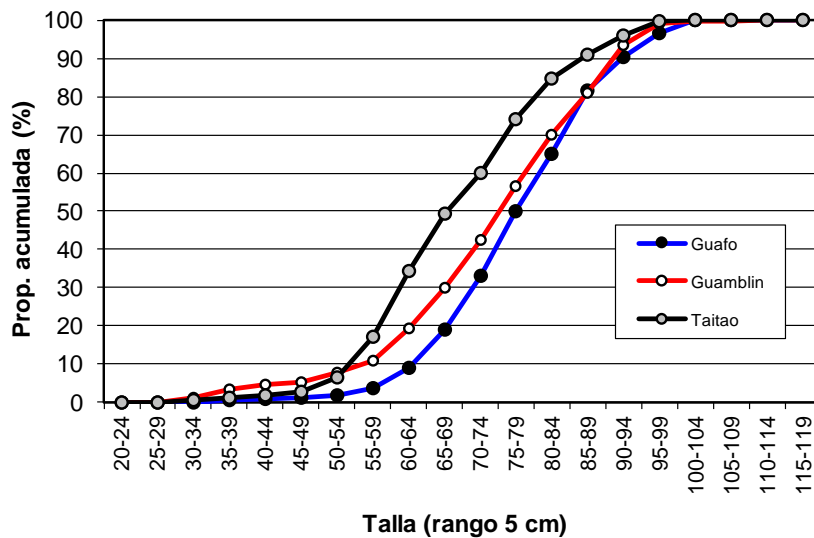
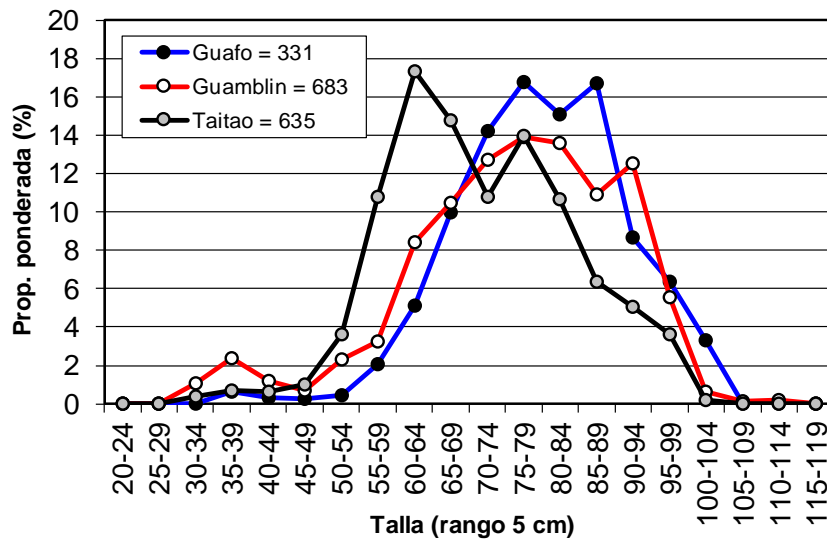


Figura 9. Profundidad media de la agregación de merluza del sur según zona de estudio (z1: 42°S - 44°29'S; z2: 44°30'S - 45°29'S; z3: 45°30'S - 47°29'S), respecto a los datos operacionales de la red de pesca utilizada.



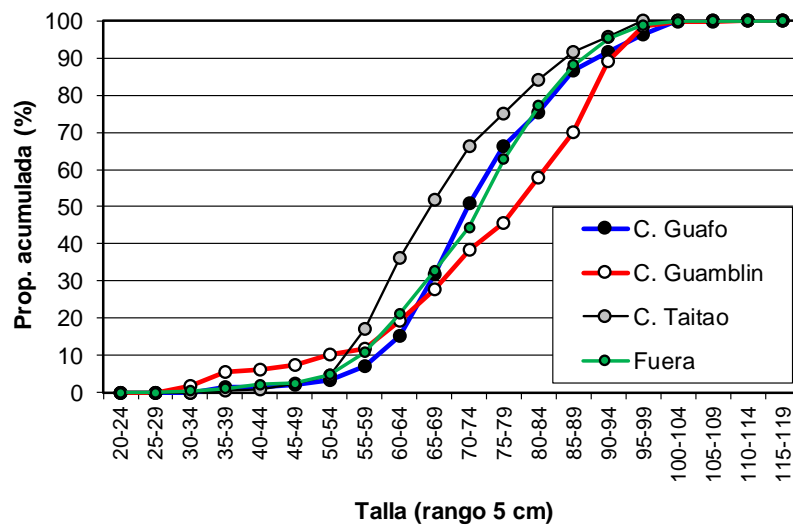
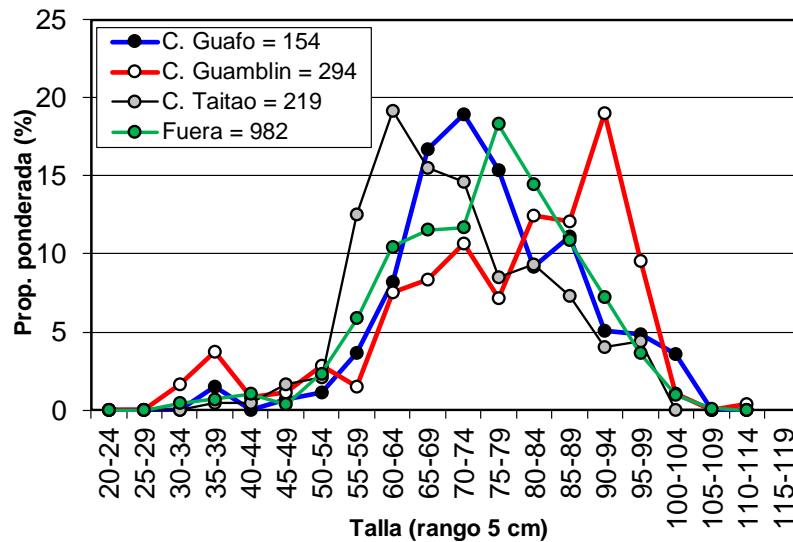
Indicador	Macho	Hembra	Total
n	473	1176	1649
Mín. (cm)	32	31	31
Máx. (cm)	94	110	110
Prom. (cm)	68,8	77,6	75,1
D. est. (cm)	3,1	2,3	1,9
% < 70 cm	49,5	27,2	33,6
Pr. Sex. (%)	33,4	66,6	100

Figura 10. Distribuci3n de talla de merluza del sur por sexo para el 1rea de estudio. B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).



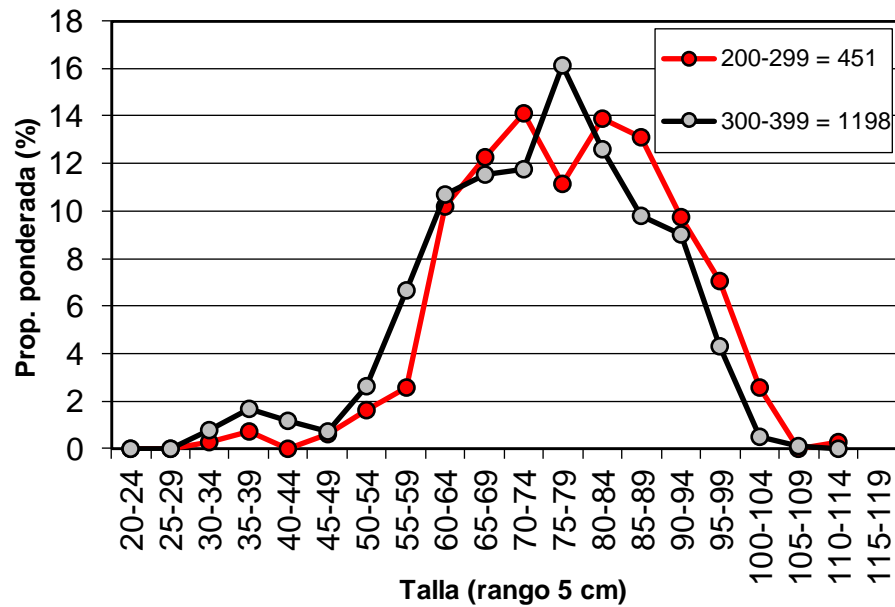
Indicador	Guafo	Guamblin	Taitao
n	331	683	635
Prom. (cm)	79,5	75,9	70,9
D. est. (cm)	4,0	2,7	2,7
% < 70 cm	18,8	29,8	49,3
Macho (%)	25,2	26,9	29,1
Hembra (%)	74,8	73,1	70,9

Figura 11. Distribución de talla de merluza del sur por área. B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).



Indicador	C. Guafo	C. Guamblin	C. Taitao	Fuera
n	154	294	219	982
Prom. (cm)	75,8	77,7	70,5	74,9
D. est. (cm)	4,9	3,7	4,2	2,3
% < 70 cm	31,9	27,7	51,8	32,7
Macho (%)	25,7	17,2	33,6	30,0
Hembra (%)	74,3	82,8	66,4	70,0

Figura 12. Distribución de talla de merluza del sur por cañón y fuera de los cañones. B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).



Indicador	Profundidad (m)	
	200-299	300-399
n	451	1198
Prom. (cm)	77,8	73,9
D. est. (cm)	3,5	2,1
% < 70 cm	28,2	35,9
Macho (%)	23,2	28,9
Hembra (%)	76,8	71,1

Figura 13. Distribución de talla de merluza del sur por rango de profundidad (según profundidad de relinga superior). B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

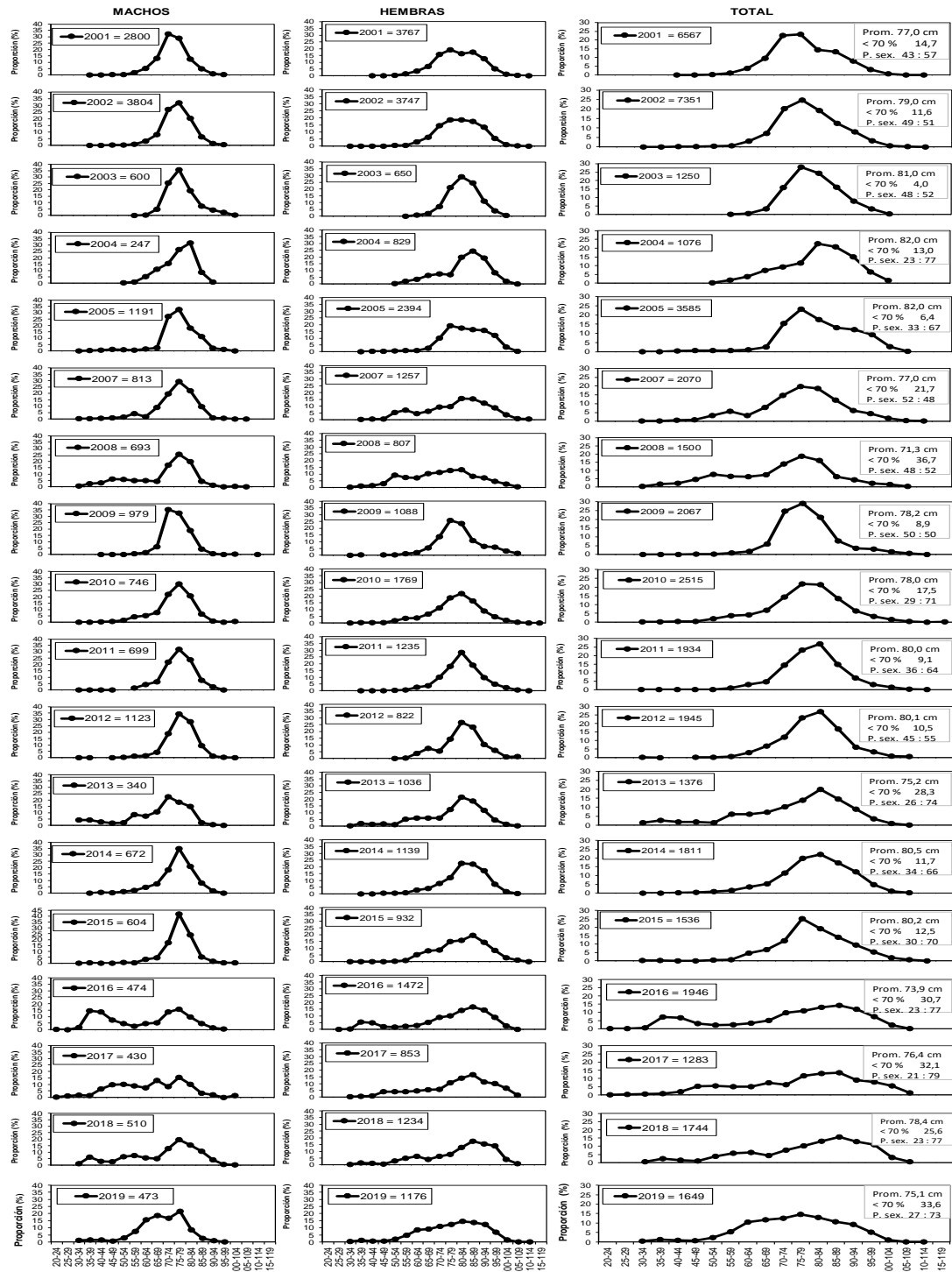


Figura 14. Distribución relativa de la talla de merluza del sur para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2019.

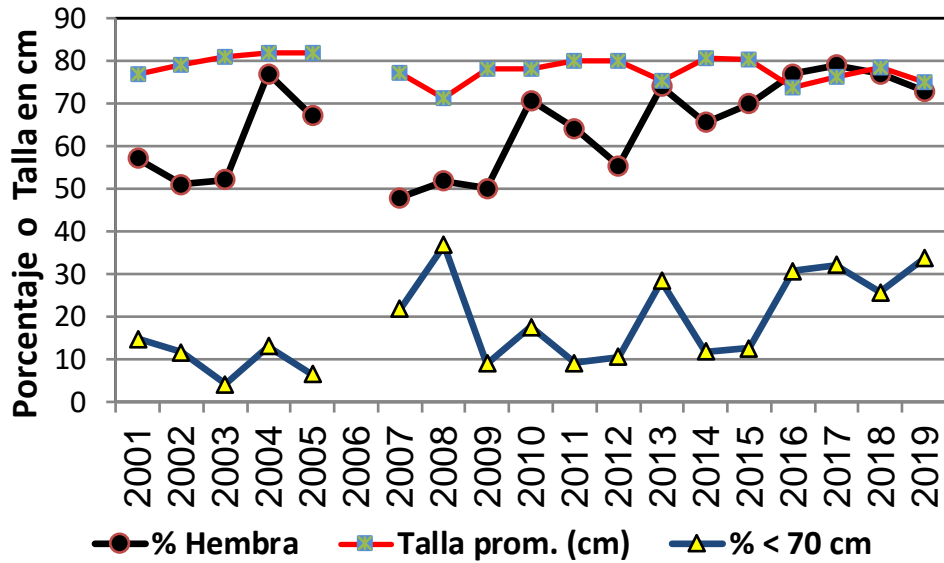


Figura 15. Distribución de los estadísticos históricos de la talla de merluza del sur para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2019.

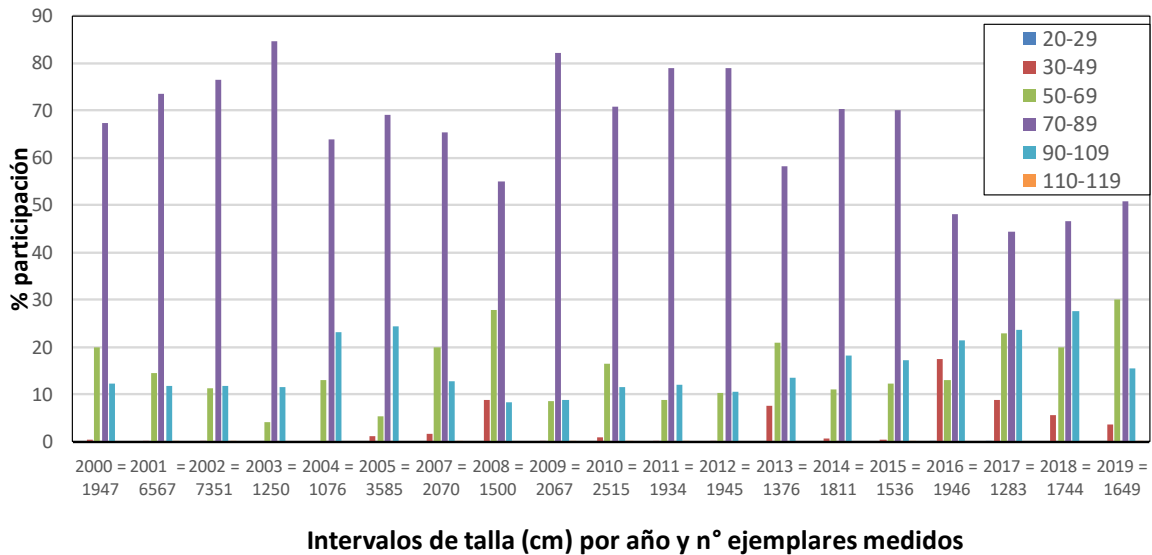
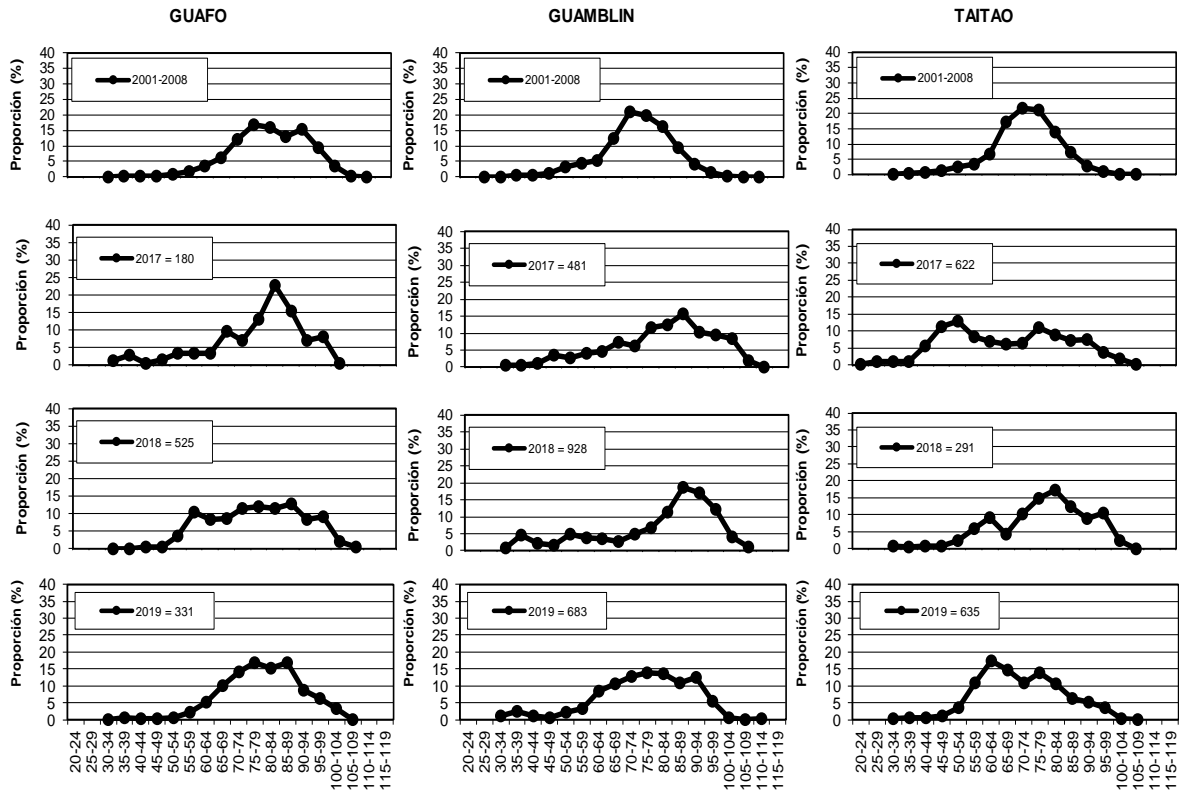


Figura 16. Distribución histórica de intervalos de talla de merluza del sur para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2019.



Zonas	% ejemplares menores a 70 cm			
	2001-2008	2017	2018	2019
Guafo	13,3	25,9	32,2	18,8
Guablín	27,7	24,0	24,0	29,8
Taitao	32,2	53,5	24,1	49,3

Figura 17. Distribuci3n de talla de merluza del sur por zona para los cruceros hidroacústicos 2017, 2018, 2019 y promedio 2001-2008.

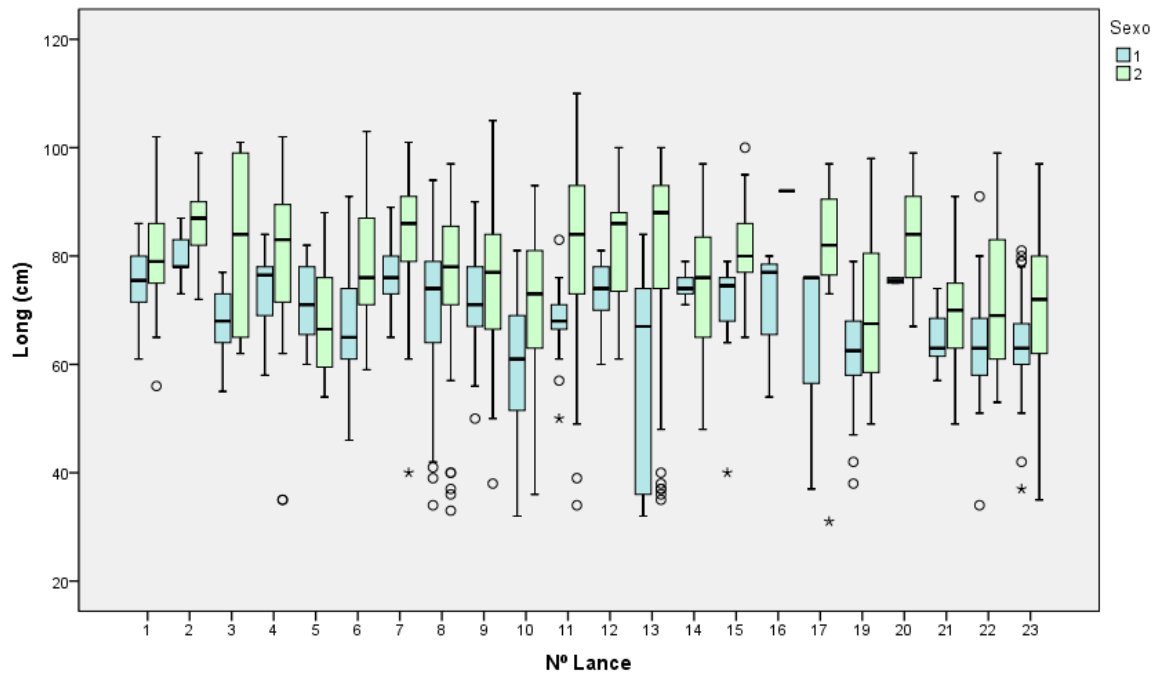


Figura 18. Rango de longitudes y tendencia central del muestreo biológico, por sexo, asociado a cada lance de pesca, merluza del sur, crucero de investigación 2019. (1=machos, 2=hembras).

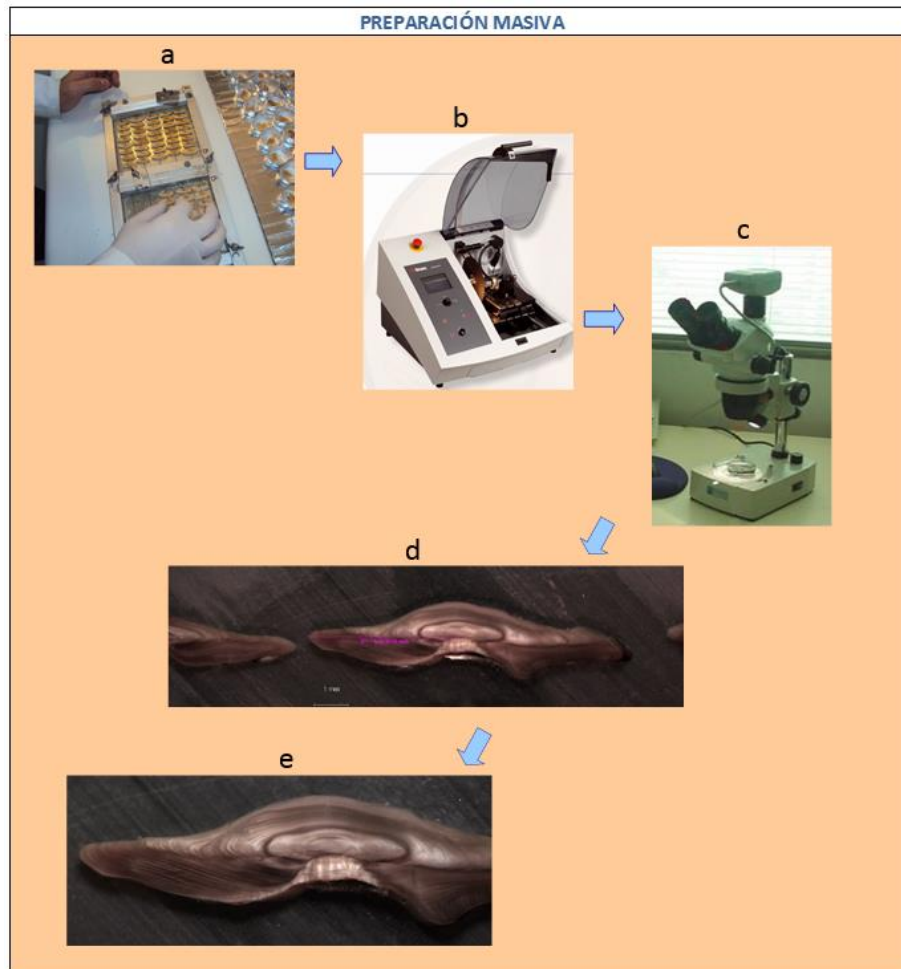


Figura 19. Secuencia general de preparación y observación de láminas de otolitos de merluza del sur.

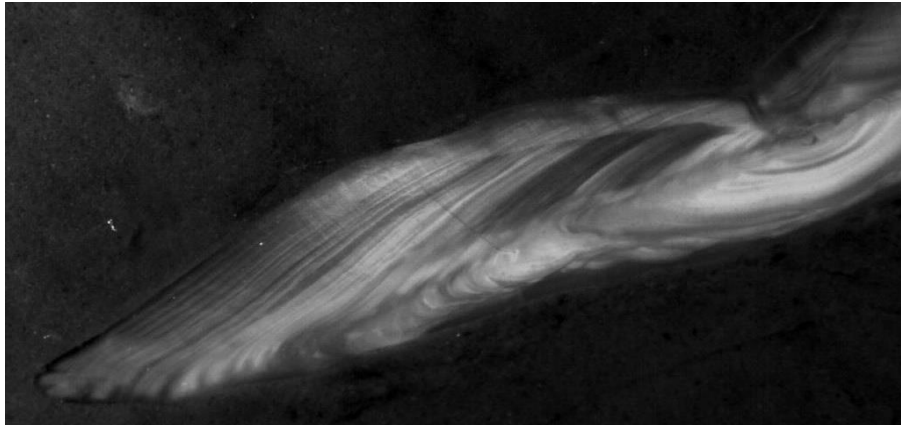


Figura 20. Otolito de merluza del sur en secci3n transversal a nivel del foco. Longitud pez 90cm, macho. Edad: 19.

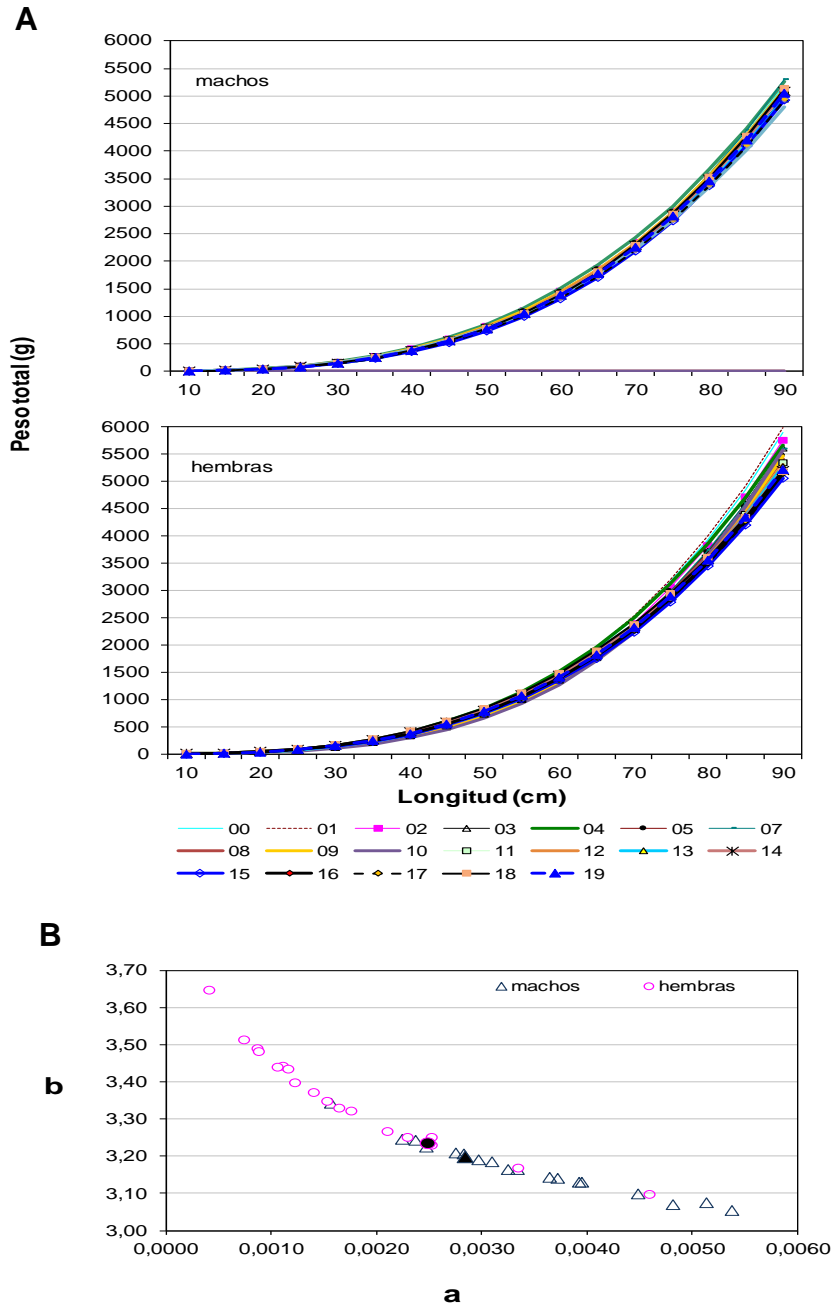


Figura 21. Comparación de las funciones peso- longitud estimadas para merluza del sur por sexo (A) y representación de los parámetros “a” (intercepto) y “b” (pendiente) de esta relación en el período 2000 – 2019 (B).

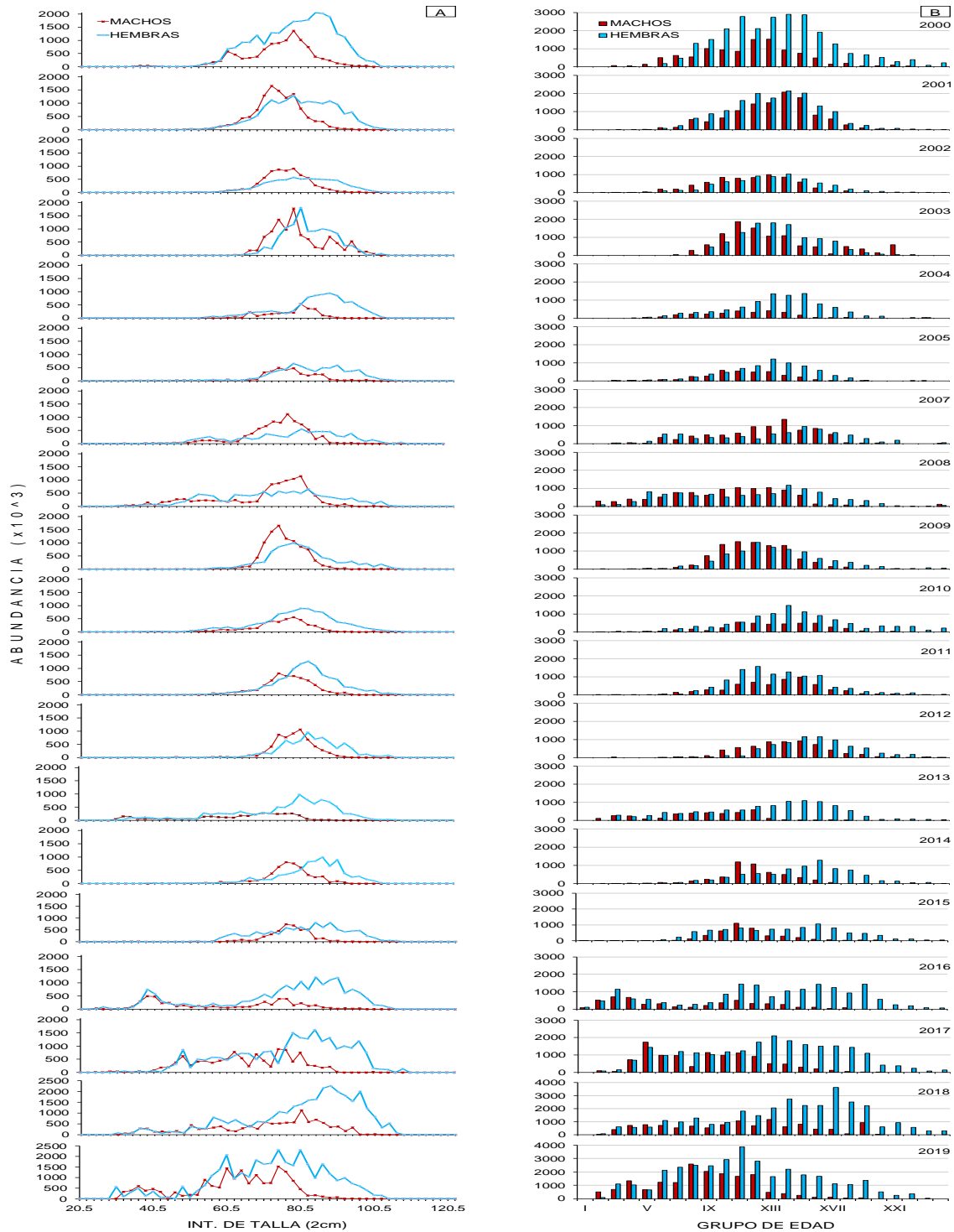


Figura 22. Abundancia por clase de talla (A) y grupos de edad (B) de merluza del sur, por sexo, en las evaluaciones directas efectuadas en el periodo 2000 – 2019.

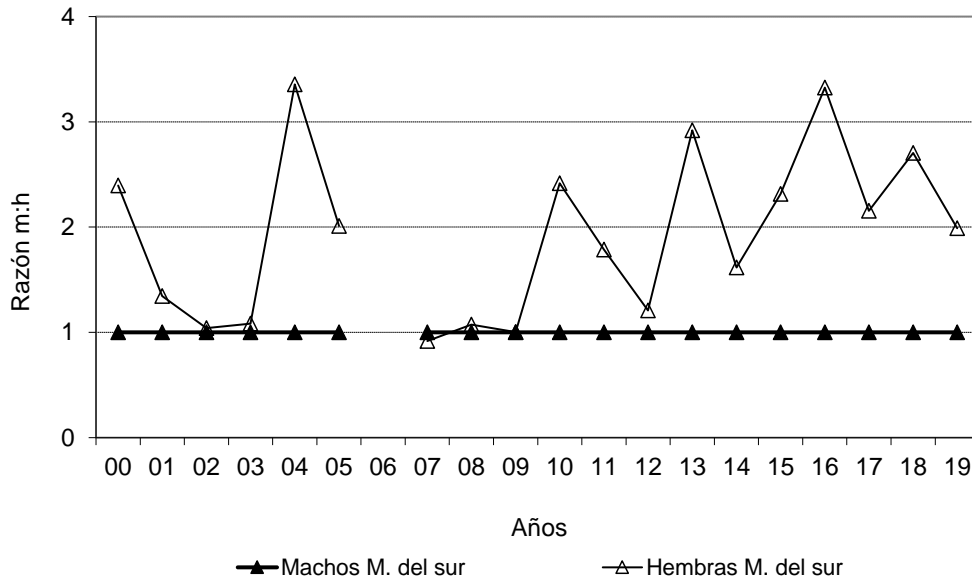


Figura 23. Proporc3n sexual de merluza del sur, presente en la abundancia en el per3odo de desove, seg3n a3o, per3odo 2000 – 2019.

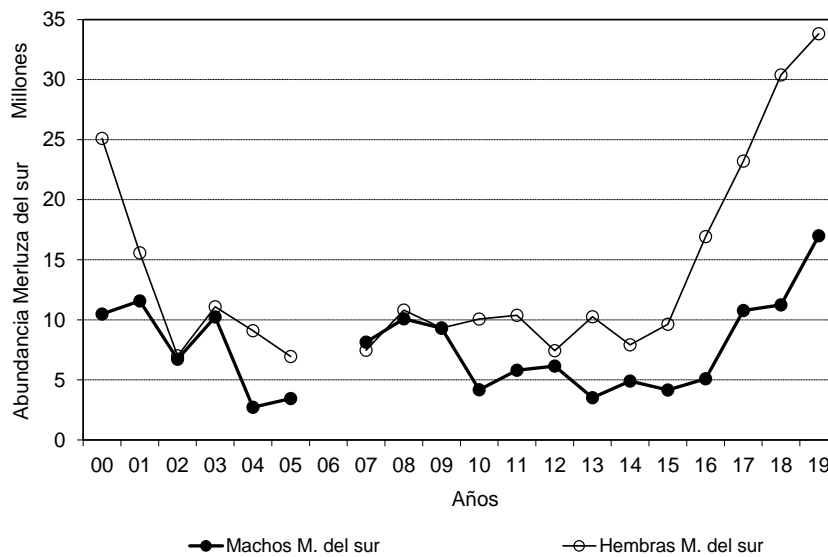


Figura 24. Abundancia de merluza del sur, por sexo, en los cruceros de evaluaci3n del stock desovante, per3odo 2000 – 2019.

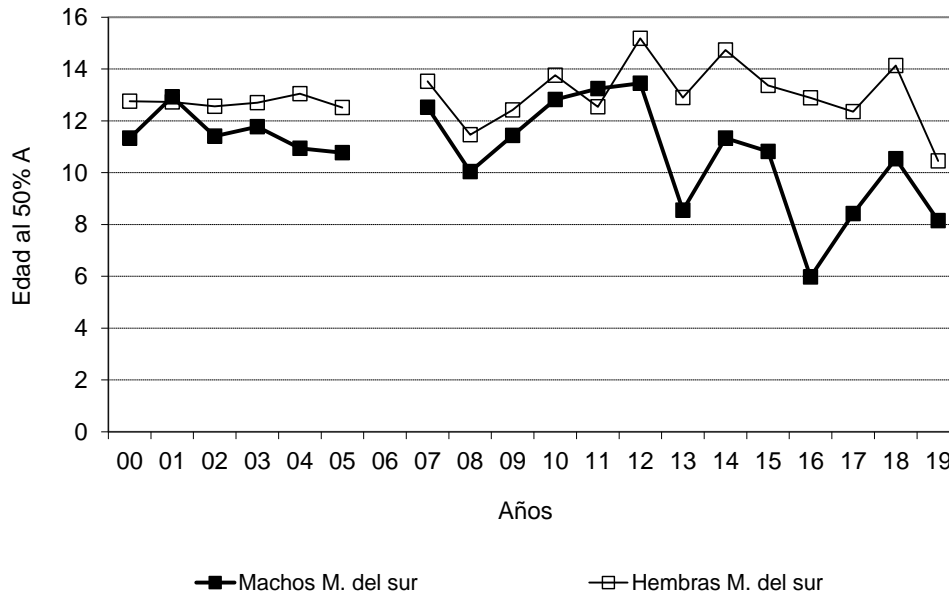


Figura 25. Edades medianas de merluza del sur, por sexo, presente en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 – 2019.

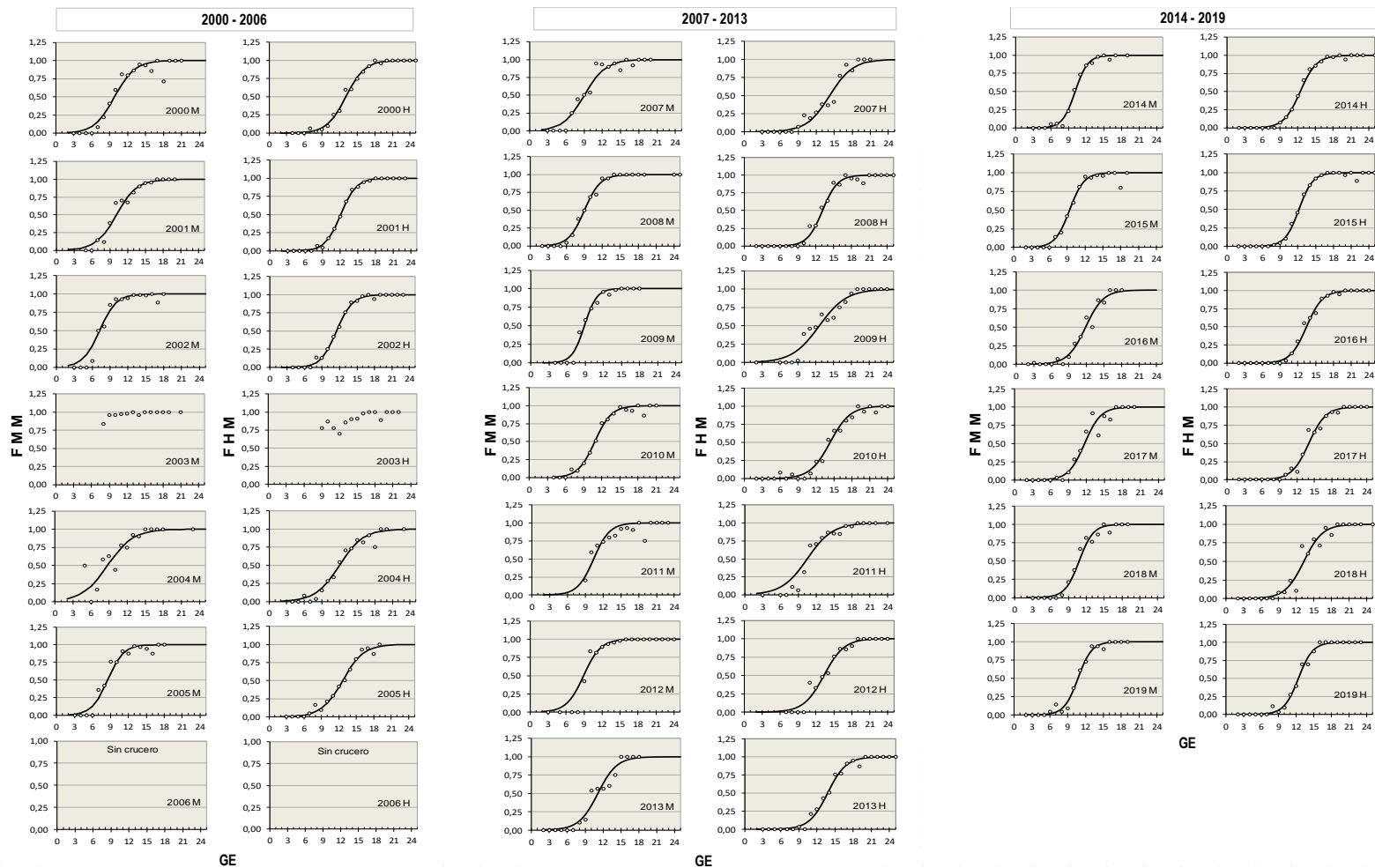


Figura 26. Fracci3n de merluza del sur (machos y hembras) maduros, segun grupos de edad, en los cruceros de evaluaci3n aros 2000 a 2019. FMM: fracci3n de machos maduros, FHM: fracci3n de hembras maduras.

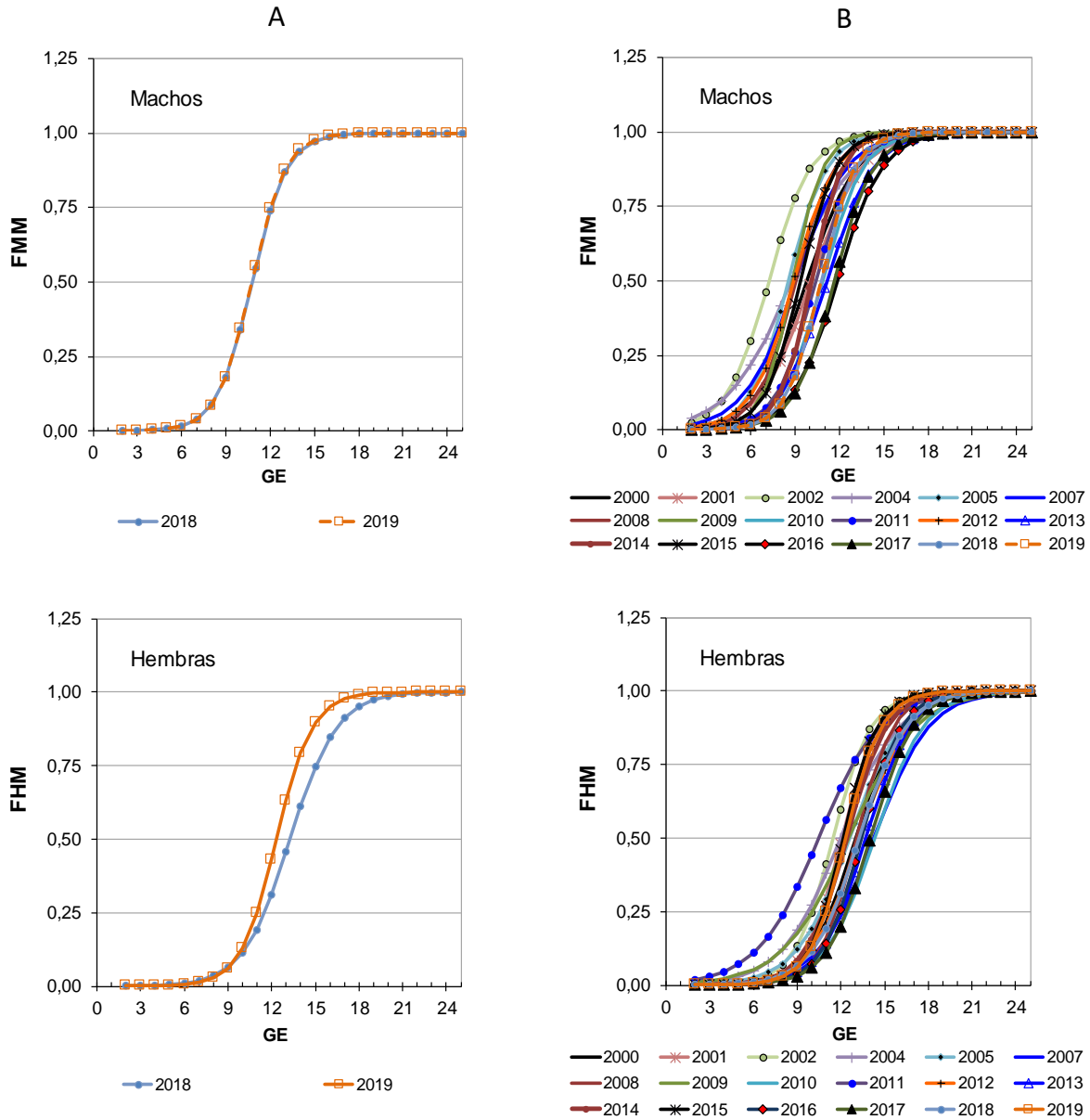


Figura 27. Curvas de madurez estimadas para merluza del sur (machos y hembras), según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2000 a 2019. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras.

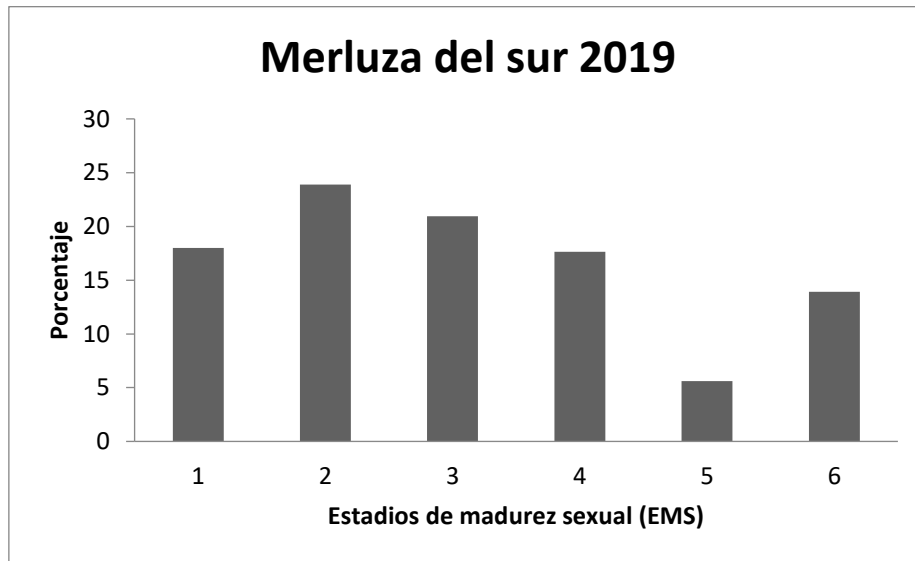


Figura 28. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2019.

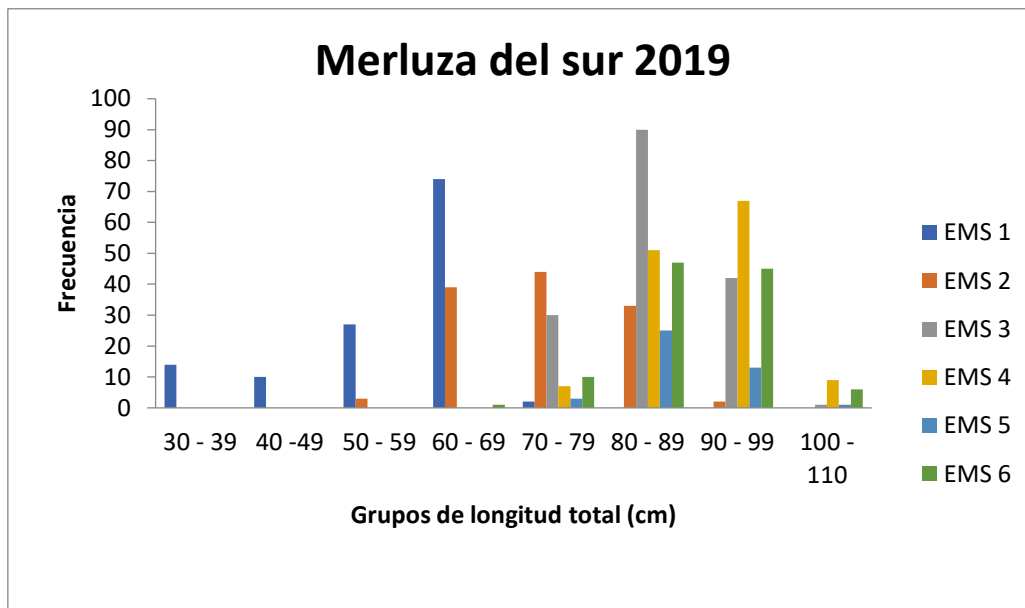


Figura 29. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza del sur *Merluccius australis*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto de 2019.

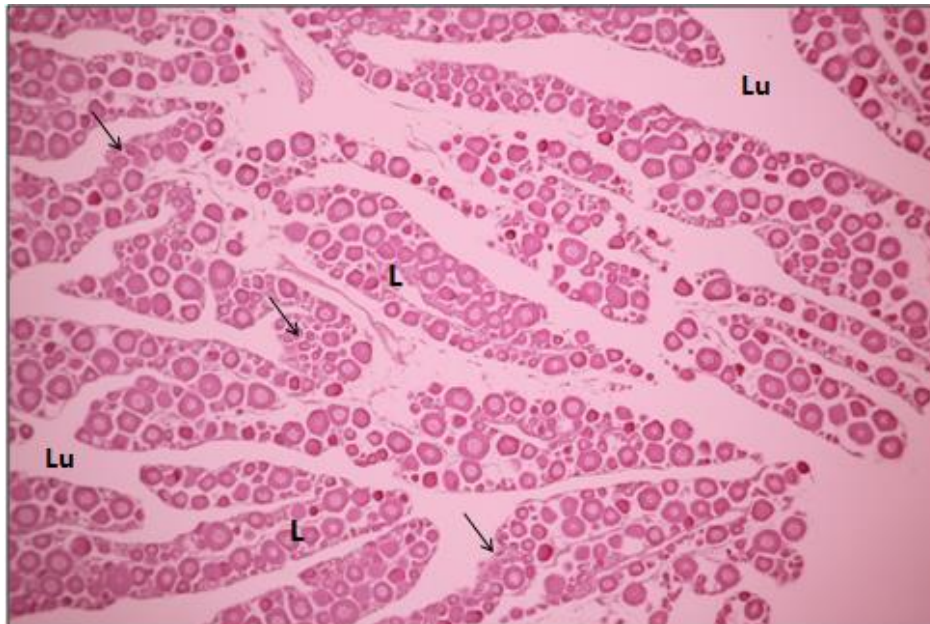


Figura 30. Ovario de merluza del sur en estadio inicial de desarrollo. Ms 122: Aspecto histológico estadio ovárico I, Virginal. Aumento 5x. L: Lamela; Flecha: Ovocito reserva cromatina nuclear; Ov: Ovocito multinucleolar; Lu: Lumen.

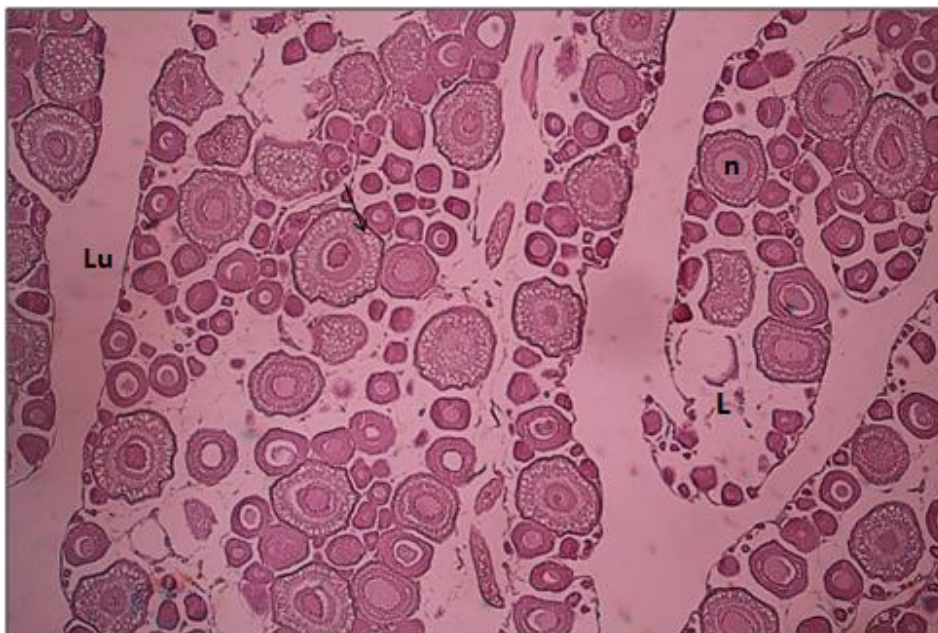


Figura 31. Ovario de merluza del sur en estadio inicial de desarrollo. Ms 8: Aspecto histológico estadio ovárico II, Inmaduro (Alveolo Cortical indica inicio proceso vitelogénico). Aumento 10x. L: lamela; Flecha: Gránulo Cortical; n: núcleo Perinucleolar; Lu: Lumen.

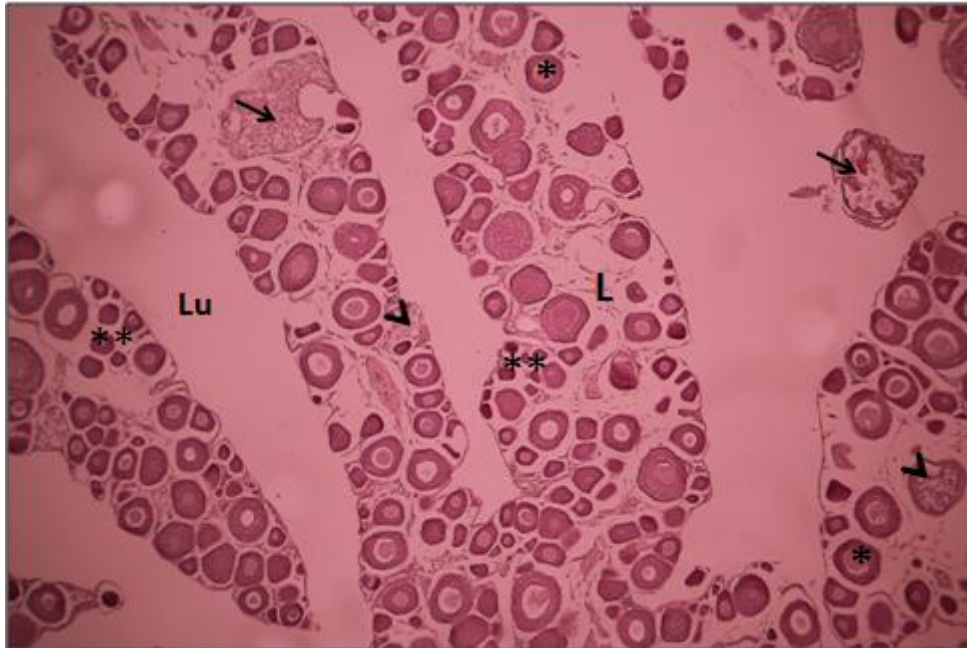


Figura 32. Ovario de merluza del sur en estadio final de desarrollo. Ms 378: Aspecto histológico estadio ovárico V, Regresión. Aumento 5x. L: Lamela; Lu: Lumen; **: Ovocito reserva cromatina nuclear; *: Ovocito multinucleolar; Flecha: Ovocito hidratado atrésico; Punta flecha: ovocito atrésico.

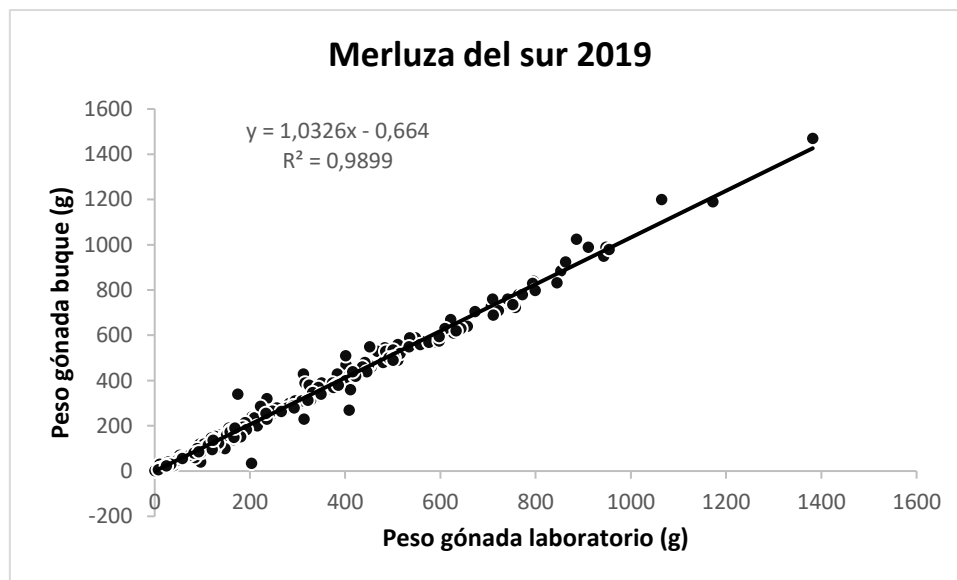


Figura 33. Relación entre el peso de la gónada obtenido a bordo del buque y la registrada en el laboratorio en ejemplares de merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto 2019.

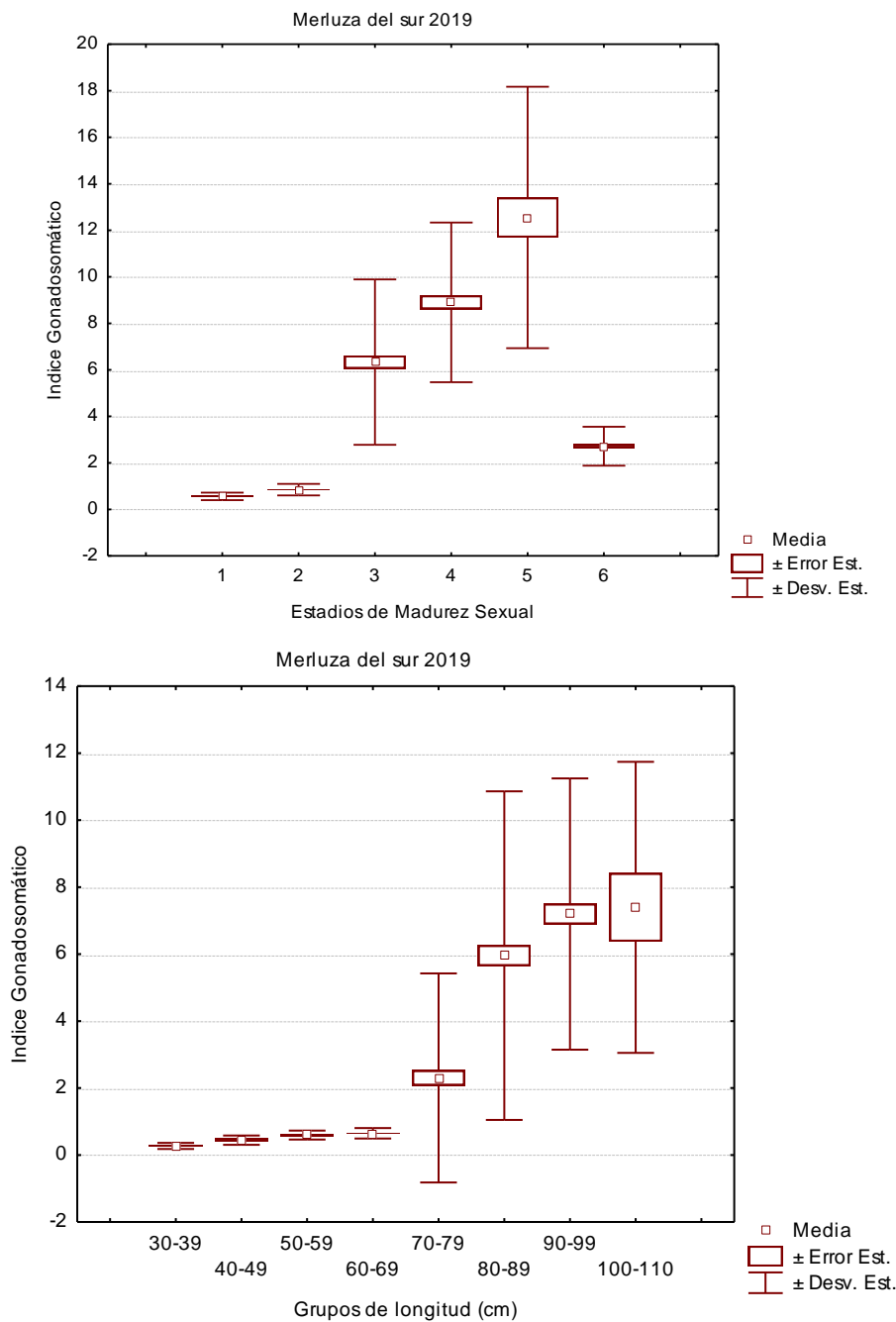


Figura 34. Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) \pm la desviación estándar y el error estándar, para cada uno de los estadios de madurez sexual y rango de tallas de la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2019.



IC Modelo lineal generalizado

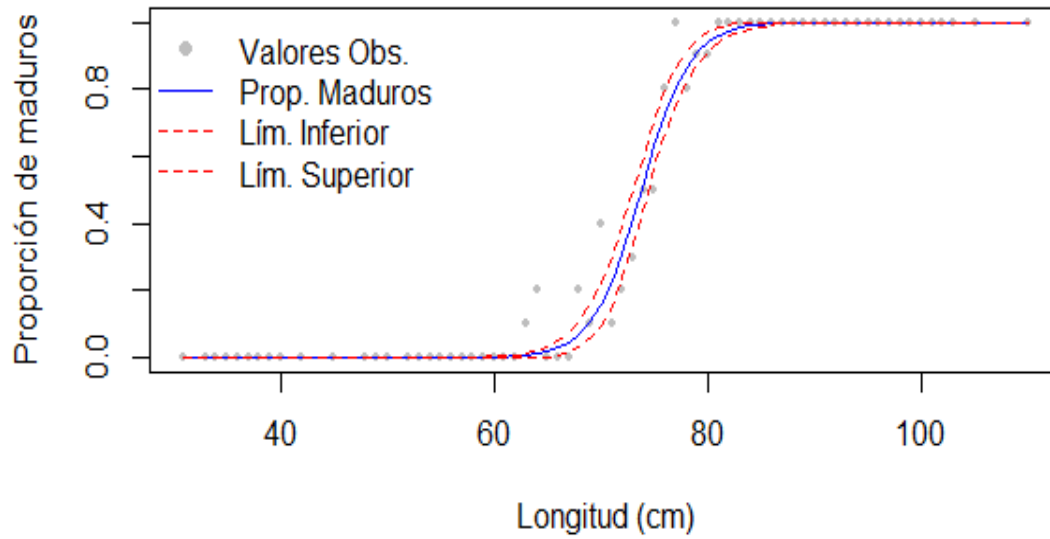


Figura 35. Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2019, con límites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo lineal generalizado.

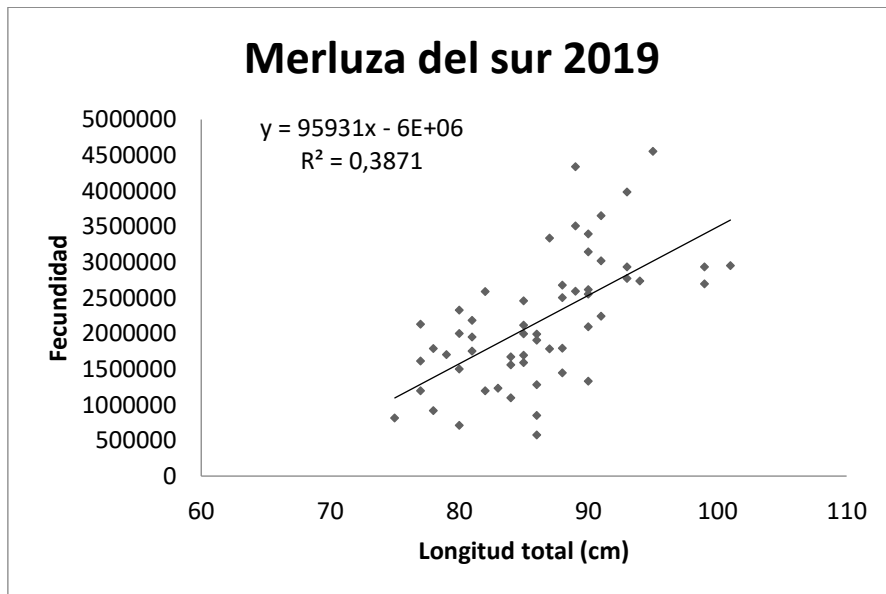
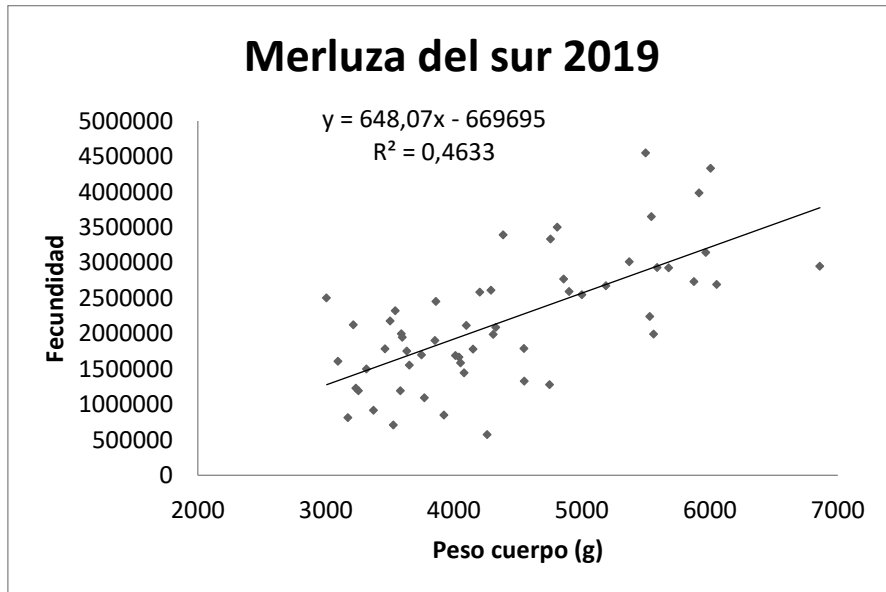


Figura 36. Relación entre la fecundidad modal con a) el peso del cuerpo menos el peso de la gónada y b) la longitud total. Merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2019.

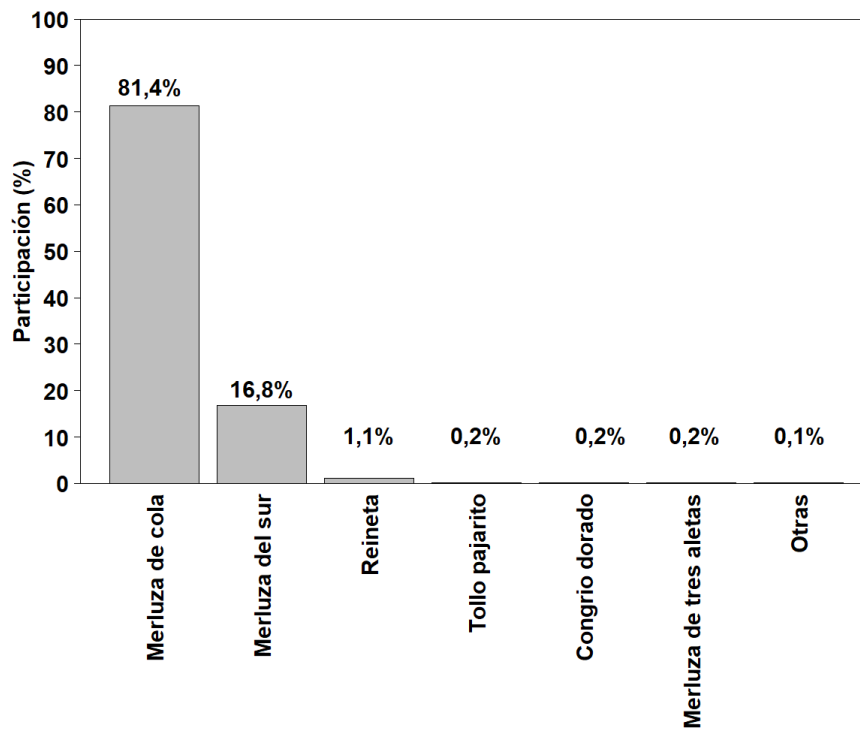


Figura 37. Participaci3n de las principales especies capturadas, respecto captura total estandarizada crucero. A3o 2019.

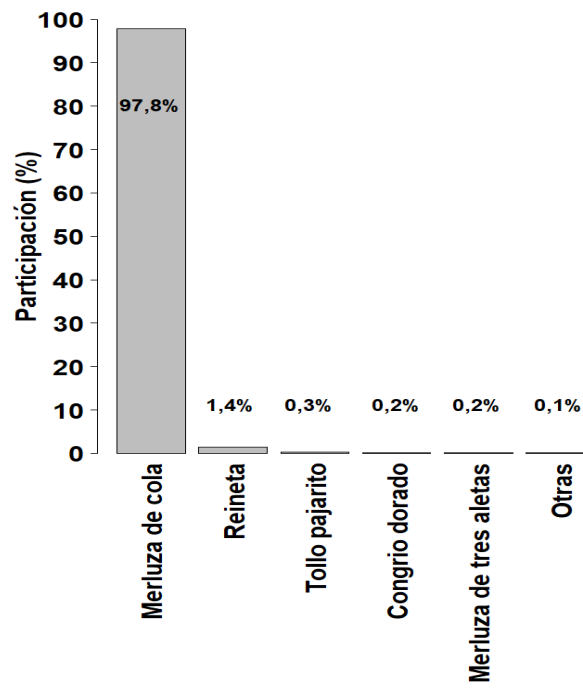


Figura 38. Participaci3n de la fauna acompa1ante de merluza del sur. A1o 2019.

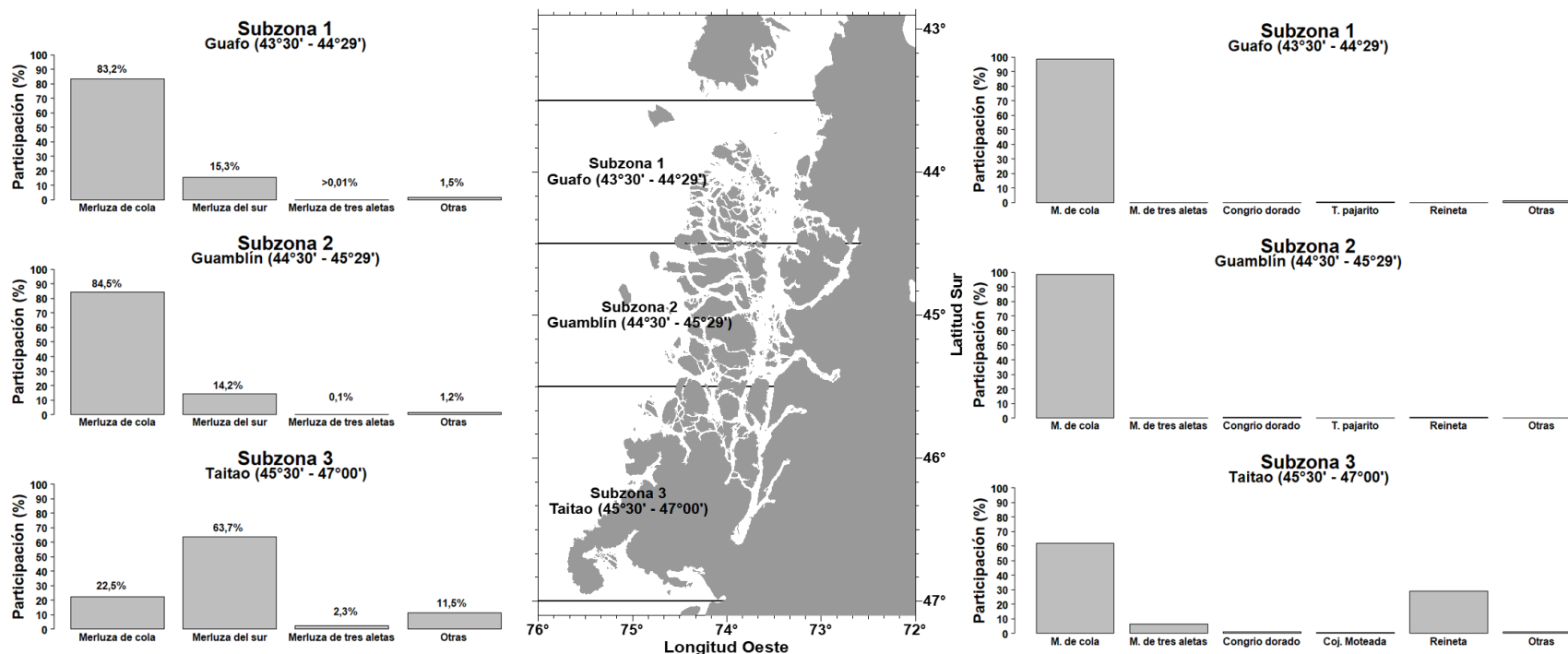


Figura 39. Participaci3n (%) respecto de la captura total estandarizada por subzona de: a) principales especies capturadas durante el crucero; b) fauna acompañante de merluza del sur. Año 2019.

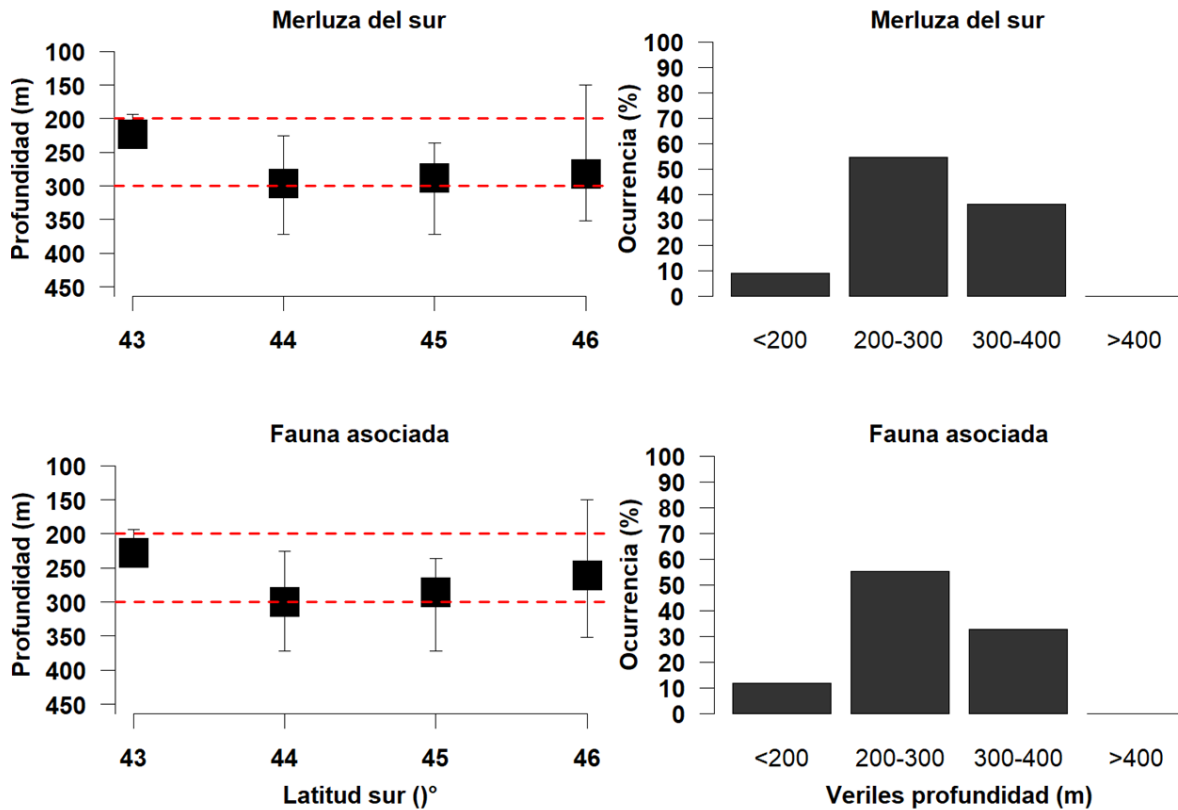


Figura 40. Distribución y frecuencia de ocurrencia por veril de profundidad de merluza del sur y su fauna acompañante. Año 2019.

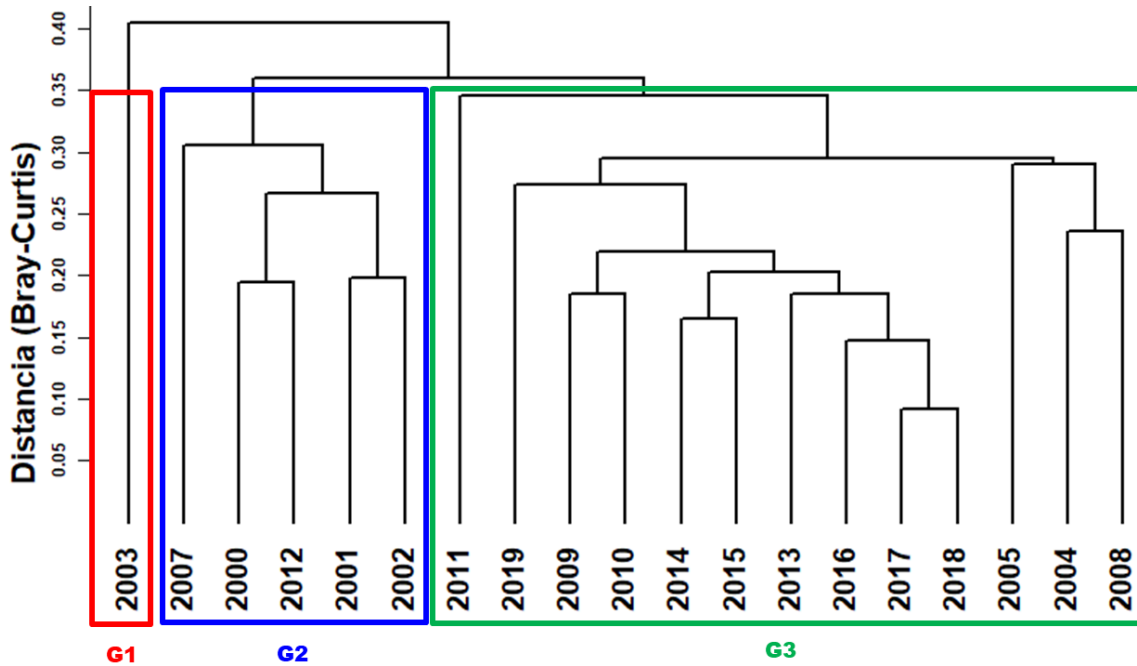


Figura 41. Resultado gr1fico del an1lisis de clasificaci3n por conglomerados de los cruceros de evaluaci3n directa. Evaluaciones 2000 a 2019.

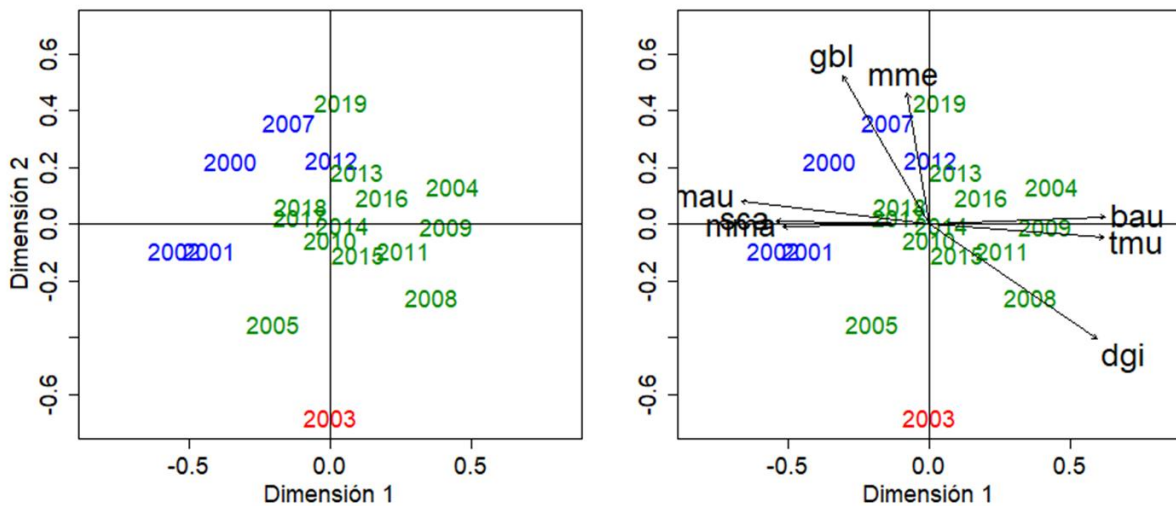
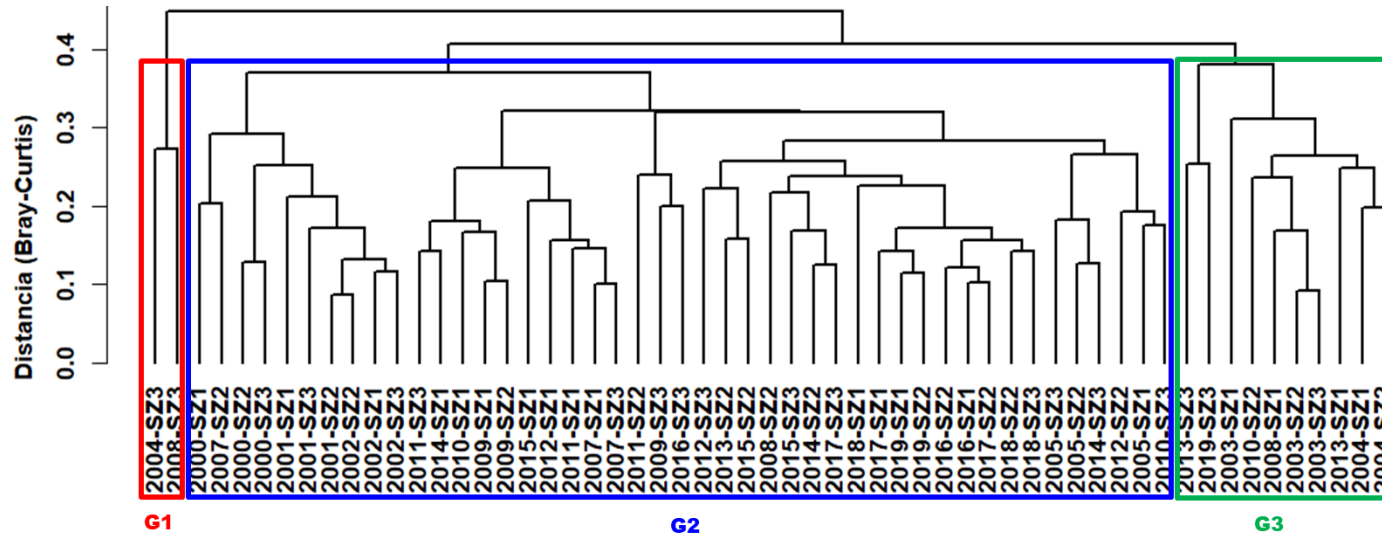


Figura 42. Resultado gr1fico del an1lisis de ordenaci3n (NMDS) de los cruceros de evaluaci3n directa. Evaluaciones 2000 a 2019.



SZ 1=Guaf3 (43°30'-44°29'); SZ 2=Guabl3n (44°30'-45°29'); SZ 3= Taitao (45°30'-47°00')

Figura 43. Resultado gr3fico del an3lisis de clasificaci3n por conglomerados de los cruceros agrupados por subzona de evaluaci3n. Evaluaciones 2000 a 2019.

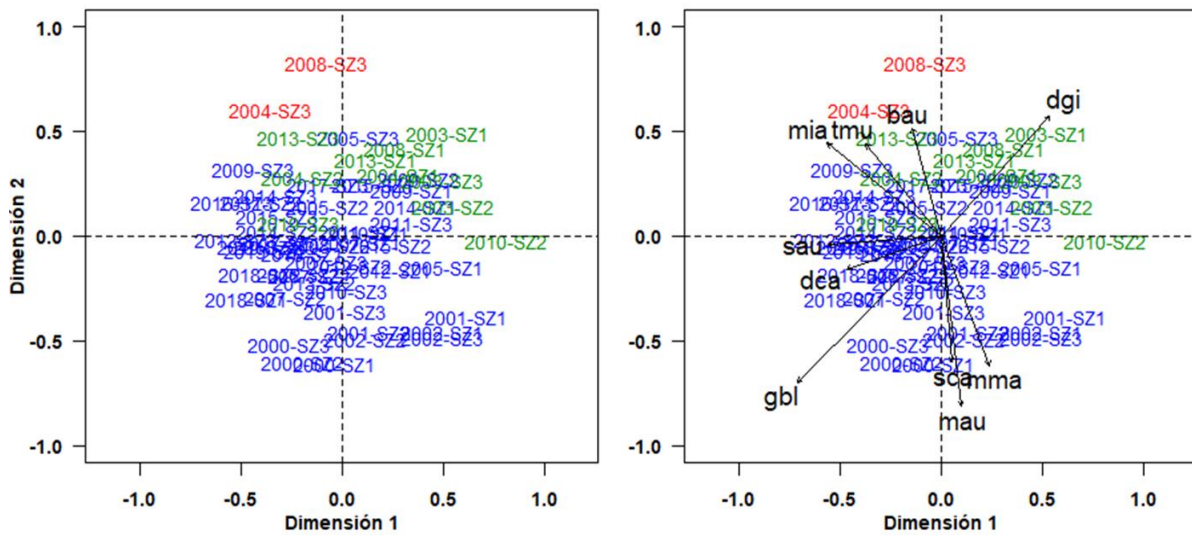
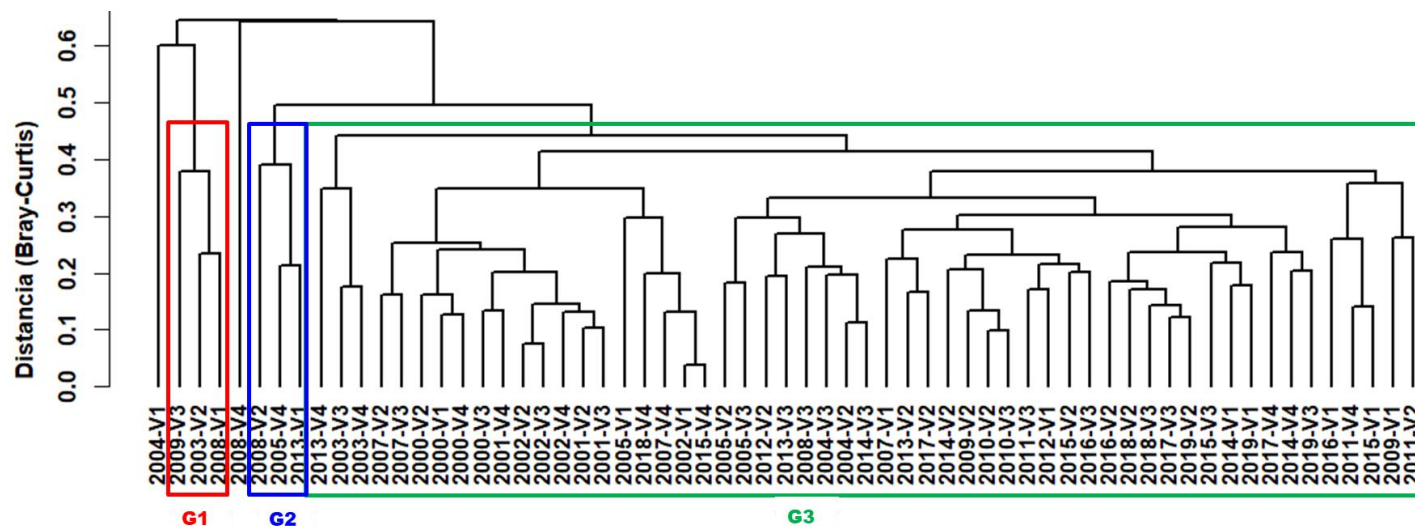


Figura 44. Resultado gr1fico del an1lisis de ordenaci3n (NMDS) de los cruceros agrupados por subzona de evaluaci3n. Evaluaciones 2000 a 2019.



V1 = < 200 m; V2 = 200 m – 300 m; V3 = 300 m – 400 m; V4 = > 400 m

Figura 45. Resultado gráfico del análisis de clasificaci3n por conglomerados de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2019.

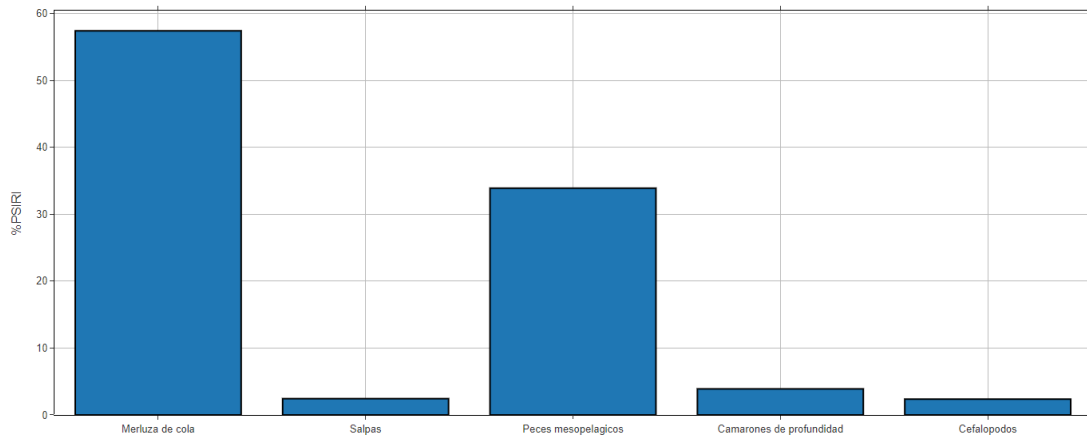


Figura 47. Dieta de la merluza del sur en base al contenido estomacal observado.
Dieta de la merluza del sur en base al contenido estomacal observado.

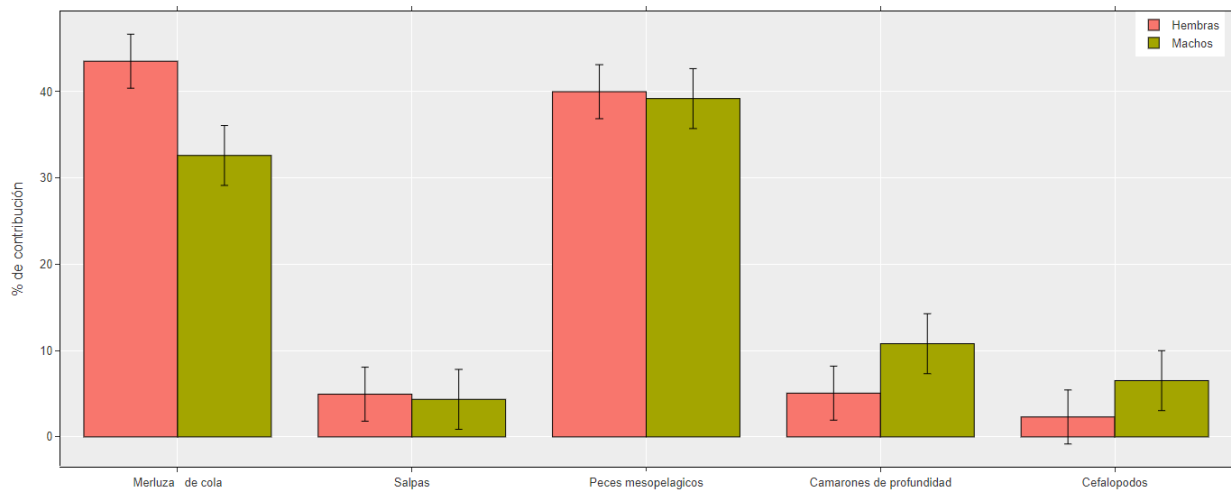


Figura 48. Dieta por sexos de la merluza del sur en base al contenido estomacal observado.

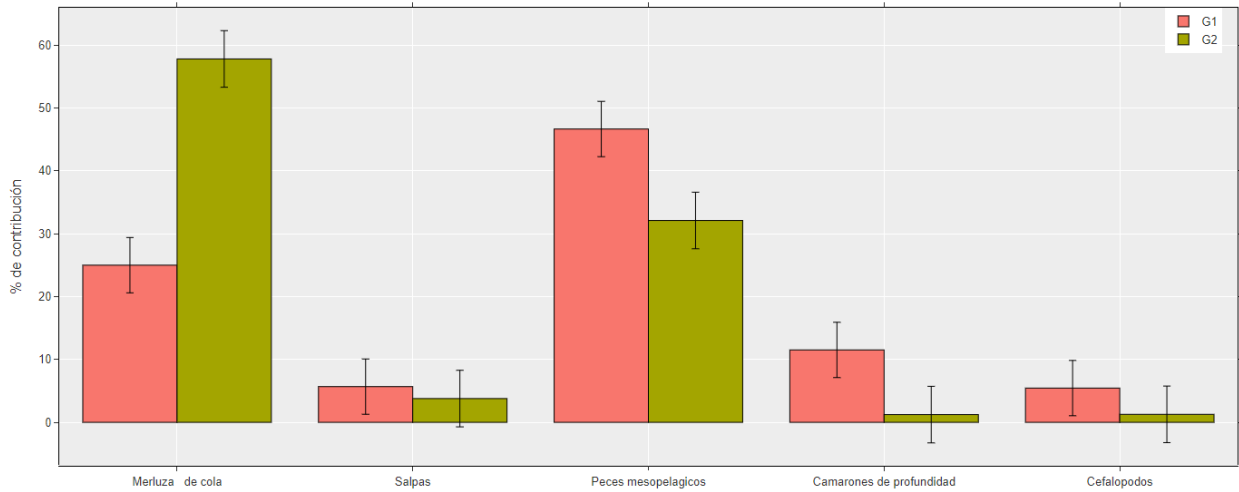


Figura 49. Dieta por grupos de tamaños de la merluza del sur en base al contenido estomacal observado. Y G1: grupo de tamaño $\leq 75,7$ cm LT; G2: grupo de tamaño $> 75,7$ cm LT.

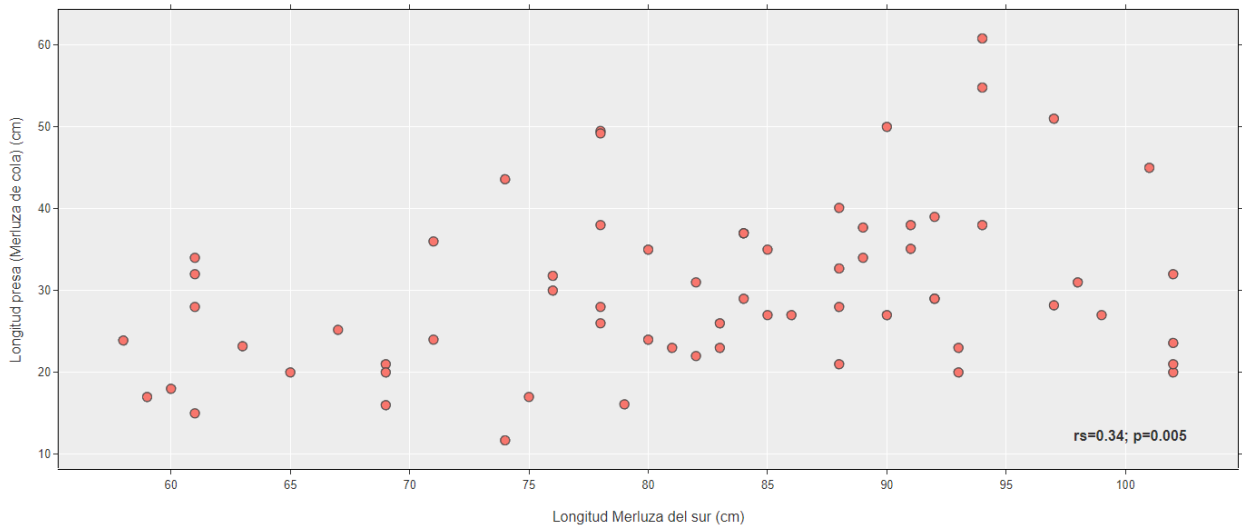


Figura 50. Relaci3n entre los tamaños de las presas (merluza de cola) y tamaños de merluza del sur en aguas del Océano Pacifico sur austral, crucero hidroacústico 2019.

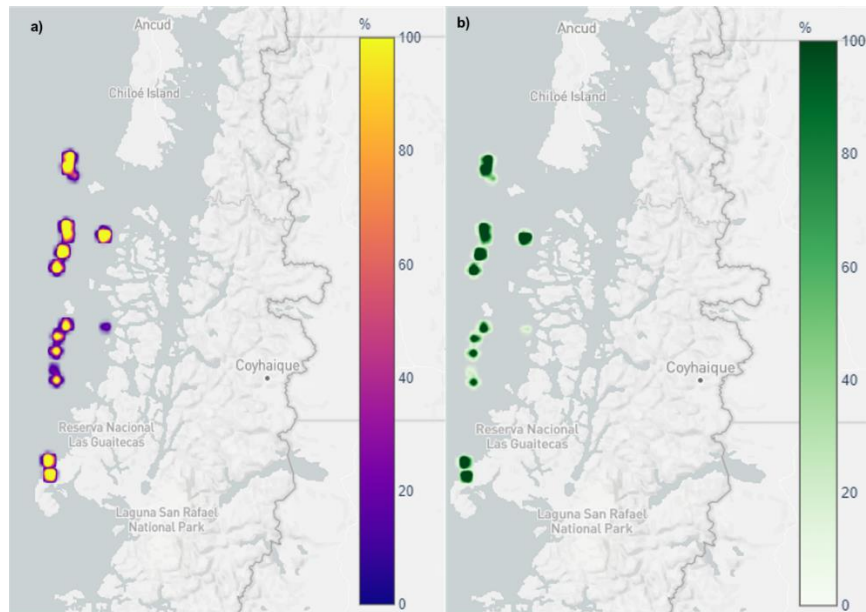


Figura 51. Densidad de Kernell para la probabilidad de captura de a) merluza de cola y b) peces mesopelágicos como presas de merluza del sur en aguas del Océano

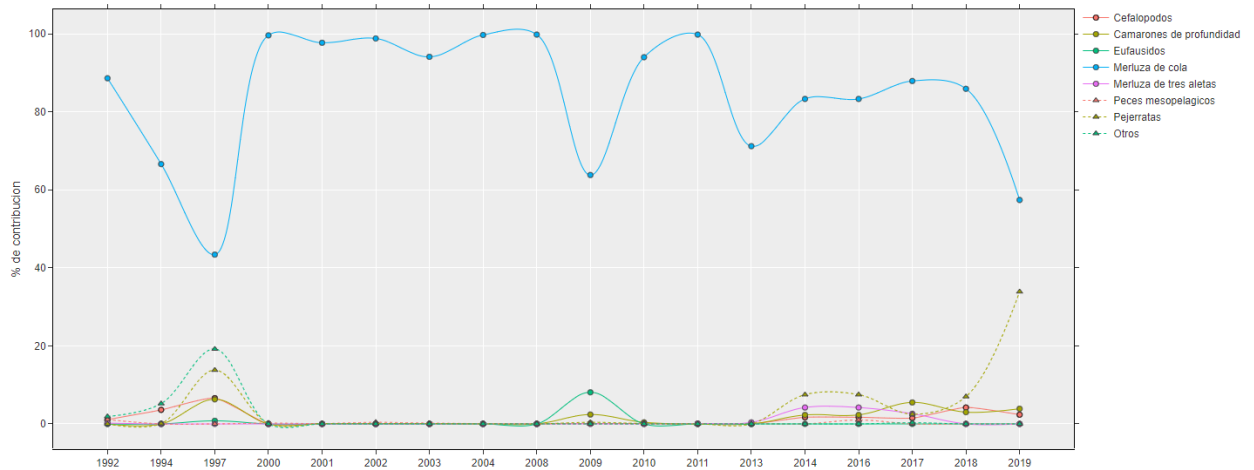


Figura 52. Serie de tiempo (1992-2019) de las presas encontradas en los est3magos de la merluza del sur.

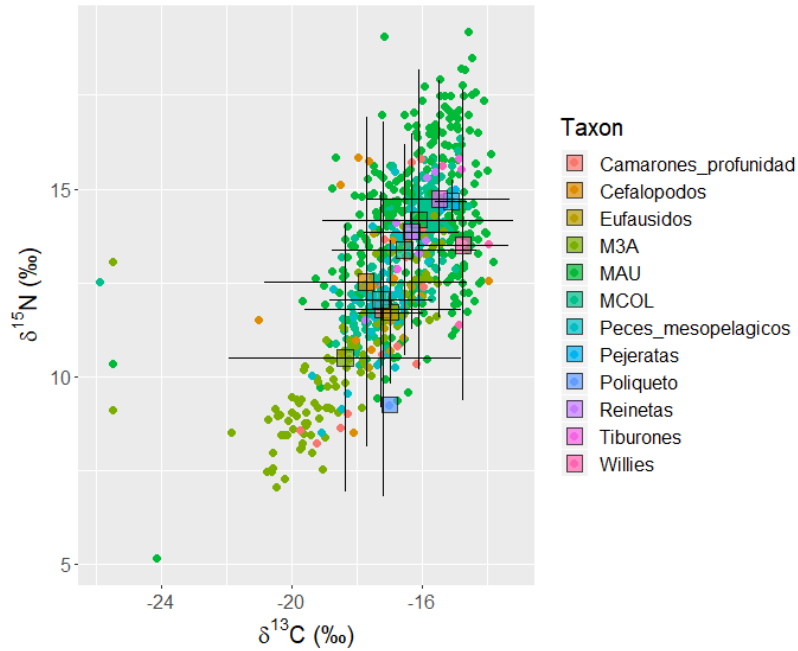


Figura 53. Representación gráfica del sistema pesquero estudiado para la temporada del crucero hidroacústico 2019. M3A; Merluza de tres aletas. MCOL; Merluza de cola, MAU; merluza del sur.

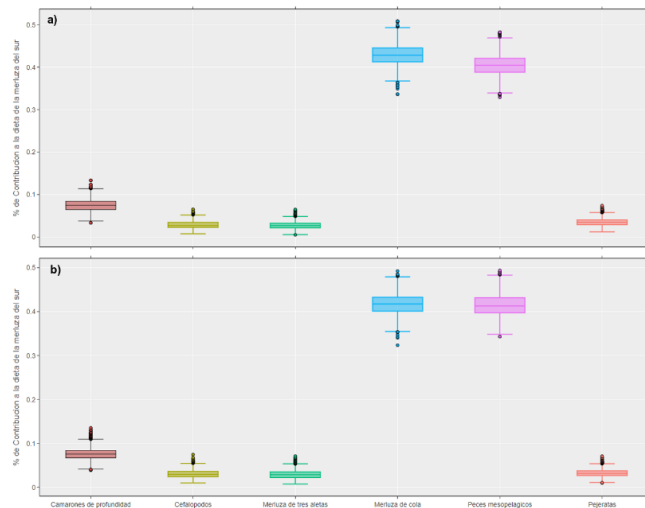


Figura 54. Modelos de mezcla para la asimilación de las presas de merluza del sur en sus distintos grupos de tamaños a) G1 y b) G2.

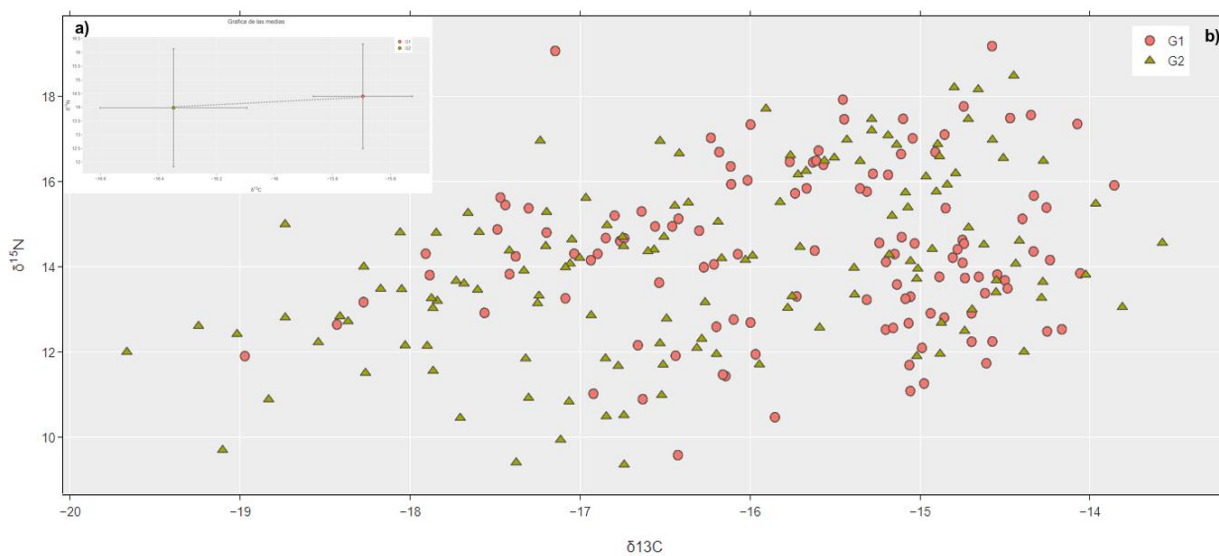


Figura 55. Bi-plot $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ para los distintos grupos de tamaños, en a) la grafica de las medias, y b) relaci3n con el total de los individuos.

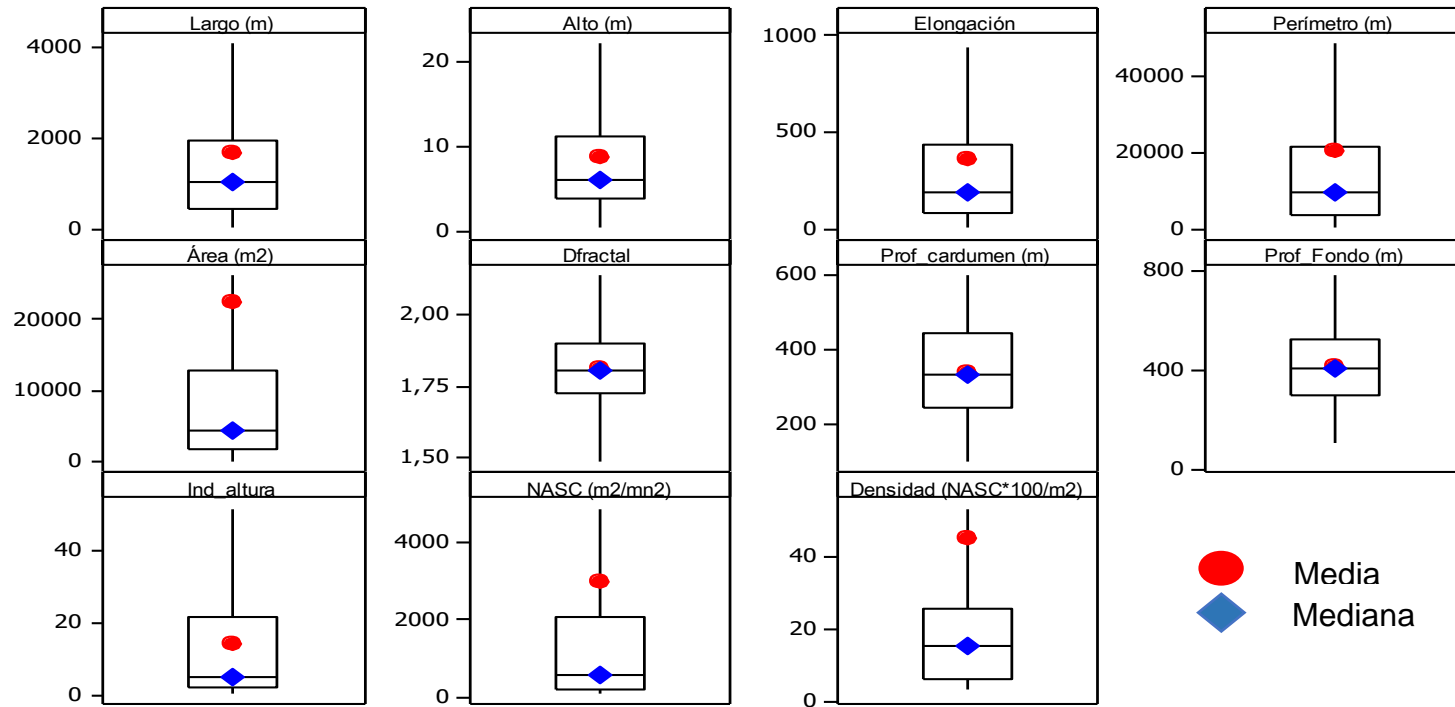


Figura 56. Diagramas de caja de los descriptores: morfológicos largo, alto y elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²). Agosto 2019.

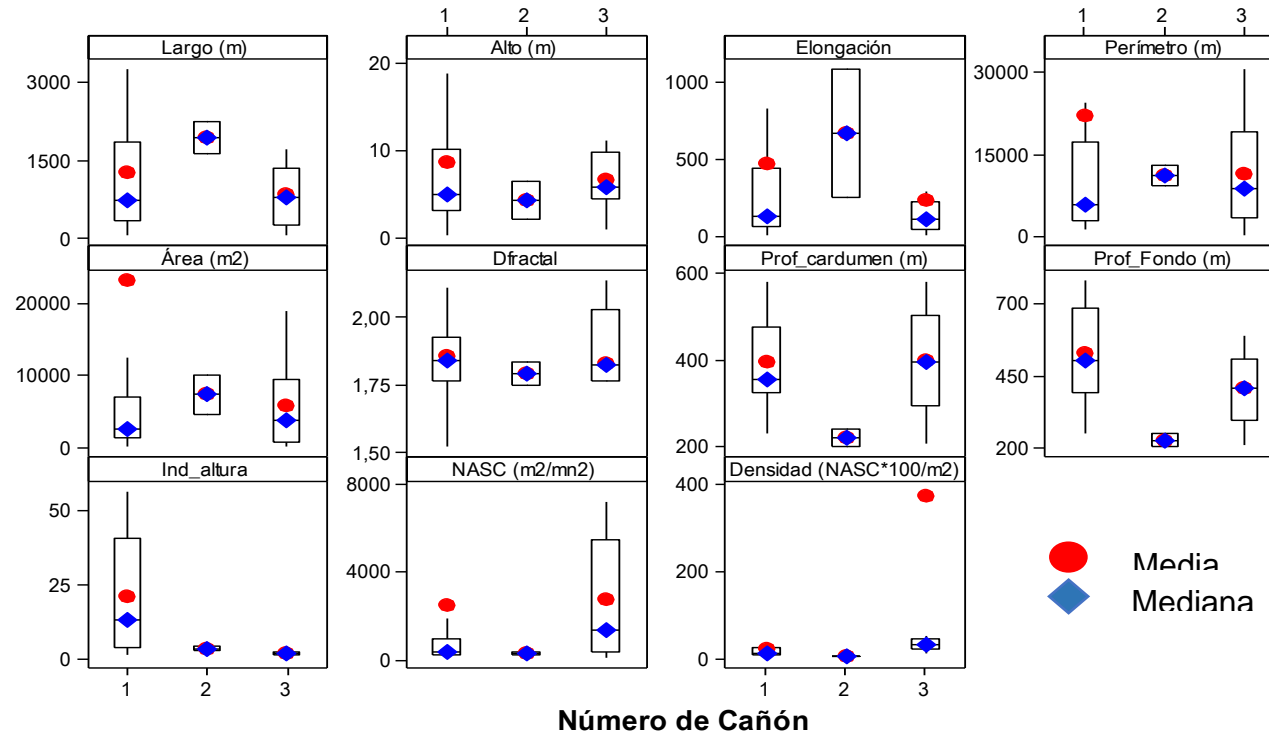


Figura 57. Diagramas de caja de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²). Según cañón. Agosto 2019.

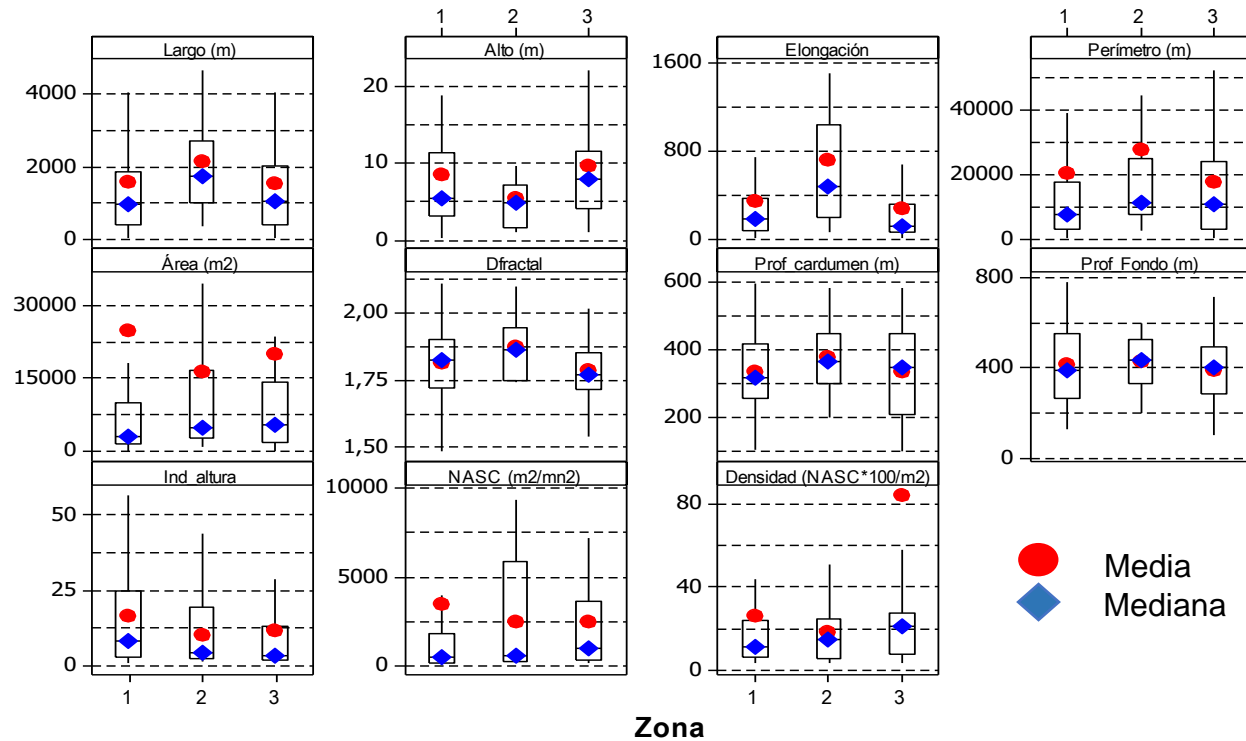


Figura 58. Diagrama de caja de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²). Según zona. Agosto 2019.

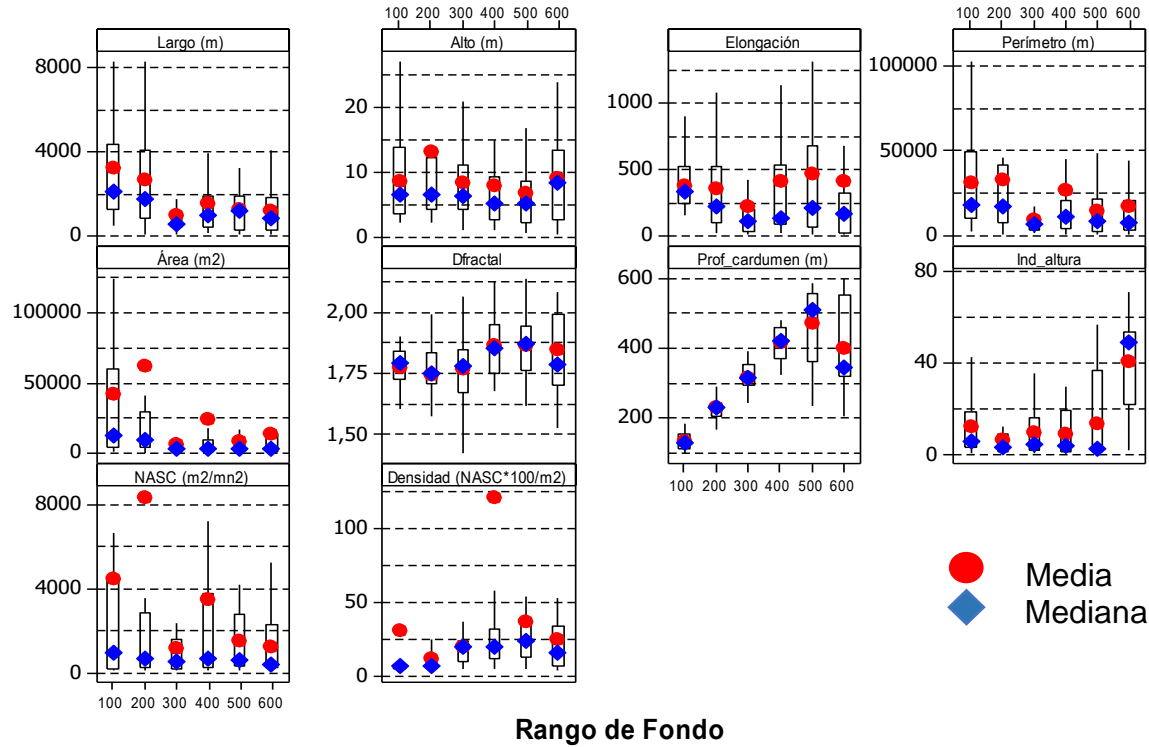


Figura 59. Diagrama de caja de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²). Según rango de fondo. Agosto 2019.

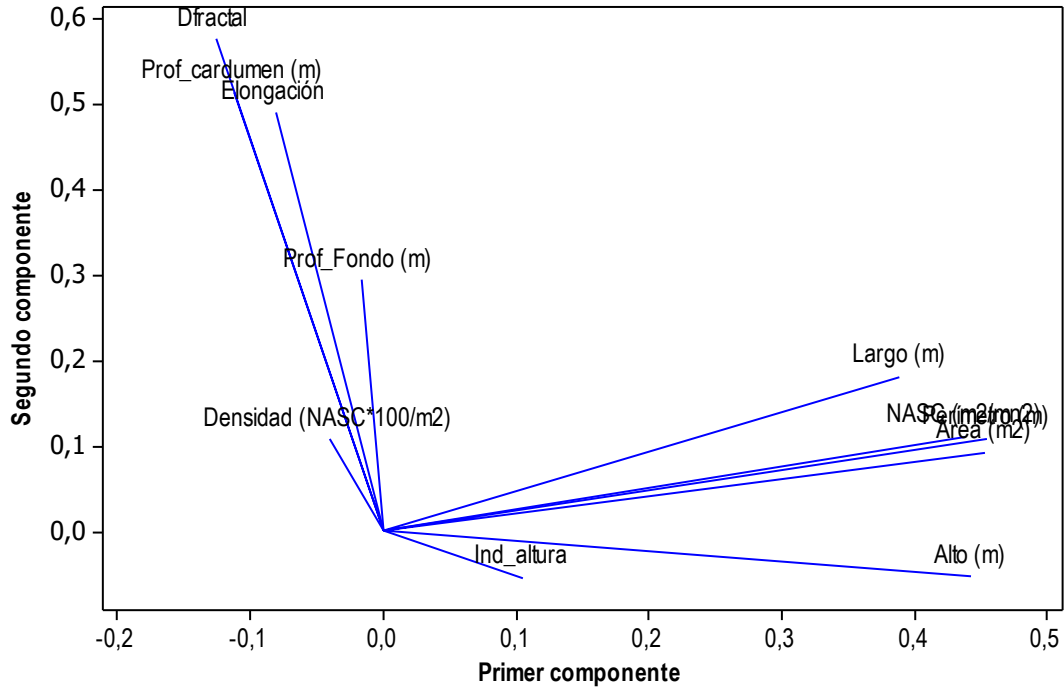


Figura 60. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes. Agosto 2019.

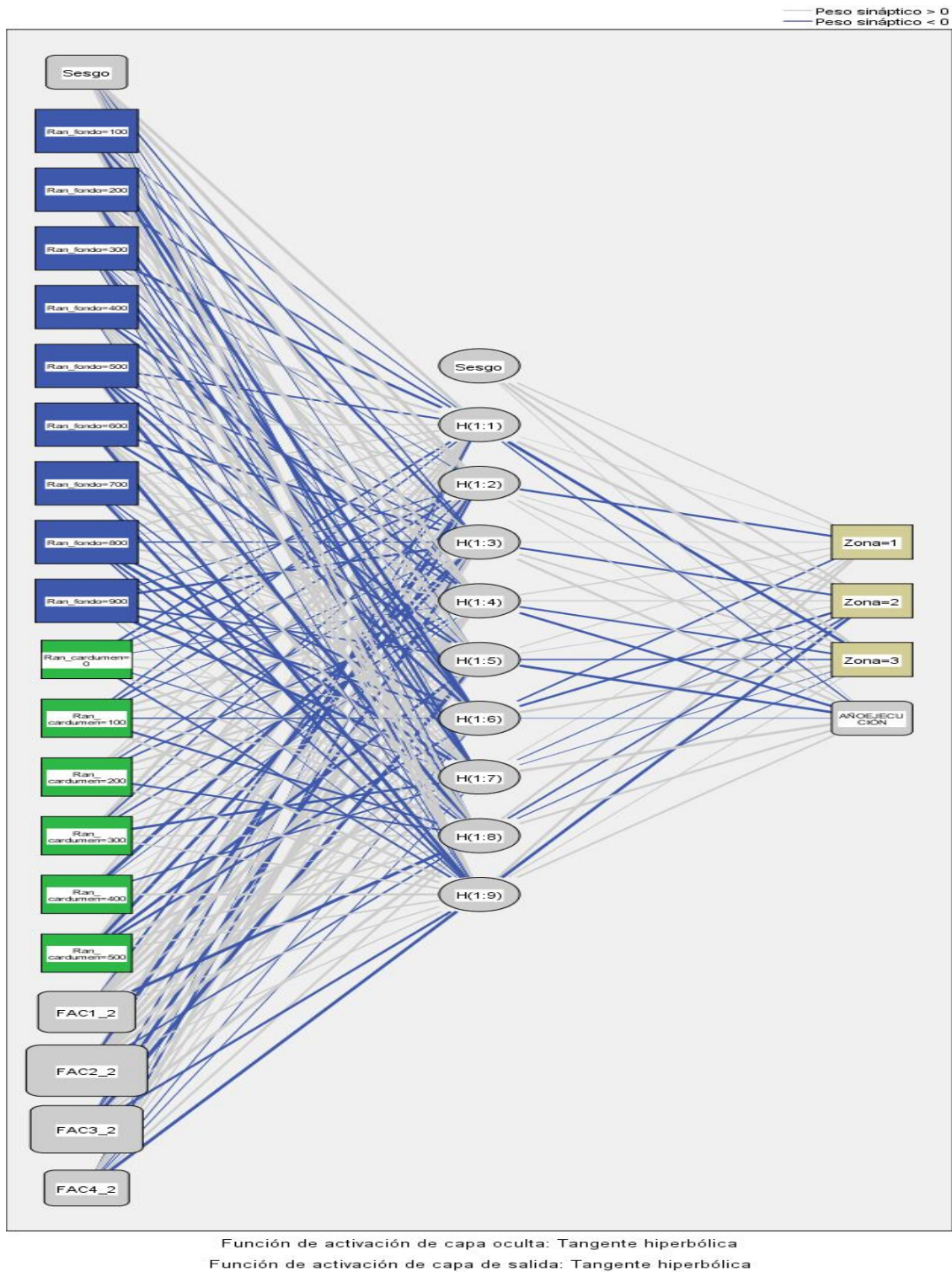


Figura 61. Arquitectura de la red neuronal utilizada por el modelo perceptr3n multicapa.

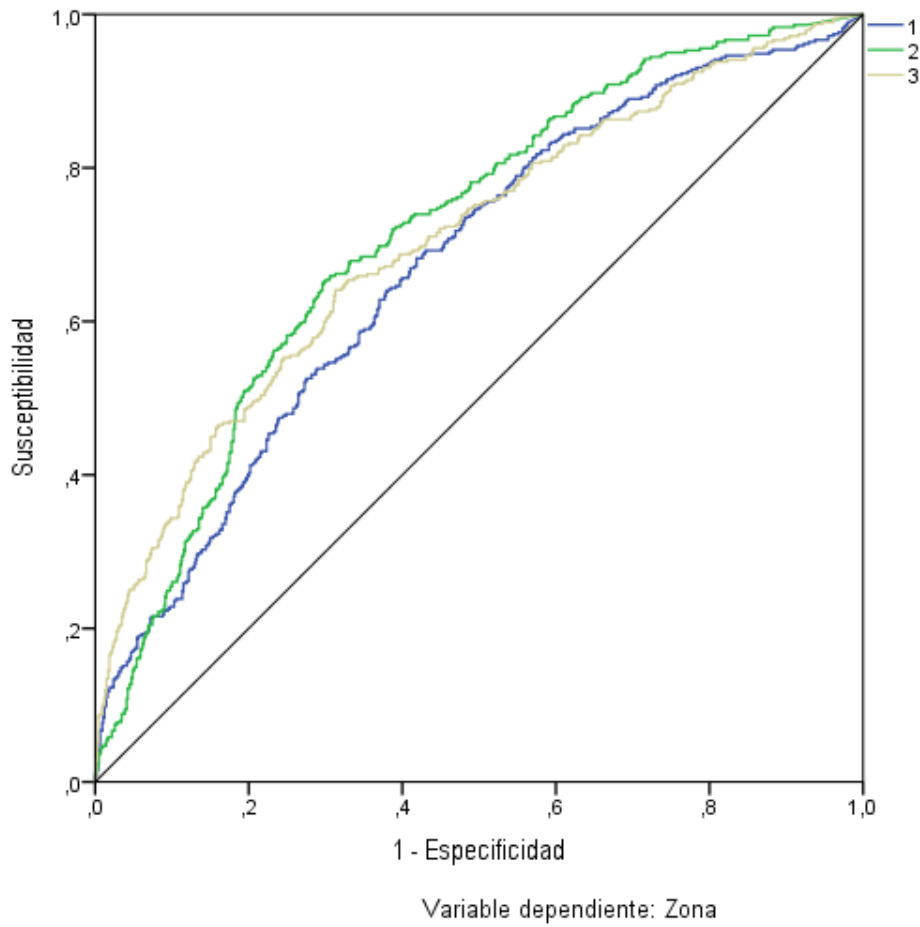


Figura 62. Curva de COR resultante de la arquitectura de dise1o de la red neuronal.

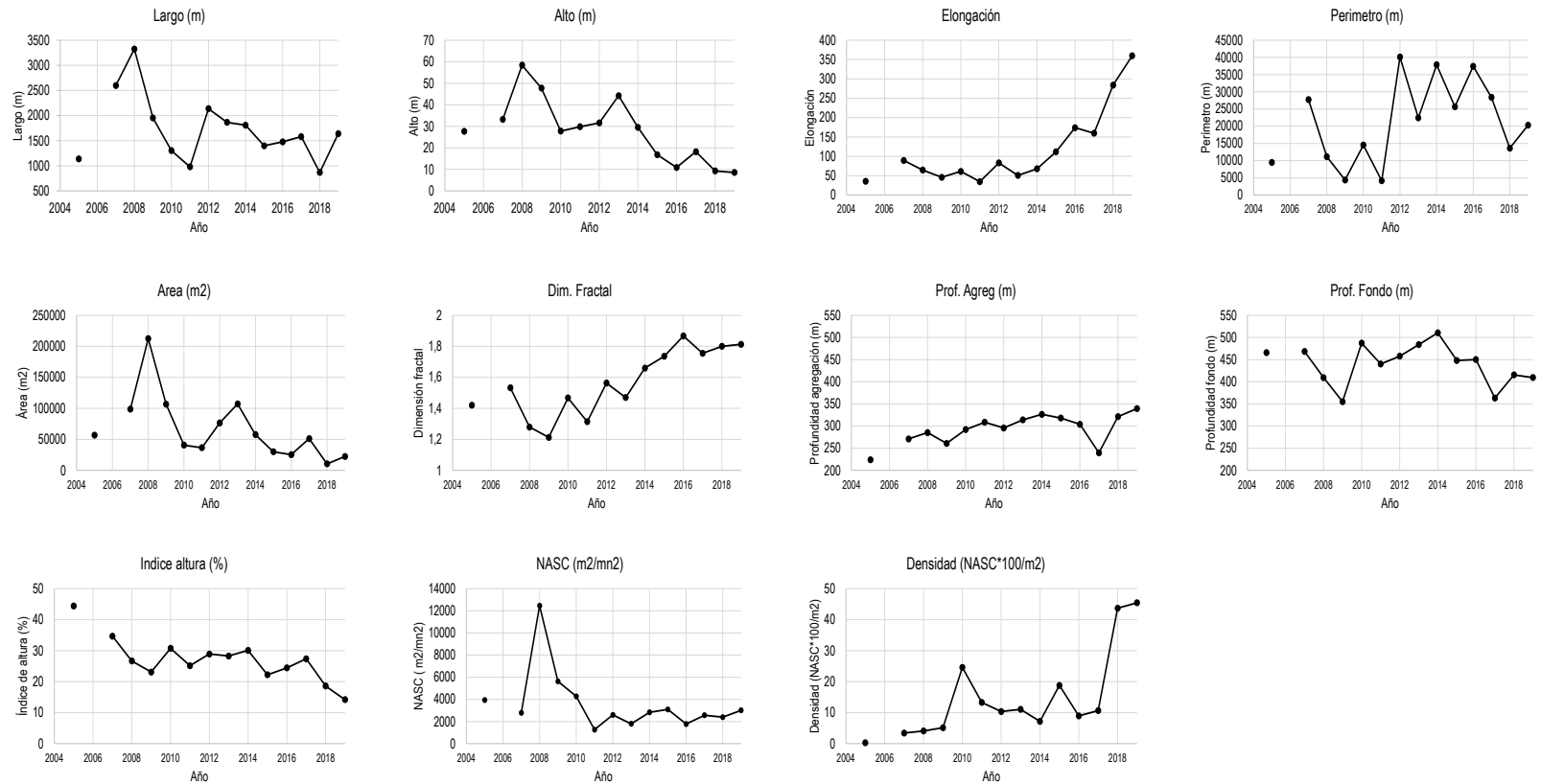


Figura 63. Valores promedio de descriptores morfológicos (largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal), batimétricos (profundidad agregación, profundidad fondo e índice de altura) y de energía (NASC y densidad). Años 2005-2019.



Figura 64. Biomasa total y desovante (t) histórica de merluza del sur.

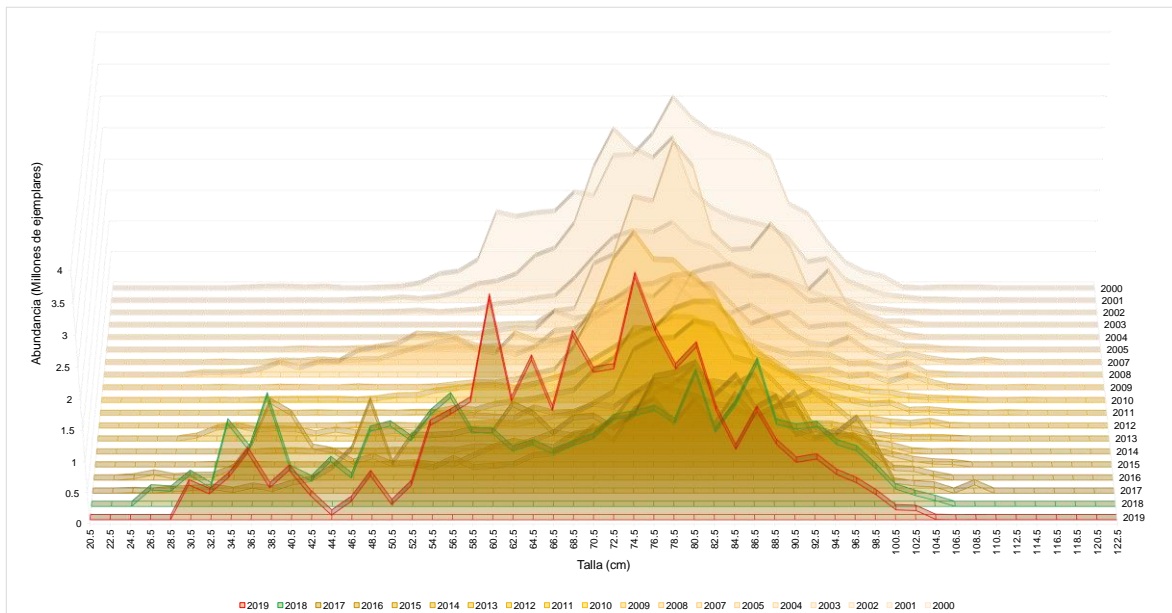


Figura 65. Abundancia (Millones de ejemplares) – Longitud (LT en cm) hist3rica de merluza del sur periodo 2000 – 2019.

T A B L A S



Tabla 1. Características principales del buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos”.

Eslora (m)	74,1
Manga (m)	15,6
Puntal (m)	8,5
Potencia instalada (hp)	4021
Tonelaje registro grueso (t)	3068

Tabla 2. Calibración del sistema de eointegración ER60. Buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos”. Crucero 2019.

Lugar	Bahía de Valparaíso, región de Valparaíso (33°01,465' S – 71°35,915' O)	
Fecha	31/07/2019	
Buque	AGS 61 “Cabo de Hornos”	
Ecosonda	Simrad EK 60	
Transductor	ES38B	
Profundidad esfera (m)	12	
Software de calibración	ER 60 – (Versión 2.1.0.12)	
Profundidad fondo (m)	40	
Frecuencia (kHz)	38	
Ganancia (TS gain) (dB)	26,79	
TS esfera (Tungsteno de 38,1 mm) (dB)	-42,4	
Corrección s_A (dB)	-0,68	
Ancho de banda (kHz)	2,43	
Intervalo de muestreo (m)	0,192	
Coefficiente de absorción (dB/ Km)	8,9	
Velocidad del sonido (m/s)	1500,1	
2-way beam angle (dB)	-20,6	
RMS modelo (indicador de calidad de la calibración)	0,17 dB	
	<u>Alongship</u>	<u>Athwartships</u>
Sensibilidad del ángulo	21,9	21,9
Ancho del haz (°)	7,07°	7,11°
Desplazamiento del ángulo (°)	-0,03°	-0,02°



Tabla 3. Datos operacionales de los lances de pesca de identificación. Crucero 2019.

Lance	Fecha	Calado			Virado			Profundidad fondo (m)	Duración (hora)	Rumbo	Velocidad (nudos)	Distancia (mn)	Captura (kg)				Captura (kg) Total	Proporción (%)			
		Hora	Latitud	Longitud	Hora	Latitud	Longitud						Merluza del Sur	Merluza de Cola	Merluza 3 Aletas	Otras		Merluza del Sur	Merluza de Cola	Merluza 3 Aletas	Otras
1	07-08-2019	1828	43°29,75'	75°12,99'	1911	43°31,49'	75°15,28'	850	0,72	0,72	3,6	2,4	104,62	121,06		46,40	272,08	38,5	44,5		17,1
2	08-08-2019	0233	43°39,19'	75°12,74'	0326	43°41,19'	75°09,71'	442	0,88	0,88	3,2	3,0	176,14	1.196,58		36,01	1.408,73	12,5	84,9		2,6
3	08-08-2019	1944	43°48,80'	75°05,56'	2010	43°49,86'	75°07,25'	435	0,43	0,43	3,6	1,6	62,19	3.962,15		4,23	4.028,56	1,5	98,4		0,1
4	09-08-2019	0325	44°01,20'	75°14,10'	0356	44°02,10'	75°11,89'	427	0,52	0,52	3,1	1,8	186,47	282,00	0,24	12,94	481,64	38,7	58,5	0,05	2,7
5	09-08-2019	1525	44°10,53'	75°13,12'	1600	44°11,89'	75°11,13'	600	0,58	0,58	3,6	2,0	76,51	267,00		0,26	343,77	22,3	77,7		0,1
6	10-08-2019	0304	44°10,00'	74°57,40'	0346	44°10,00'	75°00,90'	770	0,7	0,7	3,7	2,5	225,35	719,50	0,11	18,60	963,56	23,4	74,7	0,01	1,9
7	10-08-2019	1923	44°23,30'	75°20,10'	1953	44°21,80'	75°21,00'	435	0,5	0,5	3,4	1,6	364,59	184,38		3,87	552,84	65,9	33,4		0,7
8	17-08-2019	0604	44°29,51'	75°21,03'	0700	44°32,20'	75°21,10'	550	0,93	0,93	4,3	2,7	447,57	52,74		6,43	506,74	88,3	10,4		1,3
9	17-08-2019	1700	44°45,13'	75°31,10'	1740	44°46,87'	75°32,74'	476	0,67	0,67	3,2	2,1	650,52	110,82	2,76	116,66	880,77	73,9	12,6	0,3	13,2
10	18-08-2019	0605	45°04,46'	75°14,48'	0645	45°06,28'	75°12,76'	454	0,67	0,67	3,2	2,2	118,10	145,86		2,85	266,81	44,3	54,7		1,1
11	18-08-2019	1636	45°05,54'	74°57,26'	1651	45°05,75'	74°58,49'	460	0,25	0,25	3,6	0,9	496,69	3.035,06		1,58	3.533,33	14,1	85,9		0,04
12	19-08-2019	0025	45°12,30'	75°10,90'	0034	45°11,90'	75°10,70'	451	0,15	0,15	2,8	0,4	65,26	4.202,14			4.267,40	1,5	98,5		
13	19-08-2019	0711	45°16,81'	74°57,27'	0741	45°15,56'	74°58,39'	437	0,5	0,5	3,1	1,5	425,36	1.416,35		4,14	1.845,85	23,0	76,7		0,2
14	19-08-2019	1658	45°14,53'	75°28,14'	1748	45°16,45'	75°30,50'	446	0,83	0,83	2,7	2,5	75,98	87,70	9,61	16,64	189,93	40,0	46,2	5,1	8,8
15	20-08-2019	0322	45°30,39'	75°31,30'	0407	45°32,69'	75°31,66'	581	0,75	0,75	3,0	2,3	116,45	5,65	4,34	9,34	135,78	85,8	4,2	3,2	6,9
16	20-08-2019	0935	45°45,38'	75°34,03'	1038	45°48,26'	75°35,10'	425	1,05	1,05	3,2	3,0	11,99	35,76	10,21	10,89	68,85	17,4	51,9	14,8	15,8
17	20-08-2019	2233	45°59,88'	75°30,26'	2338	46°02,99'	75°29,38'	450	1,08	1,08	3,2	3,2	85,04	8,15	6,36	9,64	109,19	77,9	7,5	5,8	8,8
18	21-08-2019	0828	46°08,79'	75°30,53'	0909	46°10,85'	75°31,68'	278	0,68	0,68	3,3	2,2				140,19	140,19				100,0
19	21-08-2019	1857	46°15,36'	75°26,57'	1957	46°15,39'	75°31,10'	700	1,0	1,0	3,4	3,1	283,20	45,02	3,40	1,03	332,65	85,1	13,5	1,0	0,3
20	22-08-2019	0421	46°22,18'	75°34,76'	0514	46°23,48'	75°38,50'	465	0,88	0,88	3,1	2,9	110,85	11,58		4,17	126,60	87,6	9,1		3,3
21	22-08-2019	1240	46°28,20'	75°37,90'	1338	46°28,20'	75°40,00'	580	0,97	0,97	3,3	1,4	145,46	181,56	15,11	12,71	354,84	41,0	51,2	4,3	3,6
22	22-08-2019	1959	46°40,50'	75°42,70'	2102	46°43,60'	75°41,50'	493	1,05	1,05	3,4	3,2	300,48	49,76	12,68	3,94	366,86	81,9	13,6	3,5	1,1
23	23-08-2019	0727	46°54,80'	75°39,90'	0849	46°58,90'	75°38,40'	430	1,37	1,37	3,2	4,2	614,30	213,08	6,02	7,46	840,86	73,1	25,3	0,7	0,9



Tabla 4. Capturas por especie registradas en los lances de pesca de identificación. Crucero 2019.

Lance N°	Fecha	Latitud	Longitud	Captura (kg)																Total				
				Merluza Cola	Merluza Austral	Merluza 3 aletas	Cojinoba Moteada	Cojinoba Ploma	Reineta	Jibia	Calamar	Tollo sargento	Congrio Dorado	Mictófono	Eufáusidos	Tollo cachos	Tollo negro	Pejerrata	Anguilla espinosa					
1	07-08-2019	43°30,6'	75°14,1'	121,1	104,6				39,3				3,7	2,8	0,6	0,02							272,1	
2	08-08-2019	43°40,2'	75°11,2'	1.196,6	176,1		1,2		33,3						0,3								1.408,7	
3	08-08-2019	43°49,3'	75°06,4'	3.962,1	62,2								4,2	1,3	0,02								4.028,6	
4	09-08-2019	44°01,7'	75°13,0'	282,0	186,5	0,2						0,01	11,7		1,0	0,2							481,6	
5	09-08-2019	44°11,2'	75°12,1'	267,0	76,5										0,3								343,8	
6	10-08-2019	44°10,0'	74°79,1'	719,5	225,3	0,1							7,1				11,5						963,6	
7	10-08-2019	44°22,6'	75°20,6'	184,4	364,6					2,3					0,1		1,4						552,8	
8	17-08-2019	44°30,9'	75°21,1'	52,7	447,6								6,3			0,1							506,7	
9	17-08-2019	44°46,0'	75°31,9'	110,8	650,5	2,8			112,9			0,1			2,2		1,5						880,8	
10	18-08-2019	45°05,4'	75°13,6'	145,9	118,1							0,1	2,0		0,2	0,05		0,5					266,8	
11	18-08-2019	45°05,6'	74°57,9'	3.035,1	496,7													1,6					3.533,3	
12	19-08-2019	45°12,1'	75°10,8'	4.202,1	65,3																		4.267,4	
13	19-08-2019	45°16,2'	74°57,8'	1.416,3	425,4									3,9							0,2		1.845,8	
14	19-08-2019	45°15,5'	75°29,3'	87,7	75,0	9,6	2,7		6,9			0,04			0,5		2,6	3,8					189,9	
15	20-08-2019	45°31,5'	75°31,5'	5,7	116,4	4,3							6,4										135,8	
16	20-08-2019	45°46,8'	75°34,6'	35,8	12,0	10,2	1,9		6,5			0,5			1,6		0,5						68,9	
17	20-08-2019	46°01,4'	75°29,8'	8,2	85,0	6,4								8,8	0,7								109,1	
18	21-08-2019	46°09,8'	75°31,1'						139,8			0,4											140,2	
19	21-08-2019	46°15,4'	75°28,8'	45,0	283,2	3,4	0,5					0,2			0,3	0,03							332,6	
20	22-08-2019	46°22,8'	75°36,6'	11,6	110,9							3,3			0,8	0,1							126,6	
21	22-08-2019	46°28,2'	75°39,0'	181,6	145,5	15,1	1,1	1,2	9,0			1,0			0,4								354,8	
22	22-08-2019	46°42,1'	75°42,1'	49,8	300,5	12,7			3,4			0,2			0,3								366,8	
23	23-08-2019	46°56,9'	75°39,2'	213,1	614,3	6,0			7,2						0,02	0,1							840,7	
Total captura (Kg)				16.333,9	5.143,1	70,8	7,5	1,2	360,5	0,1	5,7	41,4	16,7	9,1	0,5	17,6	7,3	1,6	0,2					22.017,3
Proporción captura (%)				74,2	23,4	0,3	0,03	0,01	1,6	0,0003	0,03	0,2	0,1	0,04	0,002	0,1	0,03	0,01	0,001					100,0



Tabla 5. Escala de madurez sexual para merluza del sur, *Merluccius australis*, basada en características macroscópicas y microscópicas de la gónada, según Balbontín y Fischer (1981), modificada por Balbontín y Bravo (1993). Se indica la numeración utilizada en la escala del IFOP y entre paréntesis el número original de la escala.

<p>1(1) Virginal: ovarios pequeños, filiformes; sexo difícilmente discernible de manera macroscópica. El examen microscópico muestra la presencia de células germinales. En un estadio más avanzado son de color rosado claro, de sección tubular y con un diámetro máximo de los ovocitos menor que 0,18 mm.</p>
<p>2(2) Inmaduro: ovarios claramente diferenciados, con paredes firmes, gruesas; color rosado claro o amarillo ocre. Ovocitos no visibles al ojo desnudo, de aspecto opaco, en vitelogénesis incipiente; diámetro máximo de los ovocitos inferior a 0,38 mm.</p>
<p>3(3) En maduración: ovarios turgentes, con escasa vascularización; color amarillo pálido; alcanzan un gran volumen. Ovocitos visibles a simple vista, en un amplio rango de tamaños, en vitelogénesis avanzada; diámetro máximo de los ovocitos inferior a 0.85 mm.</p>
<p>4(3A) En maduración, desove parcial reciente: ovario similar al estadio 3, turgentes o ligeramente flácidos; color amarillo pálido u oscuro. Diámetro de los ovocitos similar al estadio 3, pero además se distingue un número reducido de ovocitos hidratados con gota oleosa que corresponden al remanente de un desove parcial reciente. Estos ovarios pasan nuevamente al estadio 5.</p>
<p>5(4) Maduro: ovarios turgentes, a menudo con zonas traslúcidas; color amarillo a anaranjado pálido; en una fase avanzada, los ovocitos fluyen del ovario al presionar el abdomen. Ovocitos visibles al ojo desnudo, con el proceso de hidratación iniciándose; con o sin gota oleosa; diámetro de los ovocitos más diferenciados igual o mayor que 0,85 mm.</p>
<p>6(5) En regresión: ovario flácido, con lumen grande; color rojizo; al final de este estadio las paredes se tornan gruesas y el color pasa a rosado amarillento. Sin ovocitos visibles a simple vista o bien ovocitos en número reducido en proceso de reabsorción. Estos ovarios pasan al estadio 2.</p>



Tabla 6. Criterios citológicos e histológicos para la definición de estadios de madurez gonadal en peces teleósteos. FPO, folículo postovulatorio; VG, vesícula germinal.

Estadio gonadal	Caracterización histológica del parénquima gonadal
I Virginal	Parénquima representado por ovocitos premeióticos (ovocitos primarios en leptoteno) citoplasma basófilo, escaso, núcleo cromatínico. Lumen amplio y lamelas pequeñas de base ancha.
II Inmaduro	Lamelas largas, delgadas e interdigitadas invaden el lumen. Ovocitos de reserva no vitelados rodeados de una fina lámina de células foliculares. VG central con numerosos nucléolos esféricos y periféricos. Citoplasma finamente granular altamente basófilo.
III Alveolo Cortical	Presencia de ovocitos con vesículas en el citoplasma cortical de diferente diámetro, cuyo contenido es producto de síntesis del ovocito. Citoplasma ligeramente basófilo. Externamente se visualiza una delgada zona radiata y células foliculares de plano a cúbicas. La presencia de vesículas corticales indica el debut de la actividad ovocitaria endógena.
IV Parcialmente Vitelado	Predominio de ovocitos en estado temprano de deposición de vitelo, sin abarcar más de $\frac{3}{4}$ partes del citoplasma. Destaca la presencia de vesículas periféricas. VG esférica central multinuclear. Zona radiata delgada.
V Vitelado	Citoplasma eosinófilo, cargado de glóbulos de vitelo. VG central multinucleolar. Zona radiata desarrollada. Células foliculares cúbicas con núcleo central esférico y citoplasma claro.
VI Migrante	Citoplasma vitelado. VG periférica o ausente por reinicio de la meiosis.
VII Hidratado (Hialino)	Aumento considerable del diámetro ovocitario por ingreso de líquido. Disolución de vitelo por ingreso de fluidos adoptando el aspecto de placas en el citoplasma. La capa folicular pierde espesor.
VIII En Desove	Coexistencia de ovocitos hidratados y estructuras que evidencian desove reciente (FPO nuevos), conjuntamente con ovocitos en otros grados de vitelación.
IX Post Desove	Lamelas con predominio de ovocitos no vitelados (de reserva) y escasos ovocitos vitelados residuales, atresias folicular alfa y beta. Eventualmente folículos postovulatorios de estadio 5 o más.



Tabla 7. Resumen modelación geoestadística y bootstrap de merluza del sur para la zona total de estudio. Crucero 2019.

Recurso	Subzona	Dirección	Modelo ajustado	Parámetros ajustados				Bondad ajuste	Predicción espacial	
				Psill	Total sill	Rango (mn)	Nugget	sse	Media Kriging	Varianza geo
Merluza del sur	Zona total	Omnidireccional	Exponencial	4,42E+05	4,42E+05	0,60	0	21,67	231,25	4,69E+02
			Esférico	4,44E+05	4,44E+05	0,60	0	20,89	232,70	4,36E+02

Remuestreo Bootstrap

Recurso	Subzona	Media bootstrap	Varianza bootstrap	Límite superior	Límite inferior
Merluza del sur	Zona total	226,87	5,55E+02	275,74	183,56

**Tabla 8.** Estimado total de biomasa y abundancia, límites de confianza y densidad de merluza del sur. Crucero 2019.

Método	Área (mn ²)	Densidad (t*mn ⁻²)
Bootstrap	2.124	60,33
Geoestadístico	2.124	61,88

MERLUZA DEL SUR 2019

Método	Biomasa (t)	varianza	ds	cv(%)	superior	inferior
Geoestadístico	131.443	2,93E+07	5,41E+03	4,12	142.045	120.841
Bootstrap	128.147	2,89E+07	5,37E+03	4,19	138.675	117.619

MERLUZA DEL SUR 2019

Método	Abundancia (N° individuos)	varianza	ds	cv(%)	superior	inferior
Geoestadístico	50.812.560	4,50E+12	2,12E+06	4,18	54.970.885	46.654.235
Bootstrap	49.538.328	4,41E+12	2,10E+06	4,24	53.655.723	45.420.932

ds= desviación estándar de la biomasa y abundancia a la talla

cv = coeficiente de variación de la biomasa y abundancia a la talla

superior= Límite de confianza superior

inferior= límite de confianza inferior



Tabla 9. Estimados de abundancia de merluza del sur y participación por sexo. Crucero 2019.

Sexo	Abundancia (N°)	Participación (%)
Machos	16.995.949	33
Hembras	33.816.612	67
Total	50.812.560	100

Tabla 10. Parámetros de la relación peso - longitud de merluza del sur crucero de evaluación agosto del 2019.

Sexo	Parámetros	Merluza del sur	
Machos	a	0,002844173	
	intervalo	0,0023655	0,0034198
	b	3,197863676	
	intervalo	3,1540241	3,2417032
	N	468	
	r ²	0,978	
Hembras	a	0,002647048	
	intervalo	0,0023103	0,0030329
	b	3,222008426	
	intervalo	3,1905413	3,2534755
	N	1172	
	r ²	0,972	
Ambos	a	0,002485518	
	intervalo	0,0022326	0,0027670
	b	3,234729714	
	intervalo	3,2097223	3,2597371
	N	1640	
	r ²	0,975	



Tabla 11. Estimaciones del tama1o del stock usados en los procesos hist3ricos, peso promedio, longitud promedio y proporci3n sexual, cruceros de merluza del sur 2000 - 2019.

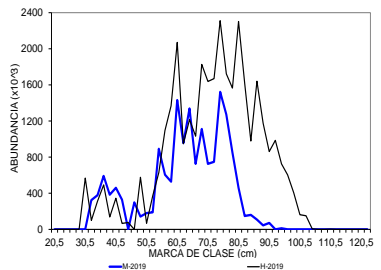
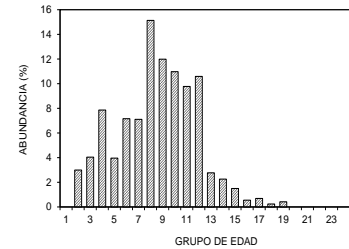
Merluza del sur																			
A1os	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
B (x10 ³)	133,8	100,4	50,4	84,3	53,2	42,5	55,6	59,7	65,3	51,5	60,4	51,3	42,8	49,3	50,3	67,3	96,1	115,1	131,4
A (x10 ⁶)	36	27	14	21	12	10	16	21	19	14	16	14	14	13	14	22	34	42	51
wprom (g)	3.761	3.696	3.673	3.952	4.512	4.091	3.566	2.857	3.510	3.614	3.735	3.780	3.108	3.842	3.651	3.055	2.827	2.765	2.587
lprom(cm)	80	79	80	81	84	83	79	75	79	80	81	81	77	82	82	77	75	74	72
Proporci3n (%) M:H en n1mero	30:71	43:57	49:51	48:52	23:77	33:67	52:48	48:52	50:50	29:71	36:64	45:55	26:74	38:62	30:70	23:77	32:68	27:73	33:67
Proporci3n (%) M:H en peso	23:77	33:67	41:59	44:56	17:83	26:74	45:55	44:56	43:57	24:76	30:70	45:55	16:84	31:69	25:75	13:87	21:79	20:80	24:76

B=biomasa (t); A=Abundancia (n1 de ejemplares); wprom= (B/A)



Tabla 12. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur, machos. Crucero de evaluación 2019. (Abundancia Total= 50.812.560 ejemplares; Machos= 16.995.949; Hembras= 33.816.612).

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24+		
20 - 21																											
22 - 23																											
24 - 25																											
26 - 27																											
28 - 29																											
30 - 31																											
32 - 33	324.434	216.289	108.145																								
34 - 35	378.248	94.562	189.124	94.562																							
36 - 37	591.871	197.324	197.324	197.324																							
38 - 39	383.642		191.821																								
40 - 41	460.752			460.752																							
42 - 43	328.951			328.951																							
44 - 45																											
46 - 47	298.594				298.594																						
48 - 49	142.139				94.760	47.380																					
50 - 51	180.152				180.152																						
52 - 53	189.324			63.108		126.216																					
54 - 55	892.629				99.181	595.086	198.362																				
56 - 57	605.130					302.565	302.565																				
58 - 59	528.150					40.627	243.762	203.135																			
60 - 61	1.432.632						223.849	984.934	223.849	40.627																	
62 - 63	955.704						955.704	664.837	290.866																		
64 - 65	1.339.510						47.840	143.519	669.755	47.840																	
66 - 67	725.452						23.402	70.205	163.812	374.427	93.807																
68 - 69	1.112.386						33.709	370.795	370.795	505.630	101.126																
70 - 71	726.140						25.934	77.801	337.136	259.336	25.934																
72 - 73	748.271							29.931	299.309	269.378	89.793	29.931															
74 - 75	1.523.225								266.564	609.290	609.290	38.081															
76 - 77	1.273.461								227.404	227.404	682.211	90.962	45.481														
78 - 79	853.468							23.707	47.415	165.952	308.197	142.245	142.245														
80 - 81	457.580									57.198	114.395	28.599	142.994	57.198													
82 - 83	148.439									28.989	40.483	53.978	13.494	13.494													
84 - 85	160.614											91.779	22.945	22.945													
86 - 87	107.299											21.460	21.460														
88 - 89	44.151													14.717													
90 - 91	71.306																										
92 - 93																											
94 - 95	12.194																										
96 - 97																											
98 - 99																											
100 - 101																											
102 - 103																											
104 - 105																											
106 - 107																											
108 - 109																											
110 - 111																											
112 - 113																											
114 - 115																											
116 - 117																											
118 - 119																											
120 - 121																											
122 - 123																											
TOTAL	16.995.949	508.175	686.413	1.336.518	672.686	1.216.824	1.208.195	2.572.108	2.037.424	1.865.532	1.661.084	1.799.611	470.813	383.541	254.531	93.637	116.758	40.793	71.306								
PORCENTAJE		2,99	4,04	7,86	3,96	7,16	7,11	15,13	11,99	10,98	9,77	10,59	2,77	2,26	1,50	0,55	0,69	0,24	0,42								
TALLA PROM. (cm)		34,4	35,9	40,3	49,0	55,7	59,1	62,4	65,2	71,2	74,0	76,1	78,6	80,9	80,3	81,8	86,6	84,7	90,5								
VARIANZA		3,25	4,35	13,21	7,87	14,03	15,04	8,25	7,78	14,44	7,82	4,24	9,83	9,66	12,56	2,89	1,78	41,08									
PESO PROM. (g)		237,0	271,0	398,2	735,5	1.110,6	1.344,5	1.582,7	1.821,7	2.417,0	2.720,1	2.971,9	3.299,2	3.617,7	3.550,7	3.735,8	4.487,3	4.256,3	5.159,5								





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 13. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza del sur, hembras. Crucero de evaluación 2019. (Abundancia Total= 50.812.560 ejemplares; Machos= 16.995.949; Hembras= 33.816.612).

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24+		
20 - 21																											
22 - 23																											
24 - 25																											
26 - 27																											
28 - 29																											
30 - 31	567.456		567.456																								
32 - 33	98.943		98.943																								
34 - 35	310.795		155.398	155.398																							
36 - 37	492.608	82.101	164.203	246.304																							
38 - 39	136.812			136.812																							
40 - 41	345.133		115.044	230.088																							
42 - 43	65.928			65.928																							
44 - 45	76.541				76.541																						
46 - 47																											
48 - 49	576.436			192.145	384.291																						
50 - 51	67.588					67.588																					
52 - 53	369.142				184.571	184.571																					
54 - 55	630.307					630.307																					
56 - 57	1.095.630					547.815	547.815																				
58 - 59	1.367.794					341.948	854.871	170.974																			
60 - 61	2.070.959					207.096	414.192	1.242.576	207.096																		
62 - 63	948.534					87.752	609.772	135.505																			
64 - 65	1.215.872						280.540	187.026	467.566	187.026																	
66 - 67	1.031.565						79.351	79.351	793.511	79.351																	
68 - 69	1.827.507						96.185	192.369	673.292	480.923	192.369																
70 - 71	1.638.450								716.822	614.419	307.209																
72 - 73	1.669.893								508.228	726.040	217.812																
74 - 75	2.311.612								105.073	420.293	1.260.880	525.366															
76 - 77	1.722.331									258.350	688.932	172.233	172.233														
78 - 79	1.564.844									426.721	426.721	284.481	284.481														
80 - 81	2.302.199										383.700	383.700	537.180	460.440	153.480	230.220	153.480										
82 - 83	1.613.702												470.663	605.138	403.426	134.475											
84 - 85	978.259													234.782	352.173	234.782	117.391										
86 - 87	1.641.020									82.051	164.102	82.051	164.102	82.051	410.255	164.102	410.255	39.130									
88 - 89	1.176.215														306.839	255.699	204.559	102.280	102.280								
90 - 91	862.072														78.370	117.555	156.740	274.296									
92 - 93	985.878														49.284	98.568	147.852	394.271	147.852								
94 - 95	725.421															55.802	111.603	55.802	167.405	167.405							
96 - 97	603.352																92.823	46.412	92.823	185.647	46.412						
98 - 99	405.408																110.566	73.711	110.566	73.711							
100 - 101	162.045																	27.008	54.015	54.015							
102 - 103	150.939																		30.188								
104 - 105	5.534																			60.375							
106 - 107																					27.008						
108 - 109																						54.015					
110 - 111	2.489																						30.188				
112 - 113																							5.534				
114 - 115																											
116 - 117																											
118 - 119																											
120 - 121																											
122 - 123																											
TOTAL	33.816.612	82.101	1.101.043	1.026.675	645.403	2.114.830	2.340.706	2.482.068	2.454.648	2.905.277	3.862.478	2.807.357	1.648.887	2.203.870	1.768.873	1.665.847	1.114.388	1.058.897	1.376.890	501.571	254.796	367.328	32.676				
PORCENTAJE		0,24	3,26	3,04	1,91	6,25	6,92	7,34	7,26	8,59	11,42	8,30	4,88	6,52	5,23	4,93	3,30	3,13	4,07	1,48	0,75	1,09	0,10				
TALLA PROM. (cm)		36,5	33,2	40,0	49,2	56,5	59,9	62,0	66,5	71,9	74,4	76,2	81,1	80,7	83,8	87,5	89,1	90,1	93,1	94,7	95,4	95,0	103,1				
VARIANZA		0,00	11,23	21,80	6,02	8,26	10,73	6,42	9,58	16,91	10,68	19,27	8,90	23,05	26,05	28,45	28,90	17,38	13,63	7,05	9,16	15,90	4,50				
PESO PROM (g)		285,5	217,6	402,0	753,1	1.177,0	1.426,4	1.583,7	1.988,4	2.577,8	2.854,2	3.102,8	3.768,6	3.732,6	4.226,4	4.850,7	5.151,9	5.298,8	5.895,6	6.199,4	6.346,7	6.276,0	8.148,2				

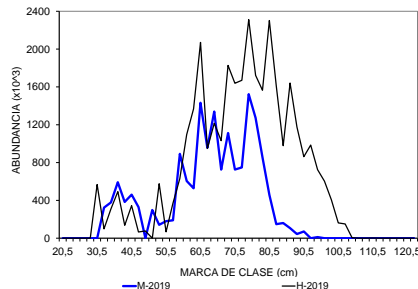
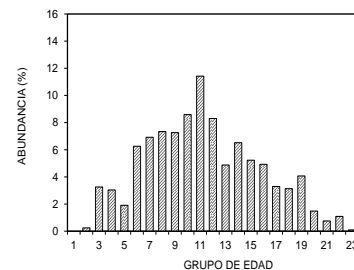


Tabla 14. Abundancia por grupo de edad y desviación estándar para merluza del sur por sexo y proporción de ambos según grupo de edad. Crucero de evaluación 2019.

GE	Machos		Hembras		Ambos	
	Número	sd	Número	sd	Número	%
I	0	0	0	0	0	0,0
II	508.175	244.786	82.101	0	590.276	1,2
III	686.413	274.792	1.101.043	184.736	1.787.456	3,5
IV	1.336.518	259.094	1.026.675	268.427	2.363.193	4,7
V	672.686	113.358	645.403	221.173	1.318.089	2,6
VI	1.216.824	206.394	2.114.830	397.259	3.331.654	6,6
VII	1.208.195	221.021	2.340.706	458.236	3.548.901	7,0
VIII	2.572.108	247.554	2.482.068	386.781	5.054.176	9,9
IX	2.037.424	238.790	2.454.648	378.733	4.492.071	8,8
X	1.865.532	224.580	2.905.277	466.268	4.770.809	9,4
XI	1.661.084	212.041	3.862.478	497.687	5.523.563	10,9
XII	1.799.611	211.159	2.807.357	455.202	4.606.968	9,1
XIII	470.813	113.384	1.648.887	322.135	2.119.700	4,2
XIV	383.541	89.684	2.203.870	370.229	2.587.411	5,1
XV	254.531	75.691	1.768.873	306.775	2.023.404	4,0
XVI	93.637	47.399	1.665.847	298.417	1.759.484	3,5
XVII	116.758	38.147	1.114.388	243.404	1.231.146	2,4
XVIII	40.793	28.625	1.058.897	234.469	1.099.690	2,2
XIX	71.306	0	1.376.890	231.874	1.448.196	2,9
XX	0	0	501.571	146.867	501.571	1,0
XXI	0	0	254.796	105.504	254.796	0,5
XXII	0	0	367.328	127.614	367.328	0,7
XXIII	0	0	32.676	30.192	32.676	0,1
XXIV+	0	0	0	0	0	0,0
Total	16.995.949	709.638	33.816.612	1.411.957	50.812.560	100



Tabla 15. Estimaciones de grupo de edad (GE) al 50% de madurez para merluza del sur, Intervalo de confianza (IC), Límites (LI: límite inferior, LS: límite superior) y número de muestras analizadas (n), por sexo, para años que forman parte de la serie histórica de cruceros de evaluación, 2000-2019.

		Merluza del sur																		
Sexo	Parámetro	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Machos	GE _{50%}	9,8	10,1	7,2	s/a	8,7	8,5	9,0	9,1	8,9	10,8	10,5	8,9	11,2	10,1	9,4	11,9	11,7	10,8	10,7
	IC LI	9,2	9,2	6,4	s/a	7,7	8,0	8,1	8,8	8,6	10,5	9,7	7,7	10,1	9,8	9,2	11,4	11,1	10,4	10,5
	IC LS	10,6	10,7	7,7	s/a	9,8	9,2	9,9	9,8	9,4	11,2	11,3	10,0	11,8	10,6	9,8	12,5	12,3	11,6	11,2
	n	491	487	696	301	188	440	230	405	477	467	418	647	232	563	408	359	340	318	416
Hembras	GE _{50%}	13,1	12,1	11,5	s/a	12,0	12,6	14,3	13,1	12,5	14,3	10,5	13,3	13,7	12,4	12,2	13,5	14,0	13,3	12,3
	IC LI	12,6	12,0	11,4	s/a	11,6	12,3	13,5	12,6	11,7	13,9	9,2	12,8	13,4	12,2	12,0	13,2	13,6	12,7	11,7
	IC LS	13,3	12,3	11,6	s/a	12,6	12,8	15,1	13,6	13,2	14,9	11,6	13,8	14,3	12,6	12,4	13,8	14,6	14,5	12,7
	n	977	873	714	431	602	680	348	607	476	484	589	605	783	937	788	934	740	394	444

s/a: Sin ajuste. La información presenta pocos peces inmaduros.



Tabla 16. Índices de la actividad reproductiva de las hembras adultas de la merluza del sur *Merluccius australis*, desde el 7 al 23 de agosto de 2019. LT, longitud promedio; EMS, estadio de madurez sexual; IGS, índice gonadosomático. El cálculo del % de EMS considera peces inmaduros y maduros.

Período Agosto	N Lances	N Hembras maduras	LT Hembras maduras (cm)	% EMS 3	% EMS 4+5	% EMS 6	IGS hembras maduras
7 al 10	7	142	88,35	26,4	24,7	8,4	8,6
17 al 23	15	313	87,36	18,6	22,6	16,4	6,1



Tabla 17. Proporción de hembras maduras a la talla y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur *Merluccius australis* en agosto de 2019, mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado.

LT (cm)	Proporción maduras	Límite inferior	Límite superior	LT (cm)	Proporción maduras	Límite inferior	Límite superior
31	0	0	0	71	0,23	0,15	0,30
32	0	0	0	72	0,31	0,23	0,39
33	0	0	0	73	0,41	0,34	0,49
34	0	0	0	74	0,52	0,45	0,60
35	0	0	0	75	0,63	0,56	0,70
36	0	0	0	76	0,73	0,66	0,79
37	0	0	0	77	0,81	0,75	0,86
38	0	0	0	78	0,87	0,82	0,91
39	0	0	0	79	0,91	0,87	0,95
40	0	0	0	80	0,94	0,91	0,97
41	0	0	0	81	0,96	0,94	0,98
42	0	0	0	82	0,97	0,96	0,99
43	0	0	0	83	0,98	0,97	1
44	0	0	0	84	0,99	0,98	1
45	0	0	0	85	0,99	0,99	1
46	0	0	0	86	1	0,99	1
47	0	0	0	87	1	0,99	1
48	0	0	0	88	1	1	1
49	0	0	0	89	1	1	1
50	0	0	0	90	1	1	1
51	0	0	0	91	1	1	1
52	0	0	0	92	1	1	1
53	0	0	0	93	1	1	1
54	0	0	0	94	1	1	1
55	0	0	0	95	1	1	1
56	0	0	0	96	1	1	1
57	0	0	0	97	1	1	1
58	0	0	0	98	1	1	1
59	0	0	0	99	1	1	1
60	0	0	0	100	1	1	1
61	0	0	0,01	101	1	1	1
62	0,01	0	0,01	102	1	1	1
63	0,01	0	0,02	103	1	1	1
64	0,01	0	0,02	104	1	1	1
65	0,02	0	0,04	105	1	1	1
66	0,03	0,01	0,05	106	1	1	1
67	0,05	0,02	0,08	107	1	1	1
68	0,07	0,03	0,11	108	1	1	1
69	0,11	0,06	0,16	109	1	1	1
70	0,16	0,10	0,22	110	1	1	1



Tabla 18. Talla media de madurez sexual estimada por un ajuste de máxima verosimilitud mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado en la merluza del sur *Merluccius australis*, años 2012 a 2019.

Año	Modelo lineal	Fuente
Agosto 2012	73,5	Lillo <i>et al.</i> (2013)
Agosto 2013	71,3	Lillo <i>et al.</i> (2014)
Agosto 2014	73,2	Lillo <i>et al.</i> (2015)
Agosto 2015	75,5	Lillo <i>et al.</i> (2016)
Agosto 2016	75,5	Lillo <i>et al.</i> (2017)
Agosto 2017	74,9	Legua <i>et al.</i> (2018 a)
Agosto 2018	74,2	Legua <i>et al.</i> (2019)
Agosto 2019	73,8	Presente estudio



Tabla 19. Proporción de individuos maduros a la edad en la merluza del sur *Merluccius australis*, en agosto de 2019, mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado.

Grupo de Edad	Proporción Maduras	Límite Inferior	Límite Superior
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0,01
7	0,01	0	0,02
8	0,03	0	0,06
9	0,09	0,04	0,14
10	0,23	0,15	0,32
11	0,49	0,40	0,58
12	0,75	0,67	0,83
13	0,90	0,85	0,96
14	0,97	0,94	0,99
15	0,99	0,98	1
16	1	0,99	1
17	1	1	1
18	1	1	1
19	1	1	1
20	1	1	1
21	1	1	1
22	1	1	1
23	1	1	1



Tabla 20. Fecundidad promedio y fecundidad del total de las hembras maduras de la muestra calculada en estudios realizados en merluza del sur *Merluccius australis*, años 2005 a 2019.

Año	Fecundidad modal	Fecundidad de muestra total	Fuente
Agosto 2005	2.123.087	1.872.397	Córdova <i>et al.</i> (2006)
Agosto-sept. 2007	2.475.969	2.363.500	Lillo <i>et al.</i> (2008)
Agosto 2008	2.090.497	2.185.513	Lillo <i>et al.</i> (2009)
Agosto 2009	1.632.482	2.098.111	Lillo <i>et al.</i> (2010)
Agosto 2010	1.726.131	1.708.447	Lillo <i>et al.</i> (2011)
Agosto 2011	2.102.105	2.118.824	Lillo <i>et al.</i> (2012)
Agosto 2012	2.217.147	2.096.196	Lillo <i>et al.</i> (2013)
Agosto 2013	2.415.476	2.215.594	Lillo <i>et al.</i> (2014)
Agosto 2014	2.528.297	2.182.975	Lillo <i>et al.</i> (2015)
Agosto 2015	2.495.631	2.463.270	Lillo <i>et al.</i> (2016)
Agosto 2016	2.429.266	2.339.158	Lillo <i>et al.</i> (2017)
Agosto 2017	2.516.521	2.488.595	Legua <i>et al.</i> (2018)
Agosto 2018	2.455.894	2.054.730	Legua <i>et al.</i> (2019)
Agosto 2019	2.176.918	2.870.597	Presente estudio



Tabla 21. Lista sistemática y el grupo funcional asignado a los taxa encontrados en los estómagos de merluza del sur. Temporada 2019.

Especie o familia	Grupo funcional
<i>Macruronus magellanicus</i>	Merluza de cola
Thaliacea	Salpas
<i>Talismania aphos</i>	
<i>Electrona carlsbergi</i>	
<i>Taaningichthys bathyphilus</i>	Peces mesopelágicos
<i>Protomyctophum</i> sp.	
<i>Hygophum bruuni</i>	
<i>Pasiphaea acutifronz</i>	Camarones de
<i>Pasipahea dofleini</i>	profundidad
Chiroteuthidae	
Batoteuthidae	Cefalópodos
Ommastrephidae	



Tabla 22. Porcentaje de importancia relativa en su forma presa específica (PSIRI) a través de los contenidos estomacales de merluza del sur. %N=porcentaje en número, %P=porcentaje en peso y %F=porcentaje en frecuencia de ocurrencia.

Ítem Presa	%N	%P	%F	PSIRI
Merluza de cola	42,31	72,51	41,21	57,41
Salpas	4,40	0,47	4,85	2,44
Peces Mesopelágicos	41,76	26,03	43,03	33,89
Camarones de profundidad	7,69	0,10	7,27	3,90
Cefalópodos	3,85	0,89	3,64	2,37
Suma	100	100	100	100



Tabla 23. Porcentaje de contribución en su forma bayesiana a través de los contenidos estomacales de merluza del sur. G1: grupo de tamaños <75,5 cm. G2: grupo de tamaños >75,5 cm. ds= desviación estándar. 95% IC= intervalos de credibilidad.

Ítem presa	G1				G2				Hembras				Machos			
	Media	ds	95% IC		Media	ds	95% IC		Media	ds	95% IC		Media	ds	95% IC	
Merluza de cola	25,00	0,44	20,65	25,65	57,81	0,49	52,87	58,55	43,53	0,50	38,57	44,27	32,61	0,47	27,87	33,32
Salpas	5,68	0,23	3,35	6,03	3,78	0,19	1,86	4,07	4,95	0,22	2,77	5,28	4,35	0,21	2,29	4,66
Peces mesopelágicos	46,66	0,50	41,65	47,41	32,11	0,47	27,45	32,81	40,00	0,49	35,11	40,73	39,20	0,49	34,27	39,94
Camarones de profundidad	11,52	0,32	8,35	12,00	1,23	0,11	0,14	1,39	5,07	0,22	2,91	5,39	10,80	0,31	7,67	11,27
Cefalópodos	5,45	0,22	3,21	5,79	1,27	0,11	0,15	1,44	2,31	0,15	0,85	2,53	6,52	0,25	4,02	6,89



Tabla 24. Resumen estadístico de los valores de isotopos de músculos de la merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, además de sus presas y oferta ambiental, temporada 2019. ds: desviación estándar. *n*: número de muestras. * En el caso de los eufausidos, fue el número de filtros.

Grupo nombre común	$\delta^{15}\text{N}$	ds	$\delta^{13}\text{C}$	ds	C:N	ds	<i>n</i>
Camarones	11,79	2,55	-17,18	1,22	3,99	0,58	15
cefalópodos	12,52	2,25	-17,70	1,59	4,25	0,41	12
Eufáusidos	11,71	0,97	-16,96	0,51	4,43	0,57	11*
Merluza de tres aletas	10,49	1,81	-18,22	1,58	5,10	0,44	118
Merluza del Sur	14,18	2,05	-16,04	1,39	4,81	0,87	252
Merluza de cola	13,37	1,44	-16,54	1,14	5,42	0,54	215
Peces mesopelágicos	12,04	1,47	-17,25	0,81	4,13	0,60	36
Pejerratas	14,67	0,28	-15,09	0,25	4,57	0,05	3
Reinetas	13,86	1,33	-16,32	0,74	4,46	0,29	7
Tiburones	14,74	1,62	-15,46	1,12	6,01	0,52	3
Willis	13,51	2,11	-14,73	0,72	4,51	0,89	3
total							675



Tabla 25. Contribución dietaria de las potenciales presas de merluza del sur a través de inferencia bayesiana. sd: desviación estándar. G1 y G2 grupos de tallas. 95%IC: intervalos de credibilidad.

Ítem presa	G1				G2			
	95% IC							
	Media	sd	inf.	sup.	Media	sd	inf.	sup.
Camarones	7,43	0,01	3,33	13,35	7,63	0,01	3,61	14,08
Cefalópodos	2,92	0,01	0,66	6,53	3,06	0,01	0,80	7,51
Merluza de tres aletas	2,71	0,01	0,50	7,42	2,94	0,01	0,74	7,36
Merluza de cola	42,85	0,02	33,62	51,60	41,58	0,02	32,36	49,44
Peces mesopelágicos	40,53	0,02	32,97	48,87	41,55	0,02	34,26	50,26
Pejerratas	3,56	0,01	0,90	8,32	3,24	0,01	0,88	7,26



Tabla 26. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas. Agosto 2019.

Descriptor	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desv.Est.	CV
Largo (m)	149	25,4	9.919,9	1.639,1	1.011,2	1.904,0	1,2
Alto (m)	149	0,2	67,6	8,6	5,7	9,2	1,1
Elongación	149	1,5	3.693,6	359,6	183,5	551,9	1,5
Perímetro (m)	149	176,8	297.429,9	20.309,5	9.214,0	36.926,3	1,8
Área (m ²)	149	67,2	467.999,4	22.383,8	4.271,8	63.742,7	2,8
Dimensión fractal	149	1,3	2,5	1,8	1,8	0,2	0,1
Profundidad agregación (m)	149	99,1	598,5	339,6	333,3	131,0	0,4
Fondo (m)	149	101,0	783,3	409,6	405,3	165,5	0,4
Índice altura (%)	149	0,6	71,2	14,2	5,3	17,1	1,2
NASC (m ² /mn ²)	149	101,5	91.607,8	3.010,6	585,2	9.318,1	3,1
Densidad (NASC*100/m ²)	149	3,1	3.142,6	45,5	15,0	259,5	5,7



Tabla 27. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2019.

	Estadística	Largo (m)	Alto (m)	Elongación	Perímetro (m)	Área (m ²)	Dimensión fractal	Profundidad agregación (m)	Fondo (m)	Índice altura (%)	NASC (m ² /mn ²)	Densidad (NASC*100/m ²)
Dentro Cañones	N	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
	Mínimo	56,88	0,22	7,41	176,83	176,43	1,26	199,47	205,00	0,60	101,84	3,54
	Máximo	7.248,85	64,05	3.693,59	297.429,93	467.999,44	2,52	583,80	783,32	56,73	50.837,22	3.142,56
	Media	1.206,71	8,02	427,24	19.328,26	18.663,79	1,85	388,32	489,10	15,95	2.427,76	98,73
	Mediana	794,11	5,32	124,57	6.133,26	2.718,54	1,84	357,83	471,43	4,44	413,10	16,25
	Desv. típ.	1.290,30	10,40	807,46	46.921,24	73.034,11	0,19	107,47	168,31	19,32	7.936,08	487,75
	CV	1,07	1,30	1,89	2,43	3,91	0,10	0,28	0,34	1,21	3,27	4,94
Fuera de cañones	N	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
	Mínimo	25,41	0,93	1,52	350,66	67,19	1,42	99,06	101,00	0,57	101,46	3,11
	Máximo	9.919,86	67,60	2.840,26	212.566,44	387.289,57	2,22	598,46	734,54	71,23	91.607,78	493,97
	Media	1.803,18	8,79	333,90	20.682,05	23.796,06	1,80	321,15	379,43	13,54	3.231,80	25,24
	Mediana	1.084,73	6,15	196,57	10.027,54	5.291,95	1,79	315,57	381,23	5,35	600,59	12,70
	Desv. típ.	2.072,02	8,72	418,59	32.595,98	60.155,73	0,14	134,78	154,80	16,27	9.817,05	52,33
	CV	1,15	0,99	1,25	1,58	2,53	0,08	0,42	0,41	1,20	3,04	2,07

**Tabla 28.** Valores calculados por el test de Kruskal -Wallis para la comparación de los valores de los descriptores en zona dentro y fuera de cañones. Agosto 2019.

Descriptor	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintót.
Largo (m)	1,73	1	1,89E-01
Alto (m)	1,10	1	2,94E-01
Elongación	0,46	1	4,96E-01
Perímetro (m)	1,14	1	2,86E-01
Área (m ²)	3,05	1	8,06E-02
**Dimensión fractal	4,06	1	4,39E-02
**Profundidad agregación (m)	7,54	1	6,04E-03
**Fondo (m)	10,03	1	1,54E-03
Índice altura (%)	0,14	1	7,08E-01
NASC (m ² /mn ²)	0,28	1	5,98E-01
Densidad (NASC*100/m ²)	1,49	1	2,23E-01

** K-W, no es posible aceptar la hipótesis de igualdad que los datos proviene de una misma población al nivel 0,05



Tabla 29. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas en cañones 1, 2, y 3 Agosto 2019.

	Estadística	Largo (m)	Alto (m)	Elongación	Perímetro (m)	Área (m ²)	Dimensión fractal	Profundidad agregación (m)	Fondo (m)	Índice altura (%)	NASC (m ² /mn ²)	Densidad (NASC*100/m ²)
Cañón 1	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Mínimo	73,83	0,22	7,67	1.290,12	176,43	1,52	230,87	253,35	1,06	115,73	4,39
	Máximo	7.248,85	64,05	3.693,59	297.429,93	467.999,44	2,52	583,78	783,32	56,73	50.837,22	121,64
	Media	1.265,17	8,69	468,92	22.224,49	23.219,50	1,86	396,00	531,09	21,07	2.469,79	22,14
	Mediana	729,42	4,96	130,04	5.895,13	2.656,84	1,84	354,70	507,05	13,23	360,13	12,37
	Desv. típ.	1.453,20	11,99	910,25	54.556,15	85.240,67	0,18	98,64	161,71	20,33	9.182,67	24,46
	CV	1,15	1,38	1,94	2,45	3,67	0,10	0,25	0,30	0,96	3,72	1,10
Cañón 2	N	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Mínimo	1.626,32	2,09	254,15	9.316,45	4.649,20	1,75	199,47	205,00	2,70	224,07	3,54
	Máximo	2.256,81	6,40	1.079,54	12.998,51	10.225,21	1,84	240,02	250,39	4,14	362,11	4,82
	Media	1.941,57	4,24	666,84	11.157,48	7.437,21	1,79	219,74	227,69	3,42	293,09	4,18
	Mediana	1.941,57	4,24	666,84	11.157,48	7.437,21	1,79	219,74	227,69	3,42	293,09	4,18
	Desv. típ.	445,83	3,05	583,64	2.603,61	3.942,84	0,06	28,67	32,09	1,02	97,61	0,90
	CV	0,23	0,72	0,88	0,23	0,53	0,03	0,13	0,14	0,30	0,33	0,22
Cañón 3	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Mínimo	56,88	0,98	7,41	176,83	229,62	1,26	205,67	208,52	0,60	101,84	10,92
	Máximo	1.711,03	11,11	1.248,57	30.535,63	18.965,05	2,14	583,80	593,98	3,66	7.215,89	3.142,56
	Media	848,54	6,63	235,08	11.489,91	5.972,88	1,83	400,21	407,23	1,68	2.762,03	375,06
	Mediana	794,11	5,82	113,43	8.876,69	3.782,50	1,83	394,88	409,88	1,55	1.379,51	31,30
	Desv. típ.	593,42	3,25	389,17	10.027,43	6.187,45	0,26	122,01	124,43	0,95	2.822,89	1.037,88
	CV	0,70	0,49	1,66	0,87	1,04	0,14	0,30	0,31	0,57	1,02	2,77

**Tabla 30.** Valores calculados por el test de Kruskal - Wallis para la comparación de los valores de los descriptores entre cañones. Agosto 2019.

Descriptor	Chi-cuadrado	g.l.	Sig. asintót.
Largo (m)	2,29	2	3,18E-01
Alto (m)	0,78	2	6,77E-01
Elongación	2,25	2	3,24E-01
Perímetro (m)	0,89	2	6,39E-01
Área (m ²)	1,41	2	4,94E-01
Dimensión fractal	0,53	2	7,68E-01
Profundidad agregación (m)	5,04	2	8,03E-02
**Fondo (m)	8,77	2	1,25E-02
**Índice altura (%)	15,42	2	4,47E-04
NASC (m ² /mn ²)	4,06	2	1,31E-01
**Densidad (NASC*100/m ²)	10,45	2	5,39E-03

** K-W, no es posible aceptar la hipótesis de igualdad que los datos proviene de una misma población al nivel 0,05



Tabla 31. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas por zona. Agosto 2019.

	Estadística	Largo (m)	Alto (m)	Elongación	Perímetro (m)	Área (m ²)	Dimensión fractal	Profundidad agregación (m)	Fondo (m)	Índice altura (%)	NASC (m ² /mn ²)	Densidad (NASC*100/m ²)
Zona 1	N	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
	Minimo	36,90	0,22	3,40	437,07	153,50	1,42	102,12	127,29	0,57	102,67	3,11
	Máximo	9.919,86	64,05	3.693,59	297.429,93	467.999,44	2,52	598,46	783,32	56,73	91.607,78	493,97
	Media	1.590,67	8,50	342,33	20.377,58	24.974,71	1,82	334,45	419,13	16,61	3.468,48	25,96
	Mediana	954,53	5,36	183,48	7.430,19	3.285,04	1,83	318,95	392,00	8,03	454,90	11,34
	Desv. típ.	2.017,83	9,26	589,60	41.334,96	72.379,96	0,17	133,72	183,93	17,57	12.169,92	58,07
	CV	1,27	1,09	1,72	2,03	2,90	0,09	0,40	0,44	1,06	3,51	2,24
Zona 2	N	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	Minimo	337,43	0,93	64,43	2.708,93	998,08	1,75	199,47	205,00	1,15	111,50	3,54
	Máximo	6.522,03	21,10	2.840,26	212.566,44	136.089,69	2,10	585,62	600,00	43,90	9.377,49	51,42
	Media	2.154,51	5,42	711,54	27.839,95	16.415,68	1,88	379,77	428,61	10,11	2.509,85	17,99
	Mediana	1.727,17	4,94	468,74	11.183,43	4.822,79	1,87	365,94	435,52	4,12	537,75	14,62
	Desv. típ.	1.636,76	4,98	725,00	50.704,93	33.148,67	0,12	106,00	118,56	12,73	3.292,12	14,03
	CV	0,76	0,92	1,02	1,82	2,02	0,06	0,28	0,28	1,26	1,31	0,78
Zona 3	N	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
	Minimo	25,41	0,98	1,52	176,83	67,19	1,26	99,06	101,00	0,57	101,46	3,56
	Máximo	8.282,56	67,60	1.588,83	101.743,25	387.289,57	2,14	583,80	717,34	71,23	23.482,78	3.142,56
	Media	1.555,81	9,66	278,16	17.886,48	20.184,37	1,79	335,35	388,94	11,70	2.451,32	84,28
	Mediana	1.035,06	7,85	116,03	10.679,61	5.653,21	1,77	347,40	403,06	3,21	947,06	21,01
	Desv. típ.	1.803,22	9,92	371,60	22.291,17	56.774,04	0,15	133,71	146,99	17,28	3.965,88	433,31
	CV	1,16	1,03	1,34	1,25	2,81	0,09	0,40	0,38	1,48	1,62	5,14

**Tabla 32.** Valores calculados por el test de Kruskal -Wallis para la comparación de los valores de los descriptores según zona. Agosto 2019.

	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintót.
Largo (m)	5,35	2	6,89E-02
Alto (m)	5,51	2	6,35E-02
**Elongación	11,00	2	4,09E-03
Perímetro (m)	2,47	2	2,91E-01
Área (m ²)	1,61	2	4,46E-01
Dimensión fractal	5,64	2	5,97E-02
Profundidad agregación (m)	1,74	2	4,18E-01
Fondo (m)	1,05	2	5,91E-01
**Índice altura (%)	7,12	2	2,84E-02
NASC (m ² /mn ²)	4,11	2	1,28E-01
Densidad (NASC*100/m ²)	3,81	2	1,48E-01

** K-W, no es posible aceptar la hipótesis de igualdad que los datos proviene de una misma población al nivel 0,05



Tabla 33. Número de observaciones, valores mínimo, máximo, promedio, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación (CV) de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones detectadas por rango de fondo. Agosto 2019.

Rango Profundidad Fondo(m)	Estadística	Largo (m)	Alto (m)	Elongación	Perímetro (m)	Área (m ²)	Dimensión fractal	Profundidad agregación (m)	Fondo (m)	Índice altura (%)	NASC (m ² /m ²)	Densidad (NASC*100/m ²)
100-199	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Mínimo	435,17	1,98	144,80	2.170,11	883,31	1,60	99,06	101,00	0,77	104,01	3,11
	Máximo	9.919,86	27,24	904,37	102.702,90	267.841,97	1,90	181,62	192,33	42,77	27.162,62	493,97
	Media	3.245,57	8,56	378,07	30.906,48	41.720,06	1,78	133,95	153,91	12,32	4.508,56	30,47
	Mediana	2.083,36	6,34	327,21	17.424,92	13.097,41	1,79	129,05	155,73	6,12	963,68	5,86
	Desv. tip.	2.934,85	6,41	185,25	29.904,51	65.358,33	0,08	26,40	25,26	12,87	8.142,03	109,12
CV	0,90	0,75	0,49	0,97	1,57	0,05	0,20	0,16	1,04	1,81	3,58	
200-299	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	Mínimo	56,88	2,09	7,41	176,83	417,11	1,26	168,07	205,00	0,57	101,84	3,54
	Máximo	6.315,94	67,60	1.079,54	165.216,83	387.299,57	1,99	288,21	292,76	28,89	91.607,78	43,93
	Media	2.668,21	13,06	354,70	32.852,76	61.935,73	1,74	228,34	244,52	6,49	8.381,25	11,31
	Mediana	1.692,65	6,40	219,38	16.562,84	9.056,50	1,75	230,87	245,50	3,28	657,97	6,06
	Desv. tip.	2.536,67	16,85	356,72	46.020,33	120.567,70	0,18	29,16	26,44	7,75	22.388,07	11,43
CV	0,95	1,29	1,01	1,40	1,95	0,10	0,13	0,11	1,19	2,67	1,01	
300-399	N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Mínimo	50,26	0,93	2,80	928,40	537,28	1,42	191,21	302,00	0,60	105,36	3,69
	Máximo	4.689,62	21,09	1.509,64	39.095,22	34.746,96	2,22	389,81	396,25	43,65	7.889,76	56,70
	Media	913,36	8,22	210,21	8.882,92	6.154,94	1,77	313,35	348,27	10,10	1.195,53	19,24
	Mediana	514,91	6,25	103,88	6.338,44	3.020,61	1,78	313,88	342,06	4,99	943,84	19,23
	Desv. tip.	1.050,40	5,28	325,37	9.636,42	7.552,38	0,16	50,60	27,74	12,10	1.766,17	12,29
CV	1,15	0,64	1,55	1,08	1,23	0,09	0,16	0,08	1,20	1,48	0,64	
400-499	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	Mínimo	63,44	1,02	10,46	437,07	153,50	1,68	323,94	400,33	0,66	102,67	4,39
	Máximo	7.248,85	64,05	2.840,26	297.429,93	467.999,44	2,13	481,58	498,52	29,81	50.837,22	3.142,56
	Media	1.505,09	7,77	410,54	26.814,71	24.010,34	1,86	414,99	457,59	9,28	3.517,77	121,67
	Mediana	976,60	5,01	120,40	10.714,45	2.947,07	1,85	422,40	465,70	4,23	686,35	19,43
	Desv. tip.	1.701,60	11,24	602,63	61.639,02	84.409,99	0,12	49,36	27,14	9,56	9.087,67	551,63
CV	1,13	1,45	1,47	2,30	3,52	0,06	0,12	0,06	1,03	2,58	4,53	
500-599	N	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	Mínimo	25,41	0,51	1,52	350,66	67,19	1,61	232,99	500,00	0,57	101,46	4,57
	Máximo	3.239,93	24,72	3.621,01	69.662,54	59.502,20	2,14	585,62	595,37	56,71	7.048,42	186,05
	Media	1.219,31	6,78	457,19	14.274,25	8.180,23	1,87	471,46	547,74	14,03	1.485,75	36,47
	Mediana	1.133,43	5,14	202,57	8.393,02	3.154,22	1,87	510,27	544,66	2,79	626,47	23,34
	Desv. tip.	987,10	6,42	744,56	17.107,08	13.476,96	0,14	113,94	31,50	19,78	1.776,01	41,95
CV	0,81	0,95	1,63	1,20	1,65	0,07	0,24	0,06	1,41	1,20	1,15	
600-699	N	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	Mínimo	36,90	0,22	3,40	504,32	176,43	1,52	206,41	600,00	1,89	105,34	3,27
	Máximo	4.075,97	23,96	3.693,99	101.743,25	93.525,51	2,52	598,46	783,32	71,23	5.295,24	121,64
	Media	1.177,89	9,09	410,83	16.694,86	13.627,00	1,84	401,45	687,52	40,80	1.204,60	24,31
	Mediana	771,61	8,38	154,77	6.732,57	2.970,73	1,78	345,20	698,14	49,05	360,13	15,15
	Desv. tip.	1.074,81	6,76	853,65	24.762,89	24.155,71	0,23	118,64	72,89	19,39	1.570,75	28,43
CV	0,91	0,74	2,08	1,48	1,77	0,13	0,30	0,11	0,48	1,30	1,17	



Tabla 34. Valores calculados por el test de Kruskal - Wallis para la comparación de los valores de los descriptores según rangos de fondo. Agosto 2019.

	Chi-cuadrado	gl	Sig. asintót.
Largo (m)	23,83	5	2,34E-04
Alto (m)	6,13	5	2,94E-01
**Elongación	15,45	5	8,59E-03
Perímetro (m)	17,61	5	3,47E-03
Área (m ²)	17,65	5	3,42E-03
Dimensión fractal	14,06	5	1,52E-02
Profundidad agregación (m)	103,12	5	1,16E-20
Fondo (m)	142,83	5	4,48E-29
**Índice altura (%)	31,64	5	7,00E-06
NASC (m ² /mn ²)	2,33	5	8,01E-01
Densidad (NASC*100/m ²)	33,80	5	2,61E-06

** K-W, no es posible aceptar la hipótesis de igualdad que los datos proviene de una misma población al nivel 0,05



Tabla 35. Matriz de correlaciones entre las variables originales. Agosto 2019.

Rho de Spearman		Correlaciones										
		Largo	Alto	Elongación	Perímetro	Área	Dimensión Fractal	Profundidad Agregación	Fondo	Índice altura	NASC	Densidad
Largo	Coefficiente de correlación	1,0										
	Sig. (bilateral) N	. 149										
Alto	Coefficiente de correlación	0,1	1,0									
	Sig. (bilateral) N	5,05E-01 149	. 149									
Elongación	Coefficiente de correlación	.758**	-.554**	1,0								
	Sig. (bilateral) N	4,82E-29 149	2,27E-13 149	. 149								
Perímetro	Coefficiente de correlación	0.933**	.254**	.571**	1,0							
	Sig. (bilateral) N	4,55E-67 149	1,78E-03 149	3,01E-14 149	. 149							
Área	Coefficiente de correlación	.828**	.517**	.321**	.910**	1,0						
	Sig. (bilateral) N	9,64E-39 149	1,44E-11 149	6,41E-05 149	3,12E-58 149	. 149						
Dimensión fractal	Coefficiente de correlación	0,1	-.765**	.541**	0,1	-.289**	1,0					
	Sig. (bilateral) N	0,2 149	0,0 149	0,0 149	0,4 149	0,0 149	. 149					
Profundidad agregación	Coefficiente de correlación	-.227**	-.343**	0,0	-.193*	-.345**	.439**	1,0				
	Sig. (bilateral) N	5,42E-03 149	1,89E-05 149	8,69E-01 149	1,84E-02 149	1,68E-05 149	2,22E-08 149	. 149				
Fondo	Coefficiente de correlación	-.211**	-0,1	-0,1	-.172*	-.261**	.249**	.774**	1,0			
	Sig. (bilateral) N	9,93E-03 149	1,89E-01 149	2,31E-01 149	3,60E-02 149	1,31E-03 149	2,22E-03 149	5,52E-31 149	. 149			
Índice Altura	Coefficiente de correlación	0,1	.354**	-0,1	0,1	0,1	-.220**	-.320**	.206*	1,0		
	Sig. (bilateral) N	0,5 149	0,0 149	0,1 149	0,4 149	0,1 149	0,0 149	0,0 149	0,0 149	. 149		
NASC	Coefficiente de correlación	.635**	.467**	.199*	.695**	.784**	-.280**	0,0	-0,1	0,0	1,0	
	Sig. (bilateral) N	3,48E-18 149	1,91E-09 149	1,49E-02 149	8,90E-23 149	2,82E-32 149	5,40E-04 149	6,02E-01 149	5,03E-01 149	9,01E-01 149	. 149	
Densidad	Coefficiente de correlación	-.339**	-0,1	-.195*	-.359**	-.350**	0,0	.520**	.358**	-.275**	.235**	1,0
	Sig. (bilateral) N	2,41E-05 149	1,89E-01 149	1,70E-02 149	6,98E-06 149	1,18E-05 149	7,02E-01 149	1,05E-11 149	7,41E-06 149	6,82E-04 149	3,85E-03 149	. 149

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**Tabla 36.** Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes. Agosto 2019.

Componente	Valor Propio	% de la varianza	% acumulado
1	4,07	45,22	45,22
2	1,90	21,09	66,31
3	1,43	15,88	82,19
4	0,55	6,12	88,31
5	0,40	4,39	92,71
6	0,31	3,48	96,19
7	0,19	2,11	98,30
8	0,11	1,17	99,47
9	0,05	0,53	100,00

Tabla 37. Correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Agosto 2019.

Descriptor	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Largo (m)	0,80	0,33	-0,29
Alto (m)	0,85	-0,02	0,36
Elongación	-0,16	0,69	-0,57
Perímetro (m)	0,83	0,35	0,05
Área (m ²)	0,93	0,25	0,11
Dimensión fractal	-0,45	0,70	-0,33
Profundidad agregación (m)	-0,48	0,59	0,54
Fondo (m)	-0,38	0,50	0,69
NASC (m ² /mn ²)	0,73	0,20	0,08

**Tabla 38.** Análisis de la red neuronal 2015 a 2019 de las variables morfométricas, batimétricas y de energía.

Muestra	Observado	Zona			Porcentaje correcto
		1	2	3	
Entrenamiento	1	138	88	77	45,5%
	2	69	162	62	55,3%
	3	69	74	160	52,8%
	Porcentaje global	30,7%	36%	33,3%	51,2%
Prueba	1	47	22	18	54%
	2	19	36	13	52,9%
	3	25	19	40	47,6%
	Porcentaje global	38,1%	32,2%	29,7%	51,5%

Tabla 39. Área bajo la curva de COR 2015 a 2019 y zona de estudio de las variables morfométricas, batimétricas y de energía.

		Área
Zona	1	0,673
	2	0,715
	3	0,704

**Tabla 40.** Tamaño del stock de merluza del sur en prospecciones acústicas, período 1992 - 2018.

Año	Proyecto	Especie	Biomasa (t)	Abundancia (N°)
1992	FIP 92-02	Merluza del sur	31.250	
1994	FIP 93-04	Merluza del sur	23.123	7.650.000
1996	FIP 96-38	Merluza del sur	40.301	17.065.132
2000	FIP 2000-14	Merluza del sur	133.845	35.585.682
2001	FIP 2001-19	Merluza del sur	100.326	26.780.066
2002	FIP 2002-19	Merluza del sur	50.356	13.709.497
2003	FIP 2003-09	Merluza del sur	84.269	21.321.834
2004	FIP 2004-07	Merluza del sur	53.200	11.789.646
2005	FIP 2005-04	Merluza del sur	42.500	10.388.863
2007	FIP 2007-12	Merluza del sur	55.632	15.600.407
2008	FIP 2008 11	Merluza del sur	59.678	20.890.709
2009	FIP 2009-09	Merluza del sur	65.337	18.616.730
2010	Pesca Investigación	Merluza del sur	51.451	14.265.269
2011	FIP 2011-04	Merluza del sur	60.394	16.169.746
2012	FIP 2012-07	Merluza del sur	51.271	13.562.492
2013	FIP 2013-13	Merluza del sur	42.789	13.085.421
2014	ASIPA 2014	Merluza del sur	49.254	12.819.885
2015	ASIPA 2015	Merluza del sur	50.319	13.781.425
2016	ASIPA 2016	Merluza del sur	67.264	22.016.685
2017	ASIPA 2017	Merluza del sur	96.082	33.988.081
2018	ASIPA 2018	Merluza del sur	115.068	41.609.423



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

A N E X O 1

Pesca de investigación y D.S. 711



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Resolución exenta N° 2664

MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
PINV N°168-2019 EVALUACIÓN MSUR-MCOLA-M3ALETAS



AUTORIZA AL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE
INDICA.

VALPARAÍSO, **30 JUL. 2019**

RES. EX. N° **2664**

VISTO: Lo solicitado por el Instituto de Fomento Pesquero mediante Oficio IFOP/2019/LC/N° 023/DIR/0525, C.I. SUBPESCA N° 8529 de fecha 05 de julio de 2019; lo informado por el Departamento de Pesquerías de esta Subsecretaría en Memorándum Técnico (P.INV.) N° 168/2019, de fecha 17 de julio de 2019; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Evaluación de stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en aguas exteriores entre las Regiones de los Lagos y de Magallanes y La Antártica Chilena"**, elaborados por el solicitante y aprobados por esta Subsecretaría de Pesca; lo dispuesto en el D.F.L. N° 5 de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; las Leyes N° 19.880, N° 20.528, N° 20.597; N° 20.560; N° 20.657; el Convenio de Desempeño suscrito entre la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño y el Instituto de Fomento Pesquero, aprobado mediante Decreto Supremo N° 170 del 2018, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; los D.S. N° 144 de 1980, N° 245 de 1990 y N° 461 de 1995; los Decretos Exentos N° 140 de 1996, N° 795 de 2013, N° 459, N° 534 y N° 546, todos de 2018 y del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; la Resolución N° 1700 de 2000 y las Resoluciones Exentas N° 3067, N° 4479 y N° 4480, todos de 2017 y de esta Subsecretaría.

CONSIDERANDO:

Que el Instituto de Fomento Pesquero ingresó, mediante Oficio citado en Visto, una solicitud para desarrollar la pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Evaluación de stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en aguas exteriores entre las Regiones de Los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena."**

Que mediante Memorándum Técnico (P.INV.) N° 168/2019, citado en Visto, el Departamento de Pesquerías de esta Subsecretaría, informa que los objetivos y las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación con carácter de pesca de prospección de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2° N° 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y que los montos de captura solicitados para el estudio son adecuados en función de los objetivos planteados.

Que, en efecto, el estudio plantea evaluar el stock total y desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presente en aguas exteriores entre las Regiones de Los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena a través de una prospección hidroacústica con lances de identificación, lo que representa un aporte sustancial para evaluar la condición de estos recursos durante el presente año y estimar las respectivas Capturas Totales Permisibles para el año 2020.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

Que para lograr el objetivo antes sealado se requiere obtener la estructura del stock con el mayor rango de tallas por lo que resulta necesario eximir a la pesca de investigaci3n de las medidas de administraci3n de las especies objeto del estudio.

Que de acuerdo a lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los artculos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. N3.S. N3 461 de 1995 del actual Ministerio de Economfa, Fomento y Turismo, corresponde autorizar la pesca de investigaci3n solicitada.

RESUELVO:

1.- Autorfzase al Instituto de Fomento Pesquero, R.U.T. N3 61.310.000-8, domiciliado en calle Blanco N3 839, Valparafo, para efectuar una pesca de investigaci3n de conformidad con los T3rminos T3cnicos de Referencia del Proyecto denominado "**Evaluaci3n de stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en aguas exteriores entre las Regiones de Los Lagos y de Magallanes y La Ant3rtica Chilena.**", elaborados por el solicitante y aprobados por esta Subsecretarfa de Pesca y Acuicultura.

2.- El objetivo principal de la pesca de investigaci3n consiste en evaluar el stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, presente en aguas exteriores entre las Regiones de Los Lagos y de Magallanes y la Ant3rtica Chilena.

3.- La pesca de investigaci3n se efectuar3 desde la fecha de publicaci3n de la presente resoluci3n, de conformidad con lo establecido en el artculo N3 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, y el 28 de agosto de 2019, ambas fechas inclusive.

4.- La pesca de investigaci3n se realizar3 en el 3rea marftima comprendida entre el paralelo 43330' L.S. al 51300' L.S., (Aguas Exteriores), incluyendo el sector de aguas interiores, comprendido por los puntos, Cabo Quil3n (43316,6' L.S. y 743 24,6'L.O.) en la Isla Grande de Chilo3 y el Islote Occidental de la Isla Menchum (453 37,7'L.S. y 743 56,8'L.O.), entre los paralelos 433 44'17" L.S. y 453 37,7'L.S.

5.- En la pesca de investigaci3n que se autoriza, participar3 en el 3rea marftima individualizada en el numeral 43, utilizando arrastre de media agua, el buque cientfico de investigaci3n pesquera y oceanogr3fica AGS-61 "**CABO DE HORNOS**", cuyas caracterfsticas n3uticas son las siguientes:

Seal Distintiva	CCCH
Eslora	74,1
Potencia (HP)	4.021
Registro Grueso	3.068

6.- La presente pesca de investigaci3n se ejecutar3 en dos cruceros, pudiendo extraerse los recursos que se indica a continuaci3n:

- a) Primer crucero: se realizar3 durante la primera quincena de agosto, en el 3rea marftima comprendida entre el paralelo 43330'L.S. y 47300' L.S., considerando como especies objetivo los recursos merluza del sur **Merluccius australis** y merluza de cola **Macruronus magellanicus**.



- b) Segundo crucero: se realizará durante la segunda quincena a fines de agosto, en el área marítima comprendida entre los paralelos 47° 00' L.S. y 51° 00' L.S., considerando como especie objetivo, el recurso merluza de tres aletas *Micromesistius australis*.

7.- En cumplimiento del objetivo de la presente pesca de investigación, la embarcación "**CABO DE HORNOS**", podrá extraer un total de 20 toneladas de merluza del sur *Merluccius australis*, 60 toneladas de merluza de cola *Macruronus magellanicus* y 40 toneladas de merluza de tres aletas *Micromesistius australis*.

Asimismo, podrá extraer los siguientes recursos hidrobiológicos, en calidad de fauna acompañante, en los montos que en cada caso se indica:

Nombre común	Nombre científico	Cuota (toneladas)
Cojinoba	<i>Seriotelella sp</i>	1
Reineta	<i>Brama australis</i>	1
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	0,5
Tollo	<i>Squalus sp, Mustelus sp</i>	0,2
Brotula	<i>Salilota australis</i>	0,5
Otros	-	1

Las toneladas antes señaladas de merluza del sur, merluza de cola, merluza de tres aletas y congrio dorado se imputarán a las fracciones de las cuotas globales anuales de captura de dichos recursos reservadas para fines de investigación, establecidas mediante Decretos Exentos N° 459, N° 546 y N° 534 todos de 2018 y del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, y sus modificaciones.

8.- Para efectos de la presente pesca de investigación se exceptúa el cumplimiento de las siguientes medidas de administración:

- Tamaño de malla del arte de pesca de arrastre, establecida mediante D.S. N° 144 de 1980, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- Tamaño mínimo legal y veda biológica del recurso Merluza del sur establecida mediante D.S. N° 245 de 1990, y Decreto Exento N° 140 de 1996, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- Veda biológica para el recurso Merluza de cola establecida mediante Decreto Exento N° 795 de 2013, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- Artes y aparejos de pesca para recursos hidrobiológicos establecida mediante Resolución Exenta N° 1700 de 2000, de esta Subsecretaría.

9.- La embarcación participante en la presente pesca de investigación deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

- Comunicar al Servicio Nacional de Pesca, la fecha y hora de zarpe y recalada de la embarcación y dar cumplimiento a los procedimientos de control que establezca el mencionado organismo para estos efectos.
- Realizar las labores de pesca de investigación con sujeción a los diseños operativos determinados por el Instituto de Fomento Pesquero.



- c) Aceptar a bordo a los observadores científicos que designe el Instituto de Fomento Pesquero y otorgar todas las facilidades para que éstos puedan recopilar y transmitir la información necesaria para el cumplimiento del plan de trabajo durante todo el período de la pesca de investigación.
- d) Instalar y operar a bordo de la nave un dispositivo de posicionamiento satelital;
- e) En general dar cumplimiento a las obligaciones legales y reglamentarias establecidas para la realización de actividades pesqueras extractivas y medidas de administración establecidas para las especies en estudio, con exclusión de aquellas expresamente exceptuadas mediante la presente pesca de investigación.

10.- Durante el crucero de investigación las capturas se registrarán conforme a los Planes de Reducción del Descarte para las pesquerías de merluza de cola, merluza del sur, congrio dorado y merluza de tres aletas y su fauna acompañante, establecidos mediante Resoluciones Exentas N° 3067, N° 4479 y N° 4480, todas de 2017 de esta Subsecretaría.

En este caso la nave podrá extraer los recursos en las cantidades autorizadas en la presente resolución, debiendo dejar constancia de la cuantificación de las capturas totales y de la devolución al mar de las especies capturadas en calidad de especie objetivo y fauna acompañante una vez efectuados los respectivos muestreos, así como la captura incidental y la forma en que esta se realiza.

11.-El Instituto de Fomento Pesquero deberá elaborar un informe resumido de las actividades realizadas, que contenga a lo menos información de la obtención de muestras, de los materiales y métodos ocupados. Asimismo, se deberá entregar una base de datos, en formato EXCEL, conteniendo: localización de la red o estaciones de muestreo, número de muestras, número de ejemplares capturados por especie cuando proceda o una cuantificación de la captura y características de los individuos muestreados en el contexto de la autorización.

Además, se deberá disponer los resultados en un archivo electrónico en formato *shape* el cual deberá estar en coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos) referida al *datum WGS-84* considerando como atributo la categoría antes mencionada.

Lo anterior deberá ser entregado dentro del plazo de 30 días corridos, contados desde la fecha de término del período de pesca autorizado y deberá entregarse impreso por medio de una carta conductora a la cual se le deberá adjuntar un dispositivo de respaldo digital que contenga una copia del informe más la base de datos solicitada.

El incumplimiento de la obligación antes señalada se considerará como causal suficiente para denegar cualquier nueva solicitud de pesca de investigación.

12.- Designase al Jefe de Departamento de Pesquerías de esta Subsecretaría como funcionario encargado de velar por el oportuno y debido cumplimiento de las obligaciones establecidas en el numeral anterior.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

13.-El Instituto designa como persona responsable de esta pesca de investigaci3n, de conformidad con lo dispuesto en el art3culo 102 del D.S. N3 430 de 1991, del Ministerio de Econom3a, Fomento y Reconstrucci3n, a su Director Ejecutivo, don Luis Parot Donoso, ambos domiciliados en calle Blanco N3 839, Valpara3so.

14.- La presente resoluci3n deber3 publicarse en extracto en el Diario Oficial, por cuenta del interesado, dentro del plazo de 30 d3as h3biles contados desde su fecha.

15.- Esta autorizaci3n es intransferible y no podr3 ser objeto de negociaci3n alguna.

16.- El Instituto de Fomento Pesquero deber3 dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los Decretos N3 430, de 1991 y N3 461, de 1995, ambos del Ministerio de Econom3a, Fomento y Reconstrucci3n, sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones que se establecen en la presente Resoluci3n. El incumplimiento har3 incurrir al titular en el t3rmino inmediato de la pesca de investigaci3n sin que sea necesario formalizarlo.

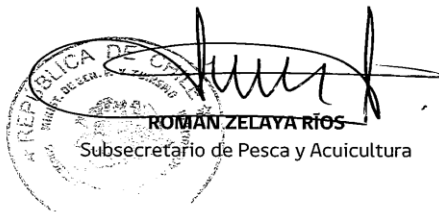
17.- La infracci3n a las disposiciones legales y reglamentarias sobre pesca de investigaci3n, ser3 sancionada con las penas y conforme al procedimiento establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura.

18.- La presente autorizaci3n es sin perjuicio de las que corresponda conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

19.- La presente resoluci3n podr3 ser impugnada por la interposici3n del recurso de reposici3n contemplado en el art3culo 59 de la Ley N3 19.880, ante esta misma Subsecretar3a y dentro del plazo de 5 d3as h3biles contados desde la respectiva notificaci3n, sin perjuicio de la aclaraci3n del acto dispuesta en el art3culo 62 del citado cuerpo legal y de las dem3s acciones y recursos que el solicitante estime pertinentes.

20.- Transcribese copia de esta resoluci3n a la Direcci3n General del Territorio Mar3timo y Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y a la Divisi3n Jur3dica de esta Subsecretar3a de Pesca y Acuicultura.

**AN3TESE, COMUN3QUESE Y PUBL3QUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL Y A TEXTO
3NTEGRO EN LOS SITIOS DE DOMINIO ELECTR3NICO DE LA SUBSECRETAR3A DE PESCA Y
ACUICULTURA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE ACUICULTURA.**

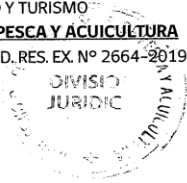




INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Modificación resolución exenta 2664 a Res. Ex N° 2935 (ampliación de plazo)

MINISTERIO DE ECONOMÍA
FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
P.INV N° 206-2019 MOD. RES. EX. N° 2664-2019



MODIFICA RESOLUCIÓN EXENTA N° 2664 DE
2019 DE ESTA SUBSECRETARÍA.

VALPARAÍSO, 28 AGO 2019

RES. EX. N° 2935

VISTO: Lo solicitado por el Instituto de Fomento Pesquero, mediante carta, C.I. SUBPESCA N° 11.020 de 2019, de fecha 27 de agosto de 2019; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, mediante Memorándum Técnico (P. INV) N° 206/2019; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto **"Evaluación de stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en aguas exteriores entre las Regiones de Los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena"**, elaborados por el peticionario y aprobados por esta Subsecretaría; la Ley N° 19.880; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, el D.F.L. N° 5 de 1983, el D.S. N° 461 de 1995, ambos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo y la Resolución Exenta N° 2664 de 2019, de esta Subsecretaría.

CONSIDERANDO:

Que mediante Resolución Exenta N° 2664 de 2019, de esta Subsecretaría, se autorizó al Instituto de Fomento Pesquero, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Evaluación de stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en aguas exteriores entre las Regiones de Los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena."**

Que mediante C.I. SUBPESCA N° 11.020 de 2019, citado en Visto, el peticionario solicitó ampliar el plazo de vigencia de la Resolución Exenta N° 2664 de 2019, hasta el día 10 de septiembre de 2019, basado en los imprevistos en la operación del AGS-61 "Cabo de Hornos".

Que la División de Administración Pesquera, mediante Memorándum Técnico (P.INV) N° 206 de 2019, citado en Visto, ha informado favorablemente la solicitud, por lo que corresponde otorgar ampliación de plazo, ejecutándose la pesca de investigación en los mismos términos metodológicos y con el personal participante señalado en la resolución que se modifica.

Que conforme lo dispone el artículo 26 de la Ley N° 19.880, la Administración, salvo disposición en contrario podrá conceder de oficio o a petición de los interesados, una ampliación de los plazos establecidos, que no exceda de la mitad de los mismos, si las circunstancias lo aconsejan y con ello no se perjudican derechos de tercero.



RESUELVO:

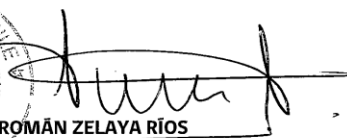
1.- Modifícase la Resolución Exenta N° 2664 de 2019, de esta Subsecretaría, que autorizó al Instituto de Fomento Pesquero, R.U.T. N° 61.310.000-8, con domicilio en calle Blanco, N° 839, Valparaíso, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Evaluación de stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en aguas exteriores entre las Regiones de Los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena"** en el sentido de:

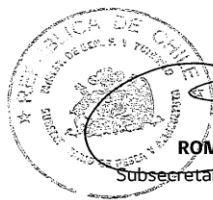

- i) Reemplazar en el resuelto 3° la frase "28 de agosto de 2019" por **"10 de septiembre de 2019"**.
- ii) Sustituir en el resuelto 6° la letra b) ahí señalada por la siguiente:
 - b) Segundo crucero: se realizará durante la segunda quincena de agosto y hasta el 10 de septiembre inclusive, en el área marítima comprendida entre los paralelos 47° 00' L.S. y 51° 00' L.S., considerando como especie objetivo, el recurso merluza de tres aletas ***Micromesistius australis***.

2.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley N° 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

3.- Transcribábase copia de esta resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, a la División de Administración Pesquera y a la División Jurídica, ambas de esta Subsecretaría.

ANÓTESE, NOTIFÍQUESE POR CARTA CERTIFICADA Y PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DE LA INTERESADA.


ROMÁN ZELAYA RÍOS
Subsecretario de Pesca y Acuicultura



Resolución SHOA ordinario N° 13270/24/358

ARMADA DE CHILE
SERVICIO HIDROGRÁFICO
Y OCEANOGRÁFICO™

SHOA ORDINARIO N° 13270/24/366/Vrs.

AUTORIZA AL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA MARINA ENTRE LAS REGIONES DE LOS LAGOS Y DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA

VALPARAÍSO, **11 JUL. 2019**

VISTO: lo solicitado por el INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, mediante Solicitud N° 8676, de fecha 28 de junio de 2019, e información complementaria de las actividades a desarrollar en terreno; lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 192, de fecha 6 de marzo de 1969, modificado por Decreto Supremo N° 784, de fecha 14 de agosto de 1985; las atribuciones que me confiere el Decreto Supremo N° 711, de fecha 22 de agosto de 1975, "Reglamento de Control de las Investigaciones Científicas y Tecnológicas Marinas efectuadas en la Zona Marítima de Jurisdicción Nacional" y lo señalado en la Resolución SHOA Ordinario N° 6070/17 Vrs., de fecha 2 de julio de 2019,

RESUELVO:

1.- AUTORIZÁSE al INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, para que con el apoyo del AGS 61 "CABO DE HORNOS", y por mandato de la SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA, realice actividades de investigación científica marina en el área marítima comprendida entre las latitudes 43° 30'S y 51° 00' S y entre los veriles de los 100 y 1.000 metros de profundidad (entre las Regiones de Los Lagos y de Magallanes y de la Antártica Chilena – Cartas Náuticas SHOA N° 8000, 9000 y 10000), dentro del marco del Proyecto denominado "Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en aguas exteriores entre las regiones de Los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena, año 2019", consistentes en mediciones de la columna de agua de parámetros físico-químicos, parámetros meteorológicos, toma de muestras de organismos planctónicos y evaluación hidroacústica de los recursos merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, las cuales se realizarán a contar de esta fecha y hasta el 30 de septiembre de 2019.

2.- DECLÁRASE:

- a.- De acuerdo a la información proporcionada por la institución citada en VISTO, este trabajo no requiere de inspección en terreno, ni revisión de los antecedentes finales del estudio por parte del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), en razón al carácter exploratorio de ellos. Por ende, este estudio se considerará sin valor oceanográfico.
- b.- Considerar que esta autorización es sin perjuicio de la obligación del Jefe de Terreno y representante del INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO., Sr. René Vargas Silva, de solicitar ante otros organismos competentes del Estado, otras autorizaciones reglamentarias, según corresponda. Asimismo, se deberá informar la posición geográfica en que se instalarán los instrumentos oceanográficos y posteriormente su retiro, como también cualquier variación a lo autorizado.




SHOA ORD. N° 13270/24/366/Vrs.

Hoja N° 2.-

Fecha: 11 JUL. 2019

- c.- Para el cumplimiento de lo anterior, considerar que todo el personal embarcado, durante la estadía a bordo y durante los desembarques que se efectúen, estarán sometidos a la Autoridad de Mando del Comandante del AGS 61 "CABO DE HORNOS".
 - d.- La entidad ejecutora deberá comunicar por escrito al SHOA, si la investigación científica marina autorizada en la presente Resolución no se lleva a cabo, a fin de informar a la Autoridad Marítima oportunamente.
 - e.- Conforme a lo dispuesto en el Artículo 17° del Decreto Supremo N° 711, citado en VISTO, al término del estudio el Sr. René Vargas Silva, a través del Representante Legal del INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, Sr. Luis Parot Donoso, deberá remitir al SHOA, una copia de los datos (en medio digital) y un informe escrito de los resultados obtenidos, en consideración a que esta información es de especial interés para el Servicio. Lo anterior, deberá ser efectuado en un plazo no superior a 6 meses.
 - f.- Lo expuesto y dispuesto en los considerandos anteriores, no podrá bajo ningún pretexto perjudicar o amenazar los derechos de terceros, válidamente constituidos en el área de estudio.
- 3.- ANÓTESE y comuníquese a quienes corresponda, para su conocimiento y cumplimiento.

POR ORDEN DEL SR. DIRECTOR


Felipe Barrios Burnett
FELIPE BARRIOS BURNETT
CAPITÁN DE FRAGATA
SUBDIRECTOR SUBROGANTE

A N E X O 2

Talleres



1 Taller de Coordinación

De acuerdo a las bases administrativas del proyecto, se realizó el taller de coordinación con la finalidad de presentar el plan de trabajo, metodologías y procedimientos relevantes para fines del estudio. Este taller se realizó el lunes 22 de julio de 2019 en instalaciones del Instituto de Fomento Pesquero. La lista de asistentes se presenta a continuación y la presentación se encuentra para permanente consulta en el sitio Google Drive:

<https://drive.google.com/open?id=1ydb8I6piGWddtB6-f3EtXogprv986NgD>

REUNIÓN DE COORDINACIÓN
Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, en aguas exteriores entre las regiones de Los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena, Año 2019.
CONVENIO DE DESEMPEÑO 2019-20 IFOP/SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT

LUNES 22 DE JULIO, 2019
Sala de Reuniones 2º Piso IFOP Valparaíso

Nº	Nombre	Institución	Correo	Firma
1	Lorenzo Flores	Subpesca	lflores@subpesca.cl	
2	Diego Rivas	SSA/UPSD	drivas@subpesca.cl	
3	Esther Andueza	IFOP		
4	Sergio Lillo	IFOP	sergiolillo@ifop.cl	
5	José Ignacio	IFOP	josé.ignacio@ifop.cl	
6				



2 Presentación en comité científicos técnico de la pesquería demersal sur austral

De acuerdo a los términos técnicos de referencia numeral 5.2, “los resultados del proyecto deberán ser expuestos en las instancias que la SUBPESCA y Acuicultura determine”.

Por cuanto, se recibió invitación para participar del comité científico técnico de la pesquería demersal sur austral, sesión merluza de cola el día 8 de octubre de 2019, se presenta la minuta correspondiente, la presentación efectuada estará disponible permanentemente para consulta, en el siguiente sitio de Google Drive:

<https://drive.google.com/open?id=1ydb8l6piGWddtB6-f3EtXogprv986NgD>



Comité Científico Técnico
Recursos Demersales Zona Centro Sur
CCT-RDZSA

Agenda Tentativa
Sesión 8 de octubre de 2019
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura,
Valparaíso

Día 1 (8 de octubre)

09:30 - 10:00 h	Bienvenida y Aspectos administrativos <ul style="list-style-type: none">• Arreglos de la reunión (Secretaría, Reporteros y otros).• Requerimientos de la administración.
	Estatus y posibilidades de explotación Merluza del sur
10:00 – 11:30	Programa de Seguimiento.
11:30 – 13:00	Cruceros de evaluaciones directas.
13:00 -14:30	Pausa libre y almuerzo
	Reineta 14:30 - 18:00
14:30 – 16:00	Evaluación de stock y estimación CBA 2020.
16:00 – 17:30	Discusión, acuerdos y recomendaciones.
17:30 h	Acuerdos para la elaboración del acta e informe técnico. Finalización de la Reunión, Agradecimientos y cierre.

3 Taller de Presentación y discusión de resultados finales

De acuerdo a las bases administrativas del proyecto, se debería realizar un taller de presentación y discusión de resultados, este taller no pudo ser realizado, debido a la contingencia nacional de la pandemia COVID 19 y por instrucciones de la jefatura directa de IFOP. En su reemplazo se habilitó un sitio Google Drive para las presentaciones de cada objetivo y a su vez fueron remitidas a los distintos actores pertenecientes al entorno del sector pesquero industrial, científicos de universidades, técnicos relaciones con el tema, integrantes del comité científico de la PDA., profesionales sectorialistas de la contraparte técnica y encargados de la administración de estas pesquerías. El



encargado de proyecto quedó abierto a cualquier consulta, duda o inquietud que sea referida al informe final.

Igualmente, las presentaciones del taller estarán disponibles permanentemente para consulta, en el siguiente sitio de Google Drive:

<https://drive.google.com/open?id=1ydb8I6piGWddtB6-f3EtXogprv986NgD>

A N E X O 3

Personal Participante por actividad



Objetivo 1.

Nombre	Actividad	¹ Horas
Javier Legua Delgado	<ul style="list-style-type: none">• Jefe de Proyecto, Participa en Crucero Acústico agosto 2019.• Análisis de Datos y redacción de informe.• Estimación de Biomasa y Abundancia de Merluza del sur y merluza de cola.	1600
René Vargas Silva	<ul style="list-style-type: none">• Participa en Crucero Acústico 2019.• Análisis de datos y redacción de informe.• Mapas de distribución de las especies.	1600

Objetivo 2.

Nombre	Actividad	¹ Horas
Vilma Ojeda Cerda	<ul style="list-style-type: none">• Encargada de Objetivo.• Análisis de Datos y redacción de objetivo.	1120
Renato Céspedes Michea	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de datos y redacción de objetivo.	1120
Lizandro Muñoz Rubio	<ul style="list-style-type: none">• Preparación y análisis de muestras de otolitos.	1120
Karen Hunt Jaque	<ul style="list-style-type: none">• Preparación y análisis de muestras de otolitos.	1120
Angelica Villalon Castillo	<ul style="list-style-type: none">• Preparación y análisis de muestras de otolitos.	1120



Objetivo 3.

Nombre	Actividad	¹Horas
Mauricio Landaeta Díaz	<ul style="list-style-type: none">• Encargada de Objetivo.• Análisis de Datos y redacción de objetivo.	1120
Gustavo Herrera Urzúa	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de datos y redacción de objetivo.	1120
Erika López Soto	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de datos y redacción de objetivo.• Preparación y análisis de muestras gonadales.	1120
Paola Troncoso Guerra	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de datos y redacción de objetivo.• Preparación y análisis de muestras gonadales.	1120

Objetivo 4.

Nombre	Actividad	¹Horas
René Vargas Silva	<ul style="list-style-type: none">• Encargada de Objetivo. Análisis de Datos y redacción de objetivo.	1120



Objetivo 5.

Nombre	Actividad	¹ Horas
Sebastián Klarian	<ul style="list-style-type: none">• Encargada de Objetivo.• Análisis de Datos y redacción de objetivo.	1120
Carolina Cárcamo	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de datos y redacción de objetivo.• Preparación y análisis de muestras ítem Alimentario.	1120
Ivonne Quintanilla	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de datos y redacción de objetivo.• Preparación y análisis de muestras ítem Alimentario.	1120
Francisco Fernandoy	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de datos y redacción de objetivo.• Preparación y análisis de muestras ítem Alimentario.	1120
Stephanny Cruraz	<ul style="list-style-type: none">• Muestreo a bordo ítem Alimentario.	1120
Juan Vargas	<ul style="list-style-type: none">• Muestreo a bordo ítem Alimentario.	1120

Objetivo 6.

Nombre	Actividad	¹ Horas
Bernardo Leiva Pérez	<ul style="list-style-type: none">• Participación en crucero• Encargada de Objetivo.• Análisis de Datos y redacción de objetivo.	1120

¹Horas: en base a 1 mes = 160 horas. El cálculo de las horas es en base al resultado de la entrega del informe final y a la duración de la subcontratación.



Muestreo Biológico a bordo

Nombre	Actividad	¹ Horas
Oscar Nancul Paillamán	<ul style="list-style-type: none">• Jefe de muestreo• Muestreo Biológico a Bordo• Etapa completa crucero	160
Adrian Ibieta Figueroa	<ul style="list-style-type: none">• Muestreo Biológico a Bordo• Etapa complete curcero	160
Braulio Acuña Guajardo	<ul style="list-style-type: none">• Muestreo Biológico a Bordo• Etapa completa crucero	160
Juan Linares Huenchupan	<ul style="list-style-type: none">• Muestreo Biológico a Bordo• Primera etapa crucero	80
Rodrigo San Juan Checura	<ul style="list-style-type: none">• Muestreo Biológico a Bordo• Primera etapa crucero	80
Maria Cristina Pérez	<ul style="list-style-type: none">• Muestreo Biológico a Bordo• Primera etapa crucero	80
Gustavo Merino Andaur	<ul style="list-style-type: none">• Muestreo Biológico a Bordo• Segunda etapa crucero	80
José Beroiza Castillo	<ul style="list-style-type: none">• Muestreo Biológico a Bordo• Segunda etapa crucero	80
Miguel Vegas Acuña	<ul style="list-style-type: none">• Muestreo Biológico a Bordo• Segunda etapa crucero	80

¹Horas: en base a 1 mes = 160 horas.

A N E X O 4

Determinar las condiciones bio-oceanográficas presentes en el área de estudio en su contexto histórico (2013 – 2019) y su relación con merluza del sur.

Alexander Valdenegro y Fabian Gómez



1. Introducción

Se presenta la caracterización oceanográfica del área de estudio como parte del informe final del proyecto “Determinación de las condiciones bio-oceanográficas presentes durante un crucero de prospección sobre la plataforma continental comprendida entre la región de Los Lagos (43°30’) y Magallanes y la Antártica Chilena (51°00’)”

Para cumplir con los objetivos propuesto por el proyecto, se analizó la información colectada en el crucero de prospección acústica y pesquera del 2019, el cual se llevó a cabo a bordo del buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos” el cual, se desarrolló entre el 7 al 31 de agosto de 2019, y que se orientó a la prospección hidroacústica de merluza tres aletas, austral y de cola, en el área comprendida entre las latitudes 46°30’S y 51°00’S, donde se efectuaron 15 estaciones oceanográficas, esta información fue comparada con los datos históricos a partir de los cruceros oceanográficos e hidroacústicos desarrollados entre el 2013 al 2018. La información histórica analizada fue colectada utilizando diferentes plataformas oceanográficas y pesqueras en la modalidad de arriando y con diferentes sensores e instrumentos.

2. Objetivos

Objetivo General

- Describir las condiciones oceanográficas presentes durante el crucero de prospección acústica y pesquera como complemento del estudio “Evaluación del stock desovante de merluza austral, en las aguas exteriores entre la región de los Lagos y Magallanes y la Antártica Chilena Regiones”.

Objetivos específicos

- I. Caracterizar las condiciones oceanográficas en el área y periodo de estudio a través de cartas satelitales.
- II. Asociar la distribución espacial y batimétrica de merluza austral a las condiciones oceanográficas presentes en el área y periodo de estudio.
- III. Analizar históricamente los resultados entre las especies y su hábitat, en el contexto espacio temporal, con el material disponible.



3. Metodología

3.1 Área y periodo de estudio

El área de estudio considerada para este recurso, en términos oceanográficos considero la zona de la plataforma continental, delimitada por los veriles de ~150 y 600 m de profundidad, entre las latitudes 46°30' S y 51°0' S. El crucero de prospección se desarrolló entre el 23 al 31 de agosto del 2019, en aguas exteriores del sur de Chile, entre la península de Taitao hasta el Canal Trinidad por el sur (46°30'S y 50°00'O) y entre los 74°-76° Oeste.

Los datos utilizados fueron los colectados para el 2019 los cuales fueron colectados en el buque científico AGS 61 "Cabo de Hornos", embarcación que posee un sistema de propulsión diesel eléctrico y su diseño cumple con la norma ICES 209 respecto a la condición de buques silenciosos (Mitson, 1995). Esta embarcación científica es administrada por la Armada de Chile.

Se procesó y analizó información oceanográfica obtenida durante los cruceros de evaluación hidroacústica de la merluza austral, tres aletas y de cola, en aguas exteriores de la región de los Lagos a Magallanes y la Antártica Chilena, desarrollados en agosto de cada año, entre el 2013 y 2019. Para el presente análisis se complementó el análisis con la información ambiental satelital disponible para la zona.

3.2 Hidrografía (estructura de la columna de agua).

La estructura vertical de la columna de agua para el 2019 se caracterizó a través de mediciones realizadas con un instrumento CTD Seabird 19plus (sensor de registro continuo de profundidad, temperatura, salinidad), al igual que en los cruceros del 2013, 2014, 2015 y a diferencia de las mediciones realizadas entre el 2015 y 2016 que fueron realizadas con un CTD Seabird SBE 25 y las del 2017 y 2018 que fueron realizadas con un SBE 11plus de la misma marca y un CTD CastWay. Los diferentes sensores (CTD) se programaron para realizar mediciones in situ de la magnitud de la temperatura (°C), Salinidad (PSU), concentración de Oxígeno (ml/L), estos parámetros a medida que descendía por la columna de agua, hasta la profundidad máxima permisible (<500m) en cada estación. La información recolectada se guardó en la memoria sólida de la sonda, la cual fue transferida a un PC para su posterior procesamiento. Los registros de temperatura (°C), salinidad (psu), y concentración de oxígeno disuelto se presentan como secciones verticales utilizando el software ODV (Ocean Data View. Schlitz, 2015)

3.3 Imágenes Satelitales de Temperatura superficial del mar

Para caracterizar el área de estudio se utilizarán imágenes satelitales de Temperatura Superficial del Mar del Grupo de Imágenes de Temperatura Superficial del Mar de Alta Resolución de su sigla en inglés GHRSSST, este producto combina información de varios satélites, más información de



mediciones in-situ. Todos los productos de GHRSSST presentan un formato estándar en netcdf, información que fue procesada en Scilab (www.scilab.org), con una resolución espacial de 1 km. Mayores antecedentes del tipo de imágenes y formato pueden ser revisadas con mayor detalle en el sitio web (<https://www.ghrsst.org/documents/q/category/user-interaction/>).

3.4 Información Salinidad, Altimetría satelital, corrientes geostróficas superficiales, profundidad de la capa de mezcla y concentración de oxígeno.

Para caracterizar el sistema de aguas exteriores del sur de Chile se utilizaron los productos de <http://marine.copernicus.eu/>, altura superficial del mar, corrientes superficiales, profundidad de capa de mezcla (basada en sigma theta), temperatura superficial del mar y concentración de oxígeno disuelto durante el agosto del 2019 y en los diferentes cruceros desde el 2013 al 2018 (Fuente: GLOBAL ANALYSIS FORECAST PHY_001_024, E.U. Copernicus Marine Service Information). Que es un aporte de "Mercator Ocean de Toulouse-France, que consiste en un análisis global del océano con una resolución de 1/2° de pronósticos promedios globales cada 7 días, actualizado cada una semana, donde los datos están interpolados a una malla de 1/4° con el Sistema ARAKAWA-C. Los datos fueron procesados a partir de archivos en formato Netcdf, guardando la información en formato binario de Scilab (www.scilab.org). Las variables obtenidas son a partir del acoplamiento entre un modelo geoquímico global llamado PISCES y el modelo "Mercator Ocean global" de 1/4° de resolución. El modelo PISCES es de complejidad intermedia diseñado para aplicaciones globales (Aumont y Bopp, 2006) y es parte de la plataforma de modelación numérica llamada NEMO (<https://www.nemo-ocean.eu/>). Mayores detalles del sistema de información, puede ser obtenida del sitio web oficial del programa COPERNICUS (<http://www.copernicus.eu/>).

Se utilizó la información de anomalía del nivel del mar y se calcularon las corrientes geostróficas superficiales, dicha información, al igual que la anterior fue obtenida de <http://marine.copernicus.eu/>. Con toda la información validada y procesada se generaron las imágenes promedios para el periodo de medición (agosto de 2019) y de cada una de las diferentes campañas entre el 2013 y 2018, vale decir el promedio para el mes de agosto en cada caso.

A partir del producto de Copernicus denominado Global ARMOR3D L4, que incluye las variables en 3D de la temperatura, Salinidad, altura y corrientes geostróficas disponibles a una resolución regular de 1/4 de grado con una resolución temporal de una semana. El producto Global ARMOR3D L4 combina la obtención de imágenes satelitales (Anomalías de nivel del mar, Corrientes geostróficas superficiales y temperatura superficial del mar) y mediciones in-situ (perfiles de Temperatura y Salinidad) y modelación numérica.

3.5 Relaciones ambiente-recurso.

Para caracterizar potenciales relaciones ambiente-recurso, se hizo uso de datos oceanográficos de re-análisis, los cuales permitieron obtener una visión más holística de la zona de estudio, facilitando así la caracterización de patrones dominantes. Los sets empleados para dicho fin corresponden al



“Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product” (GBAFP; <http://marine.copernicus.eu>) y al “HYCOM + NCODA Global 1/12°” (<https://www.hycom.org>). GBAFP fue utilizado para extraer datos de oxígeno y biomasa fitoplanctónica, mientras que HYCOM+NCODA fue usado para extraer datos de temperatura y salinidad. La resolución horizontal (longitud, latitud) de estos productos es de $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ y $0.08^{\circ} \times 0.04^{\circ}$, respectivamente. Estos datos de re-análisis fueron completados con datos CTD de temperatura y salinidad para estaciones seleccionadas. La aproximación metodológica de esta sección consistió en el uso de diversas herramientas de visualización de datos, para describir patrones verticales, meridionales y zonales del recurso, e identificar potenciales relaciones entre energía acústica y variables ambientales.

4. Resultados

4.1 Hidrografía (estructura de la columna de agua)

En la **Tabla 41**, se entregan las posiciones de las estaciones para el 2019, y en la **Tabla 42**, se entregan la ubicación geográfica de cada una de las estaciones analizadas a partir de las mediciones históricas, y en la **Tabla 43**, las especificaciones técnicas de los sensores CTDO empleados en las diferentes campañas entre el 2013 y 2019.

4.2 Estructura vertical de la temperatura

Para el periodo de agosto del 2019, la distribución de temperatura presentó una estructura de dos capas, una superficial levemente más cálida presentándose un valor máximo de $11,489^{\circ}\text{C}$ asociado a la estación E7 (a 1 m de profundidad), y una temperatura mínima de $4,069^{\circ}\text{C}$ a 781 m de profundidad asociada a la estación E5. En la vertical, se observó una capa de mezcla en torno a los 90 m de profundidad, con una termoclina centrada a los 180m de profundidad.

Latitudinalmente a partir de la construcción de una sección norte-sur (**Figura 66**), se pudo observar que las mayores temperaturas superficiales se presentaron en las estaciones iniciales de la sección (sector norte de la transecta), y las mínimas temperaturas hacia el sector sur (**Figura 67**). Se observó, además, una capa de agua más cálida ($\sim 10^{\circ}\text{C}$), entre las estaciones 2 a la 6 (**Figura 67**), abarcando los primeros ~ 100 m de profundidad. Las mínimas temperaturas superficiales estuvieron en torno a $\sim 9^{\circ}\text{C}$ en las estaciones sur (E16 y E17). La capa sub-superficial de 300 m de profundidad presentó una temperatura homogénea que varió en torno a los $\sim 7^{\circ}\text{C}$ (línea sólida demarcada en negro, **Figura 67**). La capa de fondo presentó temperaturas menores, observándose a 781 m de profundidad la mínima temperatura ($4,069^{\circ}\text{C}$) asociado a la estación más profunda E5 (**Figura 67** y **Tabla 44**).

Para el periodo del 2013, la distribución de la temperatura presentó una estructura de dos capas, una superficial levemente más cálida con valores máximos del orden de $10,442^{\circ}\text{C}$ asociado a la estación E2 (a 1 m de profundidad), y una temperatura mínima de $5,16^{\circ}\text{C}$ a 501 m de profundidad asociada a la estación E24.



Latitudinalmente (**Figura 68 y Figura 69**), las mayores temperaturas superficiales se presentaron en las estaciones iniciales de la sección (sector norte de la transecta), y las mínimas temperaturas hacia el sector sur (**Figura 69**).

Se observó además, una capa de agua levemente más cálida con un núcleo ($\sim 10^{\circ}\text{C}$), entre las estaciones E2 y E4 (**Figura 69**), abarcando por primeros ~ 100 m de profundidad. Las mínimas temperaturas superficiales estuvieron en torno a $\sim 8^{\circ}\text{C}$ en las estaciones sur (entre las estaciones E22 y E27, **Figura 69**). En torno a la capa sub-superficial de 300 m de profundidad la temperatura fue homogénea en torno a los $\sim 7^{\circ}\text{C}$ (línea demarcada en negro sólido, **Figura 69**), la capa de fondo presentó temperaturas del orden de $5,16^{\circ}\text{C}$ asociado a la estación más profunda E24 (**Figura 69 y Tabla 45**)

Para el periodo del 2014, al igual que en el caso anterior, la distribución de la temperatura presentó una estructura de dos capas, una superficial levemente más cálida con valores máximos del orden de $10,44^{\circ}\text{C}$ asociado a un núcleo en la estación E2 (a 53 m de profundidad), y una temperatura mínima de $5,162^{\circ}\text{C}$ a 496 m de profundidad asociada a la estación E23 (**Figura 71, Tabla 46**).

Latitudinalmente (**Figura 70 y Figura 71**), las mayores temperaturas superficiales se presentaron entre las estaciones E1 a E11 sector norte de la transecta, con una lengua levemente más cálida de $\sim 9,5^{\circ}\text{C}$ sobre la capa de 100 m de profundidad (línea blanca sólida, **Figura 71**) y las mínimas temperaturas se ubicaron hacia el sector sur de isla Guafo (**Figura 70 y Figura 71**).

Las mínimas temperaturas superficiales estuvieron en torno a $\sim 8^{\circ}\text{C}$ en las estaciones al sur del seno Alejandro (entre las estaciones E22 y E28, **Figura 70 y Figura 71**). Bajo la capa sub-superficial de 300 m de profundidad la temperatura es homogénea en torno a los $\sim 7,5^{\circ}\text{C}$ (línea demarcada en negro sólido, **Figura 71**). La capa de fondo presentó temperaturas del orden de $5,5^{\circ}\text{C}$ (**Figura 71**) observándose un mínimo $5,162^{\circ}\text{C}$ asociado a la estación E23 (**Figura 71 y Tabla 46**).

Durante la campaña del 2015, la distribución de la temperatura mostró una estructura de dos capas, una superficial entre los 0 y 180 m de profundidad con temperaturas entre $9,5^{\circ}\text{C}$ (isolínea sólida de color blanco, **Figura 73**) y un núcleo mayor a $10,5^{\circ}\text{C}$ levemente más cálida entre las estaciones E19 y E2 observando un valor máximo de $10,981^{\circ}\text{C}$ asociado al núcleo cálido presente entre las estaciones E19 y E2 (sobre los 100 m superficiales de profundidad, **Figura 73**), y una temperatura mínima de $5,299^{\circ}\text{C}$ a 447 m de profundidad asociada a la estación E12 (**Figura 73**).

Latitudinalmente (**Figura 72 y Figura 73**), las mayores temperaturas superficiales se presentaron entre las estaciones E19 a E17 sector norte de la transecta, entre el golfo Corcovado e isla Ipun con una lengua levemente más cálida de $\sim 9,5^{\circ}\text{C}$ sobre la capa de 180 m de profundidad (línea blanca sólida, **Figura 73**) y las mínimas temperaturas se ubicaron hacia el sector sur de punta Roquerio (**Figura 72 y Figura 73**).



Las mínimas temperaturas superficiales sobre los 200 m, de profundidad variaron entre $\sim 8^{\circ}\text{C}$ y $8,5^{\circ}\text{C}$ entre las estaciones E7 y E13, **Figura 73**. Bajo la capa sub-superficial de 300 m de profundidad la temperatura es homogénea en torno a los $\sim 7,5^{\circ}\text{C}$ (**Figura 73**). La capa de fondo presentó temperaturas del orden de $\sim 5,5^{\circ}\text{C}$ (**Figura 73**) observándose un mínimo $5,299^{\circ}\text{C}$ asociado a la capa de fondo en la estación E12 (**Figura 73** y **Tabla 47**).

En el 2016, la distribución de la temperatura mostró una estructura de dos capas en toda sección, con una capa superficial entre los 0 y 100 m de profundidad con temperaturas entre $9,5^{\circ}\text{C}$ (isolínea sólida de color blanco, **Figura 75**) y un núcleo levemente más cálido en torno a las estaciones E1 y E3 observando un valor máximo de $11,13^{\circ}\text{C}$ (sobre los 100 m superficiales de profundidad, **Figura 75**), y una temperatura mínima de $4,875^{\circ}\text{C}$ a 616 m de profundidad asociada a la estación E16 (**Figura 75**).

Latitudinalmente (**Figura 74** y **Figura 75**), las mayores temperaturas superficiales se presentaron entre las estaciones E1 a E8 sector norte de la transecta, entre isla Guafo e isla Guamblin con una lengua de agua levemente más cálida, y sobre la capa superficial de 0 a 100 m de profundidad se observó una columna con temperaturas levemente superior a $\sim 9,5^{\circ}\text{C}$ (línea blanca sólida, **Figura 75**) y la temperaturas mínimas se ubicaron en la capa de fondo en torno a la estación más profunda (E16 a 616 m de profundidad, **Figura 75**).

En la capa sub-superficial en torno a los 300 m de profundidad la temperatura es homogénea y vario entre $\sim 8,0$ a $8,5^{\circ}\text{C}$ (línea segmentada y continua de color negro, **Figura 75**). La capa de fondo presentó temperaturas del orden de $\sim 5,5^{\circ}\text{C}$ (**Figura 75**) observándose un mínimo $4,875^{\circ}\text{C}$ asociado a la capa de fondo (616 m de profundidad) en la estación E16 (**Figura 75** y **Tabla 48**).

En la sección de la campaña del 2017 (**Figura 76**), la distribución de la temperatura al igual que en los casos anteriores, mostró una estructura de dos capas en toda sección, con una capa superficial entre los 0 y 120 m de profundidad con temperaturas en torno a $10,0^{\circ}\text{C}$ (isolínea sólida de color blanco, **Figura 77**) y un núcleo levemente más cálido en torno a las estaciones E1 y E3 observando un valor máximo de $10,622^{\circ}\text{C}$ (sobre los 100 m superficiales, **Figura 77**), y una temperatura mínima de $5,372^{\circ}\text{C}$ a 499 m de profundidad asociada a la estación E8 (**Figura 77**).

Latitudinalmente (**Figura 77**), se observó una capa superficial (0 a 100 m de profundidad) más cálida sobre todo el transecto, desde el área frente a las islas Guaitecas hasta punta Diego por el sur (**Figura 76** y **Figura 77**). Las temperaturas mínimas se ubicaron en la capa de fondo en torno en la estación más profunda (E8 a 499 m de profundidad, **Figura 77**).

En la capa sub-superficial en torno a los 300 m de profundidad la temperatura es homogénea y en torno a $\sim 7,0^{\circ}\text{C}$ (línea continua de color negro, **Figura 77**). La capa de fondo presentó temperaturas del orden de $\sim 5,37^{\circ}\text{C}$ (**Figura 77**, **Tabla 49**).

En la sección de la campaña del 2018 (**Figura 78**), la distribución de la temperatura al igual que en los casos anteriores, mostró una estructura de dos capas en toda sección, con una capa superficial entre



los 0 y 120 m de profundidad con temperaturas en torno a $9,5^{\circ}\text{C}$ (isolínea punteada de color blanco, **Figura 79**) y un núcleo levemente más cálido en torno a las estaciones E2 y E5 observando un valor máximo de $10,511^{\circ}\text{C}$ (sobre los 100 m superficiales de profundidad, **Figura 79**), y una temperatura mínima de $6,238^{\circ}\text{C}$ a 374 m de profundidad asociada a la estación E11 (**Figura 79**).

Latitudinalmente (**Figura 79**), se observó una capa superficial (0 a 180 m de profundidad) más cálida, desde el área frente a la isla Guafo hasta punta Diego por el sur (**Figura 78 y Figura 79**). Las temperaturas mínimas se ubicaron en la capa de fondo en la estación E11 (374 m de profundidad, **Figura 79**).

En la capa sub-superficial en torno a los 300 m de profundidad la temperatura es homogénea y en torno a $\sim 7,5^{\circ}\text{C}$ (línea continua de color negro, **Figura 79**). La capa de fondo presentó temperaturas del orden de $\sim 6,238^{\circ}\text{C}$ en torno a la estación E11 a 374 m de profundidad (**Tabla 50**).

4.3 Estructura vertical de la Salinidad

Durante la campaña de agosto del 2019, los perfiles de salinidad mostraron una columna cuasi-homogénea, con la presencia de gradientes salinos que permiten definir una haloclina entre los 30 y 150 m de profundidad, salvo en la estación E17, donde la inversión salina y aporte de agua dulce tiene un mayor efecto en la capa superficial y la variación de salinidad es del orden de $1,76 \text{ psu}/10\text{m}(\Delta\text{S}/\Delta\text{Z}$ en 10 m). Al comparar con las campañas anteriores, las magnitudes de salinidad son similares a los valores históricos, con una columna de agua mezclada y homogénea bajo los 150 m de profundidad (**Figura 80**), mostrando una salinidad mínima de 26,575 psu (**Tabla 51**), asociada a la capa superficial (1 m de profundidad) de la estación E16 y un máximo de 34,601 psu (**Tabla 51**), asociado a la capa superficial (estación E3), **Figura 80**. La salinidad fue homogénea bajo los 150 m de profundidad con una salinidad en torno a los 34 psu (línea sólida de color blanco, **Figura 80**).

Durante el 2013, los perfiles de salinidad mostraron una columna heterogénea, con la presencia de gradientes salinos que permiten definir una haloclina a nivel superficial (entre las estaciones E23 a E26), donde la inversión salina y aporte de agua dulce tiene un mayor efecto en la densidad del agua de mar, con una variación de salinidad del orden de $1,28 \text{ psu}/10\text{m}(\Delta\text{S}/\Delta\text{Z}$ en 10 m). En esta campaña, la columna de agua es estable, bien mezclada y homogénea bajo los 165 m de profundidad (**Figura 81**), mostrando una salinidad mínima de 30,806 psu (**Tabla 52**), asociada a la capa superficial (2 m de profundidad) de la estación E23 y un máximo de 34,367 psu (**Tabla 52**), asociado a la capa sub-superficial de 266 m de profundidad (estación E2, **Figura 81**). Bajo los 165 m de profundidad la salinidad es homogénea con una salinidad en torno a los 34,1 psu (línea sólida de color blanco, **Figura 81**).

Durante el 2014, los perfiles de salinidad mostraron una columna heterogénea, con la presencia de gradientes salinos a nivel superficial, que permiten definir una haloclina (entre las estaciones E12 a E16 y entre E18 y E21), donde la inversión salina y aporte de agua dulce tiene un mayor efecto en la densidad del agua de mar, con una variación de salinidad del orden de $0,5 \text{ psu}/10\text{m}(\Delta\text{S}/\Delta\text{Z}$ en 10 m).



En esta campaña, la columna de agua es estable, bien mezclada y homogénea bajo los 167 m de profundidad (**Figura 82**), mostrando una salinidad mínima de 30,805psu (**Tabla 53**), asociada a la capa superficial (2 m de profundidad) de la estación E22 y un máximo de 34,368psu (**Tabla 53**), asociado a la capa sub-superficial de 266 m de profundidad (estación E2, **Figura 82**). Bajo los 100 m de profundidad la salinidad es homogénea con una salinidad en torno a los 34,2 psu (línea discontinua de color blanco, **Figura 82**).

Durante el 2015, los perfiles de salinidad mostraron una columna heterogénea, con la presencia de gradientes salinos a nivel superficial, que permiten definir una haloclina (entre las estaciones E17 a E15 y entre E14 y E7), donde la inversión salina y aporte de agua dulce tiene un mayor efecto en la densidad del agua de mar, con una variación de salinidad del orden de 1,19 psu/10m ($\Delta S/\Delta Z$ en 10 m). Durante esta campaña, la columna de agua es estable, bien mezclada y homogénea bajo los 200 m de profundidad (**Figura 83**), mostrando una salinidad mínima de 30,075psu (**Tabla 54**), asociada a la capa superficial (2 m de profundidad) de la estación E12 y un máximo de 34,399psu (**Tabla 54**), asociado a la capa superficial de 324 m de profundidad (estación E16, **Figura 83**). Bajo los 200 m de profundidad la salinidad es homogénea con una salinidad en torno a los 34,25 psu (línea discontinua de color blanco, **Figura 83**).

Durante el 2016, los perfiles de salinidad mostraron una columna cuasi-homogénea, con la presencia de gradientes salinos a nivel superficial, que permiten definir una haloclina (entre las estaciones E16, E20 y E17), donde la inversión salina y aporte de agua dulce tiene un mayor efecto en la densidad del agua de mar, con una variación de salinidad del orden de 0,48psu/10m ($\Delta S/\Delta Z$ en 10 m). Durante esta campaña, la columna de agua es estable, bien mezclada y homogénea bajo los 200 m de profundidad (**Figura 84**), mostrando una salinidad mínima de 23,982psu (**Tabla 55**), asociada a la capa superficial (1 m de profundidad) de la estación E14 y un máximo de 34,376psu (**Tabla 55**), asociado a la capa superficial de 327 m de profundidad (estación E1, **Figura 84**). Bajo los 200 m de profundidad la salinidad es homogénea con una salinidad en torno a los 34,25 psu (línea continua de color blanco, **Figura 84**).

Durante el 2017, los perfiles de salinidad mostraron una columna heterogénea, con la presencia de gradientes salinos a nivel superficial, que permiten definir una haloclina (entre las estaciones E6 y E8), donde la inversión salina y aporte de agua dulce tiene un mayor efecto en la densidad del agua de mar, con una variación de salinidad del orden de 2,2 psu/10m ($\Delta S/\Delta Z$ en 10 m). Durante esta campaña, la columna de agua subsuperficial y de fondo es estable, bien mezclada y homogénea bajo los 200 m de profundidad (**Figura 84**), mostrando una salinidad mínima de 30,478psu (**Tabla 56**), asociada a la capa superficial (2 m de profundidad) de la estación E8 y un máximo de 34,319 psu (**Tabla 56**), asociado a la capa superficial de 206 m de profundidad (estación E1, **Figura 85**). Bajo los 200 m de profundidad la salinidad es homogénea con una salinidad en torno a los 34,25 psu (línea continua de color blanco, **Figura 85**).

Durante el 2018, los perfiles de salinidad mostraron una columna cuasi-homogénea, sin gradientes salinos a nivel superficial, que permiten definir una haloclina. Durante esta campaña, la columna de



agua sub-superficial y de fondo es estable, bien mezclada y homogénea bajo los 100 m de profundidad (Figura 86), mostrando una salinidad mínima de 32,399 psu (**Tabla 57**), asociada a la capa superficial (1 m de profundidad) de la estación E13 y un máximo de 34,285 psu (**Tabla 57**), asociado a la capa superficial de 231 m de profundidad (estación E11, **Figura 86**). Bajo los 150 m de profundidad la salinidad es homogénea con una salinidad en torno a los 34,00 psu (línea punteada de color blanco, **Figura 86**).

4.4 Estructura vertical de la Concentración de Oxígeno

Para la campaña del 2019 no fue posible contar con perfiles de concentración de oxígeno disuelto, por esta razón en el presente reporte se analizó la concentración de oxígeno disuelto entre el 2013 y 2018, sin embargo, el 2019 fue analizado en base a modelo biogeoquímico como parte de los productos de Copernicus en la sección de análisis de imágenes satelitales.

La campaña del 2013 presentó una capa superficial cuasi homogénea hasta los ~90 m de profundidad, con una oxiclina centrada entre los ~57 y ~100 m de profundidad aproximadamente, con un gradiente de concentración de oxígeno que varió entre 0,7 a 1 ml/10 m ($\Delta[O_2]/10$ m de profundidad). Las concentraciones superficiales estuvieron en torno a 6 ml/l (equivalentes a 268 mmol/l). La capa sub-superficial entre los 100 y 400 m de profundidad mostró la presencia de un cuerpo de agua de menor concentración de oxígeno <3 ml/l (equivalentes a ~134 mmol/l), y hacia el sur del transecto (desde el golfo de Penas, isla Madre de Dios e isla Jorge sector sur) la concentración de oxígeno fue cuasi-homogénea con una concentración en tornos a 5 ml/l (equivalentes a 223 mmol/l, **Figura 87**). La menor concentración de oxígeno disuelto ~1,585 ml/l se presentó en la capa intermedia de la estación E1. Mientras que la máxima concentración de oxígeno se presentó en la capa superficial de la estación E10 y E21 (6,74 y 6,67 ml/l respectivamente, **Tabla 58**).

La campaña del 2014 presentó una capa superficial cuasi-homogénea y bien oxigenada hasta los ~90 m de profundidad, con una oxiclina centrada entre los ~90 y ~120 m de profundidad aproximadamente, con un gradiente de concentración de oxígeno que varió entre 0,4 a 0,7 ml/10 m ($\Delta[O_2]/10$ m de profundidad). Las concentraciones superficiales estuvieron en torno a ~6 ml/l (equivalentes a 268 mmol/l). La capa sub-superficial entre los 100 y 450 m de profundidad mostró la presencia de un cuerpo de agua de menor concentración de oxígeno <3 ml/l (equivalentes a ~134 mmol/l, línea continua de color negro, **Figura 88**), y hacia el sur del transecto (desde el golfo de Penas, isla Madre de Dios e isla Jorge por el sur) la concentración de oxígeno fue cuasi-homogénea con una concentración en tornos a 5 ml/l (equivalentes a 223 mmol/l, **Figura 88**). La menor concentración de oxígeno disuelto ~1,575 ml/l se presentó en la capa intermedia de la estación E2 A 165 m de profundidad. Mientras que la máxima concentración de oxígeno se presentó en la capa superficial de la estación E10 (6,938 ml/l, **Tabla 59**).

Para el periodo del 2015, la capa superficial cuasi-homogénea y bien oxigenada hasta los ~100 m de profundidad, con una oxiclina centrada entre los ~100 y ~120 m de profundidad aproximadamente, con un gradiente de concentración de oxígeno que varió entre 0,8 a 1,7 ml/10 m ($\Delta[O_2]/10$ m de



profundidad). Las concentraciones superficiales estuvieron en torno a ~5 ml/l (equivalentes a 223 mmol/l). La capa sub-superficial entre los 150 y 320 m de profundidad mostró la presencia de un cuerpo de agua de menor concentración de oxígeno <2,5 ml/l (equivalentes a ~101 mmol/l, línea continua de color blanco, **Figura 89**), y hacia el sur del transepto se presenta un leve aumento de la concentración de oxígeno (desde el golfo de Penas hasta isla Madre de Dios) la concentración de oxígeno fue más heteromogénea con una concentración que varió entre 3,5 ml/l a 5 ml/l (**Figura 89**). La menor concentración de oxígeno disuelto ~1,611 ml/l se presentó en la capa intermedia de la estación E18 a 248 m de profundidad. Mientras que la máxima concentración de oxígeno se presentó en la capa superficial de la estación E12 (5,61 ml/l, **Tabla 60**).

Durante la campaña del 2016, la capa superficial homogénea y bien oxigenada hasta los ~90 m de profundidad con una concentración superficial en torno a 6 ml/l (**Figura 90**), con una oxiclina centrada entre los ~70 y ~80 m de profundidad aproximadamente, con un gradiente de concentración de oxígeno que varió entre 1,3 a 1,5 ml/10 m ($\Delta[O_2]/10$ m de profundidad). La capa sub-superficial entre los 150 y 400 m de profundidad mostró la presencia de un cuerpo de agua de menor concentración de oxígeno <3 ml/l (equivalentes a ~134 mmol/l, línea continua de color blanco, **Figura 90**), y hacia el sur del transepto se mantiene la tendencia de menor concentración de oxígeno (a lo largo de todo el transepto) la concentración de oxígeno fue heteromogénea con una concentración que varió entre 2 ml/l a 4 ml/l (**Figura 90**).

La menor concentración de oxígeno disuelto ~1,744 ml/l se presentó en la capa intermedia de la estación E1 a 231 m de profundidad. Mientras que la máxima concentración de oxígeno se presentó en la capa superficial de la estación E1 a 5 m de profundidad (6,698 ml/l, **Tabla 61**).

Durante la campaña del 2017, la capa superficial fue homogénea hasta los ~100 m de profundidad con una concentración superficial en torno a ~5,5 ml/l (**Figura 91**), con una oxiclina centrada entre los ~100 y ~195 m de profundidad aproximadamente, con un gradiente de concentración de oxígeno que varió entre 0,9 a 1,0 ml/10 m ($\Delta[O_2]/10$ m de profundidad). La capa sub-superficial entre los 150 y 300 m de profundidad mostró la presencia de un cuerpo de agua de menor concentración de oxígeno <3 ml/l (equivalentes a ~134 mmol/l, línea continua de color blanco negro, **Figura 91**), y hacia el sur del transepto se mantiene la tendencia de menor concentración de oxígeno (a lo largo de todo el transepto, desde el sector frente a la isla Guaitecas hasta punta Diego)

La menor concentración de oxígeno disuelto ~2,206 ml/l se presentó en la capa intermedia de la estación E1 a 206 m de profundidad. Mientras que la máxima concentración de oxígeno se presentó en la capa superficial de la estación E5 a 2 m de profundidad (6,103 ml/l, **Figura 91, Tabla 62**).

La campaña del 2018, presentó un número menor de estaciones con valores de concentración de oxígeno disuelto. Sin embargo, con las estaciones que contaban con información se construyó de igual forma una sección latitudinal, mostrando una capa superficial homogénea y bien oxigenada hasta los ~100 m de profundidad con una concentración superficial en torno a 6 ml/l (**Figura 92**), con una oxiclina centrada entre los ~100 y ~180 m de profundidad aproximadamente, con un gradiente de



concentración de oxígeno que varió en tona a 0,6 ml/10 m ($\Delta[O_2]/10$ m de profundidad). La capa sub-superficial entre los 150 y 400 m de profundidad mostró la presencia de un cuerpo de agua de menor concentración de oxígeno <3 ml/l en torno al sector al sur de isla Guamblin (equivalentes a ~134 mmol/l, **Figura 92**).

La menor concentración de oxígeno disuelto ~1,15 ml/l se presentó en la capa intermedia de la estación E12 a 298 m de profundidad. Mientras que la máxima concentración de oxígeno se presentó en la capa superficial de la estación E13 a 28 m de profundidad (7,95 ml/l, **Figura 92, Tabla 63**).

4.5 Diagrama T-S

El análisis del diagrama TS (**Figura 93**) permitió identificar la presencia de cuatro masas de agua en la zona. El Agua Sub-antártica Modificada (ASAAM), asociada a la capa superficial (<50 m), con valores de salinidad de 31 a 33 y temperaturas en torno a 9,8°C. Se observó además la influencia del Agua Subantártica (ASAA) que se asocia a la capa sub-superficial en torno a los 150 m de profundidad, y presentó salinidades >33 y temperaturas cercanas a 9,7°C. También participan de la mezcla, aguas remanentes del tipo Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), asociada a la capa subsuperficial entre los 150- 300 m de profundidad, con valores de salinidad de ~33,9, y temperaturas de ~9°C. También participan de la mezcla el tipo de Agua Intermedia Antártica (AIAA), ubicada bajo los 300 m de profundidad y se caracterizó por presentar salinidades en torno a ~34 y temperaturas de ~3°C.

Para el caso de las campañas históricas los diagrama TS (**Figura 94**), se identifican los mismos tipos de agua en una proporción diferencial. Donde la campaña del 2013 y 2014 presentan una distribución similar donde predomina la mezcla de ASAA, AESS y AIAA, con la influencia de agua dulce dando origen a ASAAM, patrón similar se asocia a las campañas del 2016 y 2017, a diferencia del 2018, donde el número de estaciones es menor y solo es factible observar el predominio de ASAA, AESS y AIAA (**Figura 94**).

4.6 Imágenes satelitales

4.6.1 Temperatura superficial (TSM), Salinidad (PSU), Altura superficial del mar y profundidad de la capa de mezcla.

Para la campaña de agosto del 2019, la imagen satelital de campo de TSM de las aguas exteriores en el sector sur austral de Chile (42°-50°S) fluctuaron entre ~7,5 y 11 °C, (**Figura 95 a**), observándose un núcleo levemente más cálido en el sector norte (11°C), y las menores temperaturas al sur del golfo de Penas. Entre la isla Guafo hasta el golfo de Penas, la temperatura superficial del mar vario entre 10°C y 8,5°C respectivamente.

En cuanto a la salinidad, esta varió entre 33 psu y 33,5 psu en la zona exterior entre isla Guafo y golfo de Penas (**Figura 95 b**) con una mayor influencia de agua dulce en la zona costera y aguas interiores de área de estudio. Para el mismo periodo, las mayores amplitudes de altura del mar se presentaron en aguas interiores, a diferencia del océano exterior donde fue posible observar un proceso de



hundimiento de agua, con la presencia de remolinos de meso escala, de circulación ciclónicas en el área de estudio (**Figura 95 c**), con una profundidad de la capa de mezcla que vario entre 50 y 75 m de profundidad, en la zona más oceánica. A diferencia de la zona costera donde la profundidad de la capa de mezcla fue más somera y del orden de 25 m de profundidad (**Figura 95 d**).

4.6.2 Distribución de oxígeno disuelto

Si analizamos la concentración de oxígeno disuelto entre superficie, capas intermedias y en torno a los 300 m de profundidad (**Figura 96**), a partir del modelo biogeoquímico de Copernicus Marine Service. Se puede observar que la concentración para agosto de 2019 varió entre 280 mmol/m³ y 290 mmol/m³ entre la boca del Guafo y el golfo de Penas (en torno a 6 ml/l). Mientras que a 100 m de profundidad la concentración tiende a disminuir, a una concentración de 250 mmol/l (en torno a los 5,5 ml/l) y entre las capas de 200 m y 300 m de profundidad la concentración de oxígeno disuelto es mucho menor y en torno a 125 mmol/l (equivalente a 2,8 ml/l) en el área de interés, **Figura 96**, y que coincide con la concentración medida in situ y con el área de mayor abundancia del recurso.

4.6.3 Patrones superficiales de clorofila a, fitoplancton y producción primaria

Las imágenes satelitales del campo superficial de clorofila-a (**Figura 97 a**) presentaron concentraciones que fluctuaron entre 0,5 y 1,0 mg/m³, donde las concentraciones mínimas se asocian al sector más oceánico y máximas concentraciones están presentes hacia el sector costero (**Figura 97 a**).

Las máximas concentraciones estuvieron restringidas a aguas interiores de fiordos y canales y en el borde costero entre la isla Guafo (~43,5°S) y el golfo de Penas (~46,5°S). La concentración de clorofila-a se caracterizó por presentar concentraciones comparativamente menores en el sector oceánico y mayores en el sector sur de aguas interiores de Chiloé y en la zona del golfo de Penas.

Dado que fitoplancton absorbe los nutrientes del agua para su uso en el crecimiento y la concentración de clorofila-a a partir del fitoplancton, existe una relación directa entre ambas variables, por lo cual presentan una distribución similar en términos espaciales, con concentraciones máximas de fitoplancton en aguas interiores de Chiloé (en torno a 6 mmol C/m³). En la zona oceánica entre la isla Guafo, punta Diego y península de Taitao por el sur, la concentración varió entre 2 - 4 mmol C/m³ y presentándose además altas concentraciones de fitoplancton en el golfo de Penas por el sur (**Figura 97 b**). Similar situación se presenta en términos de la ubicación espacial de la máxima producción primaria a nivel superficial con concentraciones superiores a 20 mg C/m³ día en el sector de aguas interiores de Chiloé y en el sector del golfo de Penas. A diferencia de la zona oceánica entre la isla Guafo hasta la punta Diego la PP fue del orden de 10 mg C/m³ día, llegando a niveles en torno a 5 mg C/m³ día en la zona más oceánica (**Figura 97 c**).

4.6.4 Anomalías de la clorofila superficial



Al analizar las anomalías respecto al mes de agosto, a partir de la serie histórica disponible entre el 2010 y 2019 se puede observar que a partir del 2010 las anomalías positivas están presentes hasta el 2013 con un rango de variación entre +0,2 a +0,4 mg/ m³, en la mayor parte del dominio, evolucionando a valores negativos a partir del 2014 entre -0,4 a -0,6 mg/ m³, presentándose una tendencia a la disminución de la concentración de clorofila-a entre el 2017 y 2018 llegando a valores máximos de anomalías negativas 2019 en torno a -1,0 mg/ m³ (**Figura 98**).

4.6.5 Anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM)

Si se compara la distribución de la temperatura superficial del mar que se presentó durante agosto de 2019 y las anomalías respecto al mismo mes del resto de los años analizados, se pudo observar una clara tendencia y evolución de anomalías negativas entre el 2010 hasta el 2013 a anomalías neutras o positivas a partir del 2014, que indicaría que el agua se mantuvo más fría que la actual condición de agosto de 2019.

Los periodos más cálidos, con anomalías positivas fueron los periodos entre el 2015 y 2017 que se debieron al evento denominado El “Niño Godzila” entre el 2015 y 2016, y el intenso evento El Niño costero del 2017 (Bell *et al.*, 2017). Manteniéndose una condición de anomalías positivas de menor intensidad durante el 2018 y 2019 (**Figura 99**).

4.6.6 Anomalías de la salinidad

Al igual que en el caso de la temperatura, si se compara la distribución de la salinidad en términos espaciales y temporales respecto a lo observado durante agosto del 2019 y sus respectivas anomalías respecto al mismo mes para cada uno de los años analizados, se observó una evolución de anomalías neutras a positivas entre el 2010 - 2014 presentándose las mayores anomalías en el sector costero y aguas interiores de Chiloé y hacia el sur de la boca del Guafo, llegando a una anomalía máxima de 0.6 psu, y a partir del 2016 al 2018 las salinidades tendieron a ser levemente mayores que los años anteriores (**Figura 100**), con anomalías en torno a -0,6 PSU.

4.6.7 Anomalías de viento (Dirección y magnitud)

Las imágenes satelitales del viento mostraron predominancia del viento oeste durante el 2010 y del sur durante el 2011, con magnitudes entre ~5 y 20 m/s (**Figura 101**). El área entre el 2012 y 2013, se caracterizó por la dominancia de vientos del noroeste con magnitudes menos intensas que los años previos (rango de 10 a 14 m/s), con anomalías positivas respecto al mes de agosto.

El año 2014, se caracterizó por la presencia de vientos más débiles con anomalías negativas. Durante el 2015, predominaron vientos del sur, con anomalías negativas hacia la zona oceánica y sur del dominio. El 2016, exhibió un predominio de vientos del oeste, levemente más intensos (15 m/s), con un debilitamiento del campo de viento durante el 2017. Entre el 2017 y 2018 se observó además una transición desde anomalías neutras a negativas, con el predominando los vientos del Este, a diferencia



del 2019 donde predominan las anomalías positivas con vientos del NO llegando a valores de anomalía de 3 m/s sobre la península de Taitao (**Figura 101**).

4.6.8 Anomalía del Nivel del Mar (ANM, en cm) y corrientes geostróficas

El campo superficial de las anomalías del nivel del mar (ANM) a partir del 2010 hasta el 2011 presentó anomalías negativas y velocidad geostrófica, que tendieron a fluir predominantemente hacia el sur y suroeste. A partir del 2012 y 2014 las ANM fueron mínimas con un patrón de circulación más variable. A partir del 2015, las anomalías positivas tienden a aumentar siendo máximas durante el 2017 y 2018 (**Figura 102**).

En general, las velocidades máximas (~10 cm/s) se ubicaron en el extremo sur del dominio (península de Taitao), y la ocurrencia de estructuras como remolinos de meso-escala, se presentaron como estructuras ciclónicas (anticiclónicas) y se asociaron a focos de ANM mínimas (máximas), variando de 0 y 10 cm (**Figura 102**).

4.6.9 Anomalías de la concentración de fitoplancton

Las anomalías de la concentración de fitoplancton al igual que la concentración de fitoplancton superficial muestran una tendencia de anomalías positivas a partir del 2010 hasta el 2013. A partir del 2014 las anomalías de la concentración de fitoplancton cambian a valores negativos llegando a anomalías máximas negativas de 0,2 mmol C m⁻³ entre el 2017 y 2018 (**Figura 103**).

4.6.10 Anomalías de la producción primaria superficial

Si bien la productividad primaria se debe analizar de acuerdo a la escala temporal en que ocurren los procesos fotosintéticos y el crecimiento del fitoplancton. En esta sección se caracteriza en función de un modelo geoquímico respecto a las anomalías del mes de agosto de 2019. Y al igual que las variaciones de clorofila-a y concentración de fitoplancton a nivel superficial se observó una evolución similar en términos espaciales. Con anomalías positivas en aguas interiores de Chiloé y golfo de Penas entre el 2010 y 2012 llegando a anomalías máximas de 10 mg C/ m³ día⁻¹. A partir del 2014, las anomalías tendieron a valores negativos, con anomalías máximas entre el 2017 y 2018 (**Figura 104**).

4.7 Distribución vertical y horizontal de merluza del sur y condiciones oceanográficas durante crucero 2019

Para identificar patrones verticales del hábitat de merluza del sur, se examinan tres secciones meridionales en 44.20°S, 45.15°S y 46.50°S, con la distribución del oxígeno disuelto (GBAFP) y la energía acústica de merluza del sur durante el periodo del crucero (**Figura 105**). En estas se aprecia que el recurso estuvo principalmente dentro de la capa de mínimo oxígeno, esta última caracterizada por concentraciones <200 mmol O₂ m⁻³ que se extiende verticalmente entre 200 y 500 m. Perfiles de temperatura y salinidad, obtenidos desde estaciones de CTD cercanas a dichas latitudes, evidencian



además que el recurso se distribuyó dentro de la termoclina y asociado a valores de salinidad cercanos a 34.2 PSU (**Figura 105**). Una caracterización más cuantitativa se obtiene al derivar histogramas de frecuencia de oxígeno (GBAFP), temperatura (HYCOM) y salinidad (HYCOM) a la profundidad media de las agregaciones (**Figura 106**). Valores positivos de S_a de merluza del sur se observaron en rangos de oxígeno, salinidad y temperatura de 110–250 mmol m⁻³, 33.70–34.30 PSU y 5°–10°C, respectivamente. Sin embargo, el 80% de la energía acústica se concentró en rangos más estrechos, que van desde 130 a 180 mmol m⁻³, para oxígeno, 34.20–34.25 PSU para salinidad, y 5.5°–7.0°C para temperatura.

Para caracterizar gradientes zonales y latitudinales asociados al hábitat de merluza del sur, **Figura 107** despliega los patrones de oxígeno (GBAFP), salinidad (HYCOM) y fitoplancton (GBAFP) subsuperficial promedio (200–450 m), además de clorofila superficial (GBAFP). Se evidencia que el oxígeno subsuperficial se incrementa hacia el sur, mientras que la salinidad subsuperficial decrece. Dicho patrón en parte se explica por una profundización y debilitamiento de la corriente subsuperficial Perú-Chile, la cual transporta aguas pobres en oxígeno y más salobre hacia el sur. Los gradientes costa-océano para fitoplancton subsuperficial variaron dentro de un rango relativamente estrecho, observándose valores de ~0.05 mmol C m⁻³ en algunos sectores costeros asociados a cañones submarinos y ~0.025 mmol C m⁻³ en la zona oceánica. La clorofila superficial varió desde ~2 mg m⁻³ sobre algunos segmentos de la plataforma a <0.5 mg m⁻³ en la región oceánica. La mayor parte del stock de merluza del sur se distribuyó en aguas con bajas concentraciones de fitoplancton subsuperficial (<0.035 mmol C m⁻³) y debajo de aguas con niveles intermedios de clorofila superficial (0.6–1.2 mg m⁻³). No se identificaron relaciones evidentes entre la distribución del recurso y los gradientes latitudinales de oxígeno y salinidad, ni con los gradientes costa-océano de fitoplancton y clorofila.

Para evaluar si cambios en la abundancia de merluza del sur respondieron a la variabilidad espacial en las condiciones ambientales, se exploraron asociaciones de energía acústica con el oxígeno, temperatura, salinidad, fitoplancton y clorofila. Estas 5 variables ambientales fueron contrastadas con S_a , tanto a la profundidad media de las agregaciones como a valores subsuperficiales promedio (200–450 m). De todas las relaciones investigadas, solo fue posible identificar patrones débiles con oxígeno, salinidad y fitoplancton a la profundidad media de las agregaciones, apreciándose que la varianza del S_a tiende a incrementar a niveles de oxígeno inferiores a 180 mmol m⁻³, bajas concentraciones de fitoplancton de entre 0.02 y 0.03 mmol C m⁻³ y salinidades en torno a 34.25 PSU (**Figura 108**). Dicho aumento de varianza se debe a registros de energía acústica por sobre 2,000 m² mn⁻², los cuales estuvieron limitados a dichos rangos ambientales.

Adicionalmente se exploró si la distribución vertical de merluza del sur respondió a cambios espaciales en la condición subsuperficial promedio de oxígeno, salinidad, temperatura y fitoplancton, pero no se encontraron relaciones evidentes. Solo fue posible identificar una asociación clara entre el patrón vertical del recurso y la batimetría (**Figura 109**). La correlación lineal entre profundidad de las agregaciones y la profundidad de fondo derivada de la base de datos GEBCO fue de 0.60 ($p < 0.01$) durante el crucero 2019.



4.8 Análisis histórico ambiente-recurso

Para investigar cómo la variabilidad interanual en las condiciones ambientales influyen los patrones de distribución del recurso, se amplía el análisis de la sección precedente incluyendo toda la información disponible de variables ambientales de re-análisis. Esta incluye datos GBAFP del periodo 2017-2019 y HYCOM del periodo 2014-2019.

Los patrones subsuperficiales (200-450 m) de oxígeno y fitoplancton de agosto evidencian una importante variabilidad entre cruces del periodo 2017-2019 (**Figura 110** y **Figura 111**). En agosto del 2017, la capa de mínimo oxígeno fue particularmente intensa, y la biomasa fitoplanctónica costera fue máxima. Por otra parte, en agosto del 2018, la mínima de oxígeno se presenta débil y la biomasa fitoplanctónica muestra mínimos valores. En este año la distribución de merluza es más costera, con los mayores valores de Sa asociados a tres cañones submarinos cerca de 44.2°S, 45.2°S y 46.4°S. Los cambios zonales en la distribución de merluza del sur se reflejan en la longitud media de las agregaciones, siendo el 2018 el menor valor de los últimos tres años (**Tabla 64**). Esto podría sugerir que cambios en distribución del oxígeno y producción planctónica tienen un impacto en la distribución del recurso.

Las patrones sub-superficiales (200-450 m) de salinidad también revelan una significativa variabilidad entre años, tanto en los gradientes meridionales como en la condición media (**Figura 112**). El año 2019 destaca como un periodo donde la salinidad subsuperficial se mantuvo en general por sobre 34.15 PSU. Esto contrasta con años previos, donde los mínimos de salinidad en la parte sur del área de estudio alcanzaron valores inferiores a 34.05 PSU. La merluza del sur se distribuyó principalmente en aguas con salinidades subsuperficiales >34.2 PSU durante todos los años, manteniendo así el patrón identificado para el cruce del 2019. Un incremento de la energía acústica al sur de 46°S durante el 2019 podría estar relacionado a anomalías positiva de salinidad en dicha región. Sin embargo, un patrón general que vincule la distribución del recurso con los cambios en salinidad sub-superficial no es evidente. La **Figura 113**, muestra los diagramas de dispersión entre el Sa de merluza del sur y el oxígeno, salinidad y fitoplancton a la profundidad media de las agregaciones, generando con la información histórica disponible. Claramente se aprecia que los máximos registros de Sa, así como también la mayor varianza de Sa, se asocia a aguas pobres en oxígeno, con altos valores de salinidad y bajas concentraciones de fitoplancton, confirmándose el patrón sugerido en sección precedente con la data del cruce 2019.

Evidencias de que el oxígeno podría influenciar los cambios interanuales en la distribución vertical de merluza del sur se advierten al examinar secciones verticales a lo largo de 75.75°W (**Figura 114**). La capa de mínima de oxígeno (CMO) fue más intensa y algo más somera el 2017, periodo donde la profundidad media de las agregaciones de merluza del sur fue mínima de los últimos 3 años (**Tabla 64**). Durante el 2018, la CMO se debilita y muestra una menor extensión vertical, coincidiendo con un rango de distribución vertical más estrecho para merluza del sur. En efecto, la mínima desviación estándar de Zme durante el periodo 2016-2019 se registra en el 2018 (**Tabla 64**). Durante el 2019, la



CMO recupera intensidad y se entiende en un rango vertical similar al observado durante el 2017. La distribución vertical de merluza del 2019 se expande, registrando entonces las mayores profundidades medias (**Tabla 64**).

Secciones longitudinales de salinidad y temperatura sugieren que las agregaciones de merluza usualmente evitan la capa de mezcla superficial, caracterizada por salinidades inferiores a 33.7 PSU y temperatura mayores a 9.5°C (**Figura 115 y Figura 116**). Tampoco se observan agregaciones asociadas a aguas más frías que ~5.2°C (aproximadamente el límite inferior de la termoclina), lo cual podría estar delimitando el límite inferior de la distribución vertical del recurso.

Diagramas de dispersión entre Zme y el patrón sub-superficial (200-450 m) del oxígeno para el periodo 2017-2019 revela una asociación positiva (**Figura 117**). Cabe notar que gran parte del aumento del oxígeno subsuperficial se asocia al gradiente meridional (latitud es representada por colores en diagrama de dispersión). Consecuentemente, la relación está evidenciando una tendencia positiva en el valor de Zme hacia mayores latitudes.

5. Discusión

La zona de estudio (43° - 50°S) presentó una estructura vertical de dos capas, una superficial más cálida de profundidad variable, la cual abarcó los 150 m superficiales y una capa sub-superficial y de fondo bajo los 150 m donde la estructura vertical de las variables oceanográficas es más homogénea. En la capa superficial fue posible definir una haloclina debido a los gradientes salinos producto de presencia de mínimos salinos asociados al aporte de agua dulce lo cual estuvo mayoritariamente ubicado en la zona centro sur de las transectas. Lo que a su vez, permitió observar una fuerte estratificación vertical.

Al analizar espacialmente las anomalías de temperatura se pudo observar anomalías positivas a partir del 2015, y con una mayor intensidad durante el 2016 y 2017 debido a la influencia del evento El Niño (Garreaud, 2018), con altos valores de ATSM (> +1°C). En cuanto a las anomalías de salinidad, estas fueron negativas para el mismo periodo con valores de anomalías de salinidad menores a -0,4 psu, lo cual se puede asociar al mismo evento.

En cuanto a la concentración de oxígeno disuelto se observó una segregación vertical con las mayores concentraciones a nivel superficial y bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el estrato de los 300 m de profundidad. Durante el 2019 no fue posible identificar la capa de mínima de oxígeno debido a la falta de información, sin embargo durante la campaña del 2014 fue posible identificar una ZMO (ZMO <1 ml/L; Schneider *et al.*, 2017) en el sector norte del área de estudio frente a isla Guafo.

En cuanto al análisis de los diagramas T-S se observó la clara influencia de al menos cuatro tipos de agua asociadas las masas de Agua Superficial Antártica (ASAA), ubicada en los primeros 150 m de profundidad; remanentes de Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), ubicada entre los 150 y ~300 m; y Agua Intermedia Antártica (AIAA) bajo los 300 m de profundidad. La masa de Agua Subantártica Modificada (ASAAM) se encontró en los 50 m superficiales de la columna de agua. Cuya cobertura y



área de influencia está muy bien documentada para el área (Silva *et al.*, 1975; Silva *et al.*, 1998; Silva y Guzmán, 2006; Silva *et al.*, 2009).

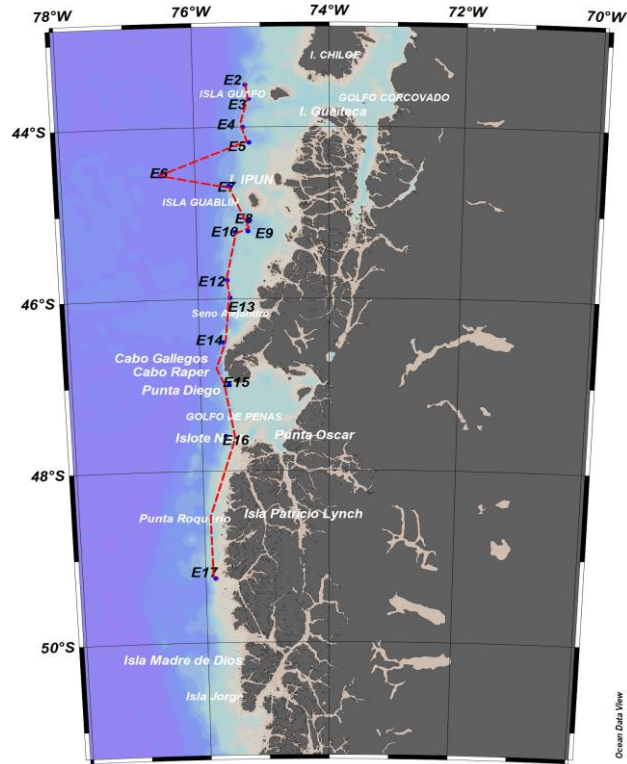
En la presente campaña, la variabilidad en la concentración de clorofila-a presentó valores menores a 0,5 mg/m³, clasificable como una condición oligotrófica, equivalente a un sistema con bajo aporte de nutrientes (Smith *et al.*, 1999), lo cual es coincidente con los bajos niveles de fitoplancton con concentraciones menores a 2 mmol C/m³ y una producción primaria menor a 10 mg C/ m³ día.

La dirección de las corrientes geostroficas durante la campaña del 2019 tendieron a fluir hacia sur en el borde costero, donde fue posible observar estructuras ciclónicas y anticiclónicas a lo largo de toda la zona de estudio, las cuales se deben principalmente a inestabilidades baroclínicas (Hormazabal *et al.*, 2001). En cuanto a la intensidad y dirección del viento fue variable, con un debilitamiento durante el 2017, con flujos predominantemente hacia el noroeste durante el 2018 y hacia el sureste durante el 2019.

Limitaciones de disponibilidad de datos in situ han dificultado identificar patrones entre la merluza del sur y las condiciones ambientales. El uso de datos ambientales de re-análisis abre la posibilidad de obtener una visión más amplia del hábitat de este recurso y de los procesos que podrían estar impactando su distribución. Si bien limitaciones relacionadas al uso de datos pueden ser reconocidas, incluyendo errores asociados a una inadecuada reproducción de procesos, una reducida resolución espacial y limitada cobertura temporal, la aproximación metodológica es promisoría. Especialmente considerando que la calidad de los productos de reanálisis empleados (GBAFP y HYCOM) están en un progresivo mejoramiento.

El análisis intentó identificar patrones potenciales entre la merluza del sur y su ambiente, usando diversas herramientas de visualización de data. Las variables de re-análisis permitieron identificar que el hábitat de este recurso durante el crucero 2019 se asoció a bajos niveles de oxígeno (<180 mmol m⁻³), salinidades cercanas a 34,2 PSU y bajas concentraciones de biomasa fitoplanctónica. Datos biogeoquímicos GBAFP del periodo 2017-2019 sugiere que cambios en la distribución del recurso estuvieron influenciados por variabilidad en los patrones de oxígeno y fitoplancton más específicamente, la intensidad y extensión vertical de la capa de mínimo oxígeno parece influenciar los patrones verticales de las agregaciones, y cambios interanuales en biomasa planctónica podrían influenciar la distribución zonal. Datos oceanográficos HYCOM del periodo 2014-2019 revelan que la distribución vertical de merluza del sur aparece restringida a valores de salinidad mayores 33,7 PSU y temperatura en un rango preferente de 5,2° a 9 °C.

FIGURAS



Fuente: elaboración propia del consultor.

Figura 66. Distribución de las estaciones de CTDO para el 2019 y sección latitudinal seleccionada para las variables oceanográficas.

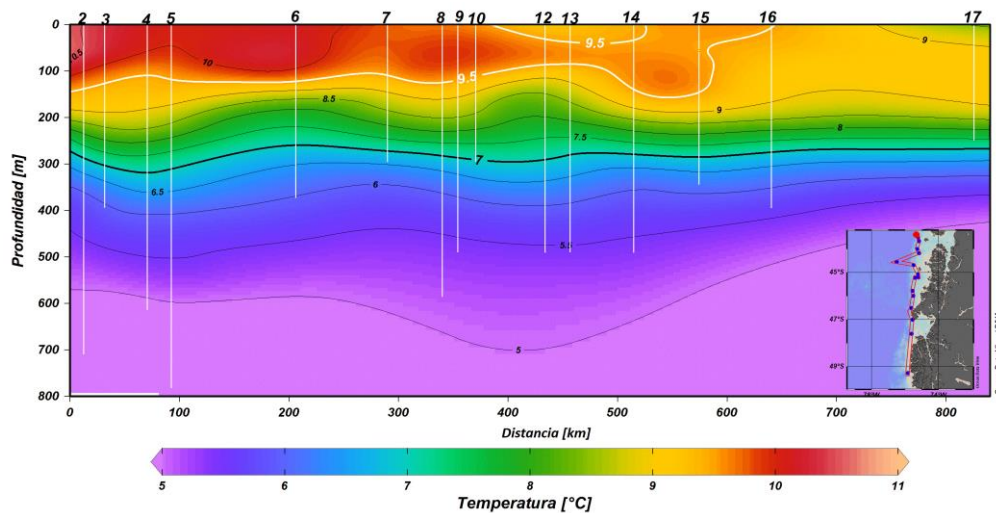
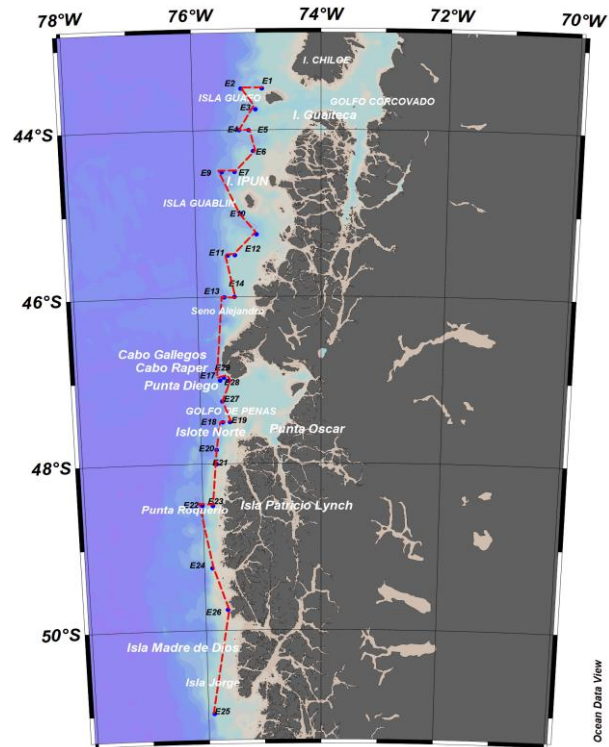


Figura 67. Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2019.



Fuente: elaboraci3n propia del consultor.

Figura 68. Distribuci3n de las estaciones de CTDO para el 2013 y secci3n latitudinal de las variables oceanogr3ficas.

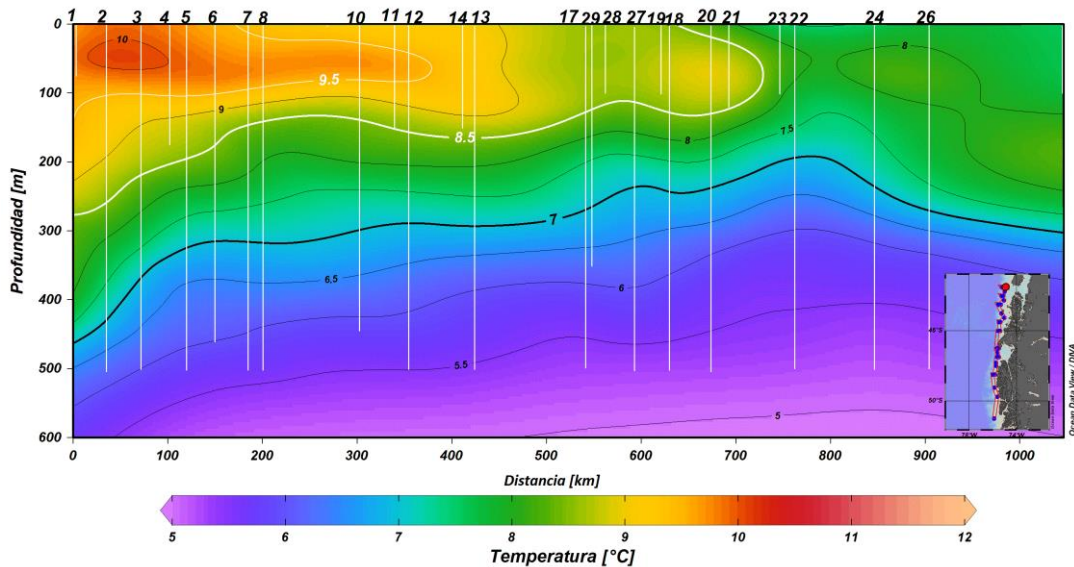


Figura 69. Secci3n latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2013.

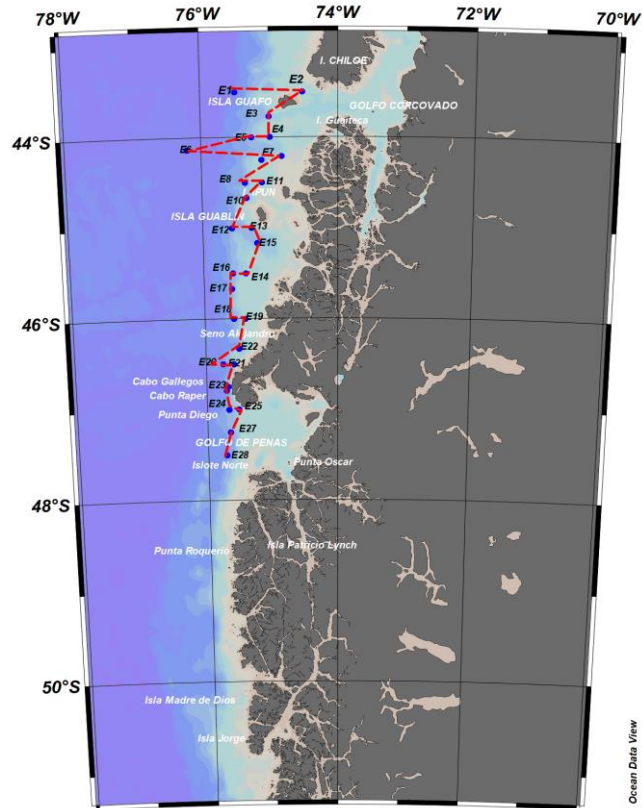


Figura 70. Distribuci3n de las estaciones de CTD para el 2014 y secci3n latitudinal de las variables oceanogr3ficas.

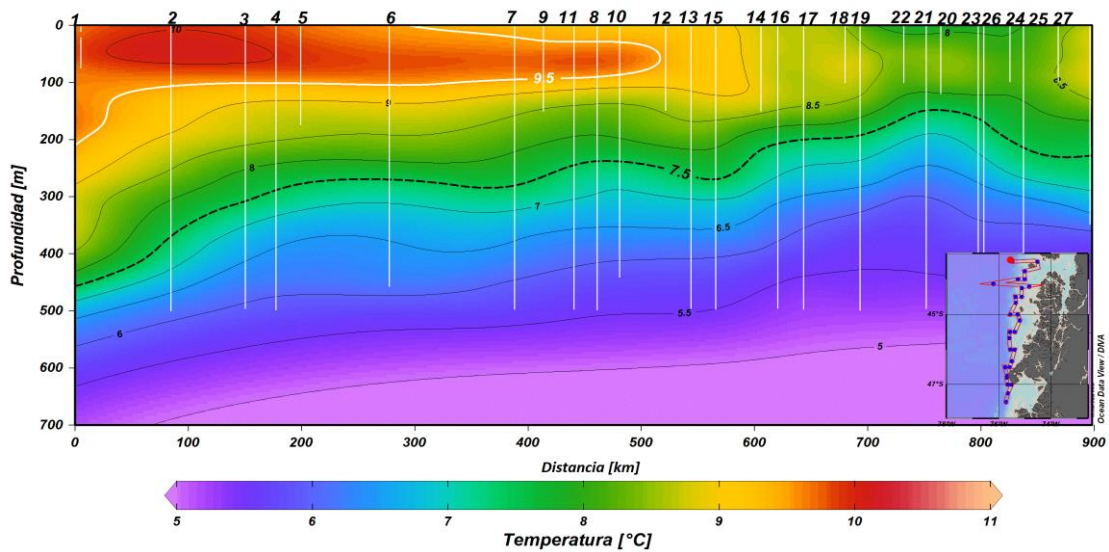


Figura 71. Secci3n latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2014.

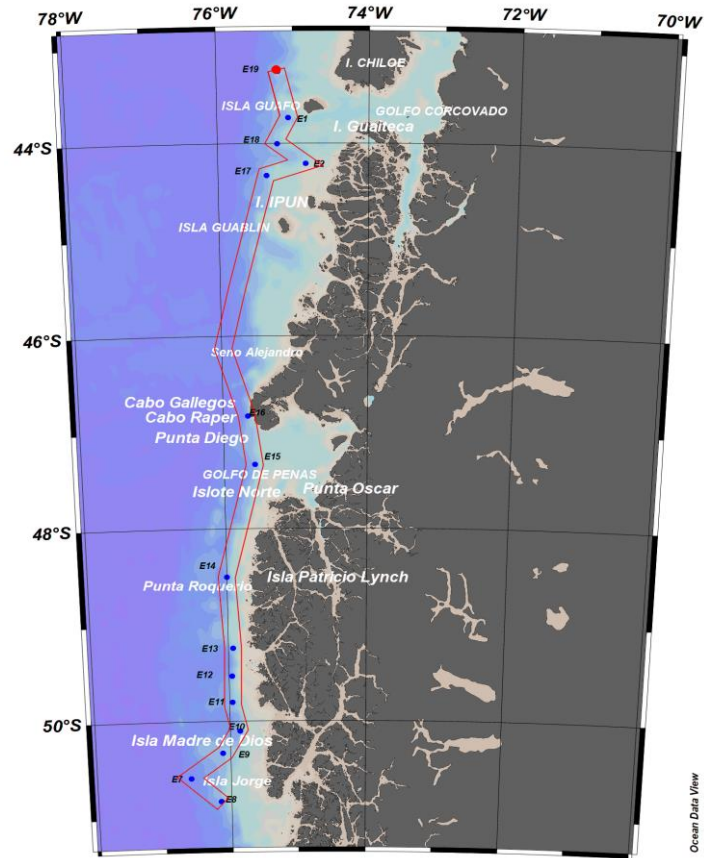


Figura 72. Distribuci3n de las estaciones de CTD para el 2015 y secci3n latitudinal de las variables oceanogr3ficas.

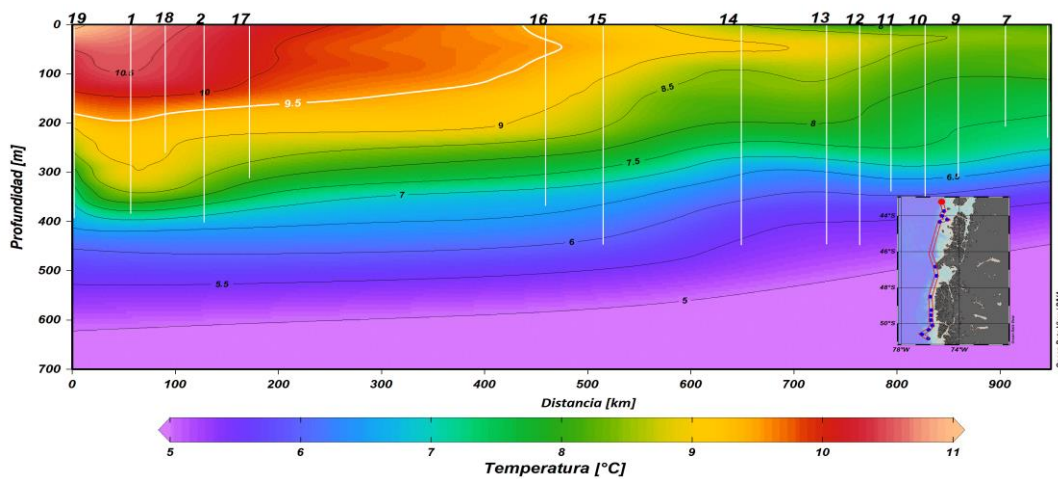


Figura 73. Secci3n latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2015.

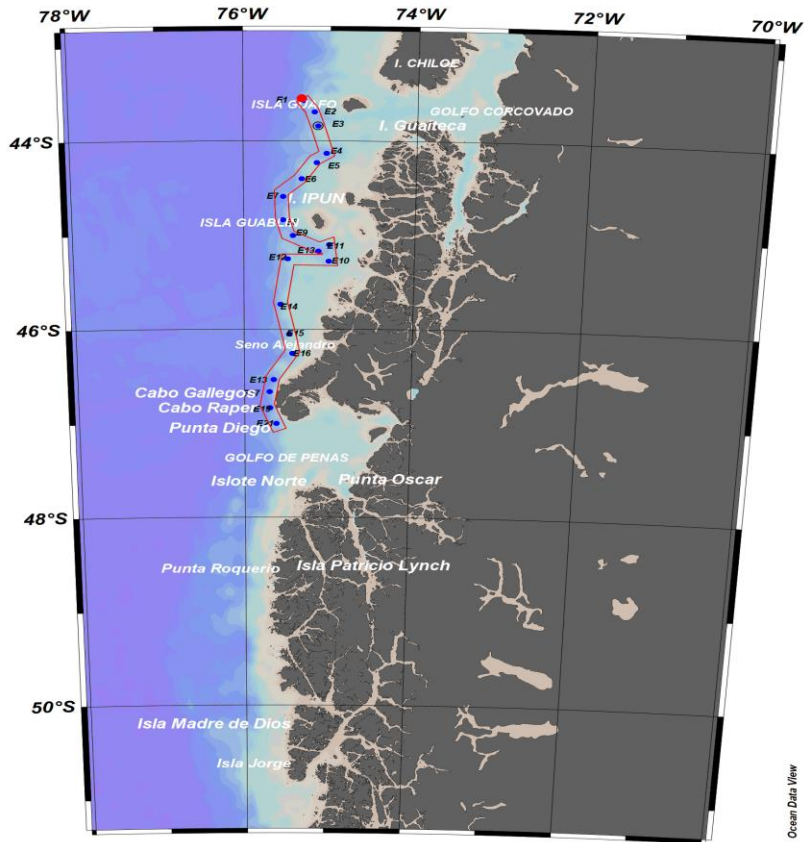


Figura 74. Distribuci3n de las estaciones de CTD para el 2016 y secci3n latitudinal de las variables oceanogr3ficas.

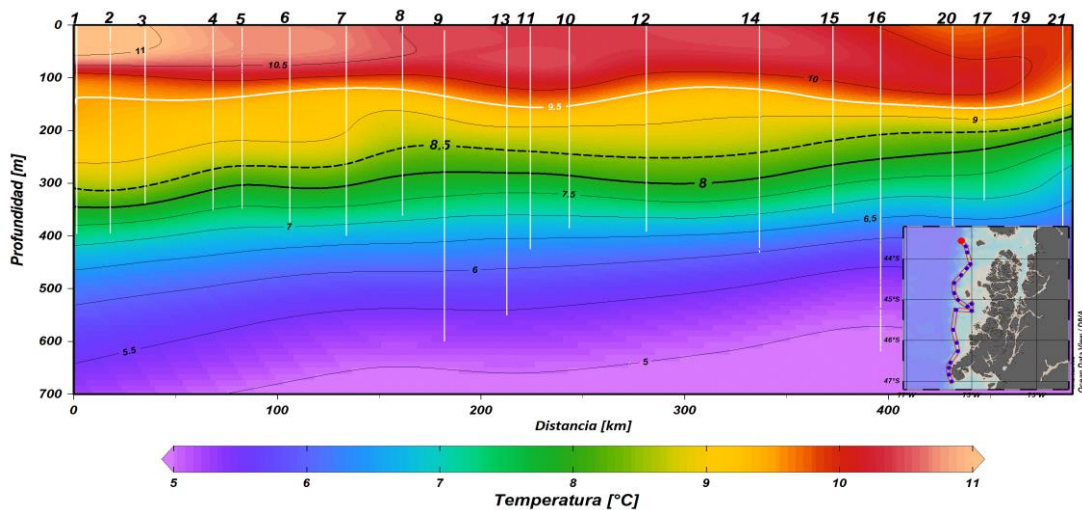


Figura 75. Secci3n latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2016.

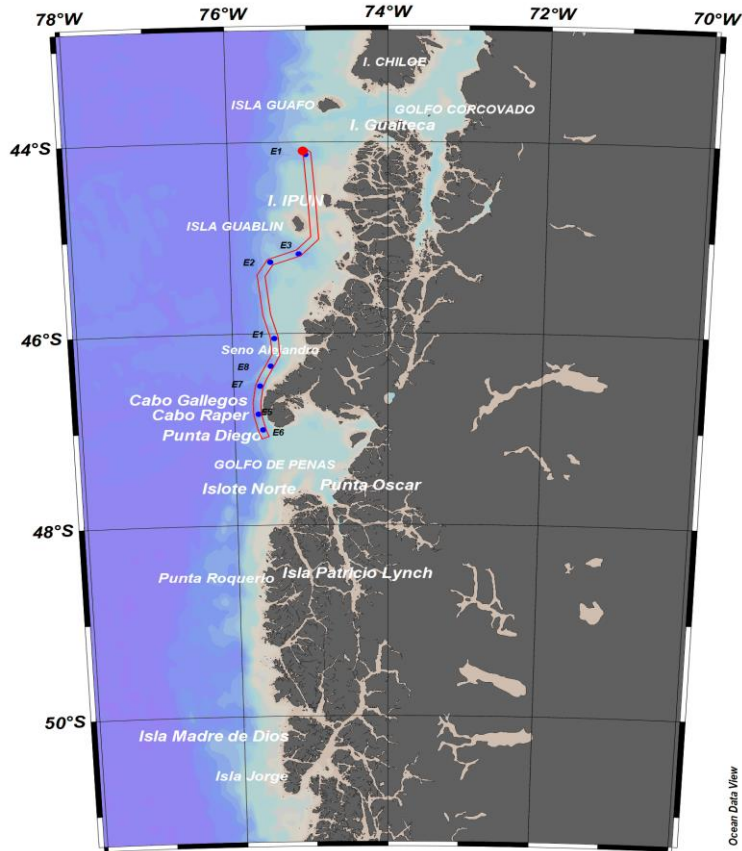


Figura 76. Distribuci3n de las estaciones de CTD para el 2017 y secci3n latitudinal de las variables oceanogr3ficas.

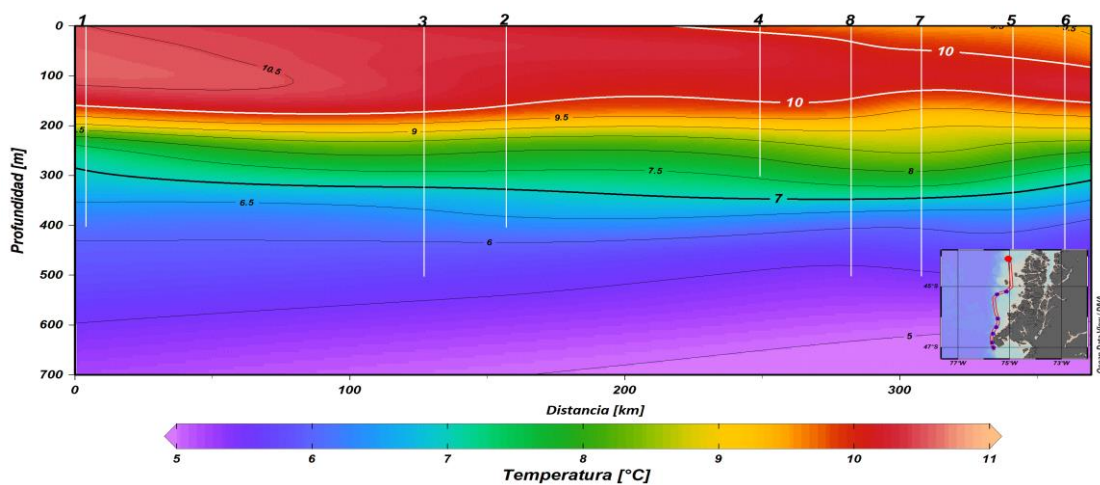


Figura 77. Secci3n latitudinal de temperatura de la columna de agua en ($^{\circ}$ C), para el 2017.

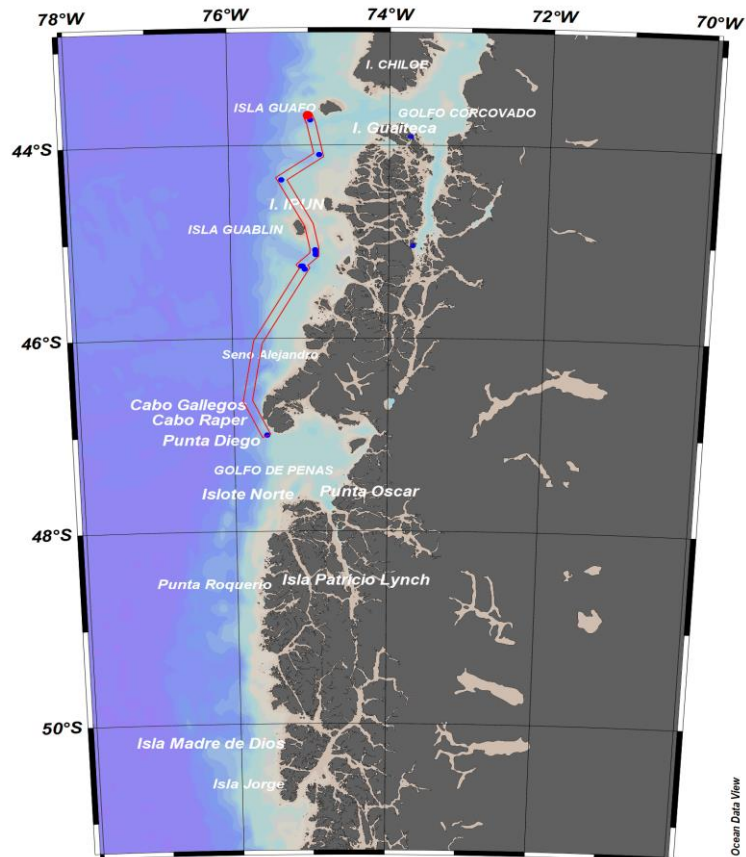


Figura 78. Distribuci3n de las estaciones de CTD para el 2018 y secci3n latitudinal de las variables oceanogr3ficas.

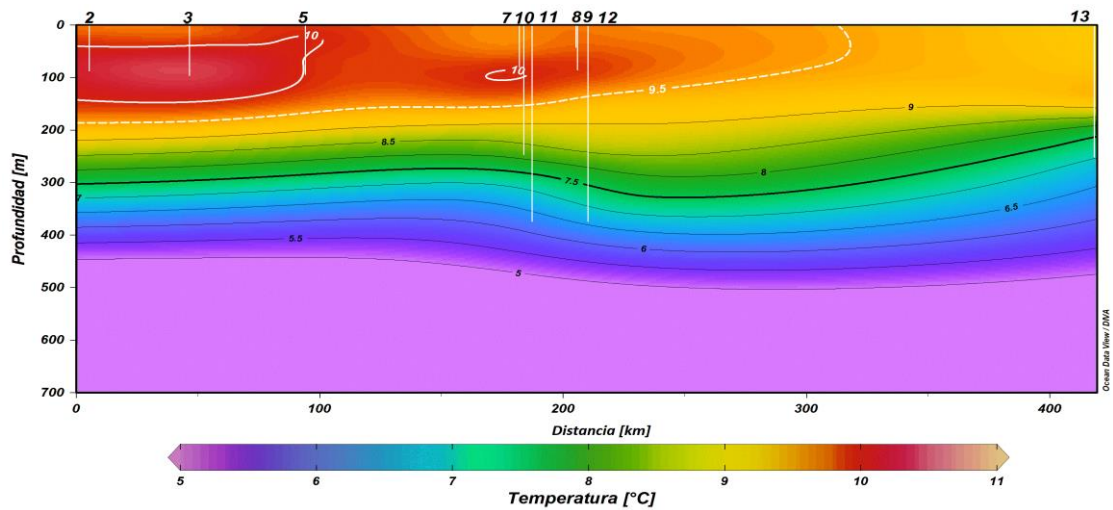


Figura 79. Secci3n latitudinal de temperatura de la columna de agua en ($^{\circ}\text{C}$), para el 2018.

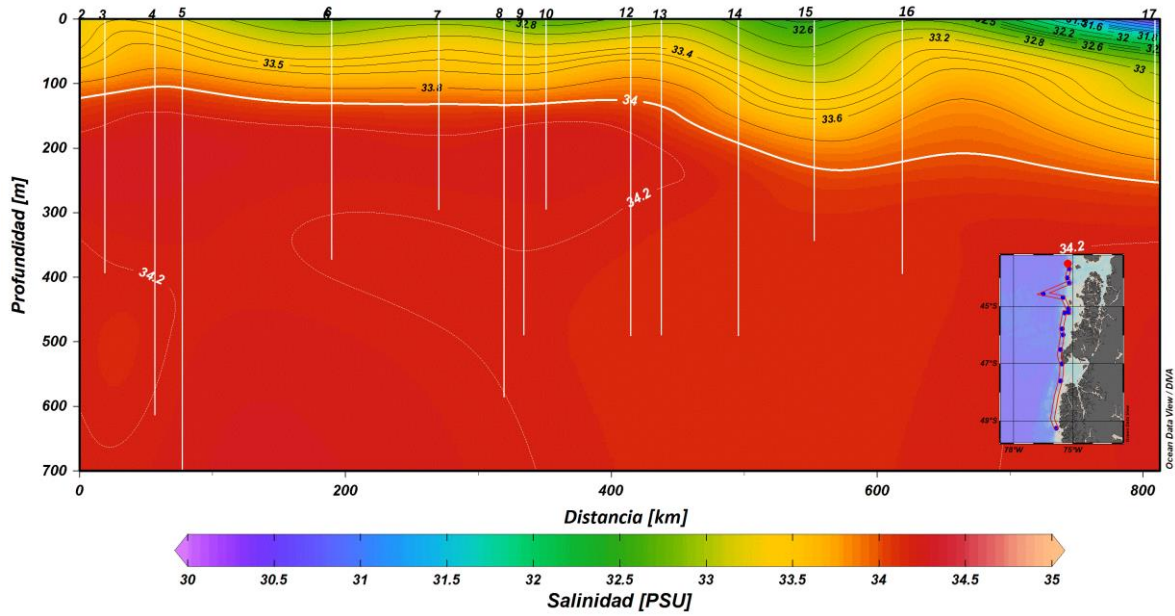


Figura 80. Secci3n latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2019.

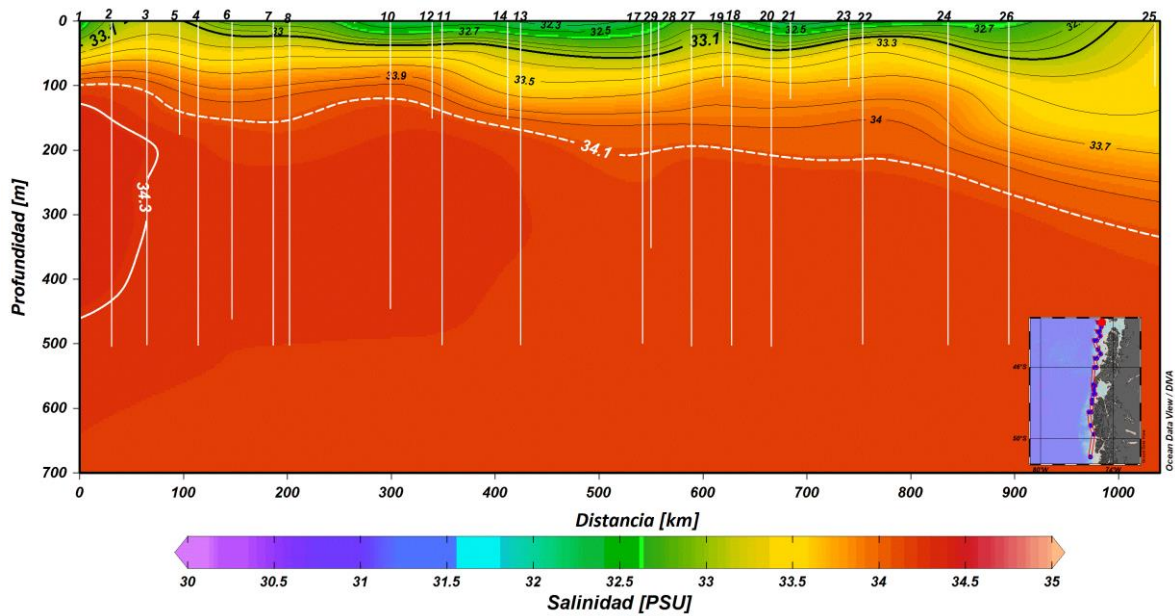


Figura 81. Secci3n latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2013.

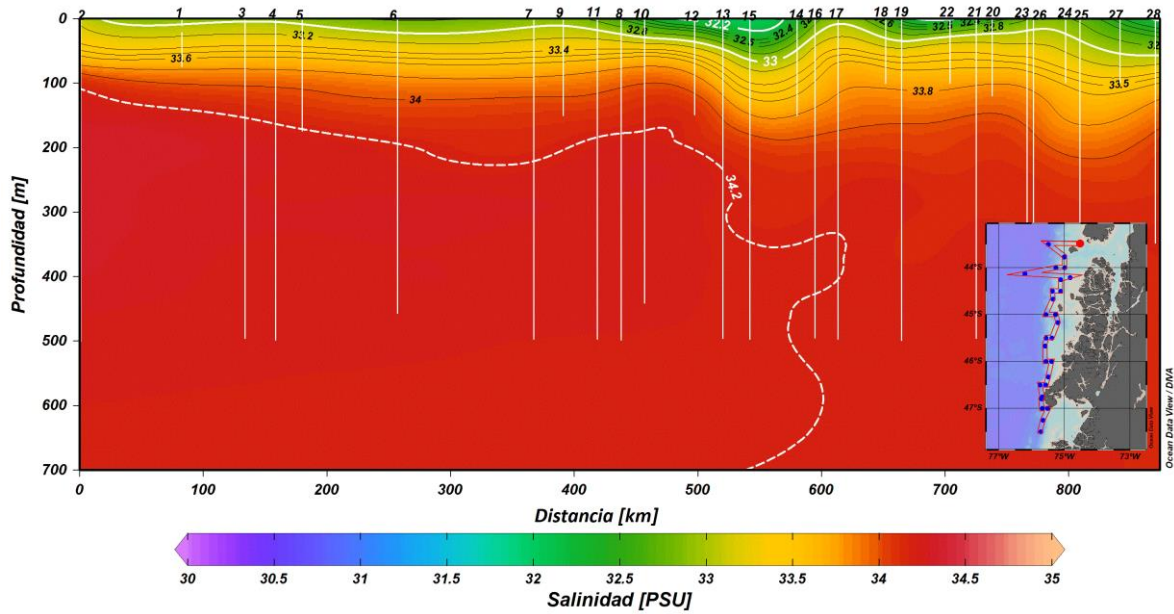


Figura 82. Secci3n latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2014.

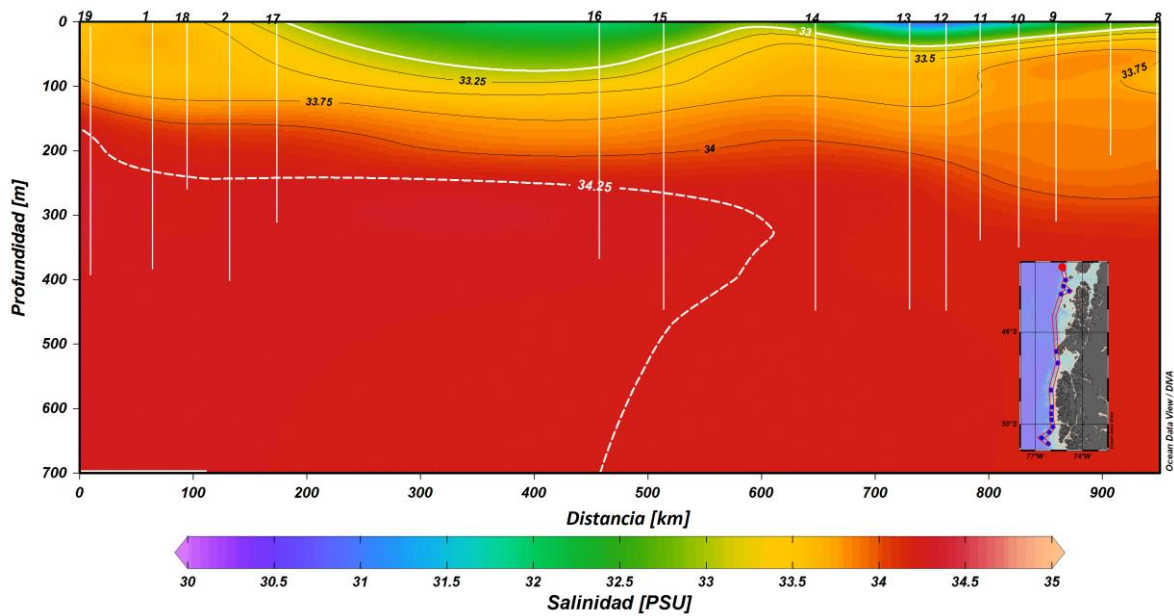


Figura 83. Secci3n latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2015.

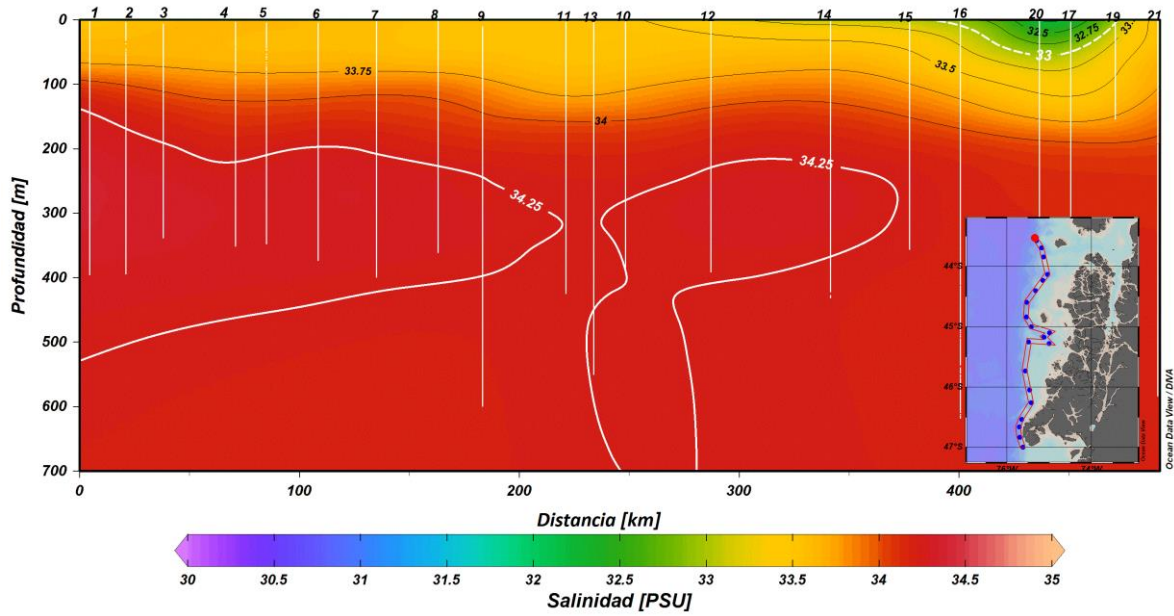


Figura 84. Secci3n latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2016.

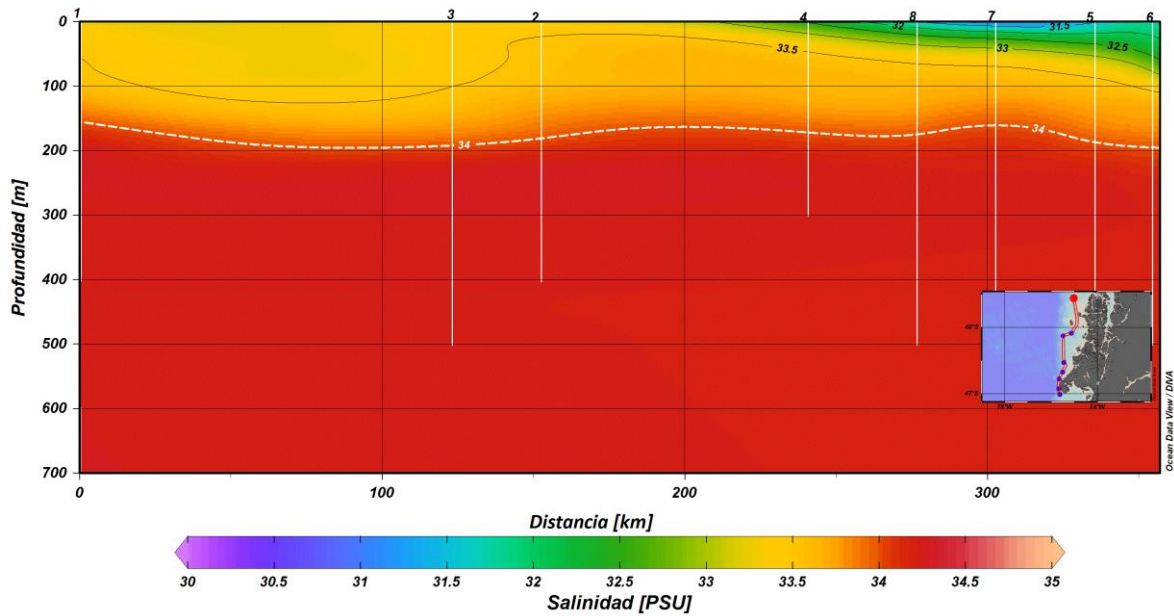


Figura 85. Secci3n latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2017.

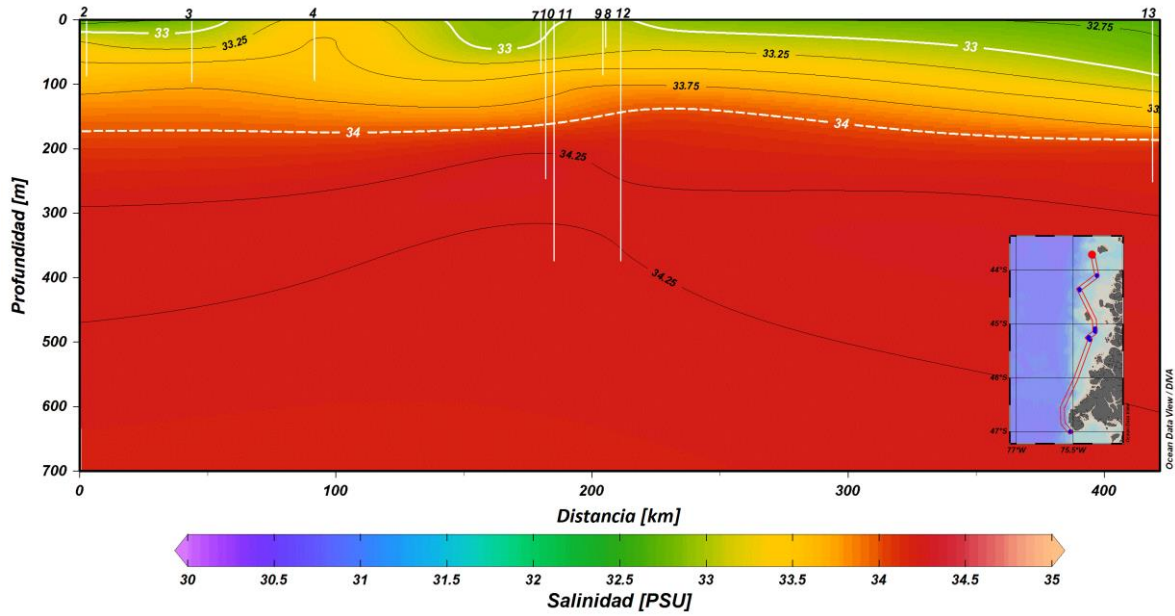


Figura 86. Secci3n latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2018.

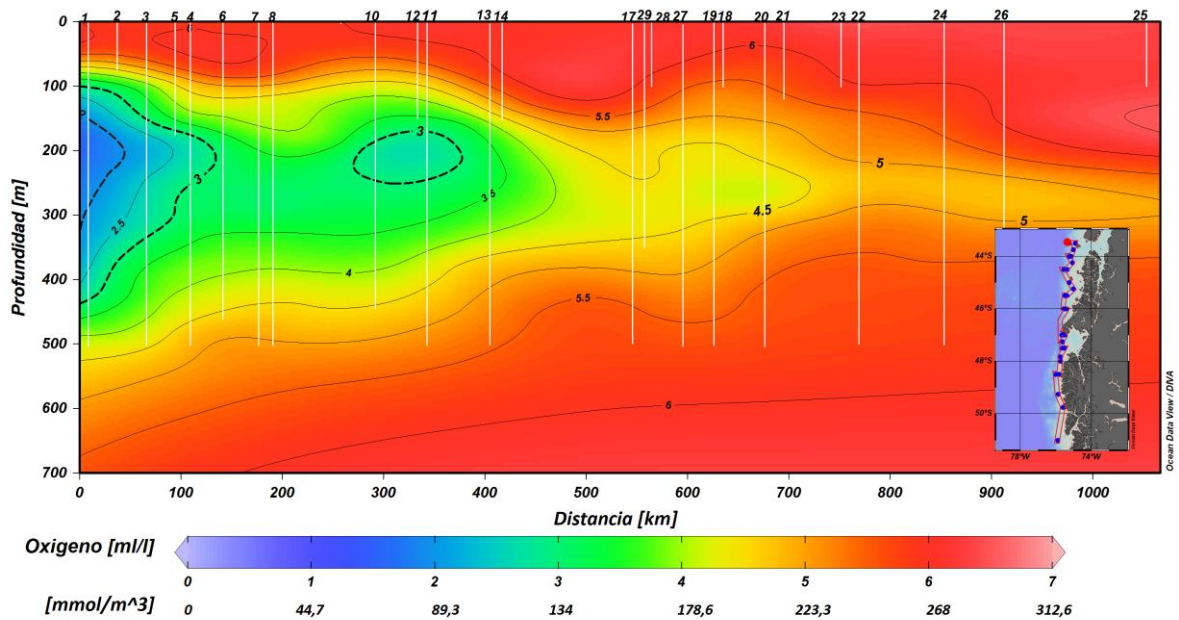


Figura 87. Secci3n latitudinal de concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2013.

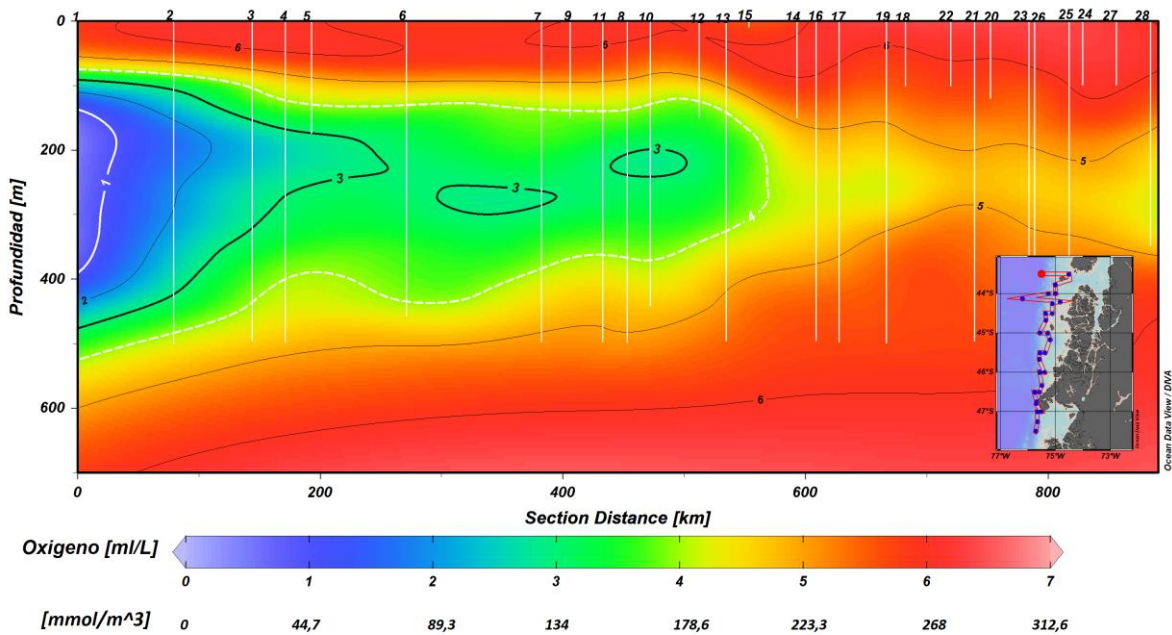


Figura 88. Secci3n latitudinal de concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2014.

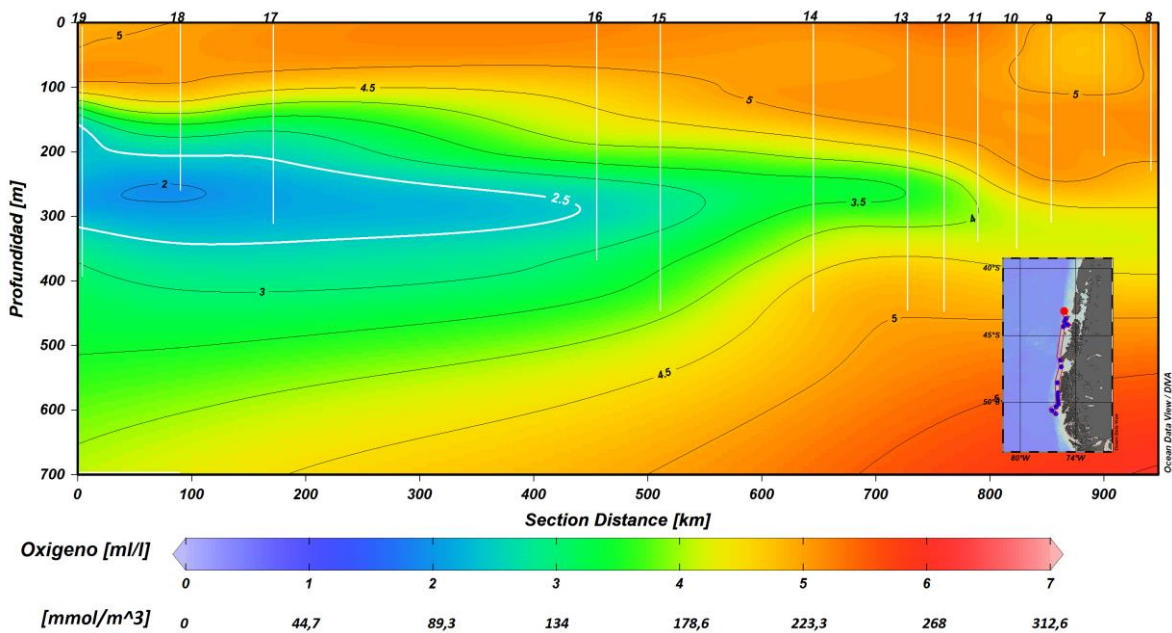


Figura 89. Secci3n latitudinal de concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2015.

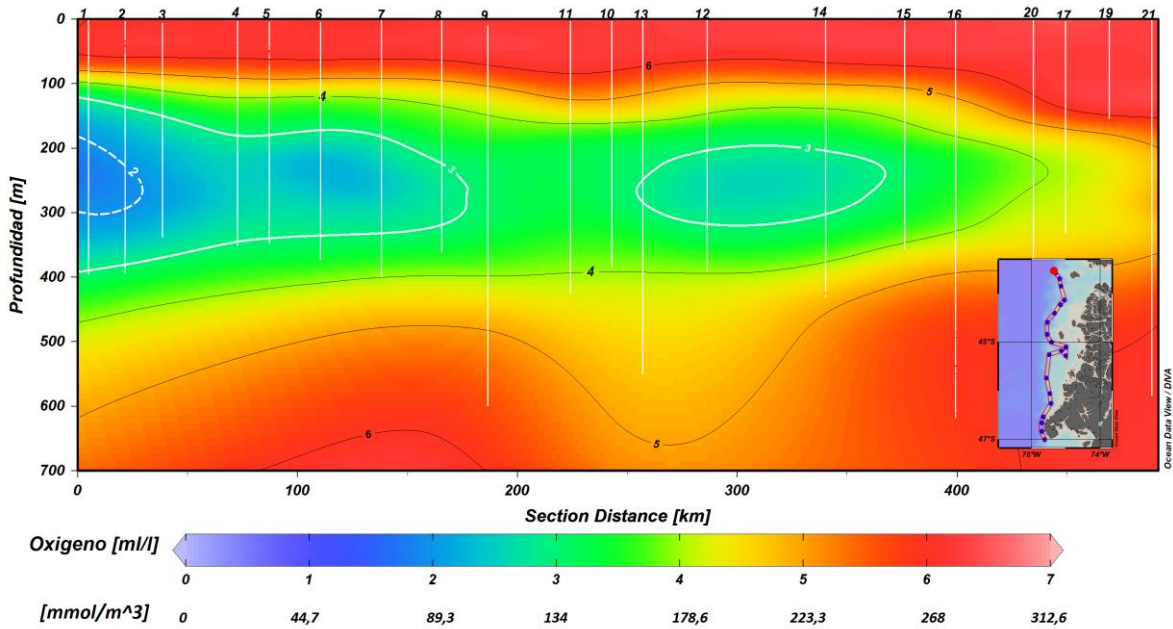


Figura 90. Secci3n latitudinal de concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2016.

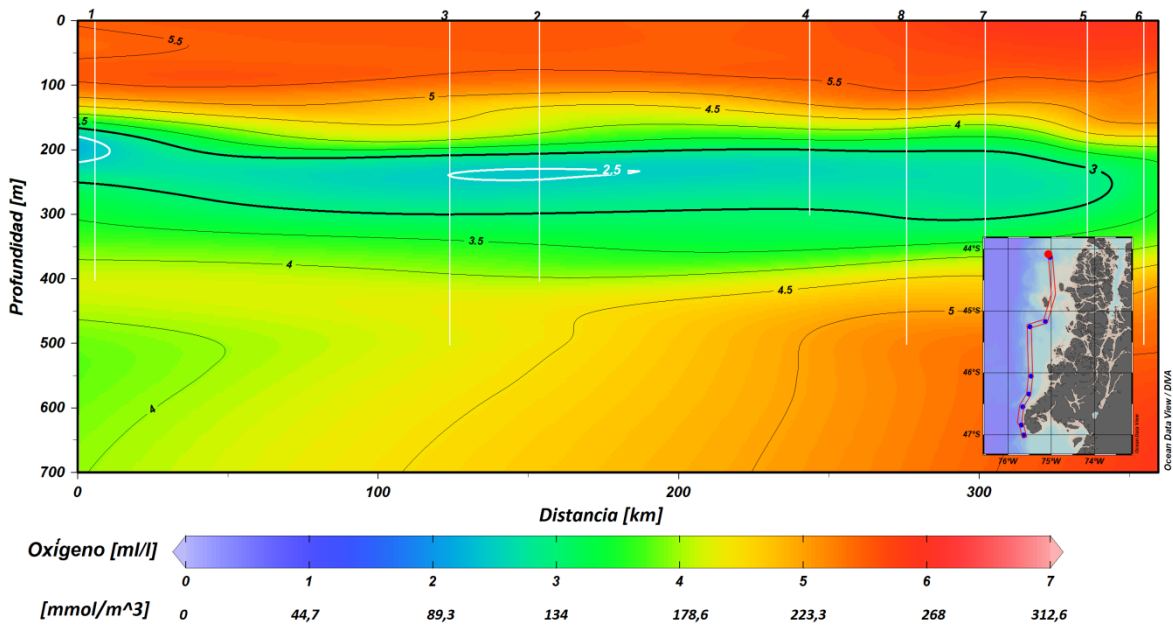


Figura 91. Secci3n latitudinal de concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2017.

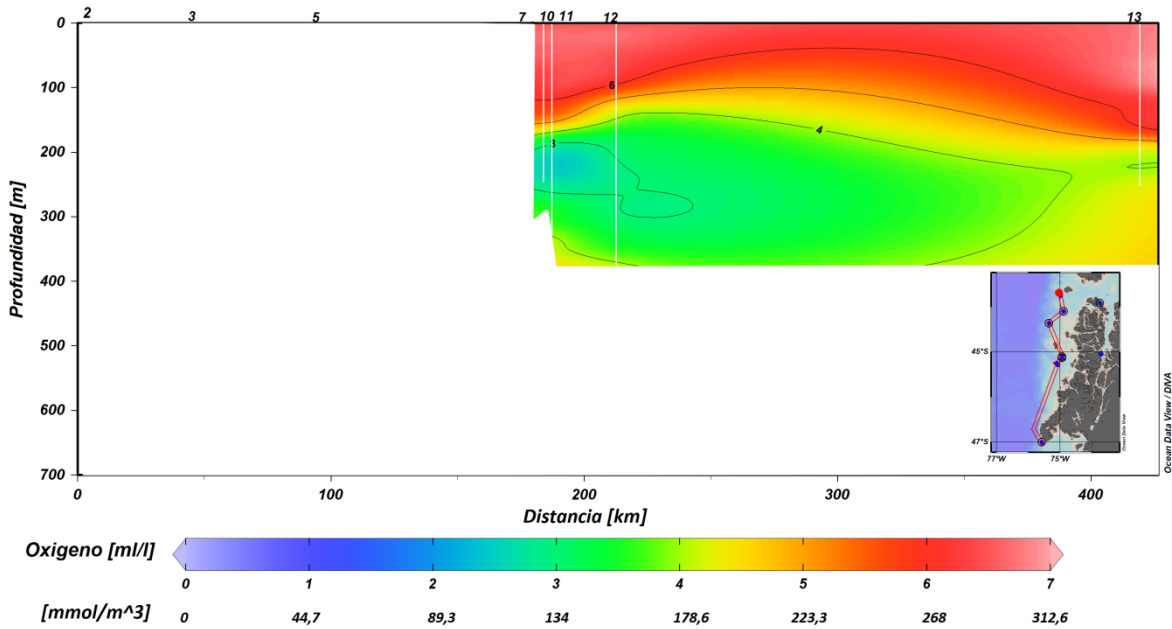


Figura 92. Secci3n latitudinal de concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2018.

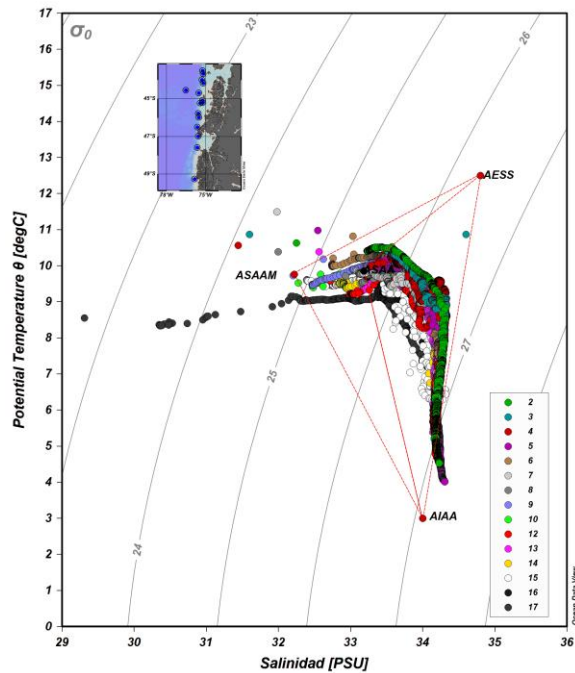


Figura 93. Diagrama T-S campaa 2019.

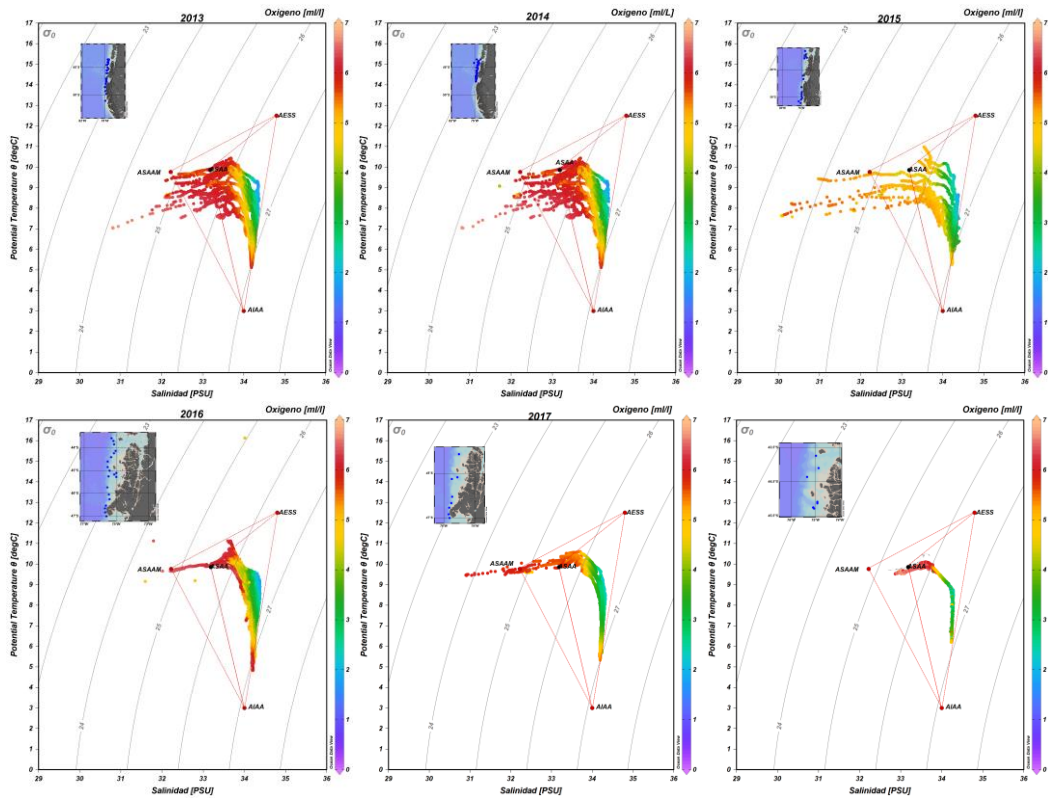
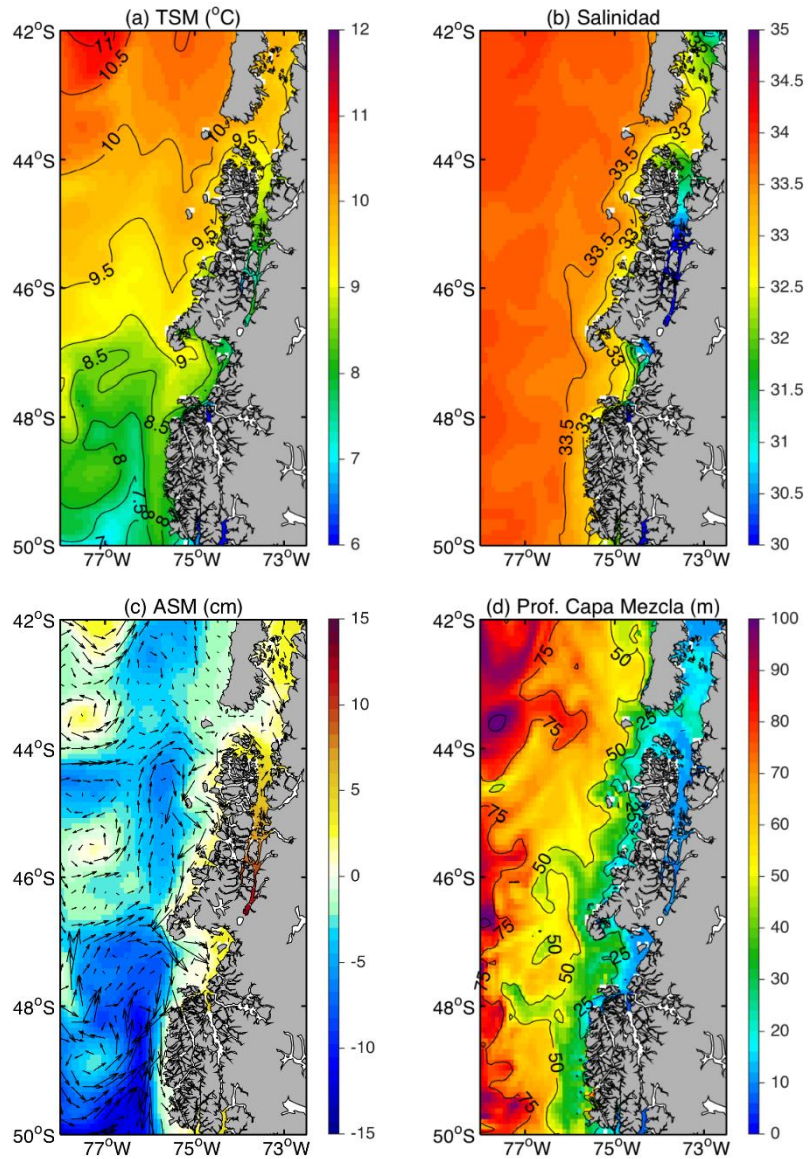
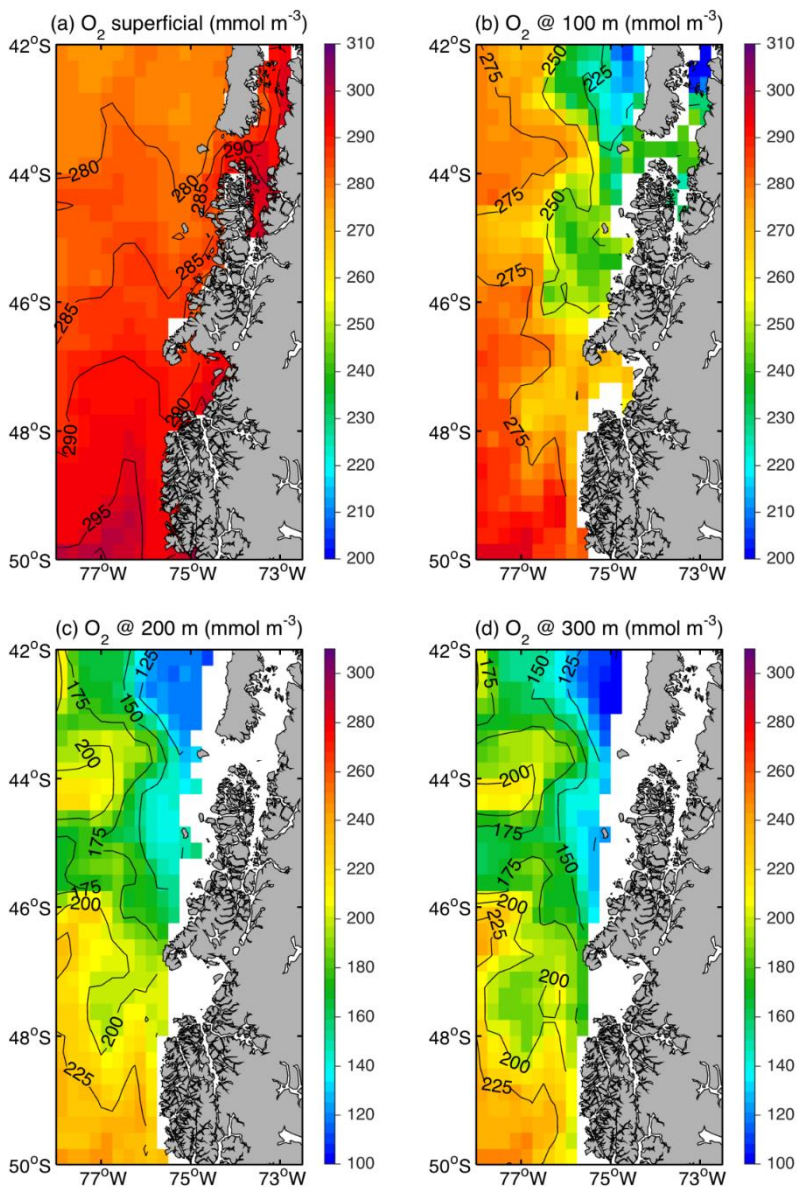


Figura 94. Diagramas T-S de las campa#nas hist3ricas entre el 2013 y 2018.



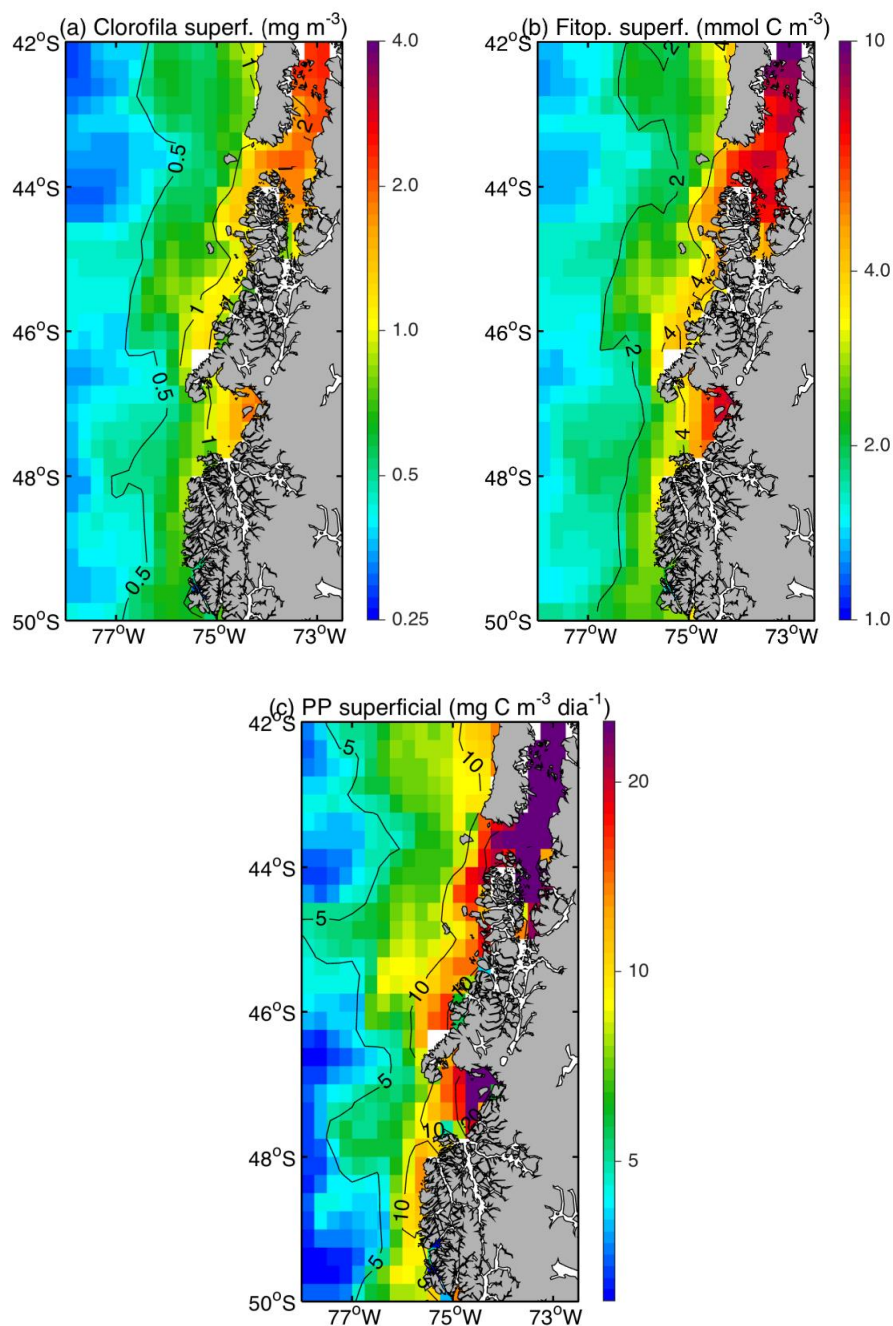
Fuente: GLOBAL ANALYSIS FORECAST PHY_001_024, E.U. Copernicus Marine Service Information.

Figura 95. Patrones de (a) TSM(Temperatura Superficial del Mar), (b) Salinidad superficial, (c) altura superficial del mar y corrientes superficiales, y (d) profundidad de capa de mezcla (basada en σ_θ) durante el agosto del 2019.



Fuente: GLOBAL ANALYSIS FORECAST BIO_001_028, E.U. Copernicus Marine Service Information.

Figura 96. Distribuci3n de ox3geno disuelto en (a) superficie, (b) 100 m, (c) 200 m, y (d) 300 m durante agosto del 2019.



Fuente: GLOBAL ANALYSIS FORECAST BIO_001_028, E.U. Copernicus Marine Service Information.

Figura 97. Patrones superficiales de (a) clorofila, (b) fitoplancton, (c) producci3n primaria, y (d) profundidad de capa mezcla durante agosto del 2019.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

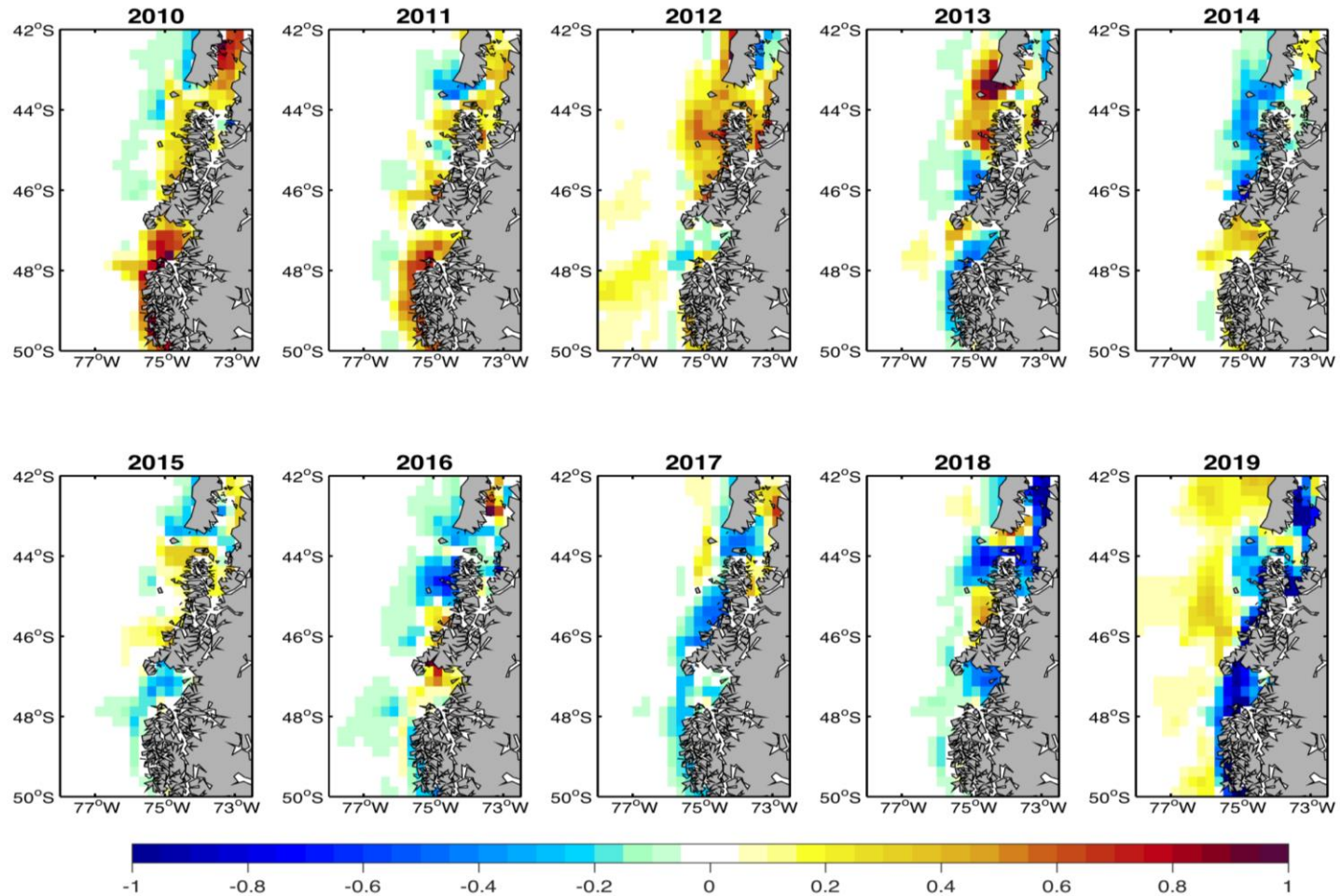


Figura 98. Anomalías de la clorofila superficial (mg/m^3) de Agosto durante el periodo 2010-2019.

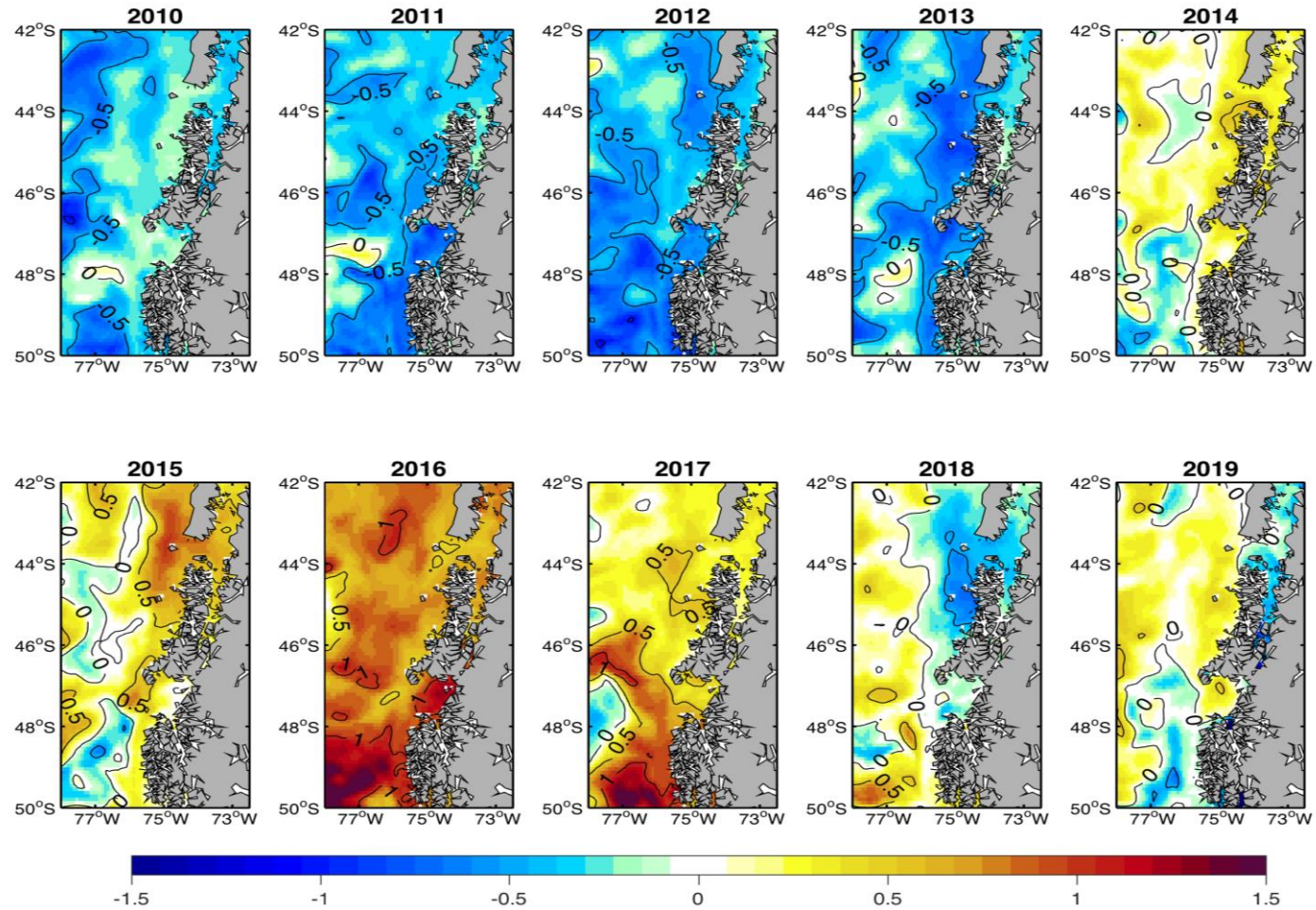


Figura 99. Anomalias de la TSM (°C) de Agosto durante el periodo 2010-2019.

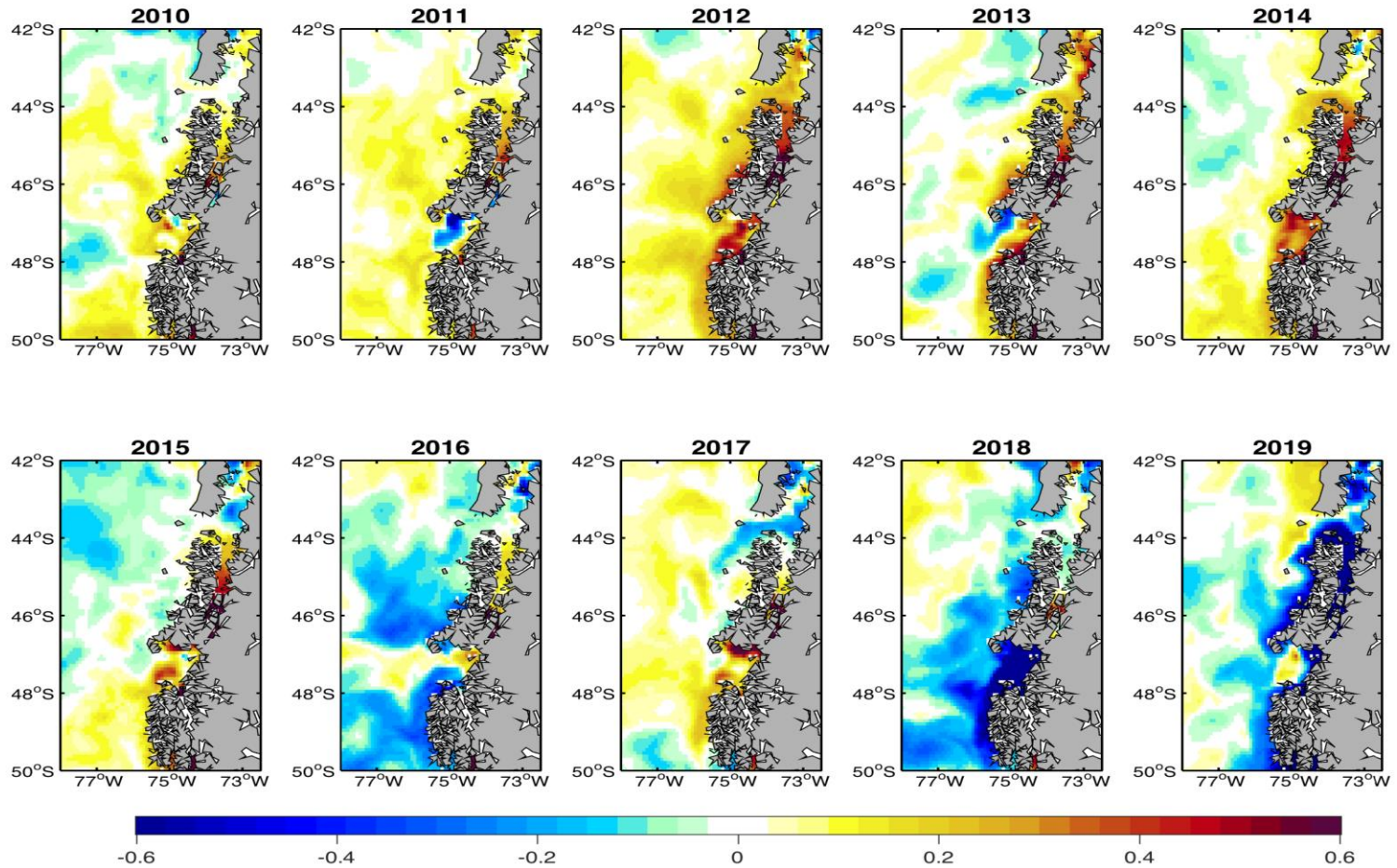


Figura 100.

Anomalías de la salinidad superficial de Agosto durante el periodo 2010-2019.

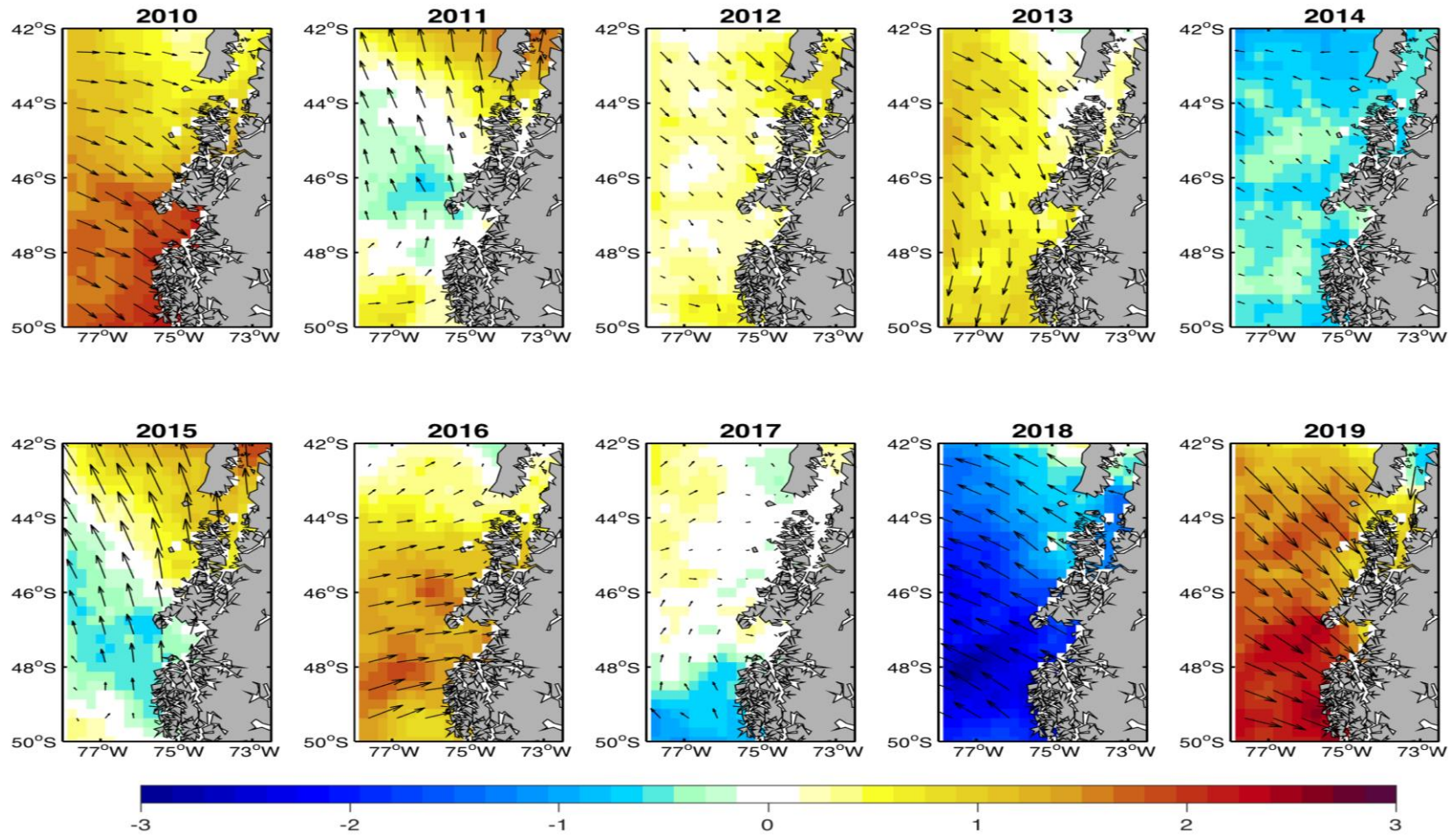


Figura 101. Anomalías del viento (m s^{-1}) de Agosto durante el periodo 2010-2019.

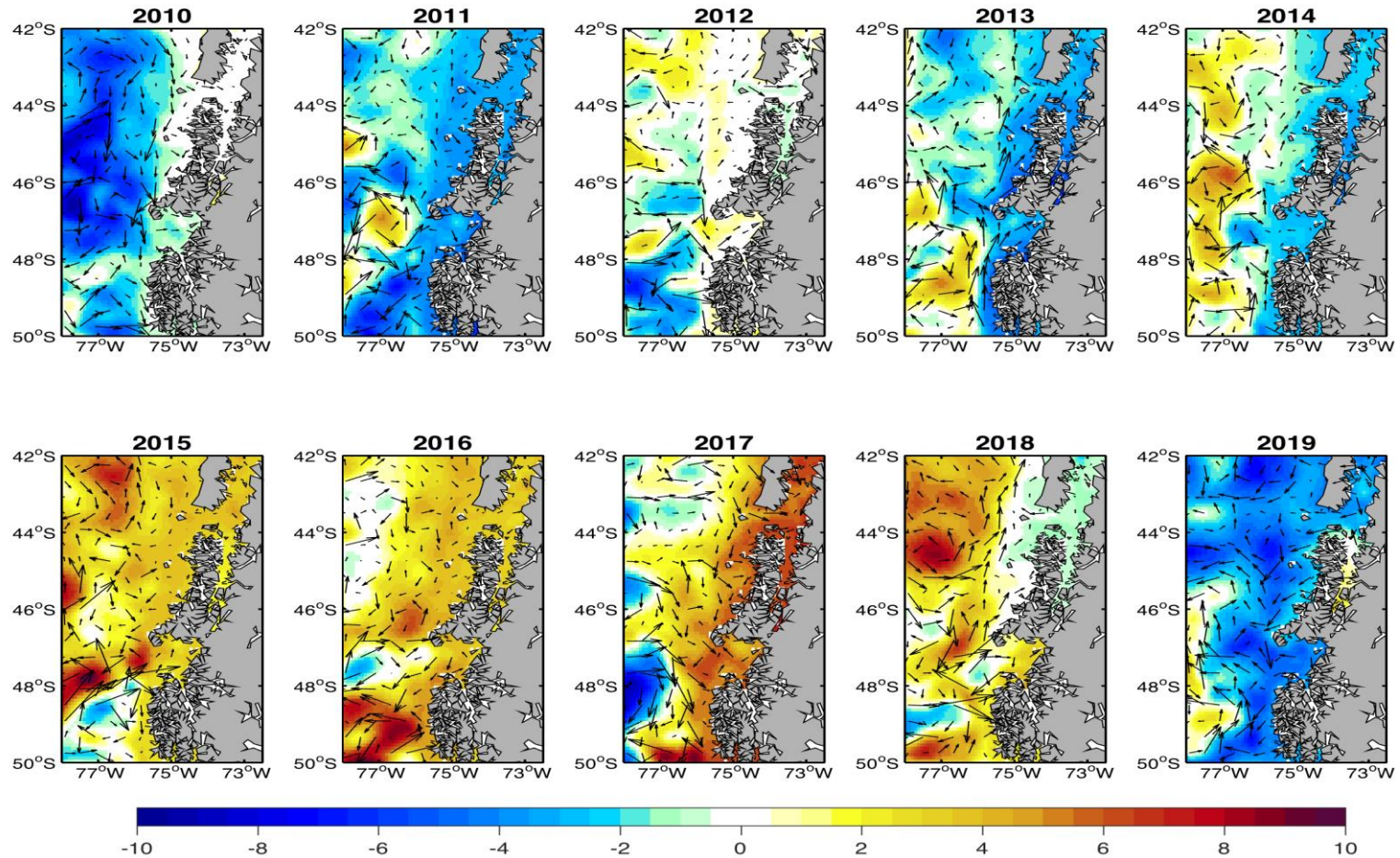


Figura 102. Anomalías de la altura superficial del mar (cm) de Agosto durante el periodo 2010-2019. Vectores indican anomalías de las corrientes superficiales.

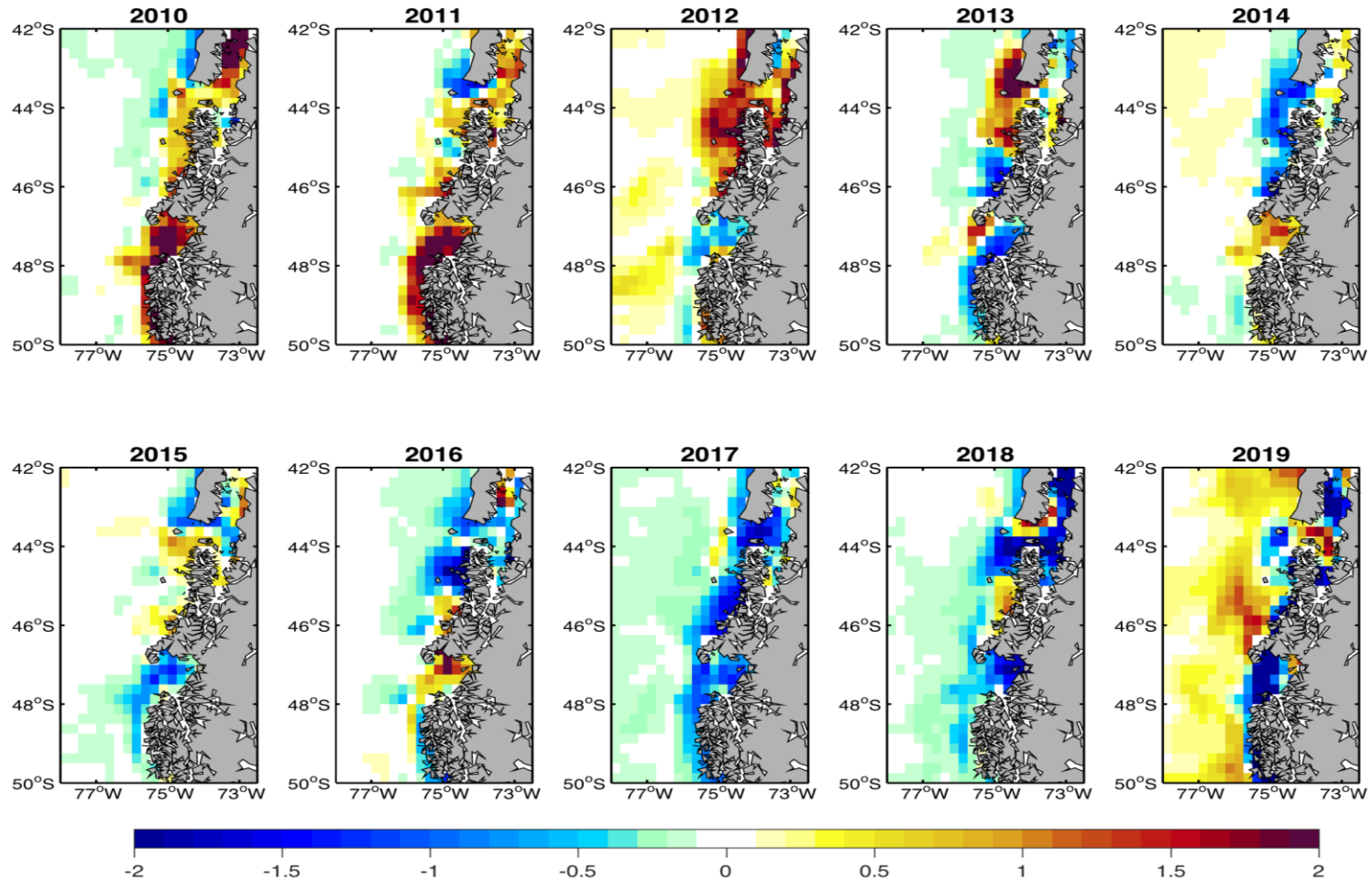


Figura 103. Anomalías de la concentración de fitoplancton superficial (mmol C m^{-3}) de Agosto durante el periodo 2010-2019.

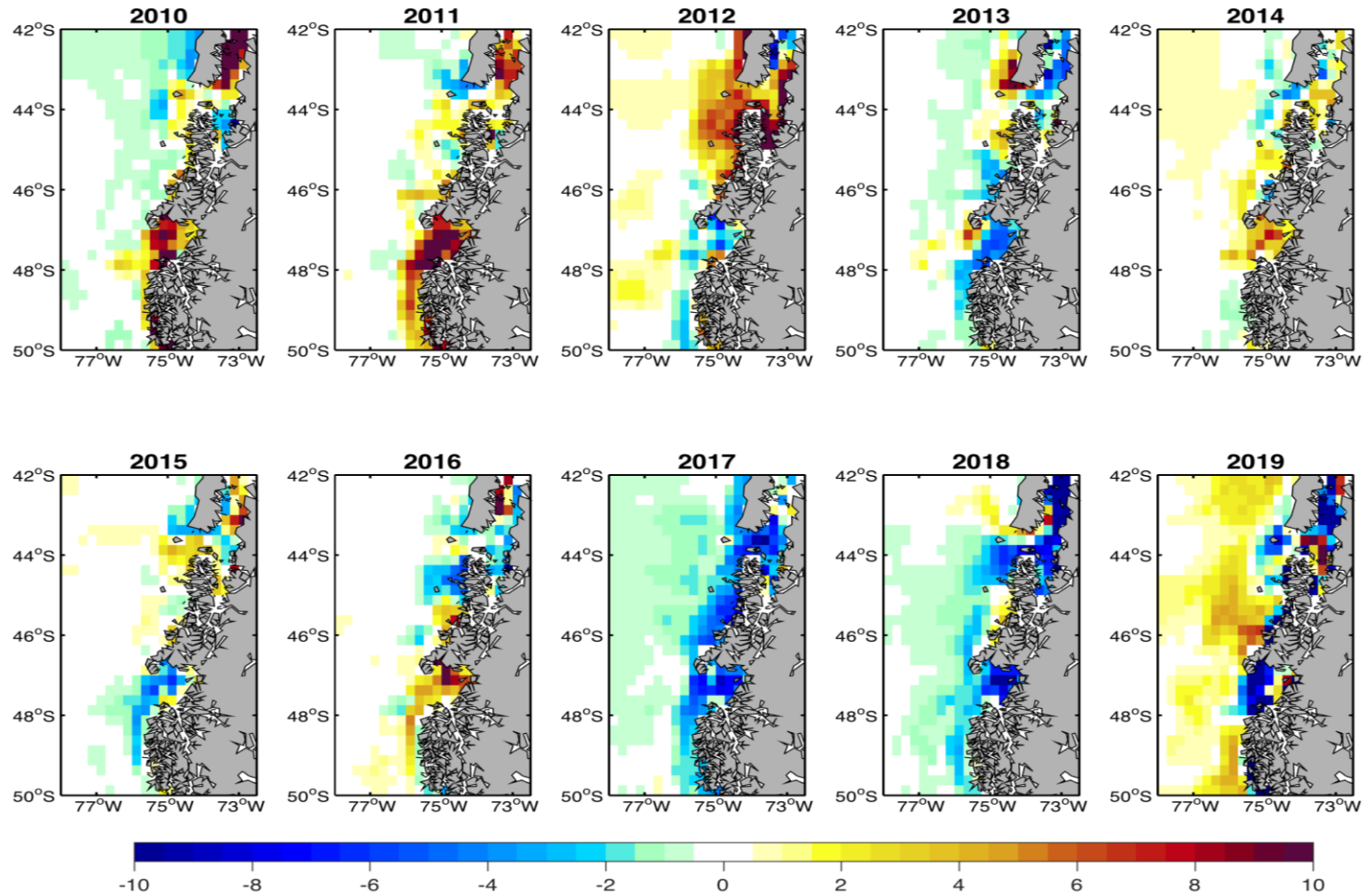


Figura 104. Anomalías de la producción primaria superficial ($\text{mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$) de Agosto durante el periodo 2010-2019.

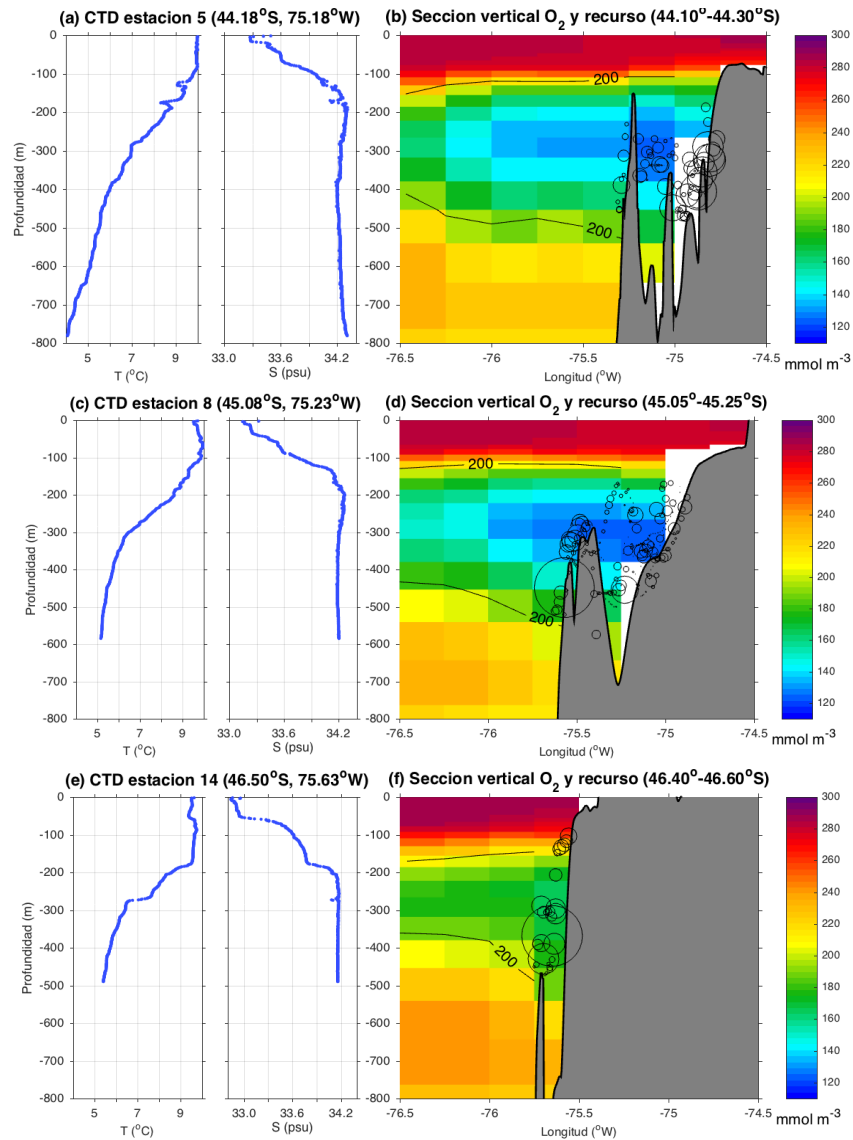


Figura 105. Perfiles verticales de temperatura (T , °C) y salinidad (S , psu), y (b,d,f) secciones de oxígeno disuelto ($\mu\text{mol m}^{-3}$) con SA de merluza del sur (círculos negros, tamaño proporcional al S_a) a diferentes rango latitudinales durante agosto del 2019. Patrones de oxígeno disuelto fueron derivado del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product.

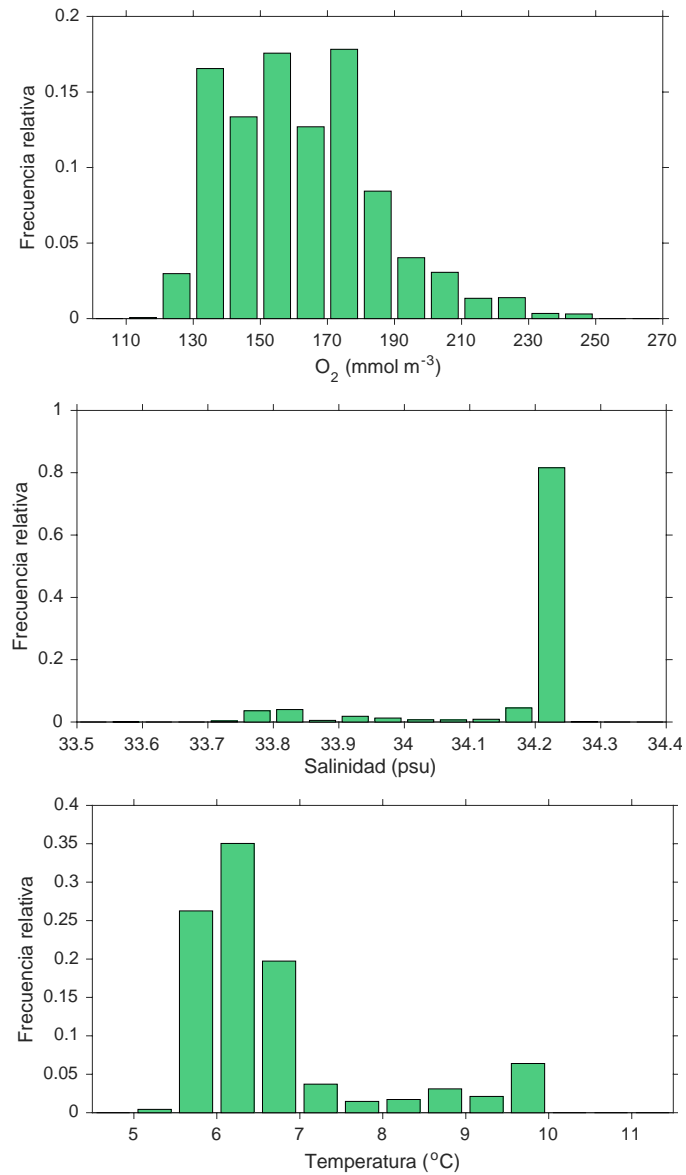


Figura 106. Histograma de frecuencia de oxígeno disuelto (O_2), salinidad y temperatura a la profundidad media de las agregaciones de merluza del sur entre $43^{\circ}S$ y $47^{\circ}S$ durante prospección 2019. Las distribuciones de frecuencia fueron ponderada por el Sa. Valores de O_2 fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product. Valores de salinidad y temperatura fueron derivados de HYCOM + NCODA Global 1/12°.

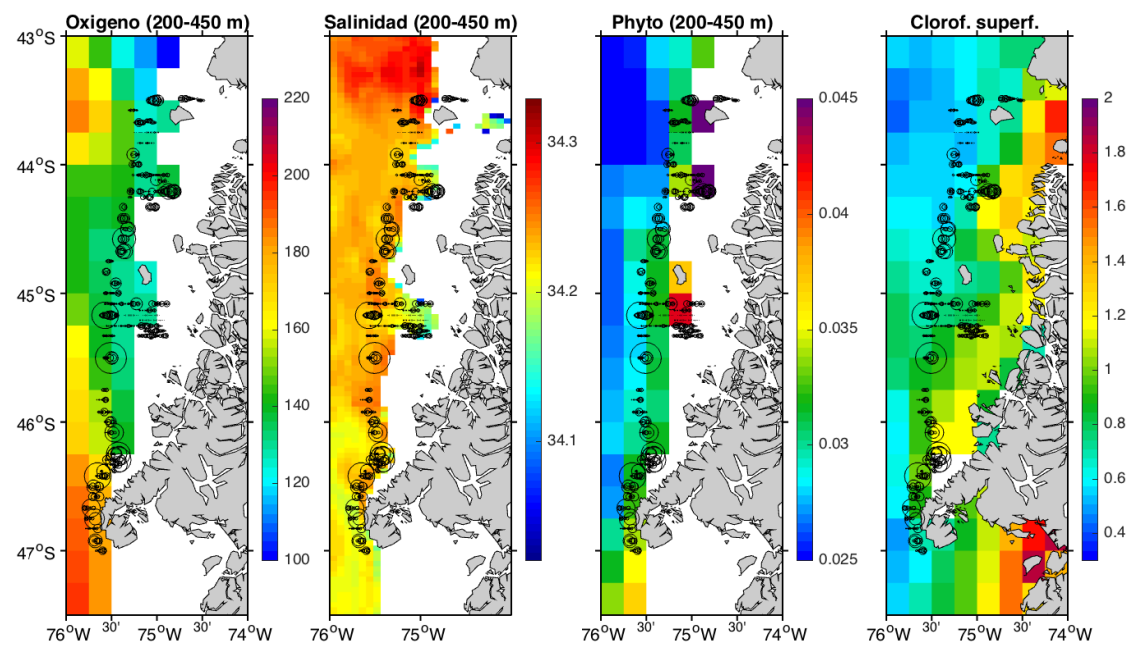


Figura 107. Patrones horizontales de oxígeno, salinidad y fitoplancton subsuperficial (200-450 m) y clorofila superficial y distribución del Sa de merluza del sur durante crucero 2019. Patrones de O₂, fitoplancton y clorofila fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product. Patrones de salinidad fueron derivados de HYCOM + NCODA Global 1/12°.

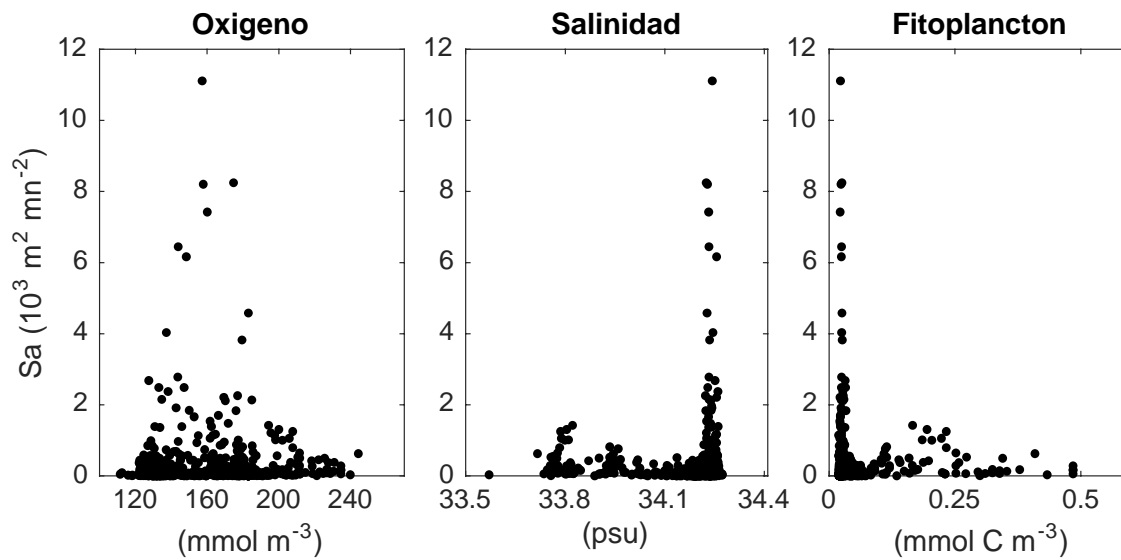


Figura 108. Relaciones del Sa de merluza del sur con salinidad, oxígeno y fitoplancton a la profundidad media de las agregaciones durante crucero de evaluación acústica 2019. Valores de oxígeno y fitoplancton fueron derivado del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product. Salinidad fue derivada de HYCOM + NCODA Global 1/12°.

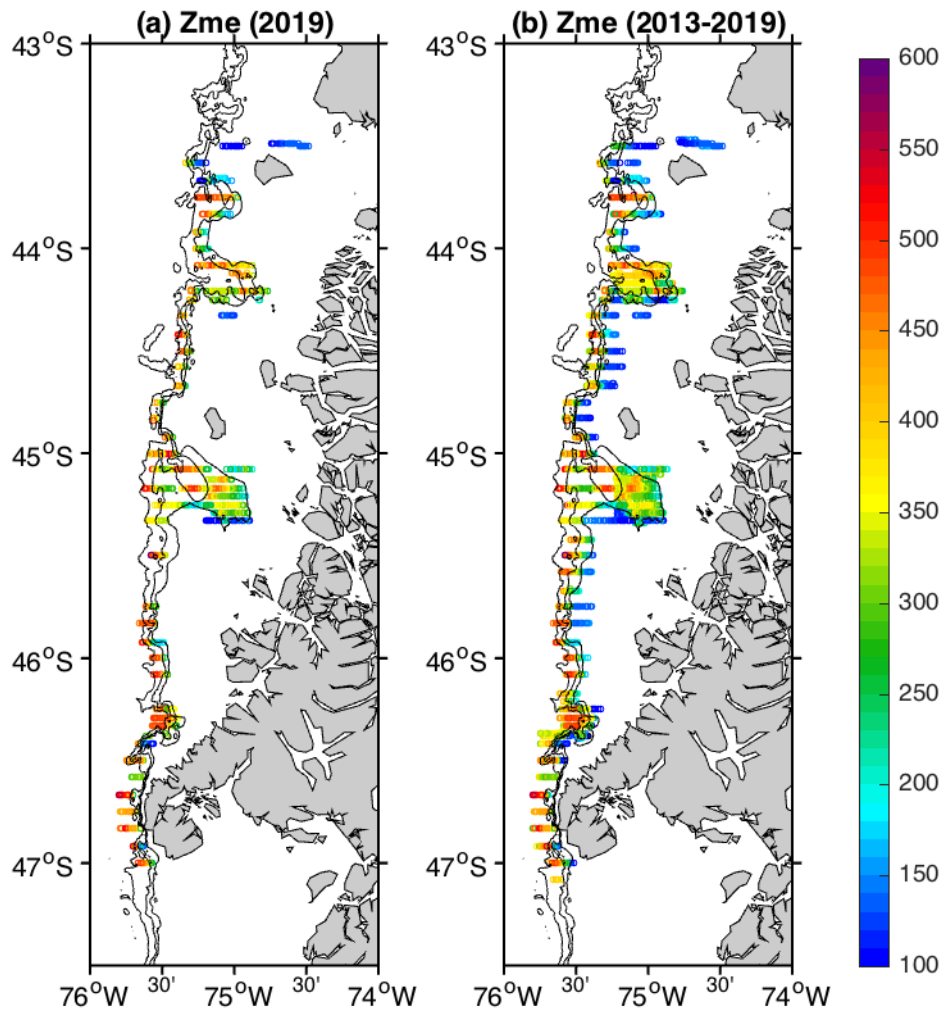


Figura 109. Profundidad media de las agregaciones (Zme) durante prospecci3n del (a) 2019 y (b) periodo 2013-2019. L3neas de contornos corresponden a las isobatas de 250, 500 y 1,000 m. Batimetr3a fue obtenida de la base de datos GEBCO_2019 (<https://www.gebco.net>).

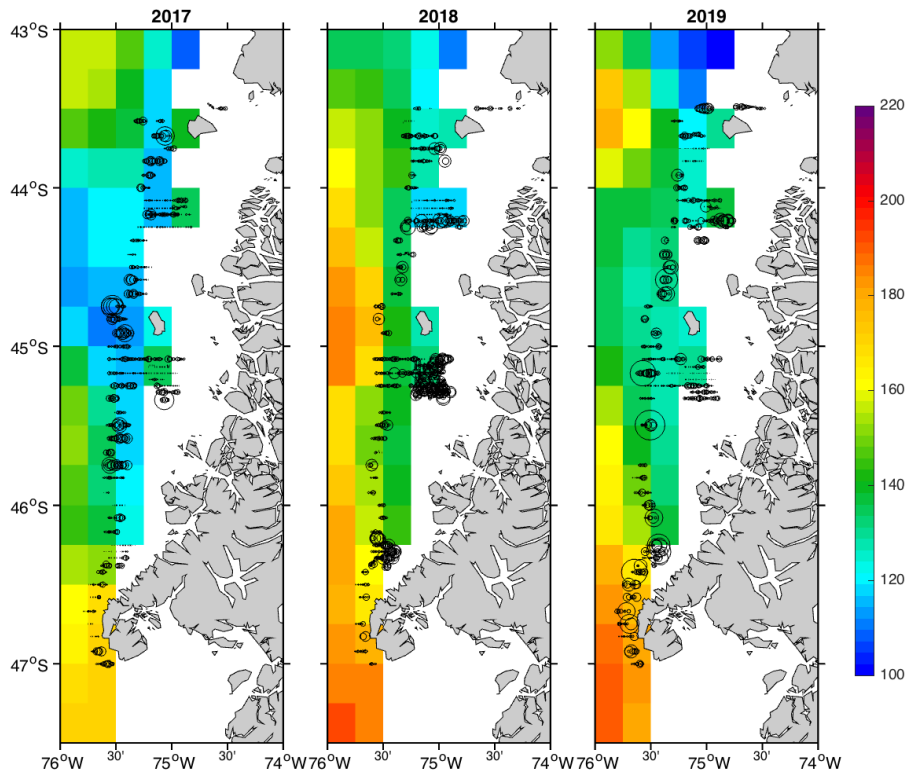


Figura 110. Concentraci3n de Ox3geno disuelto subsuperficial (200-450 m; color) y distribuci3n de merluza del sur (c3rculos negros, tama1o proporcional al Sa) durante prospecciones del periodo 2017-2019. Patrones de ox3geno fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product.

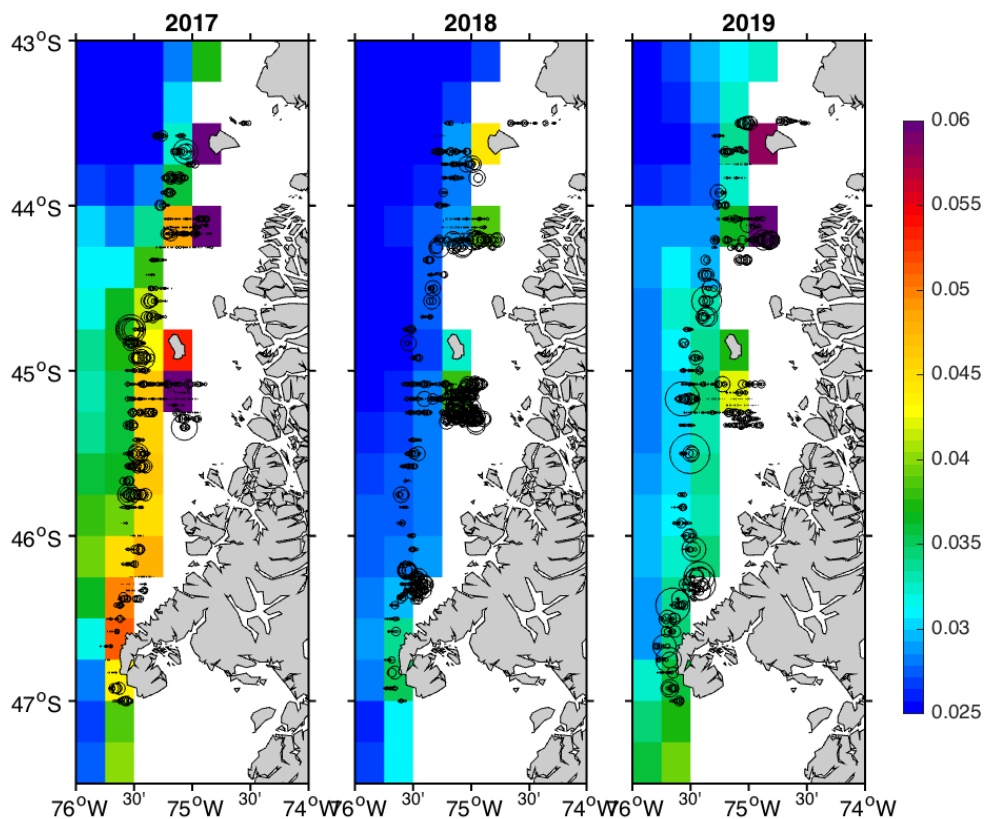


Figura 111. Concentraci3n de Fitoplancton subsuperficial (200-450 m; color) y distribuci3n de merluza del sur (c3rculos negros, tama1o proporcional al Sa) durante prospecciones del periodo 2017-2019. Patrones de fitoplancton fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product.

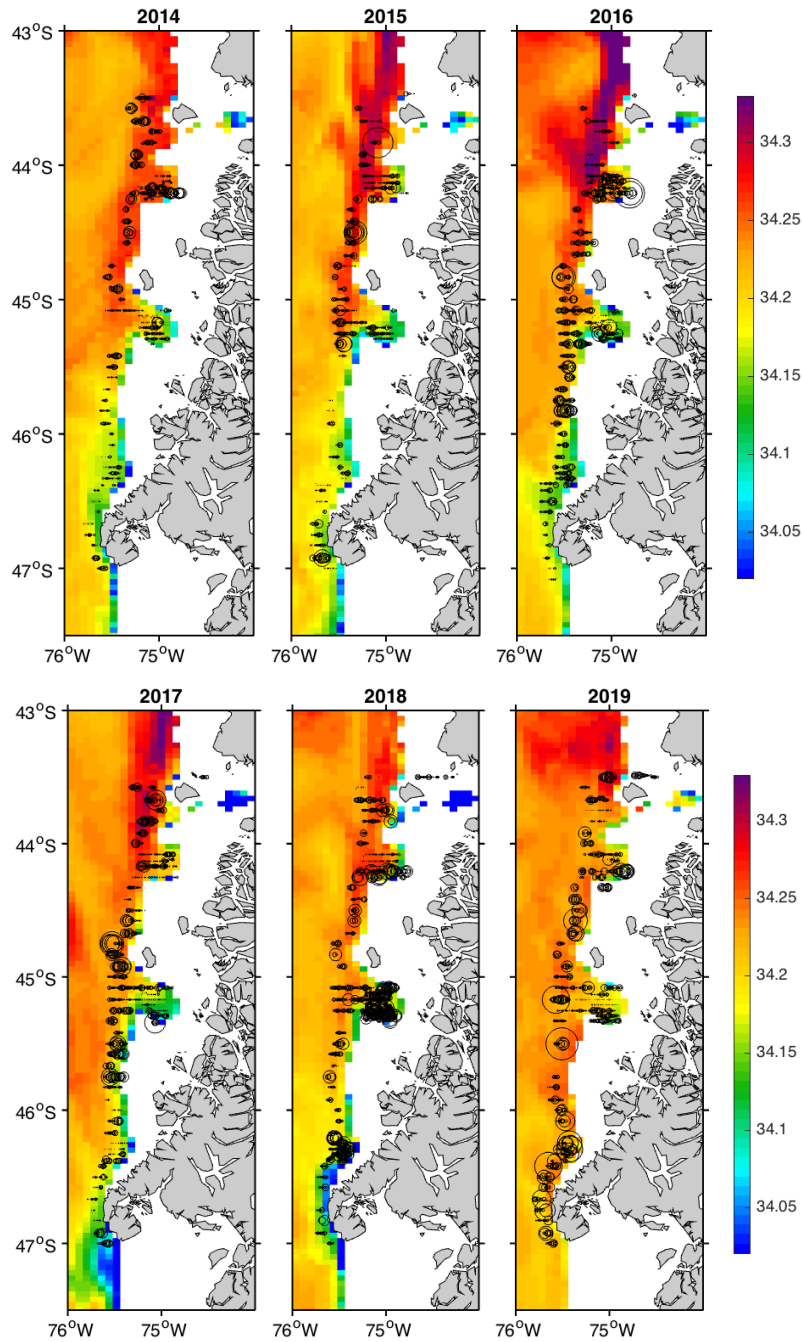


Figura 112. Salinidad sub-superficial (200-450 m; color) y distribuci3n de merluza del sur (c3rculos negros, tama1o proporcional al Sa) durante prospecciones del periodo 2014-2019. Patrones de salinidad fueron derivados de HYCOM + NCODA Global 1/12°.

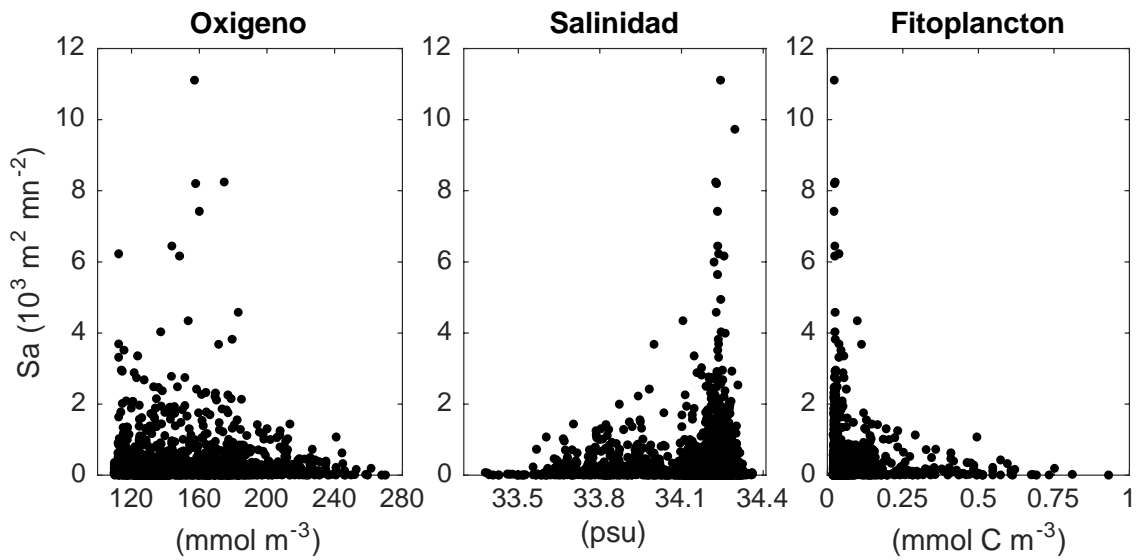


Figura 113. Relaciones hist3ricas del Sa de merluza del sur con la salinidad (2014-2019), ox3geno (2017-2019) y fitoplancton (2017-2019) a la profundidad media de las agregaciones. Valores de ox3geno y fitoplancton fueron derivado del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product. Salinidad fue derivada de HYCOM + NCODA Global 1/12°.

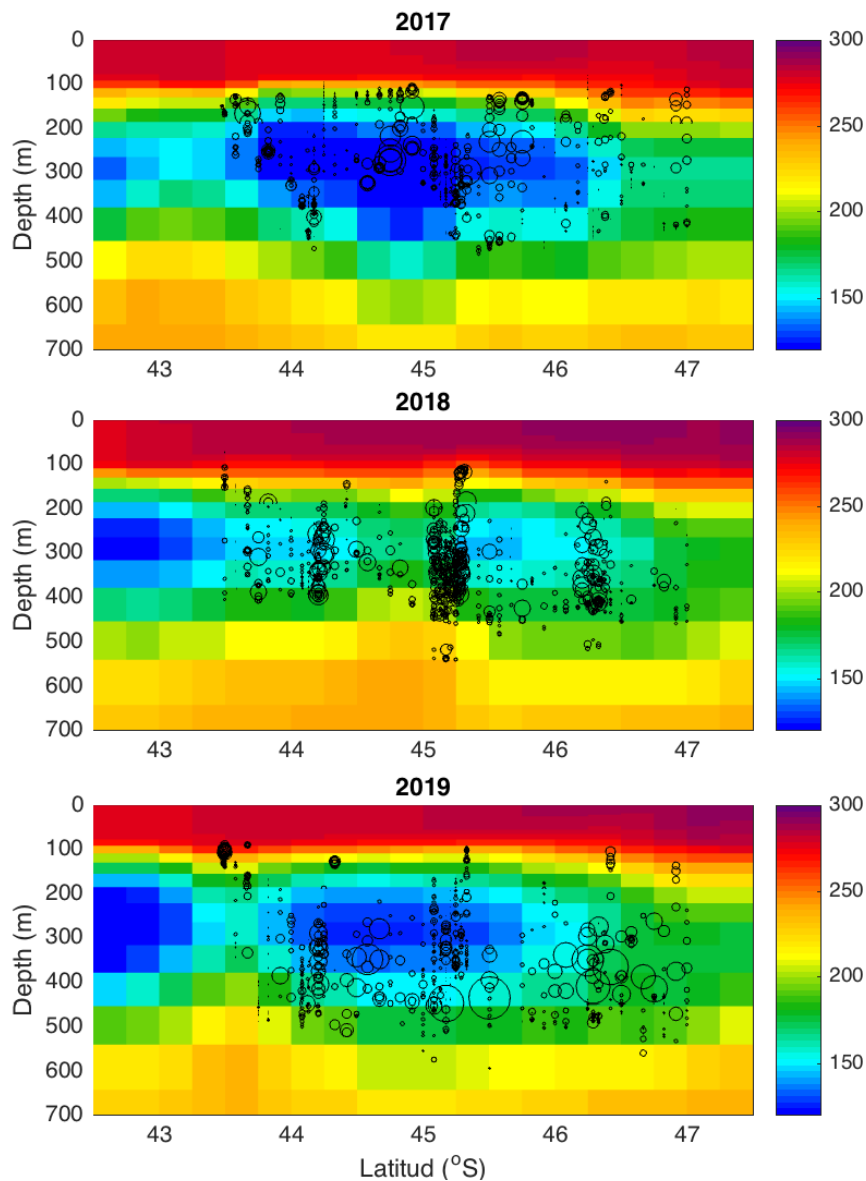


Figura 114. Secciones verticales de oxígeno disuelto del modelo biogeoquímico en 75.75°W y distribución vertical de merluza de sur (círculos negros; tamaño proporcional al Sa; se incluyen todos los registros del crucero) durante las prospecciones de 2017, 2018 y 2019. Patrones de oxígeno fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product.

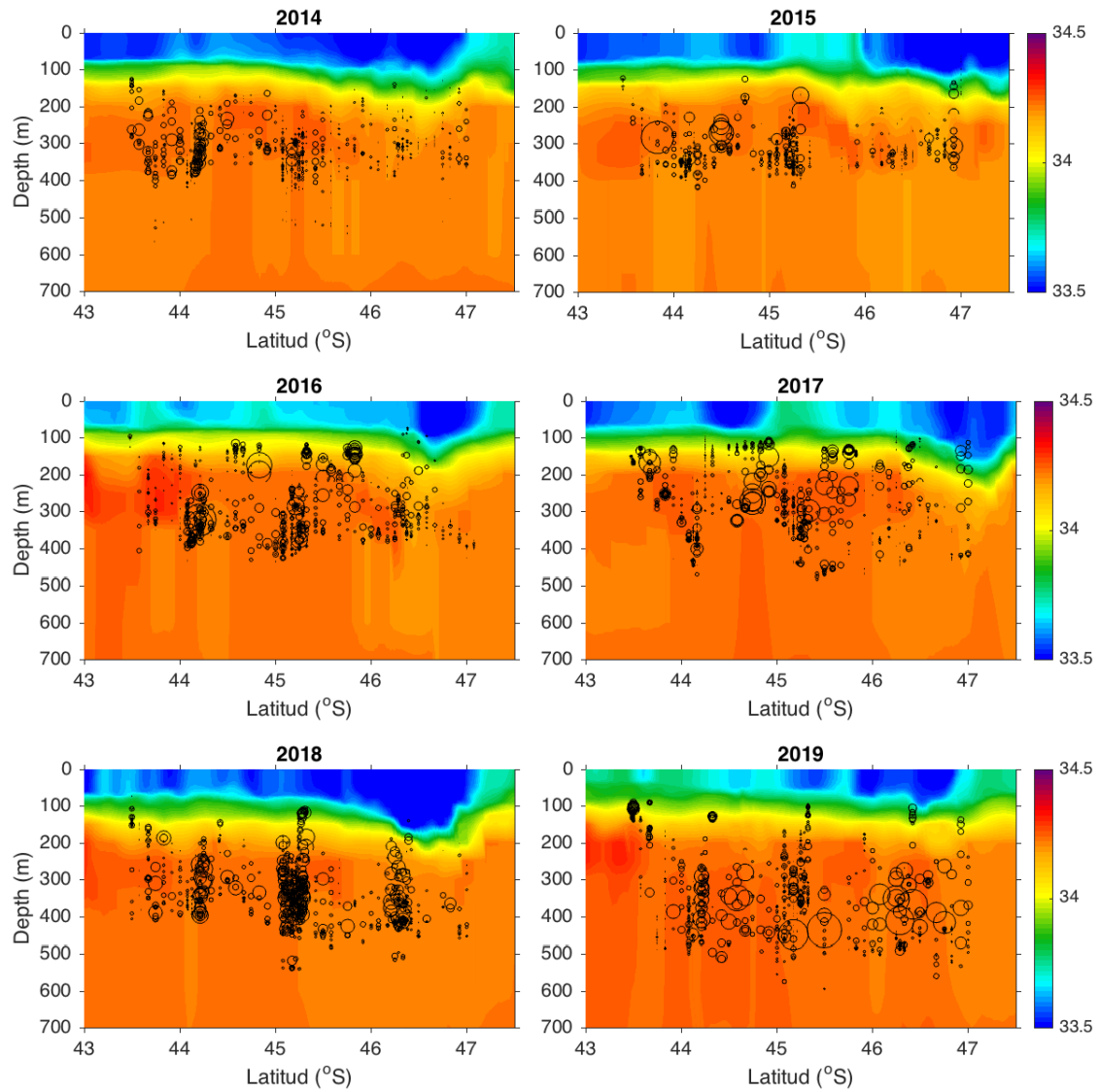


Figura 115. Secciones vertical de salinidad en 75.75°W y distribuci3n vertical de merluza del sur (c3rculos negros; tama1o proporcional al Sa; se incluyen todos los registros del crucero) durante las prospecciones de 2014-2019.

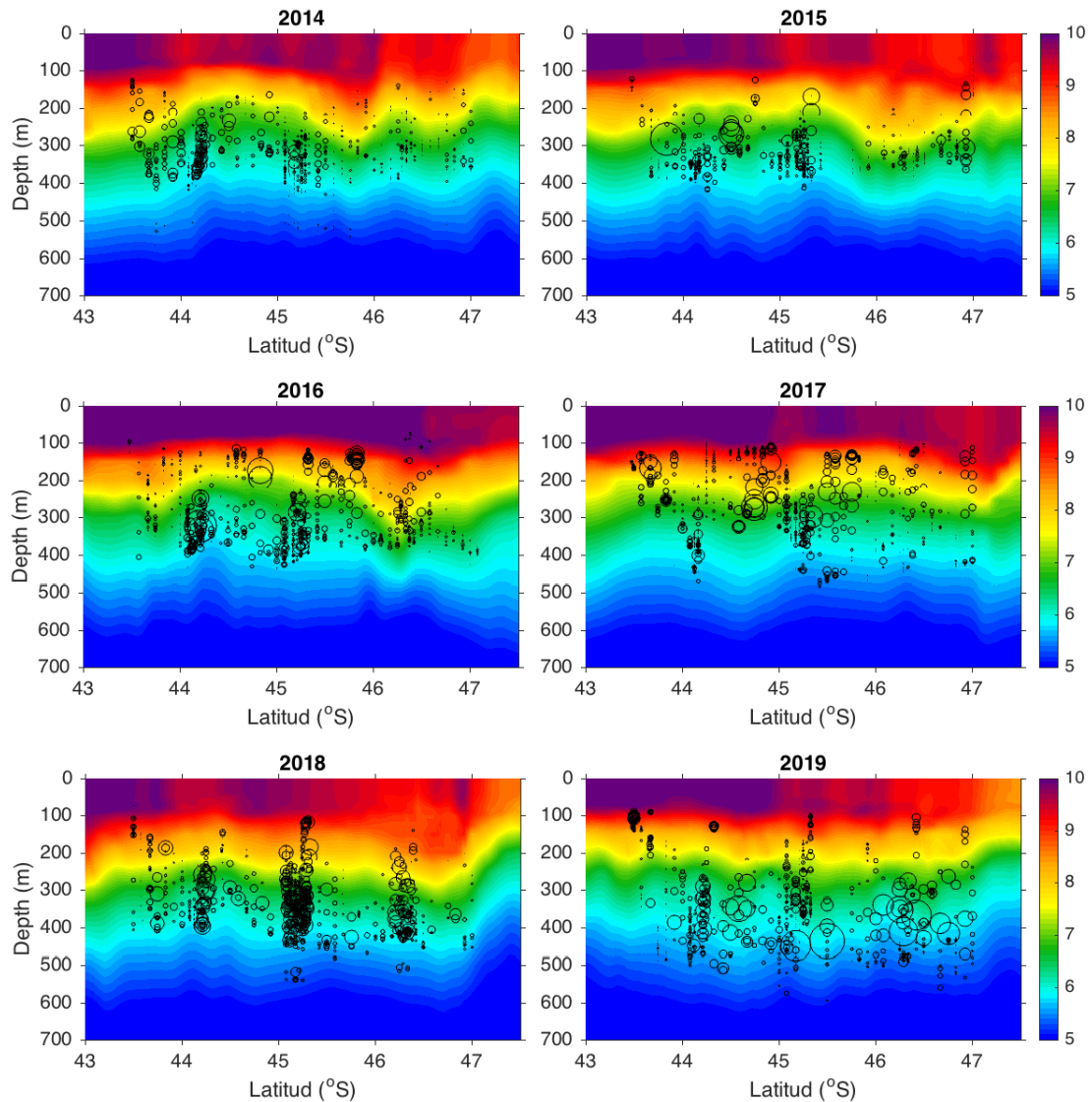


Figura 116. Secciones verticales de temperatura en 75.75°W y distribuci3n vertical de merluza del sur (c3rculos negros; tama1o proporcional al Sa; se incluyen todos los registros del crucero) durante las prospecciones de 2014-2019.

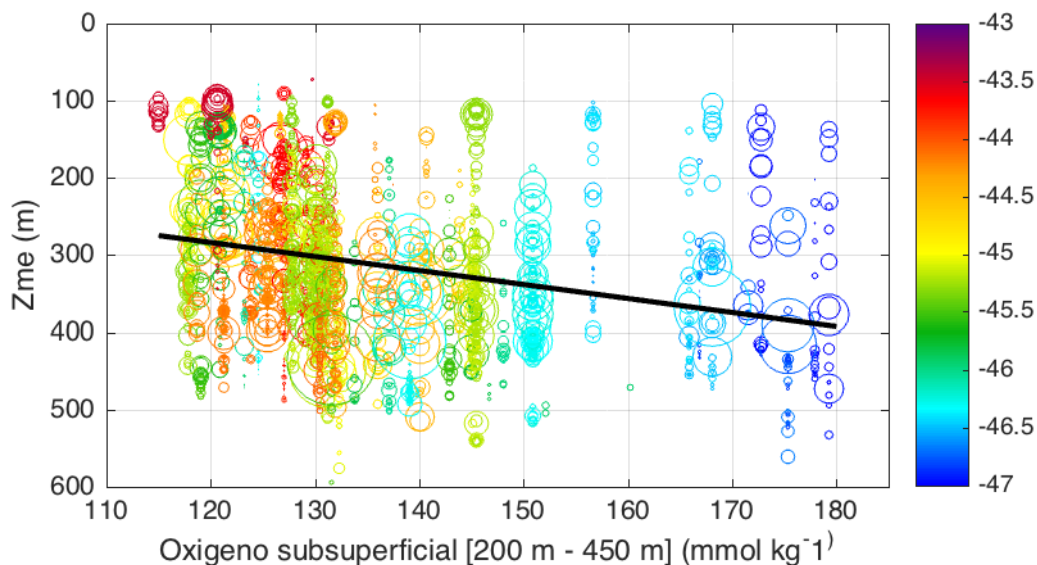


Figura 117. Diagrama de dispersi3n de la profundidad media de las agregaciones (Z_{me}) y el ox3geno subsuperficial (200-450 m) promedio del modelo biogeoqu3mico. Color indica latitud de las agregaciones y tama1o de los c3rculos es proporcional al Sa de merluza del sur. L3nea negra representa modelo lineal ponderado por el Sa (Intercepto=66.4, Pendiente=1.82, $R^2=0.08$).

T A B L A S

**Tabla 41.** Coordenadas de las estaciones de CTDO, localizadas en el Área de Estudio 2019.

Estación	Coordenadas Geográficas (WGS 84)	
	Latitud (°S)	Longitud (°O)
E2	-43.5025	-75.2350
E3	-43.6683	-75.1850
E4	-43.9983	-75.2808
E5	-44.1767	-75.1883
E6	-44.5492	-76.5200
E7	-44.6817	-75.5000
E8	-45.0833	-75.2333
E9	-45.2100	-75.2250
E10	-45.2212	-75.4177
E12	-45.7800	-75.5567
E13	-45.9848	-75.5167
E14	-46.5010	-75.6332
E15	-46.9950	-75.5583
E16	-47.5933	-75.6233
E17	-49.2500	-75.8443

Tabla 43. Especificaciones técnicas del instrumental utilizados en las diferentes campañas analizadas entre el 2013 y 2019.

Sonda Multiparámetros SBE 19 plus V2			
	Rango de medición	Precisión	Resolución
Sensor de profundidad	0-600 metros	± 0,1 %	0,002 %
Sensor de conductividad	0 – 9 s/m	± 0,0005 s/m	0,00005 s/m
Sensor de temperatura	-5 a >35 °C	± 0,005	0,0001
Sonda Multiparámetros SBE 25			
	Rango de medición	Precisión	Resolución
Sensor de profundidad	0-600 metros	± 0,1 %	0,015 %
Sensor de conductividad	0 – 7 S/m	± 0,0003 S/m	0,00004 S/m
Sensor de temperatura	-5 a >35 °C	± 0,002°C	0,0003
Sonda CASTWAY			
	Rango de medición	Precisión	Resolución
Sensor de profundidad	0-100 dbar	± 0,25 %	0,01dbar %
Sensor de conductividad	0 – 100.000 μS/cm	0,25%± 5 μS/cm	1μS/cm
Sensor de temperatura	-5 a 45 °C	± 0,05°C	0,01°C

Fuente: elaboración del consultor.



Tabla 44. Estadística básica de la temperatura en las distintas estaciones oceanográficas 2019.

ESTACIÓN	TEMPERATURA (°C)			
	MIN	MAX	PROMEDIO	DESV. EST
E2	4,582	10,630	6,958	2,076
E3	5,945	10,869	8,511	1,500
E4	4,727	10,560	7,432	1,792
E5	4,069	10,976	6,737	1,967
E6	6,027	10,813	8,208	1,573
E7	6,486	11,489	8,673	1,004
E8	5,161	10,389	7,270	1,801
E9	5,287	10,181	7,777	1,671
E10	6,717	10,101	8,837	1,019
E12	5,458	9,726	7,485	1,360
E13	5,393	10,383	7,527	1,462
E14	5,413	9,752	7,662	1,704
E15	6,263	9,703	8,543	1,146
E16	5,611	9,715	8,000	1,366
E17	7,245	9,162	8,789	0,471

**Tabla 45.** Estadística básica de la temperatura en las distintas estaciones oceanográficas del 2013.

ESTACIÓN	TEMPERATURA			
	MIN	MAX	PROMEDIO	DES.V.EST
1	9,481	9,982	9,75	0,129
2	6,150	10,442	8,43	1,190
3	6,153	10,257	8,15	1,249
4	5,639	10,206	7,74	1,479
5	8,820	9,941	9,53	0,328
6	6,373	9,928	8,08	1,240
7	5,788	9,762	7,81	1,320
8	5,624	9,832	7,54	1,375
9	8,347	9,810	9,23	0,496
10	5,932	9,874	7,84	1,217
11	5,488	10,006	7,55	1,415
12	8,450	9,938	9,13	0,425
13	5,473	9,749	7,49	1,371
14	8,915	9,267	9,20	0,060
15	5,288	8,522	7,01	1,131
16	5,266	8,793	7,09	1,236
17	8,515	9,121	8,84	0,150
18	5,305	9,241	7,04	1,315
19	8,090	9,309	8,88	0,372
20	5,262	7,924	6,50	0,902
21	7,031	8,572	8,14	0,378
22	5,160	8,408	6,73	1,083
23	7,592	7,699	7,64	0,034
24	5,222	8,349	6,89	1,094
25	5,324	8,872	6,98	1,071
26	8,524	9,022	8,75	0,122
27	6,334	9,032	7,89	0,800

**Tabla 46.** Estadística básica de la temperatura en las distintas estaciones oceanográficas 2014.

ESTACIÓN	TEMPERATURA			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV.EST
1	9,482	9,988	9,77	0,133
2	6,148	10,440	8,43	1,193
3	6,155	10,260	8,16	1,251
4	5,633	10,205	7,74	1,480
5	8,808	9,941	9,53	0,329
6	6,371	9,928	8,08	1,240
7	5,790	9,762	7,70	1,363
8	5,606	9,831	7,54	1,376
9	8,347	9,809	9,23	0,494
10	5,932	9,874	7,84	1,219
11	5,485	10,007	7,54	1,419
12	8,450	9,941	9,13	0,426
13	5,486	9,749	7,50	1,372
14	8,910	9,266	9,19	0,062
15	5,631	9,179	7,66	1,228
16	5,288	8,522	7,02	1,134
17	5,266	8,792	7,09	1,235
18	8,514	9,120	8,84	0,150
19	5,306	9,241	7,05	1,315
20	8,090	9,310	8,87	0,377
21	5,263	7,926	6,50	0,903
22	7,032	8,571	8,14	0,378
23	5,162	8,407	6,73	1,082
24	7,592	7,699	7,64	0,034
25	5,222	8,349	6,89	1,094
26	5,324	8,876	6,99	1,076
27	8,524	9,020	8,75	0,123
28	6,333	9,031	7,89	0,800



Tabla 47. Estadística básica de la temperatura en las distintas estaciones oceanográficas 2015.

ESTACIÓN	TEMPERATURA			
	MIN	MAX	PROMEDIO	DESV.EST
1	7,464	10,767	9,834	0,786
2	6,687	10,748	9,318	1,286
7	7,382	8,468	7,896	0,271
8	7,314	8,538	7,921	0,411
9	6,471	8,944	7,798	0,641
10	5,939	8,492	7,634	0,667
11	6,188	8,563	7,624	0,545
12	5,299	9,113	7,305	1,232
13	5,318	9,136	7,480	1,317
14	5,383	9,006	7,248	1,202
15	5,955	9,403	7,918	1,037
16	6,206	9,769	8,711	1,072
17	7,774	10,282	9,235	0,591
18	8,374	10,359	9,651	0,613
19	6,683	10,981	8,964	1,345

**Tabla 48.** Estadística básica de la temperatura en las distintas estaciones oceanográficas 2016.

ESTACIÓN	TEMPERATURA (°C)			
	MIN	MAX	PROMEDIO	DESV. EST
1	7,249	11,135	9,359	1,078
2	7,385	11,125	9,140	1,055
3	8,656	11,064	9,694	0,773
4	7,360	10,745	9,234	1,046
5	7,399	10,728	9,150	1,003
6	7,260	10,761	9,191	1,055
7	6,538	10,723	9,014	1,208
8	6,887	10,582	8,800	1,100
9	5,222	10,516	7,811	1,749
10	6,738	10,368	8,920	1,305
11	6,163	10,473	8,614	1,404
12	6,690	10,507	8,918	1,064
13	5,517	10,531	8,135	1,767
14	6,090	10,444	8,624	1,313
15	6,663	10,389	8,921	1,226
16	4,875	10,346	7,508	1,930
17	7,074	10,143	8,934	1,142
19	9,383	10,153	9,993	0,181
20	4,917	10,161	7,470	1,837
21	5,093	9,908	7,261	1,710

**Tabla 49.** Estadística básica de la temperatura en las distintas estaciones oceanográficas 2017.

ESTACIÓN	TEMPERATURA (°C)			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV.EST
1	6,173	10,622	8,636	1,732
2	6,649	10,386	8,668	1,400
3	5,741	10,462	8,313	1,884
4	7,511	10,348	9,444	0,978
5	5,504	10,284	8,099	1,676
6	5,422	10,345	7,990	1,741
7	5,494	10,270	8,130	1,642
8	5,372	10,398	8,199	1,743

Tabla 50. Estadística básica de la temperatura (°C) en las distintas estaciones oceanográficas 2018.

ESTACIÓN	TEMPERATURA(°C)			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV.EST
1	9,399	9,456	9,429	0,015
2	9,688	10,418	10,013	0,228
3	9,739	10,511	10,107	0,316
4	9,896	10,076	9,996	0,043
5	9,895	10,067	9,997	0,040
6	9,039	9,397	9,214	0,122
7	9,576	10,031	9,715	0,156
8	9,644	9,793	9,704	0,052
9	9,738	10,041	9,824	0,094
10	8,394	10,117	9,427	0,526
11	6,238	9,988	8,624	1,233
12	6,647	9,917	8,731	1,009
13	6.926	9.449	8.701	0.800



Tabla 51. Estadística básica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanográficas 2019.

ESTACIÓN	SALINIDAD (PSU)			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV. EST
2	32,251	34,322	34,091	0,285
3	31,598	34,601	34,050	0,304
4	31,442	34,335	34,135	0,237
5	32,547	34,310	34,147	0,237
6	32,740	34,256	33,920	0,447
7	31,981	34,241	33,894	0,392
8	31,998	34,265	34,049	0,317
9	32,203	34,254	33,964	0,450
10	32,277	34,269	33,860	0,498
12	32,725	34,236	34,036	0,310
13	32,563	34,239	33,987	0,332
14	32,838	34,182	33,885	0,419
15	32,394	34,321	33,542	0,572
16	26,575	34,163	33,835	0,477
17	29,311	34,046	33,004	0,875

**Tabla 52.** Estadística básica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanográficas 2013.

ESTACIÓN	SALINIDAD (PSU)			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV.EST
1	32,415	33,801	33,048	0,447
2	33,301	34,367	34,177	0,311
3	33,116	34,346	34,138	0,316
4	33,313	34,283	34,072	0,297
5	33,186	34,198	33,757	0,329
6	32,287	34,298	34,011	0,475
7	33,171	34,297	34,027	0,351
8	33,041	34,272	34,063	0,318
9	33,022	34,192	33,694	0,416
10	32,096	34,286	33,985	0,578
11	32,746	34,281	34,049	0,386
12	32,495	34,195	33,639	0,550
13	32,471	34,245	33,969	0,468
14	32,339	33,988	33,229	0,425
15	33,044	34,214	33,947	0,370
16	33,145	34,214	33,995	0,301
17	32,911	33,736	33,329	0,310
18	32,295	34,213	33,907	0,507
19	31,867	33,872	33,197	0,525
20	33,409	34,199	34,010	0,253
21	30,806	33,614	33,178	0,735
22	32,476	34,190	33,930	0,398
23	33,353	33,514	33,415	0,061
24	31,766	34,185	33,807	0,469
25	32,947	34,213	33,995	0,360
26	32,080	33,443	32,872	0,362
27	32,094	34,201	33,739	0,559

**Tabla 53.** Estadística básica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanográficas 2014.

ESTACIÓN	SALINIDAD (PSU)			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV.EST
1	32,421	33,800	33,119	0,438
2	33,301	34,368	34,173	0,311
3	33,116	34,366	34,132	0,319
4	33,392	34,283	34,070	0,294
5	33,187	34,199	33,755	0,329
6	32,277	34,302	34,011	0,471
7	33,171	34,295	34,036	0,342
8	33,041	34,274	34,061	0,316
9	33,023	34,193	33,686	0,416
10	32,105	34,291	33,984	0,573
11	32,746	34,282	34,048	0,382
12	32,491	34,196	33,642	0,546
13	32,471	34,245	33,958	0,478
14	32,338	33,989	33,227	0,429
15	31,707	34,218	33,711	0,764
16	33,043	34,214	33,940	0,373
17	33,144	34,232	33,993	0,299
18	32,912	33,738	33,329	0,309
19	32,292	34,220	33,899	0,513
20	31,867	33,873	33,193	0,532
21	33,409	34,199	34,008	0,253
22	30,805	33,614	33,184	0,723
23	32,476	34,191	33,929	0,395
24	33,352	33,514	33,415	0,061
25	32,797	34,185	33,809	0,459
26	32,948	34,215	33,985	0,369
27	32,080	33,458	32,869	0,370
28	32,068	34,205	33,740	0,556



Tabla 54. Estadística básica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanográficas 2015.

ESTACIÓN	SALINIDAD (PSU)			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV. EST
1	33,620	34,310	34,014	0,274
2	33,458	34,309	33,940	0,342
7	31,757	33,883	33,706	0,374
8	32,629	33,946	33,720	0,245
9	32,447	34,170	33,779	0,319
10	31,162	34,201	33,822	0,423
11	31,218	34,200	33,745	0,674
12	30,075	34,247	33,800	0,737
13	30,313	34,251	33,796	0,719
14	33,451	34,237	34,016	0,251
15	33,003	34,396	33,968	0,379
16	30,969	34,399	33,514	0,911
17	33,420	34,341	34,018	0,297
18	33,578	34,383	33,910	0,288
19	33,536	34,366	34,105	0,285

**Tabla 55.** Estadística b3sica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanogr3ficas 2016.

ESTACI3N	SALINIDAD (PSU)			
	MIN	M3X	PROMEDIO	DESV.EST
1	31,792	34,376	34,166	0,291
2	33,618	34,360	34,161	0,244
3	33,658	34,373	34,116	0,271
4	33,636	34,315	34,050	0,249
5	33,617	34,317	34,098	0,251
6	33,636	34,324	34,087	0,263
7	33,623	34,344	34,100	0,262
8	33,542	34,303	34,025	0,266
9	33,571	34,308	34,123	0,227
10	33,547	34,254	33,981	0,284
11	33,576	34,261	34,002	0,284
12	33,496	34,301	34,063	0,275
13	33,525	34,279	34,073	0,265
14	23,982	34,294	34,039	0,563
15	32,687	34,245	33,962	0,303
16	32,648	34,239	34,019	0,322
17	31,585	34,224	33,647	0,602
18	33,401	33,834	33,534	0,112
19	32,011	34,205	33,875	0,541
20	33,361	34,195	34,028	0,227



Tabla 56. Estadística básica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanográficas 2017.

ESTACIÓN	SALINIDAD (PSU)			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV.EST
1	33,364	34,319	33,997	0,333
2	33,651	34,302	34,082	0,234
3	33,228	34,291	33,906	0,436
4	32,335	34,267	33,809	0,430
5	31,861	34,251	33,855	0,593
6	31,980	34,221	33,771	0,703
7	30,899	34,253	33,901	0,697
8	30,478	34,249	33,926	0,531

Tabla 57. Estadística básica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanográficas 2018.

ESTACIÓN	SALINIDAD (PSU)			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV.EST
1	32,203	32,348	32,295	0,039
2	32,681	33,576	33,260	0,281
3	32,809	33,706	33,287	0,281
4	33,302	33,586	33,505	0,059
5	33,313	33,598	33,512	0,064
6	30,154	31,645	30,927	0,498
7	32,890	33,412	33,051	0,167
8	32,868	33,231	33,112	0,075
9	33,136	33,713	33,261	0,142
10	32,947	34,277	33,684	0,476
11	33,000	34,285	33,945	0,387
12	32,869	34,268	33,930	0,434
13	32,399	34,202	33,430	0,552

**Tabla 58.** Estadística básica de la concentración de oxígeno disuelto (ml/l) campaña 2013.

ESTACIÓN	CONC. DE OXÍGENO DISUELTO (ml/l)			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV.EST
1	3,842	5,716	5,309	0,523
2	1,585	6,126	2,978	1,351
3	1,814	6,130	3,483	1,161
4	2,542	6,523	4,358	1,082
5	3,060	6,072	4,839	1,045
6	2,781	5,989	3,860	1,074
7	2,748	5,973	4,324	0,928
8	3,061	6,059	4,480	0,957
9	3,237	6,153	5,079	1,100
10	2,620	6,744	3,890	0,905
11	2,604	6,237	4,214	1,063
12	3,094	6,226	4,891	1,162
13	3,108	6,131	4,607	0,928
14	4,283	6,090	5,841	0,370
15	4,307	6,268	5,315	0,653
16	3,838	6,167	5,109	0,608
17	5,243	6,172	5,725	0,295
18	3,839	6,290	5,245	0,633
19	5,122	6,428	5,745	0,384
20	4,712	6,367	5,582	0,439
21	5,977	6,670	6,181	0,180
22	4,689	6,473	5,540	0,444
23	6,231	6,370	6,310	0,043
24	4,587	6,391	5,692	0,501
25	3,962	6,266	5,012	0,634
26	5,873	6,477	6,175	0,131
27	4,147	6,203	5,086	0,753

**Tabla 59.** Estadística básica de la concentración de oxígeno disuelto (ml/l) campaña 2014.

ESTACIÓN	SALINIDAD (PSU)			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV.EST
1	3,837	5,715	5,277	0,5454
2	1,575	6,126	2,986	1,3561
3	1,821	6,133	3,493	1,1711
4	2,549	6,521	4,360	1,0819
5	2,925	6,073	4,839	1,0502
6	2,781	5,988	3,861	1,0741
7	2,739	5,972	4,363	0,9171
8	3,060	6,061	4,481	0,9565
9	3,232	6,149	5,089	1,101
10	2,624	6,938	3,891	0,906
11	2,606	6,236	4,219	1,0631
12	3,079	6,246	4,889	1,1657
13	3,105	6,132	4,615	0,932
14	4,269	6,085	5,839	0,3753
15	4,221	4,253	4,232	0,0119
16	4,307	6,268	5,321	0,6546
17	3,837	6,169	5,109	0,6078
18	5,375	6,172	5,773	0,3035
19	3,839	6,291	5,249	0,6349
20	5,130	6,440	5,751	0,3871
21	4,713	6,367	5,584	0,4391
22	5,981	6,671	6,181	0,1795
23	4,689	6,472	5,539	0,4439
24	6,235	6,378	6,311	0,0429
25	4,596	6,390	5,691	0,5009
26	3,962	6,268	5,023	0,6407
27	5,874	6,475	6,179	0,1329
28	4,147	6,201	5,086	0,7527

**Tabla 60.** Estadística básica de la concentración de oxígeno disuelto (ml/l) campaña 2015.

ESTACIÓN	Conc. de oxígeno disuelto (ml/l)			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV.EST
1	S/D	S/D	S/D	S/D
2	S/D	S/D	S/D	S/D
7	4,410	5,246	4,968	0,257
8	4,815	5,391	5,124	0,102
9	3,962	5,226	4,782	0,291
10	3,948	5,450	4,959	0,366
11	3,494	5,499	4,780	0,576
12	3,724	5,610	4,665	0,527
13	2,978	5,526	4,557	0,661
14	3,434	5,291	4,505	0,558
15	2,666	5,171	3,891	0,867
16	2,439	5,330	3,956	0,985
17	2,167	5,183	3,468	1,228
18	1,611	5,180	3,941	1,207
19	1,952	5,089	3,261	1,167

**Tabla 61.** Estadística básica de la concentración de oxígeno disuelto (ml/l) campaña 2016.

ESTACIÓN	Conc. de oxígeno disuelto (ml/l)			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV.EST
1	1,744	6,894	3,118	1,586
2	1,860	6,211	3,209	1,358
3	1,799	6,203	3,351	1,688
4	2,614	6,156	3,857	1,276
5	2,358	6,238	3,614	1,351
6	2,057	6,197	3,697	1,431
7	1,890	6,265	3,680	1,380
8	2,797	6,297	4,328	1,152
9	2,064	6,322	4,299	1,201
10	2,785	6,287	4,333	1,170
11	3,294	6,233	4,426	1,161
12	2,504	6,339	3,943	1,327
13	2,633	6,321	4,296	1,056
14	2,703	6,739	4,122	1,246
15	2,976	6,323	4,385	1,166
16	3,380	6,367	4,991	1,035
17	3,943	6,485	5,139	1,072
18	6,082	6,433	6,246	0,065
19	3,904	6,518	5,358	0,814
20	4,319	6,419	5,634	0,652

**Tabla 62.** Estadística básica de la concentración de oxígeno disuelto (ml/l) campaña 2017.

ESTACIÓN	Conc. de Oxígeno disuelto (ml/l)			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV.EST
1	2,206	5,567	4,005	1,111
2	2,282	5,704	3,756	1,137
3	2,367	5,547	4,293	1,102
4	2,442	5,854	4,328	1,226
5	2,796	6,103	4,519	1,038
6	3,216	5,887	4,638	0,883
7	2,669	5,946	4,254	1,117
8	2,623	5,962	4,310	1,109

Tabla 63. Estadística básica de la concentración de oxígeno disuelto (ml/l) campaña 2018.

ESTACIÓN	Conc. de oxígeno disuelto (ml/l)			
	MIN	MÁX	PROMEDIO	DESV.EST
1	S/D	S/D	S/D	S/D
2	S/D	S/D	S/D	S/D
3	S/D	S/D	S/D	S/D
4	S/D	S/D	S/D	S/D
5	S/D	S/D	S/D	S/D
6	S/D	S/D	S/D	S/D
7	S/D	S/D	S/D	S/D
8	S/D	S/D	S/D	S/D
9	S/D	S/D	S/D	S/D
10	1,972	7,450	5,117	1,602
11	1,327	7,639	4,613	1,592
12	0,974	8,050	4,298	1,487
13	2,027	7,955	5,840	1,187



Tabla 64. Estadísticas descriptivas para la profundidad media (Zme), longitud y latitud de las agregaciones de merluza del sur durante cruceros 2014-2019. Promedio y desviaci3n estandar fueron ponderados por el Sa del recurso.

	Zme (m)		Longitud (°)		Latitud (°)	
	Media	Dev. Std.	Media	Dev. Std.	Media	Dev. Std.
2014	303	57	75.18	0.23	44.48	0.78
2015	291	55	75.34	0.22	44.95	0.97
2016	272	88	75.28	0.26	45.04	0.74
2017	248	85	75.36	0.20	45.02	0.82
2018	327	78	75.19	0.23	45.16	0.78
2019	342	104	75.35	0.27	45.28	1.02

A N E X O 5

*Estimación de la fuerza de blanco in situ de merluza del sur en el mar interior de la región de Aysén,
Año 2020*

Javier Legua D., René Vargas S., Manuel Rojas G., Adrián Ibieta F., Eduardo Mansilla T



1. Introducción

La hidroacústica íctica, constituye una herramienta que permite evaluar la biomasa y abundancia de diferentes organismos en forma directa e independiente de la actividad pesquera (Simmonds y MacLennan, 2005). Para poder evaluar con certeza un recurso pesquero es necesario saber la intensidad de blanco (TS) de las especies a evaluar. Esto es desarrollado mediante técnicas acústicas que requieren determinar la relación TS – Longitud (LT en cm), puesto que permite transformar las unidades obtenidas en la prospección, a valores de estimados en número (abundancia) y peso (biomasa). Así, la fuerza de blanco (Target Strength o TS) (MacLennan, *et al.*, 2002), es un parámetro acústico relevante al realizar la evaluación de la biomasa íctica y depende en gran medida de la longitud del pez (Midttun y Hoff, 1962); aunque existen factores físicos (temperatura, salinidad, frecuencia, presión, orientación) y biológicos (índice gonadosomático, lípidos presentes, gut fullness) que afectan la reflexión de peces con vejiga natatoria abierta (ICES, 2001).

Durante las últimas dos décadas, se han efectuado en Chile una serie de estudios destinados a estimar el tamaño de los stocks de merluza del sur (*Merluccius australis*) y merluza de cola (*Macruronus magellanicus*). En estos estudios se han efectuado algunas mediciones de fuerza de blanco, cuyos resultados no se han considerado confiables, especialmente por la gran distancia entre el transductor y los blancos lo que, sumado a las altas densidades de las agregaciones, hace altamente probable que se incorporen ecos múltiples en los datos (Lillo *et al.*, 2005 b). Debido a lo anterior, en las estimaciones de la abundancia de ambos stocks el escalamiento de las lecturas acústicas a los estimados de biomasa se ha realizado para el caso de la merluza del sur mediante la relación planteada por Lillo *et al.* (1996), relación que presenta valores similares a los obtenidos para otras especies de merluzas en el mundo como *Merluccius capensis* (Svelling y Ona, 1999), *Merluccius productus* (Kieser *et al.*, 1998), *Merluccius australis* (McClatchie *et al.*, 2003). En el último estudio realizado exclusivamente para estimaciones de TS de merluza del sur y merluza de cola (Lillo *et al.*, 2005 a) no se pudo obtener ecos confiables para obtener una ecuación para la especie.

En este contexto, el presente estudio tiene por finalidad actualizar información de la ecuación de fuerza de blanco de merluza del sur con mediciones *in situ* en sector de aguas interiores de la región de Aysén.

2. Metodología

2.1 Área y periodo de estudio

El área comprende el mar interior de la Región de Aysén, en zona de pesca artesanal de merluza austral, se seleccionó, caleta puerto Gaviota (44°53,7'S) como área de estudio.

El periodo de estudio se seleccionó utilizando la variable rendimiento de pesca mensual. El periodo del año que muestra mejores rendimientos es el mes de diciembre. Pero tomando en consideración otros factores como son, arriendo de plataforma de trabajo y factores externos se seleccionó el mes



de marzo (243,24 g/ anz y 274,18 kg/viaje), la cual muestra los segundos mejores rendimientos para ese periodo anual. Por lo cual se trabajó desde el 3 hasta el 11 de marzo de 2020 en la zona de puerto Gaviota (44°53,7'S).

2.2 Plataformas de trabajo y arte de pesca

Se utilizó como plataforma de investigación la L/M Don Oscar. Para llevar a cabo la pesca se arrendó una embarcación que opera en la pesquería del recurso, este bote, llamado BASTIMAR.

Para la insonificación del recurso, se utilizó la embarcación de pesca artesanal “**LM DON OSCAR**” que se presentó como embarcación principal, primero por contar con el espacio y equipamiento necesario para realizar el experimento y segundo por contar con personal experimentado en conocimiento de la zona de estudio.

2.3 Muestreo de longitudes y peso

Muestreo del total de ejemplares por lance y por espinel calado, orientado a obtener la composición de talla total y peso total por sexo. Se midió la longitud total y peso total de cada ejemplar de la muestra con una precisión de 1 cm y 1 g respectivamente. Además, se determinó su sexo. Adicionalmente por cada lance a las especies muestreadas se ubicó su estrato de profundidad en cada espinel (línea madre / reinal / anzuelo), orientado a obtener un histograma por rango de profundidad por lance.

2.4 Asociación de la profundidad del target a la profundidad de la muestra

Para asociar la profundidad del target a la profundidad de captura cercana, se realizó un algoritmo de búsqueda automática. El algoritmo buscó la posición de cinco espineles cercanos a la posición media del target (vecinos más cercanos). Luego realizó una comparación entre la profundidad del target y las profundidades de anzuelos ubicados en cada uno de los cinco espineles, obteniendo como profundidad, el valor más cercano a la profundidad del target. A partir de la profundidad del anzuelo seleccionada se asocian al target todas las propiedades de la especie recolectada Longitud, peso, sexo.

2.5 Ecuación de fuerza de blanco

Los resultados fueron expresados en términos de la función de TS (Foote, 1987 b; MacLennan y Simmonds, 1992; Simmonds y MacLennan, 2005).

$$TS = m * \log(L) + b$$



Donde **m** y **b** son constantes para una especie dada, **L** es la talla media de los peces (en este caso es un pez, el cual fue insonificado) y el **TS** es la fuerza de blanco media obtenida a través del software Echoview® 7.1, modulo “Single Target” Antes de procesar los ecogramas con la variable “Single Target”, se incorporaron los datos de la calibración con el blanco estándar de cobre de 60 mm. Se creó una base maestra que contuvo las mediciones de fuerza de blanco medios, por experimento, fechas y tiempos de registros.

Para la obtención de $20 \log(LT)$ se fijó la pendiente en 20, quedando expresado la ecuación de **TS** como:

$$TS = 20 \log(LT) - b_{20}$$

2.5.1 Obtención de **TS** medio por talla

En cada medición, correspondiente a cada pulso y a un determinado pez, se calculó el **TS** promedio, determinándose el coeficiente de retrodispersión acústica promedio ($\bar{\sigma}$) en el dominio lineal como:

$$\begin{aligned} TS_i &= 10 \log \sigma_i \\ \sigma_i &= 10^{(TS_i/10)} \\ \bar{\sigma} &= (\sum_{i=1}^n \sigma_i) / N \end{aligned}$$

Donde:

$i =$ es el número de la medición, correspondiente a un pez y pulso determinado.

$N =$ número total de mediciones en cada pulso.

Luego se estimó la fuerza de blanco media (\overline{TS}) reemplazando el $\bar{\sigma}$ en la ecuación $\overline{TS} = 10 \log_{10}(\bar{\sigma})$.

Considerando que se trabajó con un estrecho rango de tallas, la relación $TS=20 \log(LT) - b_{20}$, fue normalizada a una relación cuadrática y readecuada para estimar el parámetro b_{20} para cada talla como:

$$b_{20} = \overline{TS} - 20 \log_{10}(LT)$$

Finalmente, el b_{20} general para todas las tallas medidas se determinó según el método de mínimos cuadrados, obteniendo el respectivo análisis de varianza. La notación b_{20} indica que la pendiente fue fijada en 20.



3. Resultados

3.1 Selección del área de estudio y amantillado de las embarcaciones

El área comprende el mar interior de la Región de Aysén, en zona de pesca artesanal de merluza austral, a saber, existen dos zonas de pesca de merluza del sur, de mayor importancia en la región de Aysén, caleta puerto Gaviota (44°53,7'S) y caleta puerto Gala (44°15,4'S), ambas con rendimiento de pesca (g / anzuelo) y (kg / viaje) similares (Chong *et al.*, 2019). Durante el 2018, para esta Región, se registraron valores promedio de rendimiento de 199 g / anz y de 234 kg / viaje (**Figura 118**).

El periodo de estudio se seleccionó utilizando la variable rendimiento de pesca mensual (**Figura 118 a**), tomando en consideración el año 2018, con datos consolidados. El periodo del año que muestra mejores rendimientos es el mes de diciembre (308,23 g / anz y 424,59 kg / viaje). Pero tomando en consideración otros factores como son, arriendo de plataforma de trabajo y factores externos se seleccionó el mes de marzo (243,24 g/ anz y 274,18 kg/viaje), la cual muestra los segundos mejores rendimientos para ese periodo anual. Por lo cual se trabajaron desde el 3 hasta el 11 de marzo de 2020 en la zona de puerto Gaviota (44°53,7'S).

Para dar cumplimiento al objetivo general, de insonificación de merluza del sur; se diseñó un área de trabajo de acuerdo, al rendimiento (g / anz) de merluza del sur en el año 2018 (**Figura 118 c**), la cual varió en terreno según las condiciones de pesca del sector y por condiciones climáticas. Por lo tanto, la proyección del trabajo realizado estuvo cercana a los alrededores de esa localidad Los detalles se muestran en la **Figura 119**.

Se utilizó como plataforma de investigación la L/M Don Oscar. Para llevar a cabo la pesca se arrendó una embarcación que opera en la pesquería del recurso, este bote, llamado BASTIMAR cuenta con arte de pesca de espinel vertical y pescadores que realizaron la faena de pesca de izado y virado del arte en sectores donde la LM DON OSCAR, insonificó el recurso a estudiar. Las características técnicas de las embarcaciones se presentan en la **Tabla 65**.

Para la insonificación del recurso, se utilizó la embarcación de pesca artesanal “**LM DON OSCAR**” que se presentó en la como embarcación principal, primero por contar con el espacio y equipamiento necesario para realizar el experimento y segundo por contar con personal experimentado en conocimiento de la zona de estudio. La plataforma pesquera donde se montó el equipo acústico contó con los siguientes equipos:

- 1 transductor ES 38 DD, Split beam, para visualizr agregaciones a profundidad (**Figura 120**).
- 1 transductor ES 38-7, Split beam, para visulizar agregaciones a superficie.
- 1 WBT 24 a 50 Khz, ad hoc para la frecuencia nominal del transductor.
- 1 computador portátil (programas instalados EK80 y Timezero navigator).



- 1 equipamiento externo para montaje de transductor en lancha artesanal (**Figura 121**).
- 1 carrete con cable y conectores sumergibles para profundizar el transductor ES 38 DD.
- 1 plataforma inoxidable para montar el transductor y profundizar; hasta quedar cerca de agregaciones de merluza del sur (**Figura 122**).

3.2 Calibración del sistema acústico

El sistema de eointegración instalado en la lancha pesquera “Don Oscar” fue calibrado en la localidad de puerto Amparo (44°54,06’S – 73°17,11’O), para la frecuencia de 38 kHz y para los dos transductores utilizados ES 38-7 (superficial) y ES 38DD (fondo), conectado con el software EK 80 versión 1.12.2. El modelo ajustado (**Tabla 66**) para la frecuencia calibrada mostró valores del cuadrado medio del error de 0,14 dB y 0,06 dB, una ganancia del transductor de 26,68 dB y 22,85dB y un s_A de corrección de -0,2643 dB y -0,097 dB respectivamente. Los que son menores a los recomendados por el fabricante y el grupo de acústica de ICES de $RMS < \sim 0,4$, Corrección de $s_A = \pm 0,5$ dB (Demer *et al.*, 2015; Simrad, 2008).

3.3 Composición de la captura

Estos muestreos se realizaron a partir de los lances de pesca (59 espineles calados). La información operacional de estos se detallan en **Tabla 67** y su captura obtenida se presenta en la **Tabla 68**.

Así, el 92,3% de la captura obtenida correspondió a merluza del sur que ascendió a 638,44 kg, un 5,48% a congrio dorado (37,95 kg) y un 1,8% a merluza de cola (12,47 kg).

3.4 Estructura de talla de los experimentos

En total se muestrearon 273 individuos de merluza del sur. Con estructura de talla centrada en moda principal de 68 cm de LT. Secundaria entre 72 y 74 cm de LT; El rango de longitudes fue desde 38 a 98 cm de LT. Del total de viajes (6) se agruparon en 5 experimentos de fuerza de blanco, con moda principal en 68 cm de LT. El experimento que contiene la mayor cantidad de muestras es el experimento 15 con 90 ejemplares (**Figura 123**).

3.5 Estratificación de estructura de talla por rango de profundidad

Cada ejemplar capturado fue medido, pesado, sexado y además se obtuvo información de la profundidad a la cual fue capturado, gracias al número de anzuelo de donde se extrajo, y al conocimiento del arte en terreno y considerando que el espinel se mantuvo en forma vertical, la separación de cada anzuelo (2 m) en la línea de anzuelos, fue fácilmente identificada la profundidad de la muestra (**Figura 124**).



Para el total de experimentos validos (5) se trabajaron 7 rangos de profundidad (**Tabla 69**) y se asoció cada muestra a un rango. Así fue posible el ordenamiento de la información recopilada en terreno (**Figura 125**). En la **Figura 126** se presenta esa asociación para el total de muestras recopiladas, así se aprecia una leve estratificación por profundidad, es decir, mientras las tallas aumentan, aumentaría levemente la profundidad de la muestra, aunque el test de correlación de Spearman indica que esta asociación no es significativa (Spearman, $\rho = 0,1133$; $p > 0,05$).

3.6 Ecogramas de merluza del sur

En la **Figura 127**, parte superior se observa una porción de un ecograma registrado con target de merluza del sur, se puede apreciar ecos distantes y muy definidos. En la parte inferior de la figura se ejemplifica el ecograma utilizando una variable virtual "single target" que registra los ecos individuales de merluza del sur con sus respectivos números de marcas y su TS medio registrado. Todos los ecogramas validos pasaron por un filtro de juicio experto para poder validar su marca, finalmente se obtuvo una base maestra con los ecos válidos (**Tabla 70**).

3.7 Ecuación de fuerza de blanco

Para poder validar la información encontrada, se asoció una medición de fuerza de blanco a una talla de un pez, esto se logró a través de un algoritmo del vecino más cercano, así se encontró 49 datos válidos para poder realizar la ecuación de fuerza de blanco de la especie. Se agregó un dato válido del año 2005 (Lillo *et al.*, 2005b) de -39,4 dB a talla 37 cm, que fue realizado con la misma metodología de trabajo, todo ello, debido a que en el presente trabajo no se encontraron tallas bajo los 50 cm LT. También a la ecuación se le agregó un intercepto simulado de -48,44 dB a talla 10 cm para ajustar aún más los datos a valores reales y coherentes.

Se ajustó una regresión lineal entre el $\log_{10}(L)$ y el TS (dB) de merluza del sur en el rango entre 10 y 86 cm LT (**Figura 128, Tabla 71**) para la frecuencia 38 kHz y pulso 1024 ms obteniendo el siguiente resultado:

$$TS_{38\text{ kHz}} = 25,2 \log_{10}(LT) - 77,953 \quad (N=51, R^2=0,6583, p\text{-valor}= 5,194e-13)$$

Estandarizando la ecuación para la pendiente fija $20 \log_{10}(L)$ se obtiene la relación TS-L:

$$TS_{38\text{ kHz}} = 20 \log_{10}(LT) - 68,448 \quad (N= 51, R^2=0,6583, p\text{-valor} = 2e-16)$$



4. Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio, revelan la factibilidad de efectuar mediciones de fuerza de blanco (TS), para la especie con la técnica de captura utilizada. Pero por otra parte revela que las tallas se concentran en la fracción adulta, lo que hace, aún más difícil la adecuación de una ecuación con un amplio espectro de tallas, que sirva para la evaluación de estimados de este recurso.

No obstante, el conducto metodológico, es similar al realizado por los principales grupos de trabajo de evaluación acústica que operan en las principales pesquerías del mundo (WGFAST y SGTSEB) y al realizado en Chile por Lillo *et al.* (2005 a) para este recurso en el mar interior de la región de Aysen. Lo que cambió, fue la extracción de este recurso, referente al arte de pesca utilizado, lo que según el autor mejoraría en parte la selección de ejemplares de merluza del sur, lo que se vio reflejado en la captura obtenida (**Tabla 68**). Debido a la experiencia de Lillo *et al.* (2005 a), en donde por utilizar una red de arrastre de media agua, la captura estuvo compuesta mayoritariamente por merluza de cola (83% del total de lances efectuados) y aquella vez no fue posible estimar una ecuación para el recurso.

En lo que respecta a la medición de fuerza de blanco, la relación TS-Talla se estimó para merluza del sur obteniendo resultados de $25,2 \cdot \log(LT) - 77,953$, y su respectiva ecuación estandarizada, quedó en $20 \cdot \log(LT) - 68,448$, valor que es similar al calculado por Lillo *et al.* (1996) para la misma especie en Chile y que ha sido aplicado para todas las estimaciones de biomasa y abundancia de este recurso en Chile, cuyo b_{20} es $-68,1$. Los rangos de talla de la ecuación de Lillo *et al.* (1996) es de 48 a 80 cm LT y la actual ecuación tiene un rango de talla de 37 a 86 cm LT con una desviación de su intercepto b_{20} de $\pm 0,3575$ dB. Las diferencias en su valor de b_{20} en $+0,348$ dB mayor para el calculado actualmente, se traduciría en un 8,34% de incremento de los estimados.

Estudios conducidos a estimar el TS-Talla, se han llevado a cabo en otras latitudes para especies similares, si se toma este estudio como referencia y se compara con el trabajo de Foote (1987 b) donde el valor de b_{20} para gádidos fue $-67,6$, representaría una diferencia de $-0,848$ dB que se traducirían en una reducción de estimados entorno al 18%. Al tomar el trabajo realizado por Macaulay y Grimes (2000) para *Merluccius australis* de Nueva Zelanda, su trabajo da cuenta de una ecuación para 38 kHz de $27,1 \log(LH) - 83,5$, si se deja como patrón de comparación a Lillo *et al.* (1996) y se analiza este estudio y el de Macaulay y Grimes (2000), los porcentajes de incremento en los estimados serían de 8,34% y 60,13% respectivamente.

Sin duda, que el valor de los estimados de las ecuaciones de reflectividad, son variables y dependen entre otras cosas del aspecto biológico de los individuos insonificados (ICES, 2001), se debería entonces, analizar los cambios durante por lo menos una temporada anual; Pero llevar a cabo ese proceso, es costoso y prácticamente imposible de realizar con datos de oportunidad en cruceros de evaluación y tampoco en experimentos aislados durante un periodo del año. Es por ello, que análisis como los propuestos en este reporte son importantes, y sin duda que valen los esfuerzos para seguir avanzando hacia información de targets del recurso.



Otro aspecto que vale la pena considerar en futuros estudios, son los cambios de inclinación que puede tener el pez al encuentro con la insonificación “Tilt angle” (Nakken y Olsen, 1977; Ona, 1990; McQuinn y Winger, 2003; McClatchie *et al.*, 1996; Henderson *et al.*, 2007). Estos aspectos en los cambios de fuerza de blanco, son difíciles de detectar en especies que están asociadas a fondos mayores a 200 m, pero existen esfuerzos realizados por otros autores para especies del mismo género (Henderson y Horne, 2007).

Cambios de fuerza de blanco con la profundidad se han detectado en especies, por ello el uso de transductores sumergidos es considerado un buen esfuerzo y los datos son considerados válidos por las comunidades científicas, es por ello que en este reporte se utilizó un transductor de profundidad para la toma de la información de la fuerza de blanco *in situ* de merluza del sur. El esfuerzo de asociar que la talla de la especie aumenta con la profundidad, a través del método de captura utilizado, no existió evidencia suficiente para su corroboración.

FIGURAS

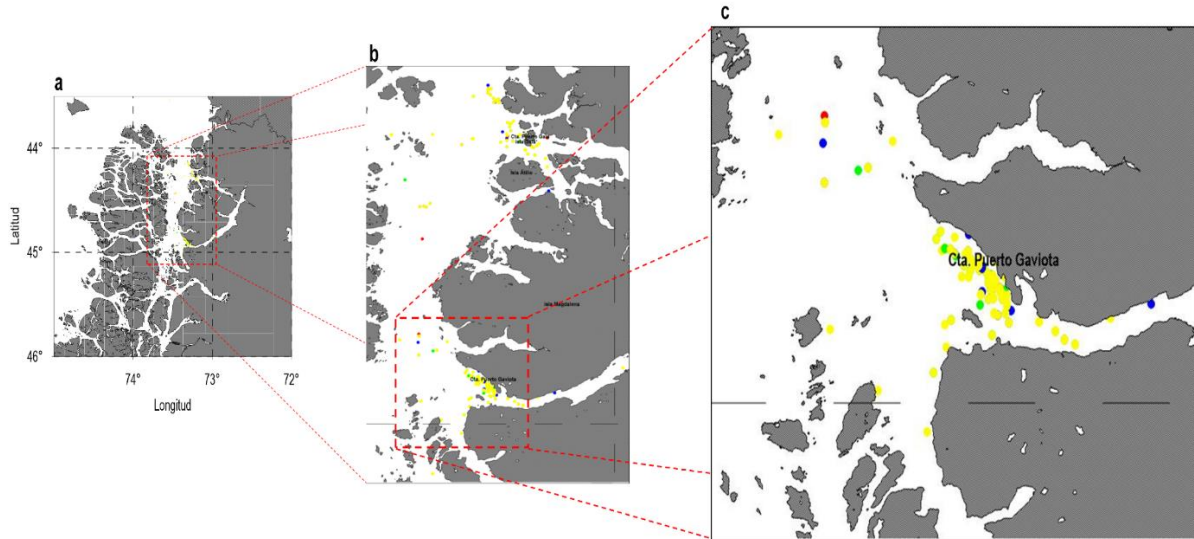


Figura 118. Rendimiento (g/ anz) de botes que capturaron merluza del sur en el mar interior de Aysén. Elaboraci3n propia en base a informaci3n de IFOP.

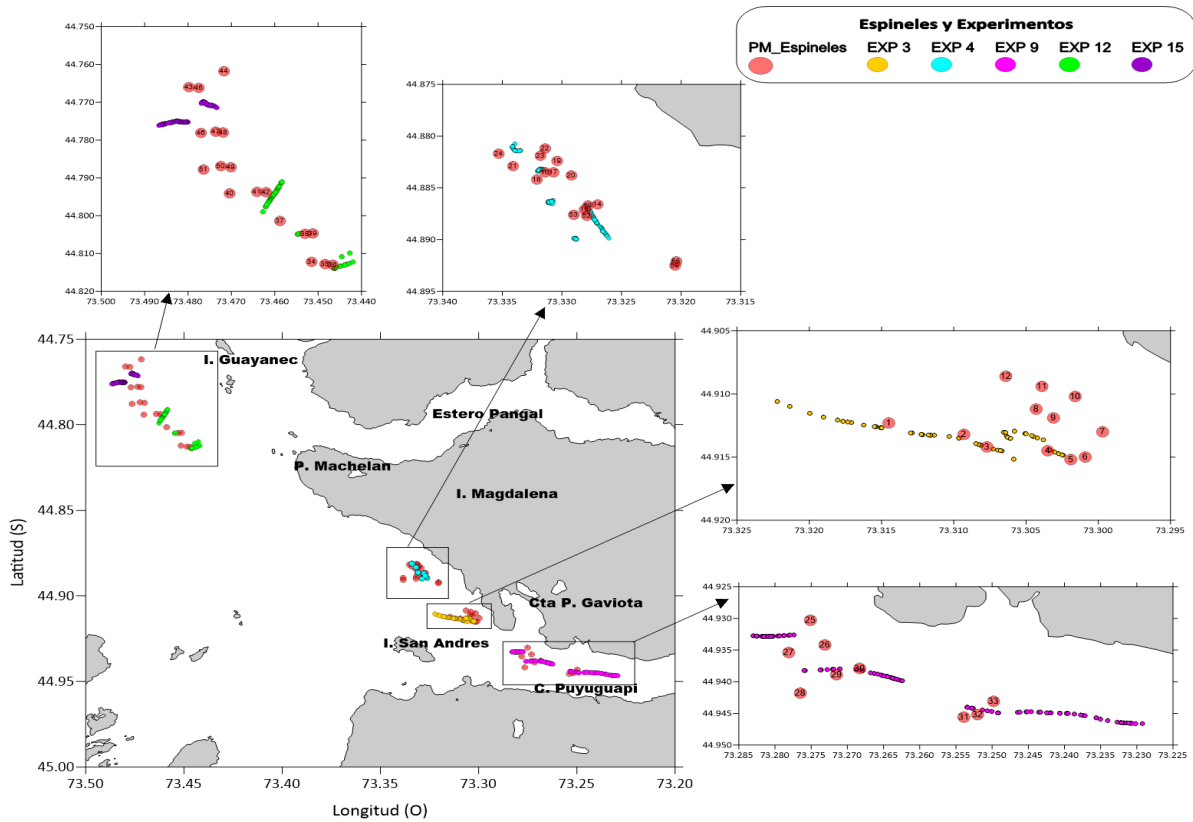


Figura 119. Despliegue de mediciones experimentales de fuerza de blanco y sus respectivos espineles calados (puntos rojos), periodo marzo 2020.



TRANSDUCER
Simrad ES 38DD

SIMRAD

38 kHz Split-beam transducer



Introduction
The ES 38DD is a split-beam transducer incorporating 88 Tonpiz elements distributed over four quadrants. It is liquid-filled enabling it to be used at a depth of up to 1500 meters. The Tonpiz elements used in the ES 38DD are identical to those found in the ES 38B and therefore generate similar data with the exception of higher back radiation and lower efficiency. The following specifications are valid when all four quadrants are connected in parallel.

Order number
KSV-113392

Technical specifications

<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Resonant frequency.....</td><td>38 kHz</td></tr> <tr><td>Circular beamwidth.....</td><td>7 deg</td></tr> <tr><td>Directivity D</td><td>630</td></tr> <tr><td>DI = 10 log D.....</td><td>28 dB</td></tr> <tr><td>Equivalent two-way beam angle Ψ.....</td><td>0.009</td></tr> <tr><td>10 log Ψ</td><td>-20.5 dB</td></tr> <tr><td>Side lobes</td><td>less than -14 dB</td></tr> <tr><td>Back radiation</td><td>less than -14 dB</td></tr> <tr><td>Angle sensitivity</td><td>12.5</td></tr> <tr><td>Nominal impedance</td><td>15 ohm</td></tr> <tr><td>Maximum variation in Z </td><td>11 to 20 ohm</td></tr> <tr><td>Maximum variation in phase angle</td><td>\pm 30 deg</td></tr> <tr><td>Transmitting response.....</td><td>183 dB re 1μPa per V</td></tr> </table>	Resonant frequency.....	38 kHz	Circular beamwidth.....	7 deg	Directivity D	630	DI = 10 log D.....	28 dB	Equivalent two-way beam angle Ψ	0.009	10 log Ψ	-20.5 dB	Side lobes	less than -14 dB	Back radiation	less than -14 dB	Angle sensitivity	12.5	Nominal impedance	15 ohm	Maximum variation in Z 	11 to 20 ohm	Maximum variation in phase angle	\pm 30 deg	Transmitting response.....	183 dB re 1 μ Pa per V	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr><td>Receiving sensitivity, open circuit</td><td>-202.5 dB re 1V per μPa</td></tr> <tr><td>Electro-acoustic efficiency.....</td><td>0.40</td></tr> <tr><td>Maximum pulse power input</td><td>4000 W</td></tr> <tr><td>Maximum continuous input</td><td>40 W</td></tr> <tr><td>Maximum transducer depth</td><td>1500 m</td></tr> <tr><td>Cable length, four pairs.....</td><td>1 m</td></tr> <tr><td>Connector</td><td>8-pin Burton female</td></tr> <tr><td>Cable diameter</td><td>11 mm</td></tr> <tr><td>Weight without cable</td><td>18 kg</td></tr> <tr><td>Weight with cable</td><td>60 kg</td></tr> <tr><td>Storage temperature</td><td>-20° to 70°C</td></tr> </table>	Receiving sensitivity, open circuit	-202.5 dB re 1V per μ Pa	Electro-acoustic efficiency.....	0.40	Maximum pulse power input	4000 W	Maximum continuous input	40 W	Maximum transducer depth	1500 m	Cable length, four pairs.....	1 m	Connector	8-pin Burton female	Cable diameter	11 mm	Weight without cable	18 kg	Weight with cable	60 kg	Storage temperature	-20° to 70°C
Resonant frequency.....	38 kHz																																																
Circular beamwidth.....	7 deg																																																
Directivity D	630																																																
DI = 10 log D.....	28 dB																																																
Equivalent two-way beam angle Ψ	0.009																																																
10 log Ψ	-20.5 dB																																																
Side lobes	less than -14 dB																																																
Back radiation	less than -14 dB																																																
Angle sensitivity	12.5																																																
Nominal impedance	15 ohm																																																
Maximum variation in Z 	11 to 20 ohm																																																
Maximum variation in phase angle	\pm 30 deg																																																
Transmitting response.....	183 dB re 1 μ Pa per V																																																
Receiving sensitivity, open circuit	-202.5 dB re 1V per μ Pa																																																
Electro-acoustic efficiency.....	0.40																																																
Maximum pulse power input	4000 W																																																
Maximum continuous input	40 W																																																
Maximum transducer depth	1500 m																																																
Cable length, four pairs.....	1 m																																																
Connector	8-pin Burton female																																																
Cable diameter	11 mm																																																
Weight without cable	18 kg																																																
Weight with cable	60 kg																																																
Storage temperature	-20° to 70°C																																																

1853-0078 Rev. C

ALWAYS AT THE FOREFRONT OF TECHNOLOGY



Figura 120. Características técnicas de transductor ES 38 DD, para insonificación de merluza del sur a profundidad.

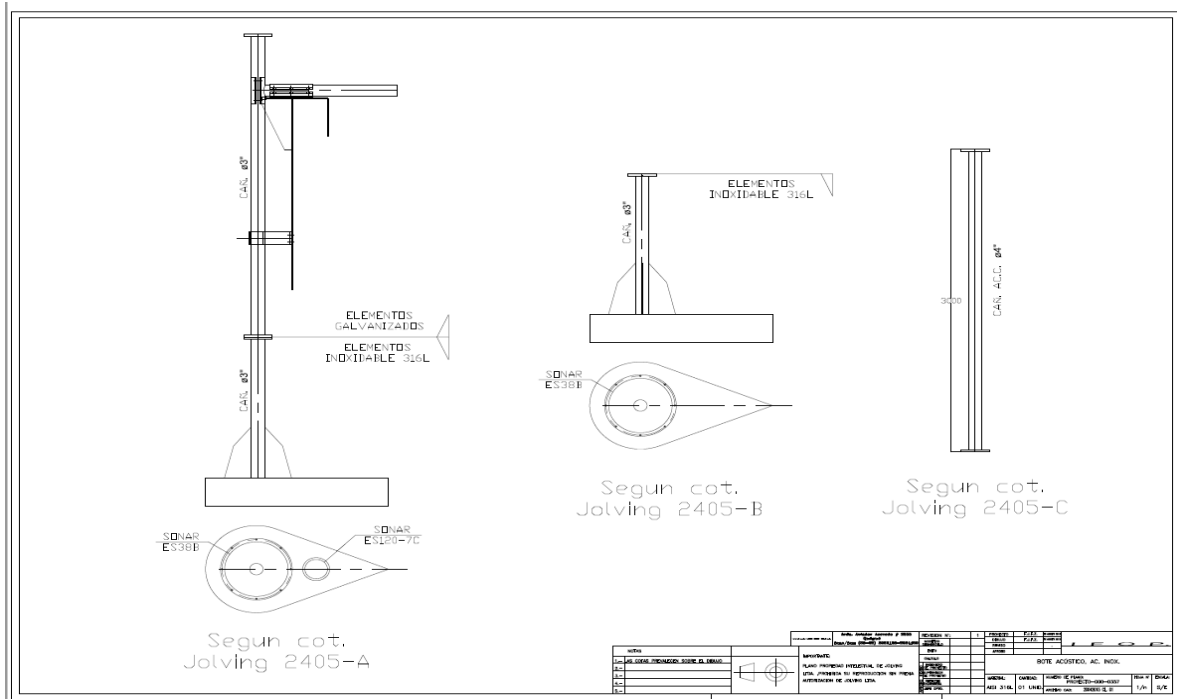


Figura 121. Equipamiento externo para montaje de transductor ES 38-7 en lancha pesquera DON OSCAR.



Figura 122. Plataforma para montaje de transductor ES 38 DD.

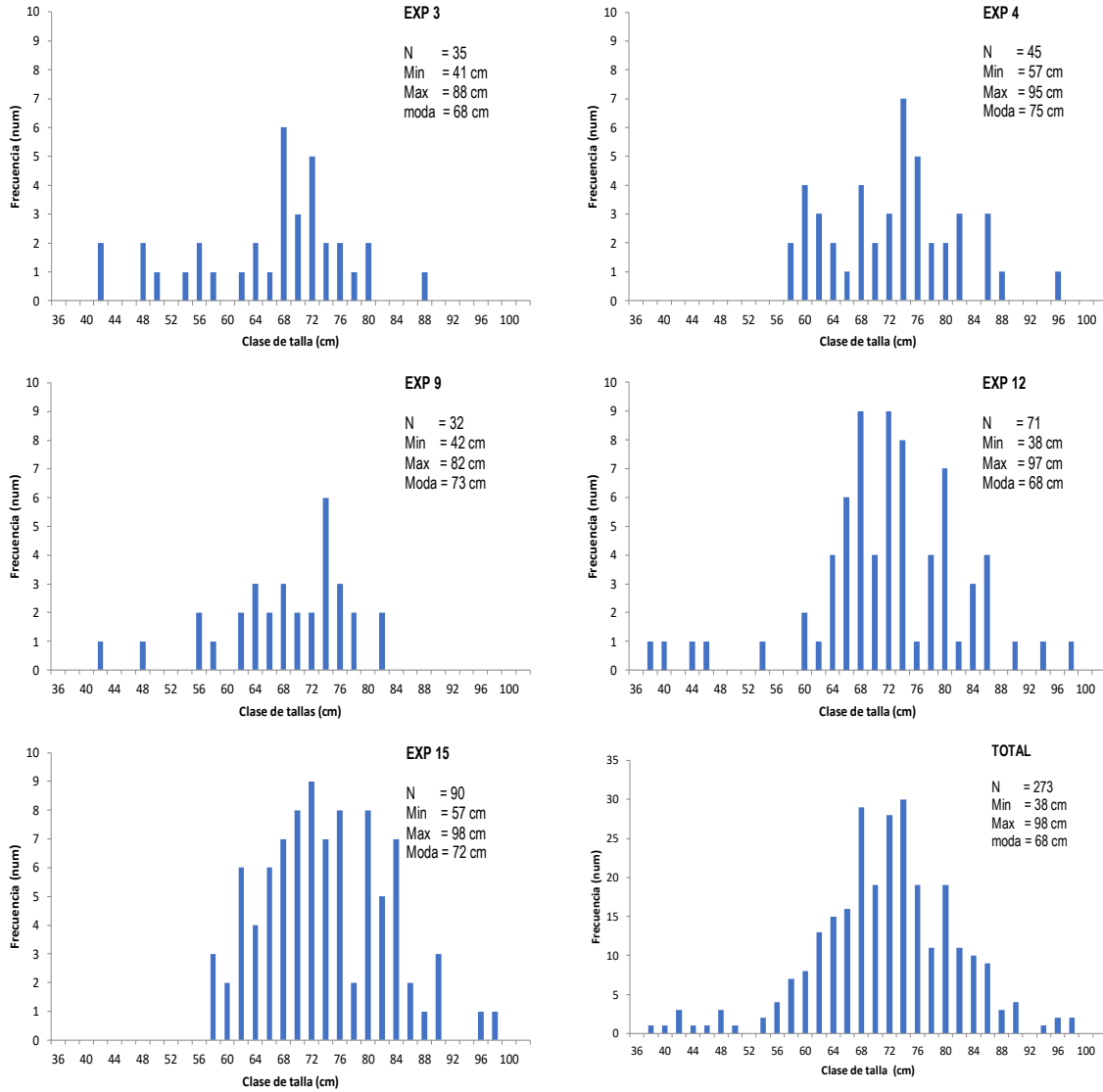


Figura 123. Estructura de talla de los experimentos de fuerza de blanco de merluza del sur.

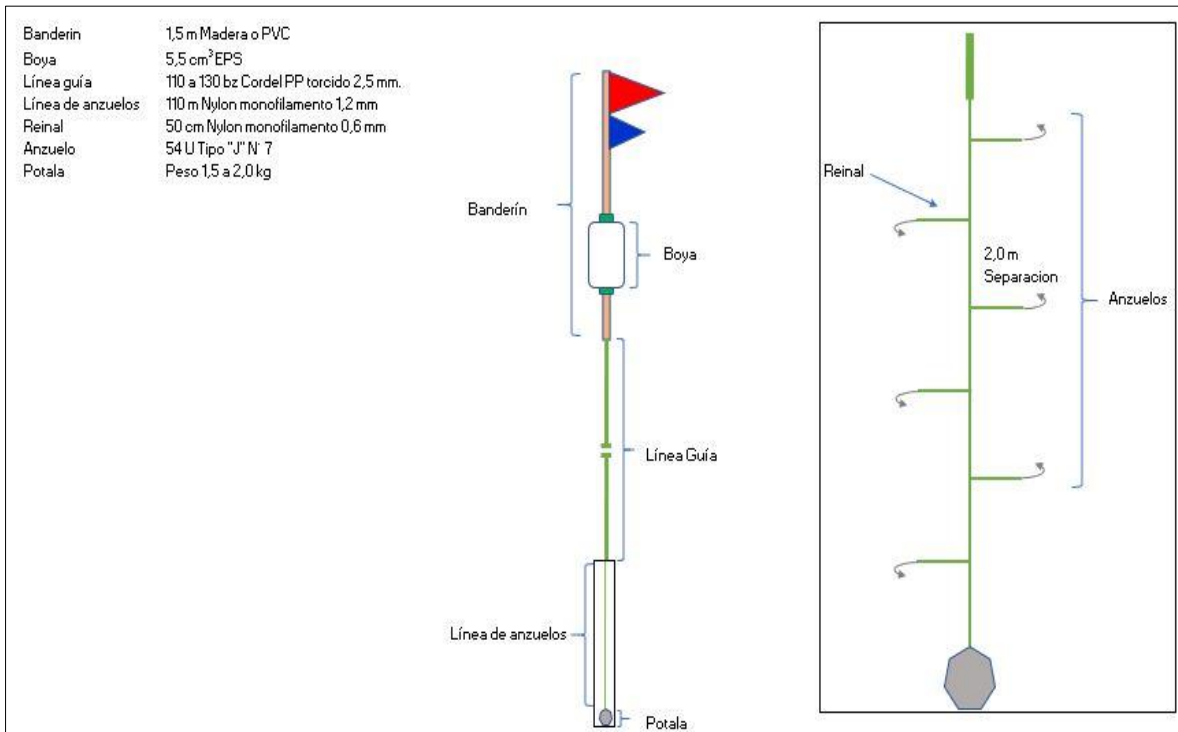


Figura 124. Esquema de espinel vertical utilizado por el bote a motor BASTIMAR. Cada espinel cuenta con 52 anzuelos.

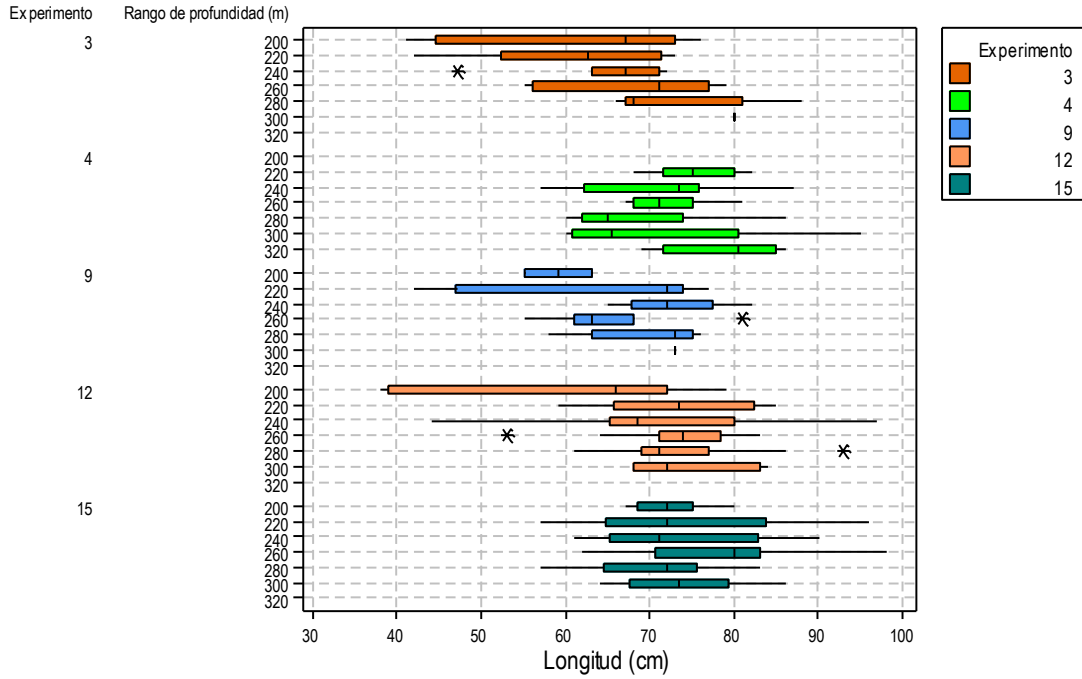


Figura 125. Experimentos por longitud total (cm) y rango de profundidad (m) de las muestras.

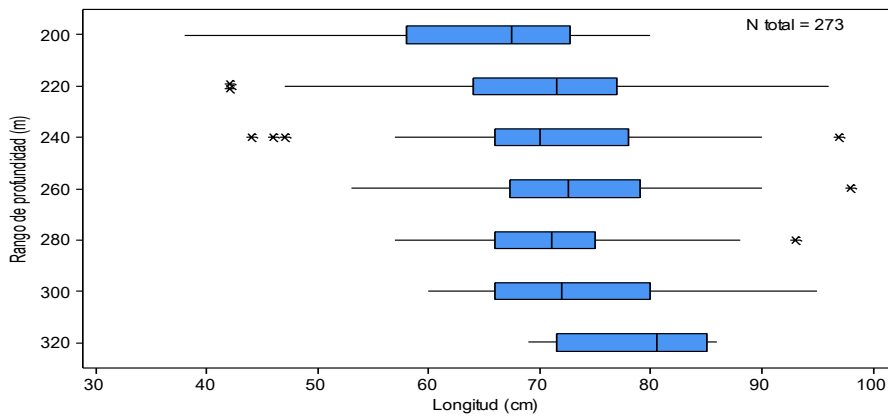


Figura 126. Total de experiencias por longitud total (cm) y rango de profundidad (m).

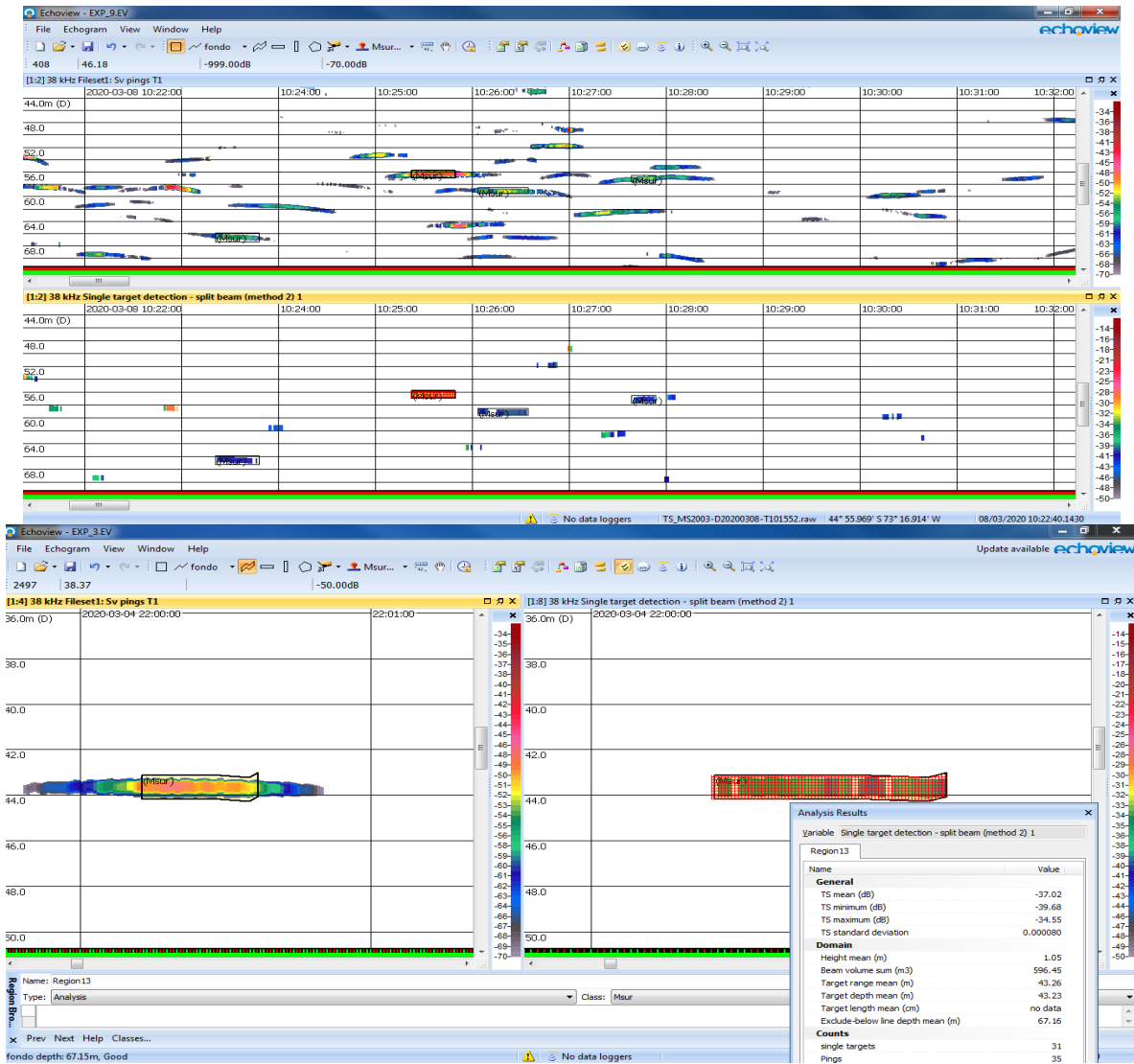


Figura 127. (a) Ecograma de target de merluza del sur con transductor sumergido ES 38 DD a 200m de la superficie (b) acercamiento a un target individual en el experimento 3.

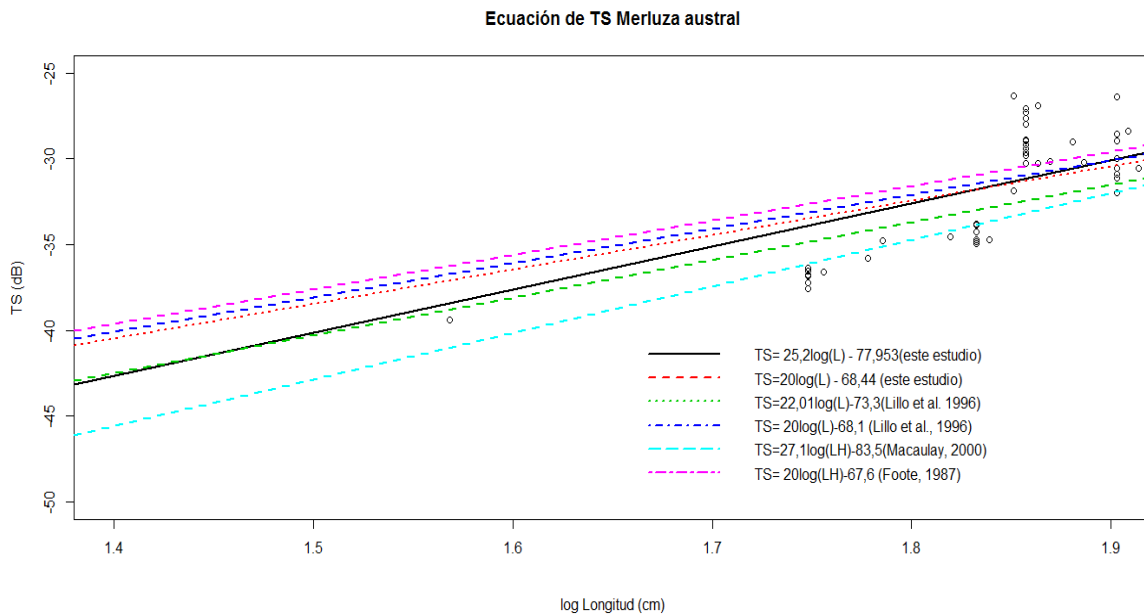


Figura 128. Ecuación resultante de fuerza de blanco de merluza del sur (- - -). Se presentan dos ecuaciones de la misma especie a modo comparativo (- - - Lillo et al., 1996; - - - Macaulay y Grimes, 2000) y otra ecuación general para gádidos (- - - Foote, 1987 b).

T A B L A S



Tabla 65. Características principales de las embarcaciones que se utilizaran en el estudio.

Lancha	:	LM Don Oscar (principal)	BASTIMAR
Matrícula	:	2155-Chacabuco	2135-Chacabuco
RPA nave	:	967335	966197
Armador	:	Empresa marítima Oscar Núñez Leal	Emilio Fernando Nahuel Lincoman
Eslora (m)	:	14,52	9,86
Manga (m)	:	6,1	2,67
Puntal (m)	:	2,57	1
T.R.G	:	37,6	7,5
Potencia(hp)	:	420	100

**Tabla 66.** Calibración sistemas acústicos.

L/M DON OSCAR – Tr ES 38-7		
Fecha / hora: 03-03-20 / 17:00 hr	Estado de mar: Calma	Localización: Puerto Amparo 44° 54,06'S 73°17,11'O
WBT 38 kHz / serial WBT : 582177 / software: EK 80 calibration 2.2	Ecosonda: EK80 / version software adquisición datos 1.12.2	Transductor ES 38 -7 Serial transductor: 218
Profundidad del fondo: 40 m	Beam type: Split	2 way beam angle: -20,7
Power (W) : 2000	Receiver BW (KHz): 2,43	Pulse Duration: 1,024 ms
Transducer Gain (dB)= 26,68	Sa Correction (dB)= -0,2643	Athw. Beam Angle = 6,70°
Along. Beam Angle = 6,68°	Athw. Offset Angle =-0,06°	Along. Offset Angle=-0,05°
RMS calibración: 0,1473	Blanco referencia: Cobre de 60 mm diametro	

L/M DON OSCAR – Tr ES 38 DD		
Fecha: 03-03-20 / 18:00 hr	Estado de mar: Calma	Localización: Puerto Amparo 44° 54,06'S 73°17,11'O
WBT 38 kHz / serial WBT : 582177 / software: EK 80 calibration 2.2	Ecosonda: EK80 / version software adquisición datos 1.12.2	Transductor ES 38 -DD Serial transductor: 28339
Profundidad del fondo: 40 m	Beam type: Split	2 way beam angle: -20,7
Power (W) : 2000	Receiver BW (KHz): 2,43	Pulse Duration: 1,024 ms
Transducer Gain fábrica (dB)= 24	Transducer Gain final (dB)= 22,85	Sa Correction (dB)= -0,0974
Athw. Beam Angle = 6,89°	Along. Beam Angle = 7,02°	Athw. Offset Angle =-0,06°
Along. Offset Angle=-0,10°	RMS calibración:0,0638	Blanco referencia: Cobre de 60 mm diametro

Datos ambientales de la calibración	
Temperatura columna de agua (0 - 40 m)	:11,98 °C
Salinidad (psu)	:31,4 psu
Velocidad del sonido en agua salada (m/s)	:1494,19
Coefficiente de absorción (dB/ km)	:0,008671



Tabla 67. Bitácora operacional bote a motor BASTIMAR. Crucero de medición de fuerza de blanco de merluza del sur 2020.

Numero Espinela	Fecha	Hora Inicio	Calado						Virado							
			Latitud Inicial	Longitud Inicial	Fecha	Hora Final	Latitud Final	Longitud Final	Fecha	Hora Inicio	Latitud Inicial	Longitud Inicial	Fecha	Hora Final	Latitud Final	Longitud Final
1	3/5/2020	0857	4454.776	7318.853	3/5/2020	0902	4454.719	7318.929	3/5/2020	1335	4454.726	7318.909	3/5/2020	1346	4454.701	7318.885
2	3/5/2020	0906	4454.835	7318.561	3/5/2020	0911	4454.779	7318.603	3/5/2020	1350	4454.780	7318.559	3/5/2020	1400	4454.745	7318.556
3	3/5/2020	0914	4454.890	7318.432	3/5/2020	0920	4454.839	7318.497	3/5/2020	1404	4454.858	7318.490	3/5/2020	1414	4454.817	7318.495
4	3/5/2020	0923	4454.902	7318.204	3/5/2020	0928	4454.847	7318.214	3/5/2020	1416	4454.853	7318.203	3/5/2020	1428	4454.839	7318.218
5	3/5/2020	0930	4454.925	7318.124	3/5/2020	0936	4454.859	7318.153	3/5/2020	1431	4454.905	7318.122	3/5/2020	1443	4454.894	7318.105
6	3/5/2020	0938	4454.938	7318.044	3/5/2020	0944	4454.876	7318.086	3/5/2020	1445	4454.878	7318.040	3/5/2020	1459	4454.863	7318.059
7	3/5/2020	0945	4454.870	7318.026	3/5/2020	0952	4454.826	7318.052	3/5/2020	1501	4454.709	7317.980	3/5/2020	1518	4454.696	7317.942
8	3/5/2020	0953	4454.855	7318.103	3/5/2020	1000	4454.813	7318.125	3/5/2020	1522	4454.507	7318.568	3/5/2020	1537	4454.493	7318.418
9	3/5/2020	1002	4454.840	7318.184	3/5/2020	1010	4454.802	7318.211	3/5/2020	1539	4454.597	7318.304	3/5/2020	1551	4454.586	7318.192
10	3/5/2020	1012	4454.813	7318.008	3/5/2020	1019	4454.771	7318.033	3/5/2020	1554	4454.432	7318.314	3/5/2020	1608	4454.407	7318.188
11	3/5/2020	1021	4454.802	7318.090	3/5/2020	1027	4454.764	7318.110	3/5/2020	1611	4454.375	7318.505	3/5/2020	1624	4454.324	7318.382
12	3/5/2020	1029	4454.789	7318.171	3/5/2020	1036	4454.747	7318.198	3/5/2020	1628	4454.285	7318.673	3/5/2020	1643	4454.244	7318.591
13	3/5/2020	2246	4453.408	7319.569	3/5/2020	2253	4453.403	7319.573	3/6/2020	0846	4453.041	7319.759	3/6/2020	0903	4452.992	7319.764
14	3/5/2020	2255	4453.401	7319.475	3/5/2020	2301	4453.403	7319.529	3/6/2020	0847	4453.037	7319.759	3/6/2020	0903	4452.992	7319.764
15	3/5/2020	2302	4453.407	7319.645	3/5/2020	2310	4453.397	7319.683	3/6/2020	0907	4453.125	7319.740	3/6/2020	0926	4453.045	7319.726
16	3/6/2020	0005	4453.139	7319.836	3/6/2020	0012	4453.121	7319.857	3/6/2020	1015	4452.804	7320.003	3/6/2020	1031	4452.884	7319.927
17	3/6/2020	0014	4453.138	7319.763	3/6/2020	0021	4453.126	7319.743	3/6/2020	1014	4452.827	7320.002	3/6/2020	1031	4452.884	7319.927
18	3/6/2020	0024	4453.133	7319.908	3/6/2020	0033	4453.104	7319.922	3/6/2020	0957	4452.909	7320.019	3/6/2020	1010	4452.965	7319.940
19	3/6/2020	0058	4452.998	7319.868	3/6/2020	0103	4453.007	7319.871	3/6/2020	0929	4452.919	7319.965	3/6/2020	0948	4452.890	7319.774
20	3/6/2020	0105	4453.010	7319.781	3/6/2020	0112	4453.020	7319.797	3/6/2020	0911	4452.986	7319.757	3/6/2020	0926	4453.045	7319.726
21	3/6/2020	0115	4452.992	7319.943	3/6/2020	0120	4452.992	7319.942	3/6/2020	1034	4452.854	7320.137	3/6/2020	1059	4452.951	7320.155
22	3/6/2020	0152	4452.854	7319.995	3/6/2020	0159	4452.824	7319.930	3/6/2020	0933	4452.840	7319.935	3/6/2020	0948	4452.890	7319.774
23	3/6/2020	0221	4452.861	7319.870	3/6/2020	0206	4452.848	7319.809	3/6/2020	0950	4452.851	7319.808	3/6/2020	1010	4452.965	7319.940
24	3/6/2020	0214	4452.847	7320.077	3/6/2020	0219	4452.835	7320.056	3/6/2020	1040	4452.678	7320.220	3/6/2020	1059	4452.951	7320.155
25	3/8/2020	1042	4455.836	7316.779	3/8/2020	1048	4455.840	7316.647	3/8/2020	1418	4455.799	7316.392	3/8/2020	1434	4455.800	7316.233
26	3/8/2020	1051	4455.981	7316.910	3/8/2020	1059	4455.988	7316.764	3/8/2020	1350	4456.012	7316.141	3/8/2020	1403	4456.120	7316.860
27	3/8/2020	1103	4456.052	7317.120	3/8/2020	1110	4456.075	7316.963	3/8/2020	1334	4456.159	7316.435	3/8/2020	1347	4456.194	7316.253
28	3/8/2020	1117	4456.396	7316.827	3/8/2020	1024	4456.422	7316.651	3/8/2020	1443	4456.498	7316.479	3/8/2020	1456	4456.622	7316.348
29	3/8/2020	1126	4456.292	7316.575	3/8/2020	1134	4456.291	7316.413	3/8/2020	1459	4456.368	7316.238	3/8/2020	1515	4456.382	7316.005
30	3/8/2020	1136	4456.171	7316.428	3/8/2020	1144	4456.199	7316.260	3/8/2020	1518	4456.252	7316.012	3/8/2020	1531	4456.375	7315.772
31	3/8/2020	1252	4456.735	7315.359	3/8/2020	1300	4456.765	7315.113	3/8/2020	1538	4456.788	7315.300	3/8/2020	1553	4456.733	7315.105
32	3/8/2020	1303	4456.641	7315.208	3/8/2020	1310	4456.674	7315.003	3/8/2020	1541	4456.703	7315.193	3/8/2020	1558	4456.780	7315.028
33	3/8/2020	1312	4456.511	7315.052	3/8/2020	1317	4456.549	7314.873	3/8/2020	1602	4456.587	7315.090	3/8/2020	1615	4456.658	7314.918
34	3/8/2020	2318	4448.907	7327.366	3/8/2020	2325	4448.871	7327.252	3/9/2020	1242	4448.595	7326.839	3/9/2020	1304	4448.552	7326.817
35	3/8/2020	2327	4448.885	7327.129	3/8/2020	2335	4448.859	7326.995	3/9/2020	1217	4448.735	7326.613	3/9/2020	1240	4448.648	7326.682
36	3/8/2020	2337	4448.910	7326.909	3/8/2020	2344	4448.868	7326.815	3/9/2020	1213	4448.693	7326.759	3/9/2020	1240	4448.648	7326.682
37	3/9/2020	0153	4448.392	7327.650	3/9/2020	0201	4448.279	7327.603	3/9/2020	1358	4447.813	7327.311	3/9/2020	1419	4447.777	7327.401
38	3/9/2020	0205	4448.401	7327.351	3/9/2020	0213	4448.269	7327.294	3/9/2020	1308	4448.320	7327.144	3/9/2020	1336	4448.175	7327.015
39	3/9/2020	0216	4448.387	7327.129	3/9/2020	0223	4448.280	7327.055	3/9/2020	1315	4448.258	7326.981	3/9/2020	1336	4448.175	7327.015
40	3/9/2020	0232	4448.012	7328.326	3/9/2020	0238	4447.918	7328.299	3/9/2020	1142	4447.467	7328.137	3/9/2020	1157	4447.283	7328.119
41	3/9/2020	0241	4448.001	7328.062	3/9/2020	0247	4447.893	7328.003	3/9/2020	1117	4447.464	7327.840	3/9/2020	1137	4447.247	7327.627
42	3/9/2020	0250	4448.004	7327.817	3/9/2020	0258	4447.891	7327.769	3/9/2020	1114	4447.475	7327.627	3/9/2020	1137	4447.247	7327.627
43	3/9/2020	2216	4446.223	7328.745	3/9/2020	2222	4446.229	7328.760	3/10/2020	0958	4445.535	7328.939	3/10/2020	1013	4445.693	7328.835
44	3/9/2020	2227	4446.236	7328.250	3/9/2020	2235	4446.257	7328.260	3/10/2020	1223	4445.118	7328.533	3/10/2020	1242	4445.185	7328.355
45	3/9/2020	2237	4446.197	7328.513	3/9/2020	2243	4446.214	7328.573	3/10/2020	0952	4445.621	7328.827	3/10/2020	1017	4445.746	7328.788
46	3/9/2020	2305	4446.811	7328.708	3/9/2020	2312	4446.836	7328.707	3/10/2020	1053	4446.445	7328.655	3/10/2020	1111	4446.560	7328.537
47	3/9/2020	2314	4446.810	7328.451	3/9/2020	2321	4446.814	7328.455	3/10/2020	1223	4446.484	7328.470	3/10/2020	1045	4446.526	7328.383
48	3/9/2020	2324	4446.820	7328.255	3/9/2020	2330	4446.840	7328.265	3/10/2020	1026	4446.446	7328.336	3/10/2020	1048	4446.539	7328.368
49	3/9/2020	2335	4447.345	7328.261	3/9/2020	2344	4447.359	7328.304	3/10/2020	1116	4446.960	7328.074	3/10/2020	1140	4447.123	7328.150
50	3/9/2020	2346	4447.308	7328.536	3/9/2020	2353	4447.310	7328.579	3/10/2020	1121	4447.075	7328.286	3/10/2020	1140	4447.123	7328.150
51	3/9/2020	2355	4447.330	7328.752	3/10/2020	0001	4447.353	7328.834	3/10/2020	1144	4447.161	7328.410	3/10/2020	1200	4447.202	7328.415
52	3/10/2020	1922	4453.033	7319.915	3/10/2020	1927	4453.087	7319.917	3/11/2020	0931	4453.475	7319.528	3/11/2020	0946	4453.494	7319.437
53	3/10/2020	1930	4453.027	7320.016	3/10/2020	1934	4453.021	7319.969	3/11/2020	0929	4453.406	7319.495	3/11/2020	0943	4453.484	7319.462
54	3/10/2020	1940	4453.375	7320.287	3/10/2020	1946	4453.368	7320.327								
55	3/10/2020	1947	4453.444	7320.291	3/10/2020	1952	4453.436	7320.317								
56	3/10/2020	1957	4453.347	7319.902	3/10/2020	2004	4453.288	7319.912								
57	3/10/2020	2006	4453.426	7319.907	3/10/2020	2012	4453.375	7319.915								
58	3/10/2020	2016	4453.382	7319.538	3/10/2020	2023	4453.309	7319.554	3/11/2020	0950	4453.608	7318.991	3/11/2020	1006	4453.670	7318.906
59	3/10/2020	2025	4453.438	7319.521	3/10/2020	2033	4453.388	7319.594	3/11/2020	0952	4453.620	7319.070	3/11/2020	1003	4453.660	7318.939

Perdida de Espineles



Tabla 68. Bitácora de captura bote a motor BASTIMAR. Crucero de medición de fuerza de blanco de merluza del sur 2020.

Numero Espinel	Fecha	Calado			Captura (kg)					
		Hora Inicio	Latitud Inicial	Longitud Inicial	Merluza Sur	Merluza Cola	Congrio Dorado	Chancharro	Brotula	Total
1	05-03-2020	0857	4454,776	7318,853	15,6					15,6
2	05-03-2020	0906	4454,835	7318,561	2,3					2,3
3	05-03-2020	0914	4454,890	7318,432	1,15					1,15
4	05-03-2020	0923	4454,902	7318,204	0,4	0,84				1,24
5	05-03-2020	0930	4454,925	7318,124	2,1	1,18				3,28
6	05-03-2020	0938	4454,938	7318,044	2,1	1,4				3,5
7	05-03-2020	0945	4454,870	7318,026	7,7	0,4				8,1
8	05-03-2020	0953	4454,855	7318,103	3,6					3,6
9	05-03-2020	1002	4454,840	7318,184	11,7					11,7
10	05-03-2020	1012	4454,813	7318,008	5,05					5,05
11	05-03-2020	1021	4454,802	7318,090	7,1					7,1
12	05-03-2020	1029	4454,789	7318,171	6,05	0,46				6,51
13	05-03-2020	2246	4453,408	7319,569	10,4	0,85	4,35			15,6
14	05-03-2020	2255	4453,401	7319,475	7,9					7,9
15	05-03-2020	2302	4453,407	7319,645	11,65	0,37				12,02
16	06-03-2020	0005	4453,139	7319,836	21,4	0,9				22,3
17	06-03-2020	0014	4453,138	7319,763	12,3					12,3
18	06-03-2020	0024	4453,133	7319,908	14,1					14,1
19	06-03-2020	0058	4452,998	7319,868	6,2			0,7		6,9
20	06-03-2020	0105	4453,010	7319,781					0,8	0,8
21	06-03-2020	1115	4452,992	7319,943	8,1	1,05				9,15
22	06-03-2020	0152	4452,854	7319,995			3			3
23	06-03-2020	0221	4452,861	7319,870				0,35		0,35
24	06-03-2020	0214	4452,847	7320,077	5,9					5,9
25	08-03-2020	1042	4455,836	7316,779	3	1,15			1	5,15
26	08-03-2020	1051	4455,981	7316,910	4,5					4,5
27	08-03-2020	1103	4456,052	7317,120	2,6					2,6
28	08-03-2020	1117	4456,396	7316,827	6,55	2,87				9,42
29	08-03-2020	1126	4456,292	7316,575	3					3
30	08-03-2020	1136	4456,171	7316,428	9,3					9,3
31	08-03-2020	1252	4456,735	7315,359	6,45					6,45
32	08-03-2020	1303	4456,641	7315,208	17,92					17,92
33	08-03-2020	1312	4456,511	7315,052	11,05					11,05
34	08-03-2020	2318	4448,907	7327,366	31,7		4			35,7
35	08-03-2020	2327	4448,885	7327,129	26,5		4,4			30,9
36	08-03-2020	2337	4448,910	7326,909	16,7		3,7			20,4
37	09-03-2020	0153	4448,392	7327,650	21,3		3,2			24,5
38	09-03-2020	0205	4448,401	7327,351	24,22		1,3			25,52
39	09-03-2020	0216	4448,387	7327,129	7,75		14			21,75
40	09-03-2020	0232	4448,012	7328,326	20,9	0,4				21,3
41	09-03-2020	0241	4448,001	7328,062	10,1	0,6				10,7
42	09-03-2020	0250	4448,004	7327,817	11,6					11,6
43	09-03-2020	2216	4446,223	7328,745	12,1					12,1
44	09-03-2020	2227	4446,236	7328,250	12,7					12,7
45	09-03-2020	2237	4446,197	7328,513	21,4					21,4
46	09-03-2020	2305	4446,811	7328,708	28,1					28,1
47	09-03-2020	2314	4446,810	7328,451	17,6					17,6
48	09-03-2020	2324	4446,820	7328,255	28,2					28,2
49	09-03-2020	2335	4447,345	7328,261	31,5					31,5
50	09-03-2020	2346	4447,308	7328,536	47,7					47,7
51	09-03-2020	2355	4447,330	7328,752	30,1					30,1
52	10-03-2020	1922	4453,033	7319,915						0
53	10-03-2020	1930	4453,027	7320,016	1					1
54	10-03-2020	1940	4453,375	7320,287						0
55	10-03-2020	1947	4453,444	7320,291						0
56	10-03-2020	1957	4453,347	7319,902						0
57	10-03-2020	2006	4453,426	7319,907						0
58	10-03-2020	2016	4453,382	7319,538	7,9					7,9
59	10-03-2020	2025	4453,438	7319,521	2,2					2,2
Total					638,44	12,47	37,95	1,05	1,8	691,7



Tabla 69. Rangos de profundidad asociados a cada experimento.

Valor de decisión	Profundidad (m)	Rango asociado (m)
$VP \leq 210$	0 – 210	200
$210 < VP \leq 230$	211 – 230	220
$230 < VP \leq 250$	231 – 250	240
$250 < VP \leq 270$	251 – 270	260
$270 < VP \leq 290$	271 – 290	280
$290 < VP \leq 310$	291 – 310	300
$310 < VP \leq 320$	311 – 320	320

VP: valor de profundidad de la muestra.



Tabla 70. Mediciones de fuerza de blanco de merluza del sur en aguas interiores de la región de Aysen, año 2020.

Experimento	Fecha	Hora_Media	Lat_Media	Lon_Media	Num_targets	TS_medio (dB)	Profundidad transductor(m)	Profundidad target (m)	Longitud pez (cm)	Peso total pez (g)	Profundidad anzuelo (m)	Sexo (1: Macho; 2: hembra)
3	04-03-2020	22:31:51	-44,91295	-73,3058	12	-37,24184	254,571496	316,554549	56	1050	262	1
3	04-03-2020	23:30:36	-44,91436667	-73,30726667	14	-37,564807	253,230263	273,68353	56	1050	262	1
3	04-03-2020	23:25:35	-44,91448333	-73,30676667	14	-36,518264	253,233367	319,248176	56	1050	262	1
3	04-03-2020	22:55:30	-44,91351667	-73,30610783	48	-36,747385	243,498146	314,779209	56	1050	262	1
3	04-03-2020	22:54:26	-44,91333333	-73,30635	31	-36,352825	248,514158	312,353229	56	1050	262	1
3	04-03-2020	22:54:49	-44,91343333	-73,30628333	16	-36,798047	245,91147	305,390824	56	1050	262	1
3	04-03-2020	21:33:41	-44,91485022	-73,30243333	22	-34,966556	254,715566	302,095604	68	2100	288	1
3	04-03-2020	23:58:16	-44,9135	-73,30965	12	-30,861932	253,931635	298,570193	80	3300	296	2
3	05-03-2020	00:16:29	-44,91326667	-73,31135	44	-28,572981	253,997234	313,729198	80	3300	296	2
3	05-03-2020	00:18:49	-44,91326667	-73,3116	21	-29,997521	254,042068	304,879231	80	3300	296	2
3	05-03-2020	00:25:51	-44,9132	-73,31223333	15	-28,93848	254,348502	294,47145	80	3300	296	2
3	05-03-2020	00:26:08	-44,9132	-73,31225	14	-26,358542	254,345726	295,042186	80	3300	296	2
3	05-03-2020	01:06:14	-44,91206667	-73,31803333	15	-31,990976	246,791483	296,046103	80	3300	296	2
4	05-03-2020	23:42:32	-44,88633333	-73,33111667	11	-35,772287	221,293444	295,892647	60	1200	294,5	1
4	05-03-2020	22:07:07	-44,88836667	-73,32708333	18	-34,724301	221,521066	309,431423	69	1950	306,5	2
4	05-03-2020	22:22:07	-44,88919373	-73,32656667	11	-30,209098	221,935649	248,11236	77	2500	246,5	2
4	05-03-2020	23:58:47	-44,88621667	-73,33073333	25	-28,866882	221,225789	314,465767	86	4100	316,5	2
4	06-03-2020	00:22:29	-44,8834	-73,33205	36	-27,272848	221,11838	311,797054	86	4100	316,5	2
9	08-03-2020	10:25:35	-44,93286667	-73,2813	24	-29,02559	222,732038	278,636554	76	2700	279,75	1
9	08-03-2020	11:29:41	-44,93803333	-73,27203333	28	-30,273709	221,027774	296,144789	73	2400	291,75	2
9	08-03-2020	11:55:46	-44,9388	-73,26580113	24	-26,913346	219,0461	306,624317	73	2400	291,75	2
9	08-03-2020	13:21:09	-44,94501667	-73,2395	20	-26,338537	196,842886	293,521857	71	2000	285,75	1
9	08-03-2020	13:27:19	-44,94526667	-73,23775	11	-31,85468	202,19108	283,622081	71	2000	285,75	1
12	08-03-2020	23:20:26	-44,81335	-73,44485	11	-33,776678	234,892302	316,155778	68	2000	296	1
12	09-03-2020	02:25:48	-44,79701992	-73,46178333	22	-34,807558	185,068299	292,803505	68	2000	292	2
12	09-03-2020	02:38:30	-44,79473333	-73,46043333	16	-34,722629	193,54971	312,58716	68	2000	296	1
12	09-03-2020	02:43:35	-44,7939	-73,45988618	16	-34,240359	201,816044	308,632035	68	2000	296	1
15	09-03-2020	22:15:29	-44,77105	-73,47386667	31	-36,583409	217,588951	276,534846	57	1200	276	2
15	09-03-2020	22:49:48	-44,77056667	-73,47563333	21	-34,519552	214,151362	292,47605	66	1700	292	1
15	09-03-2020	23:14:12	-44,77001667	-73,47625	20	-34,788338	211,57462	282,56207	61	1600	282	1
15	10-03-2020	01:41:32	-44,77575	-73,48543333	17	-33,873903	205,2184	297,56135	68	2100	298	1
15	10-03-2020	00:07:51	-44,77525	-73,48006667	11	-30,13841	205,582368	294,364404	74	2900	296	1
15	10-03-2020	00:21:44	-44,77523333	-73,48088333	30	-27,069422	203,032858	310,100614	72	2400	302	1
15	10-03-2020	00:22:11	-44,77525	-73,4809	22	-27,636166	203,005325	309,949916	72	2400	302	1
15	10-03-2020	00:22:41	-44,77525	-73,48095	34	-27,985704	203,041241	309,851262	72	2400	302	1
15	10-03-2020	00:23:10	-44,77523333	-73,48098333	21	-29,833741	203,053956	309,778509	72	2400	302	1
15	10-03-2020	00:23:46	-44,77523333	-73,48103333	21	-30,249442	202,999357	285,869136	72	2300	286	1
15	10-03-2020	00:24:06	-44,77521667	-73,48105259	12	-28,95752	203,026113	286,22	72	2300	286	1
15	10-03-2020	00:35:50	-44,77518333	-73,4816	19	-30,278653	203,029623	306,377	72	2400	302	1
15	10-03-2020	00:36:06	-44,77518333	-73,4816	12	-29,159015	202,954721	306,454025	72	2400	302	1
15	10-03-2020	01:05:34	-44,77498333	-73,48248333	38	-29,617561	202,642711	300,958677	72	2400	302	1
15	10-03-2020	01:06:08	-44,77498333	-73,4825	15	-28,88919	202,653105	301,298013	72	2400	302	1
15	10-03-2020	01:20:16	-44,7753	-73,48365	28	-29,397315	201,65829	315,994374	72	2400	302	1
15	10-03-2020	01:21:38	-44,77533333	-73,48378333	33	-27,277896	201,770925	301,713287	72	2400	302	1
15	10-03-2020	01:50:31	-44,77588333	-73,48596667	53	-31,102587	204,1491	263,637121	80	3000	264	2
15	10-03-2020	01:51:06	-44,7759	-73,486	12	-30,524483	204,073899	263,566897	80	3000	264	2
15	10-03-2020	01:08:24	-44,77501667	-73,48266667	33	-30,520396	202,454084	284,145134	82	4000	284	2
15	10-03-2020	01:09:50	-44,77503333	-73,48276667	12	-30,016895	202,439097	246,823443	84	3600	248	1
15	10-03-2020	01:47:20	-44,77585	-73,48573333	21	-28,393423	204,659164	252,64743	81	2300	252	2

**Tabla 71.** Estadística de la ecuación de fuerza de blanco. Análisis de varianza.

R ² múltiple	0,6583
R ² ajustado	0,6513

ANOVA

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor Fisher	Potencia(>F)
Log ₁₀ (LT)	1	580,30	580,30	94,399	5,194e-13
Residuales	49	301,22	6,15		

COEFICIENTES ECUACIÓN

	Estimado	Error estándar	Valor t	P (> t)
Intercepto	-77,953	4,754	-16,398	2e-16
Log ₁₀ (LT)	25,20	2,594	9,716	5,19e-13

COEFICIENTES ECUACIÓN DE 20LOG(LT)

	Estimado	Error estándar	Valor t	P (> t)
Intercepto	-68,4481	0,3575	-191,5	2e-16



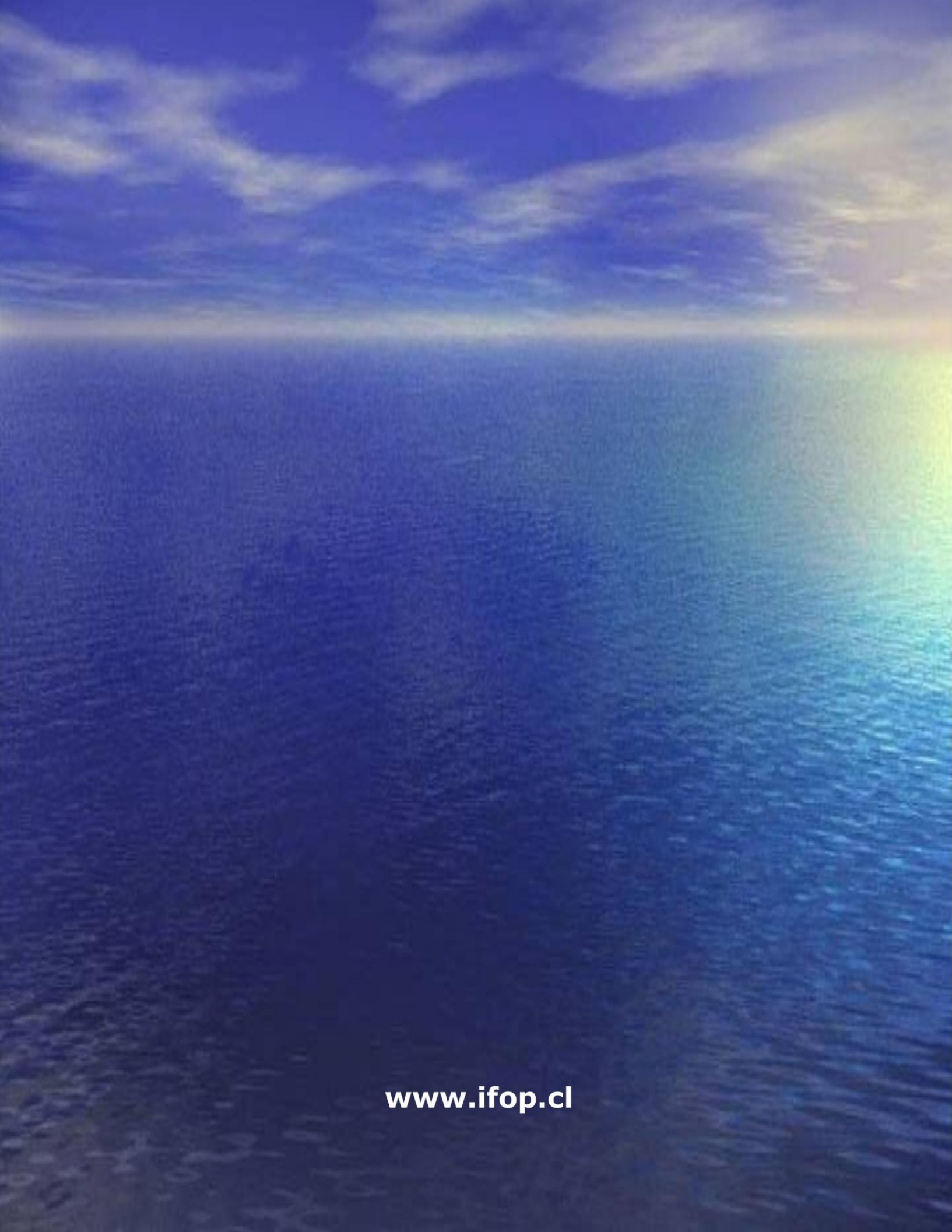
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl