



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 II. Merluza de cola

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 II. Merluza de cola

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Mayo 2020

REQUIRENTE

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

Subsecretaría 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 2019

AUTORES POR OBJETIVO

Estimación hidroacústica de la abundancia y biomasa de merluza de cola
Javier Legua Delgado
René Vargas Silva

Determinación de talla y edad de merluza de cola
Vilma Ojeda Cerda
Héctor Hidalgo Valdebenito
Renato Céspedes Michea

Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza de cola
Mauricio Landaeta Díaz
Gustavo Herrera Urzúa
Erika López Soto
Paola Troncoso Guerra

Importancia relativa fauna acompañante de merluza de cola
René Vargas Silva

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

Análisis de las agregaciones de merluza de cola
Bernardo Leiva Pérez

COLABORADORES

Muestreo biológico a bordo
Oscar Nancul Paillamán
Adrián Ibieta Figueroa
Braulio Acuña Guajardo
Juan Linares Huenchupan
Rodrigo San Juan Checura
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”. Se presentan 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 de cola (*Macruronus magellanicus*), observados en un crucero de prospección pesquera realizado 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 de cola presentó una biomasa estimada a través del método geoestadístico de 204.789 t ($LC_{\alpha=5\%} = 192.385 - 217.193$), valor 7,5% inferior al estimado durante el crucero efectuado en agosto de 2018. Por el método bootstrap, la biomasa alcanzó un valor de 220.173 t con un intervalo de confianza entre 208.505 y 232.921 t. La biomasa desovante alcanzó las 71.219 t que representó el 35% de la biomasa total.

La abundancia se estimó en 745.202.709 individuos de los cuales 360.054.033 (48%) fueron machos y 385.148.676 (52%) hembras, el total del estimado representa un aumento de 23,8% respecto del periodo 2018. La abundancia desovante se estimó en 173.383.451 de individuos que representó el 23% de la abundancia total.

La estructura por GE del recurso mostró la presencia relevante (>5%) de los GE II al IV en machos y hembras, que en conjunto aportaron entre 98 y 95% de la estructura, y el grupo modal para ambos sexos, se encontró en el GE III, que a su vez, representó el 40% de la abundancia total.

El centro de masa de la distribución espacial del stock evaluado de merluza de cola se localizó en la latitud 44°41’ S, con una inercia latitudinal de 0,81°, posición que estuvo desplazada 4 mn hacia el norte de isla Guamblin respecto al año 2018. Esta posición central es comparable a los valores observados en la mayoría de los estudios previos realizados en la zona.

La estructura de talla de merluza de cola en el año 2019 basada en 3.721 ejemplares registró una distribución con una moda juvenil entre los 30 - 59 cm, lo que significó una importante presencia de



ejemplares juveniles de 90% y una escasa presencia de adultos (10%), en donde las hembras predominaron levemente (52%) respecto de los machos. La estructura de talla juvenil entre los 30 - 59 cm se presentó en toda el área de distribución y batimétrica en el área y período de estudio; no obstante, en particular la escasa fracción adulta fue focalizada principalmente hacia latitudes menores, como el Cañón Guafo. La distribución de talla de merluza de cola entre 2008 a 2019 se ha caracterizado por una mayor presencia de juveniles, mientras entre 2001 a 2005 las distribuciones de tallas predominaron los adultos.

El total de gónadas de hembras de merluza de cola analizadas en laboratorio fueron 607 con un rango de tallas entre 32 y 105 cm de longitud total. El análisis de los estadios de madurez sexual (EMS) indicó que solo un 2% de la población correspondió a hembras desovadas y un 51% a hembras en maduración y maduras que se estaban preparando para el desove. El IGS promedio estimado fue de 6,7 con valores individuales extremos de 0,10 y 37,08. Los peces con gónadas inmaduras presentaron un IGS promedio de 0,45 el que aumentó a 15,2 en los peces sexualmente maduros. En el periodo de muestreo que abarcó entre el 17 y 22 de agosto, se encontró la mayor cantidad de hembras maduras coincidente con un valor alto del IGS de 13,3.

Al analizar los EMS con respecto a grupos de longitud total se observó una escasa presencia de individuos en maduración a partir del rango 30 - 39 cm LT, dicha situación ya se ha observado en años anteriores para merluza de cola. En tanto que los individuos inmaduros se presentaron hasta el grupo de longitud 50 - 59 cm LT. La talla media para el presente estudio se estimó en 43,9 cm LT.

Para estimar la fecundidad se utilizó un total de muestras de 100, obteniendo un valor de 757.431 de fecundidad modal y un valor de 458.325 de fecundidad media total de la muestra.

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 del sur y merluza de cola. Ambas especies representaron un 98,2% de la captura obtenida en la zona, seguidas en importancia por reineta, tollo 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 de cola, durante el crucero, estuvo compuesta en 90,0% por merluza del sur.

Respecto a su alimentación, se analizaron un total de 217 ejemplares de merluza de cola. A estas merluzas se les extrajo el estómago y un trozo de tejido. Los dos métodos dan cuenta que la merluza de cola hace uso de los peces mesopelágicos para su supervivencia, pero, la asimilación fue por parte de los eufáusidos. Existieron diferencias de la alimentación a través de los distintos tamaños estudiados. Mientras que el análisis bayesiano confirma que la merluza de cola es un depredador altamente especialista en peces, los análisis de isótopos estables indican a un predador que se alimenta de un variado grupo de presas.



EXECUTIVE SUMMARY

This document corresponds to the final report of the "Evaluation of southern hake, hake 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 hake (*Macruronus magellanicus*). 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 set were undertaken in the study area.

Tail hake biomass stock was estimated with the geostatistical method, reaching 204,789 t ($LC_{\alpha=5\%}=192,385 - 217,193$), a value 7.5% lower than estimations during the August 2018 cruise. Using the Bootstrap method, biomass reached a value of 220,173 t with confidence intervals between 208,505 and 232,921 t. Spawning biomass was 71,219 t, representing 35% of the total biomass.

Abundance was estimated at 745,202,709 individuals, 360,054,033 (48%) of which were males and 385,148,676 (52%) females. The total estimate represents a 23.8% increase over 2018. Spawning abundance was estimated at 173,383,451 individuals, representing 23% of total abundance.

The GE structure of the resource showed the relevant presence (>5%) of GE II to IV in males and females, which together contributed between 98 and 95% of the structure. The modal group for both sexes was found in GE III, representing 40% of total abundance.

The center of mass of spatial distribution of evaluated tail hake stock was at latitude 44°41'S, with latitudinal inertia of 0.81°. This position shifted 4 nm to the north of Guamblin Island compared to 2018. This central position is comparable to the values observed in most studies for the area.

Tail hake size structure based on analysis of 3,721 specimens recorded a youth trend distribution between 30 and 59 cm, as juvenile specimens represented 90% and adults 10%. Females predominated slightly (52%) relative to males. The 30-59 cm juvenile size structure was present across the entire distribution area and bathymetric in the area and study period. However, the scarce adult fraction mainly concentrated at lower latitudes such as Guafo Canyon. The size distribution of tail hake between 2008 and 2019 has been characterized by a greater presence of juveniles, while between 2001 and 2005 adults predominated.



Total gonads of laboratory-analyzed female tail hakes reached 607, ranging from 32-105 cm in total length (TL). Analysis of sexual maturity stages (SMS) indicated that only 2% of the population corresponded to spawning females and 51% to maturing and mature females that were preparing for spawning. The estimated average IGS was 6.7 with extreme individual values of 0.10 and 37.08. Individuals with immature gonads had an average IGS of 0.45 which increased to 15.2 in sexually mature ones. The highest number of mature females matching a high IGS value of 13.3 was found during the August 17-22 sampling period.

When analyzing SMS with respect to total length groups a low presence of mature individuals with 30-39 cm TL was observed, just like in previous years. Immature individuals were present up to the length group of 50-59 cm TL. Average size for this study was estimated at 43.9 cm TL.

A sample of 100 individuals was used to estimate fertility, obtaining a value of 757,431 of modal fertility and 458,325 for total mean fertility of the sample.

During the cruise, 18 species were captured and identified. The fauna present in the study area comprised mainly 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 obtained during the cruise. The accompanying fauna to tail hake consisted to 90.0% of southern hake.

Overall, 217 specimens of tail hake were analyzed to gather data on food. The stomachs and a piece of tissue were removed from these specimens. The results show that tail hake feeds on mesopelagic fish for survival, but assimilation was partly through euphausiids. Differences in feeding were found according to fish size. Bayesian analysis confirmed that tail hake is a predator and highly specialized in hunting other fish. Stable isotope analyses showed that tail hake feeds on a diverse group of prey.



ÍNDICE GENERAL

Página

RESUMEN EJECUTIVO	i
EXECUTIVE SUMMARY	iii
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
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 Identificación de los ecotrazos	8
4.3.4 Estimación de la abundancia y biomasa	9
4.3.5 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 de cola	16
4.5 Objetivo específico 3.....	19
4.5.1 Metodología a bordo	19
4.5.2 Análisis de laboratorio.....	20
4.6 Objetivo específico 4.....	24
4.6.1 Análisis de los datos	24
4.6.2 Análisis comunitario	25



4.6.3	Identificaciones de agrupaciones específicas	25
4.7	Objetivo específico 5.....	26
4.7.1	Área de estudio y número de muestras	26
4.7.3	Análisis de datos	27
4.8	Objetivo específico.6.....	28
4.8.1	Descriptores y variables utilizadas en el análisis	29
5.	RESULTADOS	32
5.1	Objetivo específico 1	32
5.1.1	Sistema de ecointegración	32
5.1.2	Lances de identificación de ecotrazos	32
5.1.3	Análisis geoestadístico.....	32
5.1.4	Biomasa y abundancia	33
5.1.5	Distribución espacial y batimétrica	33
5.2	Objetivo específico 2	33
5.2.1	Distribución de talla en la zona de estudio.....	33
5.2.2	Distribución de talla del crucero 2019 respecto de los cruceros anteriores.....	34
5.2.3	Composición de la estructura de edades.....	35
5.2.4	Caracterización de la Abundancia	38
5.2.5	Edad y estados de madurez	39
5.3	Objetivo específico 3.....	41
5.3.1	Estadios de madurez sexual (EMS).....	41
5.3.2	Análisis histológico de las gónadas	41
5.3.3	Índice gonadosomático (IGS).....	42
5.3.4	Índices de la actividad reproductiva	42
5.3.5	Talla media y edad media de madurez sexual.....	43
5.3.6	Fecundidad	43
5.4	Objetivo específico 4	44
5.4.1.	Distribución batimétrica y espacial.....	44
5.4.2	Parámetros comunitarios	45
5.5	Objetivo específico 5.....	46
5.5.1	Análisis de Contenido Estomacal (ACE).....	46
5.5.2	Análisis de Isótopos Estables (AIE)	47



5.6	Objetivo específico 6.....	47
5.6.1	Resultados generales descriptivos	47
5.6.2	Resultados de los descriptores según cañones y zonas históricas.	48
5.6.3	Análisis de componentes principales (ACP)	50
5.6.4	Análisis de red neuronal artificial (2015 a 2019)	51
5.6.5	Resultados serie 2005-2019	51
6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	53
7.	CONCLUSIONES	61
8.	REFERENCIAS	63

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 de cola



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Área de estudio. Se señalan las isolíneas de los veriles de profundidad y las zonas asociadas a los cañones de profundidad (rectángulo rojo) 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.** Otolitos enteros de merluza de cola, par *sagitta*, vistos desde su cara externa. Estructuras pertenecientes a peces de longitud 45cm (A) y 75 cm (B).
- Figura 6.** Semivariograma de merluza de cola. Dirección omnidireccional. Zona total de estudio.
- Figura 7.** Distribución espacial de la merluza de cola en el área de prospección. Escala de categorías en t/mn².
- Figura 8.** Centros de gravedad de la distribución del stock evaluado de Merluza de cola. Período 2000 – 2019.
- Figura 9.** Distribución latitudinal y batimétrica de la profundidad media de merluza de cola. Crucero de evaluación directa merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, año 2019.
- Figura 10.** Distribución de talla de merluza de cola por sexo para el área de estudio. B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).
- Figura 11.** Distribución de talla de merluza de cola por área. B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).
- Figura 12.** Distribución de talla de merluza de cola por cañón y fuera de los cañones. B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).
- Figura 13.** Distribución de talla de merluza de cola 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 de cola para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2019.



- Figura 15.** Distribución de los estadísticos históricos de la talla de merluza de cola para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2019.
- Figura 16.** Rango de longitudes y tendencia central del muestreo biológico, por sexo, asociado a cada lance de pesca, merluza de cola, crucero de investigación 2019. (1=machos, 2=hembras).
- Figura 17.** Comparación de la funciones peso- longitud estimadas para merluza de cola por sexo (A) y representación de los parámetros “a” (intercepto) y “b” (pendiente) de esta relación en el período 2001 – 2019 (B).
- Figura 18.** Abundancia por clase de talla (A) y grupos de edad (B) de merluza de cola, por sexo, en las evaluaciones directas efectuadas en el período 2000 - 2019.
- Figura 19.** Proporción sexual de merluza de cola (razón machos:hembras), presente en la abundancia en el período de desove, según año, 2000-2019.
- Figura 20.** Abundancia de merluza de cola, por sexo, en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 – 2019.
- Figura 21.** Edades medianas de merluza de cola, por sexo, presente en los cruceros de evaluación del stock desovante, período 2000 - 2019.
- Figura 22.** Fracción de merluza de cola (machos y hembras) maduros, según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2002 y 2007 a 2019. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras.
- Figura 23.** Curvas de madurez estimadas para merluza de cola (machos y hembras), según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2002 y 2007 a 2019. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras. A: Años 2018 y 2019. B: Serie histórica.
- Figura 24.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus* en agosto de 2019.
- Figura 25.** Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto de 2018.
- Figura 26.** Ovario de merluza de cola en estadio inicial de desarrollo. Mc 2342: Aspecto histológico estadio ovárico I, Virginal. Aumento 5x. L: Lamela; Flecha: Ovocito reserva cromatina nuclear; t: tabique fibromuscular.



- Figura 27.** Ovario de merluza de cola en estadio intermedio de desarrollo. Mc 2283. Aspecto histológico estadio ovárico III, En Maduración (vitelogénesis hepática). Aumento 5x. L: lamela; Ov: Ovocito vitelado parcial; Flecha: Vesícula citoplasmática; Punta flecha: Gránulos de vitelo.
- Figura 28.** Ovario de merluza de cola en estadio intermedio de desarrollo. Mc 2618: Aspecto histológico estadio ovárico IV, Maduro. Aumento 5x. Ov: Ovocito vitelado; Oh: Ovocito hidratado; Flecha: Gránulos de vitelo; *: Nucleo.
- Figura 29.** Folículo postovulatorio nuevo presente en ovario en regresión. Mc 2541: Aspecto histológico FPOn (0 a 4 hrs edad) Aumento 40x. P: Pliegue; Flecha: Lamina folicular; t: Lamina tecal; L: Lumen; e: pigmento eosinófilo.
- Figura 30.** Relación entre el peso de la gónada obtenido a bordo del buque y la registrada en el laboratorio en ejemplares de merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto 2019.
- Figura 31.** 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 *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2019.
- Figura 32.** Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Macruronus magellanicus* en agosto de 2019, con límites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo lineal generalizado.
- Figura 33.** Porcentaje de hembras con desove omitido respecto al total de hembras maduras en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019.
- Figura 34.** Incremento relativo del índice gonadosomático (IR.IGS) en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2019.
- Figura 35.** 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 *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2019.
- Figura 36.** Participación de las principales especies capturadas, respecto captura total estandarizada crucero. Año 2019.
- Figura 37.** Participación de la fauna acompañante de merluza de cola. Año 2019.
- Figura 38.** Participación (%) respecto de la captura total estandarizada por subzona de: **a)** principales especies capturadas durante el crucero; **b)** fauna acompañante de merluza de cola. Año 2019.
- Figura 39.** Distribución y frecuencia de ocurrencia por veril de profundidad de merluza de cola y su fauna acompañante. Año 2019.



- Figura 40.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros de evaluación directa. Evaluaciones 2000 a 2019.
- Figura 41.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (*NMDS*) de los cruceros de evaluación directa. Evaluaciones 2000 a 2019.
- Figura 42.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2019.
- Figura 43.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (*NMDS*) de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2019.
- Figura 44.** Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2019.
- Figura 45.** Resultado gráfico del análisis de ordenación (*NMDS*) de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2019.
- Figura 46.** Dieta de la merluza de cola en base al contenido estomacal observado.
- Figura 47.** Serie de tiempo (1997-2019) de las presas encontradas en los estómagos de la merluza de cola.
- Figura 48.** 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 49.** Modelos de mezcla para la asimilación de las presas de merluza de cola en sus distintos grupos de tamaños a) G1 y b) G2.
- Figura 50.** Bi-plot $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ para los distintos grupos de tamaños, en a) la gráfica de las medias, y b) relación con el total de los individuos.
- Figura 51.** Diagrama 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 52.** Valor promedio e intervalo de confianza 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 53.** 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 ($\text{NASC} \cdot 100/\text{m}^2$). Según zona. Agosto 2019.
- Figura 54.** 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 ($\text{NASC} \cdot 100/\text{m}^2$). Según rango de fondo. Agosto 2019.
- Figura 55.** Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes. Agosto 2019.
- Figura 56.** Arquitectura de la red neuronal utilizada por el modelo perceptrón multicapa.
- Figura 57.** Curva de COR resultante de la arquitectura de diseño de la red neuronal.
- Figura 58.** 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 2007-2019.
- Figura 59.** Biomasa total y desovante (t) histórica de merluza de cola.
- Figura 60.** Abundancia (millones de ejemplares) a la talla histórica (2000 a 2019) merluza de cola.
- Figura 61.** Distribución de las estaciones de CTDO para el 2019 y sección latitudinal seleccionada para las variables oceanográficas. Fuente: elaboración propia del consultor.
- Figura 62.** Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en ($^{\circ}\text{C}$), para el 2019.
- Figura 63.** Distribución de las estaciones de CTDO para el 2013 y sección latitudinal de las variables oceanográficas. Fuente: elaboración propia del consultor.
- Figura 64.** Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en ($^{\circ}\text{C}$), para el 2013.
- Figura 65.** Distribución de las estaciones de CTDO para el 2014 y sección latitudinal de las variables oceanográficas.
- Figura 66.** Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en ($^{\circ}\text{C}$), para el 2014.
- Figura 67.** Distribución de las estaciones de CTDO para el 2015 y sección latitudinal de las variables oceanográficas.
- Figura 68.** Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en ($^{\circ}\text{C}$), para el 2015.



- Figura 69.** Distribución de las estaciones de CTDO para el 2016 y sección latitudinal de las variables oceanográficas.
- Figura 70.** Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2016.
- Figura 71.** Distribución de las estaciones de CTDO para el 2017 y sección latitudinal de las variables oceanográficas.
- Figura 72.** Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2017.
- Figura 73.** Distribución de las estaciones de CTDO para el 2018 y sección latitudinal de las variables oceanográficas.
- Figura 74.** Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2018.
- Figura 75.** Sección latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2019.
- Figura 76.** Sección latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2013.
- Figura 77.** Sección latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2014.
- Figura 78.** Sección latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2015.
- Figura 79.** Sección latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2016.
- Figura 80.** Sección latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2017.
- Figura 81.** Sección latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2018.
- Figura 82.** Sección latitudinal de concentración de oxígeno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2013.
- Figura 83.** Sección latitudinal de concentración de oxígeno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2014.
- Figura 84.** Sección latitudinal de concentración de oxígeno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2015.
- Figura 85.** Sección latitudinal de concentración de oxígeno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2016.
- Figura 86.** Sección latitudinal de concentración de oxígeno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2017.



- Figura 87.** Sección latitudinal de concentración de oxígeno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2018.
- Figura 88.** Diagrama T-S campaña 2019.
- Figura 89.** Diagramas T-S de las campañas históricas entre el 2013 y 2018.
- Figura 90.** 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 91.** Distribución de oxígeno disuelto en (a) superficie, (b) 100 m, (c) 200 m, y (d) 300 m durante agosto del 2019.
- Figura 92.** Patrones superficiales de (a) clorofila, (b) fitoplancton, (c) producción primaria, y (d) profundidad de capa mezcla durante agosto del 2019.
- Figura 93.** Anomalías de la clorofila superficial (mg/m^3) de Agosto durante el periodo 2010-2019.
- Figura 94.** Anomalías de la TSM ($^\circ\text{C}$) de Agosto durante el periodo 2010-2019.
- Figura 95.** Anomalías de la salinidad superficial de Agosto durante el periodo 2010-2019.
- Figura 96.** Anomalías del viento (m s^{-1}) de Agosto durante el periodo 2010-2019.
- Figura 97.** Anomalías de la altura superficial del mar (cm) de Agosto durante el periodo 2010-2019. Vectores indican anomalías de las corrientes superficiales.
- Figura 98.** Anomalías de la concentración de fitoplancton superficial (mmol C m^{-3}) de Agosto durante el periodo 2010-2019.
- Figura 99.** Anomalías de la producción primaria superficial ($\text{mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$) de Agosto durante el periodo 2010-2019.
- Figura 100.** Perfiles verticales de temperatura (T, $^\circ\text{C}$) y salinidad (S, psu), y secciones de oxígeno disuelto ($\mu\text{mol m}^{-3}$) con SA de merluza de cola (círculos negros, tamaño proporcional al Sa) a diferentes rangos latitudinales durante agosto del 2019. Patrones de oxígeno disuelto fueron derivado del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product.
- Figura 101.** Histograma de frecuencia de oxígeno disuelto (O_2), salinidad y temperatura a la profundidad media de las agregaciones de merluza de cola 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 102.** Patrones horizontales de oxígeno, salinidad y fitoplancton subsuperficial (200-450 m) y clorofila superficial y distribución del Sa de merluza de cola 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 103.** 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 104.** Oxígeno disuelto subsuperficial (200-450 m; color) y distribución de merluza de cola (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 105.** Fitoplancton subsuperficial (200-450 m; color) y distribución de merluza de cola (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 106.** Salinidad subsuperficial (200-450 m; color) y distribución de merluza de cola (círculos negros, tamaño proporcional al Sa) durante prospecciones del periodo 2014-2019. Patrones de salinidad fueron derivados de HYCOM + NCODA Global 1/12°.
- Figura 107.** Relaciones históricas del Sa de merluza de cola 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°.
- Figura 108.** Secciones vertical 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 109.** Secciones vertical de salinidad en 75.75°W y distribución vertical de merluza de cola (círculos negros; tamaño proporcional al Sa; se incluyen todos los registros del crucero) durante las prospecciones de 2014-2019.
- Figura 110.** Secciones vertical de temperatura en 75.75°W y distribución vertical de merluza de cola (círculos negros; tamaño proporcional al Sa; se incluyen todos los registros del crucero) durante las prospecciones de 2014-2019.



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Estimaciones de biomasa y abundancia de merluza de cola. Valores obtenidos en estudios de prospección acústica realizados en el período 2000 - 2018.
- Tabla 2.** Características principales del buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos”.
- Tabla 3.** Calibración del sistema de eointegración ER60. Buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos”. Crucero 2019.
- Tabla 4.** Escala de madurez sexual para merluza de cola, *Macruronus magellanicus*, basada en características macroscópicas y microscópicas de la gónada, según Balbontín y Fischer (1981), modificada para la merluza de cola (Troncoso, 2004).
- Tabla 5.** Criterios citológicos e histológicos para la definición de estadios de madurez gonadal en peces teleósteos. FPO, folículo postovulatorio; VG, vesícula germinal.
- Tabla 6.** Datos operacionales de los lances de pesca de identificación. Crucero 2019.
- Tabla 7.** Capturas por especie registradas en los lances de pesca de identificación. Crucero 2019.
- Tabla 8.** Resumen modelación geoestadística y bootstrap de merluza de cola para la zona total de estudio. Crucero 2019.
- Tabla 9.** Estimado total de biomasa y Abundancia, límites de confianza y densidad de merluza de cola. Crucero 2019.
- Tabla 10.** Estimados de abundancia de merluza de cola y participación por sexo. Crucero 2019.
- Tabla 11.** Parámetros de la relación peso – longitud de merluza de cola. Crucero de evaluación 2019.
- Tabla 12.** Estimaciones del tamaño del stock usados en los procesos históricos, peso promedio y proporción sexual, cruceros de merluza de cola 2000 - 2019.
- Tabla 13.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, machos. Crucero de evaluación 2019. (Abundancia Total=745.202.709 ejemplares. Machos= 360.054.033 Hembras= 385.148.676).
- Tabla 14.** Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, hembras. Crucero de evaluación 2019. (Abundancia Total=745.202.709 ejemplares. Machos= 360.054.033 Hembras= 385.148.676).



- Tabla 15.** Abundancia por grupo de edad y desviación estándar para merluza de cola por sexo y proporción de ambos según grupo de edad. Crucero de evaluación 2019.
- Tabla 16.** Estimaciones de Grupo de Edad (GE) al 50% de madurez para merluza de cola, 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.
- Tabla 17.** Índices de la actividad reproductiva de las hembras adultas de la merluza del sur *Macruronus magellanicus*, desde el 7 al 22 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 18.** Proporción de hembras maduras a la talla y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur *Macruronus magellanicus* en agosto de 2019, mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado.
- Tabla 19.** Abundancia y porcentaje de hembras con desove omitido respecto al total de hembras maduras en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 2015 a 2019
- Tabla 20.** Talla media de madurez sexual estimada por un ajuste de máxima verosimilitud mediante el ajuste a una función logística y talla de madurez estimada mediante el cálculo del incremento relativo del IGS (IR.IGS) en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 2001 a 2019.
- Tabla 21.** Proporción de hembras maduras a la edad y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2019.
- Tabla 22.** Fecundidad promedio y fecundidad del total de las hembras maduras de la muestra calculada en estudios realizados en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 1996 a 2019.
- Tabla 23.** Lista sistemática de las presas encontradas en los estómagos de merluza de cola. Crucero hidroacústico 2019.
- Tabla 24.** Porcentaje de importancia relativa en su forma presa específica (PSIRI) a través de los contenidos estomacales de merluza de cola. %N=porcentaje en número, %P=porcentaje en peso y %F=porcentaje en frecuencia de ocurrencia.
- Tabla 25.** 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 26.** 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 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. Agosto 2019.
- Tabla 28.** 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 29.** 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 30.** 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 31.** Valores calculados por el test de Kruskal - Wallis para la comparación de los valores medios de los descriptores entre cañones. Agosto 2019.
- Tabla 32.** 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 33.** Valores calculados por el test de Kruskal - Wallis para la comparación de los valores medios de los descriptores según zona. Agosto 2019.
- Tabla 34.** 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 35.** Valores calculados por el test de Kruskal – Wallis para la comparación de los valores de los descriptores según rangos de fondo. Agosto 2019.
- Tabla 36.** Matriz de correlaciones entre las variables originales. Agosto 2019.
- Tabla 37.** Valores propios y porcentaje de variabilidad explicada por los componentes. Agosto 2019.
- Tabla 38.** Correlaciones de las variables originales con los componentes principales. Agosto 2019.



- Tabla 39.** Análisis de la red neuronal 2015 a 2019 de las variables morfométricas, batimétricas y de energía.
- Tabla 40.** Área bajo la curva de COR 2015 a 2019 y zona de estudio de las variables morfométricas, batimétricas y de energía.
- 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 de cola durante cruceros 2014-2019. Promedio y desviación estándar fueron ponderados por el s_a del recurso.



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 de Magallanes.

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

Merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Lönnberg, 1907), también conocida como “hoki” o “patagonian grenadier”, es una especie gadiforme de hábitos pelágicos y demersales (euribática), que presenta una amplia distribución geográfica circunscrita al cono austral de Sudamérica, por el Pacífico sudoriental en las costas chilenas entre los 30° S y los 57° S (Lillo *et al.*, 1997; Aguayo, 1974) y por el Atlántico Sudoccidental entre los 33° S y 57° S (Giussi *et al.*, 2002), que de acuerdo a las zonas estadísticas definidas por FAO corresponden al área 87 denominada Pacífico sudoriental, y al área 41 denominada Atlántico sudoccidental.

Estudios de marcadores genéticos describen una sola unidad poblacional en las costas chilenas (Galleguillos *et al.*, 1999). Posteriormente, mediante el uso de técnicas de análisis de elementos trazas en los otolitos, Schuchert *et al.* (2010) postulan la existencia de una población patagónica en el cono sur de América, conformada por una población altamente mezclada y postulando la existencia de al menos dos áreas de desove, una el Pacífico sudoriental y otra en el Atlántico sudoccidental.

La merluza de cola, *Macruronus magellanicus*, es actualmente la principal pesquería de la zona austral chilena (Lillo *et al.*, 1997, Giussi *et al.*, 2002, Tascheri *et al.*, 2010) y opera sobre la plataforma continental en Chile central (34°S - 42°S) y en la Patagonia (42°S - 57°S). Se distribuye en el cono sur de Sudamérica, desde 37°S en el Océano Atlántico, hasta los 27°03'S en el Océano Pacífico, pero la mayor abundancia está localizada en la Patagonia de Chile, entre los 41°40' a 52°S (Tascheri *et al.*, 2010).

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. 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 náuticas (mn) y Unidad de Pesquería Sur (UPS) desde el paralelo 47° L.S al extremo sur y hasta las 80 mn. La pesca artesanal que opera en el mar interior, se encuentra regionalizada administrativamente.

Esta pesquería, de carácter multiespecífico 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*), se inició en 1978 con la operación de una flota compuesta por buques arrastreros fábrica, a la que 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 X a XII, orientada principalmente a la captura de merluza del sur.

Esta pesquería, está constituida por dos unidades, una de la V a X Regiones y la otra de XI a XII Regiones, ambas declaradas en régimen de plena explotación y sometidas a la medida de administración llamada Licencias Transables de Pesca. En la captura de este recurso se desarrollaron



dos pesquerías, la primera correspondió a la pesquería demersal sur austral que actúa preferentemente sobre la fracción adulta del stock y la segunda, corresponde a la pesquería pelágica de la zona centro-sur (35°S - 43°S) y que opera durante el período primavera-verano sobre una fracción mayoritariamente juvenil y que alcanzó desembarques promedios superiores a las 200 mil toneladas (ton) en el período 1987 - 1999, disminuyendo a menos de 50 mil ton en la década del 2000. En los últimos años la cuota de captura anual se redujo de 154 mil toneladas el año 2010 a niveles inferiores a las 50 mil toneladas, a lo que se suma la veda reproductiva durante agosto, lo que se ha reflejado en la disminución de los desembarques de este recurso.

Los desembarques de merluza de cola provenientes de la pesquería demersal sur-austral, comienzan a fines de la década del 70 registrándose un aporte sostenido cercano a las 20 mil toneladas anuales, cifra que según Young *et al.* (1998) podría estar subestimada producto del descarte no registrado. A partir del año 2000 los desembarques se duplicaron sobrepasando el volumen de la pesquería centro-sur, esto debido al aumento de las cuotas de capturas asignadas a la pesquería demersal sur. Sin embargo, durante los últimos años la estructura demográfica del stock de merluza de cola ha mostrado una declinación paulatina en la participación de la fracción más adulta de la población y una mayor presencia en las capturas de individuos más jóvenes, particularmente de los grupos de edad II a VI.

Por otra parte, es posible la existencia de una población patagónica en el Cono Austral de Sudamérica altamente mezclada, con al menos dos áreas de desove, una en el Pacífico sudoriental y otra en el Atlántico sudoccidental (Schuchert *et al.*, 2010), dado esto, toma relevancia la magnitud de las capturas proveniente de ambas áreas, las cuales podrían tener posibles efectos en la explotación del recurso en un área respecto de la otra. En Chile, la caída del desembarque respondería a la disminución de la cuota de captura anual y a los menores rendimientos de pesca que ha presentado parte de la flota arrastrera (Céspedes *et al.*, 2016 y 2017). El escenario antes señalado llevó a la autoridad administrativa a la adopción de diferentes medidas de manejo como fueron: el establecimiento de tamaños mínimos, zonificaciones, regulaciones de artes de pesca, fijación de cuotas de capturas y a su clasificación de stock agotado (SSPA, 2018).

Las evaluaciones orientadas a merluza de cola (**Tabla 1**) se han realizado preferentemente en el área comprendida entre las latitudes (43°30'S y 47°00'S) la que está asociada a la principal zona de desove de la merluza de cola, pero sin olvidar que la definición de esta área está asociada también al proceso reproductivo de merluza del sur, por lo que existe un compromiso técnico en la fijación del área de estudio. Al respecto, los antecedentes disponibles hacen referencia que el proceso reproductivo de merluza del sur y merluza de cola presentarían una amplia distribución espacial (Aguayo *et al.*, 2001; Ernst *et al.*, 2006) pero el área de desove principal estaría asociado a las islas Guafo y Guablín, donde ambos recursos desarrollan este proceso biológico y corresponde a lo que se definió como el área de estudio del presente proyecto.

Esta especie presenta un comportamiento de características pelágicas en ejemplares juveniles, a diferencia de su fase adulta donde presenta hábitos demersales (Lillo *et al.*, 2000). El nivel alto de canibalismo podría explicar la segregación espacial entre juveniles y adultos (Pool *et al.*, 1997).



En el estudio de edad de las especies, aquellas que presenten dentro del desarrollo de su vida clases anuales fuertes, permiten el seguimiento a través de los años, entregando información del paso en el tiempo de clases anuales destacadas, siempre que permanezcan en el medio y no se presente una situación de remoción fuerte que corte este paso en el tiempo (Céspedes *et al.*, 2017). Un factor que incide en la composición de individuos es la proporción de machos y hembras al interior de los desembarques analizados. Considerando las zonas de análisis se puede mencionar que desde 2003 a 2016, en la zona norte, por lo general las hembras sobrepasan en el doble o más a los machos, en cambio en el sur, las hembras se presentan en menor intensidad pudiéndose señalar que están más próximas a encontrarse en relación 1:1 (Céspedes *et al.*, 2017). La distribución por sexos es desigual en las etapas de peces más jóvenes, si se las compara con las de mayor edad y considerando las edades que componen la estructura de la pesca actual versus la de hace una década (Céspedes *et al.*, 2017).

En términos de estructura de tallas, desde el año 2008 al año 2014 se ha registrado una menor presencia de adultos, contrastado con un aumento de la presencia de juveniles y adultos jóvenes en las capturas, señales que podrían responder a una menor condición de su población (biomasa); lo cual es coincidente con las tendencias observadas en las estructuras de talla proveniente de los estudios realizados mediante métodos hidroacústicos (Lillo *et al.*, 2009, 2011, 2013, 2014 y 2016). Sin embargo, en los años 2015 y 2016 se ha registrado un gradual cambio a estructuras con un grado mayor de la proporción de ejemplares adultos; información que podría ser una señal positiva, pero la disminución de la fracción juvenil en las estructuras de tallas introduce un mayor grado de incertidumbre (Céspedes *et al.*, 2017).

En lo que respecta al proceso de desove, hito biológico considerado como base de referencia para definir el período de la pesca de investigación, la merluza de cola muestra un período bien definido de maduración que se inicia en mayo, alcanza su madurez en julio y culmina con un corto período de desove durante agosto (Young *et al.*, 1998), aunque es posible también observar, al igual que en la merluza del sur, variaciones temporales en el período en que se alcanza la mayor actividad reproductiva. En este sentido, el análisis de información de pesca de la flota entre 2000 y 2005, ratifica el acotado período de desove para esta especie, encontrando principalmente el pick de maduración en el mes de agosto, situación que se corrobora con los altos IGS registrado durante este mes en las evaluaciones realizadas en la zona de estudio.

El período de máxima actividad reproductiva, estimado a partir de índices gonadosomático (IGS), se ha señalado para el bimestre julio - agosto con una rápida disminución en septiembre (Aguayo *et al.*, 1991, 1994; Young *et al.*, 1998) sin embargo, observaciones realizadas en otros años (Chong, 2000; Balbontín y Bravo, 2001) muestran la existencia de un grado de variabilidad anual en la distribución de los EMS y por lo tanto, en la fecha de inicio del desove poblacional. Estos resultados coinciden con los obtenidos durante los estudios de evaluación directa realizados en agosto.

El estudio de la alimentación de cualquier individuo, resulta necesario para contribuir al análisis de los aspectos bio - ecológicos en los ecosistemas que integran. Conocidas estas interrelaciones, es posible inferir la estructura y función de cada uno de estos individuos. En esta pesquería existen interacciones



tróficas entre las especies de importancia comercial, como la depredación de la merluza austral y el congrio dorado sobre la merluza de cola y el canibalismo de esta última (Arancibia *et al.*, 2010). La merluza de cola presenta cambios en su dinámica trófica con la ontogenia, pasando de carcinófagos (individuos menores a 30 cm) a ictiófagos estrictos (individuos mayores a 55 cm) y con los individuos de tamaños intermedios de dieta principalmente ictiófaga pero con importante presencia de crustáceos (eufáusidos) (Neira *et al.*, 2015).

Al respecto, en muestreos realizados en el mar interior de la X y XI Regiones se le ha descrito como una especie de hábitos tróficos principalmente planctónicos con un reducido espectro de presas y su alimentación está basada en pequeños peces y crustáceos mesopelágicos, como mictófidos, eufáusidos, pasifeidos, entre los más importantes (Meléndez *et al.*, 2009; Medina y Herrera, 2012), dado esto, es un depredador generalista. Por otra parte, en el mar exterior se muestra con un comportamiento alimenticio con un amplio dominio de canibalismo (53%) en el contenido estomacal de merluza de cola, seguido en importancia por el pez Nansenia (23,6%) y crustáceos (23,3%), aportando estas tres especies de presa sobre el 97% del total en peso del contenido estomacal de merluza de cola indicador de un espectro trófico estrecho (Neira *et al.*, 2015) y que concuerda con lo observado por Cubillos *et al.*, 1998. En estudios en el mar exterior realizados durante el periodo reproductivo, dan cuenta de una alimentación basada en peces mictófidos y mesopelágicos, mostrando una conducta eurífaga, sin diferencias ontogénicas en su alimentación (Klarian *et al.*, 2018).

Las principales áreas de concentración por alimentación se registran desde enero a junio, una en el norte entre los 38°-39° S, otra entre los 42°-44° S y una tercera en el extremo austral entre los 55°-56° S. Mientras, la principal área de concentración reproductiva se registra entre los 41°28,6' y 47°00'S entre junio, julio y agosto, pasando incluso para septiembre (Céspedes *et al.*, 2017).

En este contexto y 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, han considerado 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, del que se presenta su informe final, sección: merluza de cola.



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 2**). 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 (Mitsun, 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**), además de ii) autorización a SHOA para navegar en las regiones de los Lagos y de Magallanes y la Antártica Chilena (**Anexo 1**).

4.2.2 Equipos

a) Sistema de ecointegración

Se utilizó un ecosonda científico marca Simrad modelo ER60 con seis transductores de haz dividido (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 y 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), 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 3**).



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 sistema de sensores de captura en el copo, a fin de controlar los volúmenes de la pesca. De acuerdo a la Resolución de Pesca N° 2664 del 30 de julio de 2019 y modificación de acuerdo a resolución exenta N° 2935 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 de cola.***

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.

Posterior al crucero de prospección se realizó una nueva prospección de la zona del mar exterior ubicada al sur de la isla Guambin (45°05'S - 45°20'S), aplicándose una grilla con transectas distanciadas en 2,5 millas náuticas.

4.3.3 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 algún de los tipos de errores antes señalado, a efectuar las correcciones pertinentes.

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 estimación del coeficiente de dispersión acústica 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)

4.3.3.1 Corrección fuente de error producida por movimiento del transductor

La pérdida de información generada durante la prospección por los cambios en la orientación del transductor entre el momento de la transmisión del pulso y su recepción y que puede ser severa en



casos de mal tiempo (Simmonds y Maclennan, 2005) fue compensada determinando los ángulos de inclinación longitudinal (pitch) y lateral (roll) con un sensor de movimiento instalado en el puente de la embarcación y conectado al computador del ER60, el cual tomó muestras continuas de la inclinación a razón de 240 muestras por minuto.

Para efectos de incorporar y compensar la señal acústica se utilizó el módulo de operador avanzado “*Motion correction (Dunford method)*” de Echoview® (versión 7.1.36.30718) el cual permite corregir pulso a pulso la atenuación de señal mediante el método de Dunford (Dunford, 2005). Aun así, a fin de minimizar el movimiento lateral y longitudinal de la embarcación, las transectas se intentan realizar generalmente con viento en popa o por la aleta del buque, intentando minimizar con esto la pérdida de señal por este concepto (Saavedra *et al.*, 2012).

4.3.4 Estimación de la abundancia y biomasa.

La estimación de la abundancia y biomasa del stock a partir de los datos acústicos, se realizó mediante dos tipos de estimadores, uno de razón bootstrap (Robotham y Castillo, 1990) y otro geoestadístico (Rivoirard *et al.*, 2000).

a) Método bootstrap

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

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

Siendo un estimador de razón obtenido de la *j*-ésima iteración de muestra de tamaño “*n*” seleccionada, con reposición, de la muestra original y “*G*” representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

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,

- $\bar{\sigma}$ = $4 * \pi * 10^{\frac{TS}{10}}$ 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 estim3 como:

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

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

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

b) Estimador geoestadístico

En este m3todo, 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 (3rea 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 estim3 mediante el uso del m3todo de kriging. En primer lugar se estimaron mediante una grilla de interpolaci3n las densidades locales (Z_{x0}^*) en los diferentes nodos a partir de las densidades locales observadas ($Z_{w(x)i}$) 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 estimaci3n sea insesgada.

Una vez estimado los valores de los nodos de la grilla de interpolaci3n, la densidad media se estim3 como el promedio de los valores estimados en los nodos (m) correspondientes de la grilla de interpolaci3n 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 estimaci3n de la varianza, ponderando las muestras de acuerdo a su posici3n relativa y estructura espacial para generar un estimador insesgado m3nimo de la varianza (Cressie, 1991; Rivoirard *et al.*, 2000).

El ajuste de los variogramas se efectu3 mediante el programa R Project (R Core Team, 2015) y se realiz3 un an3lisis espacial de los datos a trav3s del paquete Rgeostats V 11.0.1 (Renard *et al.*, 2015; Petitgas *et al.*, 2017).

i. Modelos de Semivariograma.

Para caracterizar la estructura espacial de la variable en estudio, se debe construir un modelo, los que pueden dividirse en no acotados (lineal, logar3mico, potencial) y acotados (esf3rico, exponencial, gaussiano), los calculados para la especie objetivo fueron exponencial y esf3rico y ambos tienen tres par3metros 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 l3mite 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, tambi3n se conoce como zona de influencia.

Se utilizaron los siguientes modelos de variogramas:

- **Esf3rico** (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)

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



4.3.4.1 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.

4.3.5 Distribución espacial del recurso

La distribución espacial de un recurso en el área prospectada, se presenta 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):

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

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



4.4 Objetivo espec3fico 2.

Determinar la composici3n demogr3fica de los stocks evaluados de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas. **Secci3n Merluza de cola.**

4.4.1 Estructura de tallas y proporci3n sexual

En la estimaci3n de la estructura de talla y la proporci3n sexual de merluza de cola se emple3 un dise1o de muestreo bi-et3pico, 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 identificaci3n de los ecotrazos. En cada muestreo se registr3 los datos del lance de pesca (fecha y hora del lance, posici3n, profundidad y captura), y los datos del muestreo biol3gico, como: talla, sexo y frecuencia.

La composici3n de talla fue estimada por una combinaci3n lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance de pesca, empleando como factor de ponderaci3n los valores de capturas, correspondientes a cada uno de los lances. Las distribuciones de tallas de merluza de cola obtenidas fueron representadas de forma gr3fica, y apoyados tambi3n con distribuciones de tallas acumuladas.

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

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

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

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

donde:

- i : Lances $i = 1, 2, \dots, n, \dots, N$
- n : Tama1o de muestra de lances.
- N ; N3mero total de lances de identificaci3n del crucero.
- n_i^* : N3mero de ejemplares en la muestra del lance "i".
- n_{ki}^* : N3mero 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 $\hat{V}[\hat{P}_s]$

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

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

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

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 Guablín; 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 Guablín y Cañón Taitao; y el área Fuera de los cañones-



4.4.2 Composición de edades del stock de merluza de cola.

4.4.2.1 Análisis de los otolitos

Para el estudio de edad de los otolitos recolectados, 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; 2019). 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).

Para merluza de cola, se emplea la técnica de hidratación de ambos otolitos, utilizando cápsulas de hidratación para tal efecto, lo que les permite recuperar la nitidez de los *annuli* presentando una imagen como se muestra en la **Figura 5**.

Para la observación de los otolitos se empleó un microscopio estereoscópico con aumento 10X, al cual se llevan las muestras, posterior a su preparación. Las cuales fueron primero hidratadas y luego teñidas por su cara interna con negro para facilitar el contraste o alternativamente prescindiendo de la tinción y observándolos directamente en cápsulas negras en donde se sumergen en líquido clarificante. La estimación de la edad de este recurso en base a la técnica de preparación señalada se ha realizado desde los inicios del estudio de la edad en este recurso en el Laboratorio de Edad y Crecimiento de IFOP (Ojeda *et al.*, 1998, Ojeda *et al.*, 2001, 2007, 2008 a y b; Ojeda *et al.*, 2013 a 2018).

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

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

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

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

b) 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.
- μ = promedio de la longitud al grupo de edad.
- σ = varianza de la longitud al grupo de edad.
- $a_1; a_2$ = valor tomado de la Tabla de valores de coeficientes (Pienaar y Ricker, 1968).

4.4.2.5 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 método, permite aumentar notablemente la precisión de las matrices considerando un mismo número total de muestras analizadas (Kimura, 1977; Lai, 1993; Ojeda y Céspedes, 1988; Robotham, 1994).

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 (IFOP, 2002). Para merluza de cola se estimó un tamaño de muestra de 1200 ejemplares para alcanzar un índice de precisión de 0,024. Por consiguiente, se podría trabajar en base a un tamaño de muestra de 600 ejemplares por sexo, en el caso de una estructura de edades bastante más completa que la que se registra en la actualidad. En los últimos años, el stock desovante se constituye de una estructura etaria conformada principalmente por adultos jóvenes, con moda en GE III (Lillo *et al.*, 2012 a 2015).

4.4.2.6 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.

4.4.2.7 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 (Bradú 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 de cola.

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 de cola.

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 5 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 *et al.*, 1992), se estimó el número ejemplares requerido en 600 para obtener un IGS con un error de un 8% en merluza de cola, 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

Las gónadas de merluza del sur analizadas en el laboratorio fueron 607.

a) Estadio de madurez sexual (EMS)

El estadio de madurez sexual se determinó de acuerdo a las 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 examinar el aspecto general del resto de los ovocitos. La **Tabla 4** corresponde a la escala apreciativa modificada para su aplicación en la merluza de cola, que consta de cinco estadios (EMS).

b) 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.

c) Análisis histológico de las gónadas

El proceso de fijación consiste en mantener los tejidos gonadales cómo eran en vida. Para ello se debe elegir un líquido fijador que asegure una penetración total en los tejidos, lo que permite evitar cambios estructurales en la morfología microscópica (histoarquitectura gonadal) como también la acción bacteriana, hongos o la 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 5**) los cuales se asimilan 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 determinación de la ojiva de madurez en merluza de cola, se consideraron sexualmente inmaduros los peces en EMS 1 y 2. Se consideraron maduros aquellos peces en EMS 3, 4 y 5 además de los peces en EMS 2 en que en los ovarios ya se había iniciado el proceso de vitelogénesis.

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 consideraron dos enfoques de estimación: la utilización de un modelo lineal generalizado GLM (McCullagh y Nelder, 1989) asumiendo una respuesta binomial, con función de enlace logística.



La estimaci3n de par3metros por este m3todo fue realizada mediante el m3todo de m3xima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988). Se utiliz3 el programa R versi3n 3.4.2 (2017) (R Core Team, 2017)

Para el GLM se consider3 que la respuesta (Y_i) n3mero de individuos maduros (hembras), sigue una distribuci3n 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 consider3 la funci3n de enlace log3stica 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 proporci3n 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 definici3n de modelo lineal generalizado (McCullagh y Nelder, 1989), este no considera un error en el modelo m3s bien, y esa es una de las generalizaciones desde un modelo lineal, que asume una distribuci3n para la respuesta, que en este caso corresponde a una distribuci3n binomial. Para la incorporaci3n de la incertidumbre se consider3 el uso de la estimaci3n anal3tica descrita en Roa *et al.* (1999).

Por otra parte, para obtener una aproximaci3n diferente para la estimaci3n de la talla inicial de madurez en la merluza de cola, se calcul3 el incremento relativo del IGS en que la talla de madurez corresponde al mayor incremento del IGS en clases sucesivas de longitud total de las hembras (Flores y Smith, 2010).

$$IR.IGS = \frac{(IGS_{j+1} - IGS_j)}{IGS_j} \cdot 100$$

Donde:



IGS_{j+1} = IGS promedio de la clase de tamaño $j+1$
 IGS_j = IGS promedio de la clase de tamaño j .

e) Fecundidad modal

Para la determinación de fecundidad se introdujeron pequeñas variaciones al método de Hunter y Macewicz (1985) para ello, 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, considerando además que merluza de cola presenta un desove de tipo total las tres submuestras solo fueron contabilizadas, de las cuales 100 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 de acuerdo a 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 de cola.**

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_{trk} = Peso de la especie t , en la caja k del lance r
 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 objetivo 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 de la fauna acompañante, según la contribución a la captura total y en relación con las especies objetivo 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 Identificaciones 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 de cola.**

4.7.1 Área de estudio y número de muestras

Se analizaron 271 de ejemplares de merluza de cola 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 a y b**). 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 $\sim 500\mu\text{g}$. 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) “Nu-Instruments”, 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 Belemnite para $\delta^{13}\text{C}$ y Nitrógeno atmosférico para $\delta^{15}\text{N}$. Por lo tanto:

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



Donde R es $^{13}\text{C}/^{14}\text{C}$ o $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, respectivamente. Este análisis tuvo una precisión menor a $\pm 0,1\text{‰}$ 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). En este caso, la merluza de cola presentó una baja cantidad de estómagos con contenido (17,9%), por lo tanto, se utilizó algunas especies de la fauna acompañante -se sabe con certeza que es parte de la dieta de la merluza de cola- como complemento dietario. 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 $\leq 54,2$ cm Lt y G2 $> 54,2$ cm Lt.



Se realizó una comparación histórica de la dieta de merluza de cola. 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 consideradas 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 de cola.

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 7.1.36).



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.
- b) **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:

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

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



- c) **Descriptores morfológicos:** Son extraídos directamente desde el ecograma donde se encuentran: la altura media (m), ya definida, el área transversal (m²), 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 eointegración. 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:

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

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.

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

- c) **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 (Adeva).

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 de cola.**

5.1.1 Sistema de eointegración

El sistema de eointegración del buque “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 3**) para la frecuencia calibrada muestra 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, 2003; Simrad, 2008).

5.1.2 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 4, Tabla 6**) desarrollando una abertura vertical en la boca de la red que oscila entre los 56 y 85 m. Para los efectos de identificación de ecotrazos, 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 de cola contribuyó con el 74,2% del total, mientras que merluza del sur y merluza de tres aletas registraron aportes de 23,4% 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 ellos. 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 7**).

5.1.3 Análisis geoestadístico

En la **Tabla 8 y Figura 6** se presentan los resultados del análisis geoestadístico de merluza de cola provenientes de los ajustes realizados mediante el método de Matheron (Matheron, 1971, Rivoirard *et al.*, 2000).

Los resultados indican variogramas estructurados, donde la dependencia espacial, alcanza a 100%. El promedio geoestadístico de los datos (media kriging) estimado con cualquiera de los dos ajustes aplicados (exponencial y esférico) presentan diferencias menores al 4% entre ellas, aunque el mejor ajuste (sse =40,11 menor variabilidad) se obtiene con un variograma de modelo exponencial.



5.1.4 Biomasa y abundancia.

En la **Tabla 9** se entregan los estimados de biomasa de merluza de cola. Por el método geoestadístico, la biomasa se estimó en 204.789 t (CV=3,1%) con un intervalo de confianza ($\alpha=5\%$) entre 192.385 y 217.193 t. Por el estimador bootstrap, la biomasa alcanzó a 220.713 t (CV = 2,8%) con un intervalo de confianza entre 208.505 y 232.921 t.

Con el método geoestadístico, la abundancia se estimó en 745.202.709 individuos (IC $\alpha=5\%$: 698.534.987 – 791.870.431) de los cuales 360.054.033 (48%) fueron machos y 385.148.676 (52%) hembras (**Tabla 10**), mientras que con el método bootstrap, la abundancia se estimó en 803.148.628 (758.287.736 – 848.009.521).

5.1.5 Distribución espacial y batimétrica.

La distribución espacial (**Figura 7**) muestra la presencia de merluza de cola en 86% (2.404 mn²) de las 2.764 mn² prospectadas. La distribución espacial está caracterizada por un predominio de algunos focos de mayor importancia relativa al sur del cañón de Guafo a la cuadra de isla Midhurst (44°10'), Guamblin a la cuadra de isla Lemu (45°12') y cercano a la península de Taitao a la cuadra del puerto San Esteban (46°20') (**Figura 8**).

El centro de gravedad latitudinal de la distribución del stock evaluado de la merluza de cola se localizó en la latitud 44°41'S, con una inercia de 0,81°. Este centro de masa estuvo desplazado 4 mn hacia el norte, respecto al año anterior y se mantiene en el rango de valores de estudios previos (**Figura 8**). Su distribución batimétrica abarcó desde los 77 m hasta 443 m con una profundidad media en 229 m (**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 de cola.**

Durante el crucero de investigación fueron medidos un total de 3.721 individuos de merluza cola (**Figura 10**). El área con mayor número de ejemplares medidos fue Guafo con 1.557 peces (**Figura 11**), seguido de Guamblin y Taitao (1230 y 934 ejemplares, respectivamente); mientras, el cañón con mayor número de ejemplares medidos fue el Cañón Guamblin (744 individuos, **Figura 12**), seguido del Cañón Guafo y Taitao (652 y 401 ejemplares, respectivamente); mientras, en sentido batimétrico, las mayores muestras provienen del rango de profundidad los 200 y 299 m (2.028 ejemplares, **Figura 13**).

5.2.1 Distribución de talla en la zona de estudio

La distribución de talla de merluza de cola en el área de estudio registró una importante moda de ejemplares juveniles (90%) entre los 30-59 cm; mientras los ejemplares adultos mayores a 54 cm



registraron escasa presencia con 10% (**Figura 10**). La talla media se estimó en 46 cm y una proporción sexual con leve predominio de las hembras con 52% respecto de los machos. Dada la condición de predominio de ejemplares juveniles, la estructura de talla de machos y hembras registraron similitud en sus distribuciones de tallas (**Figura 10**); no obstante, los machos registraron mayor presencia de la fracción juvenil (93%) respecto de distribución de las hembras (88% de ejemplares juveniles).

En sentido espacial la moda de ejemplares juveniles entre 30-59 cm se registró en toda el área de investigación (**Figura 11**). El área Guablín y Taitao fueron donde se registraron las mayores presencias de ejemplares juveniles con 97% y 93% de ejemplares menores a 55 cm. El área Guafo también registró una importante presencia de juveniles (81%). Luego, en toda el área se registró escasa presencia de ejemplares adultos. El predominio de las hembras solo fue en el área Taitao y Guafo (56% y 63%, respectivamente); mientras, el área Guablín predominaron los machos (62%) respecto de las hembras. En la única área que es posible observar una leve moda de ejemplares adultos fue en el área de Guafo con tallas entre 65-79 cm.

La moda de ejemplares juveniles entre 30-59 cm también se registró en el área de los cañones y el área Fuera de los Cañones (**Figura 12**). La presencia de juveniles predominó en los cañones con valores entre 95% y 97%; no obstante, la escasa presencia de adultos se observó levemente en el área Fuera de los cañones (**Figura 12**). En sentido batimétrico, la moda juvenil entre 30-59 cm fue homogénea en la columna de agua (**Figura 13**). La mayor presencia de juveniles se registró entre los 300-399 m de profundidad con 93%.

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

La estructura de talla del año 2019 en el área de estudio registró el más alto predominio de ejemplares juveniles respecto de años anteriores con un 90%, situación también observada -pero menor valor- en los años 2008, 2011, 2013 y resalta la continuidad entre los años 2017 y 2018, para seguir en el 2019 (**Figura 14 y Figura 15**). Históricamente la población presente de merluza de cola en el área y período de desove predominaron las tallas adultas entre 55-79 cm, con un aporte a la composición de talla entre 55% y 80%; sin embargo, su participación fue bajando, llegando entre los años 2017 a 2019 a valores igual o menores al 20% de participación en la composición de talla.

En la serie histórica de los cruceros hidroacústicos de investigación del recurso es posible observar que a partir del año 2008 -en adelante- se registró un cambio en la serie histórica de las distribuciones de tallas en merluza de cola (**Figura 14 y Figura 15**), marcado con una mayor presencia de juveniles en las composiciones de tallas entre un 50% y 90%, junto con ello una caída en la proporción de las hembras entre 45%-55%; respecto a años anteriores (2001-2005), en donde la proporción de hembras era entre 55% y 70%. El año 2016 registró un aumento de la presencia de la fracción adulta respecto de los años anteriores (2013, 2014 y 2015), aspecto que hacía prever una mantención de esa posible tendencia; pero en los últimos dos años (2017, 2018 y 2019) la composición de talla registró un sentido opuesto, es decir una mayor presencia de juveniles de menor talla, aspecto registrado en toda el área de estudio y en la columna de agua.



5.2.3 Composición de la estructura de edades

- **Muestreo**

En este crucero de evaluación del stock desovante se recolectó para merluza de cola un total de 1.447 pares de otolitos (604 machos; 843 hembras, razón 1:1,4), cuyo rango de longitud de los peces fluctuó entre 27 – 110 cm en machos y entre 27 – 105 cm en hembras. En la **Figura 16** 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.

- **Estructura etaria de la abundancia**

Las claves edad – talla se procesan empleando intervalos de clase de 2 cm. Los ejemplares observados presentaron edades entre 1 y 16 años.

La estructura de la abundancia de merluza de cola se caracteriza por la distribución de tallas obtenidos 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 (**Tabla 11**) producto de los muestreos biológicos específicos realizados en el área de operación, señalando una bondad del ajuste representada por coeficientes de determinación entre 0,95-0,97.

Si se considera la serie de información correspondiente a los cruceros de evaluación 2001 - 2019, se aprecia que el peso teórico promedio a una talla dada varía de acuerdo a la condición que presenten los peces al momento de realizar el crucero de investigación (**Figura 17 A**). En esta figura se puede observar que durante 2003 y 2004 en que los cruceros se realizaron en la tercera y cuarta semana de agosto los pesos a la talla son un poco menores siendo posible que ya se encuentren en un proceso de desove más avanzado ó hacia su término.

En general, para los últimos años, en el muestreo disminuye drásticamente los ejemplares con tallas sobre los 70 y 80 cm en machos y hembras respectivamente, por lo que debe asignársele mayor importancia a la variación observada en las tallas inferiores a las mencionadas, las cuales cuentan con muestreo abundante.

Los parámetros de las relaciones peso - longitud de merluza de cola estimados con la información de los cruceros de investigación desde 2001 a 2019, presentan en sus parámetros una fluctuación que se manifiesta en el caso de los machos en un rango que abarca para “a” entre 0,0016 - 0,0068 y “b”



entre 2,7678 - 3,1423 y para las hembras se presenta “a” entre 0,0009 - 0,0042 y “b” entre 2,8745 - 3.2724 (**Figura 17 B**), señalándose con marcadores sólidos los correspondientes al período 2019.

Las diferencias que se presentan en la relación peso – talla, señalan lo apropiado que es emplear, en especial en las épocas de desove, sus propias funciones para las conversiones de abundancia - biomasa. 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).

El peso promedio (ambos sexos) en el presente estudio corresponde a un valor de 275 g, valor menor al observado el año 2018 (368 g) y muy por debajo a lo registrado en los cruceros anteriores a 2008 en que el peso promedio podía estar alrededor de los 1.000 g (**Tabla 12**).

La biomasa estimada en los procesos fue 204.789 t y resultó ser un 8% menor a la estimada en el año 2018 (221.394 t), de igual modo, si se compara en número de ejemplares la abundancia actual (745.202.709 ejemplares) resulta ser un 24% más alto que la registrada en 2018 (602.129.141 ejemplares), lo que indica que la componen individuos con peso promedio menor.

La abundancia está conformada por un 48,3% (360,1 millones) de machos y un 55,2% (385,1 millones) de hembras. Considerando los GE que aportan a la estructura etaria en fracción superior al 5%, se tiene que la abundancia de machos está conformada en 98% por tres grupos, GE II - IV, en donde el grupo modal es GE III (41%), (ver figura en recuadro superior en **Tabla 13**. Al igual que en machos, en hembras, los grupos de edades principales que representan el 95% también corresponden al GE II – IV, destacándose al igual que en los machos el GE III como moda principal (40%), **Tabla 14**, presentando una longitud promedio de 41-42 cm y un peso promedio de 215 - 229 g.

Esta coincidencia entre sexos en los grupos de edad de mayor aporte en la estructura etaria y a su vez coincidencia en el grupo modal muestra una característica propia del recurso juvenilizado en donde las diferencias morfométricas no son tan evidentes como cuando se trata de peces grandes en que existe una separación en sus estructuras de edades y modas dado que las hembras presentan mayores tallas y longevidad.

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

Si se le compara con la serie de estructura de edades histórica se aprecia que el stock desovante está constituido por edades sumamente jóvenes que distan bastante de los GE VII a X que eran la moda parental de desove en inicio de los años 2000 (**Figura 18**). En los tres últimos años se sigue la clase anual 2015 de forma muy destacada, reflejándose en 2017 como grupo modal en GEII; en 2018 como GEIII y en 2019 como GEIV, tanto en machos como en hembras.



Sin diferenciar por sexos, la estructura etaria del stock desovante 2019 estuvo sostenida mayoritariamente (97%) por tres clases que comprendían los GE II a IV, con moda en el GE III (40%), **Tabla 15**, estructura notablemente focalizada en peces jóvenes. (**Figura 18**).

En la serie 2000 – 2019, en que se ha realizado anualmente la evaluación del stock desovante, cada año cuenta con la data biológica y de edad correspondiente a cada crucero de evaluación, excepto en lo del año 2000, en que no se tuvo como objetivo determinar la edad de merluza de cola. Se empleó en su reemplazo la clave edad – talla de la pesquería sur - austral para ese año, como un medio de poder expandir la abundancia estimada y tener aproximación de la estructura que la sustentaba.

En los cruceros de evaluación se ha evidenciado un drástico cambio en el stock desovante. La estructura por edades que caracteriza el período del crucero presenta variaciones notables en el período 2000 a 2019, observándose un cambio en su estructura interna en los últimos años en donde se focaliza hacia las edades menores, llegando a estar desde 2008 a 2019, compuesta principalmente por grupos de edad muy jóvenes (**Figura 18**).

En lo correspondiente a esta última década, si bien el año 2010 eran cinco los GE que constituían la abundancia en un $\approx 90\%$ (GE II a VI, con moda en el GE IV), en el año 2011 similar porcentaje lo constituyeron cuatro grupos de edad, concentrados en edades jóvenes, II a V y con moda en el GE III, lo que presenta el stock aún más deteriorado, desde el punto de vista de presentar escasos desovantes de las edades más adultas.

En el año 2012, el stock desovante si bien se encontraba constituido por GE de forma similar al año 2011, presenta la notable característica de disminución de la abundancia (240 millones de ejemplares). En 2013, no obstante que la abundancia creció notablemente (428 millones de ejemplares), el soporte estuvo dado principalmente por grupos jóvenes que no se encuentran caracterizados como parte de la masa que desova ya que presentan importante fracción de ejemplares inmaduros.

En los años siguientes se sigue de forma importante el paso de la clase anual 2011 la cual se aprecia como GEII en 2013; pasa a ser grupo modal GE III en 2014, GE IV en 2015 y GEV en 2016. No así en 2017, en que se presenta un cambio drástico en la estructura dado que la presencia de peces con edades mayores a cuatro años es sumamente escasa.

En la serie histórica, **Figura 18**, se puede apreciar la constante presencia de grupos de edad mayores (aunque en reducido número) que sostienen la estructura de edades de hembras de cada año, situación que es normal de observar en este recurso en que se presenta diferenciación sexual en el crecimiento, registrando las hembras mayores tallas y edades.

En general, se aprecia una disminución en la composición de edades del stock parental que se concentran en la época de desove. Si se considera los grupos de edad más adultos en ambos sexos, desde la edad nueve y superiores, se aprecia que en el período 2001 a 2005 constituían 25 - 35%, luego pasaron a presentarse en una mínima expresión durante 2008, aportando el 1% en la estructura por grupos de edad, en el 2009 representaron el 11% de la estructura parental del stock evaluado,



desde 2010 al 2014 no sobrepasaron el 5%, desde 2015 a 2018 conformaron entre 7 a 8%, excepto en 2017 en que fueron muy escasos (3%). Lo anterior indica que en la estructura presente en ese período, a pesar de la juvenilización del stock desovante, la fracción de peces más adultos de edad nueve y mayores estaba presente en baja proporción en la estructura etaria, no obstante en 2019 se evidencia una notable escasez de peces mayores a GE IX encontrándose solamente un 0,6%.

5.2.4 Caracterización de la Abundancia

- **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 proporción ó razón m:h, se entrega en la **Figura 19**, donde se puede observar a los machos representados como 1, y las hembras con el valor por bajo ó sobre este, según se encuentren en menor ó mayor número que los machos.

En merluza de cola, en el período 2000 – 2019, esta relación m:h fluctúa desde 1:0,32 hasta 1:1,85 y es frecuente observar que las hembras se presentan en mayor proporción que los machos. Durante 2019 el recurso se presentó en relación 1:1,1, por tanto se presentan en similar número machos y hembras, lo cual ocurre cuando la estructura etaria está sostenida mayormente por peces bastante jóvenes en que la diferenciación morfométrica sexual no es tan marcada.

En la **Figura 20** se presenta la abundancia del recurso, separado por sexos. 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, lo cual 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. Se desprende por tanto que el cambio en la proporción sexual es un resultante tanto de la interacción de elementos tecnológicos como poblacionales y ambientales. 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).

- **Edad mediana de la abundancia**



Si bien en la sección precedente se ha ilustrado el cambio de la estructura de edades, en esta sección se incluye la "edad mediana" que presentan los recursos al alcanzar el 50% de la abundancia, a fin de poder representar el comportamiento de ésta en el transcurso del tiempo.

En merluza de cola, 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.

Las edades medianas en la abundancia han fluctuado entre 1,7 y 7,2 años en machos y entre 1,8 y 8,1 años en hembras y se ha observado la caída de este parámetro. En el crucero de investigación del año 2013 habían manifestado una edad mediana de 2,5 y 2,7 para machos y hembras respectivamente, lo que las indicaba como las edades medianas menores observadas a esta fecha en el período con actividad de desove. En los años siguientes de 2014 a 2016 se presentó un alza moderada mostrando edades medianas entre 3 y 4 años, no obstante el año siguiente se registró una marcada juvenilización en el stock presente en el período de desove registrando edades medianas cercanas a los dos años, siendo las más bajas de la serie 2000-2019. La marcada moda en peces jóvenes (GEII) en la estructura etaria 2017, se presenta en 2018 como GE III, con edad mediana de 2,9 y en 2019 en que hay mayor presencia de edades menores toma un valor de edad mediana de 2,6 (Figura 21).

5.2.5 Edad y estados de madurez

Se presentan antecedentes de 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; 2019), 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 madurez procedente de observaciones macroscópicas de las gónadas. Se debe considerar que existe un alto grado de concordancia ($\approx 90\%$) 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. Esto indica 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. No obstante el grado de concordancia mencionado, para merluza de cola, la clasificación y asignación de los estados de madurez al momento de muestreo es un tema en desarrollo, el cual se ha revisado en oportunidades anteriores con investigadores del comité científico (Taller de Revisión de datos, Merluza de cola 2011, organizado por IFOP-SUBPESCA, realizado en enero 2012 con la participación de revisores expertos independientes, Clark & C. Wilson), en donde, la dificultad que se puede presentar para un observador científico al clasificar el estado de madurez *in situ* en el momento del



muestreo es un tema para el cual se recomienda que se continúe estudiando de forma comparativa entre métodos macroscópicos/microscópicos (Clark y Wilson, 2012).

Si bien se tiende a pensar que las especies iterópatas, después de llegar a su estado de primera madurez y completar su primer desove, presentarían desoves secuenciales anuales, se ha observado en diferentes especies la característica de saltarse el desove entre años consecutivos causado por ciertas deficiencias que experimenta el pez en su estado nutricional. Este y otros factores pudiesen conformar parte de las limitantes de los estudios y pudiese reflejarse en ocasionar una calificación del estado de madurez de forma errónea, los cuales son aspectos que se continúan estudiando en el tiempo.

Se presenta una secuencia de la serie histórica de las estimaciones efectuadas en base a la edad y madurez macroscópica a la cual el 50% de los ejemplares están maduros (**Tabla 16, Figura 22**). Se incluye un año que hace referencia a la fase de inicio de este tipo de cruceros de investigación (año 2002), de donde se poseen estudios de edad para ser relacionados a los estados de madurez de los ejemplares en los cruceros de investigación del período 2007 a 2019.

En el año 2002, la clasificación de las edades junto con los estados de madurez que presentaban los peces indica que para machos el $GE_{50\%}$ fue GE III y en hembras la madurez al 50% correspondió al GE IV, **Figura 22, Tabla 16**.

En el período 2007 – 2019, si bien los machos están conformados por estructuras de edades de menor amplitud, lo que los hace recibir el efecto de la extracción de forma diferente a las hembras, presentan la característica que favorece el recurso en cuanto a su etapa de maduración a corta edad. Esto puede apreciarse en la información de edad analizada para la evaluación del recurso 2007 - 2019, en que el 50% de los machos estaba maduro en las edades 2 a 4 según el año de estudio. Para el crucero de evaluación 2019 el $GE_{50\%}$ se presentó en el GE III (**Figura 22, Tabla 16**).

Las hembras en cambio alcanzan la fracción de maduras en 50% en las edades 3 a 5, presentándose en el crucero 2019 $GE_{50\%}$ en GEIV (**Figura 22, Tabla 16**)

Si bien la estructura etaria del stock desovante en la serie estudiada ha manifestado importantes cambios, los más relevantes se presentaron en 2008 y 2017, ambos caracterizados por una fuerte conformación en peces más jóvenes. Esto les llevó a presentar en 2008 una fracción de 68% y 83% de peces inmaduros en machos y hembras respectivamente y en 2017 88% y 79% de peces inmaduros machos y hembras.

La abundancia de stock parental para 2018, a pesar de estar constituida por peces jóvenes, se caracterizó por estar principalmente en presencia de peces maduros, presentando una fracción de 99,5% para machos ($\geq GE_{50\%}$ II) y 95,0% de hembras ($\geq GE_{50\%}$ III) en el período de desove, correspondiente al desarrollo del crucero de investigación. No sucedió del mismo modo en 2019, se



presentó menor fracción de peces maduros, siendo en machos un 72% (\geq GE_{50%} III) y en hembras un 40% (\geq GE_{50%} IV).

Una vista conjunta de las curvas de edad - madurez estimadas para el período estudiado se presenta en la **Figura 23**. Para facilitar la visualización de las curvas, la representación de los dos últimos años se dispuso en las figuras de la columna izquierda (**Figura 23 A**), en donde se aprecia que los machos y hembras que aumentó el GE_{50%} en una edad. La columna de gráficos de la derecha (**Figura 23 B**) representa el desplazamiento de GE_{50%} en los diferentes años, este parámetro oscila entre la edad 2,3 a 4,2 en machos y en hembras 2,9 a 5,0. En el año 2019 se presentó la madurez del 50% de los ejemplares en grupos de edades bastante jóvenes como se ha señalado y el éxito de su potencial descendencia dependerá tanto de las características de sus progenitores, jóvenes principalmente en este caso, como de las características medioambientales que les acompañen en su primeras etapas de vida, desde su nacimiento, crecimiento temprano, etapa juvenil hasta que puedan repetir el ciclo de sus padres y presentarse en el área de concentración para el desove.

5.3 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 de cola.

5.3.1 Estadios de madurez sexual (EMS)

El análisis de los estadios de madurez sexual mostró que las hembras inmaduras (EMS 1 y 2) correspondieron al 48% del total de hembras, un 20% a los ejemplares en maduración, 31% a las maduras y solo el 2% a hembras desovadas, lo que indica que en el período de muestreo una parte de la población estaba en preparación para el desove (**Figura 24**).

Los estadios de madurez de acuerdo a la longitud total de las hembras, mostraron que las hembras en maduración estuvieron representadas a partir del grupo de longitud de 30 a 39 cm LT, en donde también se encontraron hembras inmaduras. La presencia de hembras virginales se mantuvo hasta el grupo de longitud 40 – 49 cm LT, en tanto que las hembras inmaduras se presentaron hasta el grupo de 50 - 59 cm LT (**Figura 25**).

5.3.2 Análisis histológico de las gónadas

El análisis histológico de las muestras permitió comparar los resultados obtenidos mediante la observación microscópica y así obtener una clasificación de estadio de madurez más certera. Se evaluaron por esta metodología muestras representativas de los diferentes estadios de desarrollo gonadal para ambas especies y además se seleccionaron muestras que presentaron características que complicaban su clasificación. De acuerdo a esto, entre las muestras analizadas mediante esta técnica se incluyó ejemplares que presentaran longitudes cercanas a la talla media de madurez sexual



y se enfatizó el análisis en el reconocimiento de hembras inmaduras reincidentes presentes en el muestreo.

La clasificación por estadios se realizó según la escala de madurez que se muestra en la **Tabla 5**, que ha sido aplicada para determinar el grado de madurez ovárica en peces teleósteos, siendo aplicable a merluza de cola teniendo la consideración de que no presenta un desove parcelado. Se muestran casos representativos de los estadios virginales, en maduración, maduros y post desove (**Figura 26**, **Figura 27**, **Figura 28** y **Figura 29**).

5.3.3 Índice gonadosomático (IGS)

Para el cálculo del IGS en merluza de cola se utilizaron los pesos de las gónadas obtenidos en el laboratorio como también el registro de pesos gonadales tomado en terreno, siendo ambos valores similares, con un valor de R^2 de 0,99 para la regresión entre el peso gonadal en el buque y en el laboratorio (**Figura 30**).

El IGS en merluza de cola alcanzó un valor promedio (\pm desviación estándar) de $6,72 \pm 7,2$ con valores individuales extremos de 0,10 y 37,08. Al analizar la forma en que afecta el estado reproductivo de las hembras de merluza de cola en los valores del IGS, se observó que los peces con gónadas inmaduras (EMS 1 y 2) sólo alcanzaron un valor promedio de 0,45 del IGS (**Figura 31**). En cambio, en el EMS 4 el IGS aumentó a 15,16 para luego descender en las hembras que ya desovaron a un valor de 1,71. Al aplicar un Análisis de Varianza (ANOVA) a las distribuciones, se obtuvieron diferencias significativas entre los valores del IGS para los distintos EMS ($F=712,7$; $gl=602$; $p=0,00$). El test post hoc de Tuckey HSD señaló que estas diferencias no eran significativas al comparar entre los EMS 1,2 y 5, en cambio si existían diferencias significativas de los EMS 3 y 4 entre sí y con los demás EMS.

Al analizar los datos separados en grupos arbitrarios de longitud total, se observó que el IGS presentó un valor bajo en el primer grupo de longitud (30-39 cm), igual a 0,86. Mostrando luego un aumento brusco del IGS con un valor promedio de 6,45 en el grupo de 40 – 49cm, el índice mantuvo un aumento constante en su valor en los siguientes grupos hasta alcanzar un valor máximo de 17,37 a los 90 - 99 cm LT (**Figura 31**). Al aplicar un ANOVA a la distribución de los valores del IGS de acuerdo a los grupos de LT, se observaron diferencias significativas ($F=25,93$; $gl=460$; $p=0,0000$). De acuerdo al test post hoc de Tuckey HSD, se encontraron diferencias significativas entre los grupos de longitud menores, contrario a la ocurrido entre los grupos de LT desde los 70 - 79 cm hasta el grupo 100 – 109 cm, en donde no se encontraron diferencias significativas.

5.3.4 Índices de la actividad reproductiva

Para detectar las variaciones en la actividad reproductiva de hembras adultas de merluza de cola (EMS 3,4 y 5) en una pequeña escala de tiempo, se analizaron los datos de EMS y IGS agrupados en 2 periodos de 4 y 6 días cada uno, considerando las fechas en que se realizaron los lances durante la prospección. Los índices de actividad reproductiva mostraron que la prospección realizada entre el 7 y 22 de agosto se realizó en plena época de desove (**Tabla 17**), encontrándose la mayor cantidad de



hembras maduras en el segundo periodo (entre el 17 y 22 de agosto) lo que coincide con el valor de IGS más alto de 13,27.

5.3.5 Talla media y edad media de madurez sexual.

Para estimar la talla media, se trabajó con un rango de datos de longitudes entre 32 y 105 cm, el ajuste de la ojiva de madurez con base en un modelo lineal generalizado, obteniéndose una talla media de madurez de 43,9 cm LT, con límites de confianza del 95% de 43,7 y 44,2 cm LT ($b_0 = -17.9962$; $b_1 = 0.4091$; suma de los cuadrados residuales = 0.2549; error estándar residual = 0.0601 con 69 g.l.).

En la **Tabla 18** se presenta la proporción de individuos maduros a la talla con los límites de confianza respectivos, y en la **Figura 32** se grafica la distribución de los datos alrededor de la ojiva de madurez, en la que se puede apreciar variabilidad entre las tallas 40 y 55 cm LT, dicha variabilidad se ha podido observar en años anteriores y ha sido atribuida a la composición de tallas de los ejemplares presentes en el área de desove.

Otro aspecto a considerar respecto a madurez en merluza de cola ha sido la observación de gónadas que podrían corresponder a un estado en reposo o “resting”, una de las categorías del proceso denominado “skippedspawning” (Rideout *et al.*, 2000), lo que implicaría que algunas hembras estudiadas no desovarían en la temporada de desove en estudio, aunque se hayan encontrado en la zona mientras ocurre este proceso. Al respecto se presenta en la **Figura 33** y en la **Tabla 19** la proporción de hembras en que esto podría estar ocurriendo respecto del total de las hembras maduras analizadas durante los últimos 5 años.

Además, se realizó una estimación de la talla de primera madurez sexual con base en el incremento relativo del IGS (IR.IGS) obteniéndose un valor máximo a los 40 cm LT (**Figura 34**). Este valor es levemente inferior en comparación con estimaciones realizadas en años anteriores mediante la misma metodología (**Tabla 20**).

Para la estimación de la edad media de madurez, se probó un ajuste al modelo lineal generalizado mediante el cual se estimó la edad media en el grupo de edad 3,4 ($b_0 = -8,515$; $b_1 = 2,475$) (**Tabla 21**). 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 relación al 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. Cumpliendo con estas condiciones, la estimación de fecundidad se obtuvo seleccionando 100 muestras de hembras maduras.

El ajuste que mejor representó la relación entre las variables fecundidad versus peso corporal fue un ajuste potencial obteniéndose un R^2 igual a 0,93, para la relación entre fecundidad y longitud el mejor ajuste también fue un modelo potencial con un R^2 de 0,89 (**Figura 35**). La estimación de la fecundidad modal promedio \pm la desviación estándar fue 757.431 ± 594.384 y la fecundidad media del total de las hembras maduras de la muestra fue 458.325 ± 316.446 .

En cuanto a la fecundidad relativa, equivalente al número de ovocitos por gramo de peso corporal, fue estimada en 636 ± 142 ovocitos. En comparación con los valores presentados en la **Tabla 22**, que resume las estimaciones de fecundidad obtenidas en estudios previos, el valor de fecundidad modal promedio que se obtuvo este año es bastante similar a lo obtenido el año 2017 y se encuentra dentro del rango de las estimaciones ya obtenidas en general.

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, se pudo apreciar una disminución tanto en el valor obtenido para la fecundidad promedio como para la fecundidad media del total de las hembras maduras de la muestra, en comparación al estudio realizado el año 2018, pero en concordancia con lo registrado 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 de cola.**

5.4.1. Distribución batimétrica y espacial

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, tollo pajarito, congrio dorado y merluza de tres aletas (**Figura 36**). 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 de cola, durante el crucero estuvo compuesta en 90,0% por merluza del sur, 6,1% de presencia de reineta en los lances de identificación, ambas especies las cuales, si bien no comparten el mismo rango de distribución batimétrica, reineta esta muy presente en el área de estudio, el resto de especies como tollo pajarito, congrio dorado, merluza de tres aletas, cojinoba, calamar, mictófidis, y otros representan valores menores al 0,2% de participación. (**Figura 37**).



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 38a**). En cuanto a otras especies de la fauna acompañante, se observa una situación similar, con merluza del sur como principal componente de la fauna de merluza de cola, con aportes superiores a 80% en todas las subzonas, en donde solo reineta presenta abundancias mayores, mientras otras especies representan aportes menores al 1% (**Figura 38b**).

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 de cola 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 de cola, 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 de cola, con mayor ocurrencia a los veriles entre 200 - 300, y 300 - 400 m (**Figura 39**).

5.4.2 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.

a) Cruceros

El análisis de clasificación identifica tres grupos con niveles de similitud superiores a 65% (**Figura 40**). 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 41a**). 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 tolló (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 41b**).

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 42**). 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 43a**). 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 43b**).

c) 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 44**). El análisis de ordenación da una mejor visión del nivel de similitud que existe entre los conglomerados (**Figura 45a**). 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 45b**).

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 de cola.**

5.5.1 Análisis de Contenido Estomacal (ACE)



Como se mencionó anteriormente, esta temporada la merluza de cola presentó solo un 17,9% de estómagos con contenido, de las 271 muestras. Impidiendo la realización de comparaciones por tamaño o sexo. Este tamaño muestral mínimo, también tuvo efecto en los taxa encontrados en los estómagos, los cuales fueron seis taxa, agrupados en tres grupos funcionales (**Tabla 23**). La presa de mayor importancia para la merluza de cola fueron los peces mesopelágicos (**Figura 46**), con un 54,30% PSIRI (**Tabla 24**). Seguidos por los camarones de profundidad (30,15%) y las salpas (15,56%). En la serie de tiempo para las presas encontradas en el contenido estomacal (**Figura 47**), se apreció que la merluza de cola hace uso de múltiples presas, pasando desde el canibalismo hasta la depredación de merluza de tres aletas. Sin embargo, los peces mesopelágicos han dominado la dieta desde 2008, con ciertas fluctuaciones cuando aumentan los pequeños crustáceos.

5.5.2 Análisis de Isótopos Estables (AIE)

Los valores de los isótopos estables para las merluzas de cola y sus respectivas presas putativas están resumidos en la **Tabla 25**. De esta se desprende que la merluza de cola presentó un valor promedio de $\delta^{13}C$ $-16,54 \pm 1,14$ y de $\delta^{15}N$ $13,37 \pm 1,44$. El crucero hidroacústico se basó, principalmente en especies demersales, que hacen uso de su alimento en la columna de agua (**Figura 48**). El bi-plot (**Figura 48**), 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 de cola fue distinta a la investigada por contenidos estomacales, siendo así, los eufausidos la presa de mayor asimilación en G1, y en G2, la merluza de tres aletas en la dieta de *Macrurus magellanicus* (**Tabla 26**). Los modelos mostraron que puede existir una diferenciación por tallas en la selección de presas (**Figura 49**). Las merluzas de cola en G1, tienden a asimilar en mayor proporción los eufausidos, en contraste con aquellas de G2, en donde la asimilación fue mayoritariamente en gádidos. Estas diferencias, fueron corroboradas posteriormente por la prueba estadística, PERMANOVA: $F=13.44$, $p<0.001$) (**Figura 50**).

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 de cola.

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 27**.



5.6.1.1 Descriptores morfológicos

En la **Tabla 27** 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 \pm 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 \pm 131 m (CV=0,4). En relación al fondo, este varió entre 101 y 783 m, con promedio en 409 m \pm 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 27**).

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 \pm 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 27**).

5.6.2 Resultados de los descriptores según cañones y zonas históricas.

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 28**. En la **Figura 51** 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 29** 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 51**).

Los resultados obtenidos al analizar las agregaciones registradas en los cañones 1, 2 y 3, se presentan en la **Tabla 30** y **Figura 52**, 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 Ipun, 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 31**, 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 32** y **Figura 53**, 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 33**).

5.6.2.3 Sub-división según profundidad del fondo

La **Tabla 34** 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 35**) 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 54**).

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 36**, 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 37** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno de los nueve componentes. La **Tabla 38** 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 55** 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 56) 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 39). La curva COR (Figura 57 y Tabla 40) 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

Al comparar los resultados históricos de las características de las agregaciones de estas especies, se observa, en el periodo considerado que el largo alcanza el máximo histórico el 2008, disminuyendo posteriormente hasta el 2011 para posteriormente aumentar al año siguiente alcanzando el tercer mayor valor en la serie, a partir de este año la tendencia es a la disminución lo que se observa claramente hasta el 2018, año en 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 de las agregaciones registra igual comportamiento irregular año tras



año con aumento y disminución de sus valores promedios, 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 posterior a esto experimentar un aumento en su valor hasta el 2013, luego 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 que a partir del 2009 los valores promedios tienden a aumentar año tras año, alcanzando un máximo el 2016 seguida de valores cercanos en los años 2017 a 2019. En general este último año los valores promedios de los descriptores largo, elongación, perímetro y área fueron superiores a los observados el año anterior, mientras que el descriptor alto disminuyó y la dimensión fractal mantuvo su valor (**Figura 58**).

En la **Figura 58** 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 $1.793 \text{ m}^2/\text{mn}^2$, 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 periodo (**Figura 58**).

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 58**).



6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

BIOMASA, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL STOCK

Los resultados obtenidos durante el crucero de prospección realizado en agosto de 2019 a bordo del buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos”, indican en términos generales que el stock de merluza de cola presente en el área y período de estudio mantiene una estructura demográfica juvenilizada, sus valores presentan una disminución de 7,5% en términos de biomasa y un aumento de 23,7% en abundancia respecto del período 2018.

La serie histórica (2000 – 2019) de estimados de biomasa de merluza de cola, presenta una importante variabilidad, sin embargo, es posible distinguir en la serie dos tendencias; el primer periodo desde 2000 hasta el año 2005, en donde la línea tendencial del estimado es decreciente, toda vez que este periodo contiene los dos valores máximos de la serie (**Tabla 1**), lo cual es aproximadamente 4 veces, superior al valor mínimo obtenido el año 2005 (146.000 t) (**Figura 59**).

El segundo periodo de la serie de biomasa corresponde a la última década (2007 – 2019) en donde la tendencia es creciente. El mínimo valor registrado el año 2013 (134.854 t) es contenido más de 2 veces, comparado con el máximo de esta década, obtenido el 2017 (289.935 t). Este año el valor del estimado preliminar es inferior a los dos periodos inmediatamente anteriores (Lillo *et al.*, 2017, Legua *et al.*, 2018, 2019) (**Figura 59**).

Respecto de la abundancia, la serie (2000 – 2019) tiene dos tendencias claras, desde 2000 a 2005 con tendencia negativa y con el mínimo histórico en 2005 (133 millones de individuos y peso medio de 1.009 g) cinco veces menor a lo registrado en 2001 (660 millones de individuos, peso medio de 869 g). La segunda desde 2007 a 2019, con tendencia positiva del estimado, cabe destacar que el mínimo valor en esta serie, fue observado el 2007 (161 millones de individuos, peso medio de 1.009 g), en el periodo 2017 se obtuvo el segundo máximo histórico, con una abundancia de 959 millones de individuos con un peso medio de 302 g. Este año el valor es 745 millones de individuos (superior en 23,7% respecto del periodo 2018) su valor es similar al obtenido el 2010 (**Figura 60**).

En lo referente a su distribución espacial, merluza de cola estuvo presente en toda el área de estudio ~86% del total de millas prospectadas, con las mayores concentraciones asociadas a las zonas de los cañones, localizándose su centro de gravedad en la latitud 44°41'S, destacándose el desplazamiento latitudinal de 4mn al sector norte respecto del periodo anterior, pero manteniendo los valores de inercia en ~0,81°, siendo probable que las variaciones observadas en el centro de gravedad histórico (**Figura 8**) los cuales se centran en torno a isla Guamblin (inercia +/- 1°), sean de ocurrencia normal dentro de la dinámica espacial de este recurso.



COMPOSICIÓN DE ESTRUCTURA DE TALLAS

La distribución de talla de merluza de cola observada durante el período y área de máxima actividad reproductiva entre los años 2008 y 2019 ha registrado una alta presencia de juveniles, no registrada en los restantes años de estudio. No obstante que en los años 2015 y 2016 la presencia de juveniles tendió a una disminución y consecuentemente un aumento gradual de los adultos (Lillo *et al.*, 2016 y 2017); durante el año 2017, 2018 y 2019 la tendencia fue opuesta a ello (Legua *et al.*, 2018 y 2019), es decir, en sentido de volver a registrar una de mayor presencia de ejemplares juveniles en la serie histórica de los cruceros de investigación, junto con los años 2008, 2011 y 2013.

Por otro lado, durante el mismo período 2008 – 2018 se ha observado una disminución de la proporción de hembras (45% - 55%) respecto del período inicial 2001 – 2005 (55% - 70%), en donde este período se caracterizaba por una mayor abundancia de adultos del recurso en el área de estudio. En consecuencia, la fracción adulta entre los 55 – 79 cm que sostenían la estructura poblacional del recurso (55% - 80%) entre los años 2001 y 2005 en el área y período de desove, actualmente entre los años 2017 y 2019 no llega ser más del 20% de la estructura de talla.

Luego, el aumento de ejemplares juveniles, la disminución de la proporción de hembras y la menor presencia de ejemplares adultos caracterizarían el período de una menor biomasa de la fracción desovante del recurso (Legua *et al.*, 2018 y 2019); aspecto también descrito en las evaluaciones de stock del recurso, en sentido que el estado del recurso se enmarca dentro de un período de valores de baja biomasa desovante (Payá y Canales, 2013; Payá, 2017), aspecto que explicaría la reducción de la fracción adulta que aporta al desove.

La tendencia de presencia de juveniles del año 2008 en adelante también ha sido registrada en las composiciones de tallas de las capturas de merluza de cola en la pesquería arrastrera que operan en la zona centro sur y zona austral de Chile (Céspedes *et al.*, 2010, 2015, 2017 y 2019). En este sentido, estos cambios en la composición de tallas a una mayor presencia de juveniles a partir del año 2008 en adelante respondería a una situación de carácter más poblacional y global, más que a una situación local del período y área de desove.

No obstante, la baja presencia de ejemplares adultos, estos han tendido a una similar distribución espacialmente entre los años 2016, 2017, 2018 y 2019 (Lillo *et al.*, 2017, Legua *et al.*, 2018 y 2019, respectivamente); en sentido que se han registrado en áreas de latitudes menores (norte), como Guafo; zona que reúne condiciones -posiblemente ambientales- en que los adultos se concentren en un área muy limitada. Por otra parte, esta reducción de la fracción adulta y aumento de la fracción juvenil del recurso podría interpretarse como uso del espacio de las fracciones de la población de merluza de cola, en sentido que mientras los espacios de las concentraciones de los ejemplares adultos sean menores, estos tenderían a ser ocupados por fracciones juveniles del recurso.

Lo anterior, conduce la necesidad de dilucidar tal planteamiento, como es la generación de estudios tendientes a levantar indicadores de abundancias de reclutas en merluza de cola, como también estudios oceanográficos, ambientales y de corriente en el área de desove de merluza de cola y área



aledañas, con el propósito de comprender mejor los procesos que podrían estar induciendo los patrones poblacionales registrados en los cruceros hidroacústicos.

ESTRUCTURA ETARIA Y SU ABUNDANCIA

La merluza de cola es un recurso de importancia económica, en donde el Estado invierte recursos económicos anualmente para realizar los estudios van enfocados a constituir diferentes piezas de información que enriquecen el saber y permiten disponer de conocimiento vital para el adecuado manejo de la pesquería asociada al área sur austral.

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 de cola, 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 ha presentado años en que se ha manifestado un cambio sustancial producto de efectos medioambientales, poblacionales y/o de la actividad pesquera a que es sometida la población.

Existe información altamente importante al estudiarla separarlos por sexo ya que con ello se recoge las diferencias morfométricas 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 VII-VIII en machos y en el tramo de GE VII a X 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 2008 y últimamente se presentó otro cambio estructural notable en 2017. Ambos referidos a alta concurrencia a la zona de desove de peces jóvenes.

Los peces jóvenes mencionados participaron del proceso de desove de dos formas: Concurriendo al área de desove junto al stock parental, pero sin participar del desove por encontrarse en etapa inmadura (caso año 2017). Concurriendo al área de desove junto al stock parental de edades más adultas, pero con participación del evento de desove por encontrarse ya en etapa madura (caso año 2018).



En el último año estudiado (2019), la juvenalización del stock desovante persiste y esto se ve reflejado en que la estructura estuvo sostenida en un 97% por tres clases que comprenden los GE II a IV, con moda en el GE III.

Encontrar peces jóvenes que participen (maduros) o no (inmaduros) en el proceso reproductivo en una fracción importante de la estructura si bien es 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, tanto dentro del área del O. Pacífico como asimismo incorporando el conocimiento hasta su distribución en el O. Atlántico y avanzar con ello tanto en el modelo conceptual como en las bases técnicas que lo avalen.

ACTIVIDAD REPRODUCTIVA

En cuanto a los aspectos reproductivos en merluza de cola, las hembras inmaduras correspondieron a un 48% del total de hembras. Siendo el 52% de las hembras restantes las que se encontraban en proceso activo de desove al momento del muestreo. Los valores obtenidos durante los últimos 3 años, fueron un 51%, un 41% y un 79% en los años 2016; 2017 (Lillo *et al.*, 2016, 2017) y 2018 respectivamente (Legua *et al.*, 2018). El valor obtenido este año es similar a lo observado en el año 2016. Sin embargo, este valor ha sido superior en otras temporadas de muestreo, por ejemplo, en los años 2010 y 2011 en los que las hembras en maduración, en desove o desovadas se presentaron en un 85% y 79% respectivamente (Lillo *et al.*, 2011, 2012). Esto es indicativo de la variabilidad a la que suele estar sujeta esta proporción. En cuanto al análisis de los estadios de madurez sexual de acuerdo a la longitud total, la separación de hembras inmaduras de las hembras en maduración y maduras comienza a partir del grupo de longitud 60-69 cm.

En cuanto al IGS en merluza de cola en hembras maduras alcanzó un valor de 15,16, lo que es característico de hembras desovantes. El análisis de los índices de actividad reproductiva indicó que el período de desove coincidió con el período de muestreo, como ya se ha registrado en años anteriores. La mayor abundancia de hembras maduras se encontró entre el 17 y el 22 de agosto, lo que coincide con el mayor valor de IGS (13,27). La regularidad que presenta esta especie en cuanto a la temporalidad del desove se ha relacionado al comportamiento observado en otras especies de peces de latitudes altas, de aguas templadas, que se caracterizan por tener un desove acotado de dos a tres semanas de duración, como es el caso de *Clupea harengus* del Mar del Norte (Cushing, 1975), *Scomber scombrus* (Morse, 1980).

En merluza de cola la estimación de la talla media de madurez sexual fue igual a 43,9 cm LT, este valor con respecto a lo obtenido en los estadios de madurez sexual al ser relacionados a un rango de longitud no permite determinar una clase de tallas que sea representativa exclusivamente de hembras maduras, ya que se pudo observar, al igual que en estudios anteriores, la presencia de hembras inmaduras hasta el grupo de longitud 50 – 59 cm. Al respecto se puede argumentar la influencia que tienen las hembras adultas que no desovan en cada temporada, pero que de todas formas se agrupan en el área de desove, este fenómeno se ha descrito en la merluza de cola de Nueva Zelanda (Livingston *et al.*, 1997), en el bacalao del Atlántico, *Gadus morhua* (Rideout *et al.*, 2000), en merluza



del Atlántico *Merluccius hubbsi* (Macchi *et al.*, 2016), entre otras especies. Sobre la explicación de este fenómeno se ha descrito la influencia que tienen factores como el nivel de densidad poblacional, la temperatura del agua y la dieta, al respecto Macchi *et al.* (2016) mencionan que hembras que tienen una nutrición deficiente antes de la temporada de desove estarían postergando su ciclo de maduración gonadal.

La presencia de hembras con gónadas de apariencia inmaduras, pero que al analizar su contenido se encuentra lo que parece ser restos de desove de una temporada de puesta pasada, dificultan la determinación de la talla media de madurez sexual. Debido a la recurrencia en estudios de años anteriores de ejemplares con estas características, el presente análisis se realizó con base en la observación microscópica y nuevamente se recurrió a la aplicación del método histológico, lo que permite diferenciar la clasificación de madurez con mayor certeza. La frecuencia en que se puede observar este tipo de gónadas en el período de desove en estudio, así como en los de años anteriores, es escasa, lo que hace poco probable que sea un factor que esté afectando las estimaciones del potencial reproductivo del stock.

Otro aspecto que influyó en la estimación de la talla media del presente estudio fue la presencia de hembras maduras y en maduración a partir de los 38 cm LT. Respecto a estas variaciones se puede considerar que el proceso de maduración gonadal de la merluza de cola presenta un patrón de maduración irregular, pudiendo una parte de la población probablemente madurar a una diferente tasa que el resto de ella que se captura regularmente en las pescas de investigación. Se ha planteado la posibilidad de migraciones divergentes dentro de una población (Secor, 1999), relacionadas con decisiones en la etapa temprana de vida sobre uso del hábitat dentro de poblaciones, denominadas “contingentes”. Si este criterio se aplicara a la merluza de cola, involucraría que un grupo de peces al formar un contingente, mantienen su integridad desarrollando un patrón diferente de migración estacional que no es compartido con los peces de otros contingentes. Como consecuencia, estos contingentes podrían presentar diferentes tasas de crecimiento y tamaño de primera madurez sexual. Otro enfoque al problema se basa en el estudio de la composición química de los otolitos. El análisis de los elementos traza en otolitos de ejemplares de merluza de cola capturados en el Atlántico y Pacífico señaló mediante un análisis de clusters, la existencia de un alto grado de mezcla en los stocks de merluza de cola de la Patagonia, distinguiendo al menos dos áreas de desove en Sudamérica, las que se conectarían a través del Cabo de Hornos y de los canales de Tierra del Fuego (Schuchert *et al.*, 2010).

Por otra parte, Niklitschek *et al.* (2014) compararon los isótopos estables de otolitos de merluza de cola provenientes de fiordos patagónicos con los de aguas exteriores, encontrando en las zonas de alimentación de los adultos en aguas exteriores un alto grado de mezcla en relación al origen de esos peces. Estimaron que la contribución al reclutamiento desde aguas interiores es de 10 a 35% y menor que el aporte de las zonas de crianza ubicadas en la plataforma (64 a 85%). También demostraron que la mayoría de los adultos habían utilizado el hábitat de las aguas interiores como subadultos. La proximidad de las áreas de crianza y los cambios en los patrones de circulación en el área pueden haber producido diferentes grados de contribución al reclutamiento en agua exteriores, lo que se reflejaría en variaciones en la composición de acuerdo al origen de los reclutas, en una escala



interanual o decadal. Por lo tanto, se podría concluir que al provenir la merluza de cola de aguas exteriores de áreas de crianza diferentes, las diferentes historias de vida se reflejen en diferencias en la talla de madurez de los adultos. Respecto a la edad media, este año se estimó en el grupo de edad 3,4.

El valor estimado de fecundidad de este año (458.325 ovocitos) en merluza de cola fue levemente menor al estimado el año pasado, sin embargo, se encuentra dentro del rango de variabilidad que ha presentado la fecundidad de la muestra total en los últimos años. Al permitir ampliar el espectro de datos mediante la inclusión de un número mayor de ejemplares se considera de mayor representatividad la utilización de la estimación de la fecundidad total de la muestra.

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).

COMPOSICIÓN ALIMENTARIA

El espectro trófico de *Macruronus magellanicus* para la época y zona comprendida en este estudio difiere de los trabajos anteriores desarrollados anteriormente por este laboratorio, especialmente en los resultados de isotopos estables. Este reporte difiere en el análisis estomacal con los trabajos publicados con anterioridad, principalmente con lo relacionado a la presencia e importancia de los



peces mesopelágicos, y eufáusidos, los cuales no se encontraron en esta ocasión (Brickle, 2009). Sin embargo, los resultados de los bio trazadores, indicaron que la mayor asimilación fue por parte de los eufáusidos y merluzas de tres aletas de pequeño tamaño. También, se encontró que existe la probabilidad de que esta temporada exista canibalismo por parte de los grupos de mayor talla. Pues bien, la serie de tiempo indicó, que el canibalismo se produce cada cierto pulso de temporada, llegando a más del 50% en 2011. Sin embargo, la presencia de canibalismo con sus individuos con bajas tasas digestivas hace inferir que puede ser producto del arte de pesca. Esto se refiere, a que algunos individuos al verse atrapados comienzan a respirar velozmente, lo que implica una abertura de la mandíbula con un ángulo retráctil superior a una respiración normal, y por lo tanto un mayor poder de succión, resultando así la ingesta involuntaria de merluzas de cola de menor talla.

Al analizar, en detalle la serie de tiempo, la merluza de cola es un depredador que depende de la oferta ambiental, pero que, sin embargo, la preferencia es sobre los peces mesopelágicos.

La comparación con otros estudios de alimentación de la merluza de cola en Chile, prácticamente no se puede realizar ya que no existen trabajos en la literatura formal, aun cuando, en la literatura gris indican la importancia de los restos de peces y crustáceos. Los resultados del presente informe nos permiten señalar que la alimentación de la merluza de cola estaría dirigida a pequeños crustáceos pelágicos, como también a otros pequeños peces mesopelágicos como mictófidios principalmente. Del mismo modo, en la merluza de cola se puede evidenciar un cierto cambio de dieta desde basada en crustáceos, en tallas menores, a aquella compuesta por pequeños peces meso y epipelágicos en tallas mayores.

ANÁLISIS DE LAS AGREGACIONES REGISTRADAS ACÚSTICAMENTE EN EL ÁREA

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 un pequeño aumento en la energía retrodispersada.



7. CONCLUSIONES

- La biomasa geoestadística de merluza de cola se estimó en 204.789 t ($LC_{\alpha=5\%} = 192.385 - 217.193$), valor ~7,5% inferior al estimado durante el crucero efectuado en agosto del 2018. Por el estimador bootstrap, la biomasa alcanzó a 220.713 t con un intervalo de confianza entre 208.505 y 232.921 t. El valor preliminar estimado por geoestadística se mantiene dentro de la media de valores de la última década y similar estadísticamente a los valores calculados entre 2008 – 2011.
- La abundancia se estimó en 745.202.709 individuos de los cuales 360.054.033 (48%) fueron machos y 385.148.676 (52%) hembras con el método geoestadístico y 803.148.628 individuos con el estimador bootstrap. La abundancia experimentó un aumento de ~24% en comparación al 2018. El valor de abundancia obtenido por el método geoestadístico fue similar en abundancia y peso medio de los individuos al valor obtenido el período 2015.
- La merluza de cola estuvo presente en el 86% de los transectos prospectados y su distribución batimétrica abarcó desde los 77 m hasta 443 m con una profundidad media de los cardúmenes en 229 m.
- La estructura de talla de merluza de cola en el año 2019 registró una distribución con una importante moda juvenil entre los 30-59 cm, lo que significó una importante presencia de ejemplares juveniles de 90% y una escasa presencia de adultos (10%). La estructura de talla juvenil entre los 30-59 cm se presentó en toda el área de distribución y batimétrica en el área y período de estudio; no obstante, en particular la escasa fracción adulta fue focalizada principalmente hacia latitudes menores, como el Cañón Guafo.
- La estructura de edades permanece conformada principalmente por peces jóvenes con moda principal menos acentuada que el año anterior. Con una composición de edades entre 1 y los 16 años.
- En la serie histórica la edad mediana del stock desovante ha sido levemente menor en machos que en hembras. Ha experimentado descenso desde valores de 7,2 y 8,1 en machos y hembras en el año 2000 hasta presentar valores de 2,5 y 2,8 respectivamente en 2019.
- La abundancia, considerando ambos sexos, estuvo sostenida mayoritariamente (97%) por tres clases que comprenden los GE II a IV, con moda en el GE III. La abundancia del stock parental, correspondió a peces maduros en una fracción de 72,0% para machos ($\geq GE50\%$ III) y 40,1% de hembras ($\geq GE50\%$ IV).
- La proporción sexual con que se presenta la abundancia en el período de desove en la serie histórica es variable, observándose frecuentemente en mayor proporción las hembras. En 2019 el stock presentó una razón macho: hembras de 1:1,1, similar número de machos y hembras, lo



cual ocurre cuando la estructura etaria está sostenida mayormente por peces bastante jóvenes, en donde la diferenciación morfométrica es menor.

- El índice gonadosomático promedio fue igual a 6,72 con valores individuales extremos de 0,10 y 37,08. Las hembras con gónadas inmaduras presentaron un IGS promedio igual a 0,45 y las sexualmente maduras presentaron un IGS promedio de 15,2.
- La estimación de la talla media de madurez sexual obtenida mediante el método de máxima verosimilitud con un ajuste lineal generalizado fue igual a 43,9 cm LT. La variabilidad de estos resultados tomando en cuenta las estimaciones de años anteriores no es indicativa de una tendencia hacia la disminución o el aumento en el parámetro. La edad media de madurez fue igual a 3,4. Este parámetro no presenta tendencia, sólo representa al stock desovante.
- En merluza de cola fecundidad promedio fue de 757.431 ± 594.384 ovocitos y la fecundidad relativa fue igual a 636 ± 142 ovocitos. La fecundidad media del total de la muestra fue 458.325 ± 316.446 .
- 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.
- 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.
- La alimentación de merluza de cola se presentó en dos enfoques: El contenido estomacal mostró que su alimentación se basó principalmente en peces mesopelágicos, seguido por camarones de profundidad y salpas. El análisis de isótopos estables, en cambio indicó que la asimilación proviene mayoritariamente de eufáusidos; confirmando que la merluza de cola es un predador generalista que se alimenta en la columna de agua, principalmente en la zona meso pelágica; existiendo diferencia de alimentación a través de los distintos tamaños estudiados.



8. REFERENCIAS

- Aguayo, M., 1974. Estudio de la edad y el crecimiento de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Lönnberg) (Gadiformes–Gadidae). Serie Invest. Pesq. Inst. Fom. Pesq. (Chile) 19, 1–43
- Aguayo, M., I. Payá, C. Vera, V. Ojeda, I. Céspedes y J. Donoso. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1990. Pesquerías demersales "peces" zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (SGI-IFOP 91/6). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 83 pp. + tablas.
- 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., R. Céspedes, F. Balbontín, R. Bravo, V. Catasti, P. Gálvez, y L. Adasme. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Informe final proyecto FIP 99 - 15.
- Alday, A., A. Uriarte, M. Santos, I. Martin, A. Martinez de Murguia 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.
- Arancibia, H., Neira S., Barros M., Gatica C., Zúñiga M. J., Alarcón R., Acuña E. 2010. Formulación e implementación de un enfoque multiespecífico de evaluación de stock en recursos demersales de la zona sur austral – Fase I. Informe Final Proyecto FIP 2008-23. Universidad de Concepción / Instituto de Investigación Pesquera VIII Región S.A., 301 pp. + Anexos
- Balbontín F. y W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar. 17:285-334.
- Balbontín y Bravo 1993. Fecundidad, talla de primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 28 (1): 111-132.
- Balbontín, F. y R. Bravo. 2001. Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza del sur y merluza de cola. En: Informe Final Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001. Informe Técnico para el Instituto de Fomento Pesquero, 45 pp.
- 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



- Berdenet, R., A. Doucet, C. Holmes. On Markov chain Monte Carlo methods for Tall data. *Journal of Machine Learning Research* 18 (2017) 1-43
- 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. 2009. Aspects of embryonic development in two southwest atlantic gadiform fish: tadpole codling, *sallota australis* (moridae), and southern blue whiting, *Micromesistius australis* (gadidae). *acta ichthyologica et piscatoria*, 39, 127–130.
- 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.
- Céspedes, R., V. Ojeda, L. Chong, L. Adasme, L. Muñoz y R. Bravo. 2010. Consolidado de bacalao de profundidad. En proyecto Investigación Situación Pesquería Demersal Austral Industrial, 2009. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. SSPA. Informe final, IFOP, 66 p. (+ anexos).
- Céspedes, R., L. Chong, R. San Juan, P. Gálvez, V. Ojeda, G. Moyano, R. Bravo, L. Muñoz, L. Adasme y J. González. 2015. Convenio de desempeño 2014. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección V: Recursos de Aguas Profundas, 2014. Ejecutor IFOP – Requiriente: Subsecretaría de Pesca.
- 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 (InformeFinal: 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, H. Hidalgo, L. Muñoz, R. San Juan y L. Chong. 2019. Convenio de desempeño 2018. Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas. Sección V: Pesquería



de merluza de cola, 2018. Ejecutor IFOP – Requirente Subsecretaría de Economía y EMT. IFOP.

- Clark, W. & C. Wilson. 2012. Review of data and external parameter values used in the assessment of Chilean stock of hoki (merluza de cola). *Macruronus magellanicus*. Viña del Mar, Chile. Meeting report by external reviewers. William G. Clark International Pacific Halibut Commission (retired), Seattle. Christopher D. Wilson National Marine Fisheries Service, Seattle.
- 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 proyecto FIP 2005-04.
- Cressie, N. A. C. 1991. Statistics for spatial data. John Wiley and Sons, New York. 900pp.
- Chong, J. 2000. Ciclo de maduración ovárica, fecundidad y talla de madurez en *Macruronus magellanicus* (Lonnberg, 1907) de la zona sur de Chile. Biol. Pesquera 28: 3-13.
- Cubillos, L., A. Hernández, L. Vilugrón, L. Miranda, R. Alarcón, C. Pino, A. Sepúlveda, G. Vásquez. 1998. Estudio biológico-pesquero de merluza de cola en el área de distribución de la pesquería pelágica centro-sur. Informe final Proyecto FIP 1996-19. 176 pp.
- Cushing, D.H. 1975. Marine Ecology and Fisheries. Cambridge University Press, Londres, 278 pp.
- 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.
- 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.
- Docmac, F., Araya, M., Hinojosa, I. A., Dorador, C., & Harrod, C. 2017. Habitat Coupling Writ Large: Pelagic-derived Materials Fuel Benthivorous Macroalgal Reef Fishes in an Upwelling Zone. *Ecology*, 98, 2267–2272.
- Dunford, A. 2005. Correcting echo-integration data for transducer motion (L), J Acoust. Soc. Am. 118 (4) 2121-2123



- Ernst, B., G. Aedo, R. Roa, L. Cubillos, P. Rubilar, A. Zuleta, L. Castro y M. Landaeta. 2006. Evaluación del reclutamiento de merluza de cola entre la V y X regiones: Revisión metodológica". Informe final FIP 2004-12.
- 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, H. y Smith, A. 2010. Biología reproductiva de *Graus nigra* (Perciformes, Kyphosidae) en las costas del norte de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45(1), 659-670.
- Foot, K.G.; Knudsen, H.P.; Vestnes, G.; MacLennan, D.N. y Simmonds, E.J. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. ICES. Cooperative Research Report N° 144.
- 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.
- Galleguillos R., R. Montoya, L. Troncoso, M. Oliva C. Oyarzún. 1999. Identificación de unidades de stock en el recurso merluza de cola en el área de distribución de la pesquería. Informe Final. Proyecto FIP 1996-30. U. de Concepción, Fac. Ciencias Naturales y Oceanográficas. 81 pp.
- Garreaud, R. 2018. "Tres Niños sorprendentes", Disponible en: (http://dgf.uchile.cl/rene/PUBS/TresNinosSorprendentes_IGP.pdf). Revisado el 05 de mayo de 2020.
- Giussi, A. R., 2002, Parámetros poblacionales de la merluza de cola (*Macrurus magellanicus*) del Atlántico Sudoccidental. Año 2001. Inf. Téc. INIDEP N° 01/02, 7 pp.
- Gomi, 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.



- 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. & 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.
- Kalikhman, I. 2002. Patchy distribution fields: sampling distance unit and reconstruction adequacy. *ICES J. Mar. Sci.*, 58: 1184-1194.
- Kimura, D. 1977. Statistical assessment of the age - length key. *J. Fish. Res. Board of Can.* 34 : 317 - 324.
- Kiljunen, M., Grey, J., Sinisalo, T., Harrod, C., Immonen, H., & Jones, R. I. 2006. A Revised Model for Lipid-Normalizing $\Delta\delta C$ Values from Aquatic Organisms, with Implications for Isotope Mixing Models. *Journal of Applied Ecology*, 1213–1222.
- Klarian, S. A., Molina-Burgos, B. E., Saavedra, A., Galvez, P., Vargas, R., Melendez, R. & Schultz, E. T. 2018. New insights on feeding habits of the southern blue whiting *Micromesistius australis* Norman, 1937 in eastern South Pacific waters: *Journal of Applied Ichthyology*. 34: 694 - 697.
- Kuhnert, P., L. Duffy, J. Young, R. Olson. 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. 1993. Optimal sampling design for using the age - length key to estimate age composition of a fish population. *Fish. Bull.* 9 (2).
- Legua, J., V. Ojeda, R. Céspedes, H. Hidalgo, L. Muñoz, M. Landaeta, G. Herrera, E. López, P. Troncoso, L. Rodríguez, 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 II: Merluza de cola. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe Final. Convenio desempeño 2017. IFOP: 57 pág. (más anexos)
- Legua J., R. Vargas, R. Céspedes, V. Ojeda, H. Hidalgo, L. Muñoz, M. Landaeta, G. Herrera, E. López, P. Troncoso, L. Rodríguez, S. Klarian, F. Vargas, C. Cárcamo, J. Julca, I. Quintanilla y B. Leiva. 2019. 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., 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 p. (+ 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. Informe Prefinal (FIP 2001-19), IFOP, 86 p. (+ figuras, 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 p. (+ figuras, tablas y anexos)
- Lillo, S., R. Céspedes, F. Balbontín, V. Ojeda y A. Saavedra. 2004. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2003. Informe Final. Proyecto FIP 2003-09. IFOP, 105 p. (más figuras, 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. 2005a. 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. A. Barbieri y C. Vera. 2005b. Evaluación de stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2004. Informe Final. Proyecto FIP 2004-07. IFOP, 109 p. (más tablas, figuras y anexos)



- 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, K. Hunt, L. Adasme, F. Balbontín, R. Bravo, M. Rojas, R. Meléndez y A. Saavedra. 2009. Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona austral, año 2008. Informe Final (FIP 2008-11), IFOP, 114 p. (más figuras, tablas y anexos)
- 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. Ejecutor IFOP Requiriente SUBPESCA.
- 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 Requiriente SUBPESCA.
- Lillo, S., E. Molina, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, E. Molina, R. Meléndez y A. Saavedra. 2012. Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2011. Pesca de Investigación SubPesca-IFOP. Informe FIP 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 del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, aguas exteriores, año 2012. Informe final. FIP 2012-07.
- 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. 2014. Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, año 2013. FIP 2013-13. 106 pp + figuras y anexos.
- Lillo S., E. Molina, J. Legua, 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 II: Merluza de cola SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe de Avance 2. Convenio de Desempeño 2014 Ejecutor: IFOP.
- 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 A. Saavedra. 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 II: Merluza de cola SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Pre-Informe Final. Convenio de Desempeño 2015 Ejecutor: IFOP.

- 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. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT. Informe Final. Convenio de Desempeño 2016 Ejecutor: IFOP.
- Livingston, M E, M. Vignaux y KA Schofield. 1997. Estimating the annual proportion of nonspawning adults in New Zealand hoki, *Macruronus novaezelandiae*. U. S. Fish. Bull. 95: 99 - 113.
- Macchi, G., M. Díaz, E. Leonarduzzi, M. Militelli, K. Rodrigues. 2016. Skippedspawning in the Patagonian stock of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). Fishery Bulletin. 114. 397-408.
- 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.
- McCarthy, M. (2007) Bayesian Methods for Ecology. Cambridge University Press Ed.
- 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* .
- Medina, M. y L. Herrera. 2012. Determinación de la composición trófica de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, entre septiembre y diciembre de 2011. Informe técnico 41 pp.
- Meléndez, R. Lopez, S y F Burgos. 2009. Análisis de los contenidos estomacales de la merluza del sur (*Merluccius australis* (Hutton)) y de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus* Lönnberg) provenientes de aguas exteriores de la XI Región de Chile. Informe final presentado al Instituto de Fomento Pesquero.
- Mitson, R.B. (Ed.), 1995. Underwater Noise of Research Vessels: Review and Recommendations. ICES Coop. Res. Rep. No. 209, 61.
- Morse, W.W. 1980. Spawning and fecundity of Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* in the Middle Atlantic Bight. Fish. Bull. 78 (1): 103-108.



- Neira S., Arancibia H., Alarcón R., Castro L., Cubillos L., Lillo S, Barros M. 2015. Informe Final Proyecto FIP 2013-27 “Estimación de índices de reclutamiento para merluza del sur y merluza de cola en la zona sur y austral de Chile”. Universidad de Concepción, 241 pp.
- Niklitschek, E. J., D. Secor, P. Toledo, X. Valenzuela, L. Cubillos y A. Zuleta. 2014. Nursery systems for Patagonian grenadier off Western Patagonia: large inner sea or narrow continental shelf? – ICES J. Mar. Sci. 71: 374 - 390.
- 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, J. Chong, M. Aguayo, I. Payá. 1998. Estudio de Crecimiento y construcción de claves talla edad de merluza de tres aletas y merluza de cola. FIP 97-15 - IFOP. 131p, 52 fig. 53 tablas y anexo.
- 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, 2008a. 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., H. Hidalgo y L. Muñoz. 2013. Estructuras de edad en las capturas de los recursos: Merluza de cola. Reg. 2013-I-14 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., H. Hidalgo y L. Muñoz. 2015. Estructuras de edad en la captura del recurso: Merluza de cola. Reg. 2015-I-10 En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura, 2014. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda, V, H. Hidalgo y L. Muñoz. 2016. Estructura de edad en la captura del recurso: Merluza de cola *Macruronus magellanicus*. Reg. 2016-I-D4. En: Proyecto Asesoría Integral Para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2015. Actividad: Demersal. Pesquería Demersal Industrial.
- Ojeda, V., H. Hidalgo y L. Muñoz. 2017. Edad merluza de cola 2016 *Macruronus magellanicus*. Reg. 2017-I-D3. En: Informe final 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. Convenio de Desempeño 2016 Ejecutor: IFOP.
- Ojeda, V., H. Hidalgo, L. Muñoz. 2018. Edad merluza de cola 2017. *Macruronus magellanicus*. Sección Edad y Crecimiento Reg. 2018-I-D3 En: Informe Final 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. Ejecutor: IFOP Requirente: SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT.
- Parnell, A. y Inger, R. 2016. Stable Isotope Mixing Models in R with Simmr. *Stable isotope mixing models in R with simmr*.
- 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. y C. Canales. 2013. Merluza de cola, 2013. Convenio "Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, Año 2013". Informe Final. IFOP
- Payá. I. 2017. Merluza de cola, año 2017. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2017. Convenio de



desempeño 2016, documento consolidado. Requirente Subsecretaría de Economía y EMT. Informe final, IFOP.

- Petitgas, P. 1991. Contributions géostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Géostatistique, Fontainebleau, 211 pp.
- Petitgas, P. y J. Prampart. 1993. Global estimation: σ^2/n and the geostatistical estimation variance. En: Rapport of the workshop on the applicability of spatial techniques to acoustic survey data. Ices cooperative research report N° 195, Appendix B.
- Petitgas, P., Woillez, M., Rivoirard, J., Renard, D., and Bez, N. 2017. Handbook of geostatistics in R for fisheries and marine ecology. ICES Cooperative Research Report No. 338. 177 pp.
- Piennar L. y W. Ricker. 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 - 2747.
- 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. Olphant y I. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish and game. Fish Bull., 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.
- 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.
- Quinn, G. P., & Keough, M. J. 2002. *Experimental Design and Data Analysis for Biologist*. Cambridge University Press.
- R Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- R Core Team. 2017. 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 10.0.8. 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., N° 119.
- Rideout, RM, MPM Burton y GA Rose. 2000. Observations on mass atresia and skipped spawning in northern Atlantic cod, from Smith Sound, Newfoundland. *J. Fish Biol.* 57: 1429–1440.
- 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. *Fishery Bulletin* 97: 570 - 580.
- 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.
- 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.
- Rokne J. 1996. The area of a simple polygon. In: Arvo J (ed). *Graphics 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. Masse. 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'attributs discriminants des bancs de poissons monospecificques*. Thèse. Ecole doctorale des sciences de la mer.
- Schlitz, R., 2015. Ocean Data View, <http://odv.awi.de>
- Schnute J.T., N.M. Boers y R. Haigh. 2004. *PBS Mapping 2: User's Guide*. Canadian Technical Report Fisheries Aquatic Science 2549: 1-126.



- Schuchert, P.C., A.I. Arkhipkin y A.E. Koenig. 2010. Traveling around Cape Horn: Otolith chemistry reveals a mixed stock of Patagonian hoki with separate Atlantic and Pacific spawning grounds. *Fisheries Research* 102:80-86.
- Secor, D.H. 1999. Specifying divergent migration patterns in the concept of stock: The Contingent Hypothesis. *Fish. Res.* 43: 13-34.
- Schuchert, P., A. Arkhipkin y A.Koenig. 2010. Traveling around Cape Horn: Otolith chemistry reveals a mixed stock of Patagonian hoki with separate Atlantic and Pacific spawning grounds. *Fisheries Research* 102:80-86.
- 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. 2003. Simrad EK60. Scientific Echo Sounder. Instruction Manual, 165 pp SIMRAD. 2003. Simrad EK60. Scientific Echo Sounder. Instruction Manual, 165 pp.
- SIMRAD, 2008. Simrad EK60 Scientific echo sounder system. Instruction manual. 91 pp.
- 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.
- 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.
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca). 2018. Estado de situación de las principales pesquerías chilenas, año 2017. Departamento de Pesquerías. División de Administración Pesquera, marzo 2018. http://www.subpesca.cl/portal/618/articles-100052_recurso_1.pdf



- Tascheri, R., J.C. Saavedra y R. Roa. 2010. Statistical models to standardize catch rates in the multi-species trawl fishery for Patagonian grenadier (*Macrurus magellanicus*) off Southern Chile. *Fish Res.* 105: 200 - 214.
- Thompson, S.K. 1992. *Sampling*. John Wiley & Sons, New York, 343 pp.
- Vivanco, M. 1999. *Análisis estadístico multivariable*. Editorial Universitaria, Chile. 233 pp.
- Wallace, R. y Selman, K. 1981. Cellular and 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 XII*, 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 Journal of Marine Science*, 64: 537–550.
- www.ifop.cl. Laboratorio de Edad y Crecimiento; Recursos Demersales, Merluza del Sur y Merluza de cola.
- Young, Z., J. Chong, H. Robotham, P. Gálvez y H. González. 1998. Análisis de la pesquería de merluza de cola en la zona sur-austral. 1998. Informe Final proyecto FIP 96-37. IFOP.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

FIGURAS

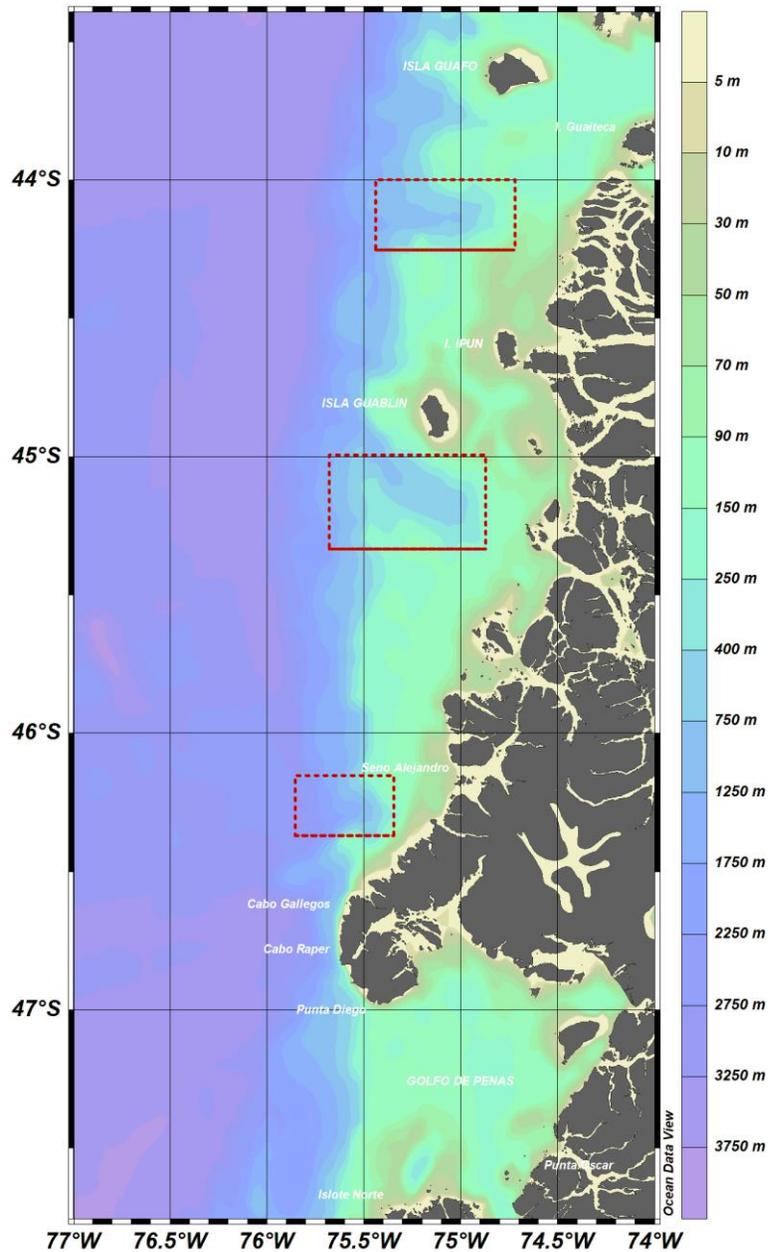


Figura 1. rea de estudio. Se señalan las isolíneas de los veriles de profundidad y las zonas asociadas a los cañones de profundidad (rectángulo rojo) presentes en la zona de estudio.



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

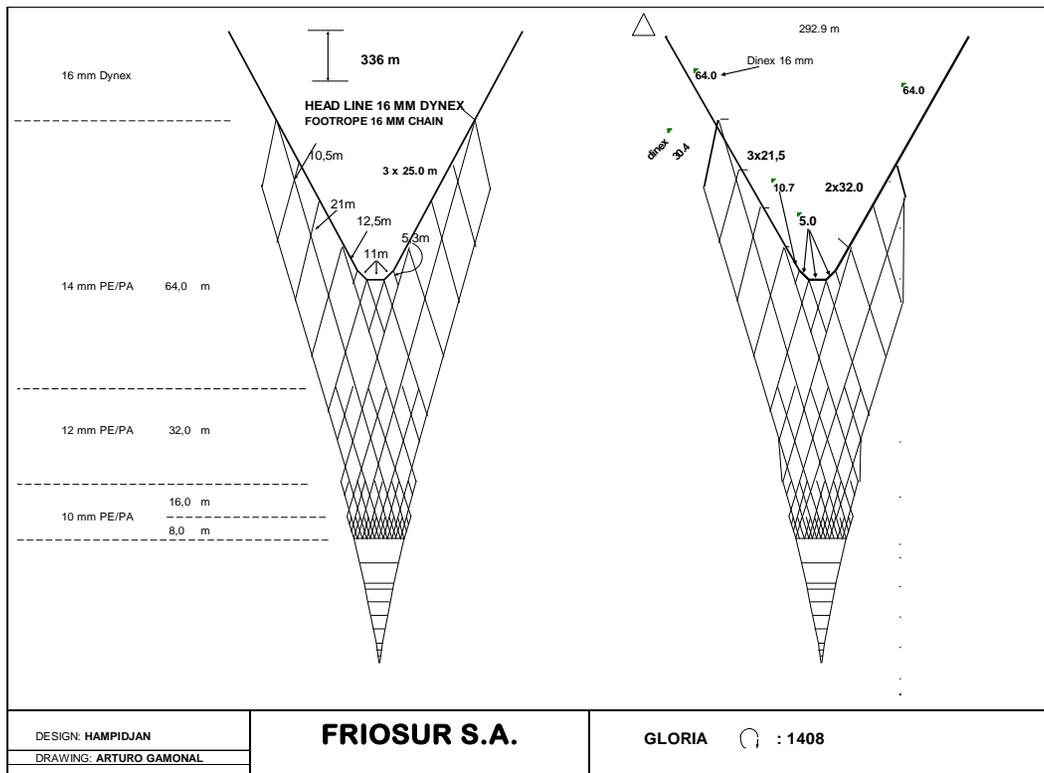


Figura 3. Plano de la red comercial GLORIA 1408 utilizada en el estudio.

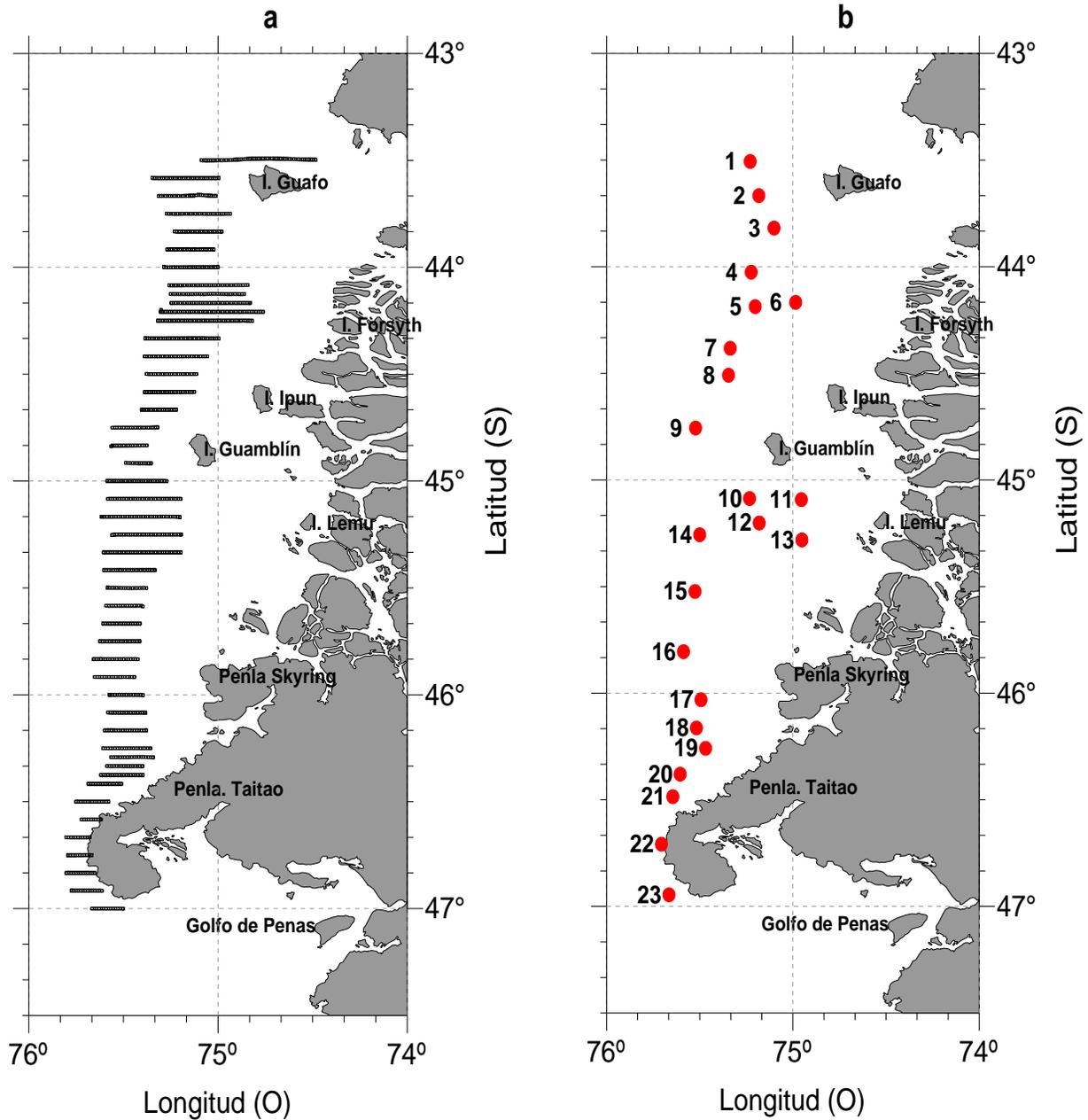


Figura 4. Localización de (a) transectas de muestreo acústico y (b) lances de pesca de identificación.

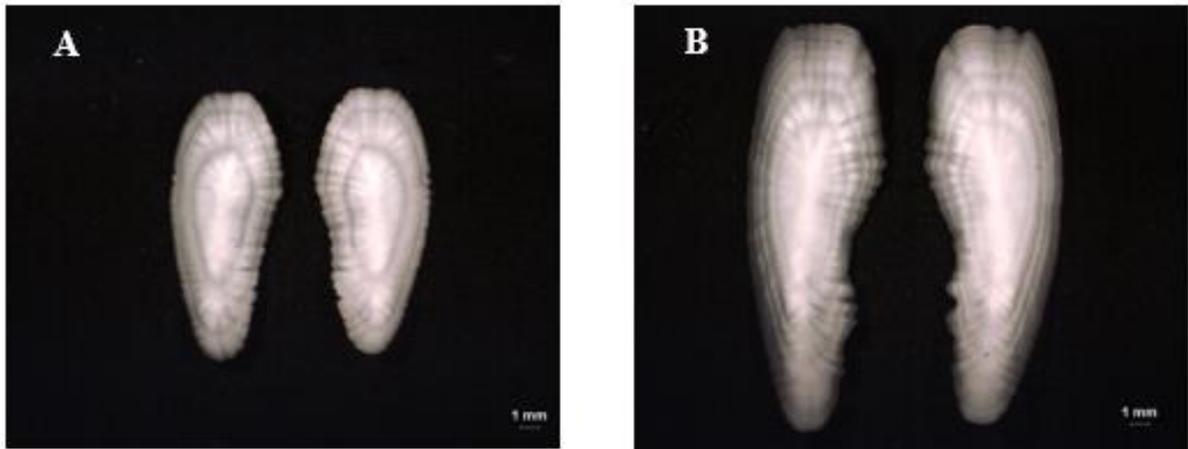


Figura 5. Otolitos enteros de merluza de cola, par *sagitta*, vistos desde su cara externa. Estructuras pertenecientes a peces de longitud 45cm (A) y 75 cm (B).

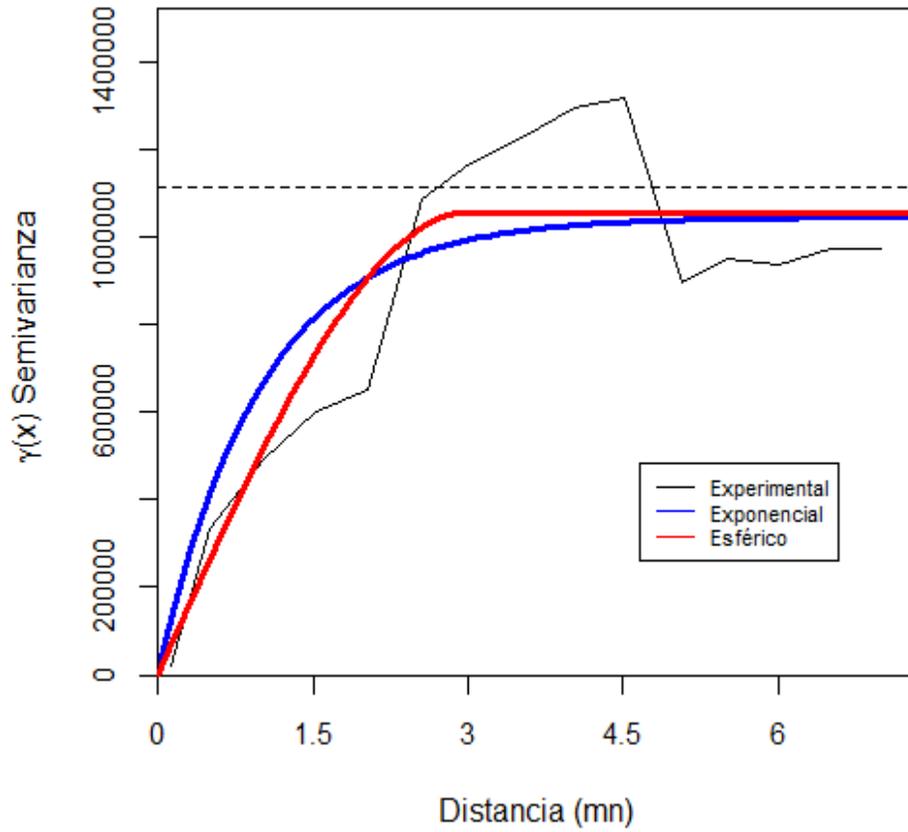


Figura 6. Semivariograma de merluza de cola. Direcci3n omnidireccional. Zona total de estudio.

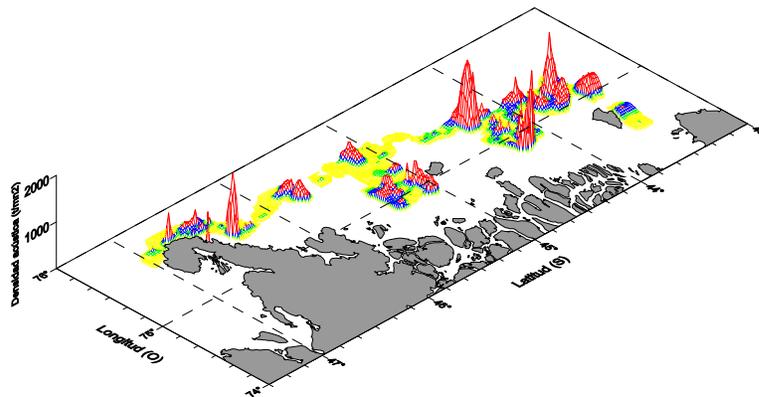
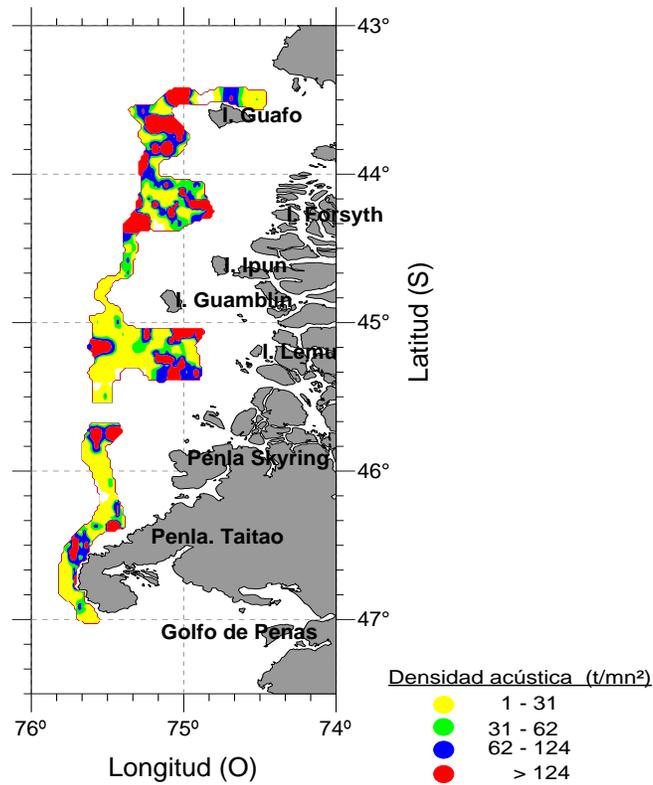


Figura 7. Distribución espacial de la merluza de cola en el área de prospección. Escala de categorías en t/mn².

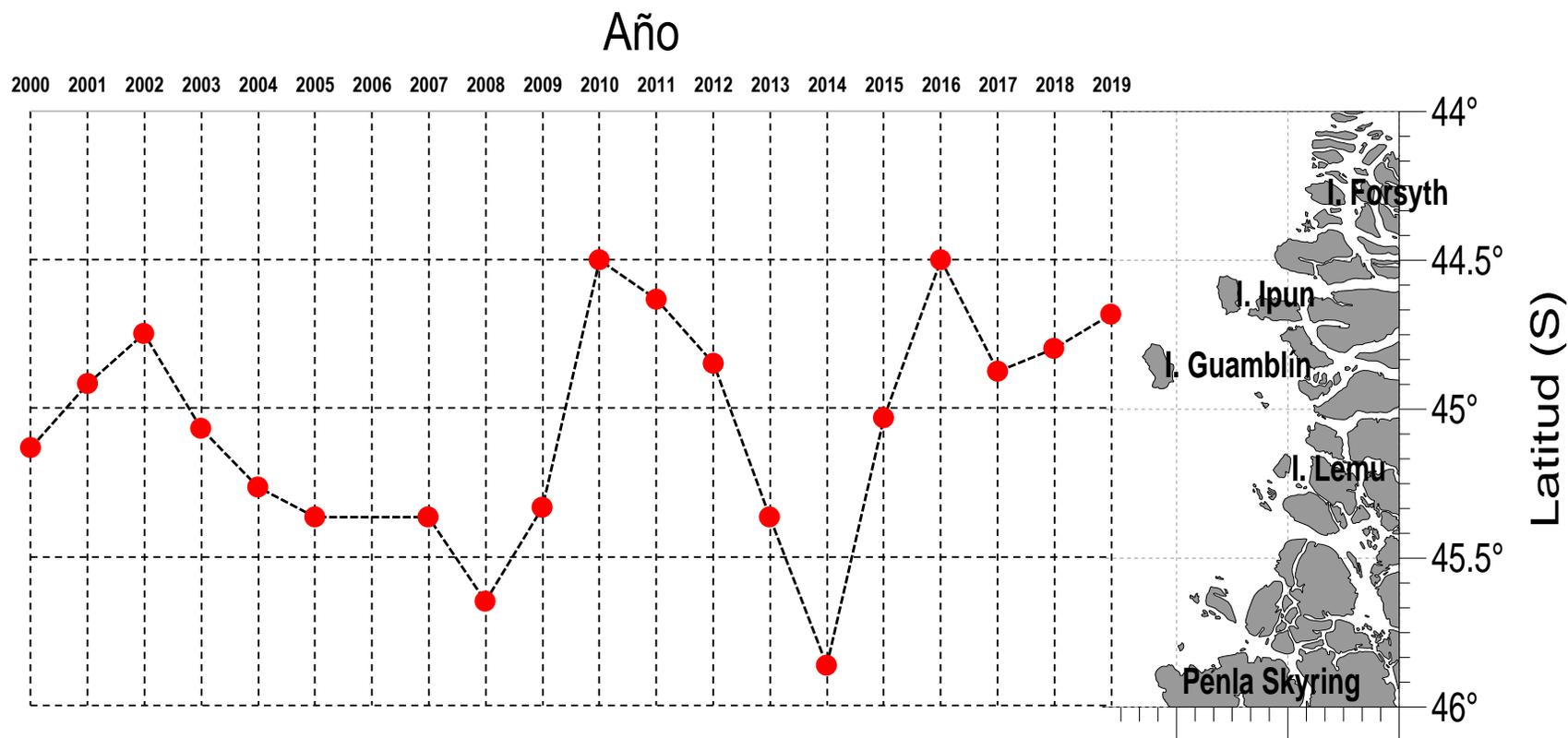


Figura 8. Centros de gravedad de la distribuci3n del stock evaluado de Merluza de cola. Per3odo 2000 – 2019.

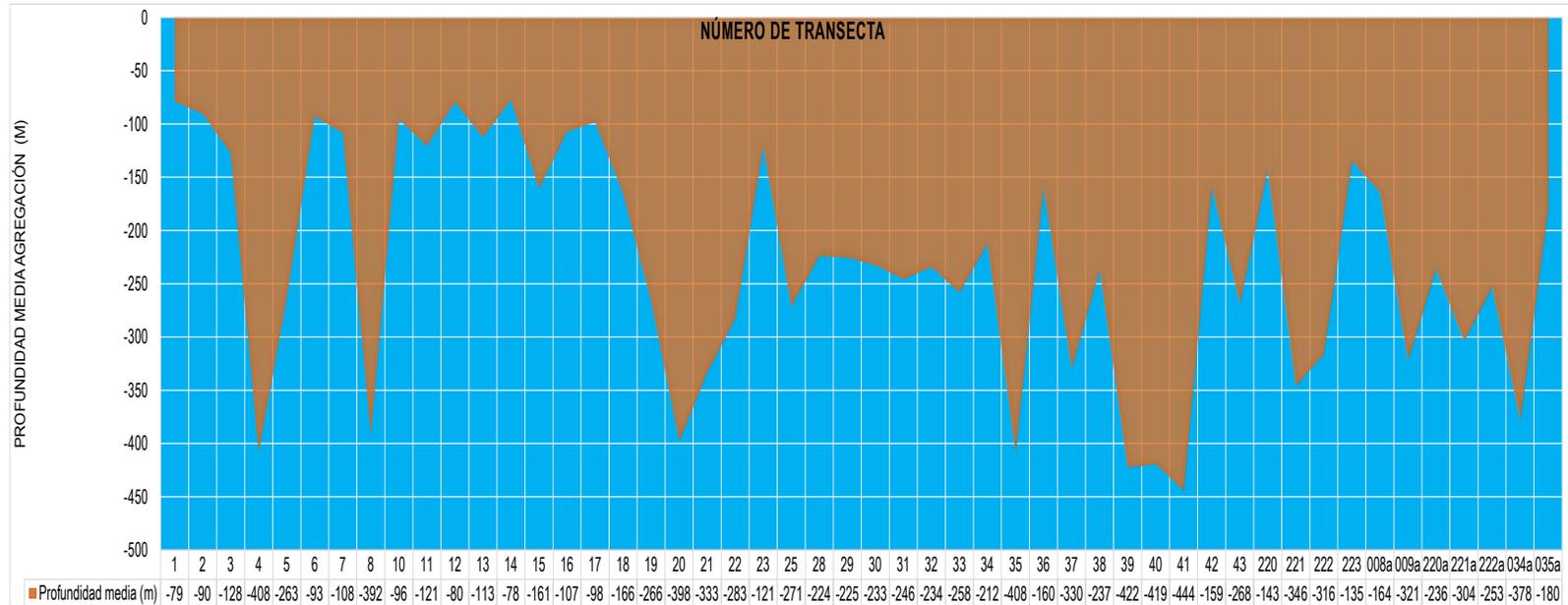
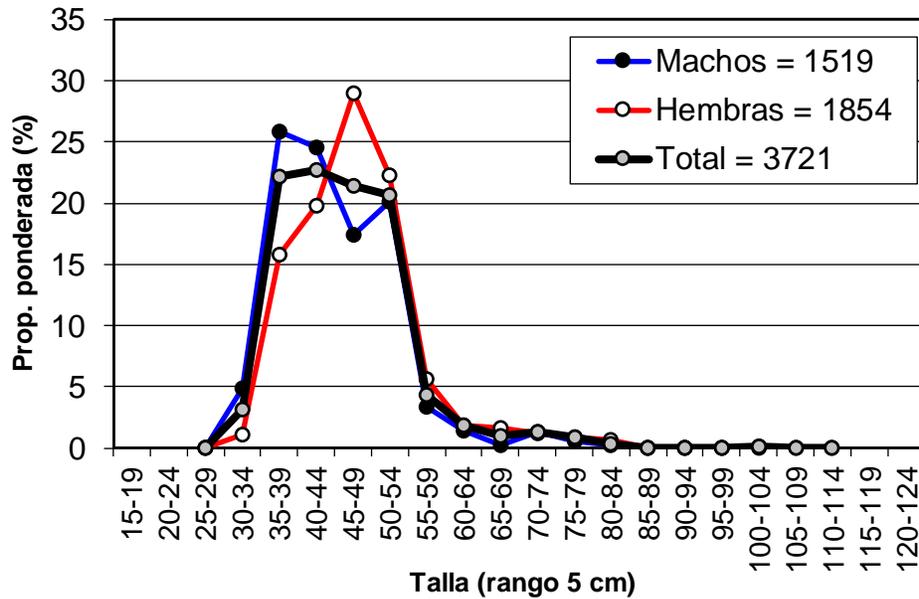
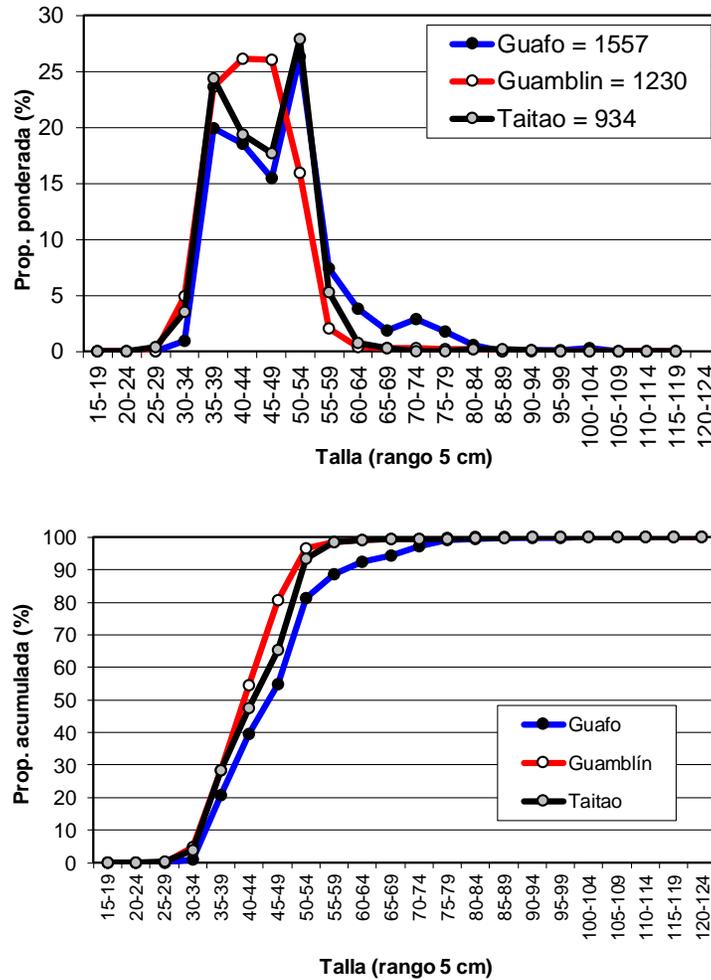


Figura 9. Distribución latitudinal y batimétrica de la profundidad media de merluza de cola. Crucero de evaluación directa merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas, año 2019.



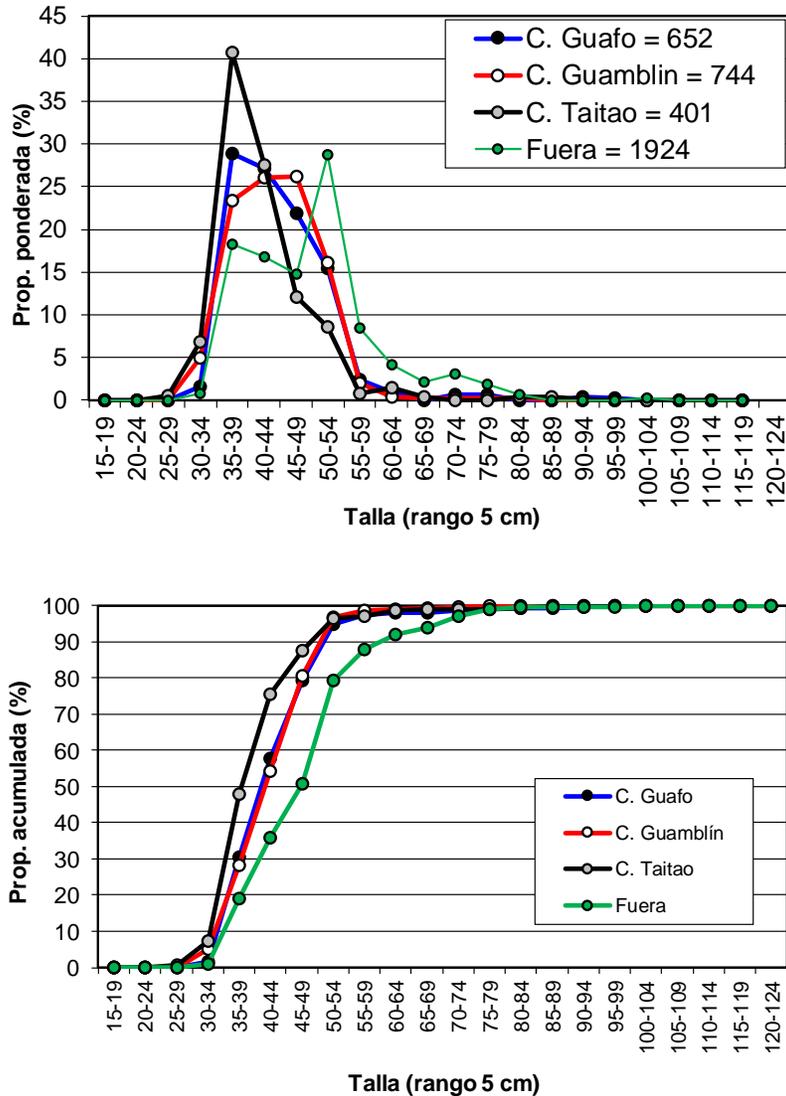
Indicador	Macho	Hembra	Total
n	1519	1854	3721
Mín. (cm)	27	27	26
Máx. (cm)	110	102	110
Prom. (cm)	44,6	47,6	45,9
D. est. (cm)	1,9	2,4	1,4
% < 55 cm	92,9	87,9	90,2
Pr. Sex. (%)	48,3	51,7	100

Figura 10. Distribución de talla de merluza de cola por sexo para el área de estudio. B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).



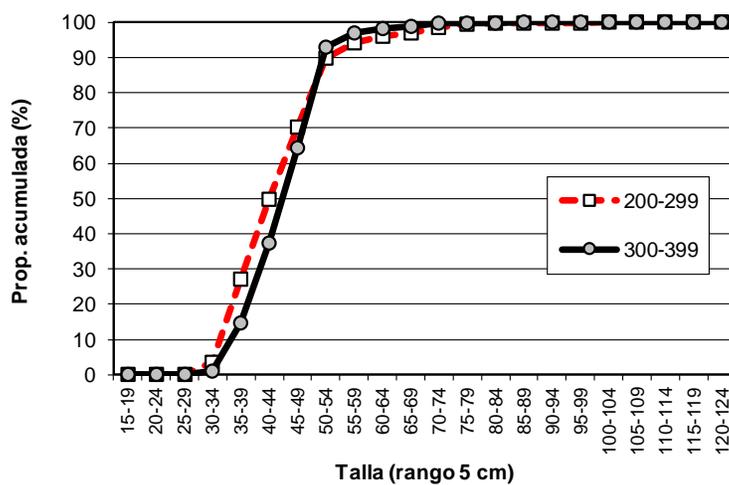
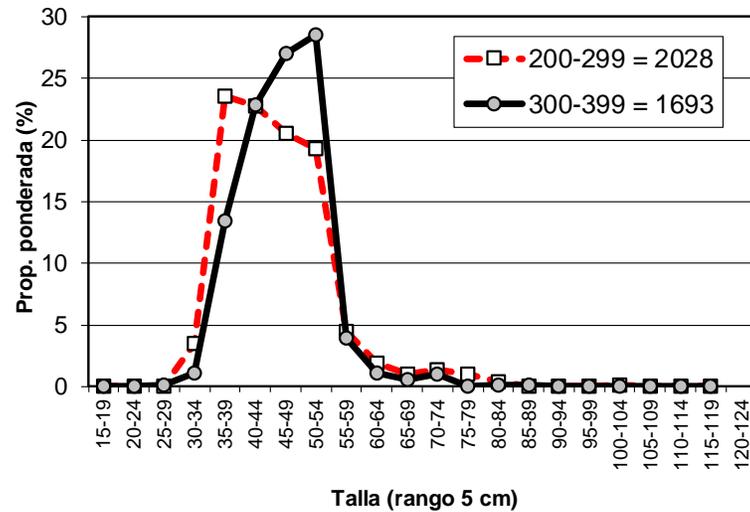
Indicador	Guafo	Guablín	Taitao
n	1557	1230	934
Mín. (cm)	31	30	26
Máy. (cm)	102	110	95
Prom. (cm)	48,7	43,9	45,3
D. est. (cm)	1,9	1,8	2,1
% < 55 cm	81,2	96,6	93,2
Macho (%)	44,1	61,6	36,9
Hembra (%)	55,9	38,4	63,1

Figura 11. Distribuci3n de talla de merluza de cola por área. B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).



Indicador	C. Guafo	C. Guablín	C. Taitao	Fuera
n	652	744	401	1924
Prom. (cm)	44	44	42	49
D. est. (cm)	1,7	1,7	1,7	2,3
% < 55 cm	94,9	96,7	96,3	79,4
Macho (%)	44,1	62,3	35,1	43,5
Hembra (%)	55,9	37,7	64,9	56,5

Figura 12. Distribuci3n de talla de merluza de cola por cañ3n y fuera de los cañ3nes. B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).



Indicador	Profundidad (m)	
	200-299	300-399
n	2028	1693
Prom. (cm)	45,8	46,9
D. est. (cm)	1,5	1,9
% < 55 cm	89,7	93,0
Macho (%)	54,0	50,7
Hembra (%)	46,0	49,3

Figura 13. Distribuci3n de talla de merluza de cola por rango de profundidad (seg3n profundidad de relinga superior). B/C Cabo de Hornos (agosto, 2019).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

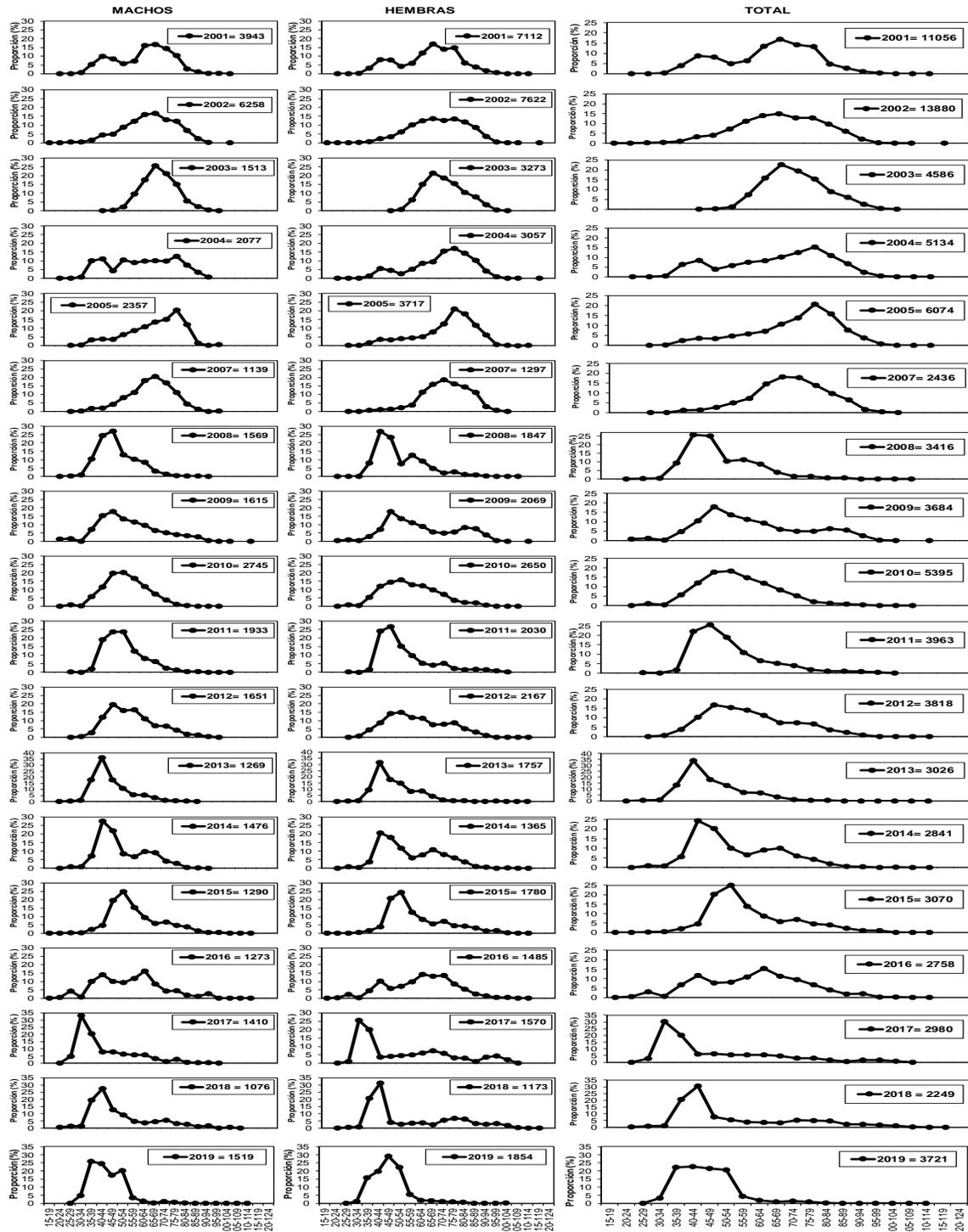


Figura 14. Distribuci3n relativa de la talla de merluza de cola para los cruceros hidroac3sticos 2001 a 2005, 2007 a 2019.

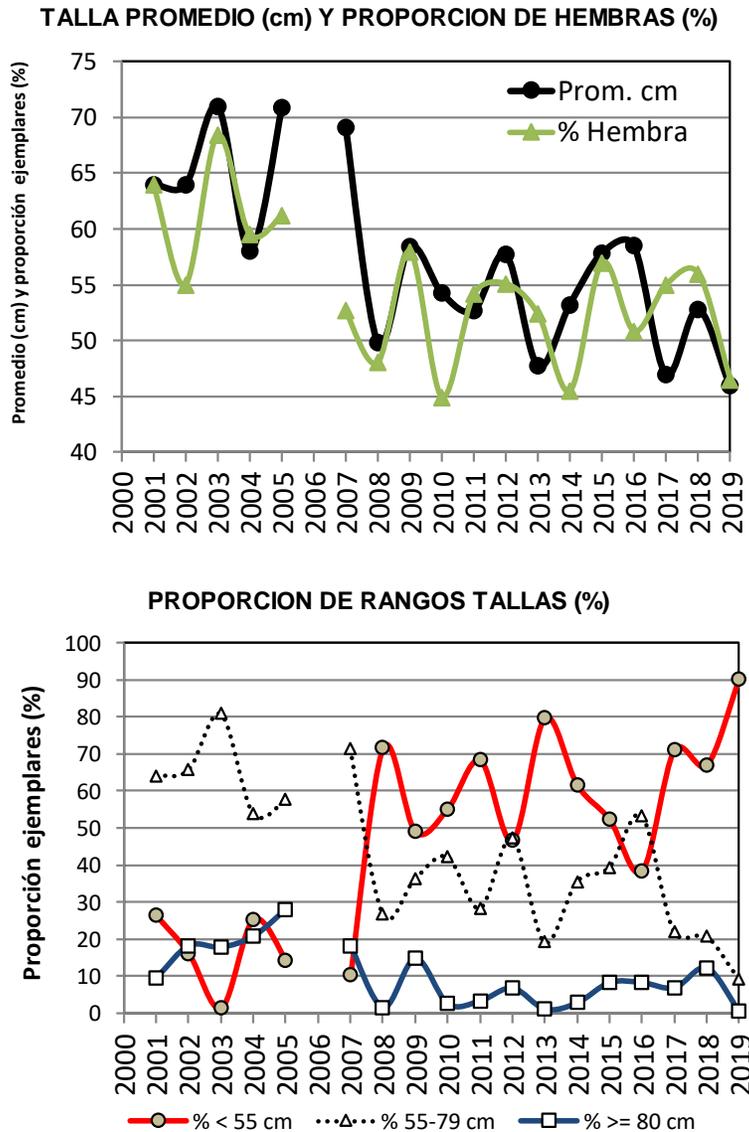


Figura 15. Distribuci3n de los estadísticos hist3ricos de la talla de merluza de cola para los cruceros hidroacústicos 2001 a 2005, 2007 a 2019.

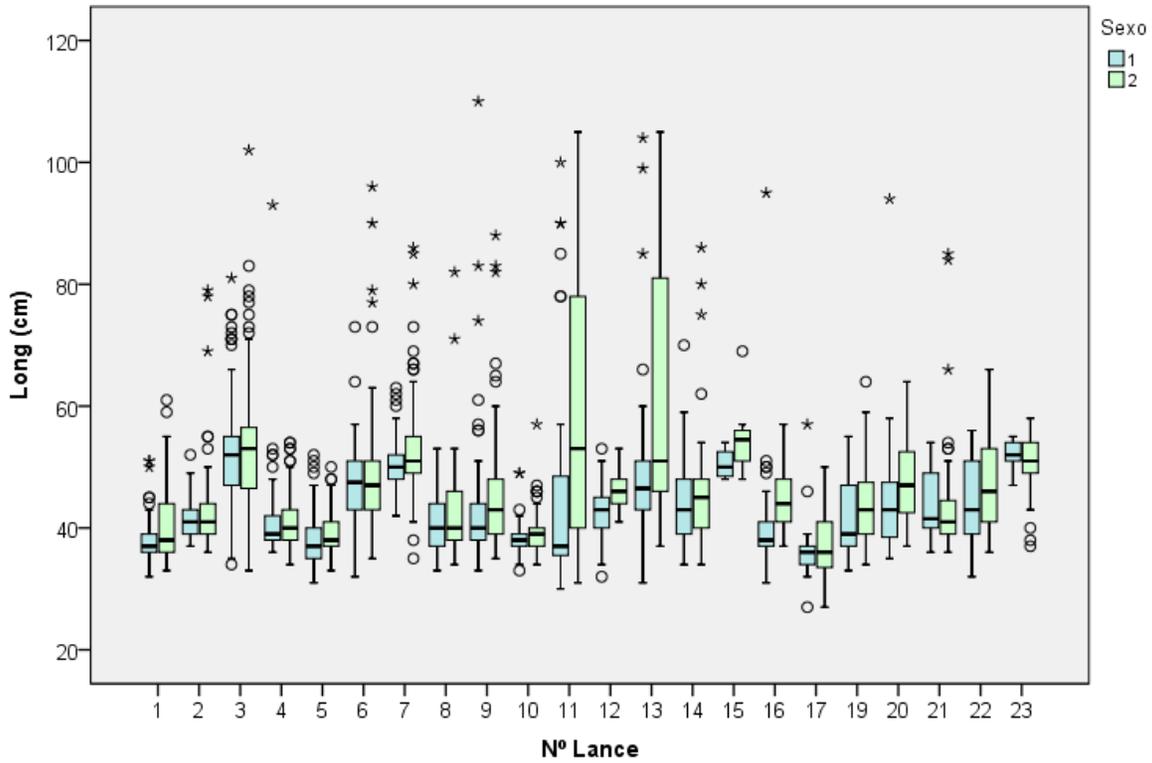


Figura 16. Rango de longitudes y tendencia central del muestreo biol3gico, por sexo, asociado a cada lance de pesca, merluza de cola, crucero de investigaci3n 2019. (1=machos, 2=hembras).

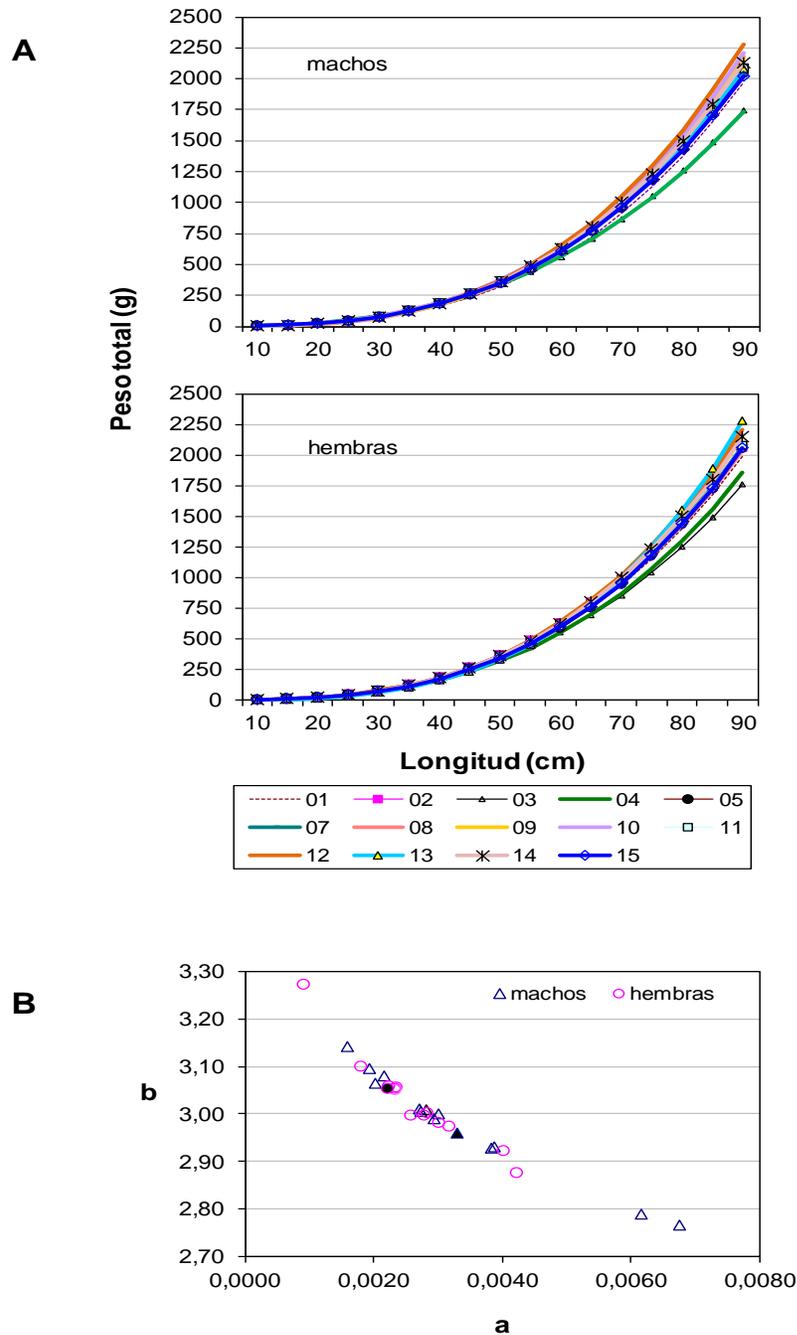


Figura 17. Comparaci3n de las funciones peso- longitud estimadas para merluza de cola por sexo (A) y representaci3n de los par3metros “a” (intercepto) y “b” (pendiente) de esta relaci3n en el per3odo 2001 – 2019 (B).

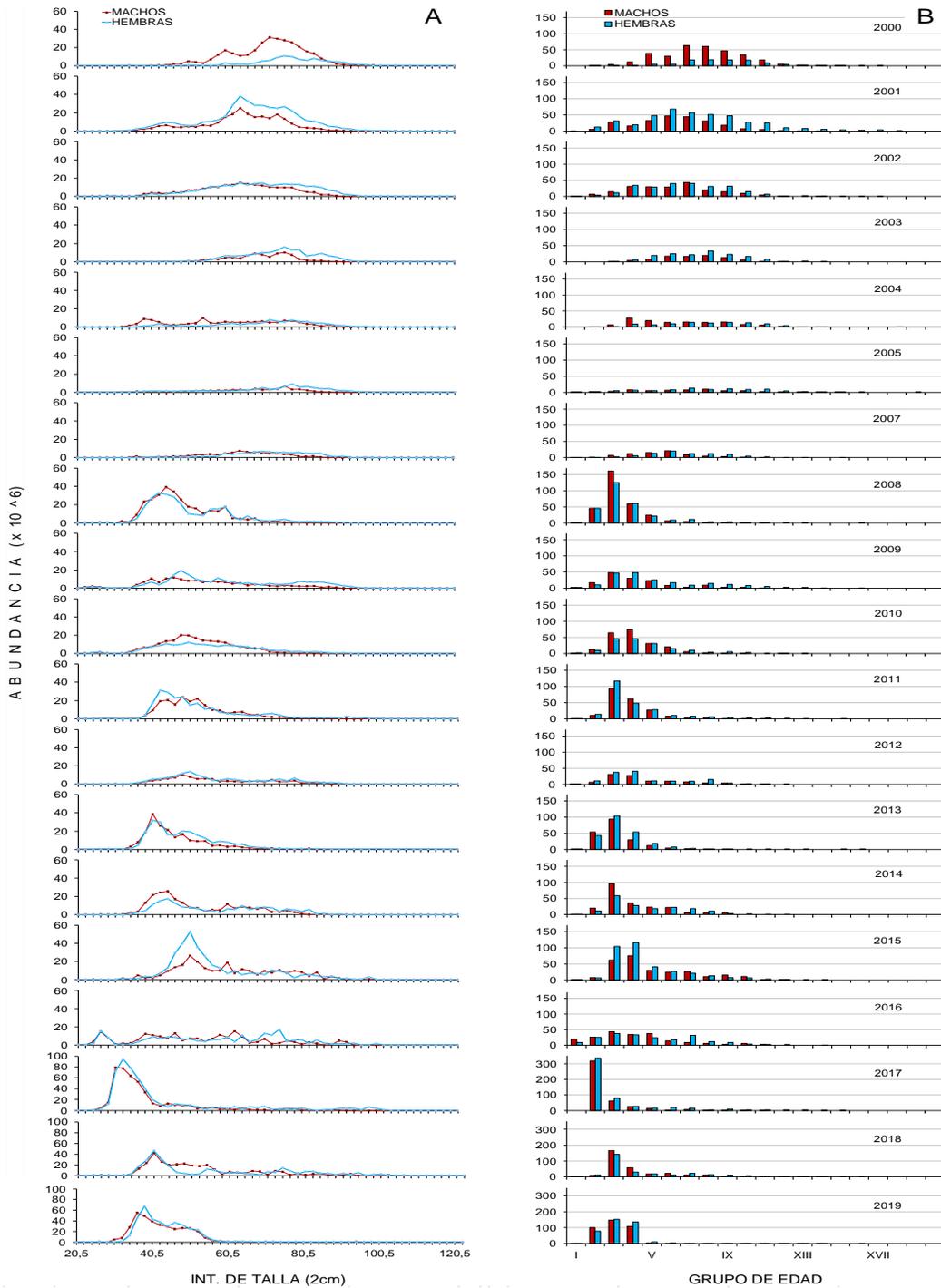


Figura 18. Abundancia por clase de talla (A) y grupos de edad (B) de merluza de cola, por sexo, en las evaluaciones directas efectuadas en el periodo 2000 - 2019.

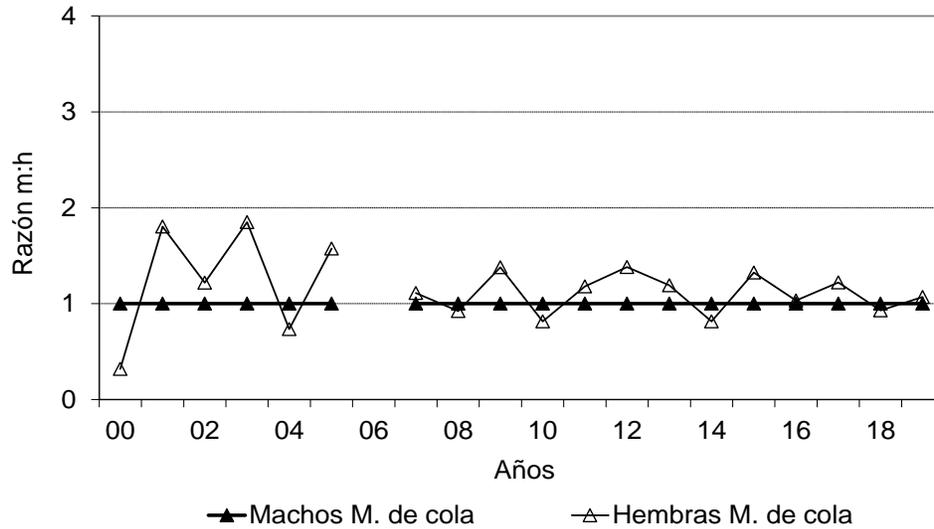


Figura 19. Proporc3n sexual de merluza de cola (raz3n machos:hembras), presente en la abundancia en el per3odo de desove, seg3n a3o, 2000-2019.

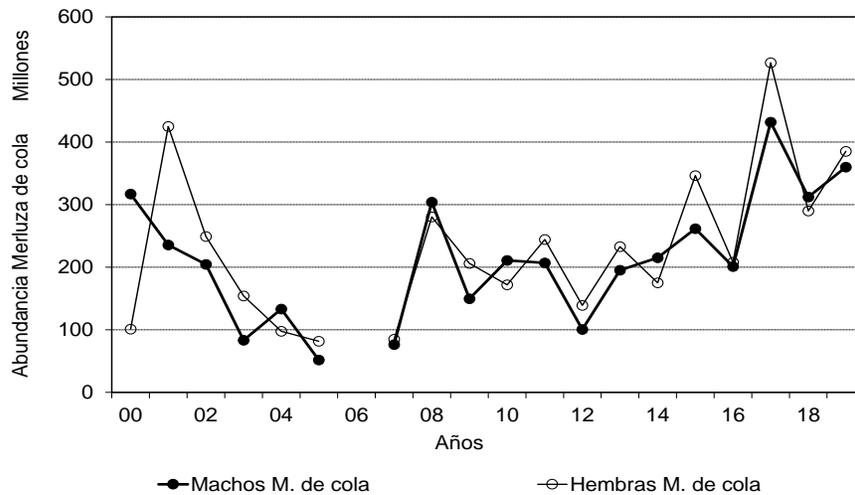


Figura 20. Abundancia de merluza de cola, por sexo, en los cruceros de evaluaci3n del stock desovante, per3odo 2000 – 2019.

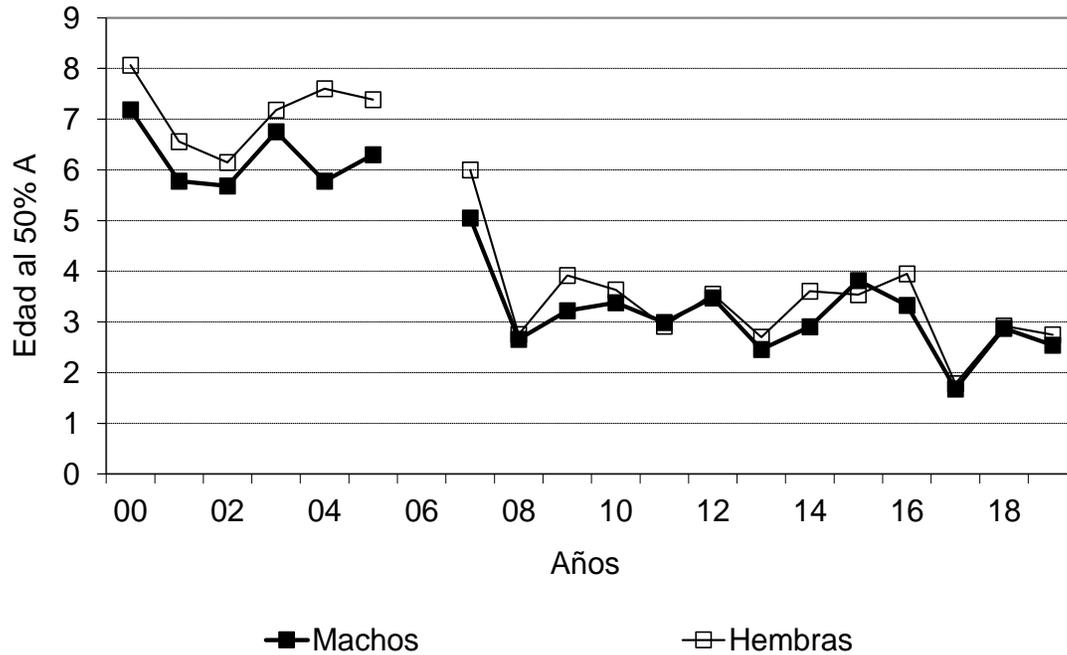


Figura 21. Edades medianas de merluza de cola, por sexo, presente en los cruceros de evaluaci3n del stock desovante, periodo 2000 - 2019.

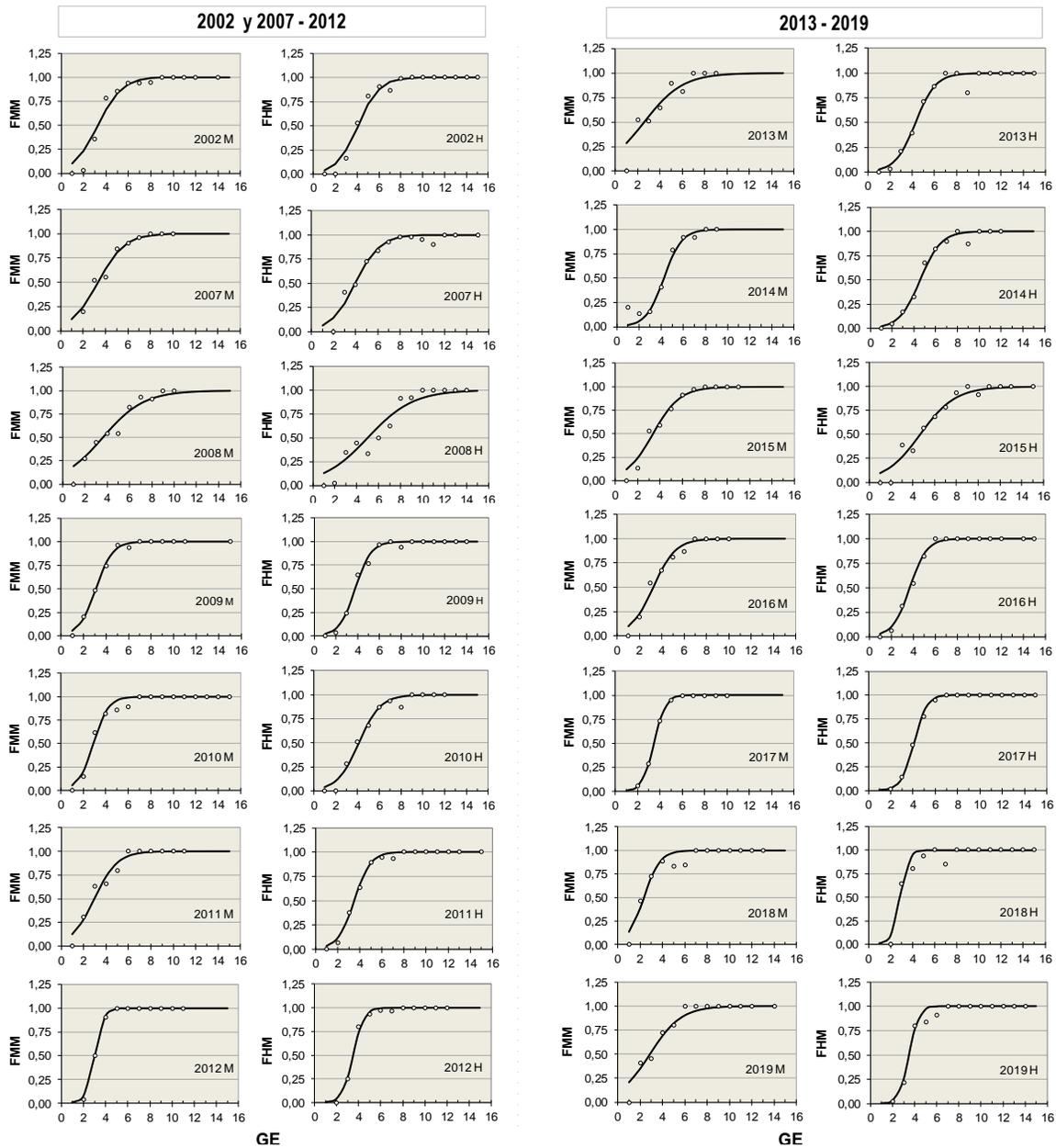


Figura 22. Fracci3n de merluza de cola (machos y hembras) maduros, segun grupos de edad, en los cruceros de evaluaci3n aros 2002 y 2007 a 2019. FMM: fracci3n de machos maduros, FHM: fracci3n de hembras maduras.

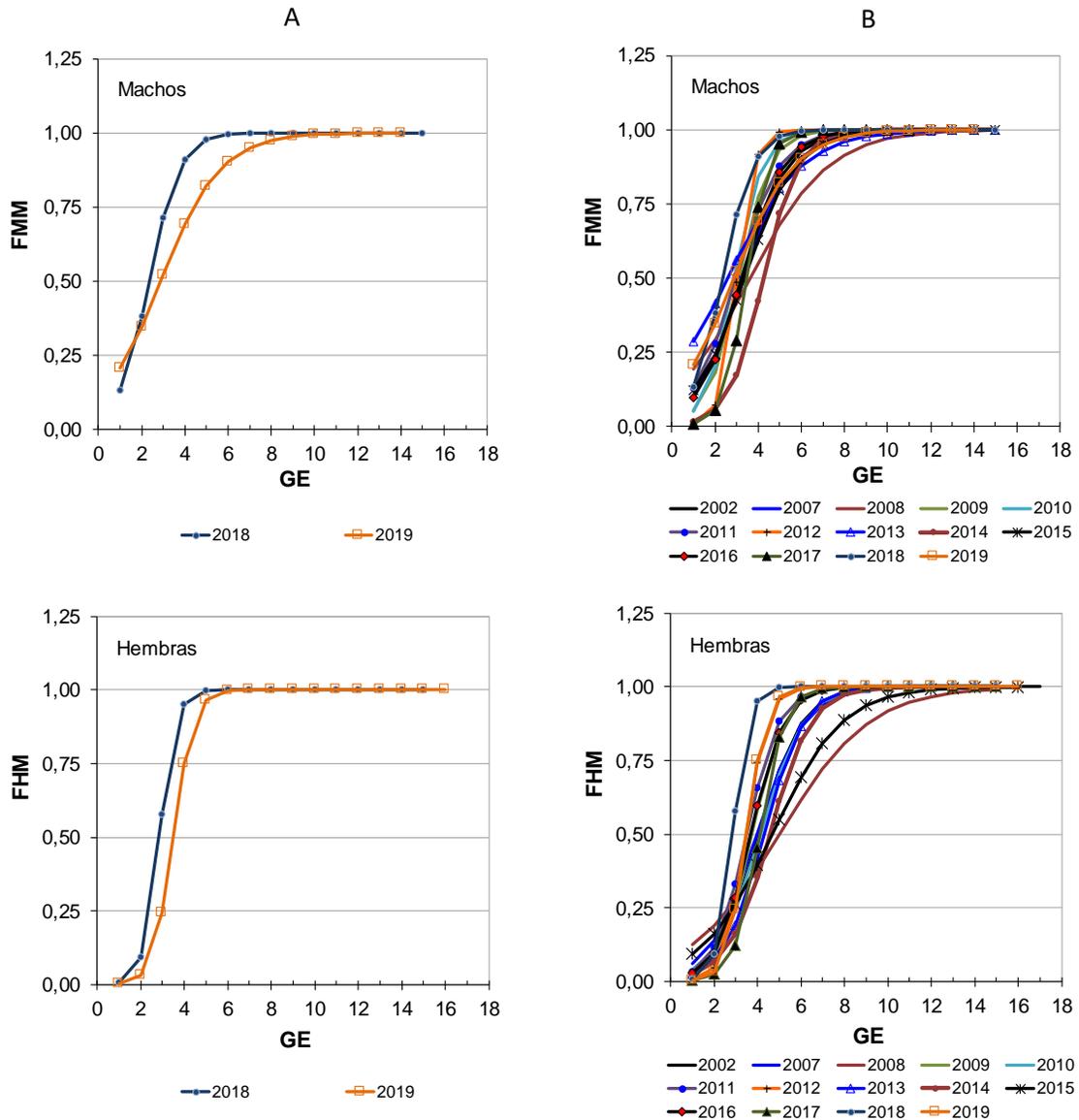


Figura 23. Curvas de madurez estimadas para merluza de cola (machos y hembras), según grupos de edad, en los cruceros de evaluación años 2002 y 2007 a 2019. FMM: fracción de machos maduros, FHM: fracción de hembras maduras. A: Años 2018 y 2019. B: Serie histórica.

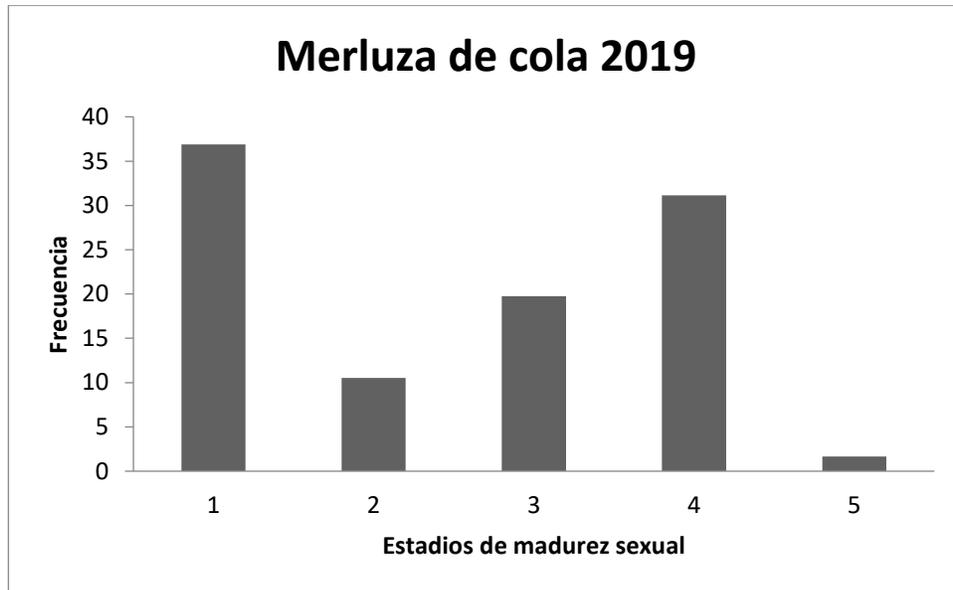


Figura 24. Distribuci3n de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza de cola *Macruronus magellanicus* en agosto de 2019.

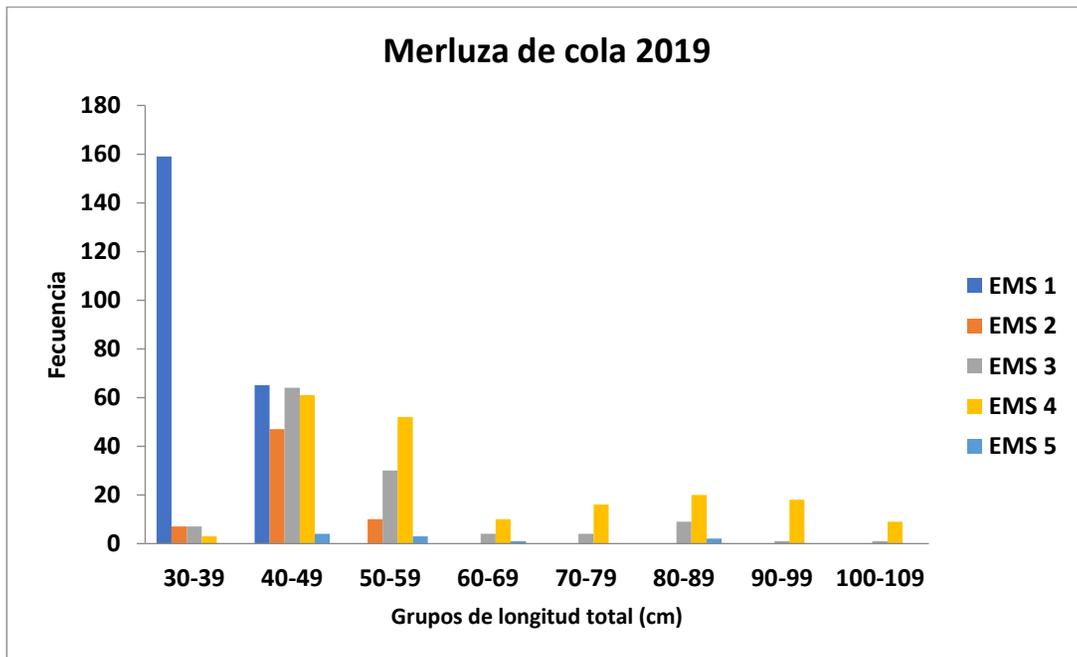


Figura 25. Distribuci3n de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la *merluza de cola* *Macruronus magellanicus*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total, en agosto de 2018.

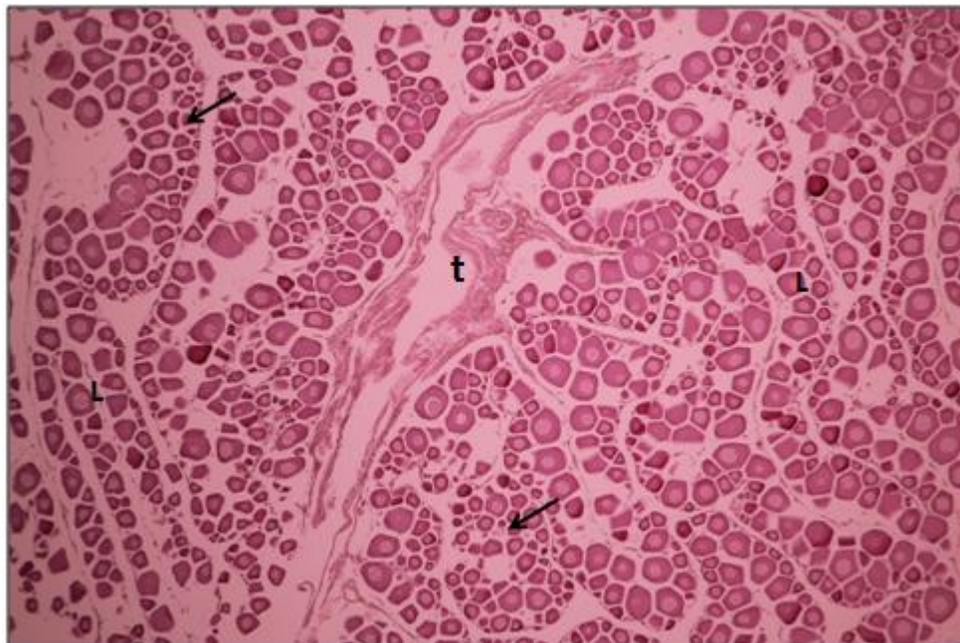


Figura 26. Ovario de merluza de cola en estadio inicial de desarrollo. Mc 2342: Aspecto histol3gico estadio ov3rico I, Virginal. Aumento 5x. L: Lamela; Flecha: Ovocito reserva cromatina nuclear; t: tabique fibromuscular.

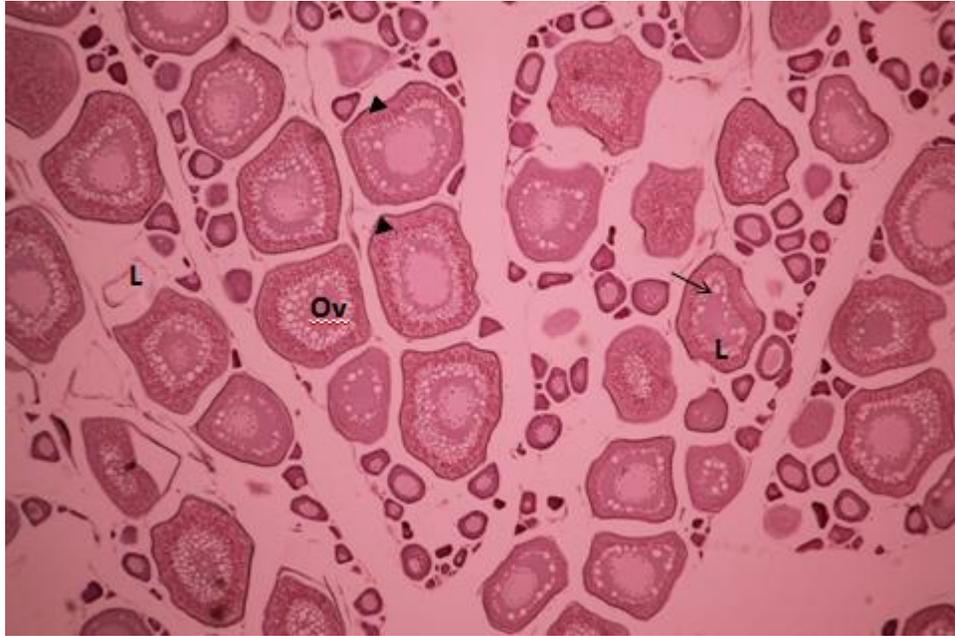


Figura 27. Ovario de merluza de cola en estadio intermedio de desarrollo. Mc 2283. Aspecto histológico estadio ovárico III, En Maduración (vitelogénesis hepática). Aumento 5x. L: lamela; Ov: Ovocito vitelado parcial; Flecha: Vesícula citoplasmática; Punta flecha: Gránulos de vitelo.



Figura 28. Ovario de merluza de cola en estadio intermedio de desarrollo. Mc 2618: Aspecto histológico estadio ovárico IV, Maduro. Aumento 5x. Ov: Ovocito vitelado; Oh: Ovocito hidratado; Flecha: Gránulos de vitelo; *: Nucleo.

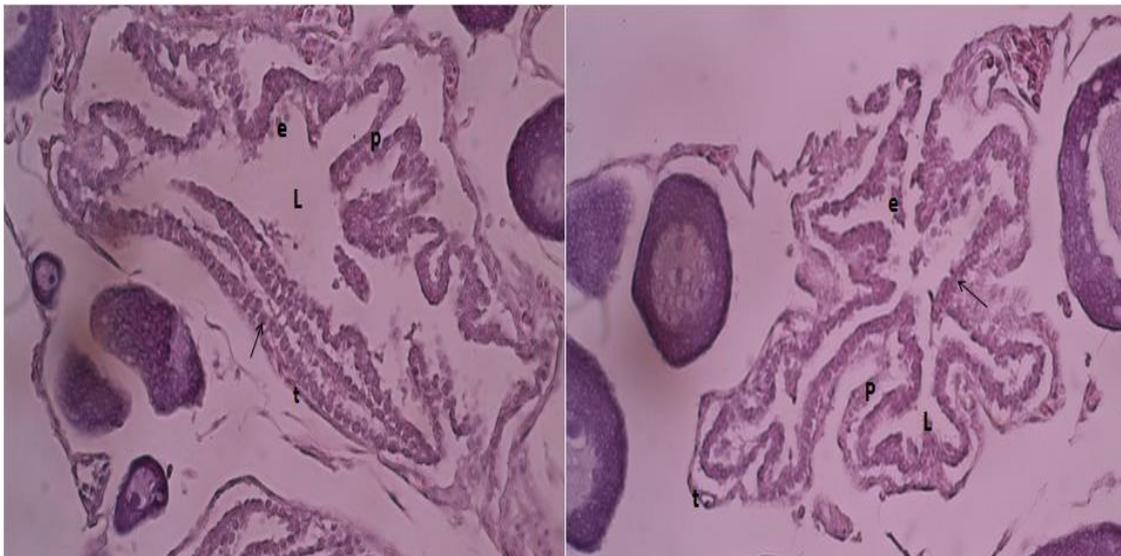


Figura 29. Folículo postovulatorio nuevo presente en ovario en regresi3n. Mc 2541: Aspecto histol3gico FPOn (0 a 4 hrs edad) Aumento 40x. P: Pliegue; Flecha: Lamina folicular; t: Lamina tecal; L: Lumen; e: pigmento eosin3filo.

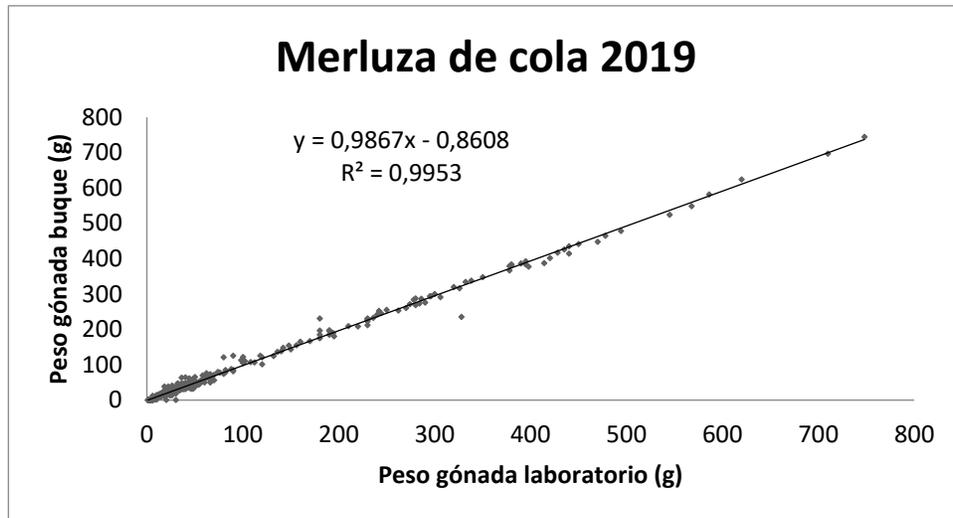


Figura 30. Relaci3n entre el peso de la g3nada obtenido a bordo del buque y la registrada en el laboratorio en ejemplares de merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto 2019.

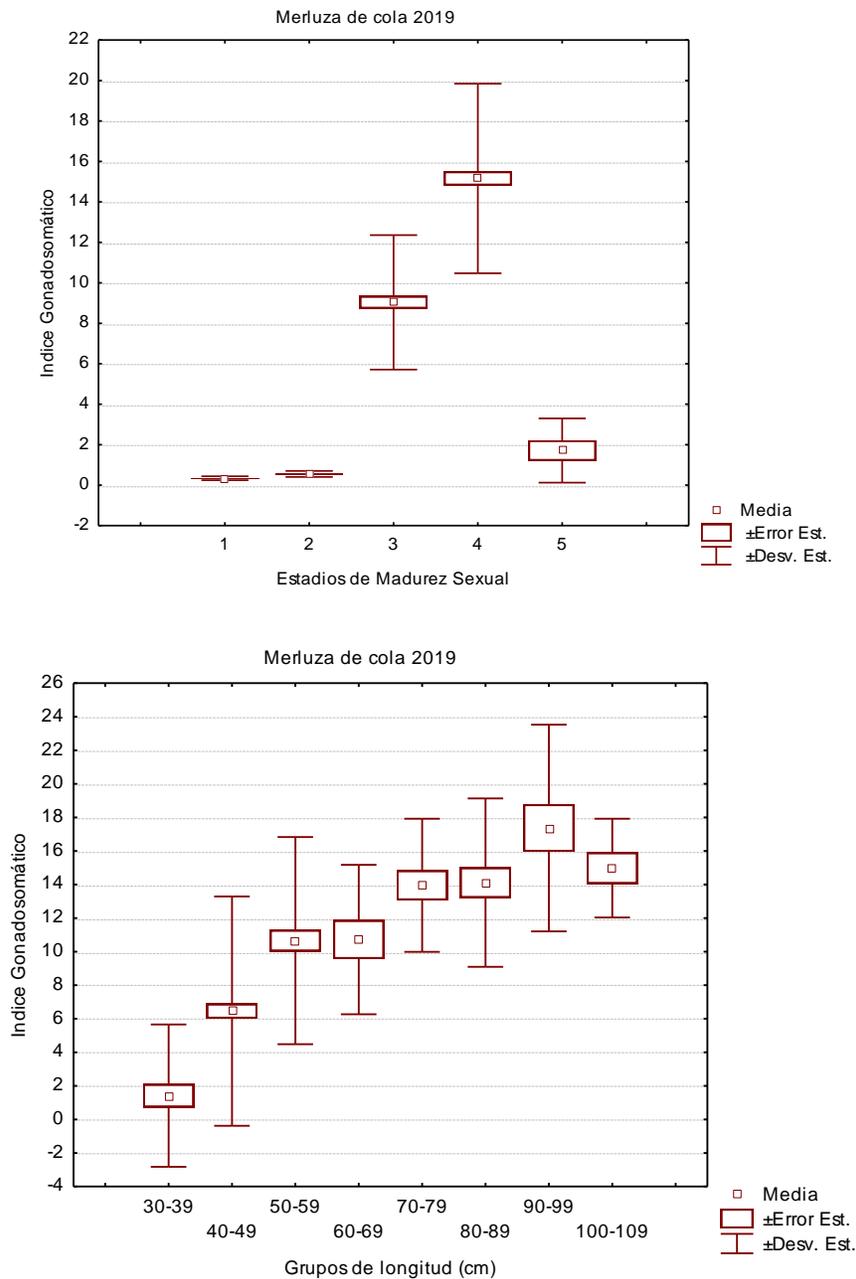


Figura 31. Valor promedio del índice gonadosomático (IGS) \pm la desviaci3n estandar y el error estandar, para cada uno de los estadios de madurez sexual y rango de tallas de la merluza del sur *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2019.

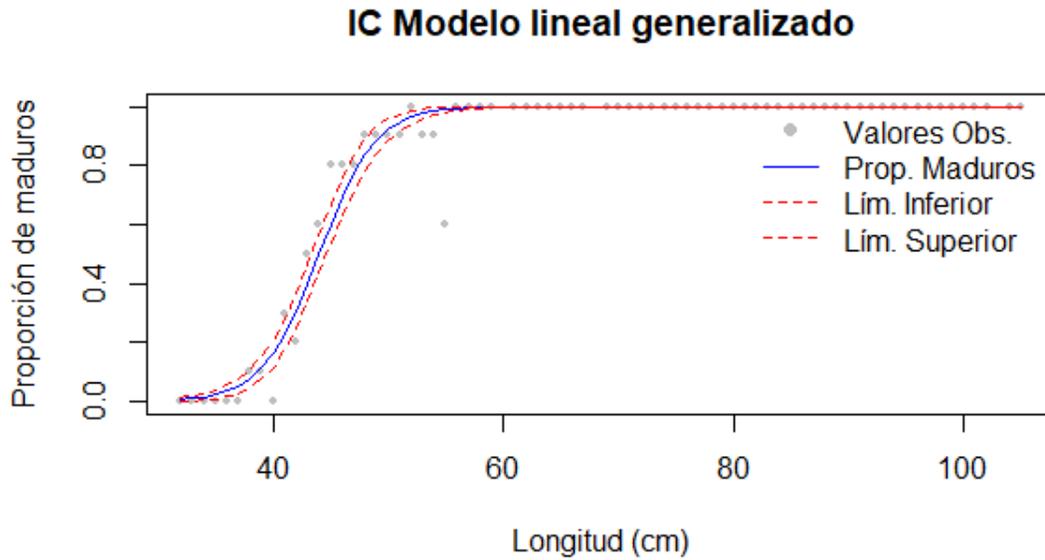


Figura 32. Ojiva de madurez sexual de la merluza del sur *Macruronus magellanicus* en agosto de 2019, con límites de confianza del 95%. Ajuste de los datos a un modelo lineal generalizado.

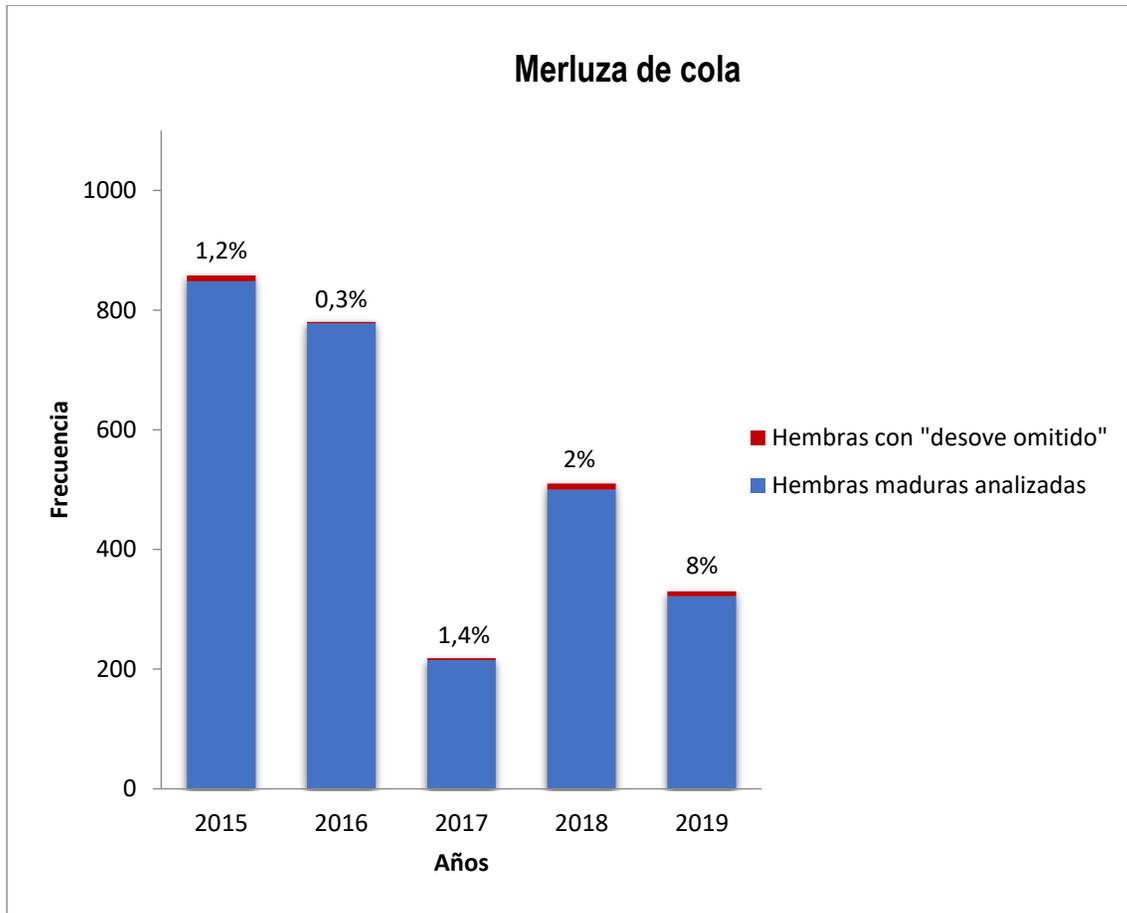


Figura 33. Porcentaje de hembras con desove omitido respecto al total de hembras maduras en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019.

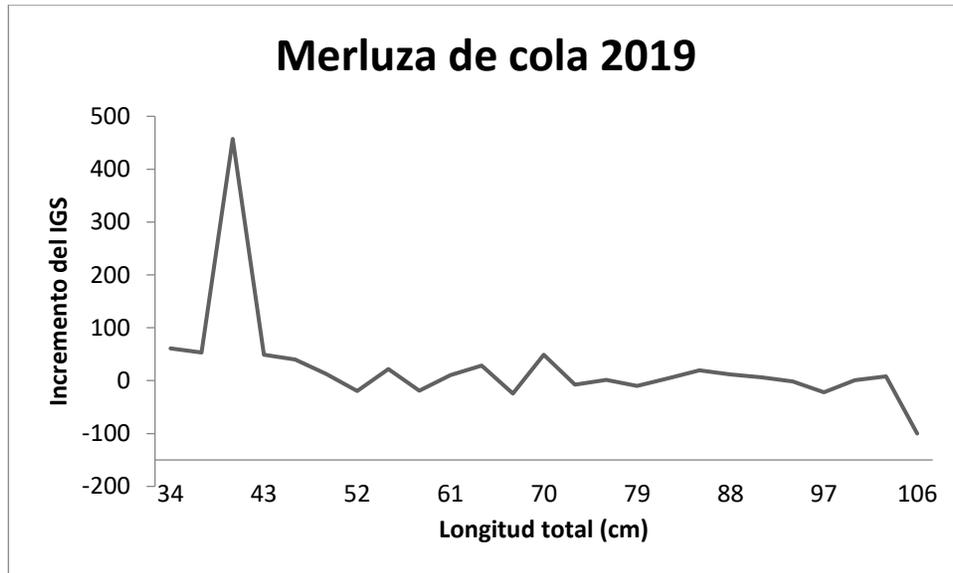


Figura 34. Incremento relativo del índice gonadosomático (IR.IGS) en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2019.

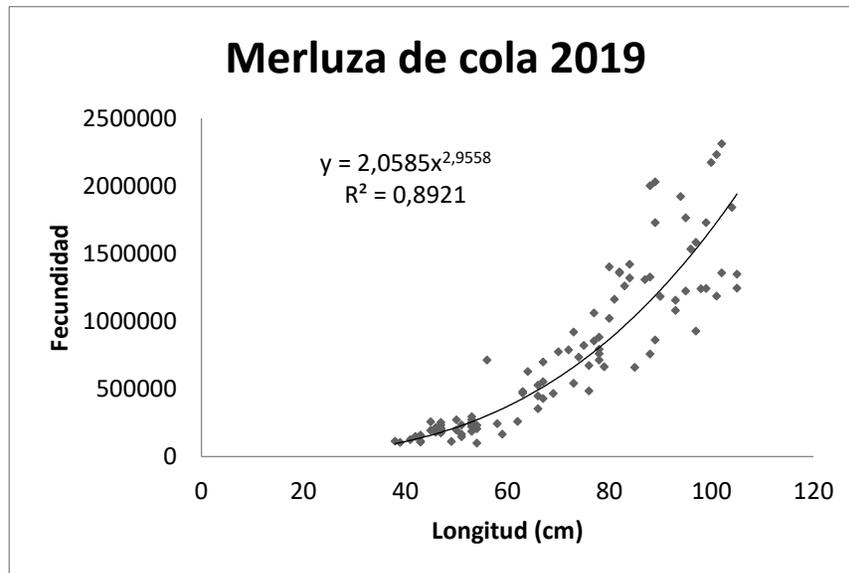
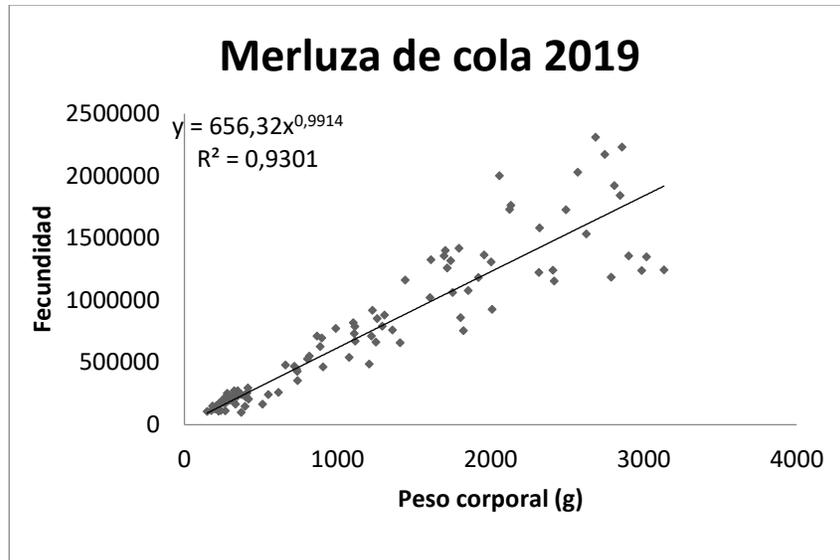


Figura 35. Relaci3n entre la fecundidad modal con a) el peso del cuerpo menos el peso de la g3nada y b) la longitud total. Merluza del sur *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2019.

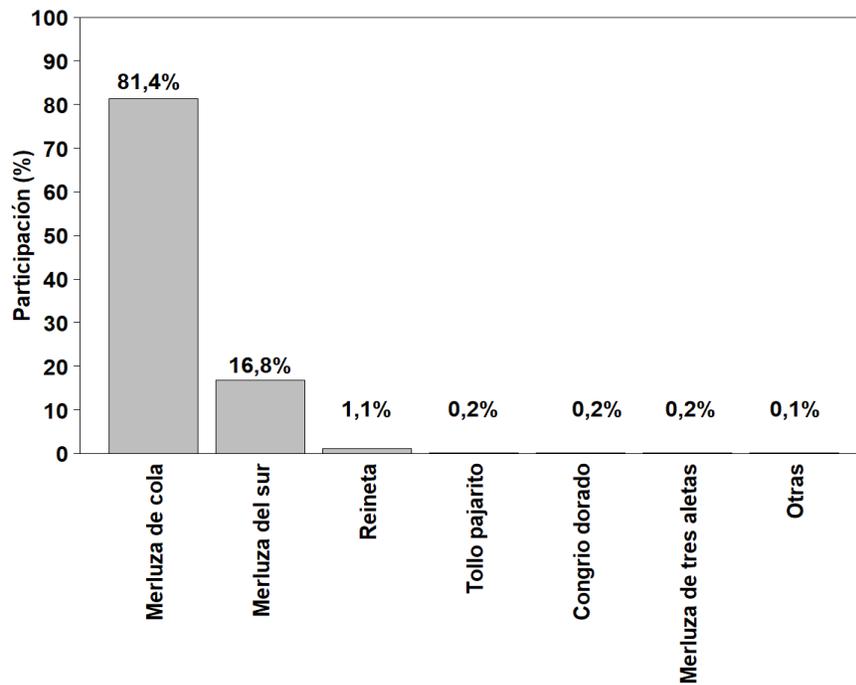


Figura 36. Participaci3n de las principales especies capturadas, respecto captura total estandarizada crucero. A3o 2019.

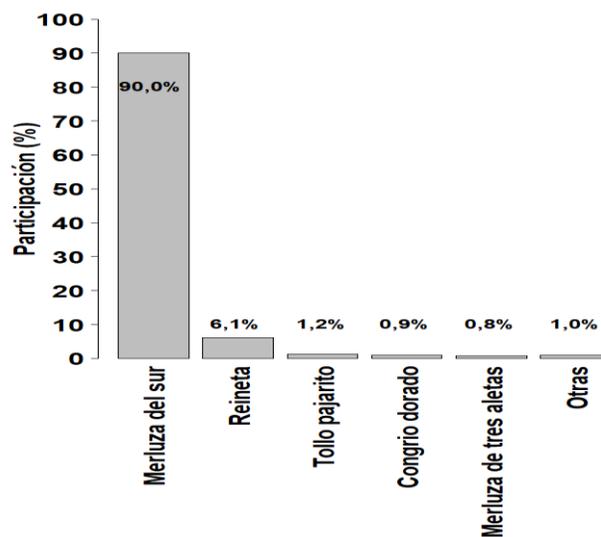


Figura 37. Participaci3n de la fauna acompa3ante de merluza de cola. A3o 2019.

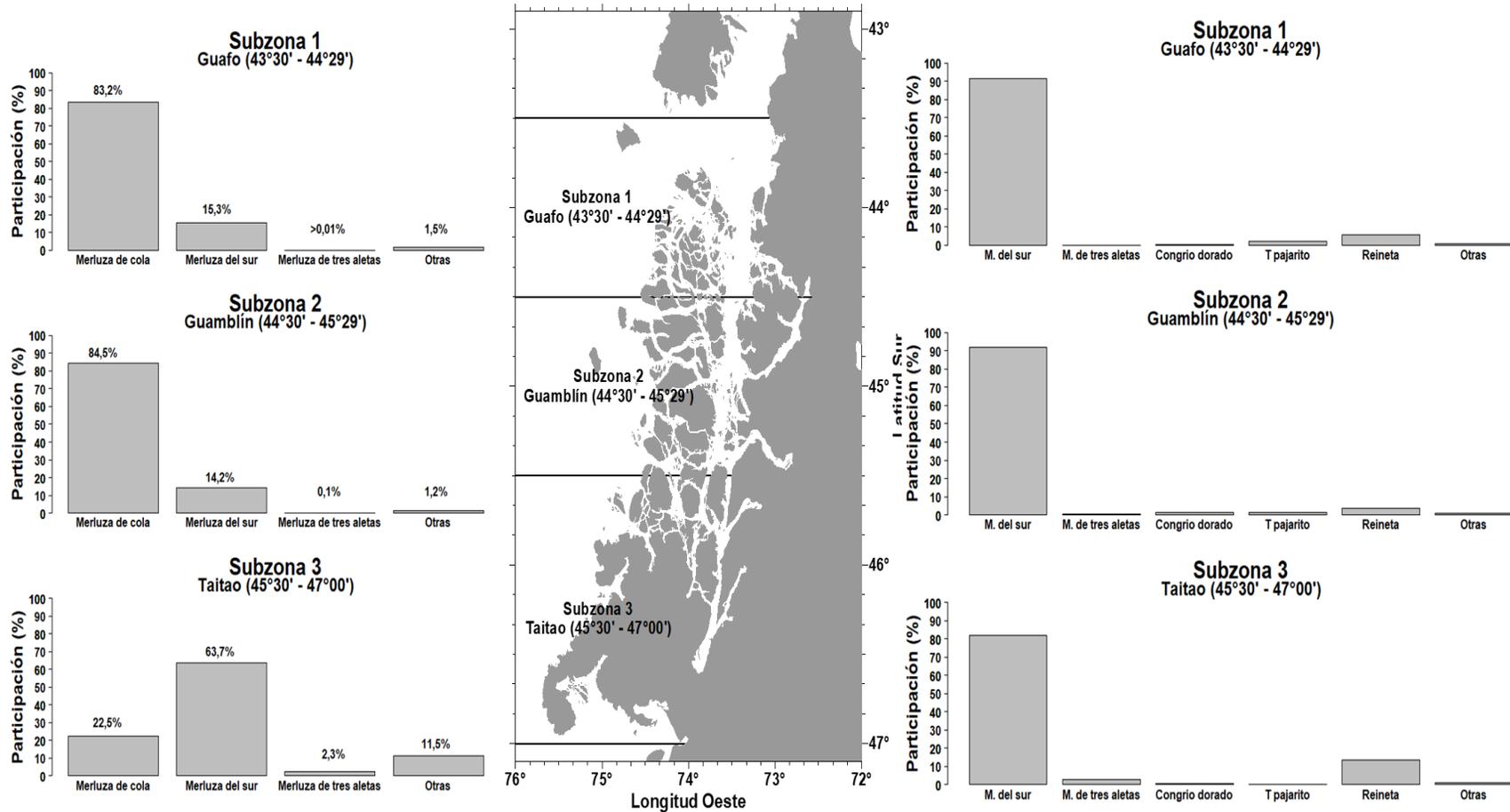


Figura 38. Participaci3n (%) respecto de la captura total estandarizada por subzona de: **a)** principales especies capturadas durante el crucero; **b)** fauna acompaante de merluza de cola. Año 2019.

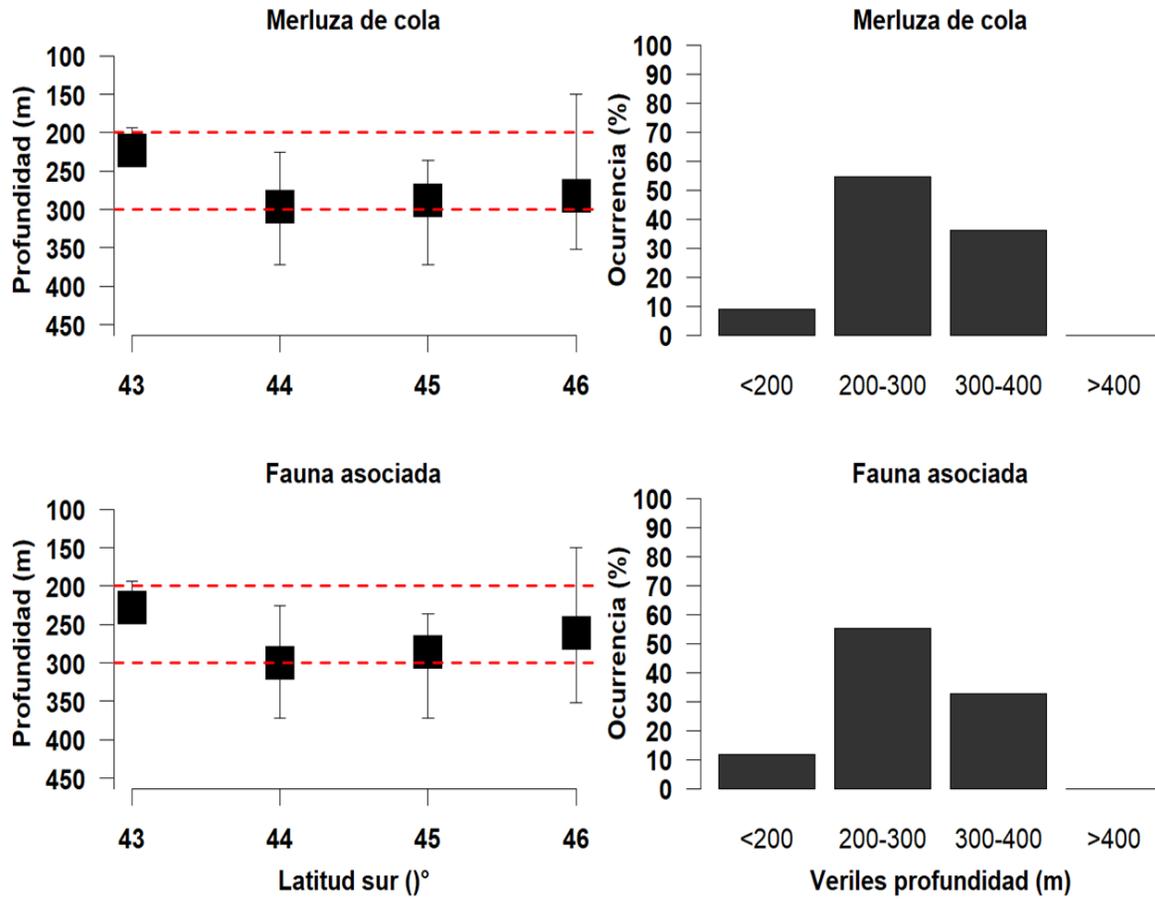


Figura 39. Distribución y frecuencia de ocurrencia por veril de profundidad de merluza de cola y su fauna acompañante. Año 2019.

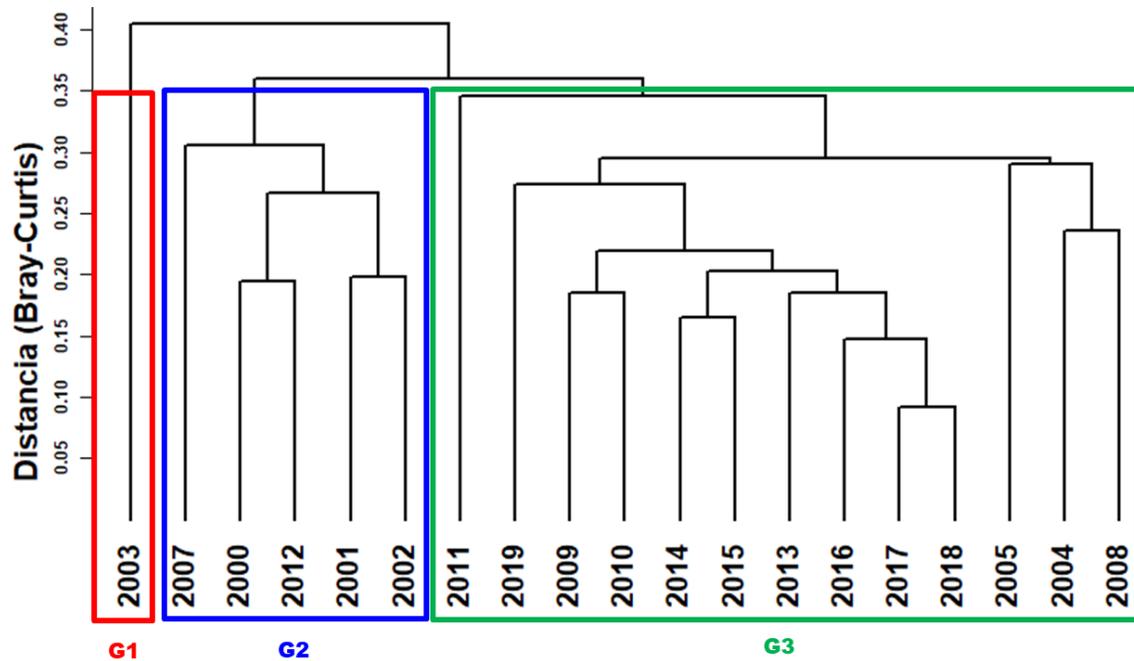


Figura 40. Resultado gráfcico del análisis de clasificaci3n por conglomerados de los cruceros de evaluaci3n directa. Evaluaciones 2000 a 2019.

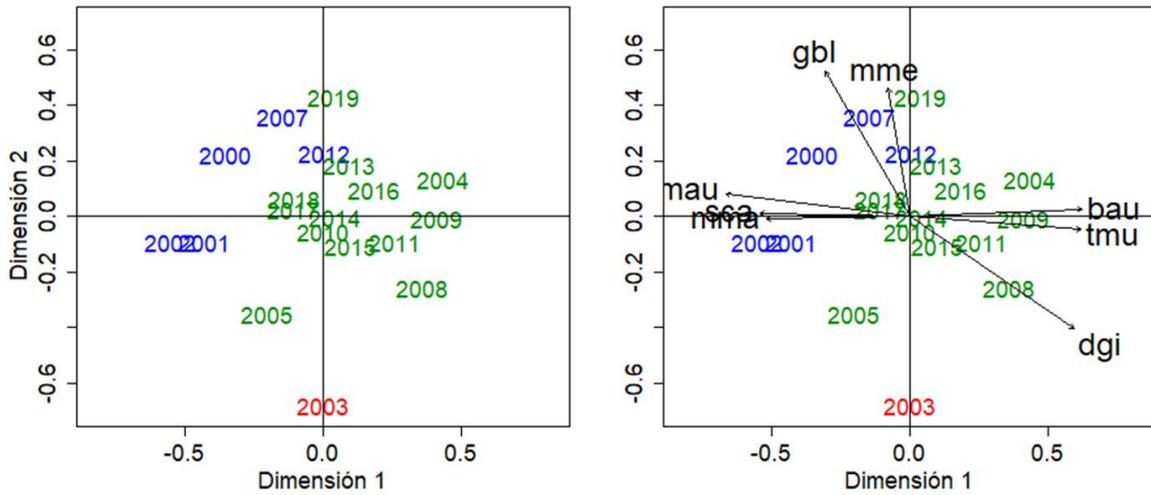
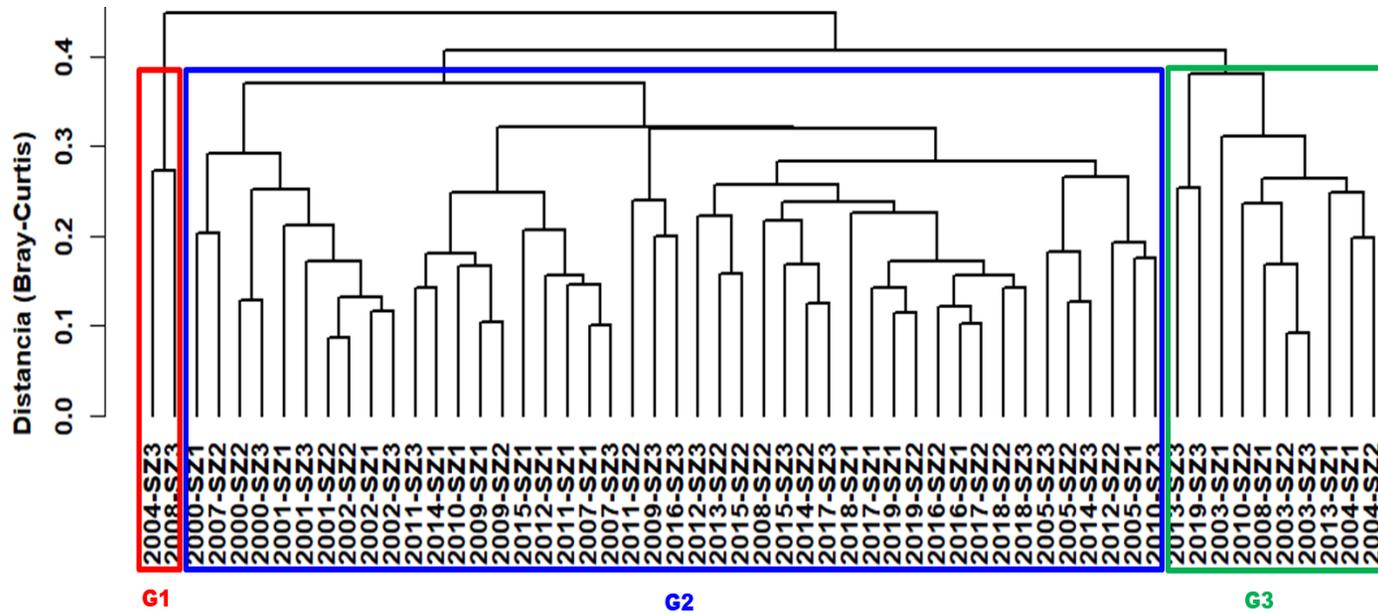


Figura 41. Resultado gr1fico del an1lisis de ordenaci3n (NMDS) de los cruceros de evaluaci3n directa. Evaluaciones 2000 a 2019.



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

Figura 42. Resultado gráfico del análisis de clasificación por conglomerados de los cruceros agrupados por subzona de evaluación. Evaluaciones 2000 a 2019.

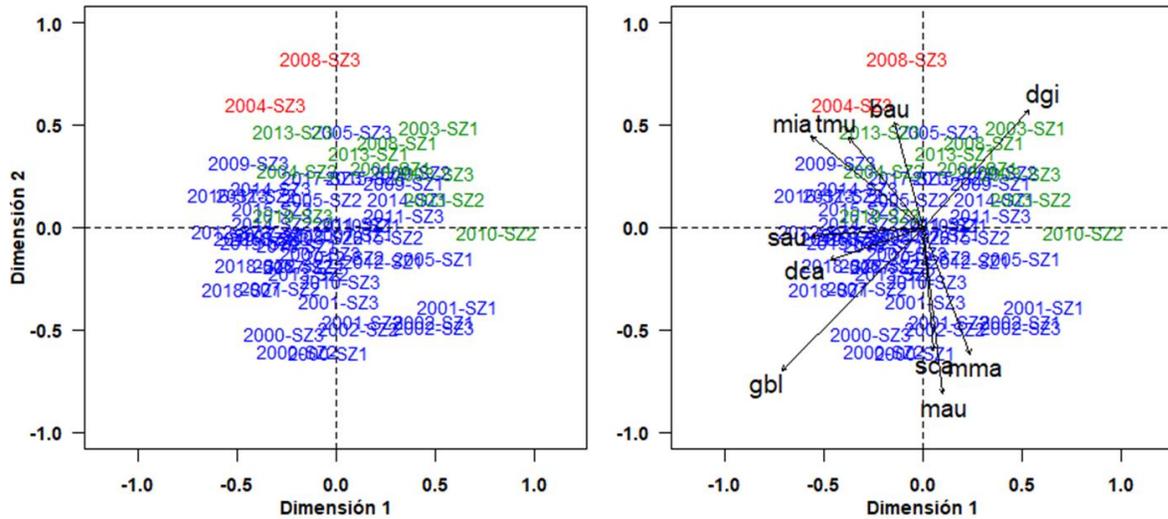
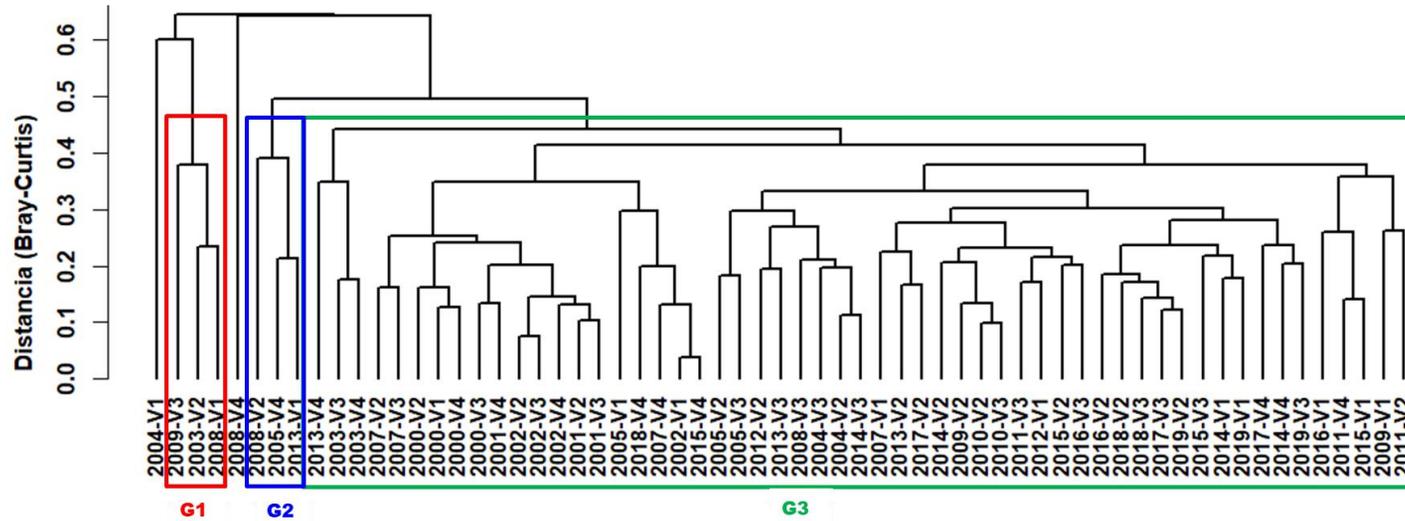


Figura 43. Resultado gr1fico del an1lisis de ordenaci3n (NMDS) de los cruceros agrupados por subzona de evaluaci3n. Evaluaciones 2000 a 2019.



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

Figura 44. Resultado gráfico del análisis de clasificaci3n por conglomerados de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2019.

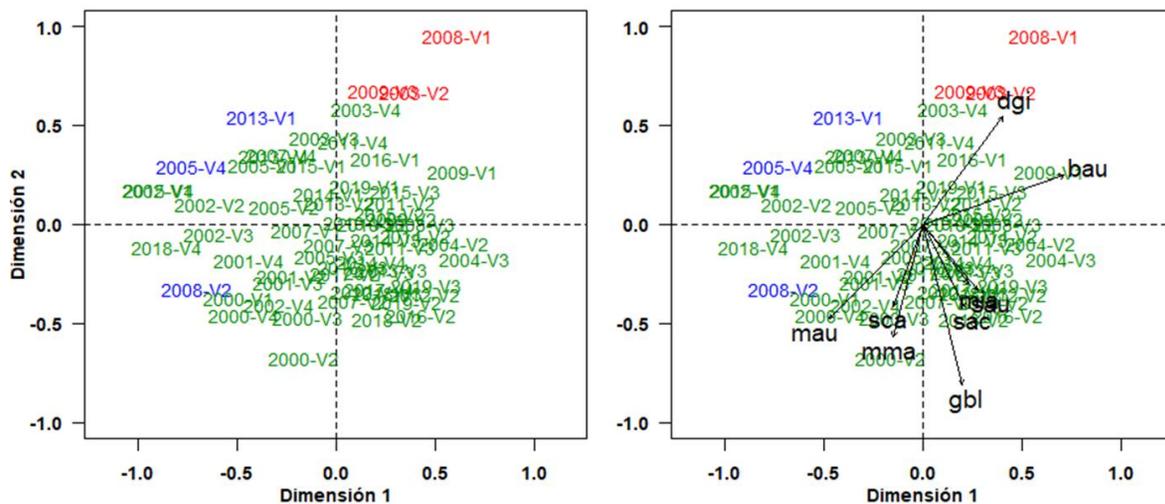


Figura 45. Resultado gráfico del análisis de ordenación (NMDs) de los cruceros agrupados por veril de profundidad. Evaluaciones 2000 a 2019.

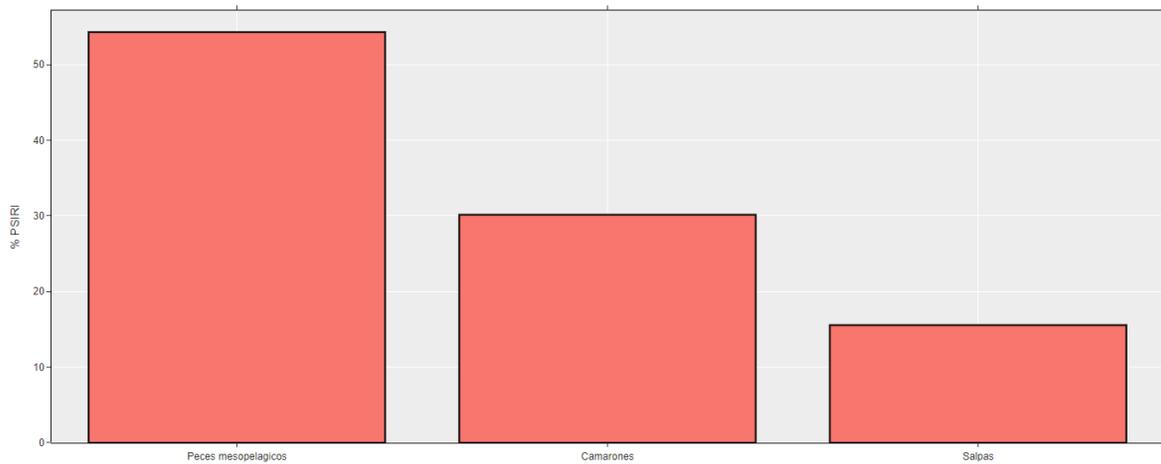


Figura 46. Dieta de la merluza de cola en base al contenido estomacal observado.

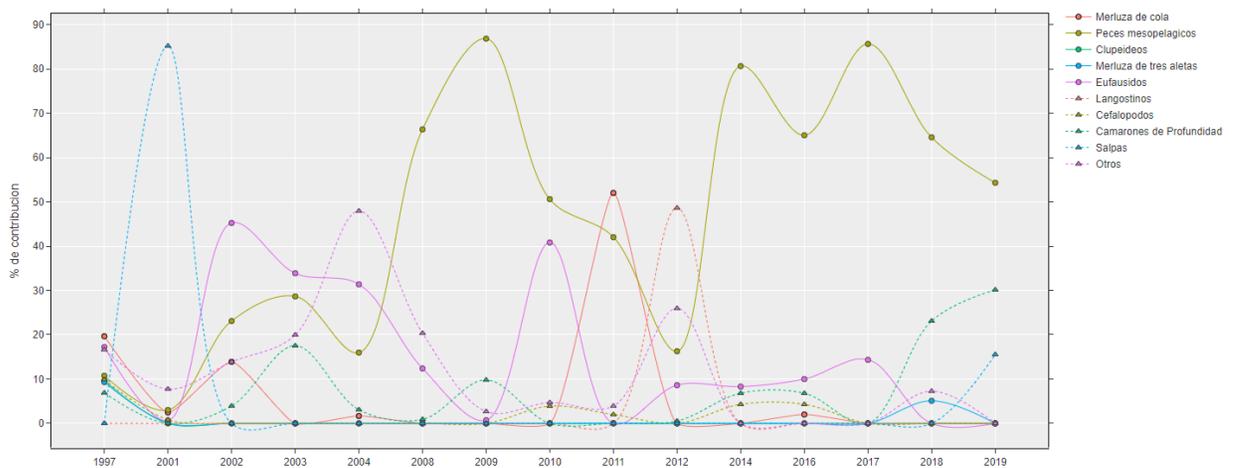


Figura 47. Serie de tiempo (1997-2019) de las presas encontradas en los est3magos de la merluza de cola.

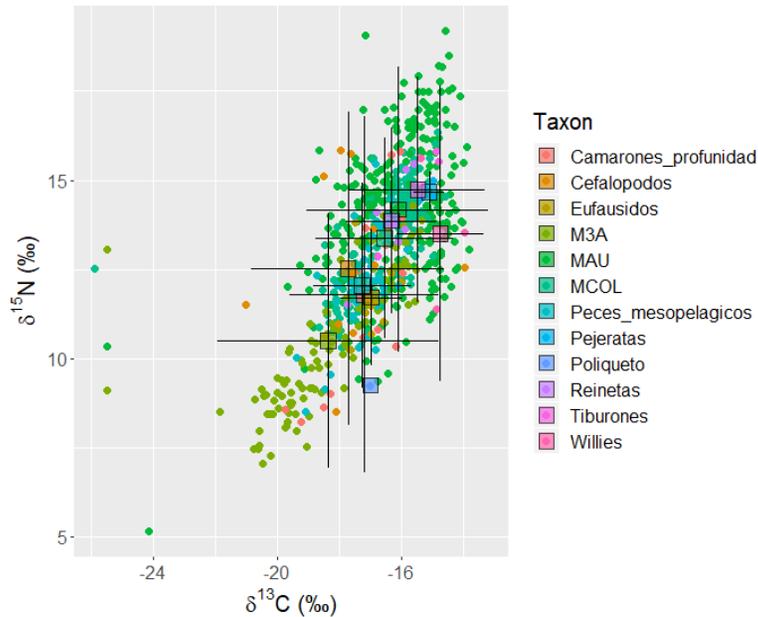


Figura 48. Representaci3n gr1fica del sistema pesquero estudiado para la temporada del crucero hidroac3stico 2019. M3A; Merluza de tres aletas. MCOL; Merluza de cola, MAU; merluza del sur.

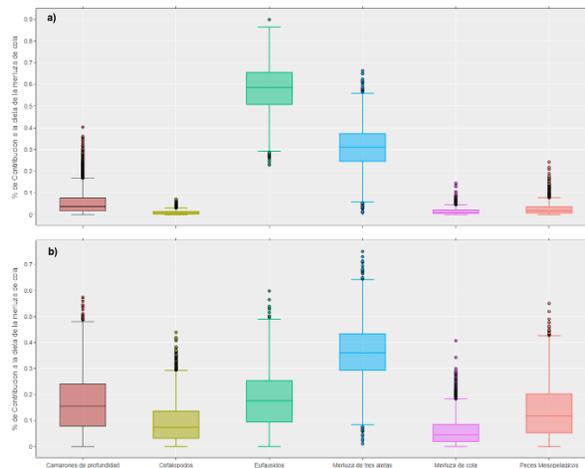


Figura 49. Modelos de mezcla para la asimilaci3n de las presas de merluza de cola en sus distintos grupos de tamaños a) G1 y b) G2.

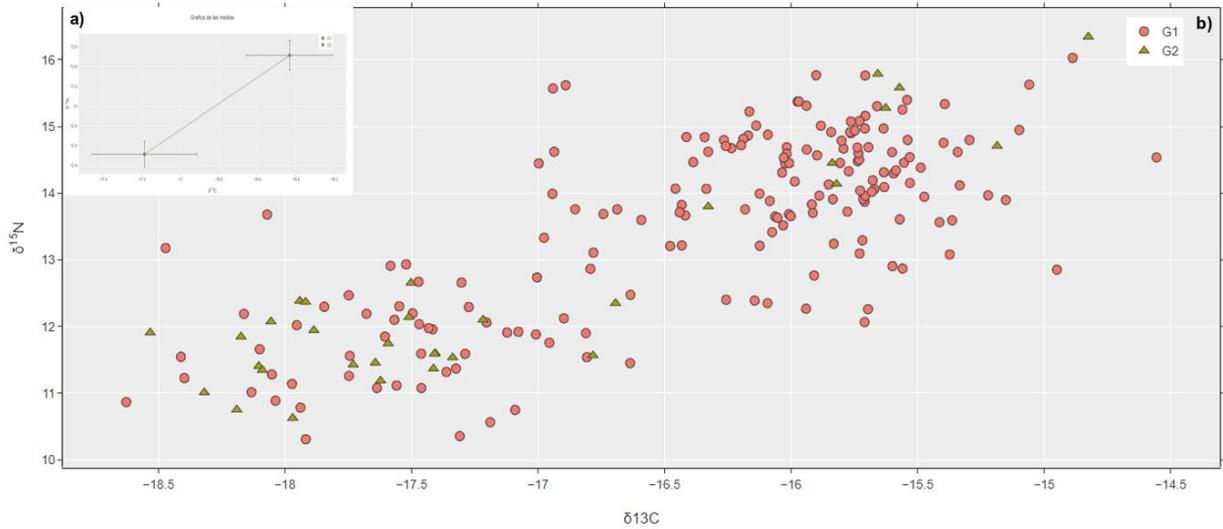


Figura 50. Bi-plot $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ para los distintos grupos de tamaños, en a) la gráfica de las medias, y b) relación con el total de los individuos.

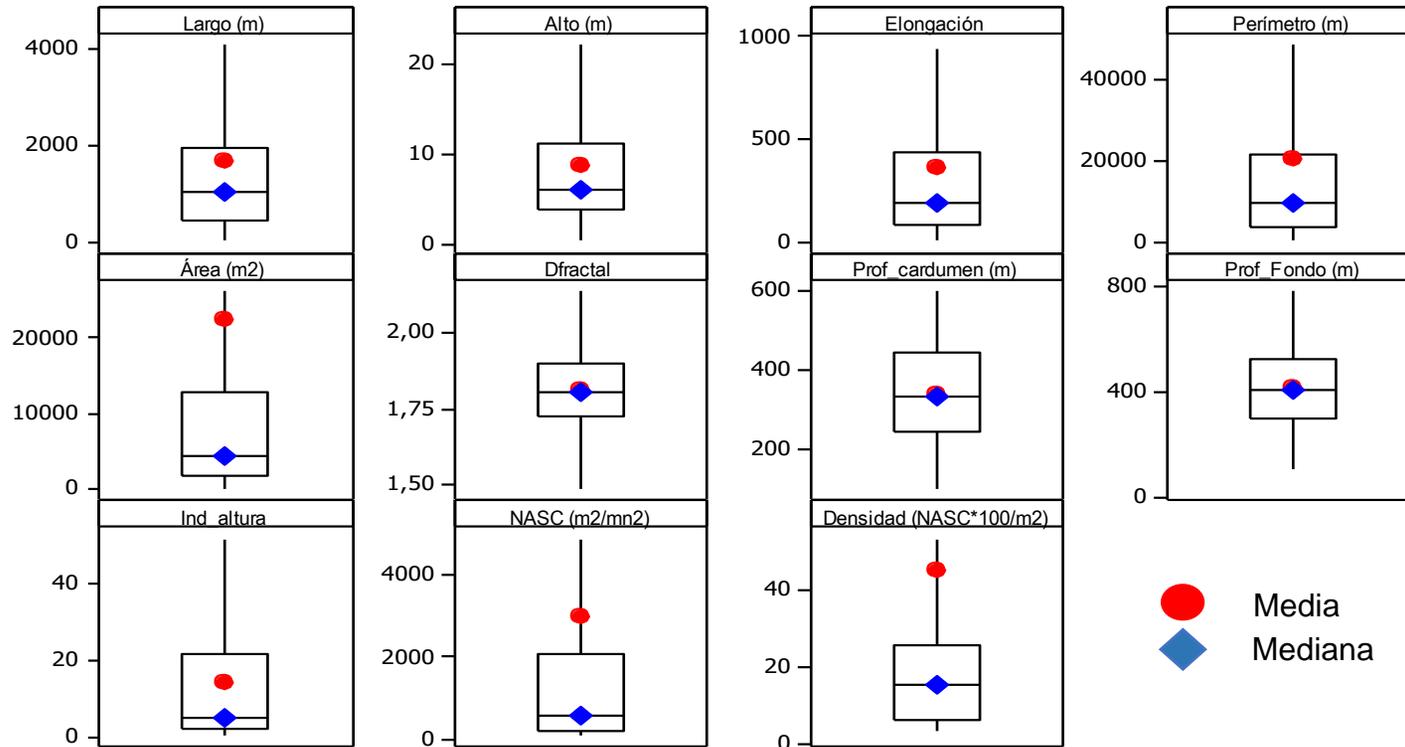


Figura 51. Diagrama de caja de los descriptores: morfológicos largo, alto y elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²). Agosto 2019.

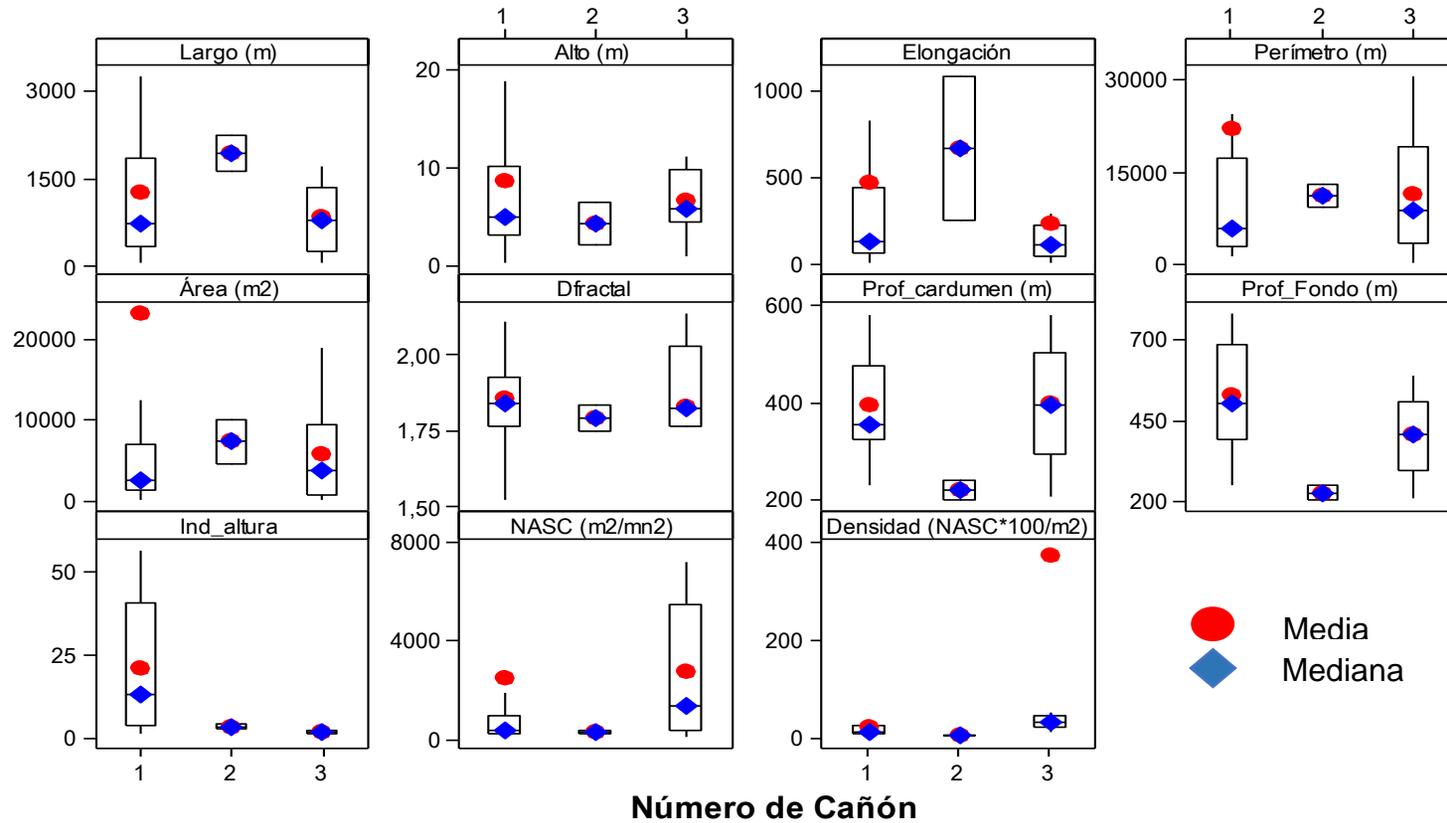


Figura 52. Valor promedio e intervalo de confianza de los descriptores morfol3gicos de largo, alto, elongaci3n, permetro, 3rea y dimensi3n fractal; descriptores batim3tricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura; descriptores de energ3a retrodispersada (NASC) y densidad ac3stica (NASC*100/m²). Seg3n ca3n3n. Agosto 2019.

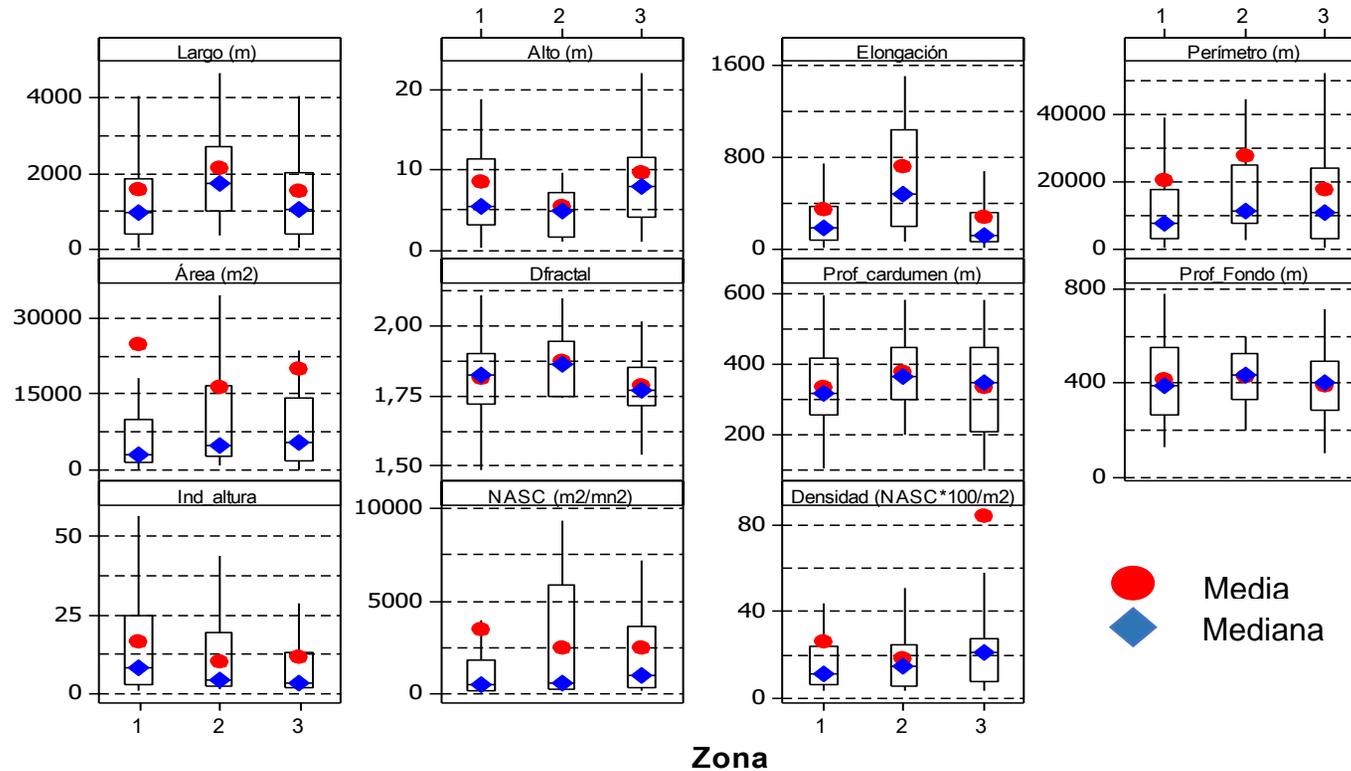


Figura 53. Diagrama de caja de los descriptores morfológicos de largo, alto, elongación, perímetro, área y dimensión fractal; descriptores batimétricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura; descriptores de energía retrodispersada (NASC) y densidad acústica (NASC*100/m²). Según zona. Agosto 2019.

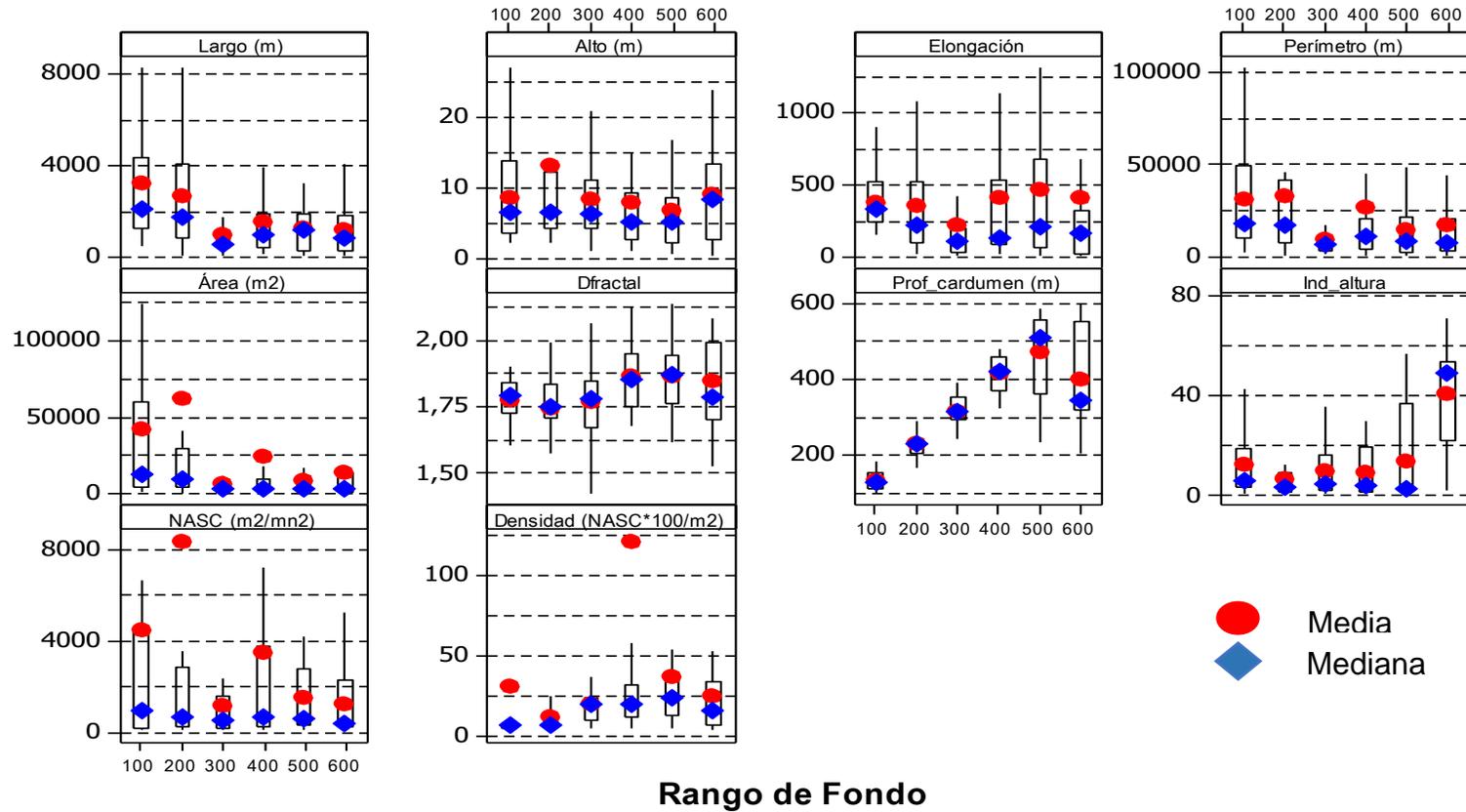


Figura 54. Diagrama de caja de los descriptores morfol3gicos de largo, alto, elongaci3n, permetro, 3rea y dimensi3n fractal; descriptores batim3tricos de profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura; descriptores de energa retrodispersada (NASC) y densidad ac3stica (NASC*100/m²). Seg3n rango de fondo. Agosto 2019.

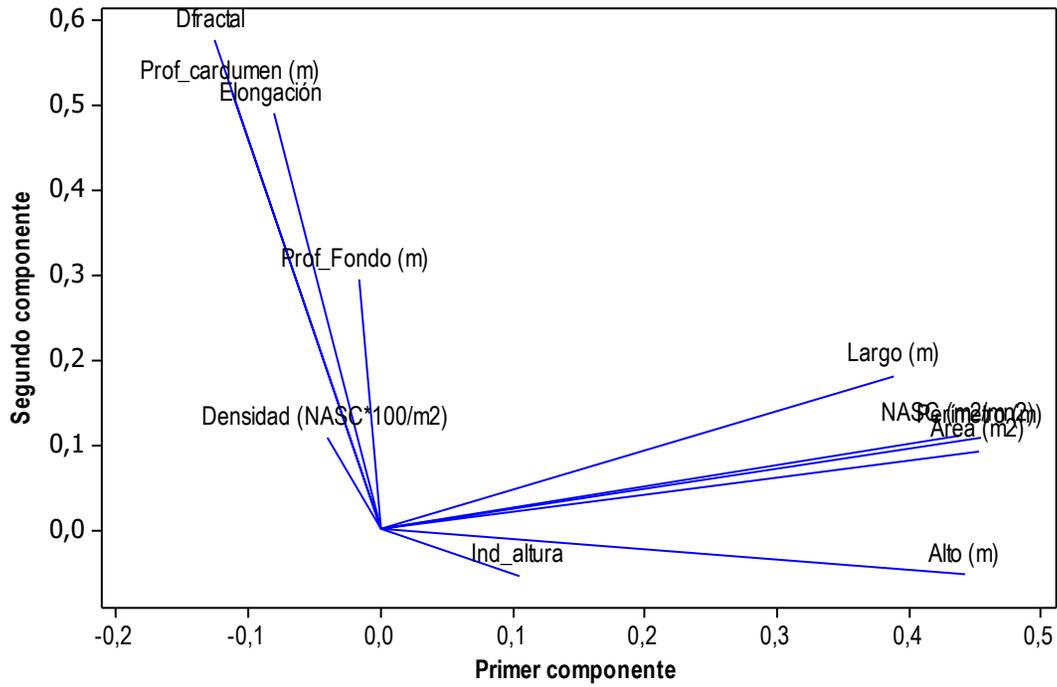


Figura 55. Correlaci3n de las variables originales con los dos primeros componentes. Agosto 2019.

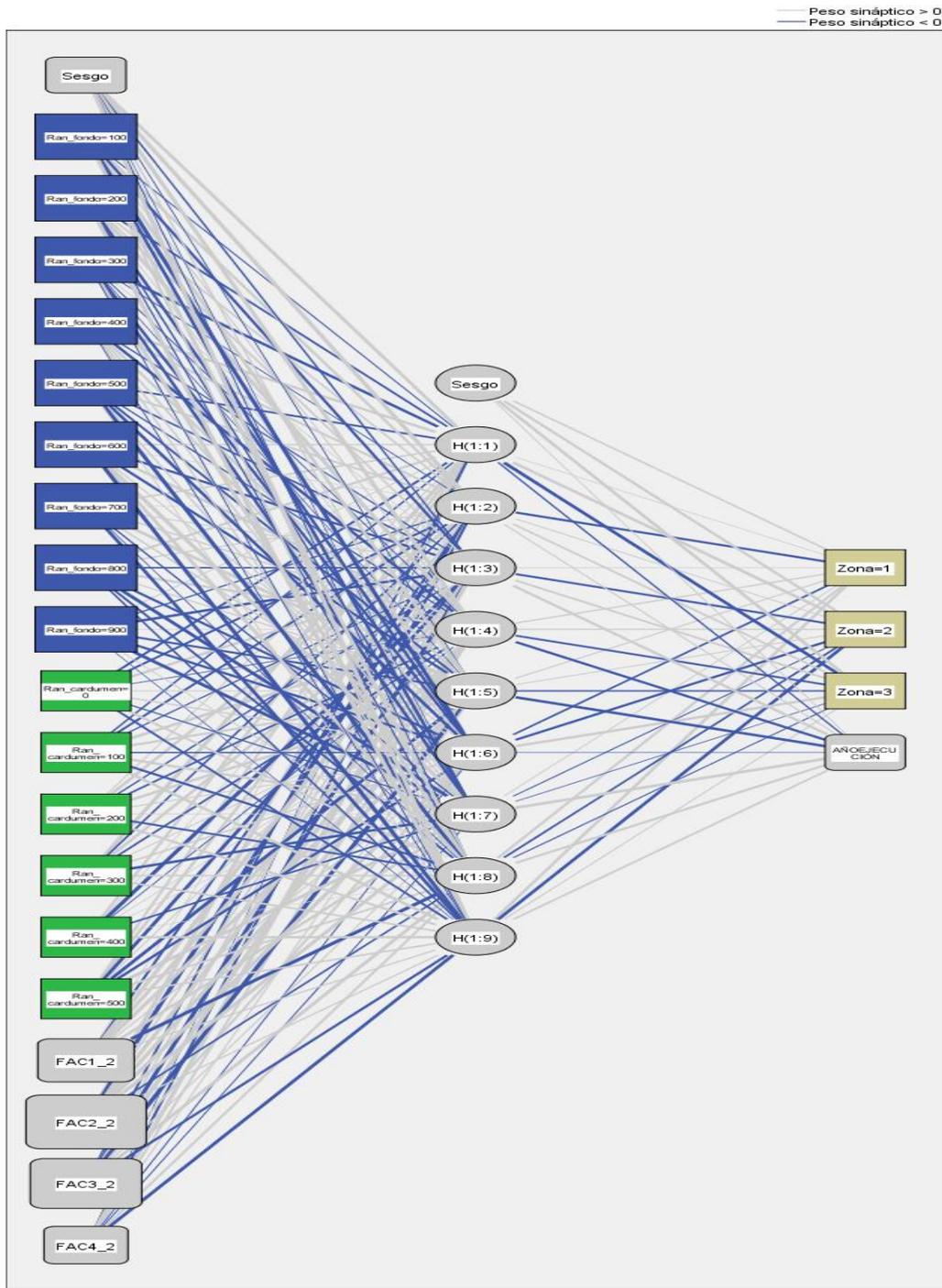


Figura 56. Arquitectura de la red neuronal utilizada por el modelo perceptr3n multicapa.

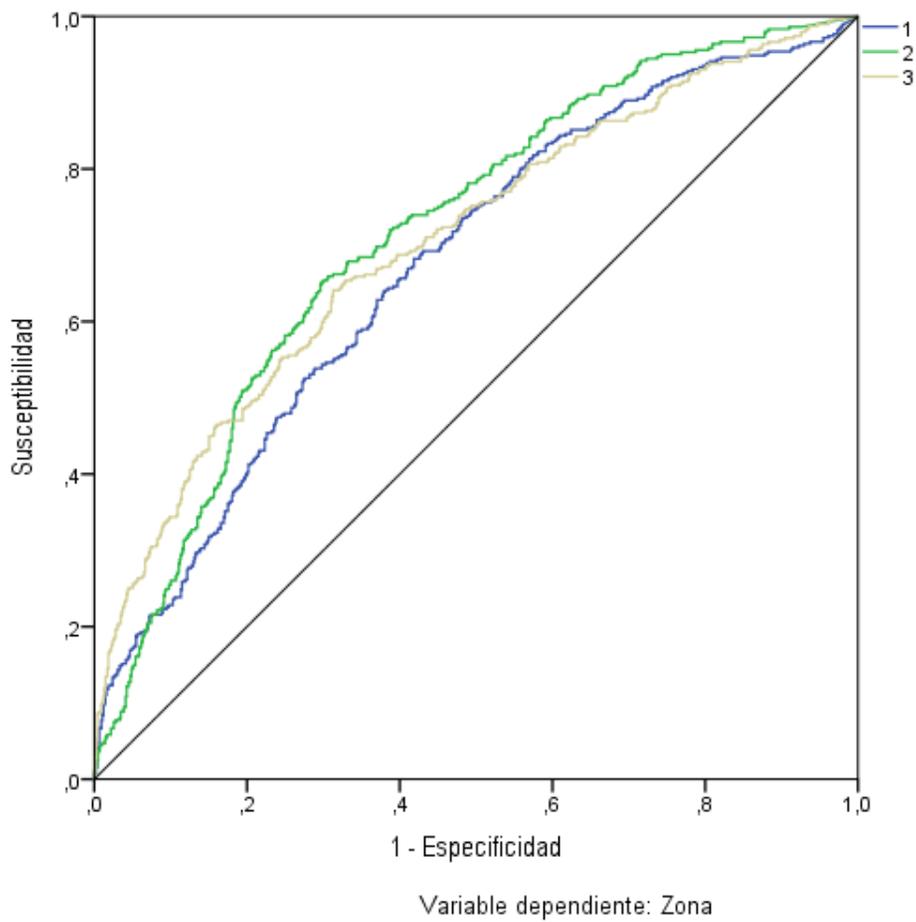


Figura 57. Curva de COR resultante de la arquitectura de dise1o de la red neuronal.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

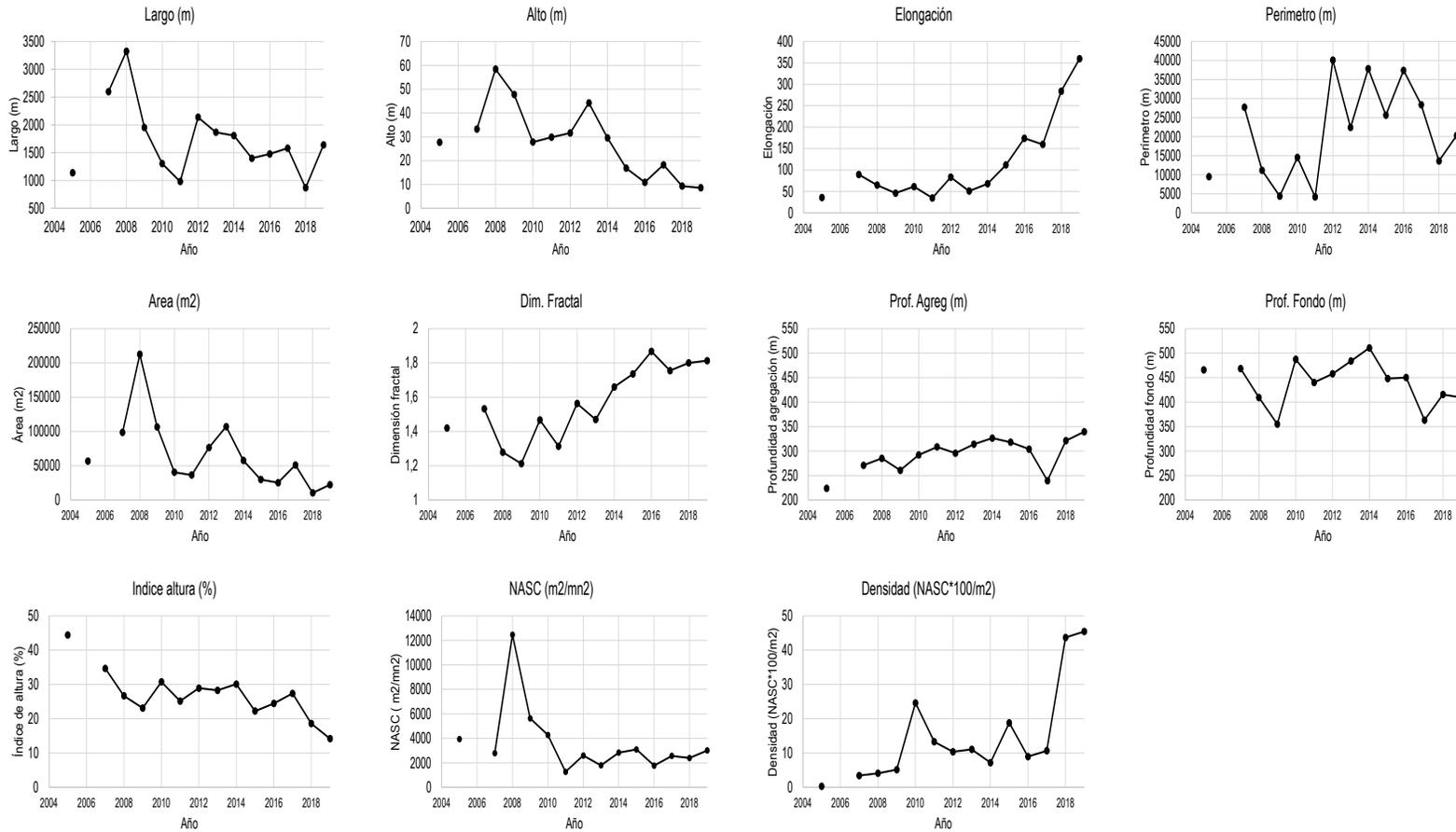


Figura 58. Valores promedio de descriptores morfol3gicos (largo, alto, elongaci3n, perimetro, 3rea y dimensi3n fractal), batim3tricos (profundidad agregaci3n, profundidad fondo e 3ndice de altura) y de energ3a (NASC y densidad). Años 2007-2019.

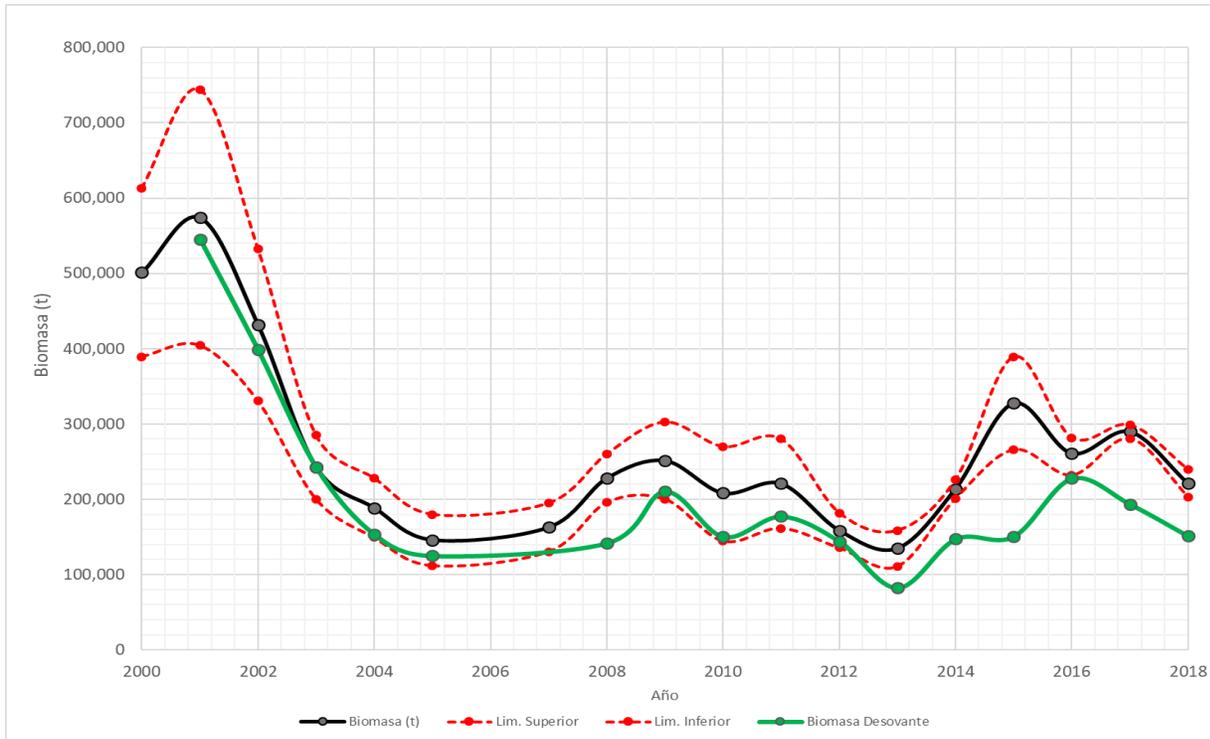


Figura 59. Biomasa total y desovante (t) histórica de merluza de cola.

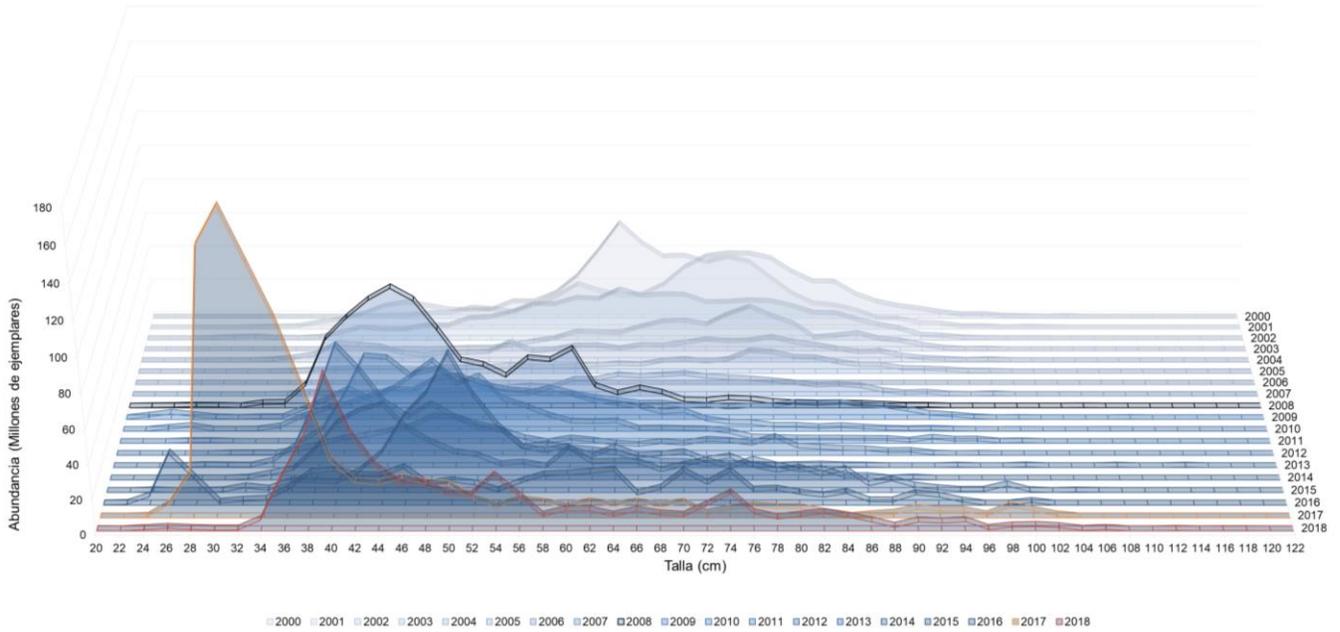


Figura 60. Abundancia (millones de ejemplares) a la talla hist3rica (2000 a 2019) merluza de cola.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

T A B L A S



Tabla 1. Estimaciones de biomasa y abundancia de merluza de cola. Valores obtenidos en estudios de prospecci3n ac3stica realizados en el periodo 2000 - 2018.

Año	Proyecto	Especie	Biomasa (t)	Abundancia (N°)
2000	FIP 2000-14	Merluza de cola	501.252	418.035.460
2001	FIP 2001-19	Merluza de cola	574.415	660.605.769
2002	FIP 2002-19	Merluza de cola	431.900	453.282.598
2003	FIP 2003-09	Merluza de cola	242.784	235.700.170
2004	FIP 2004-07	Merluza de cola	188.600	215.366.909
2005	FIP 2005-04	Merluza de cola	146.000	133.329.876
2007	FIP 2007-12	Merluza de cola	162.779	161.135.593
2008	FIP 2008 11	Merluza de cola	227.921	495.812.800
2009	FIP 2009-09	Merluza de cola	251.481	355.578.564
2010	Pesca Investigaci3n	Merluza de cola	208.276	382.737.551
2011	FIP 2011-04	Merluza de cola	220.867	451.096.433
2012	FIP 2012-07	Merluza de cola	158.680	239.634.262
2013	FIP 2013-13	Merluza de cola	134.854	428.107.397
2014	ASIPA 2014	Merluza de cola	213.799	390.144.161
2015	ASIPA 2015	Merluza de cola	327.729	637.430.831
2016	ASIPA 2016	Merluza de cola	261.111	408.942.914
2017	ASIPA 2017	Merluza de cola	289.935	958.744.916
2018	ASIPA	Merluza de cola	221.394	602.129.141

**Tabla 2.** Características principales del buque científico AGS 61 “Cabo de Hornos”.

Eslora (m)	74,1
Manga (m)	15,6
Puntal (m)	8,5
Calado (m)	5,8
Potencia instalada (hp)	4021
Tonelaje registro grueso (t)	3068
Año de construcción	2013

Tabla 3. 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 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 32 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	
	Alongship	Athwartships
Sensibilidad del ángulo	21,9	21,9
Ancho del haz (°)	7,07°	7,11°
Desplazamiento del ángulo (°)	-0,03°	-0,02°



Tabla 4. Escala de madurez sexual para merluza de cola, *Macruronus magellanicus*, basada en características macroscópicas y microscópicas de la gónada, según Balbontín y Fischer (1981), modificada para la merluza de cola (Troncoso, 2004).

(1) Virginal: gónada pequeña (menor a 5 cm), filiforme de pared delgada y con ovocitos muy pequeños, los cuales son translucidos y homogéneos por cuanto aún no se inicia el proceso de vitelogénesis. Los ovocitos deben medir 0,15 mm o menos
(2) Inmaduro: gónada pequeña (app. 5 cm), de paredes firmes y gruesas. La vitelogénesis en la mayoría de los ovocitos se inicia entre los 0,15 y 0,18 mm. Existe una mezcla de ovocitos translucidos y vitelados. La mayoría de los ovocitos deben medir sobre los 0,15 mm y los mas grande deberían estar alrededor de los 0,35 a 0,45 mm
(3) En maduración: gónada mediana (superior a 5 cm) de color amarillo pálido. En su mayoría los diámetros de los ovocitos deben encontrarse en un rango igual o superior a 0,45 mm y hasta los 0,85 mm, aunque puede que algunos pocos lleguen hasta los 0,89 mm sin hidratarse. Los ovocitos en este estado ya son visibles a simple vista.
(4) Maduro: generalmente la gónada posee un mayor tamaño que en los estados anteriores, paredes delgadas, de color amarillo a blanco opaco transparente. Una característica propia de este estado es que un 15% o más de los ovocitos se encuentran hidratados y se puede observar la gota oleosa. A simple vista se aprecia la diferencia entre los hidratados (más grandes y blanquecinos) y aquellos que no lo están (color amarillento). El diámetro de los ovocitos hidratados va desde 0,86 mm llegando a superar el milímetro de diámetro.
(5) En regresión: gónada de aproximadamente 6 cm, de paredes gruesas, rugosa y de coloración parda oscura a sanguinolenta, con escasos ovocitos visibles hidratados o en regresión (atrésicos). Ovocitos no visibles en su mayoría, con diámetros entre los 0,15 y 0,18 mm vitelados.



Tabla 5. 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 depositación 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 6. Datos operacionales de los lances de pesca de identificación. Crucero 2019.

Lance	Fecha	Calado			Virado			Profundidad fondo (m)	Profundidad relinga superior (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	155	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	231	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	292	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	287	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	322	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	371	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	346	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	376	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	372	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	344	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	280	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	272	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	299	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	330	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	382	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	259	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	330	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	170	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	340	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	343	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	210	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	310	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	290	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 7. 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				1,3	0,3							1.408,7
3	08-08-2019	43°49,3'	75°06,4'	3.962,1	62,2							4,2		0,02							4.028,6
4	09-08-2019	44°01,7'	75°13,0'	282,0	186,5	0,2						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					2,9				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				0,1			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 8. Resumen modelación geoestadística y bootstrap de merluza de cola para la zona total de estudio. Crucero 2019.

Modelación Geoestadística

Recurso	Subzona	Dirección	Modelo ajustado	Parámetros ajustados				Bondad ajuste	Predicción espacial	
				Psill	Total sill	Rango (mn)	Nugget	sse	Media Kriging	Varianza geo
Merluza de cola	Zona total	Omnidireccional	Exponencial	1,04E+06	1,04E+06	3,00	0	40,11	402,43	1,61E+03
			Esférico	1,05E+06	1,05E+06	3,00	0	41,91	391,54	1,76E+03

Remuestreo Bootstrap

Recurso	Subzona	Media bootstrap	Varianza bootstrap	Límite superior	Límite inferior
Merluza de cola	Zona total	433,72	1,04E+03	497,50	370,93



Tabla 9. Estimado total de biomasa y Abundancia, límites de confianza y densidad de merluza de cola. Crucero 2019.

Método	Área (mn ²)	Densidad (t*mn ⁻²)
Bootstrap	2.404,28	91,8
Geoestadístico	2.404,28	85,2

MERLUZA DE COLA 2019

Método	Biomasa (t)	varianza	ds	cv(%)	superior	inferior
Geoestadístico	204.789	4,0E+07	6,3E+03	3,1	217.193	192.385
Bootstrap	220.713	3,9E+07	6,2E+03	2,8	232.921	208.505

MERLUZA DE COLA 2019

	Abundancia (N° individuos)	varianza	ds	cv(%)	superior	inferior
Geoestadístico	745.202.709	5,7E+14	2,4E+07	3,2	791.870.431	698.534.987
Bootstrap	803.148.628	5,2E+14	2,3E+07	2,8	848.009.521	758.287.736

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 10. Estimados de abundancia de merluza de cola y participación por sexo. Crucero 2019.

Sexo	Abundancia (N°)	Participación (%)
Machos	360.054.033	48
Hembras	385.148.676	52
Total	745.202.709	100



Tabla 11. Parámetros de la relación peso – longitud de merluza de cola. Crucero de evaluación 2019.

Sexo	Parámetros	Merluza de cola	
Machos	a	0,0048638	
	intervalo	0,0042881	0,0055168
	b	2,8746842	
	intervalo	2,8411921	2,9081763
	N	1526	
	r ²	0,949	
Hembras	a	0,0027067	
	intervalo	0,0024792	0,0029551
	b	3,0255869	
	intervalo	3,0025564	3,0486174
	N	1913	
	r ²	0,972	
Ambos	a	0,0034148	
	intervalo	0,0031752	0,0036726
	b	2,9664194	
	intervalo	2,9472207	2,9856182
	N	3.439	
	r ²	0,964	



Tabla 12. Estimaciones del tamaño del stock usados en los procesos históricos, peso promedio y proporción sexual, cruceros de merluza de cola 2000 - 2019.

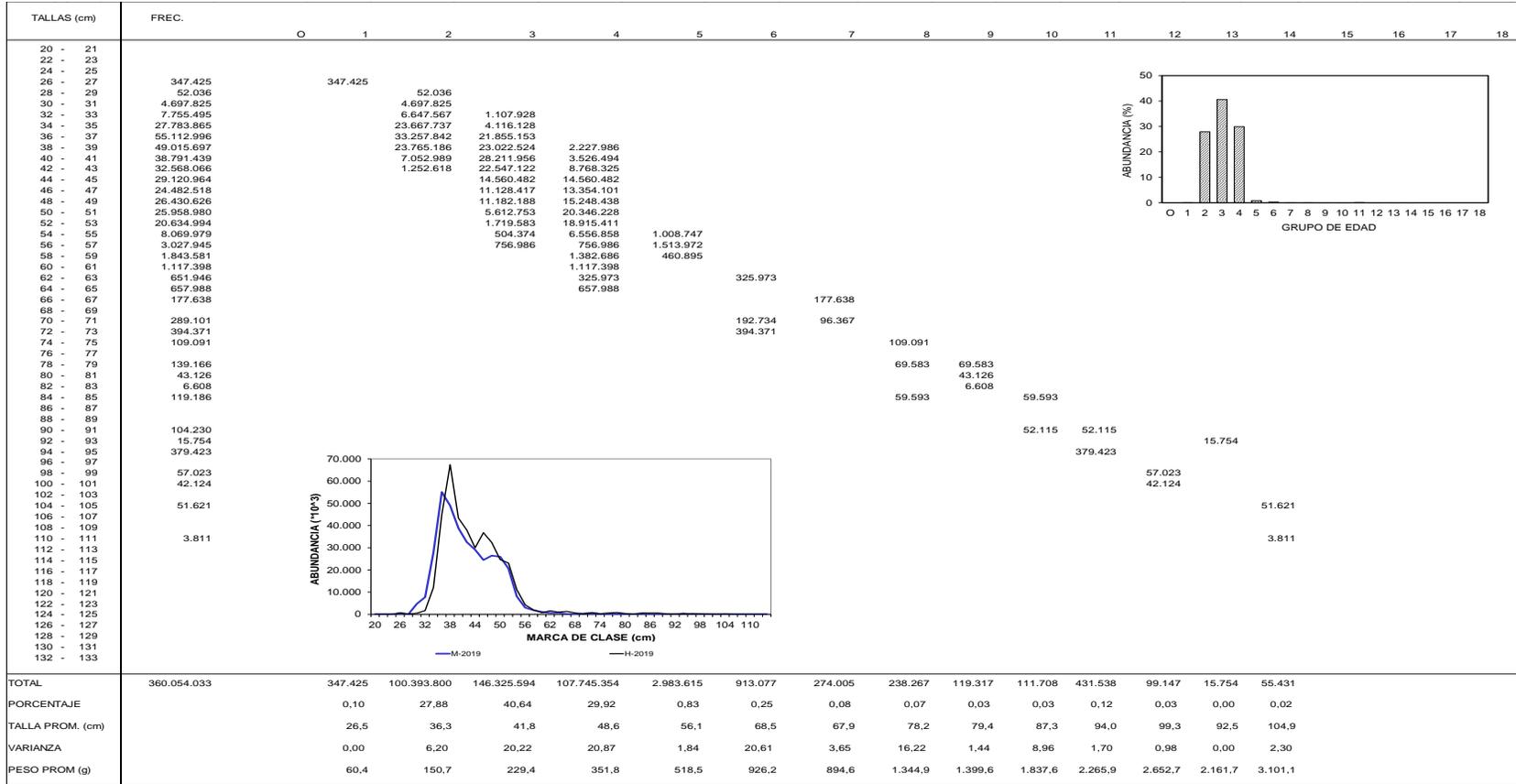
Merluza de cola																			
Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
B ($\times 10^3$)	501,3	574,4	431,9	242,8	188,6	146,0	162,8	229,8	251,5	208,3	220,9	158,7	134,9	213,8	289,7	261,1	289,9	221,4	204,8
A ($\times 10^6$)	418	656	453	237	231	133	161	584	356	383	451	240	428	390	637	409	959	602	745
wprom (g)	1.199	876	953	1.023	818	1.095	1.010	393	707	544	490	662	315	548	454	639	302	368	275
Proporción (%) M:H en número	76:24	36:64	45:55	35:65	58:42	39:61	47:53	52:48	43:57	55:45	46:54	42:58	46:54	55:45	43:57	49:51	45:55	52:48	48:52
Proporción (%) M:H en peso	70:30	32:68	39:61	31:69	48:52	33:67	39:61	47:53	36:64	50:50	43:57	43:57	41:59	48:52	47:53	43:57	31:69	43:57	45:55

B=biomasa (t); A=Abundancia (nº de ejemplares); wprom= (B/A)



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 13. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, machos. Crucero de evaluación 2019. (Abundancia Total=745.202.709 ejemplares. Machos= 360.054.033 Hembras= 385.148.676).





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 14. Composición de la abundancia de individuos por grupo de edad de merluza de cola, hembras. Cruce de evaluación 2019. (Abundancia Total=745.202.709 ejemplares. Machos= 360.054.033 Hembras= 385.148.676).

TALLAS (cm)	FREC.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
20 - 21																				
22 - 23																				
24 - 25																				
26 - 27	679.642	453.095	226.547																	
28 - 29	171.580																			
30 - 31	487.845		487.845																	
32 - 33	1.663.845				415.961															
34 - 35	12.102.466				8.068.311	4.034.155														
36 - 37	44.768.030				26.401.659	17.218.473	1.147.898													
38 - 39	67.431.785				30.391.791	36.090.251	949.743													
40 - 41	43.355.091				7.057.806	34.280.770	2.016.516													
42 - 43	37.985.941				1.187.061	22.554.153	14.244.728													
44 - 45	29.973.972				1.248.916	17.484.817	11.240.240													
46 - 47	36.776.717				7.880.725	27.582.537	1.313.454													
48 - 49	32.380.390			1.199.274	7.195.642	22.786.200	1.199.274													
50 - 51	24.689.168				2.057.431	21.603.022	1.028.715													
52 - 53	23.129.527				2.668.792	19.571.138	889.597													
54 - 55	11.180.666				697.542	8.370.500	1.395.083	697.542												
56 - 57	4.268.713					3.049.081	1.219.632													
58 - 59	2.000.980					1.333.987	666.993													
60 - 61	760.605					760.605														
62 - 63	1.543.812					1.543.812														
64 - 65	1.001.679					250.420	500.839													
66 - 67	1.312.140						874.760	437.380												
68 - 69	623.355																			
70 - 71	263.843																			
72 - 73	785.627								175.895											
74 - 75	282.598								785.627											
76 - 77	570.303								94.199											
78 - 79	822.447																			
80 - 81	368.148																			
82 - 83	234.424																			
84 - 85	596.334																			
86 - 87	557.946																			
88 - 89	560.254																			
90 - 91	255.275																			
92 - 93	228.376																			
94 - 95	204.495																			
96 - 97	375.687																			
98 - 99	286.295																			
100 - 101	220.171																			
102 - 103	67.544																			
104 - 105	230.960																			
106 - 107																				
108 - 109																				
110 - 111																				
112 - 113																				
114 - 115																				
116 - 117																				
118 - 119																				
120 - 121																				
122 - 123																				
124 - 125																				
126 - 127																				
128 - 129																				
130 - 131																				
132 - 133																				
TOTAL	385.148.676	0	624.675	77.517.092	152.578.712	135.689.822	9.943.152	2.455.935	1.051.309	1.593.764	1.059.401	750.723	497.026	634.997	398.416	319.880	0	33.772	0	0
PORCENTAJE	0,00	0,16	20,13	39,62	35,23	2,58	0,64	0,27	0,41	0,28	0,19	0,13	0,16	0,10	0,08	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
TALLA PROM. (cm)	0,00	27,05	37,72	41,25	48,57	54,85	66,88	70,90	79,17	84,55	86,00	93,17	95,26	95,89	100,33	0,00	102,50	0,00	0,00	0,00
VARIANZA	0,00	0,80	6,55	15,39	19,07	40,50	71,47	25,93	38,62	26,66	28,69	36,34	26,16	27,27	16,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PESO PROM (g)	0,0	58,3	161,5	214,7	351,6	516,5	949,8	1.097,6	1.538,3	1.864,3	1.963,5	2.505,9	2.669,6	2.724,7	3.113,2	0,0	3.304,9	0,0	0,0	0,0

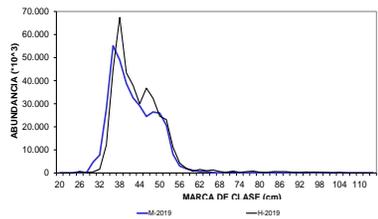
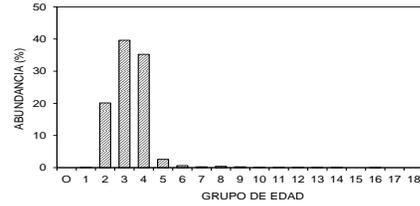


Tabla 15. Abundancia por grupo de edad y desviación estándar para merluza de cola por sexo y proporción de ambos según grupo de edad. Crucero de evaluación 2019.

GE	Machos		Hembras		Ambos	
	Número	sd	Número	sd	Número	%
0	0	0	0	0	0	0
I	347.425	11.101	624.675	227.310	972.099	0,1
II	100.393.800	6.632.352	77.517.092	7.052.064	177.910.892	23,9
III	146.325.594	9.755.210	152.578.712	10.236.940	298.904.306	40,1
IV	107.745.354	7.472.924	135.689.822	8.301.598	243.435.177	32,7
V	2.983.615	1.207.864	9.943.152	2.642.341	12.926.767	1,7
VI	913.077	340.996	2.455.935	787.789	3.369.012	0,5
VII	274.005	96.715	1.051.309	474.074	1.325.314	0,2
VIII	238.267	91.884	1.593.764	471.806	1.832.031	0,2
IX	119.317	69.652	1.059.401	306.868	1.178.718	0,2
X	111.708	79.207	750.723	284.031	862.431	0,1
XI	431.538	53.886	497.026	222.476	928.564	0,1
XII	99.147	3.168	634.997	179.834	734.144	0,1
XIII	15.754	503	398.416	167.464	414.169	0,1
XIV	55.431	1.771	319.880	120.745	375.312	0,1
XV	0	0	0	0	0	0,0
XVI	0	0	33.772	33.772	33.772	0,0
XVII	0	0	0	0	0	0,0
XVIII	0	0	0	0	0	0,0
XIX	0	0	0	0	0	0,0
Total	360.054.033	11.504.130	385.148.676	12.305.932	745.202.709	100



Tabla 16. Estimaciones de Grupo de Edad (GE) al 50% de madurez para merluza de cola, 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.

		Merluza de cola													
Sexo	Parámetro	2002	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Machos	GE _{50%}	3,3	3,2	3,6	3,1	2,6	2,8	3,0	2,6	4,2	3,4	3,2	3,5	2,3	2,9
	IC LI	2,0	2,8	3,4	2,8	1,5	2,2	2,6	1,9	3,4	3,0	2,7	3,2	1,5	2,3
	IC LS	4,1	3,8	4,2	4,0	3,8	3,8	3,7	3,6	4,6	3,9	3,8	4,5	2,9	3,8
	n	684	258	453	450	454	403	444	410	415	410	428	413	410	408
Hembras	GE _{50%}	4,1	3,9	5,0	3,8	4,1	3,5	3,5	4,3	4,6	4,7	3,7	4,1	2,9	3,5
	IC LI	3,6	3,4	4,1	3,2	3,9	3,3	2,3	3,8	4,2	4,0	3,4	3,8	2,0	2,1
	IC LS	4,6	4,8	6,1	4,3	4,8	3,7	4,5	4,8	4,8	5,0	3,9	4,3	3,5	4,2
	n	655	355	453	458	455	421	443	440	458	450	450	450	450	450



Tabla 17. Índices de la actividad reproductiva de las hembras adultas de la merluza del sur *Macruronus magellanicus*, desde el 7 al 22 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	% EMS 5	IGS
7 al 10	7	111	54,08	16,51	17,45	0,62	10,88
17 al 22	13	208	61,22	23,42	46,50	2,79	13,27



Tabla 18. Proporción de hembras maduras a la talla y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza del sur *Macruronus magellanicus* en agosto de 2019, mediante el ajuste a un modelo lineal generalizado.

LT	Proporción maduras	Limite inferior	Limite superior
32	0	0	0,01
33	0	0	0,02
34	0	0,01	0,03
35	0	0,01	0,04
36	0	0,02	0,06
37	0	0,03	0,08
38	0,08	0,05	0,11
39	0,11	0,08	0,15
40	0,16	0,12	0,21
41	0,23	0,18	0,28
42	0,31	0,25	0,36
43	0,40	0,34	0,46
44	0,50	0,44	0,57
45	0,60	0,54	0,67
46	0,69	0,63	0,76
47	0,77	0,71	0,84
48	0,84	0,78	0,89
49	0,89	0,84	0,93
50	0,92	0,88	0,96
51	0,95	0,92	0,97
52	0,96	0,94	0,99
53	0,98	0,96	0,99
54	0,98	0,97	1
55	0,99	0,98	1
56	0,99	0,99	1
57	1	0,99	1
58	1	0,99	1
59	1	1	1
60	1	1	1
61	1	1	1
62	1	1	1
63	1	1	1
64	1	1	1
65	1	1	1
66	1	1	1
67	1	1	1
68	1	1	1
69	1	1	1
70	1	1	1
71	1	1	1
72	1	1	1

LT	Proporción maduras	Limite inferior	Limite superior
73	1	1	1
74	1	1	1
75	1	1	1
76	1	1	1
77	1	1	1
78	1	1	1
79	1	1	1
80	1	1	1
81	1	1	1
82	1	1	1
83	1	1	1
84	1	1	1
85	1	1	1
86	1	1	1
87	1	1	1
88	1	1	1
89	1	1	1
90	1	1	1
91	1	1	1
92	1	1	1
93	1	1	1
94	1	1	1
95	1	1	1
96	1	1	1
97	1	1	1
98	1	1	1
99	1	1	1
100	1	1	1
101	1	1	1
102	1	1	1
103	1	1	1
104	1	1	1
105	1	1	1



Tabla 19. Abundancia y porcentaje de hembras con desove omitido respecto al total de hembras maduras en merluza de cola *Macruronus magellanicus*, años 2015 a 2019

Año	Total maduras	Desove omitido	
		n	%
2015	848	10	1,2
2016	778	2	0,3
2017	215	3	1,4
2018	500	10	2
2019	322	8	2,5



Tabla 20. Talla media de madurez sexual estimada por un ajuste de máxima verosimilitud mediante el ajuste a una función logística y talla de madurez estimada mediante el cálculo del incremento relativo del IGS (IR.IGS) en la merluza de cola *Macrurus magellanicus*, años 2001 a 2019.

Año	Modelo lineal	Incremento IGS	Fuente
Agosto 2001		47	Lillo <i>et al.</i> (2002)
Julio-ago 2002		42	Lillo <i>et al.</i> (2003)
Agosto 2003			Lillo <i>et al.</i> (2004)
Ago-sept. 2004			Lillo <i>et al.</i> (2005b)
Agosto 2005		44	Córdova <i>et al.</i> (2006)
Ago-sept. 2007		41	Lillo <i>et al.</i> (2008)
Agosto 2008			Lillo <i>et al.</i> (2009)
Agosto 2009			Lillo <i>et al.</i> (2010)
Agosto 2010	45,0	42	Lillo <i>et al.</i> (2011)
Agosto 2011	45,8	42	Lillo <i>et al.</i> (2012)
Agosto 2012	48,9	44	Lillo <i>et al.</i> (2013)
Agosto 2013	54,5	43	Lillo <i>et al.</i> (2014)
Agosto 2014	56,5	44	Lillo <i>et al.</i> (2015)
Agosto 2015	52,4	40	Lillo <i>et al.</i> (2016)
Agosto 2016	48,8	43	Lillo <i>et al.</i> (2017)
Agosto 2017	49,6	43	Lillo <i>et al.</i> (2018)
Agosto 2018	-	-	Legua <i>et al.</i> (2019)
Agosto 2019	43,9	40	Presente estudio



Tabla 21. Proporción de hembras maduras a la edad y límites de confianza inferior y superior del 95% en la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, en agosto de 2019.

Grupo de Edad	Proporción Maduras	Límite Inferior	Límite Superior
1	0,00	0,00	0,01
2	0,02	0,01	0,05
3	0,23	0,19	0,32
4	0,83	1	1
5	0,99	1	1
6	1	1	1
7	1	1	1
8	1	1	1
9	1	1	1
10	1	1	1
11	1	1	1
12	1	1	1
13	1	1	1
14	1	1	1
15	1	1	1
16	1	1	1



Tabla 22. Fecundidad promedio y fecundidad del total de las hembras maduras de la muestra calculada en estudios realizados en merluza de cola *Macrurus magellanicus*, años 1996 a 2019.

Año	Fecundidad modal	Fecundidad de muestra total	Fuente
Agosto-sept. 1996	444.798	Sin datos	Chong (2000)
Agosto 2001	261.593	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2002)
Julio-agosto 2002	701.431	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2003)
Agosto 2003	363.041	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2004)
Agosto-sept. 2004	375.906	Sin datos	Lillo <i>et al.</i> (2005)
Agosto 2005	631.421	630.982	Córdova <i>et al.</i> (2006)
Agosto-sept. 2007	625.709	630.230	Lillo <i>et al.</i> (2008)
Agosto 2008	440.123	424.380	Lillo <i>et al.</i> (2009)
Agosto 2009	615.807	436.687	Lillo <i>et al.</i> (2010)
Agosto 2010	581.604	391.639	Lillo <i>et al.</i> (2011)
Agosto 2011	642.409	414.678	Lillo <i>et al.</i> (2012)
Agosto 2012	642.146	445.380	Lillo <i>et al.</i> (2013)
Agosto 2013	440.610	325.483	Lillo <i>et al.</i> (2014)
Agosto 2014	575.736	508.524	Lillo <i>et al.</i> (2015)
Agosto 2015	641.329	446.217	Lillo <i>et al.</i> (2016)
Agosto 2016	638.695	294.672	Lillo <i>et al.</i> (2017)
Agosto 2017	786.460	438.184	Lillo <i>et al.</i> (2018)
Agosto 2018	871.305	613.746	Legua <i>et al.</i> (2019)
Agosto 2019	757.431	458.325	Presente estudio



Tabla 23. Lista sistemática de las presas encontradas en los estómagos de merluza de cola. Crucero hidroacústico 2019.

Especie o familia	Grupo funcional
Thaliacea	Salpas
<i>Talismania aphos</i>	
<i>Electrona</i> sp.	
<i>Taaningichthys bathyphilus</i>	Peces mesopelágicos
<i>Maurolicus parvipinnis</i>	
<i>Pasiphaea acutifronz</i>	Camarones de profundidad

Tabla 24. Porcentaje de importancia relativa en su forma presa específica (PSIRI) a través de los contenidos estomacales de merluza de cola. %N=porcentaje en número, %P=porcentaje en peso y %F=porcentaje en frecuencia de ocurrencia.

	%N	%P	%F	PSIRI
Peces mesopelágicos	44,12	64,47	44,12	54,30
Camarones de profundidad	35,29	25,00	35,29	30,15
Salpas	20,59	10,53	20,59	15,56
Suma	100	100	100	100



Tabla 25. 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
Eufausidos	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
Pejeratas	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 26. 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			
	Media	sd	95% IC		Media	sd	95% IC	
			min	máx.			min	máx.
Camarones	5,53	0,05	0,00	41,62	16,65	0,11	0,00	63,28
Cefalópodos	1,10	0,01	0,00	10,62	9,54	0,08	0,00	56,39
Eufausidos	57,89	0,11	17,08	89,83	18,11	0,11	0,00	64,96
Merluza de tres aletas	31,32	0,10	0,69	73,34	36,40	0,11	0,17	86,26
Merluza de cola	1,54	0,01	0,00	16,76	5,94	0,05	0,00	43,84
Peces mesopelágicos	2,61	0,03	0,00	24,25	13,37	0,10	0,00	57,46



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. 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 28. 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 29. 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 provienen de una misma población a nivel 0,05.



Tabla 30. 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 31. Valores calculados por el test de Kruskal - Wallis para la comparación de los valores medios 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 provienen de una misma población a nivel 0,05.



Tabla 32. 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 33.** Valores calculados por el test de Kruskal - Wallis para la comparación de los valores medios 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 provienen de una misma población a nivel 0,05.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Tabla 34. 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 /mm ²)	Densidad (NASC*100m 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	8.315,94	67,60	1.079,54	185.216,83	387.289,57	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	9.096,50	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	543,84	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	4.075,57	23,96	3.693,59	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 35.** Valores calculados por el test de Kruskal – Wallis para la comparaci3n de los valores de los descriptores seg3n rangos de fondo. Agosto 2019.

	Chi-cuadrado	gl	Sig. asint3t.
Largo (m)	23,83	5	2,34E-04
Alto (m)	6,13	5	2,94E-01
**Elongaci3n	15,45	5	8,59E-03
Per3metro (m)	17,61	5	3,47E-03
3rea (m ²)	17,65	5	3,42E-03
Dimensi3n fractal	14,06	5	1,52E-02
Profundidad agregaci3n (m)	103,12	5	1,16E-20
Fondo (m)	142,83	5	4,48E-29
**3ndice 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 hip3tesis de igualdad que los datos provienen de una misma poblaci3n a nivel 0,05.



Tabla 36. 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 37.** 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 38. 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 39.** 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 40. 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

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 / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

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

Que de acuerdo a lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. N° S. N° 461 de 1995 del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

RESUELVO:

1.- Autorízase al Instituto de Fomento Pesquero, R.U.T. N° 61.310.000-8, domiciliado 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."**, elaborados por el solicitante y aprobados por esta Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

2.- El objetivo principal de la pesca de investigación 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 Antártica Chilena.

3.- La pesca de investigación se efectuará desde la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con lo establecido en el artículo N° 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, y el 28 de agosto de 2019, ambas fechas inclusive.

4.- La pesca de investigación se realizará en el área marítima comprendida entre el paralelo 43°30' L.S. al 51°00' L.S., (Aguas Exteriores), incluyendo el sector de aguas interiores, comprendido por los puntos, Cabo Quilán (43°16,6' L.S. y 74° 24,6'L.O.) en la Isla Grande de Chiloé y el Islote Occidental de la Isla Menchum (45° 37,7'L.S. y 74° 56,8'L.O.), entre los paralelos 43° 44'17" L.S. y 45° 37,7'L.S.

5.- En la pesca de investigación que se autoriza, participará en el área marítima individualizada en el numeral 4º, utilizando arrastre de media agua, el buque científico de investigación pesquera y oceanográfica AGS-61 **"CABO DE HORNOS"**, cuyas características náuticas son las siguientes:

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

6.- La presente pesca de investigación se ejecutará en dos cruceros, pudiendo extraerse los recursos que se indica a continuación:

- a) Primer crucero: se realizará durante la primera quincena de agosto, en el área marítima comprendida entre el paralelo 43°30'L.S. y 47°00' L.S., considerando como especies objetivo los recursos merluza del sur ***Merluccius australis*** y merluza de cola ***Macruronus magellanicus***.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

- 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.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

- 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 / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

13.-El Instituto designa como persona responsable de esta pesca de investigación, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 102 del D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, a su Director Ejecutivo, don Luis Parot Donoso, ambos domiciliados en calle Blanco N° 839, Valparaíso.

14.- La presente resolución deberá publicarse en extracto en el Diario Oficial, por cuenta del interesado, dentro del plazo de 30 días hábiles contados desde su fecha.

15.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto de negociación alguna.

16.- El Instituto de Fomento Pesquero deberá dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los Decretos N° 430, de 1991 y N° 461, de 1995, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones que se establecen en la presente Resolución. El incumplimiento hará incurrir al titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo.

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

18.- La presente autorización 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 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 el solicitante estime pertinentes.

20.- Transcribese copia de esta resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y a la División Jurídica de esta Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

ANÓTESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL Y A TEXTO ÍNTEGRO EN LOS SITIOS DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE ACUICULTURA.

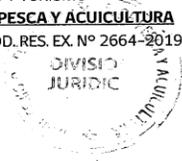




INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

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.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

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:

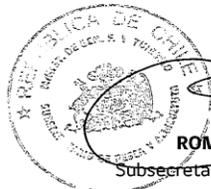
- i) Reemplazar en el resuelvo 3° la frase "28 de agosto de 2019" por **"10 de septiembre de 2019"**.
- ii) Sustituir en el resuelvo 6° la letra b) ahí señalada por la siguiente:
 - b) Segundo crucero: se realizará durante la segunda quincena de agosto y hasta el 10 de septiembre inclusive, en el área 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.- Transcribese 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° 6070/1/7 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.

Fecha: 11 JUL. 2019

Hoja N° 2.-

- 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
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=1ydb8l6piGWddtB6-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 20 de enero de 2020, 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=1ydb8I6piGWddtB6-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
Héctor Hidalgo Valdebenito	<ul style="list-style-type: none">• Preparación y análisis de muestras de otolitos.	1120



Objetivo 3.

Nombre	Actividad	Horas
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	Horas
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	¹Horas
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 de cola.

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 (**Figura 1**). 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” (**Figura 2, Tabla 2**), 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. 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. 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 producto de <http://marine.copernicus.eu/>, altura superficial del mar, corrientes superficial, 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 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 ¼ 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 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 61**), 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 62**). Se observó, además, una capa de agua más cálida ($\sim 10^{\circ}\text{C}$), entre las estaciones 2 a la 6 (**Figura 62**), 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 62**). 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 62** 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 10,44°C asociado a la estación E2 (a 1 m de profundidad), y una temperatura mínima de 5,16°C a 501 m de profundidad asociada a la estación E24.

Latitudinalmente (**Figura 63 y Figura 64**), 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 64**).

Se observó además, una capa de agua levemente más cálida con un núcleo (~10 °C), entre las estaciones E2 y E4 (**Figura 64**), abarcando por primeros ~100 m de profundidad. Las mínimas temperaturas superficiales estuvieron en torno a ~8°C en las estaciones sur (entre las estaciones E22 y E27, **Figura 64**). En torno a la capa sub-superficial de 300 m de profundidad la temperatura fue homogénea en torno a los ~7°C (línea demarcada en negro sólido, **Figura 64**), la capa de fondo presentó temperaturas del orden de 5,16°C asociado a la estación más profunda E24 (**Figura 64 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°C asociado a un núcleo en la estación E2 (a 53 m de profundidad), y una temperatura mínima de 5,162°C a 496 m de profundidad asociada a la estación E23 (**Figura 66**).

Latitudinalmente (**Figura 65 y Figura 66**), las mayores temperaturas superficiales se presentaron entre las estaciones E1 a E11 sector norte de la transecta, con una lengua levemente más cálida de ~9,5°C sobre la capa de 100 m de profundidad (línea blanca sólida, **Figura 66**) y las mínimas temperaturas se ubicaron hacia el sector sur de Isla Guafo (**Figura 65 y Figura 66**).

Las mínimas temperaturas superficiales estuvieron en torno a ~8°C en las estaciones al sur del seno Alejandro (entre las estaciones E22 y E28, **Figura 65** y **Figura 66**). Bajo la capa sub-superficial de 300 m de profundidad la temperatura es homogénea en torno a los ~7,5°C (línea demarcada en negro sólido, **Figura 66**). La capa de fondo presentó temperaturas del orden de 5,5°C (**Figura 66**) observándose un mínimo 5,162°C asociado a la estación E23 (**Figura 66 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°C (isolínea sólida de color blanco, **Figura 68**) y un núcleo mayor a 10,5°C levemente más cálida entre las estaciones E19 y E2 observando un valor máximo de 10,981°C asociado al núcleo cálido presente entre las estaciones E19 y E2 (sobre los 100 m superficiales de profundidad, **Figura 68**), y una temperatura mínima de 5,299°C a 447 m de profundidad asociada a la estación E12 (**Figura 68**).



Latitudinalmente (**Figura 67** y **Figura 68**), 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 solida **Figura 68**) y las mínimas temperaturas se ubicaron hacia el sector sur de punta Roquerio (**Figura 67** y **Figura 68**).

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 68**. 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 68**). La capa de fondo presentó temperaturas del orden de $\sim 5,5^{\circ}\text{C}$ (**Figura 68**) observándose un mínimo $5,299^{\circ}\text{C}$ asociado a la capa de fondo en la estación E12 (**Figura 68** 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 solida de color blanco, **Figura 70**) 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 70**), y una temperatura mínima de $4,875^{\circ}\text{C}$ a 616 m de profundidad asociada a la estación E16 (**Figura 70**).

Latitudinalmente (**Figura 69** y **Figura 70**), 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 70**) 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 70**).

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 70**). La capa de fondo presentó temperaturas del orden de $\sim 5,5^{\circ}\text{C}$ (**Figura 70**) observándose un mínimo $4,875^{\circ}\text{C}$ asociado a la capa de fondo (616 m de profundidad) en la estación E16 (**Figura 70** y **Tabla 48**).

En la sección de la campaña del 2017 (**Figura 71**), 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 solida de color blanco, **Figura 72**) 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 72**), y una temperatura mínima de $5,372^{\circ}\text{C}$ a 499 m de profundidad asociada a la estación E8 (**Figura 72**).



Latitudinalmente (**Figura 72**), 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 71 y Figura 72**). Las temperaturas mínimas se ubicaron en la capa de fondo en torno en la estación más profunda (E8 a 499 m de profundidad, **Figura 72**).

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 72**). La capa de fondo presentó temperaturas del orden de $\sim 5,37^{\circ}\text{C}$ (**Figura 72, Tabla 49**).

En la sección de la campaña del 2018 (**Figura 73**), 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 74**) 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 74**), y una temperatura mínima de $6,238^{\circ}\text{C}$ a 374 m de profundidad asociada a la estación E11 (**Figura 74**).

Latitudinalmente (**Figura 74**), 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 73 y Figura 74**). Las temperaturas mínimas se ubicaron en la capa de fondo en la estación E11 (374 m de profundidad, **Figura 74**).

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 74**). 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**).

4.2 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 $1,76 \text{ psu}/10\text{m} (\Delta S/\Delta Z$ 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 75**), mostrando una salinidad mínima de 26,575 psu (



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

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 75**. 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 75**).

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 1,28psu/10m($\Delta S/\Delta Z$ en 10 m). En esta campaña, la columna de agua es estable, bien mezclada y homogénea bajo los 165 m de profundidad (**Figura 76**), mostrando una salinidad mínima de 30,806psu (**Tabla 52**), asociada a la capa superficial (2 m de profundidad) de la estación E23 y un máximo de 34,367psu (**Tabla 52**), asociado a la capa sub-superficial de 266 m de profundidad (estación E2, **Figura 76**). 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 76**).

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 0,5psu/10m($\Delta S/\Delta Z$ en 10 m). En esta campaña, la columna de agua es estable, bien mezclada y homogénea bajo los 167 m de profundidad (**Figura 77**), 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 77**). 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 77**).

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 78**), 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 78**). 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 78**).

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 79**), 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 79**). 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 79**).

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 79**), 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 80**). 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 80**).

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 81**), 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 81**). 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 81**).

4.3 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 transepto (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 82**). 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 83**), y hacia el sur del transepto (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 83**). 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 84**), 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 84**). 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 85**), 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 85**), 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 85**).

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 86**), 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 86**), 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 las Isla Guaiteca 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 86, 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 87**), con una oxiclina centrada entre los ~100 y ~180 m de profundidad aproximadamente, con un gradiente de concentración de oxígeno que varió en tono 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 Guabblin (equivalentes a ~134 mmol/l, **Figura 87**).

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 87, Tabla 63**).

4.4 Diagrama T-S



El análisis del diagrama TS (**Figura 88**) 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 89**), se identifican los mismo 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 89**)

4.5 Imágenes satelitales

4.5.1 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 90a**), 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 90b**) 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 ciclónicos en el área de estudio (**Figura 90c**), 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 90d**).

4.5.2 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 91**), 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 91**, y que coincide con la concentración medida in situ y con el área de mayor abundancia del recurso.

4.5.3 Patrones superficiales de clorofila a, fitoplancton y producción primaria

Las imágenes satelitales del campo superficial de clorofila-a (**Figura 92a**) 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 92a**).

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 92b**). 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 92c**).



4.5.4 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 93**).

4.5.5 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 Godzilla” 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 94).

4.5.6 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 95), con anomalías en torno a -0,6 PSU.

4.5.7 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 96**). 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 96**).

4.5.8 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 97**).

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 97**).

4.5.9 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 98**).

4.5.10 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 99**).



4.6 Distribución vertical y horizontal de merluza de cola y condiciones oceanográficas durante crucero 2019

Para identificar patrones verticales del hábitat de merluza de cola, 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 de cola durante el periodo del crucero (**Figura 100**). En estas se aprecia que el recurso estuvo principalmente dentro de la capa de mínimo oxígeno, esta última caracterizada por concentraciones $<200 \text{ mmol O}_2 \text{ m}^{-3}$ 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 100**). 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 101**). Valores positivos de Sa de merluza de cola se observaron en rangos de oxígeno, salinidad y temperatura de $110 - 270 \text{ mmol m}^{-3}$, 33,50–34,30 PSU y $5^\circ - 10^\circ\text{C}$, respectivamente. Sin embargo, para oxígeno y salinidad alrededor del 80% de la energía acústica se concentró en rangos más estrechos de $120 - 190 \text{ mmol m}^{-3}$ y 34-34,25 PSU, respectivamente. El histograma de temperatura tuvo dos modas, una principal en el rango de $5.5^\circ - 7.0^\circ\text{C}$, y otra secundaria en el rango $8,0^\circ - 9,0^\circ\text{C}$.

Para caracterizar gradientes zonales y latitudinales asociados al hábitat de merluza de cola (**Figura 102**), se despliegan 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 $\sim 0,05 \text{ mmol C m}^{-3}$ en algunos sectores costeros asociados a cañones submarinos y $\sim 0,025 \text{ mmol C m}^{-3}$ en la zona oceánica. La clorofila superficial varió desde $\sim 2 \text{ mg m}^{-3}$ sobre algunos segmentos de la plataforma a $< 0,5 \text{ mg m}^{-3}$ en la región oceánica. Una parte del stock de merluza de cola se distribuyó en aguas con bajas concentraciones de fitoplancton subsuperficial ($< 0,035 \text{ mmol C m}^{-3}$). Sin embargo, lugares de alta concentración del recurso asociados a cañones submarinos (alrededor de $44,2^\circ$ y $45,2^\circ\text{S}$) mostraron concentraciones de fitoplancton algo mayor ($> 0,04$). El stock también se distribuyó debajo de aguas con niveles intermedios de clorofila superficial ($0,6-1,2 \text{ mg m}^{-3}$). 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 de cola respondieron a la variabilidad espacial en las condiciones ambientales, se exploraron asociaciones del Sa con el oxígeno, temperatura,



salinidad, fitoplancton y clorofila. Sin embargo, no se identificó ninguna relación evidente. Tampoco se encontraron relaciones evidentes entre la profundidad media y las condiciones ambientales subsuperficiales. Solo fue posible identificar una asociación clara entre el patrón vertical del recurso y la batimetría (**Figura 103**). 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.

4.7 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 sub-superficiales (200 - 450 m) de oxígeno y fitoplancton de agosto evidencian una importante variabilidad entre cruces del periodo 2017-2019 (**Figura 104** y **Figura 105**). 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 de cola se reflejan en la longitud media de las agregaciones, la cual fue mínima de los últimos 3 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 106**). El año 2019 destaca como un periodo donde la salinidad sub-superficial 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 de cola se distribuyó principalmente en aguas con salinidades sub-superficiales $>34,2$ PSU durante todos los años, manteniendo así el patrón identificado para el crucero del 2019.

Un análisis exploratorio para identificar relaciones entre el Sa de merluza de cola y variables ambientales, basada en toda la data histórica disponible, permite identificar tres patrones asociados a oxígeno, salinidad y fitoplancton a la profundidad media de las agregaciones (**Figura 107**). Estas relaciones se aprecia que la varianza del Sa tiende a incrementar en aguas con bajas concentraciones de oxígeno (<180 mmol m⁻³) y fitoplancton ($<0,1$ mmol C m⁻³), y hacia altas salinidades ($>34,1$ PSU). Este aumento de varianza se explica por registros de energía acústica por sobre 2.000 m² mn⁻², los cuales estuvieron limitados a dichos rangos ambientales. Relaciones lineales significativas entre el logaritmo del Sa y el oxígeno subsuperficial fueron identificadas. Sin embargo, estas relaciones explican una muy baja fracción de varianza ($<5\%$) por lo tanto no son reportadas.



Evidencias que el oxígeno podría influenciar los cambios interanuales en la distribución vertical de merluza de cola se advierten al examinar secciones verticales a lo largo de 75.75°W (**Figura 108**). 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 de cola fue la 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 de cola. 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 109** y **Figura 110**). Tampoco se observan agregaciones asociadas a aguas más frías que ~5,2°C, aproximadamente el límite inferior de la termoclina, lo cual podría estar definiendo el límite inferior de la distribución vertical del recurso.

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 ($> +1^{\circ}\text{C}$). 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 (AEES), 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 *et al.*, 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 de cola 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 re-análisis empleados (GBAFP y HYCOM) están en un progresivo mejoramiento.

El análisis intentó identificar patrones potenciales entre la merluza de cola 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, equivalente a ~4 ml/l), 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 de cola aparece restringida a valores de salinidad mayores 33,7 PSU y temperatura en un rango preferente de 5,2° a 9,5°C.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

FIGURAS

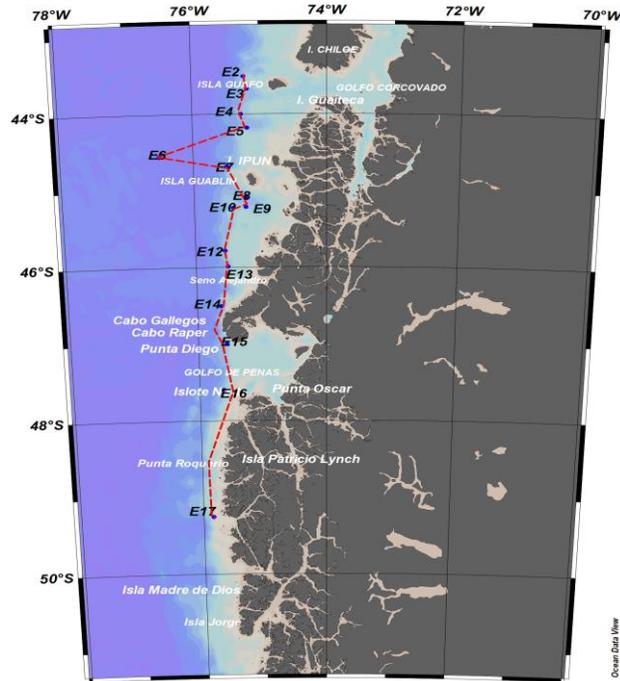


Figura 61. Distribución de las estaciones de CTDO para el 2019 y sección latitudinal seleccionada para las variables oceanográficas. Fuente: elaboración propia del consultor.

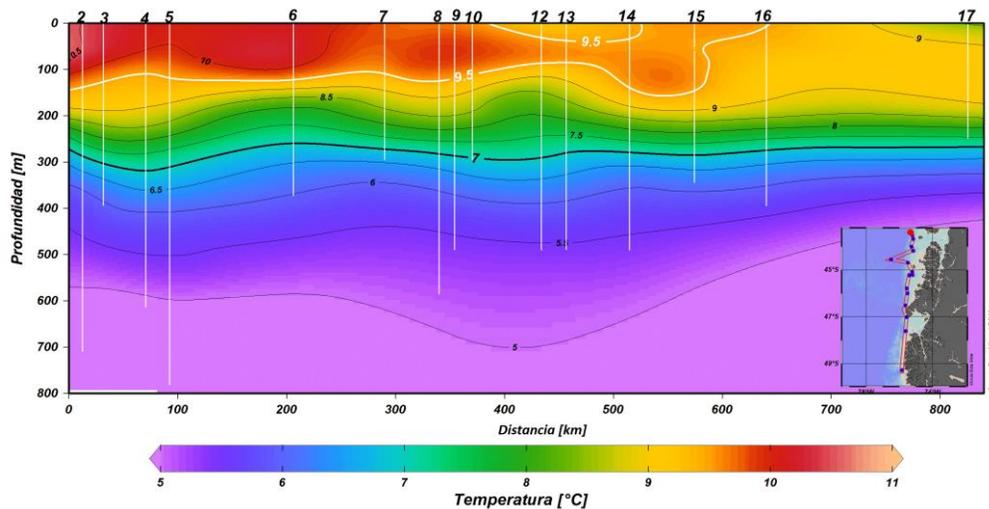


Figura 62. Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2019.

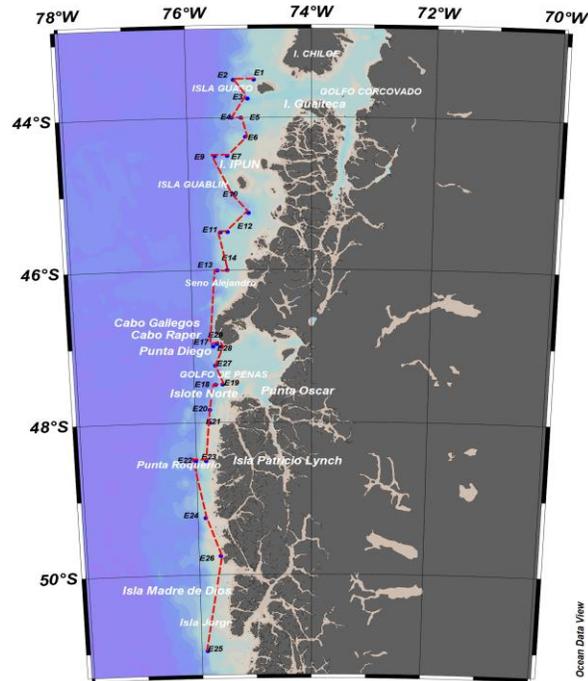


Figura 63. Distribución de las estaciones de CTD para el 2013 y sección latitudinal de las variables oceanográficas. Fuente: elaboración propia del consultor.

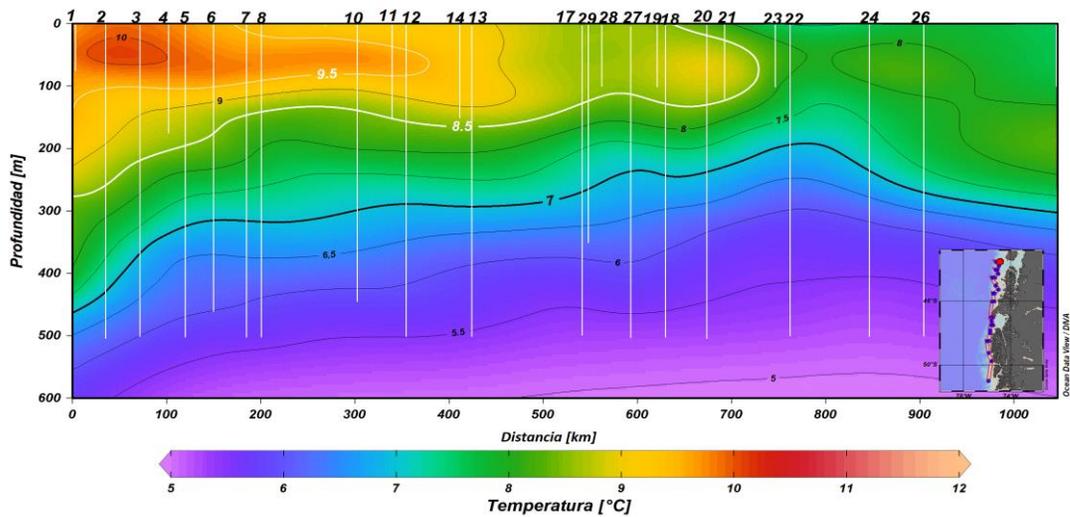


Figura 64. Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2013.

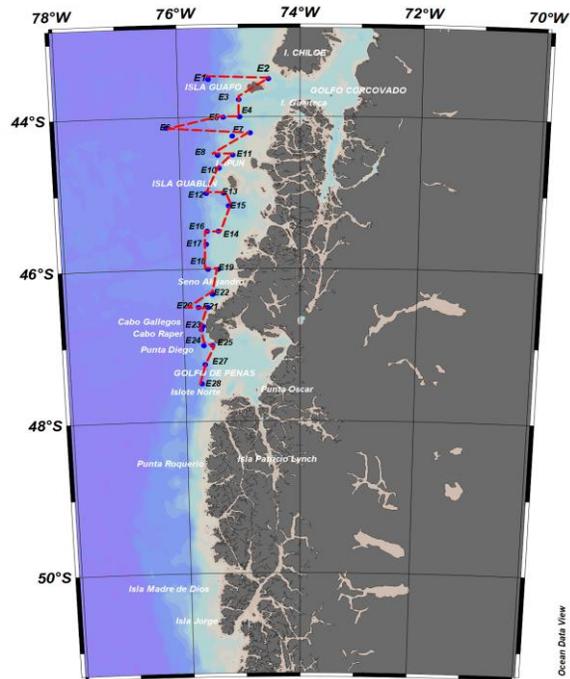


Figura 65. Distribuci3n de las estaciones de CTD para el 2014 y secci3n latitudinal de las variables oceanogr3ficas.

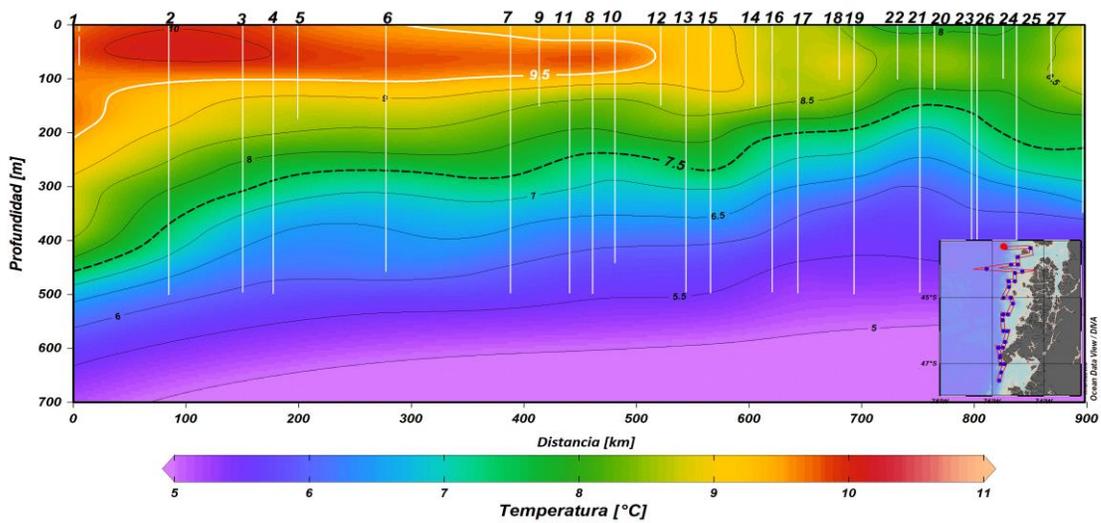


Figura 66. Secci3n latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2014.

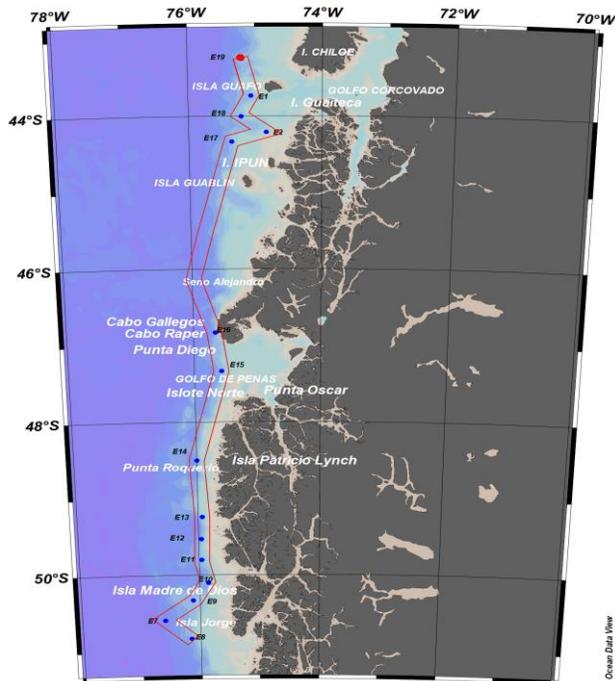


Figura 67. Distribuci3n de las estaciones de CTD para el 2015 y secci3n latitudinal de las variables oceanogr3ficas.

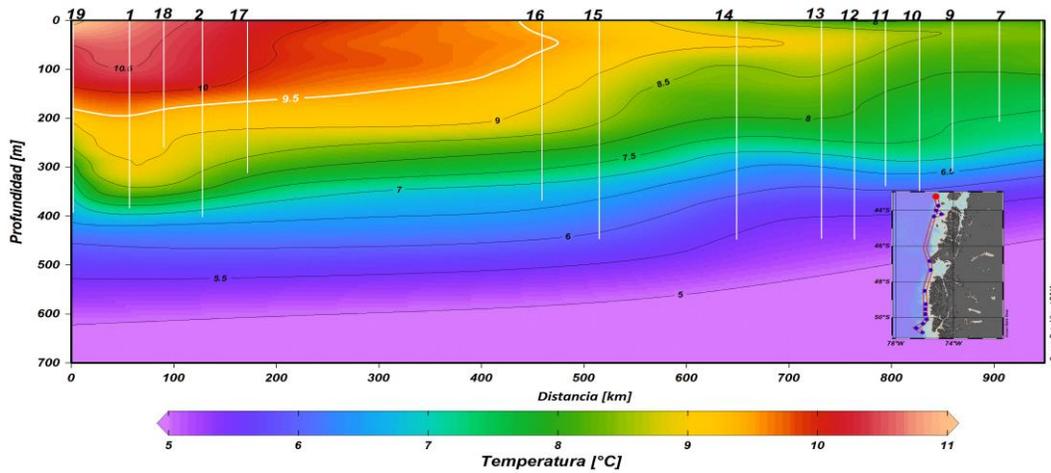


Figura 68. Secci3n latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2015.

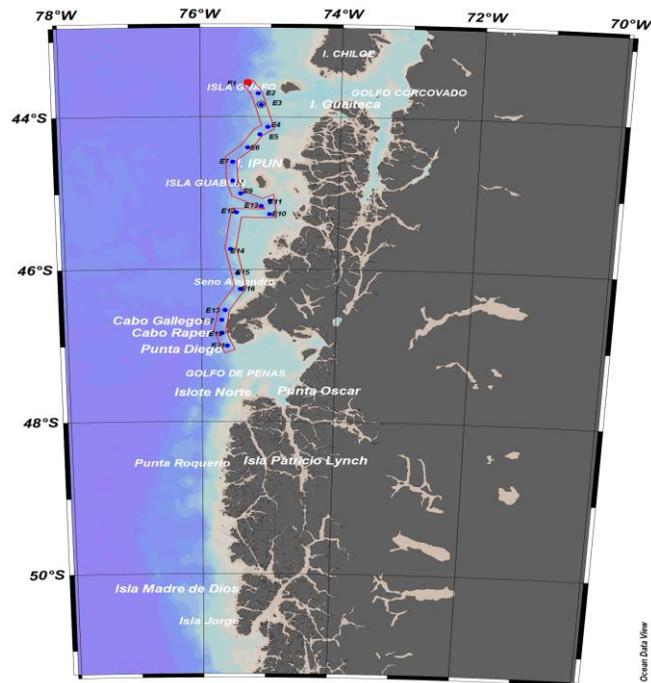


Figura 69. Distribuci3n de las estaciones de CTD para el 2016 y secci3n latitudinal de las variables oceanogr3ficas.

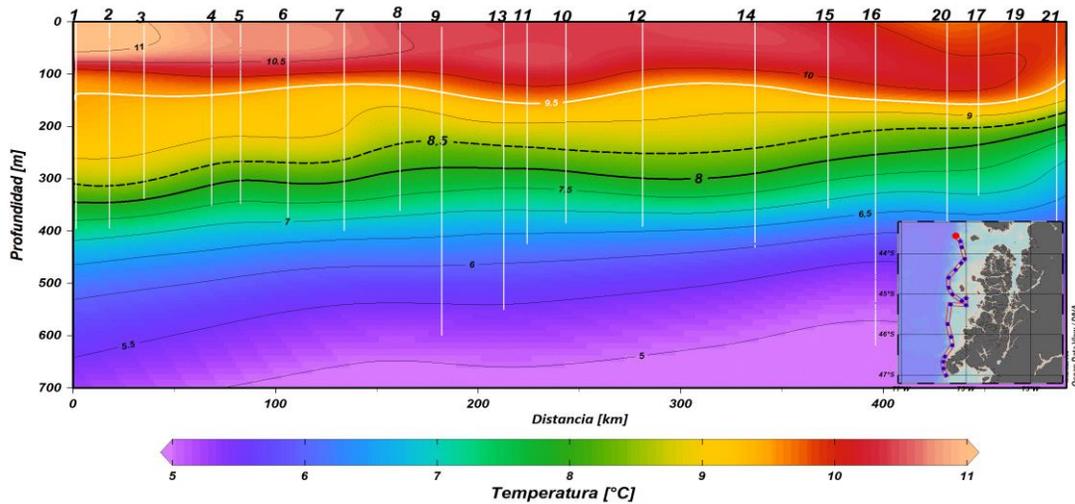


Figura 70. Secci3n latitudinal de temperatura de la columna de agua en ($^{\circ}\text{C}$), para el 2016.

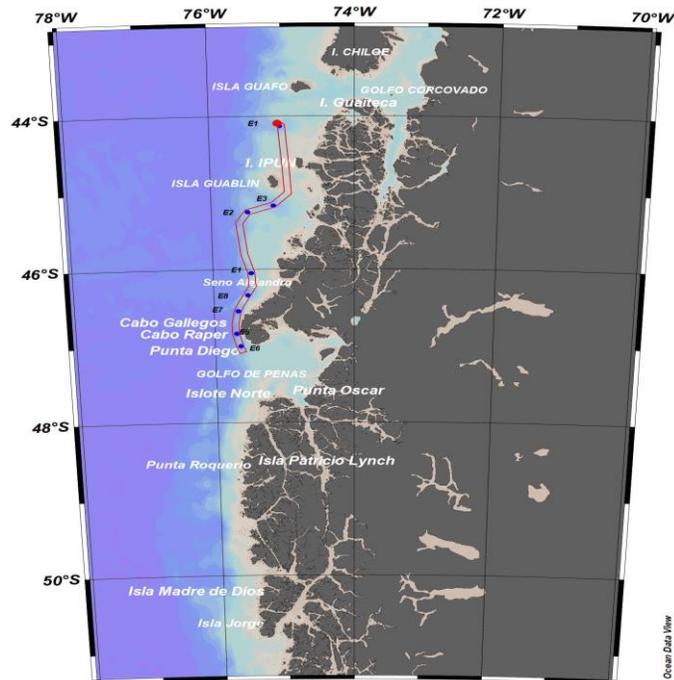


Figura 71. Distribución de las estaciones de CTD para el 2017 y sección latitudinal de las variables oceanográficas.

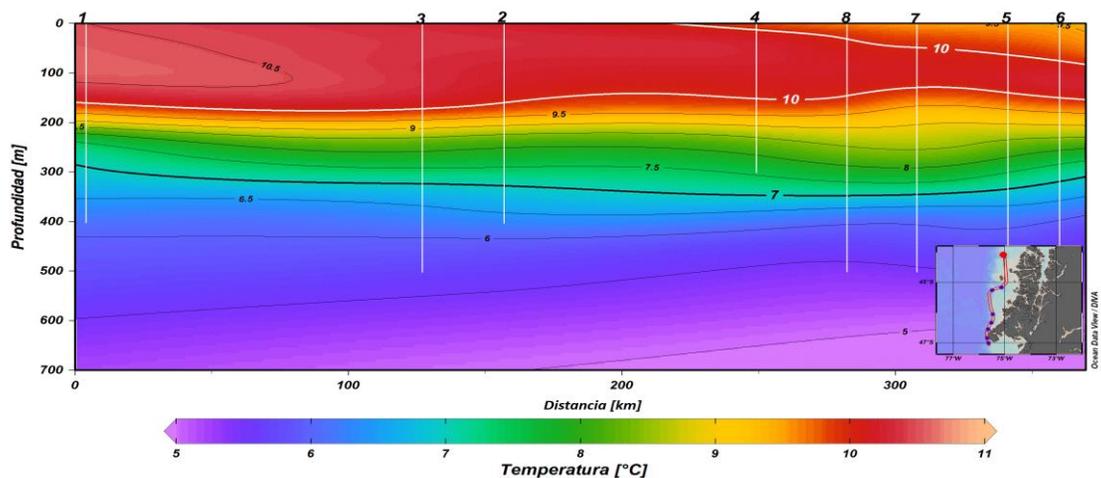


Figura 72. Sección latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2017.

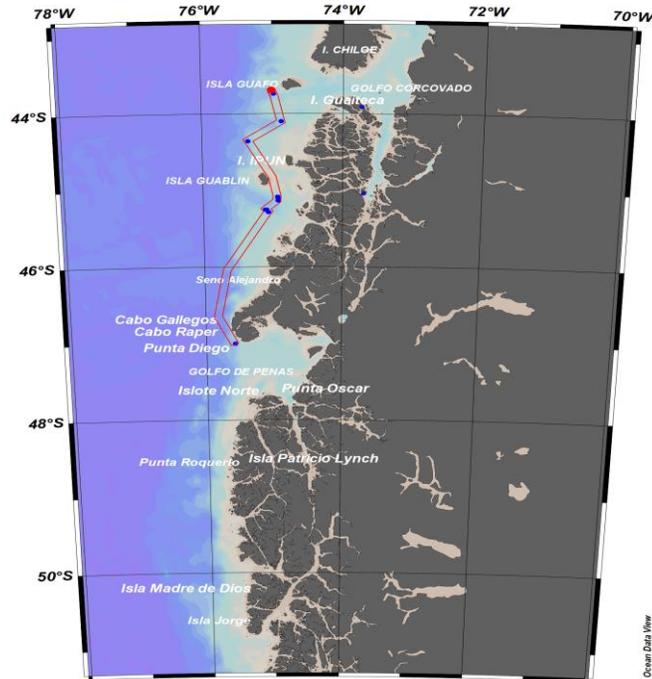


Figura 73. Distribuci3n de las estaciones de CTD para el 2018 y secci3n latitudinal de las variables oceanogr3ficas.

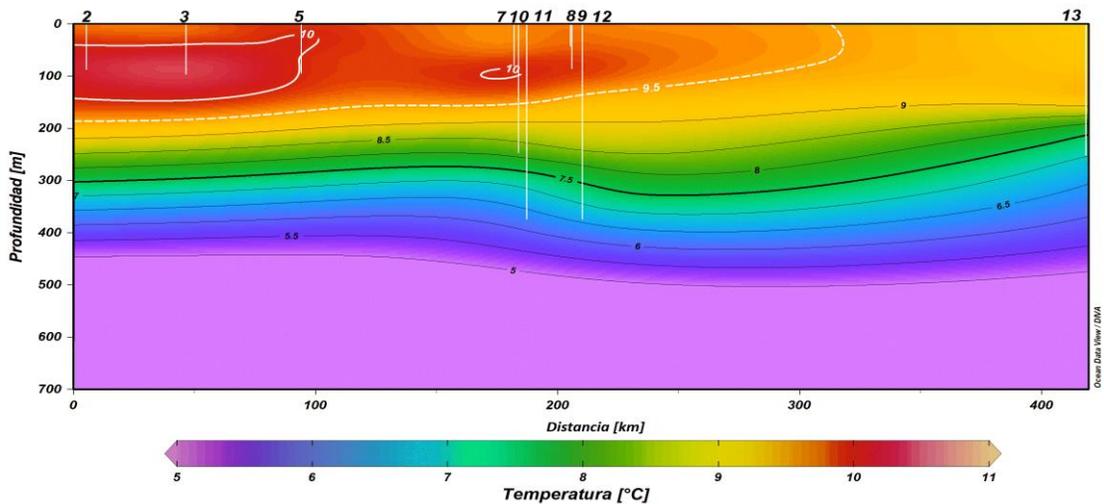


Figura 74. Secci3n latitudinal de temperatura de la columna de agua en (°C), para el 2018.

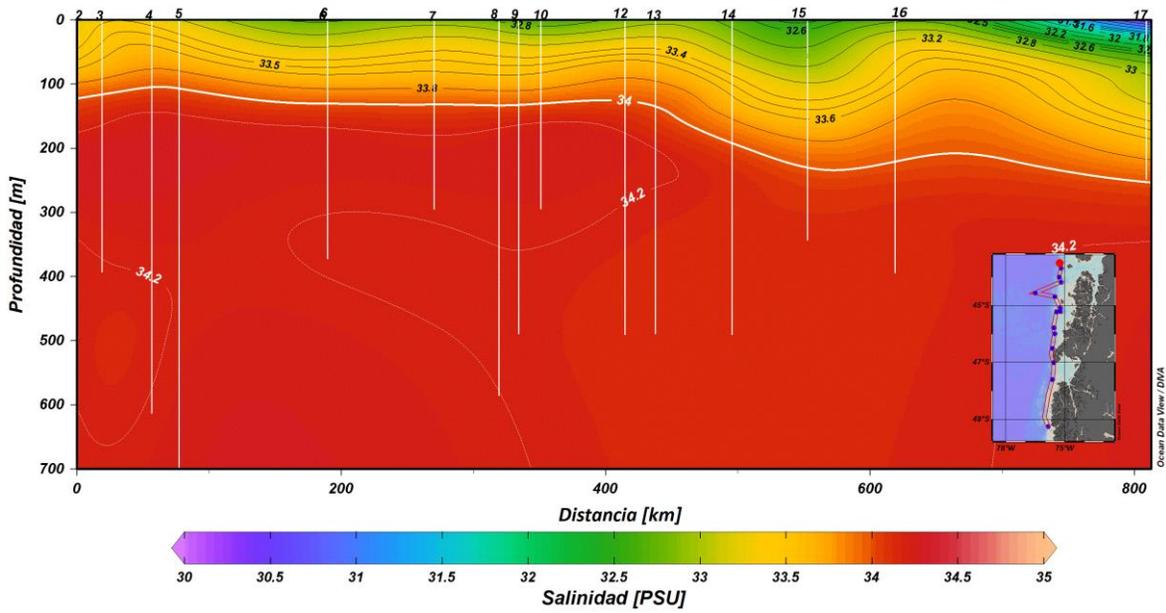


Figura 75. Secci3n latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2019.

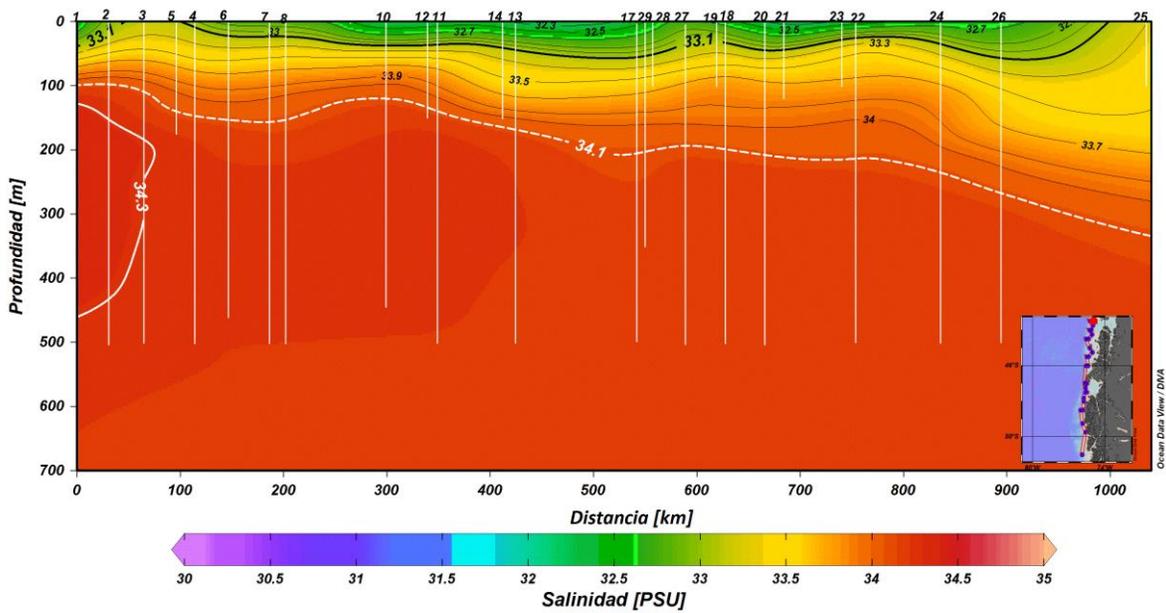


Figura 76. Secci3n latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2013.

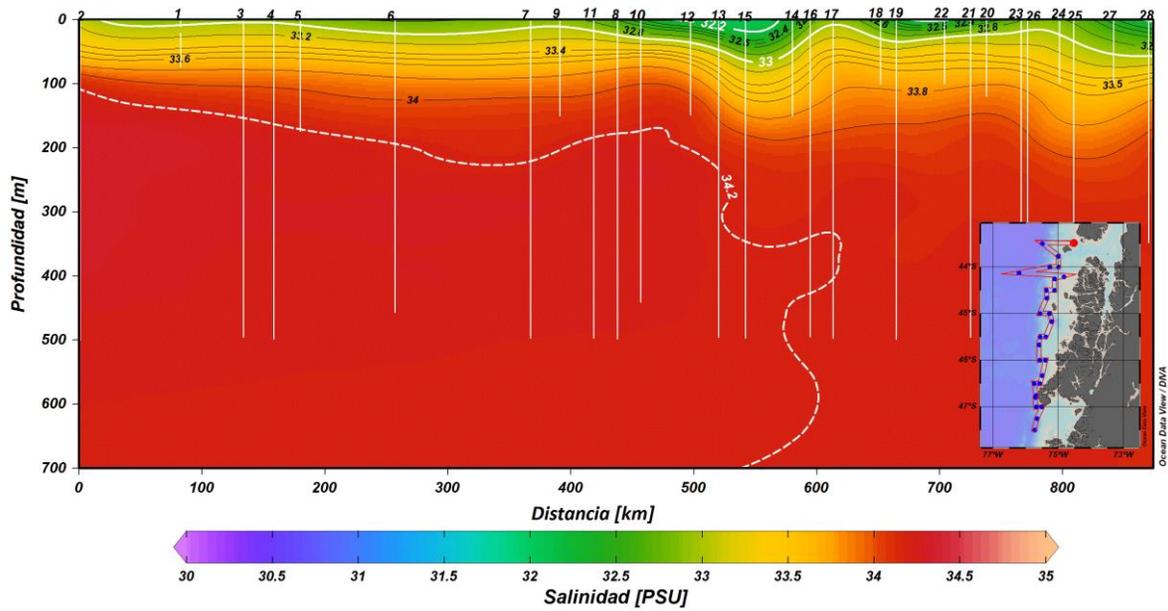


Figura 77. Secci3n latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2014.

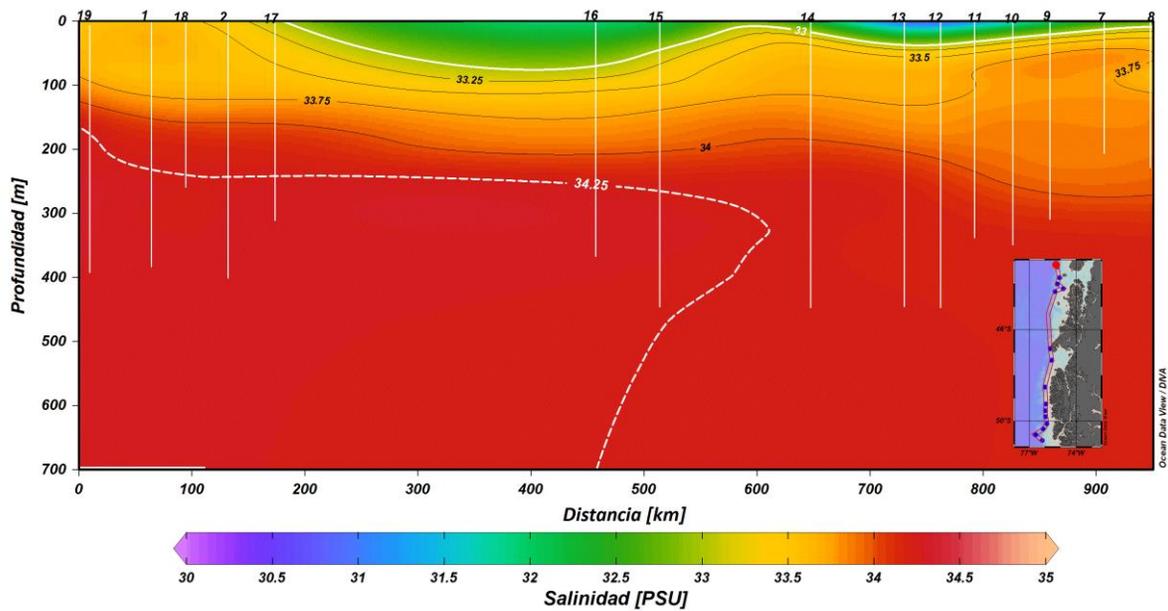


Figura 78. Secci3n latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2015.

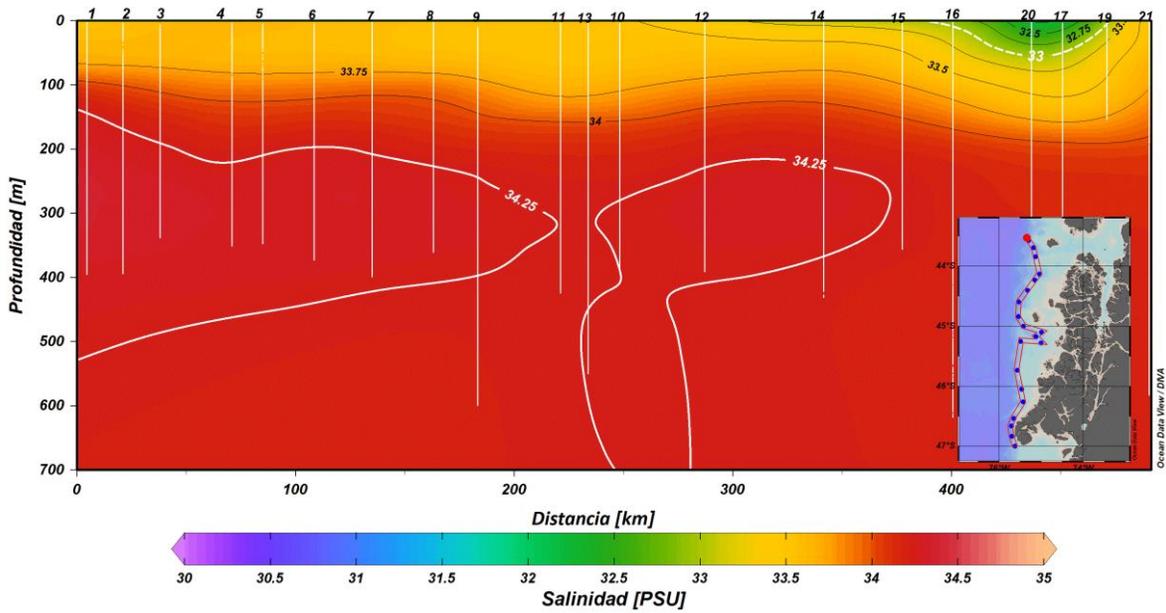


Figura 79. Secci3n latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2016.

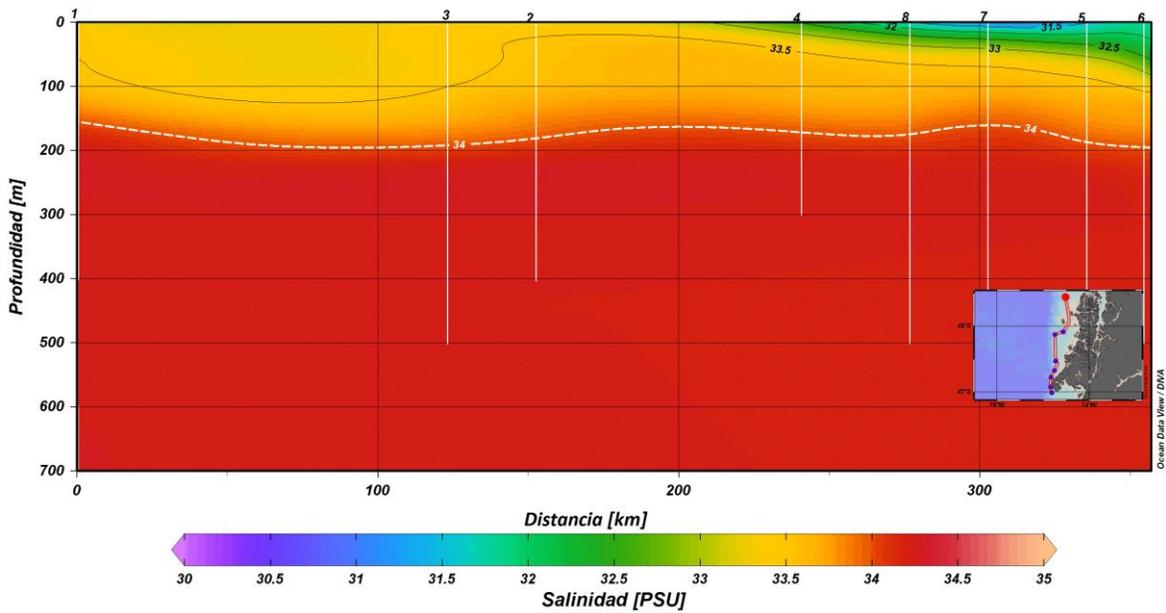


Figura 80. Secci3n latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2017.

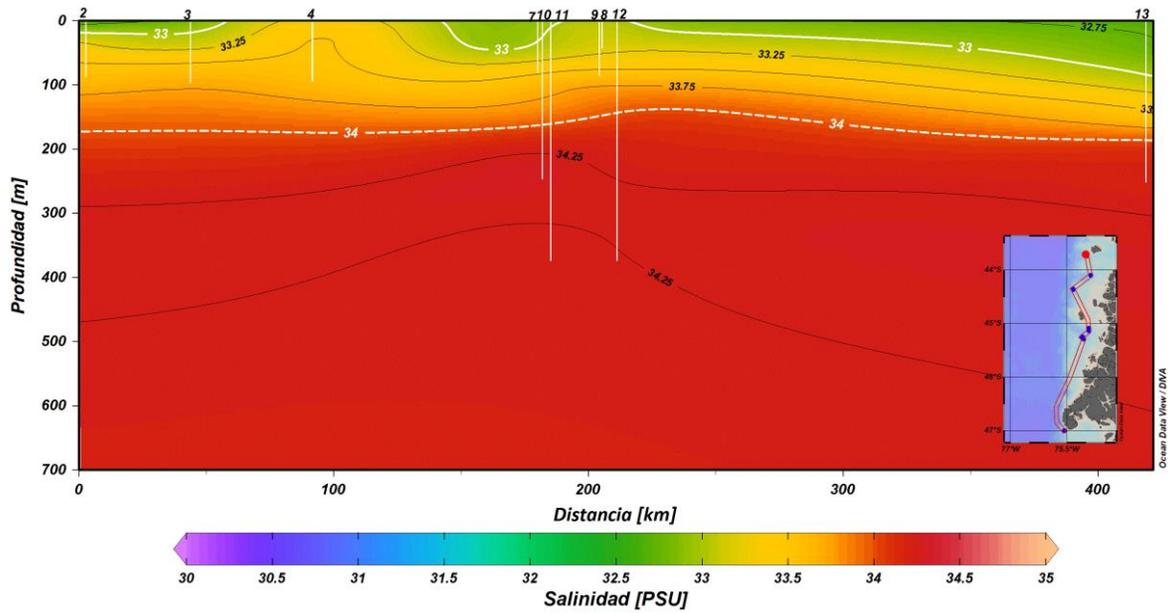


Figura 81. Secci3n latitudinal de salinidad de la columna de agua en (PSU), para el 2018.

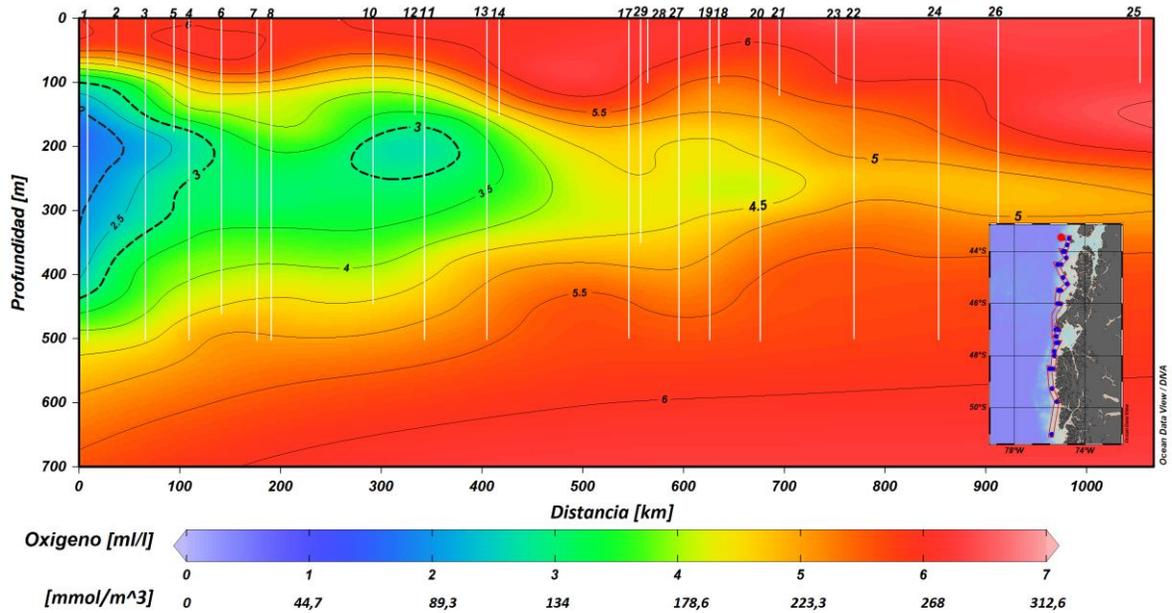


Figura 82. Secci3n latitudinal de concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2013.

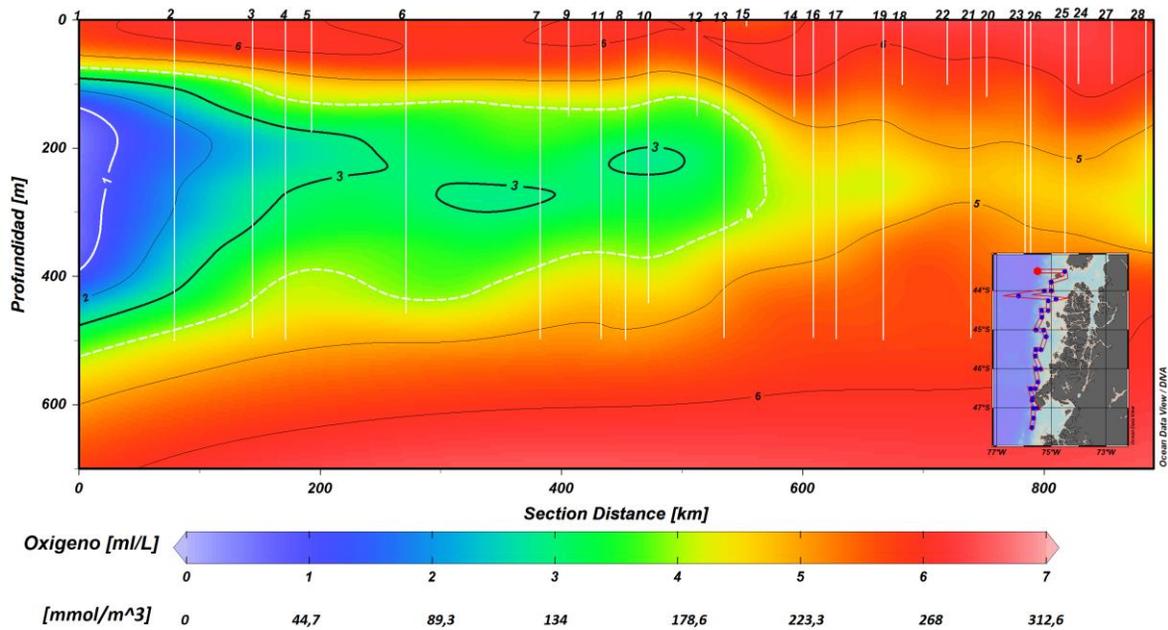


Figura 83. Secci3n latitudinal de concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2014.

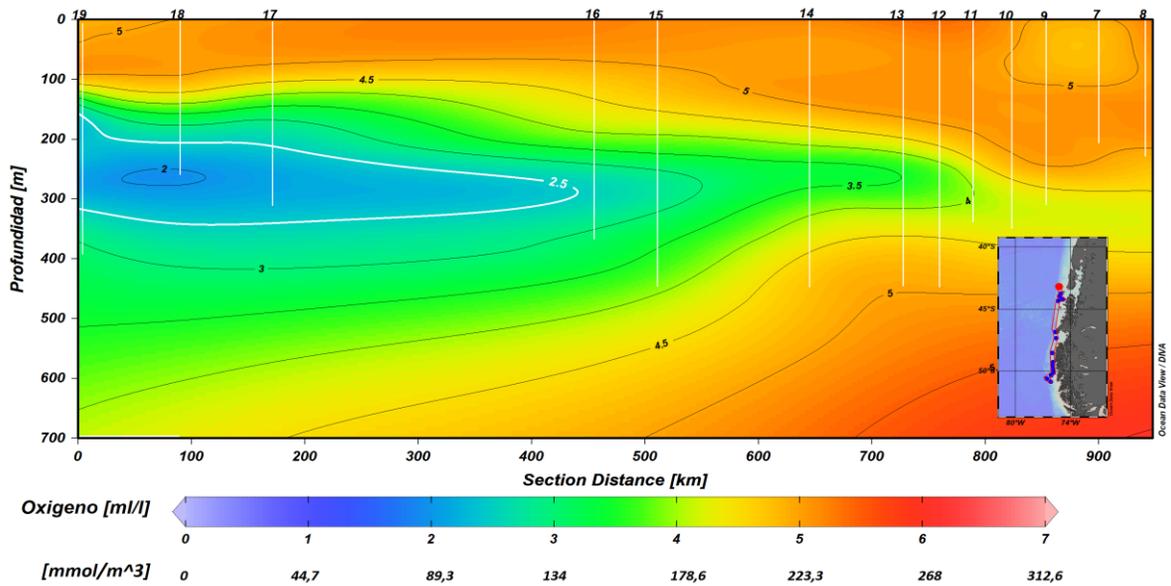


Figura 84. Secci3n latitudinal de concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2015.

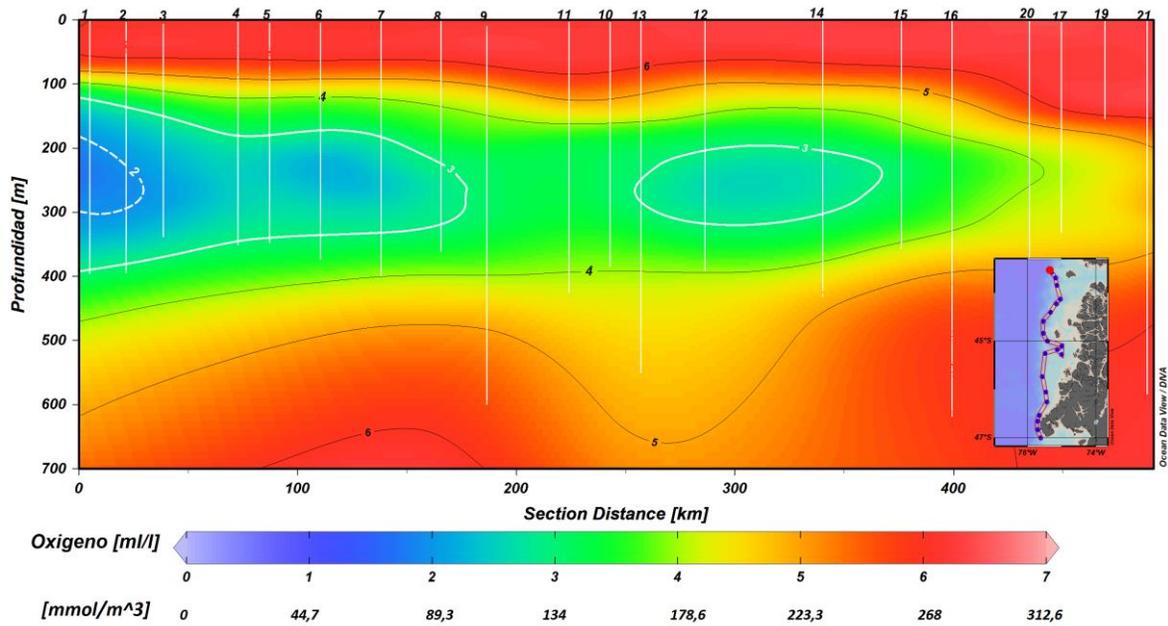


Figura 85. Secci3n latitudinal de concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2016.

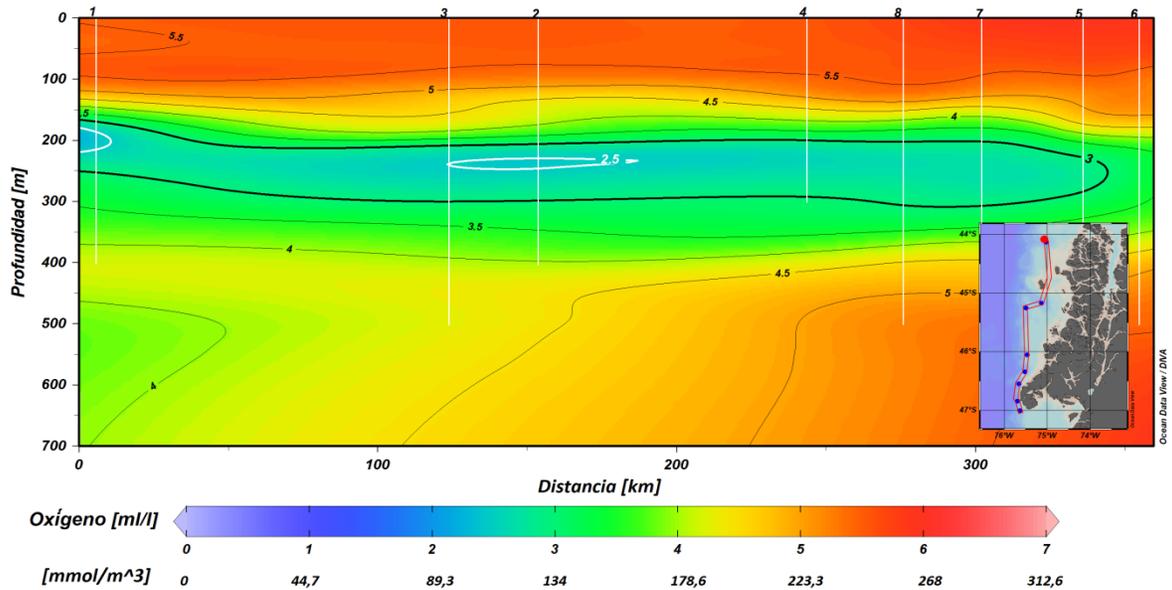


Figura 86. Secci3n latitudinal de concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2017.

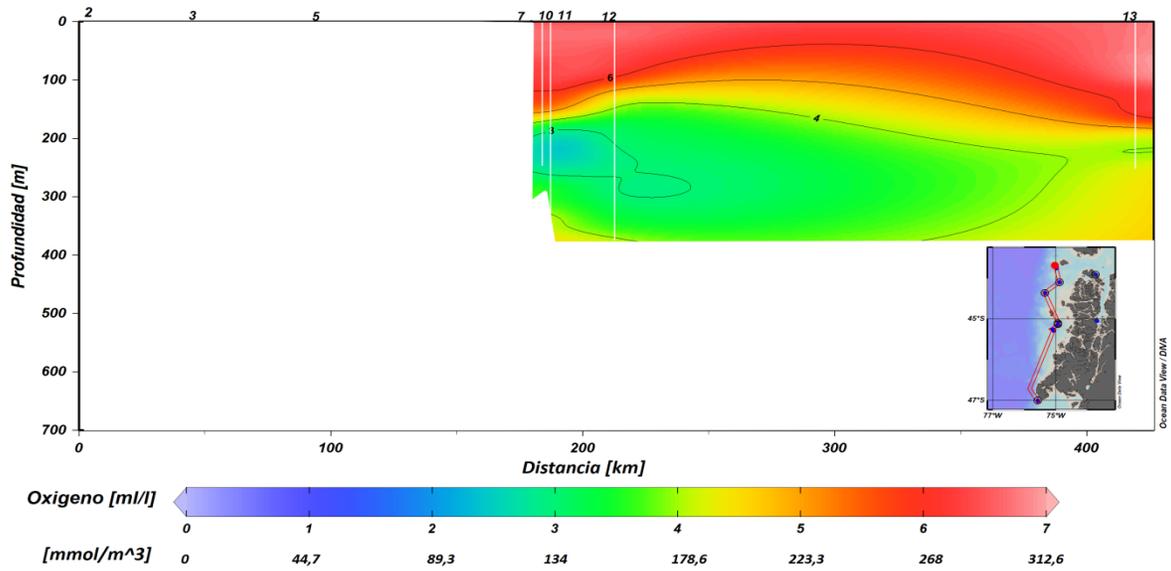


Figura 87. Secci3n latitudinal de concentraci3n de ox3geno disuelto (ml/l) de la columna de agua, para el 2018.

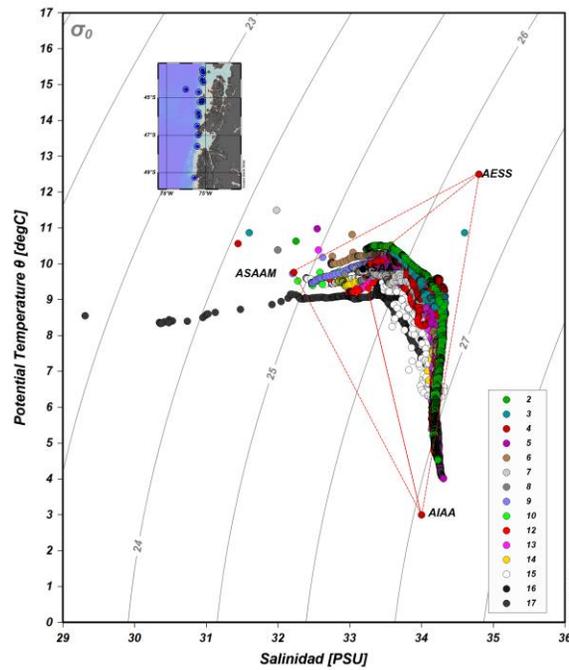


Figura 88. Diagrama T-S campaa 2019.

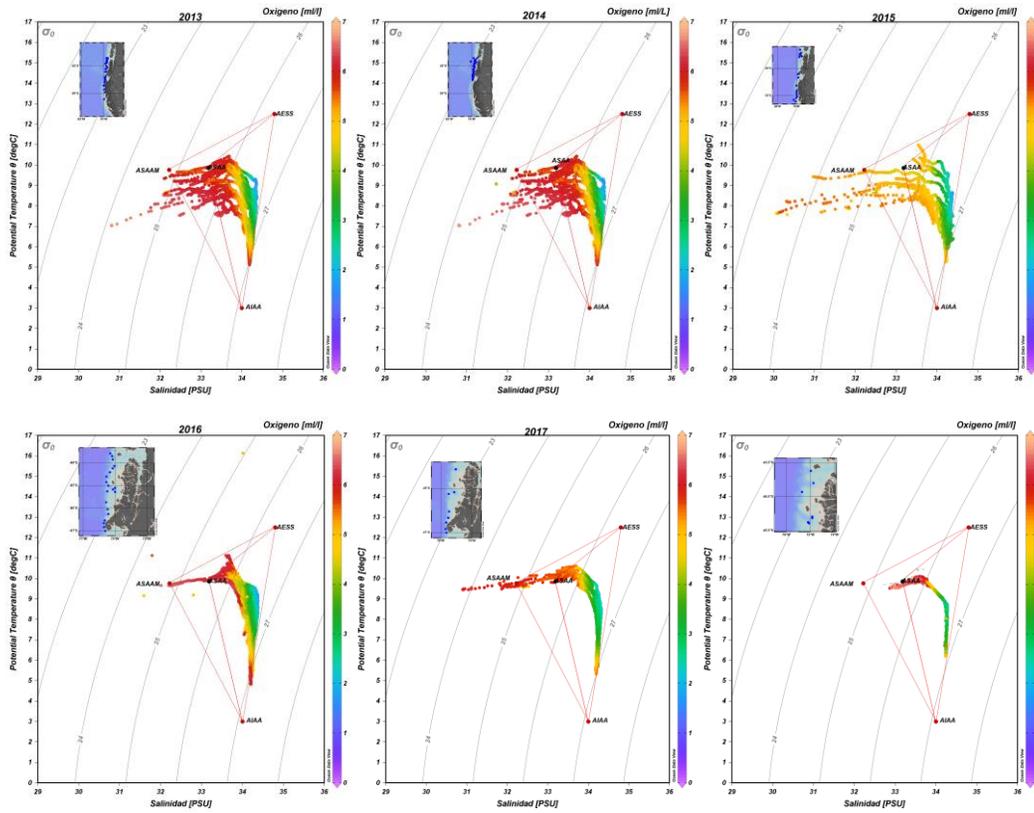
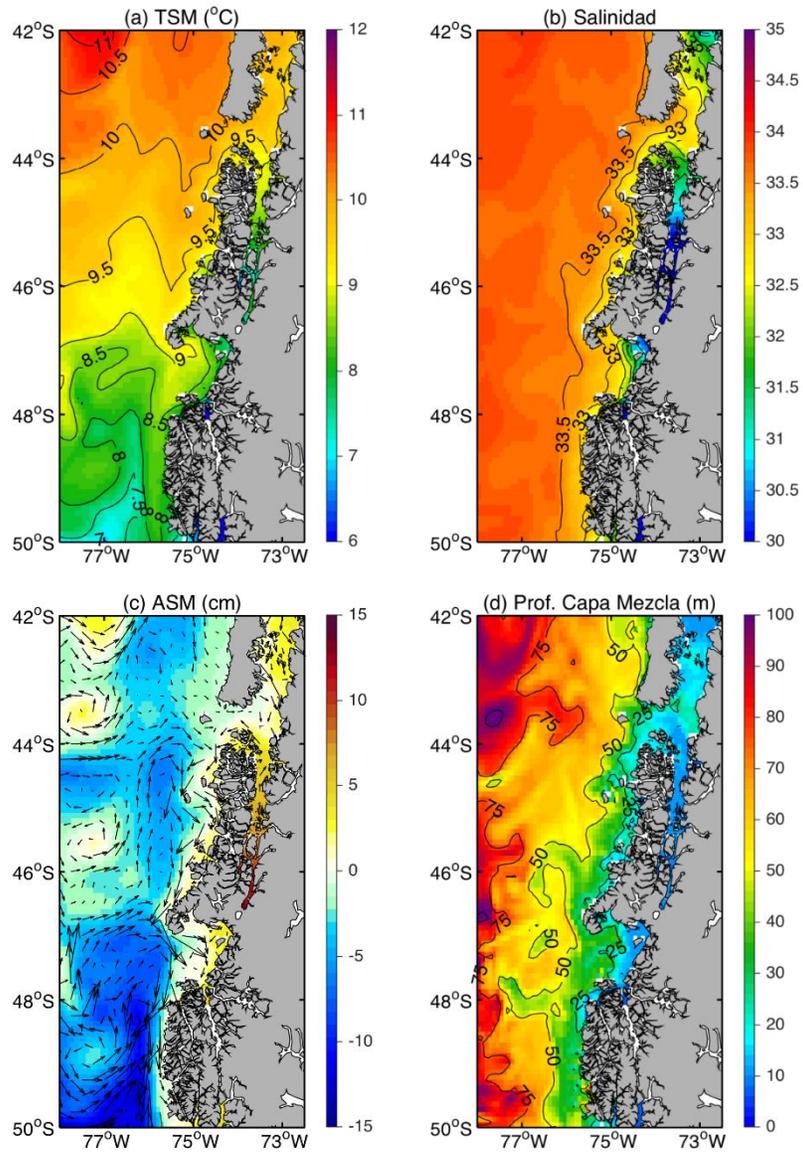
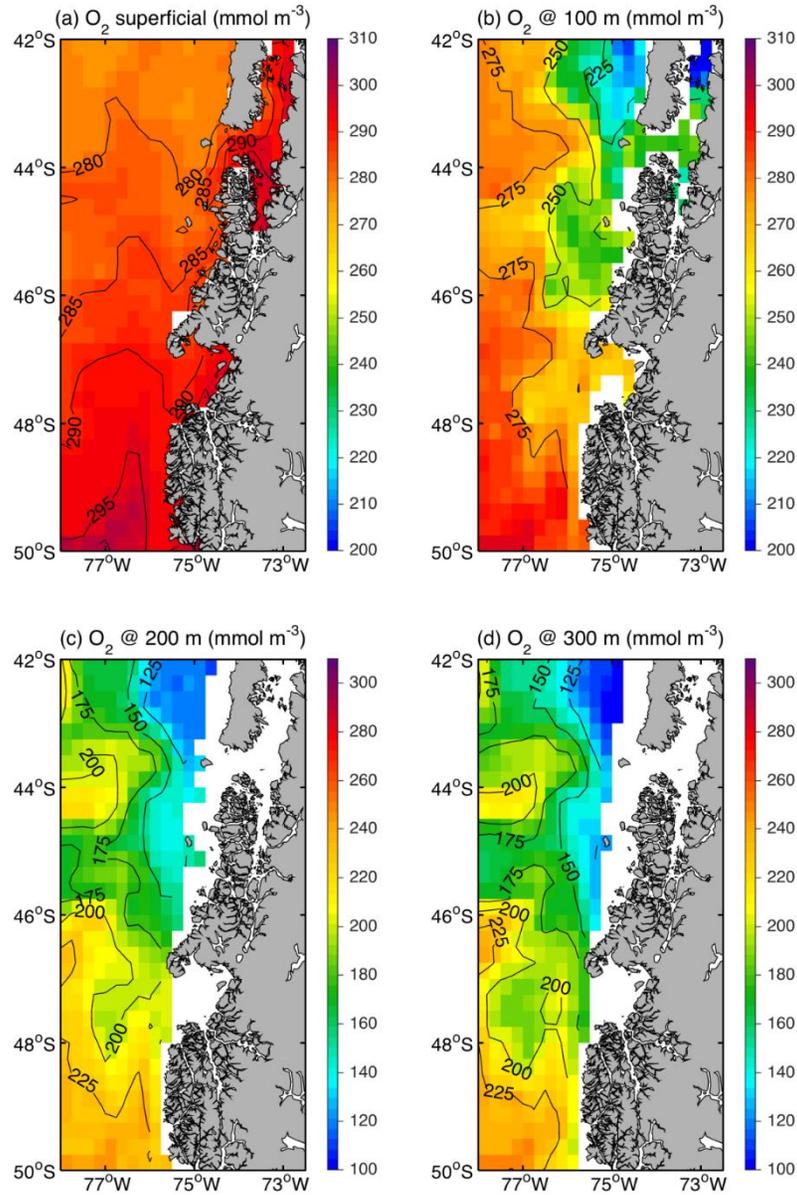


Figura 89. Diagramas T-S de las campa1as hist3ricas entre el 2013 y 2018.



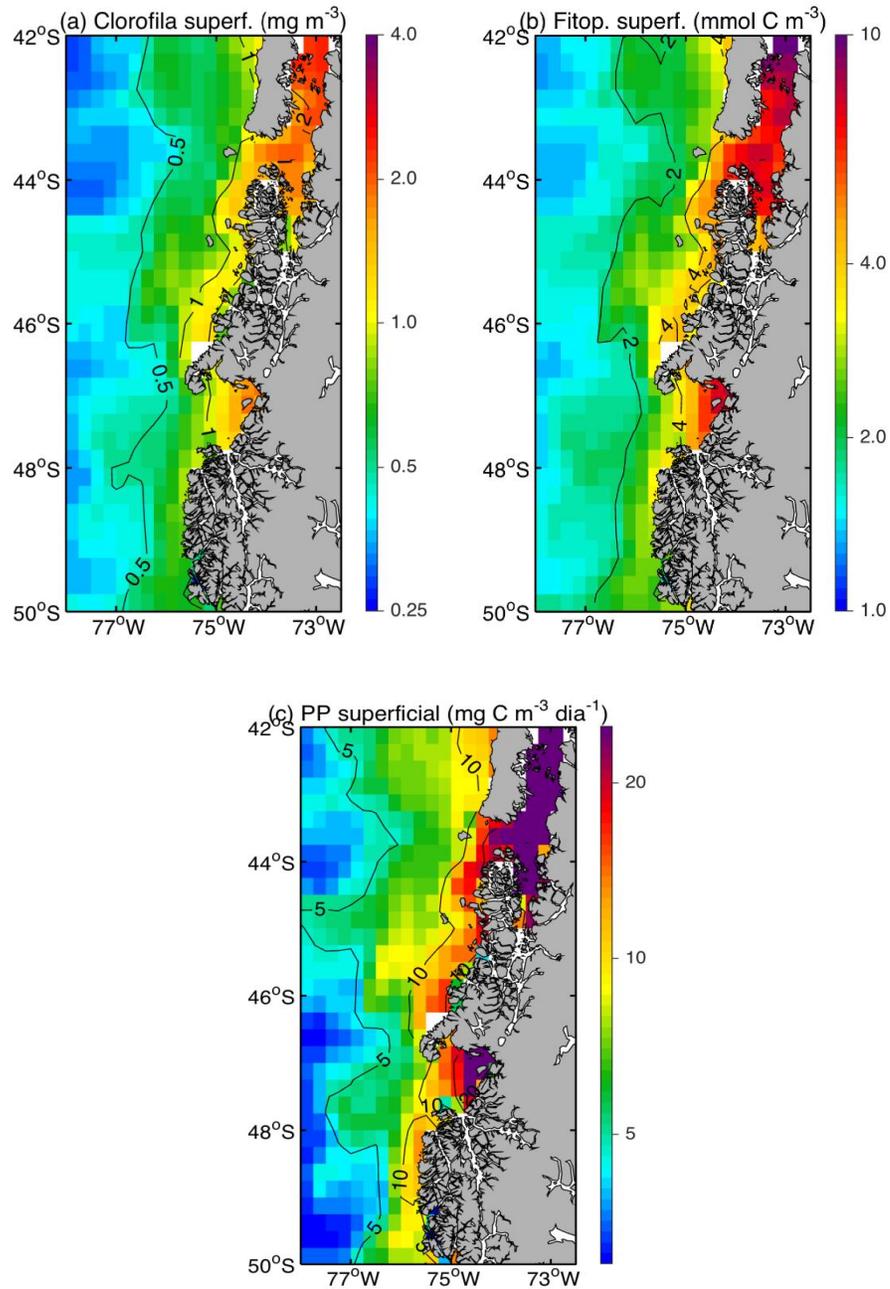
Fuente: GLOBAL ANALYSIS FORECAST PHY_001_024, E.U. Copernicus Marine Service Information.

Figura 90. 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 91. Distribución de oxígeno 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 92. 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

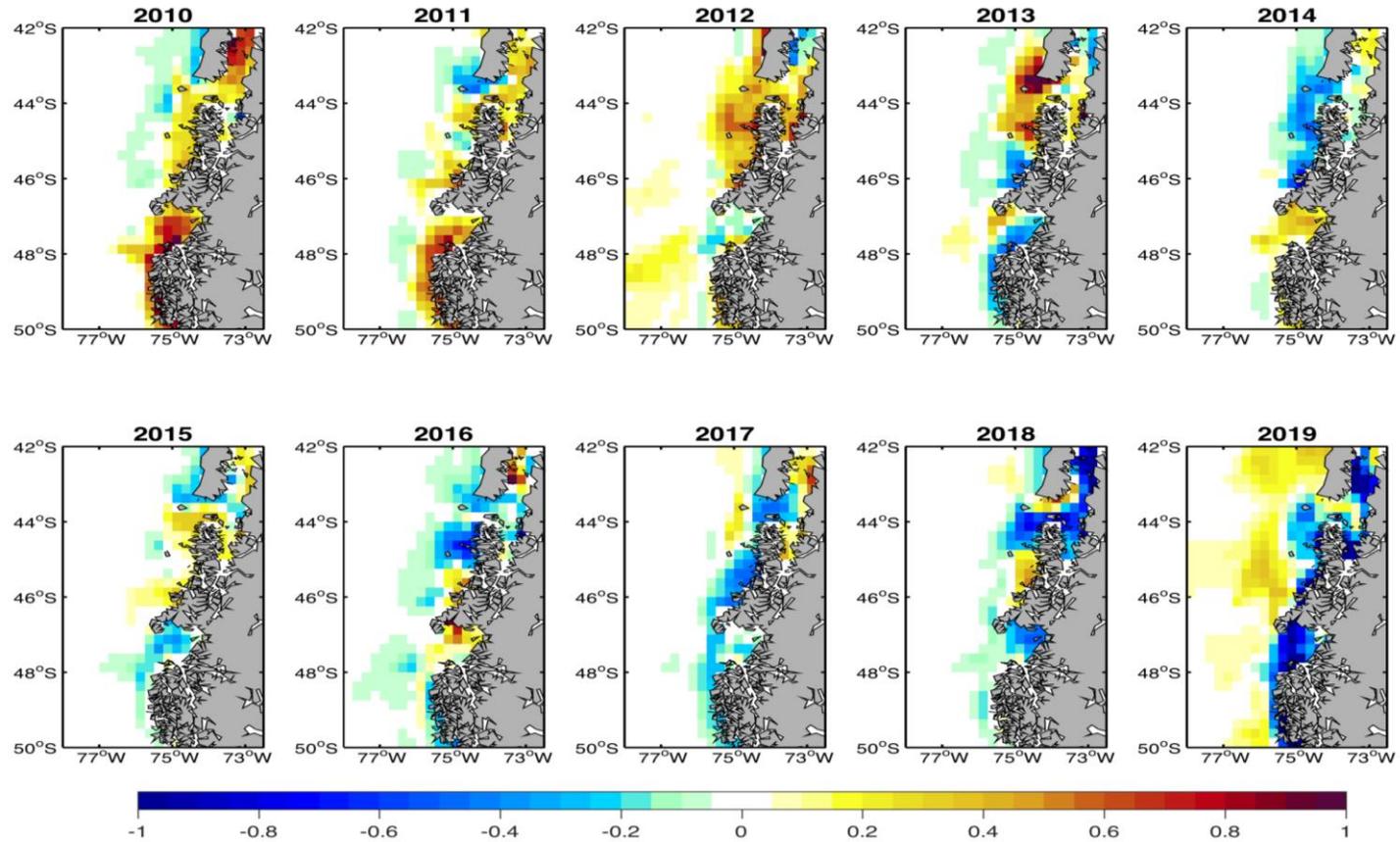


Figura 93. Anomalías de la clorofila superficial (mg/m^3) de Agosto durante el periodo 2010-2019.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

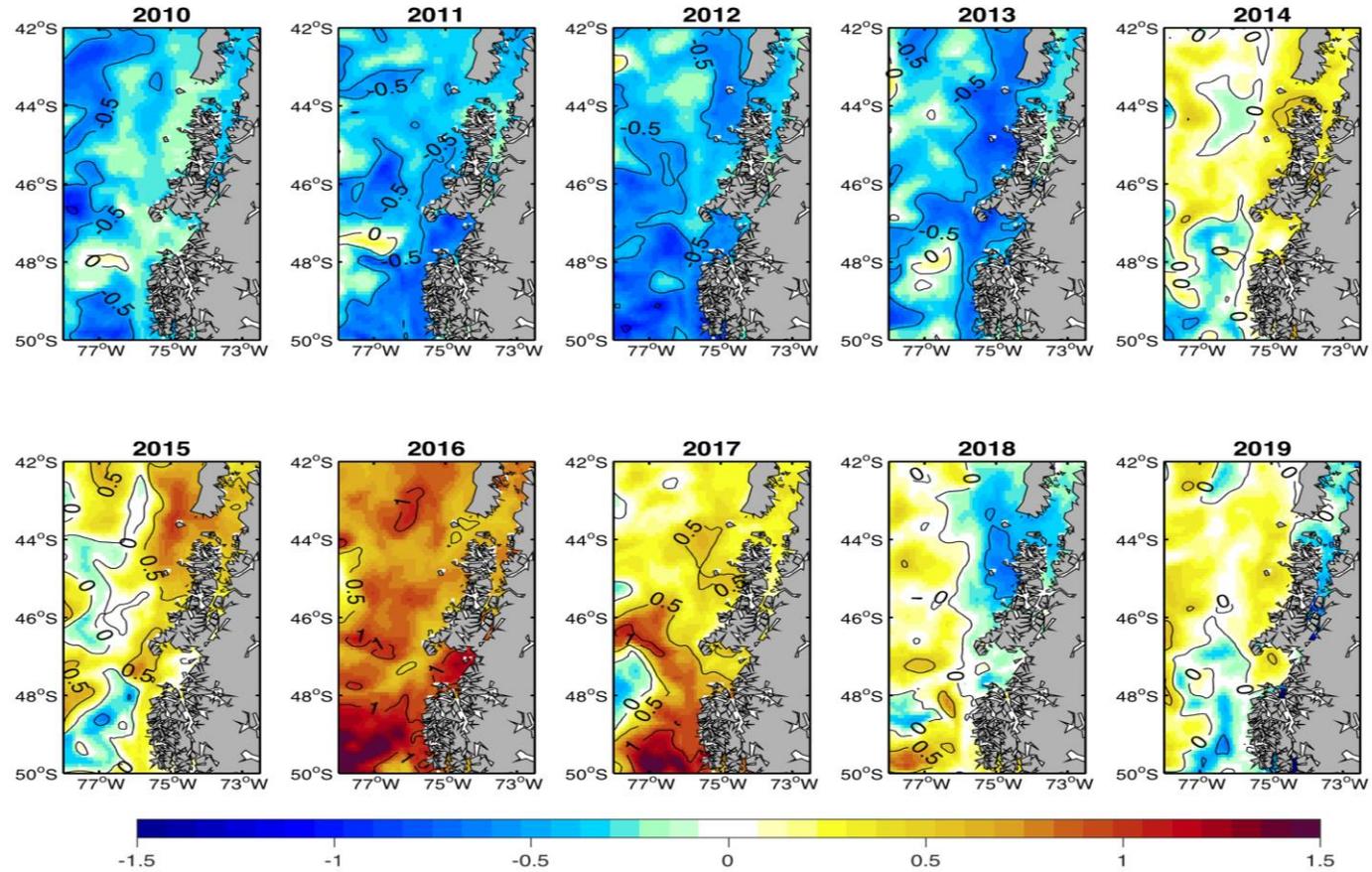


Figura 94. Anomalías de la TSM (°C) de Agosto durante el periodo 2010-2019.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

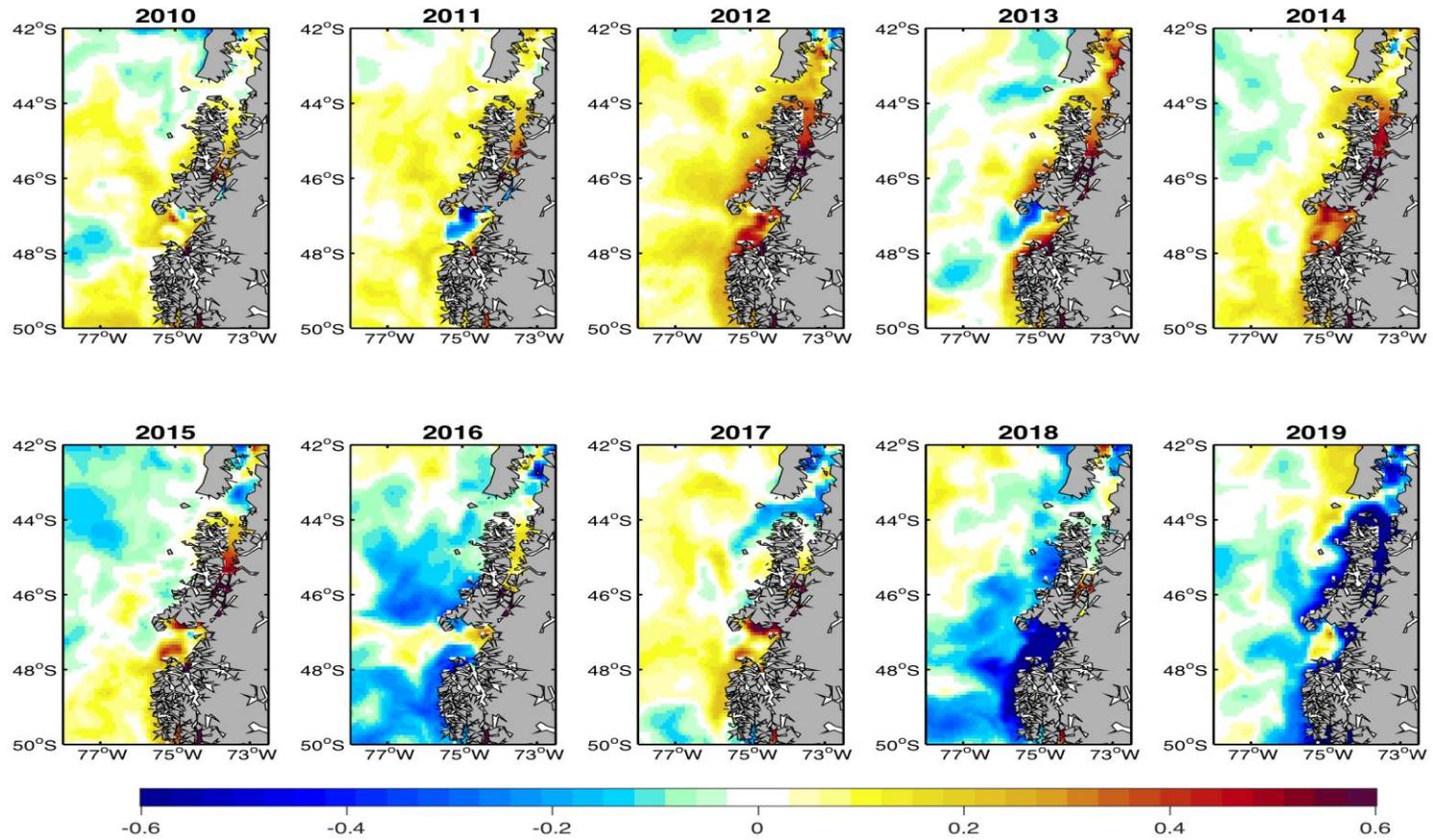


Figura 95. Anomalías de la salinidad superficial de Agosto durante el periodo 2010-2019.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

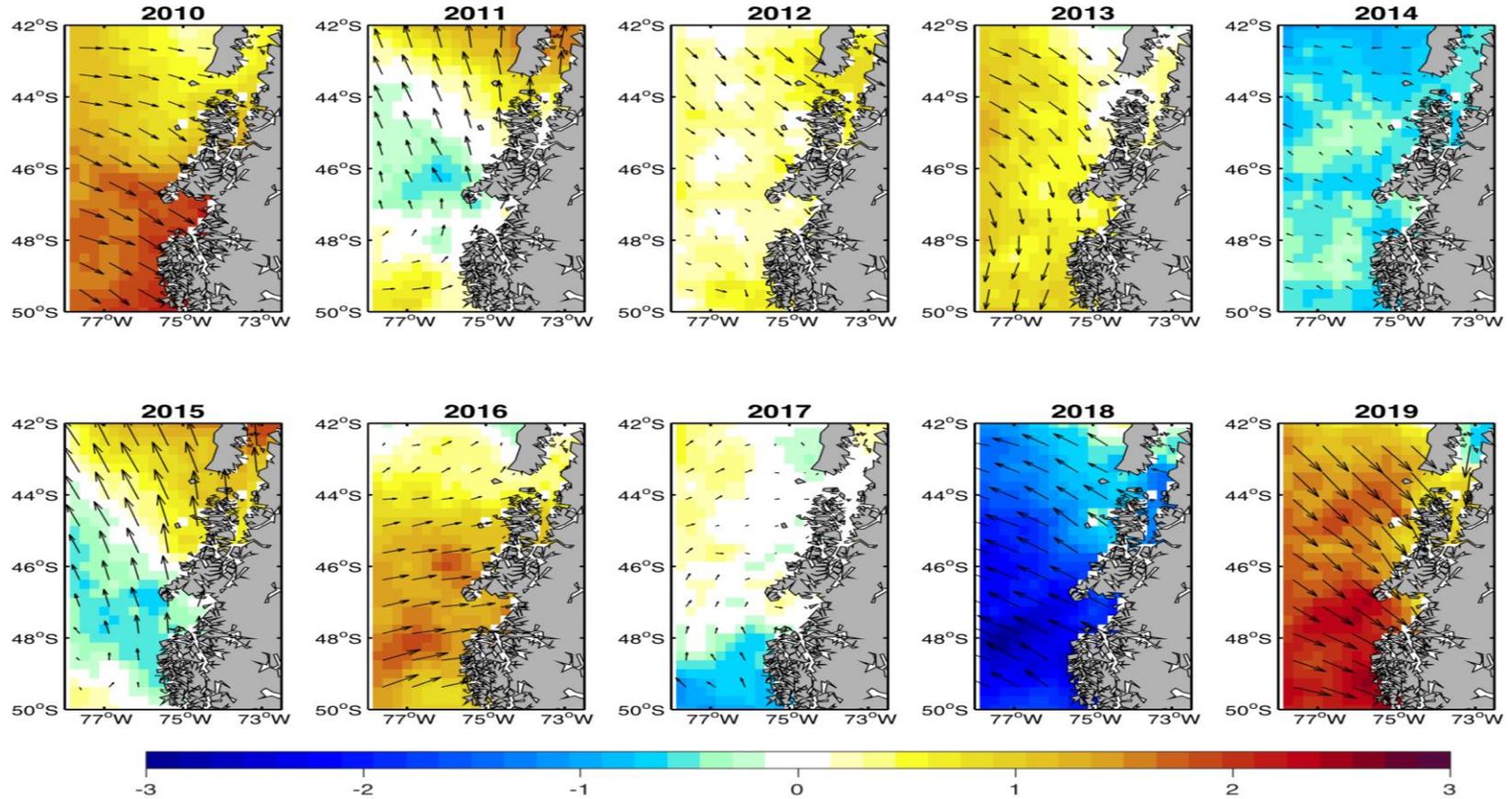


Figura 96. Anomalías del viento (m s⁻¹) de Agosto durante el periodo 2010-2019.

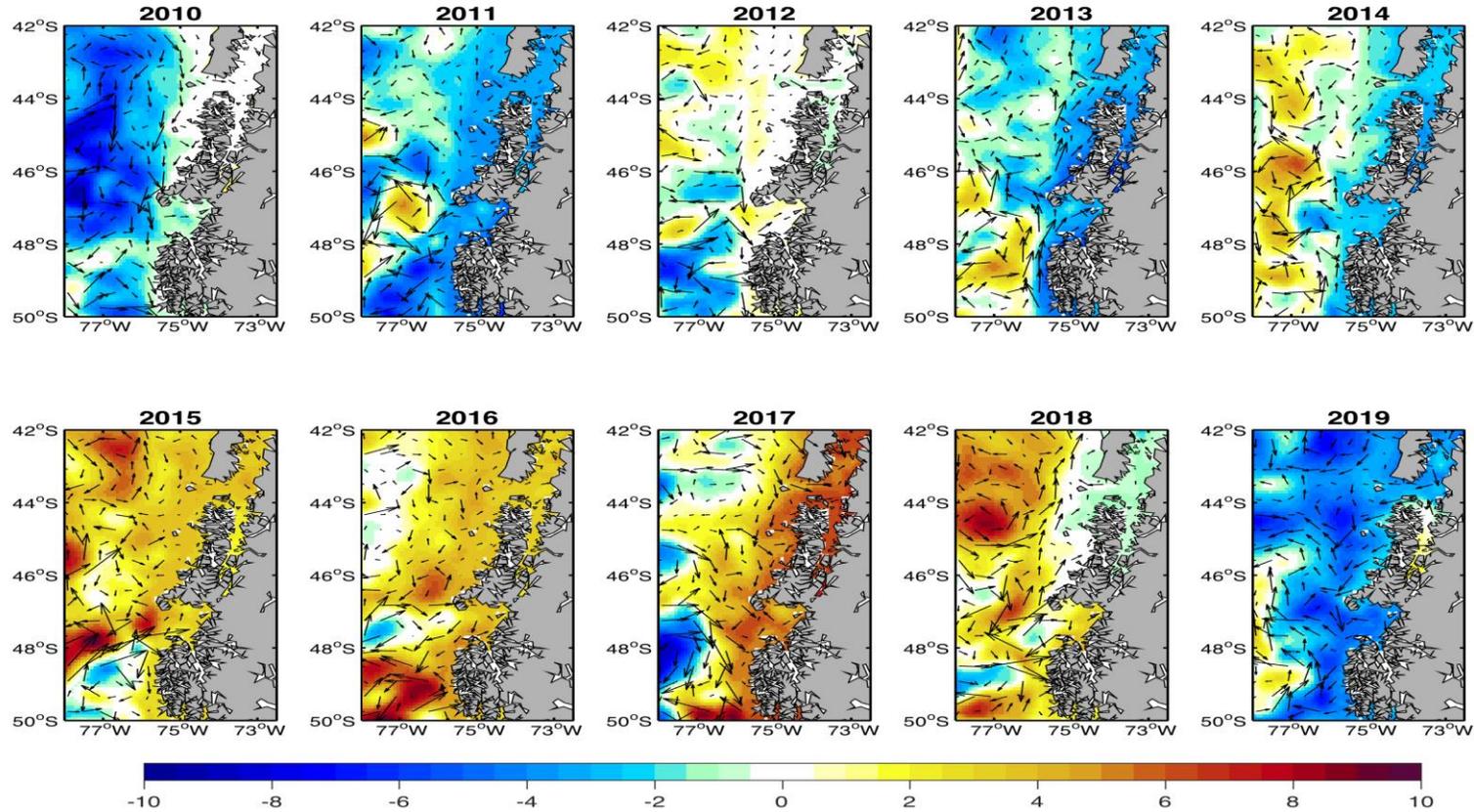


Figura 97. Anomalías de la altura superficial del mar (cm) de Agosto durante el periodo 2010-2019. Vectores indican anomalías de las corrientes superficiales.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

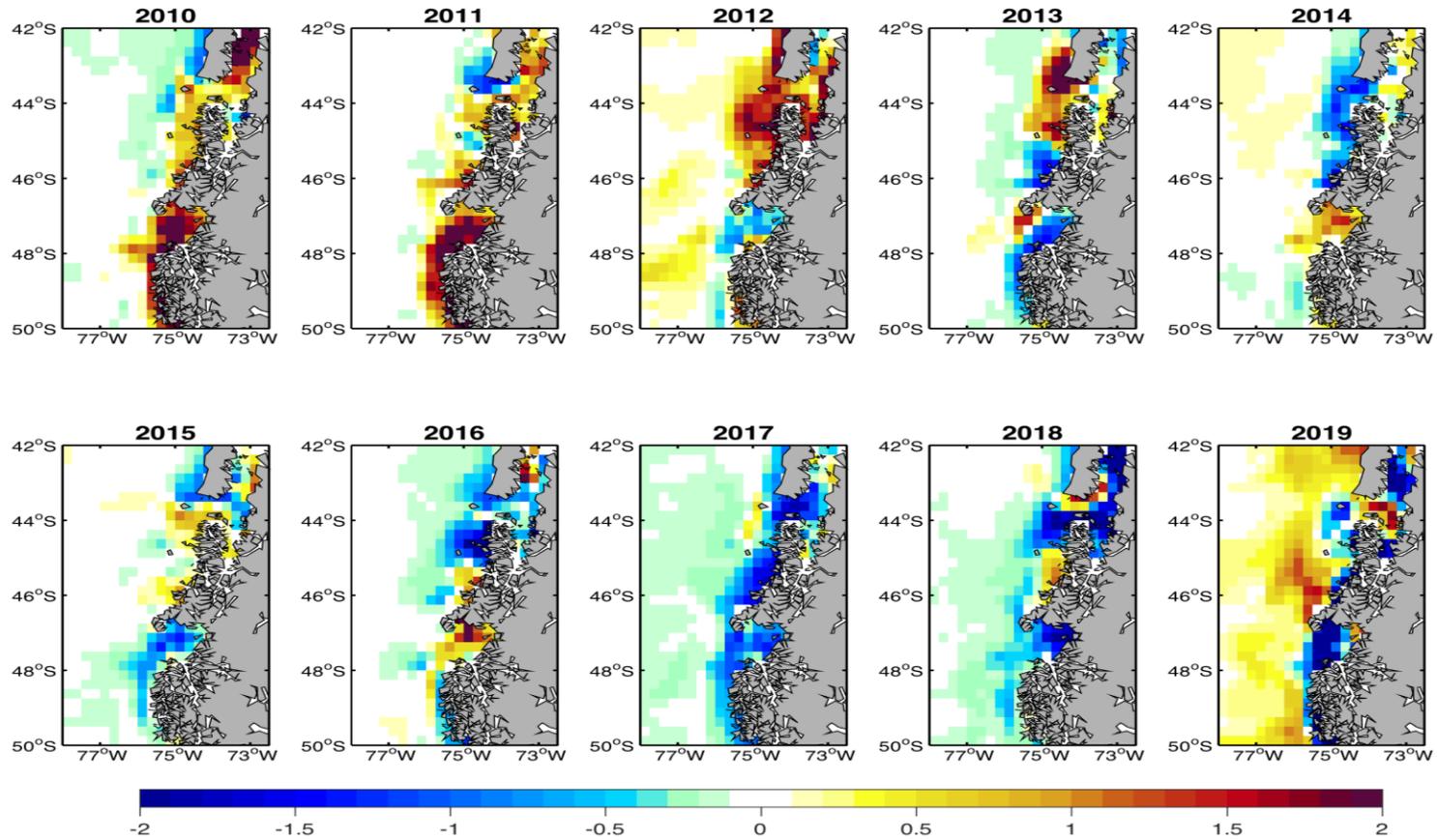


Figura 98. Anomalías de la concentración de fitoplancton superficial (mmol C m^{-3}) de Agosto durante el periodo 2010-2019.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

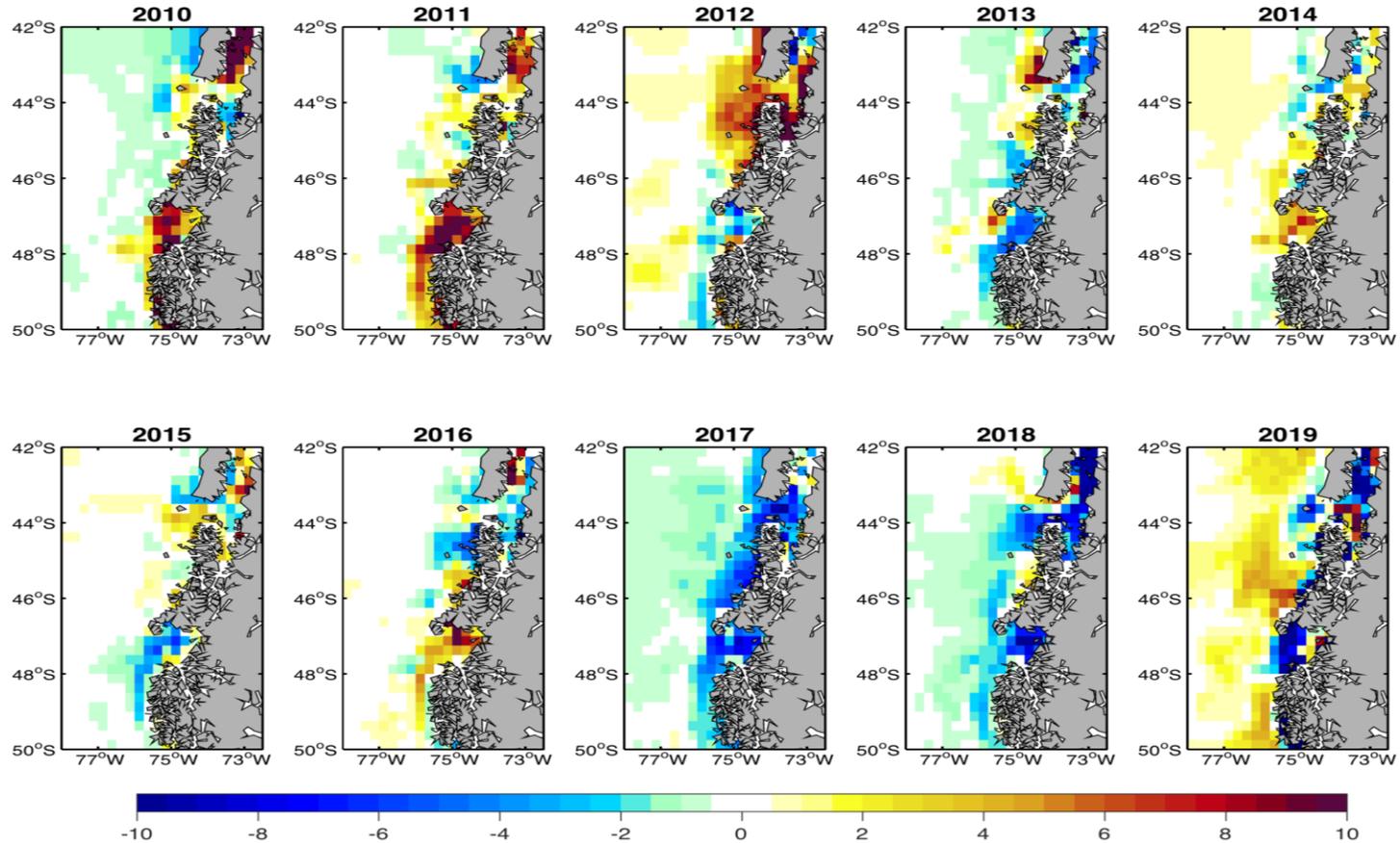


Figura 99. Anomalías de la producción primaria superficial ($\text{mg C m}^{-3} \text{ dia}^{-1}$) de Agosto durante el periodo 2010-2019.

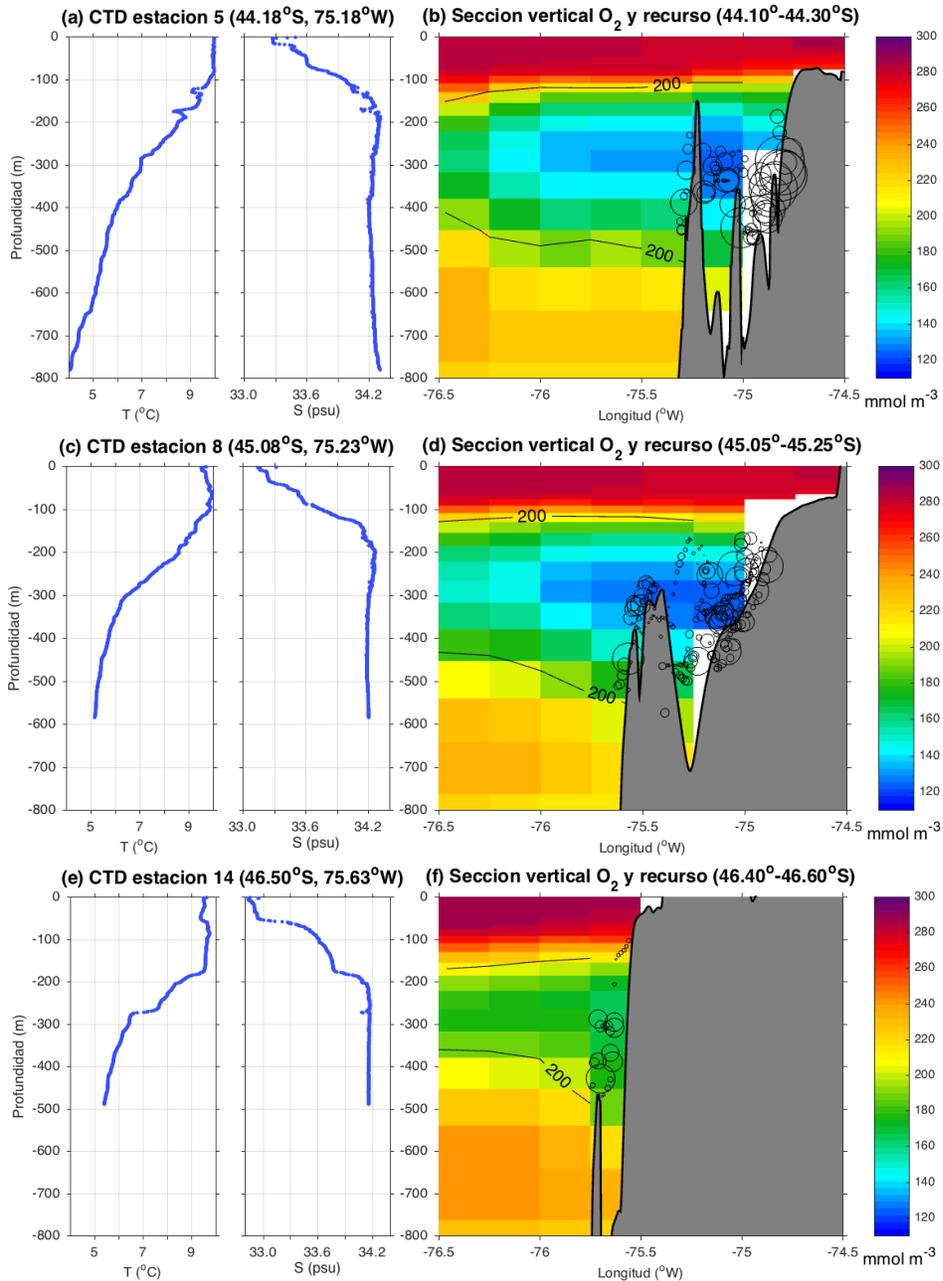


Figura 100. Perfiles verticales de temperatura (T , °C) y salinidad (S , psu), y secciones de oxígeno disuelto ($\mu\text{mol m}^{-3}$) con SA de merluza de cola (círculos negros, tamaño proporcional al S_a) a diferentes rangos latitudinales durante agosto del 2019. Patrones de oxígeno disuelto fueron derivado del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product.

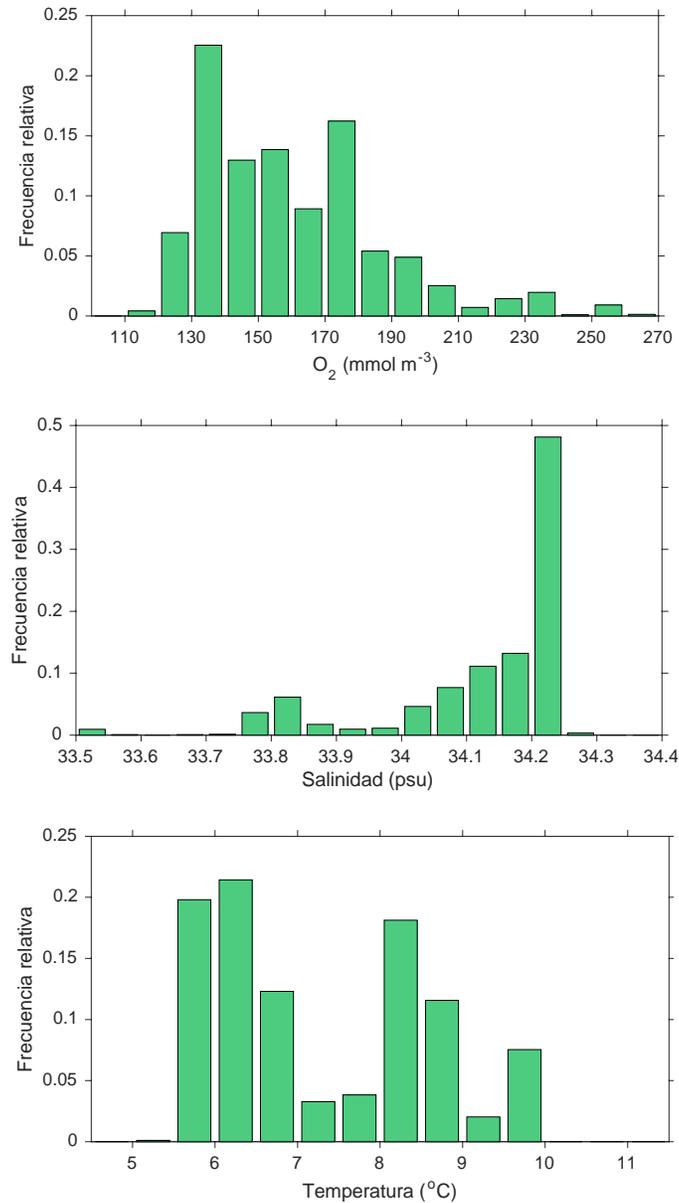


Figura 101. Histograma de frecuencia de oxígeno disuelto (O_2), salinidad y temperatura a la profundidad media de las agregaciones de merluza de cola entre 43°S y 47°S durante prospección 2019. Las distribuciones de frecuencia fueron ponderada por el Sa. Valores de O_2 fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product. Valores de salinidad y temperatura fueron derivados de HYCOM + NCODA Global $1/12^{\circ}$.

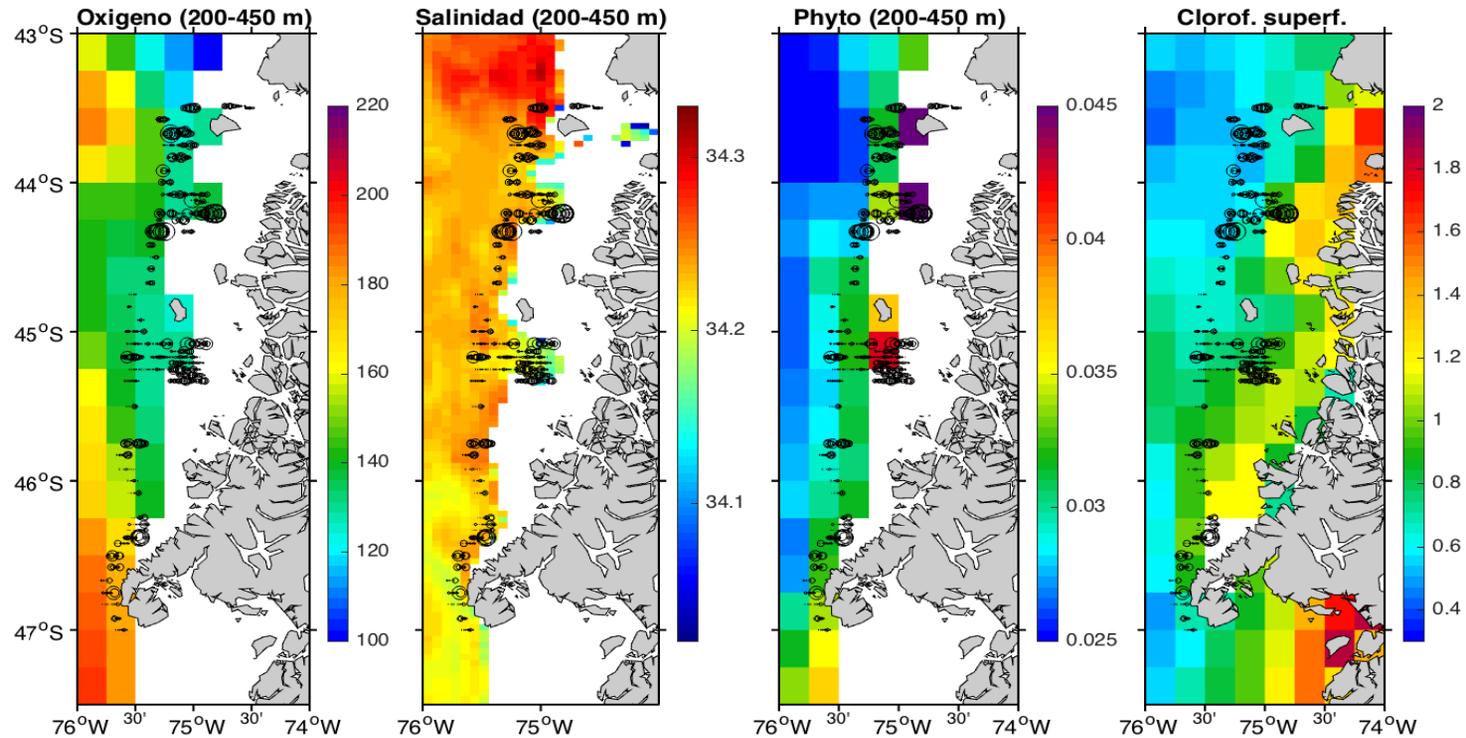


Figura 102. Patrones horizontales de oxígeno, salinidad y fitoplancton subsuperficial (200-450 m) y clorofila superficial y distribución del Sa de merluza de cola durante crucero 2019. Patrones de O₂, fitoplancton y clorofila fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product. Patrones de salinidad fueron derivados de HYCOM + NCODA Global 1/12°.

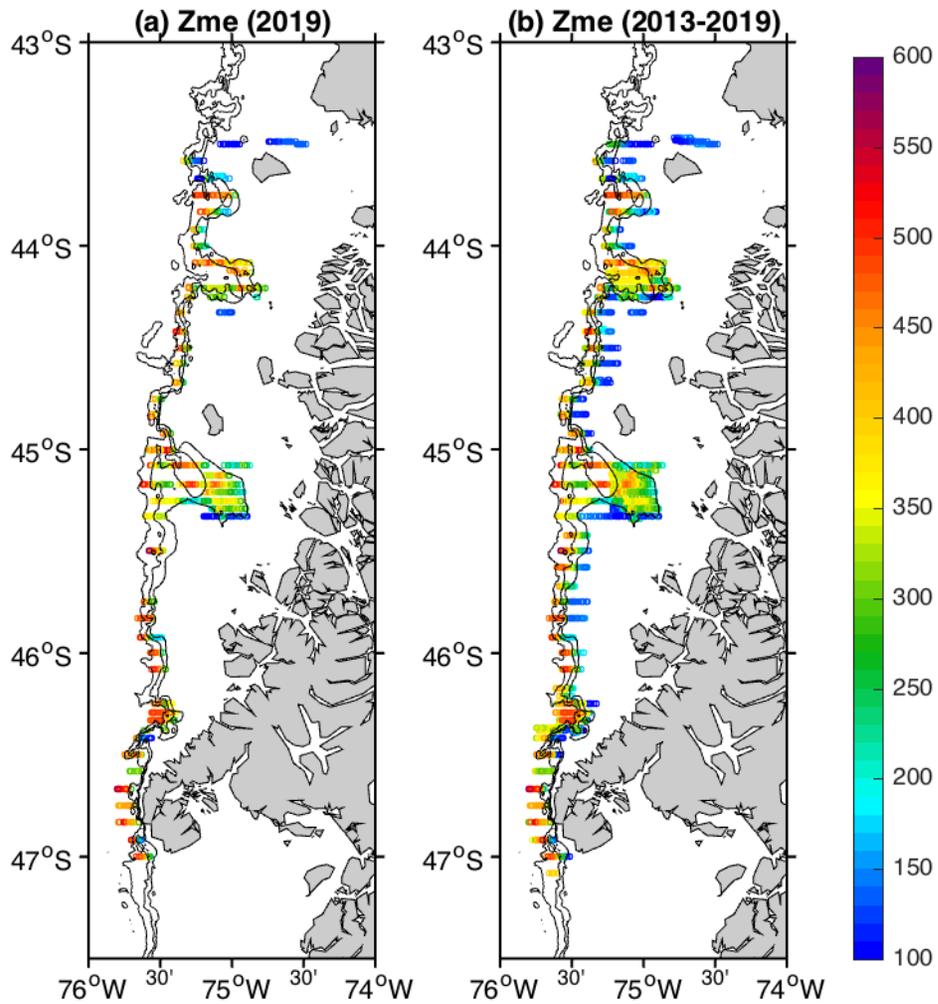


Figura 103. Profundidad media de las agregaciones (Zme) durante prospección del (a) 2019 y (b) periodo 2013-2019. Líneas de contornos corresponden a las isobatas de 250, 500 y 1,000 m. Batimetría fue obtenida de la base de datos GEBCO_2019 (<https://www.gebco.net>).

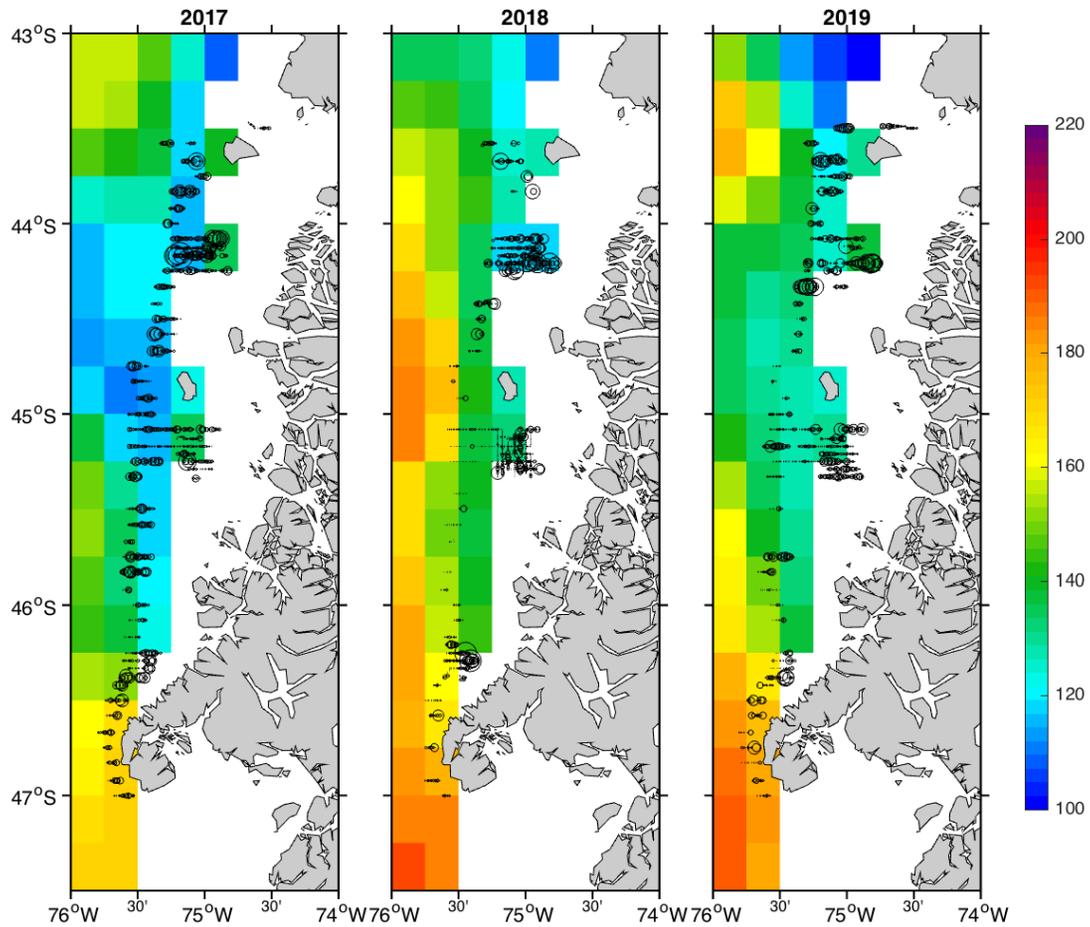


Figura 104. Oxígeno disuelto subsuperficial (200-450 m; color) y distribución de merluza de cola (círculos negros, tamaño proporcional al Sa) durante prospecciones del periodo 2017-2019. Patrones de oxígeno fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product.

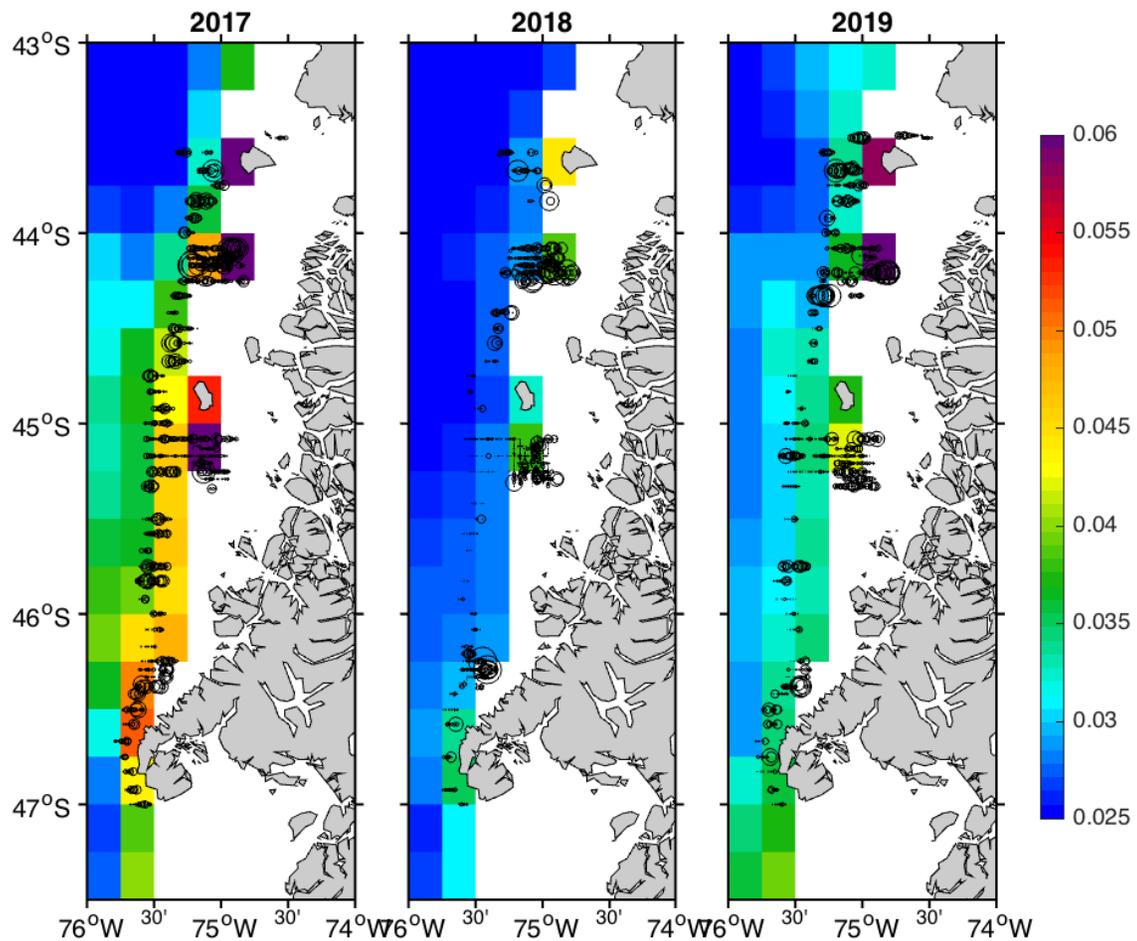


Figura 105. Fitoplancton subsuperficial (200-450 m; color) y distribución de merluza de cola (círculos negros, tamaño proporcional al Sa) durante prospecciones del periodo 2017-2019. Patrones de fitoplancton fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product.

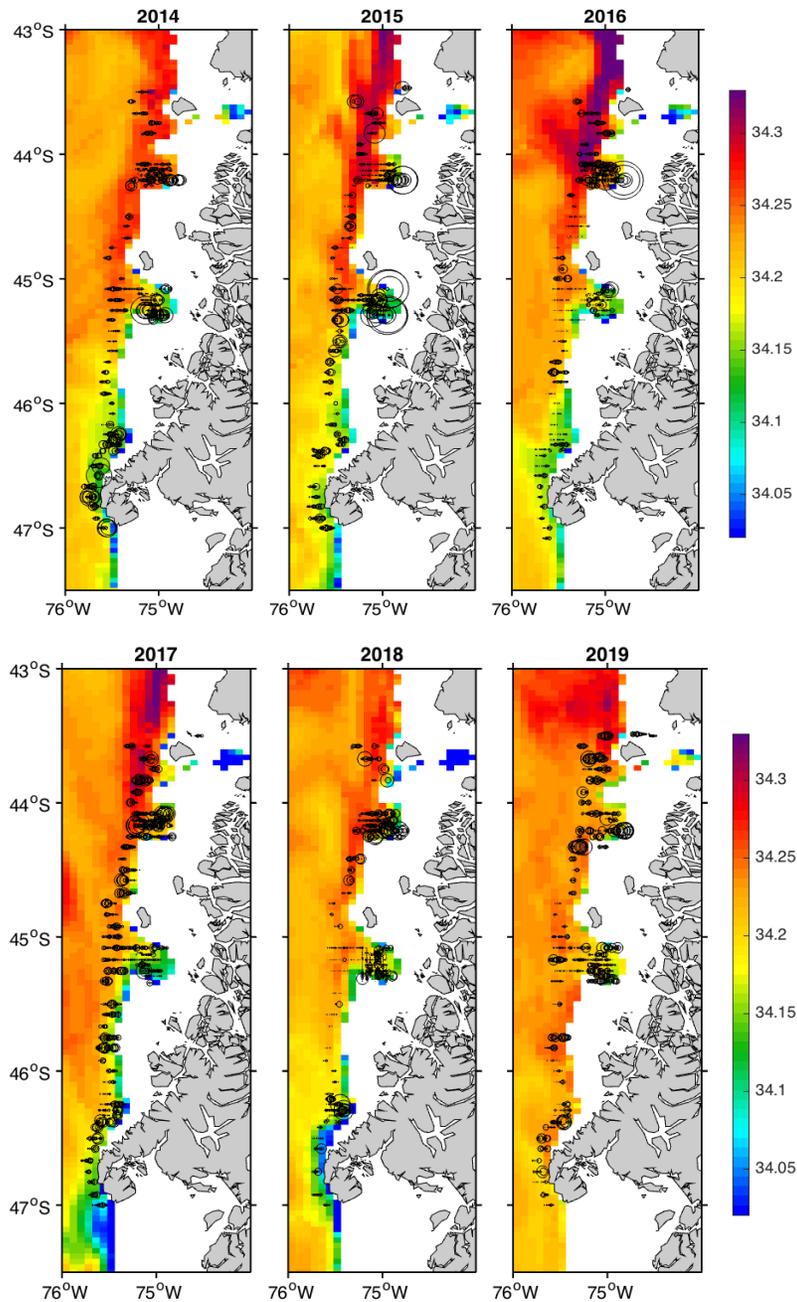


Figura 106. Salinidad subsuperficial (200-450 m; color) y distribución de merluza de cola (círculos negros, tamaño proporcional al S_a) durante prospecciones del periodo 2014-2019. Patrones de salinidad fueron derivados de HYCOM + NCODA Global 1/12°.

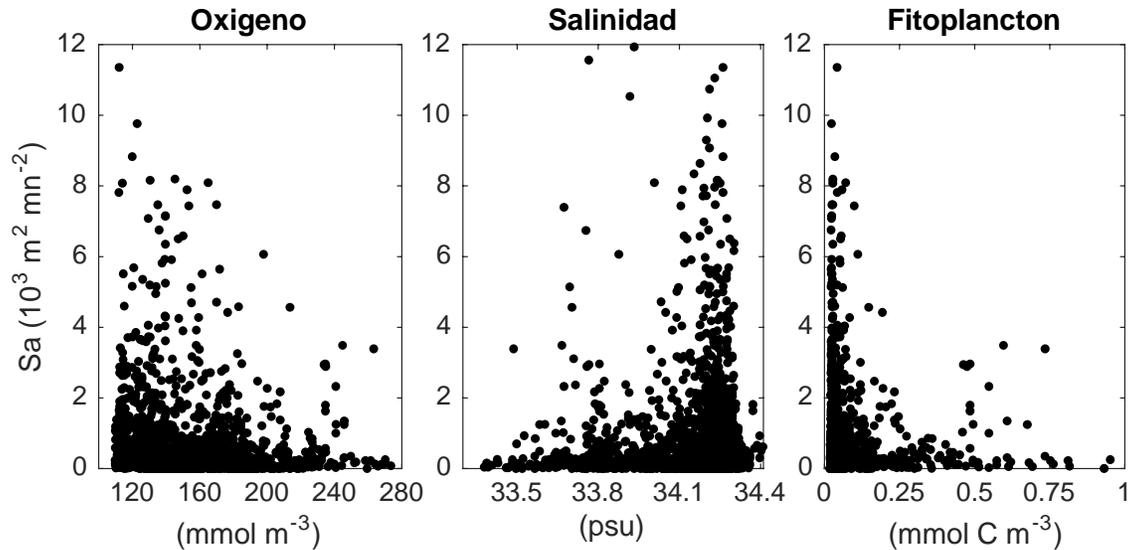


Figura 107. Relaciones históricas del Sa de merluza de cola con la salinidad (2014-2019), oxígeno (2017-2019) y fitoplancton (2017-2019) a la profundidad media de las agregaciones. Valores de oxígeno y fitoplancton fueron derivado del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product. Salinidad fue derivada de HYCOM + NCODA Global 1/12°.

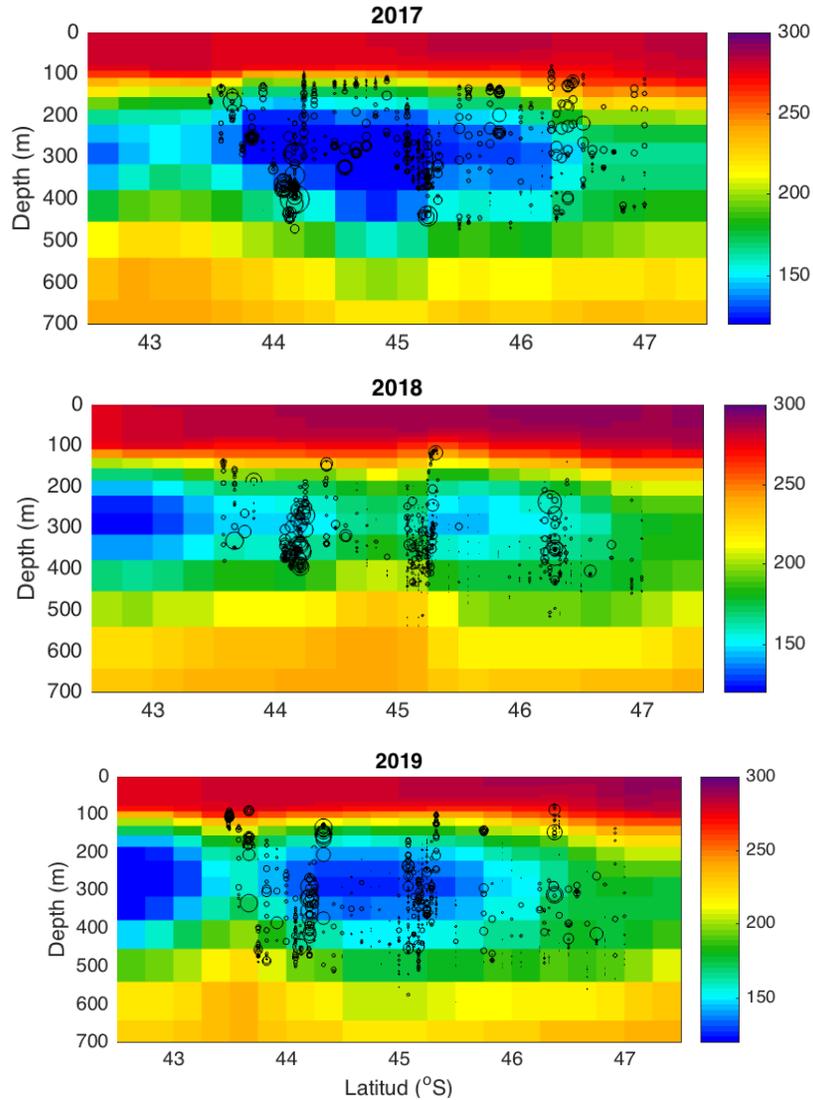


Figura 108. Secciones vertical de oxígeno disuelto del modelo biogeoquímico en 75.75°W y distribución vertical de merluza de sur (círculos negros; tamaño proporcional al Sa; se incluyen todos los registros del crucero) durante las prospecciones de 2017, 2018 y 2019. Patrones de oxígeno fueron derivados del Global and Biogeochemical Analysis and Forecast Product.

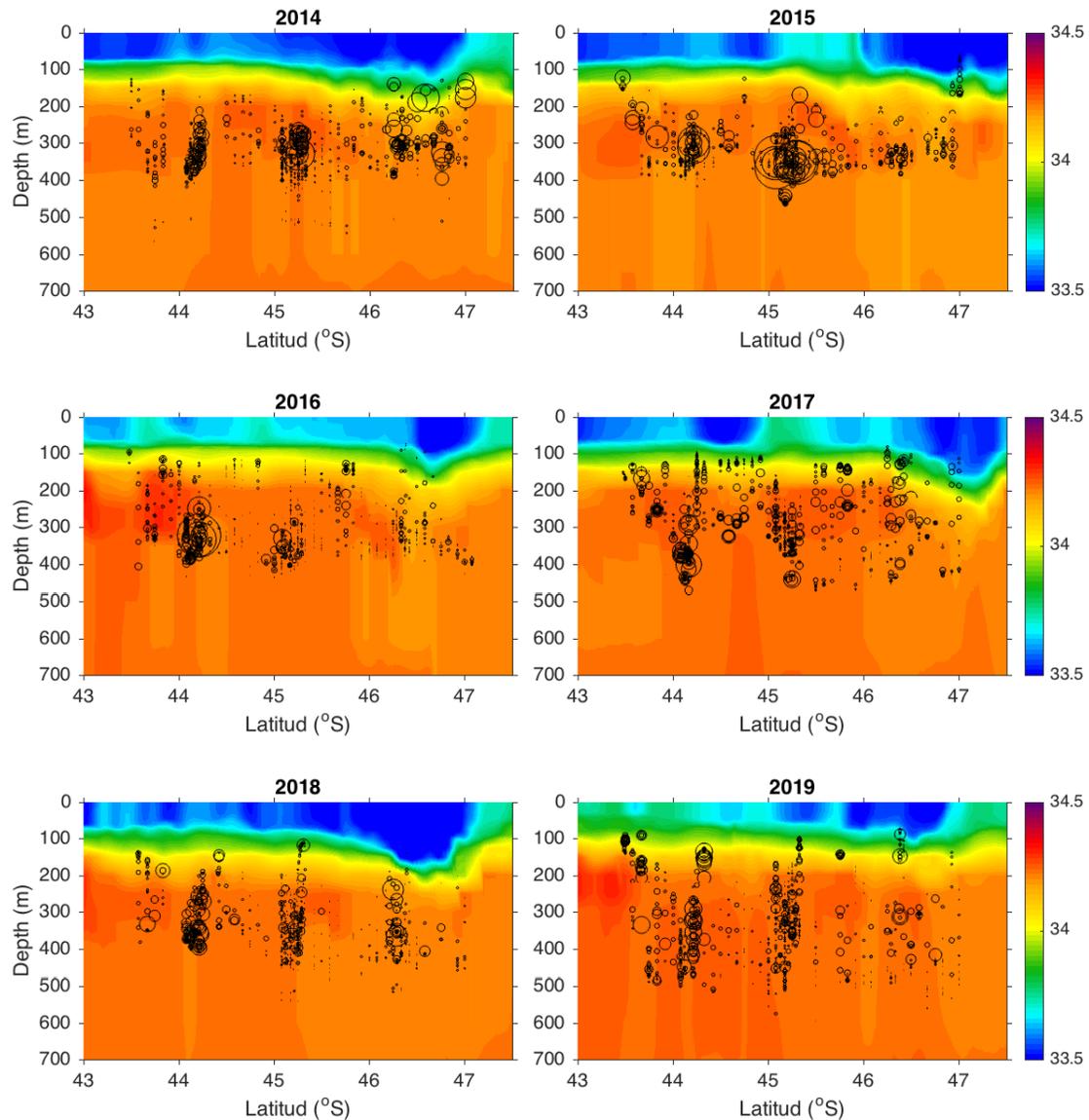


Figura 109. Secciones vertical de salinidad en 75.75°W y distribuci3n vertical de merluza de cola (c3rculos negros; tama1o proporcional al Sa; se incluyen todos los registros del crucero) durante las prospecciones de 2014-2019.

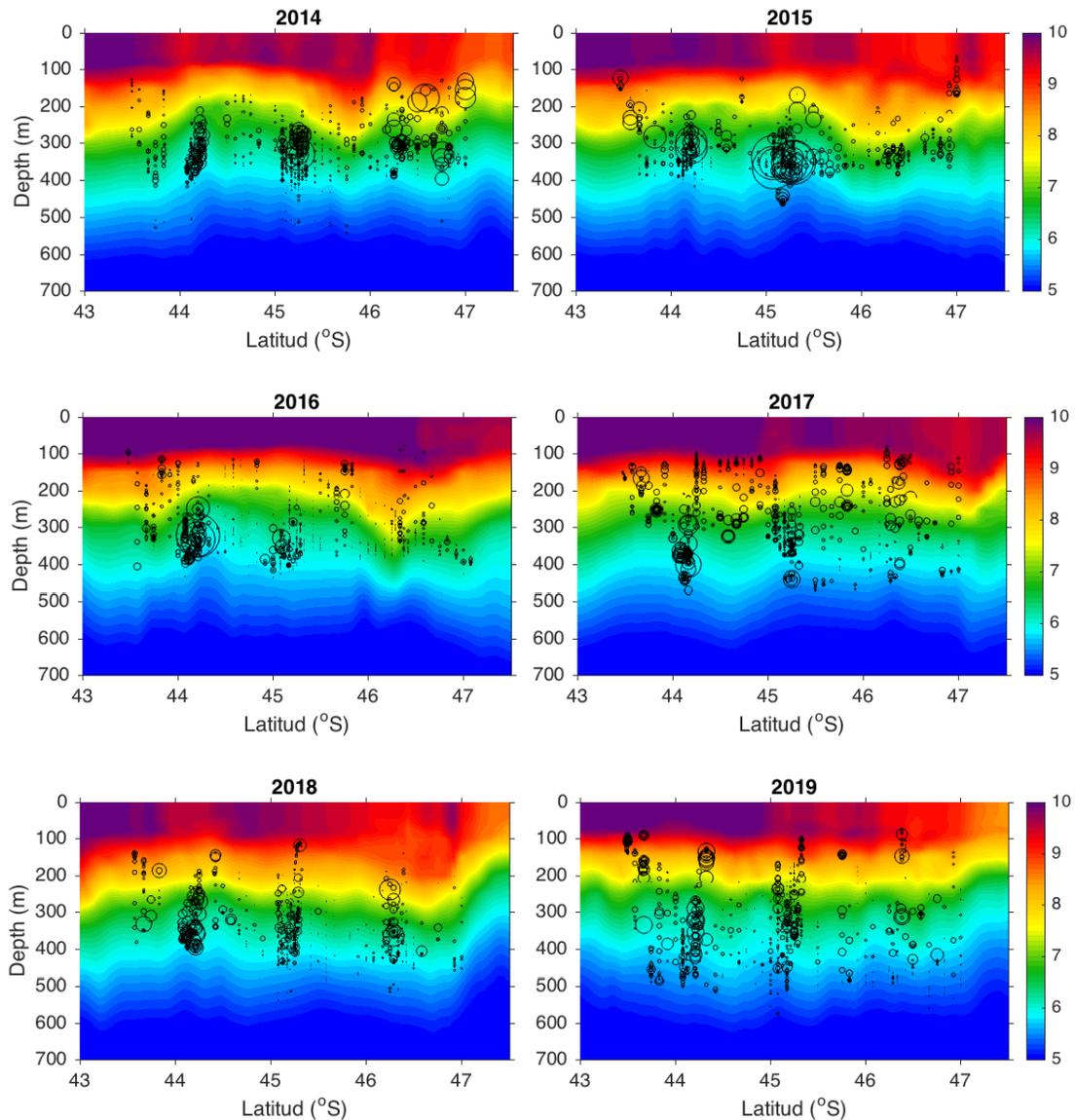


Figura 110. Secciones vertical de temperatura en 75.75°W y distribuci3n vertical de merluza de cola (c3rculos negros; tama1o proporcional al Sa; se incluyen todos los registros del crucero) durante las prospecciones de 2014-2019.

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	DESV. 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



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 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.

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 b3sica de la temperatura en las distintas estaciones oceanogr3ficas 2017.

ESTACI3N	TEMPERATURA (°C)			
	MIN	M3X	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 básica de los perfiles de salinidad (PSU) en las distintas estaciones oceanográficas 2016.

ESTACIÓN	SALINIDAD (PSU)			
	MIN	MÁX	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 de cola durante cruceros 2014-2019. Promedio y desviación estándar fueron ponderados por el s_a 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



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl