

Informe Técnico Asesoría Científica

2025

Estatus y posibilidades de explotación
biológicamente sustentables de los
principales recursos pesqueros nacionales,
año 2026: Reineta.

Subsecretaría de Economía y EMT
Octubre 2025





Informe Técnico Asesoría Científica

Convenio de Desempeño 2025

Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2026: Reineta.

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Octubre 2025

Requirente

**Subsecretaría de Economía y
Empresas de Menor Tamaño**

**Subsecretaría de Economía y
Empresas de Menor Tamaño**
Javiera Constanza Petersen Muga

Ejecutor

Instituto de Fomento Pesquero, IFOP

Director Ejecutivo
Gonzalo Pereira Puchy

Jefe (S) División Investigación Pesquera
Jaime Letelier Pino

Jefe Departamento Evaluación de Recursos
Carlos Techeira Tapia

Jefa de Proyecto
Fabiola Cabello Bastías

Autor

Fabiola Cabello Bastías

Colaboradores

*Fernando Espíndola Rebolledo
Patricio Gálvez Gálvez
Javier Cortes Puebla
Guillermo Moyano Altamirano
Jessica González Arancibia*



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	3
1.OBJETIVOS	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
i. Implementar el procedimiento de manejo vigente, determinando el estatus del recurso y la captura biológicamente aceptable (CBA).	5
ii. Evaluar bajo incertidumbre la probabilidad de alcanzar los objetivos de manejo en plazos definidos bajo el procedimiento de manejo vigente.	5
iii. Asesorar a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, al Comité Científico Técnico y a los Comités de Manejo en las materias técnicas y de oportunidad que la Subsecretaría requiera.	5
2. ANTECEDENTES	6
3. METODOLOGÍA	18
3.1 Objetivo Específico 1	18
3.1.1 Categorización del stock	18
3.1.2. Enfoque de Evaluación	19
3.1.3 Modelo de evaluación integrado	20
3.1.3 Método de Zhou <i>et al.</i> (2013), basado en la captura (data poor)	33
3.1.4. Puntos biológicos de referencia	34
3.1.5 Estatus del stock y CBA	35
3.2 Objetivo Específico 2	37
3.3 Objetivo Específico 3	42
4. RESULTADOS	43
4.1 Objetivo Específico 1	43
4.1.1. Área de estudio e información	45
4.1.2 Variables poblacionales	76
4.1.3 Resultados de la Evaluación de Stock	87
4.1.4 PBRs, Estatus y CBA	90
4.2 Objetivo Específico 2	92
4.2.1 Análisis de sensibilidad según el método de evaluación estructurado.	92
4.2.2. Proyecciones del stock según la evaluación de Zhou <i>et al.</i> (2013)	94
4.2.3 Sensibilidad del modelo al nivel depleción asumido según Zhou <i>et al.</i> (2013)	96
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	97
5.1 Enfoque de análisis	97
5.2 Estado del stock y CBA	98
5.3 Datos y piezas de información disponibles	99
5.4 Modelación utilizando SS3	100
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

RESUMEN EJECUTIVO

El presente reporte corresponde al informe t3cnico de asesoría científica de evaluaci3n de stock y estatus del recurso reineta (*Brama australis*) hasta el ańo 2024 y la primera estimaci3n de Captura Biol3gicamente Aceptable (CBA) para el ańo 2026. Se presentan dos alternativas de evaluaci3n, una a trav3s de un modelo estructurado en edades en la plataforma SS3 y un m3todo para pesquerías limitadas en datos (Zhou *et al.*, 2013).

Manteniendo la lnea de la asesoría para este recurso, se realiz3 la evaluaci3n del stock considerando la clasificaci3n de la pesquería de reineta como dato pobre. No obstante, se avanza en la implementaci3n de un modelo estructurado que integra las distintas fuentes de informaci3n disponibles para las flotas que operan sobre el recurso, artesanal (espinel y enmalle) e industrial a saber: desembarques, CPUE estandarizada, estructura de longitudes y el conocimiento biol3gico del recurso (madurez a la talla, parámetros de crecimiento, relaci3n talla-peso). Esta informaci3n fue procesada mediante la plataforma Stock Synthesis por la facilidad de incluir distintos casos y escenarios de análisis.

El modelo estructurado entreg3 una adecuada representaci3n de la dinámica poblacional de la reineta, reproduciendo las principales tendencias observadas en las variables de la pesquería. Desde el ańo 2020 se observa una disminuci3n significativa en la biomasa total y desovante, junto con menores niveles de reclutamiento. Adem3s, se evidencia una alta presi3n pesquera que ha permanecido relativamente estable en los últimos ańos. Se considera necesario continuar fortaleciendo el modelo y el proceso de estandarizaci3n de la CPUE, con especial énfasis en el índice proveniente del enmalle y la flota industrial.

El m3todo de datos limitados, Zhou *et al* (2013), seńal3 una biomasa media de reineta, sensibilizada a un supuesto de agotamiento de 0.6, de ~75 mil toneladas al ańo 2024, con una reducci3n de un 43% con respecto al inicio de la evaluaci3n. Esta reducci3n de la biomasa se observa a partir del ańo 2010 y es correspondiente al aumento de los desembarques y por ende de la mortalidad por pesca a partir de este mismo ańo. La biomasa en el ańo 2024 se situ3 en un valor de 0.86 de la biomasa relativa al rendimiento máxmo sostenido (86 mil t.). En t3rminos de mortalidad por pesca (F), el stock se encuentra en sobrepesca y sobre explotaci3n, explicado por el valor de F del último ańo (0.40 ańo^{-1}) que excede el nivel que permite obtener el RMS ($F_{\text{RMS}}=0.36 \text{ ańo}^{-1}$), lo que seg3n las proyecciones podría mejorar en un corto plazo al mantener o disminuir las capturas respecto al último ańo. En cuanto a la captura biol3gicamente aceptable (CBA), con la metodología de datos limitados (Zhou *et al.*, 2013), se podría alcanzar niveles de captura para el ańo 2026 del orden de 24 mil toneladas, para el percentil del 50% de probabilidad de alcanzar el objetivo de manejo, considerando un escenario más conservador.



Como evaluaci3n de la implementaci3n del modelo estructurado, se destaca que, si bien es posible identificar consistencia en gran parte de los resultados, se estima necesario continuar con el trabajo realizado hasta lograr una robustez suficiente para ser utilizado con mayor confianza en la toma de decisiones, a trav3s de escenarios y an3lisis a implementar en la pr3xima etapa de este estudio. Junto con lo anterior, se considera necesario un contraste con modelos/plataformas alternativos (ej. ADMB), que permita identificar oportunidades de mejora en su desempe1o.

1.OBJETIVOS

Objetivo general

En el marco del establecimiento de cuotas globales y anuales de captura, implementar el procedimiento de manejo vigente para la pesquería de reineta, actualizando el estatus en base a los datos e información establecida y aplicando la regla de control de captura que corresponda según el plan de manejo o la que se determine en ausencia de este.

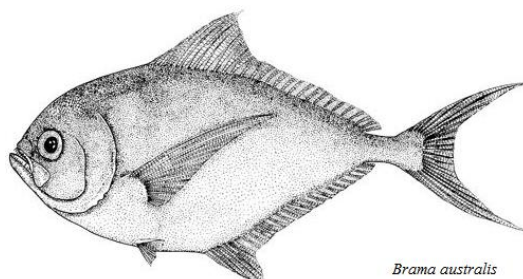
Objetivos específicos

- i. Implementar el procedimiento de manejo vigente, determinando el estatus del recurso y la captura biológicamente aceptable (CBA).
- ii. Evaluar bajo incertidumbre la probabilidad de alcanzar los objetivos de manejo en plazos definidos bajo el procedimiento de manejo vigente.
- iii. Asesorar a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, al Comité Científico Técnico y a los Comités de Manejo en las materias técnicas y de oportunidad que la Subsecretaría requiera.

2. ANTECEDENTES

2.1 De la especie

Brama australis (Valenciennes, 1838) (**Figura 1**) conocida con el nombre común de reineta, pertenece a la Clase Actinopterygii, Orden Perciformes, Familia Bramidae. Es considerado un pez epi y mesopelágico, reportándose a profundidades promedio de entre 100 y 250 m, aunque su rango de distribución más probable podría estar los 15 y 500 m (Bahamonde, 1977; Oyarzún, 2001, San Martín *et al.*, 2017).



Brama australis

Figura 1. Esquema de *Brama australis*, tomado de www.fishbase.org.

i) Actualización de antecedentes y datos

A través del tiempo, se han realizado importantes avances en el estudio de la biología y ecología de reineta en las costas de Chile. A partir de estudios encargados por el FIPA (Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura), se ha desarrollado por ejemplo el proyecto FIPA 2013-21 “Origen natal y distribución geográfica de la reineta en Chile”, proyecto FIPA 2015-20 “Actualización de parámetros de historia de vida de reineta (*Brama australis*) en aguas nacionales” y el proyecto FIPA 2018-25: “Desarrollo de las estrategias de manejo en la pesquería de reineta (*Brama australis*)”. Además, a partir del año 2016, el Instituto de Fomento Pesquero ha estado trabajando en el estudio de edad y crecimiento de la especie, con énfasis en la validación del primer anillo (Moyano *et al.*, 2017). Esto, permitirá disminuir posibles sobre o subestimaciones en la asignación de la edad y, con ello, la construcción de claves talla-edad más confiables.

Se presenta a continuación una recopilación de los antecedentes biológicos y pesqueros disponibles hasta la fecha, que permiten proponer un modelo conceptual preliminar, el cual servirá de base para

la implementaci3n de un modelo estadístico m3s complejo (talla-edad) para la evaluaci3n de stock en esta pesquería.

ii) Distribuci3n de la especie

A pesar de que la distribuci3n de la especie en el Océano Pacífico Sur es materia constante de estudio, los antecedentes sugieren que ésta abarca una amplia zona, desde la costa de Chile hasta Nueva Zelanda. Pavlov (1994) indica que *B. australis* se distribuye dentro de los límites de circulaci3n de masas de aguas subantárticas entre los 27°S y 48°S. En la costa de Chile, Oyarzún (2001) indica que la reineta se encontraría presente entre Coquimbo (29°S) y el extremo sur-austral de Chile. Un estudio m3s reciente (San Martín *et al.*, 2017), recopila antecedentes de diversas fuentes e indican que *B. australis* posee una distribuci3n en todo el Océano Pacífico Sur entre los 65° W y 185° W. En términos latitudinales abarcaría entre los 42°53' S y 53°28,2' S en el límite occidental (Nueva Zelanda), mientras que en el límite oriental (costa de Chile) tendría una distribuci3n m3s extendida entre los 27°S y 57°S incluyendo algunas zonas de aguas interiores (**Figura 2**).

Sin embargo, es necesario indicar que, en cuanto al límite de distribuci3n hacia el sur del continente americano, las bases registradas por el National Aquatic Biodiversity Information System (NABIS) de Nueva Zelanda, describen a la especie *Xenobrama microlepis* (Bramidae), como especie presente en la zona sur austral de Chile, pudiendo ser confundida con *B. australis*. De la misma forma, Nakamura (1986) y Pequeño (1989) describen a *B. dussumieri* como parte de los bramidos presentes en las costas chilenas. Por lo tanto, aún existe incertidumbre sobre la clasificaci3n taxonómica de los ejemplares catalogados como *B. australis* en el extremo sur de Chile.

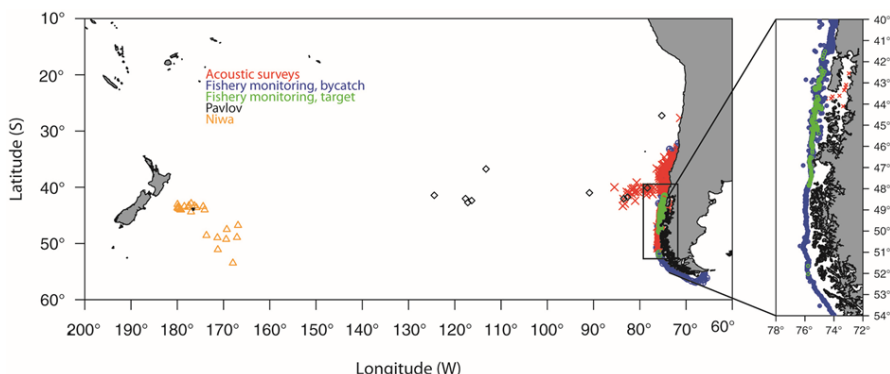


Figura 2. Distribuci3n de los lances con presencia de *B. australis* en las capturas. Registros en cruceros acústicos (cruces rojas), monitoreo de las pesquerías demersales (captura incidental: círculos azules; especie objetivo: círculos verdes). Registros provenientes de Pavlov (1991) (diamantes negros) y NIWA (triángulos naranjos). Extraído: de San Martín *et al.* (2017).

iii) Migraciones

No existen estudios específicos de migraciones en *B. australis*, por lo que las potenciales migraciones sólo pueden ser inferidas a partir de información de otros procesos biológicos y pesqueros. Sin embargo, Galleguillos *et al.* (2015) mencionan que la reineta posee una carga parasitaria característica de peces oceánicos altamente migratorios.

Por otra parte, se desarrolló el estudio FIPA 2019-14, relacionado con “Estudio piloto de marcaje y recaptura para conocer patrones de migración y distribución espacial del recurso reineta (*Brama australis*)”, y que tenía como objetivo general el de desarrollar una metodología de marcaje y recaptura apropiada para reineta (*Brama australis*) que permita estimaciones de parámetros de historia de vida, determinación de patrones migratorios, distribución espacial u otros parámetros de importancia para este recurso. Los primeros resultados publicados por Wiff *et al.* (2023) indicaron que las primeras recapturas se produjeron en la zona de pesca frente al puerto de Lebu, incluyendo individuos a una distancia superior a los 40 km del punto de marcado, lo que sería consistente con los resultados de San Martín *et al* (2017) (**Figura 3**). Además, Wiff *et al* (2023) comenta que los pescadores artesanales confirmaron que la captura de reineta se realiza a medida que se desplazan y luego el cardumen se desplaza a zonas alejadas de la costa, lo que puede explicar que la mayoría de la recaptura de peces fue de individuos que llevaban más de un año en libertad y solo unos pocos fueron encontrados marcados recientemente. Estos resultados aportan una importante información inicial para el conocimiento sobre la hipótesis de migración de *B. australis* y son una buena oportunidad para abordar cambios espaciales del recurso. Entre las principales conclusiones destacan la importancia de implementar un programa de largo plazo, un marcaje extendido a otras áreas, recopilación de estados de madurez y alimentación del recurso para investigar la razón del comportamiento migratorio, entre otras.

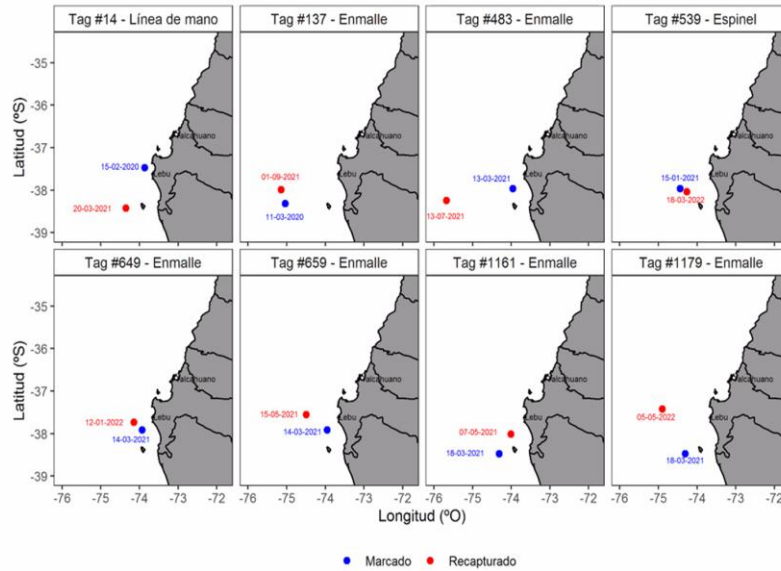


Figura 3. Recuperación preliminar de marcas, tomado de presentación del proyecto FIPA 2019-14. Figura extraída de Wiff *et al.*, 2023.

iv) Alimentación

En Chile, los estudios enfocados en la dieta de *B. australis* son escasos. Esta especie exhibiría un reducido espectro trófico dominado principalmente por eufáusidos (*Euphausia mucronata*) y donde aparecen en forma ocasional algunos peces y también calamares (Muñoz *et al.*, 1995, García & Chong 2002, Santa Cruz *et al.*, 2014). En términos de su comportamiento, esta especie sería un depredador oportunista que aprovecha la disponibilidad y abundancia de los recursos alimentarios presentes en el ambiente (Muñoz *et al.*, 1995; García & Chong 2002). Estas conclusiones son respaldadas por Santa Cruz *et al.* (2014), quienes reportan a los eufáusidos (*Euphausia mucronata*) como principal ítem alimentario seguidos de estomatópodos y anfípodos que son más abundantes en la zona estudiada durante el verano (época en que se realizó el muestreo). Otro punto que refuerza el carácter predador oportunista de *B. australis* es el cambio en la importancia relativa del aporte de peces en la dieta en la última década. Santa Cruz *et al.* (2014) indican el reemplazo de *Engraulis ringens* por *Strangomera benticki* que es lo opuesto a lo reportado por García & Chong (2002). Este cambio refleja probablemente la fuerte disminución en la abundancia de *E. ringens* y el incremento de *S. bentincki* ocurridos en los últimos años.

v) Reproducción

Los estudios sobre los aspectos reproductivos de *B. australis* son escasos. Pavlov (1994) señala que las hembras de la especie maduran sobre los 35 cm de longitud de horquilla (LH) y concentran su reproducción en los meses de invierno y primavera en aguas oceánicas (42° - 47° LS, 105° - 127° LW).

En las costas de Chile, la información sobre el proceso reproductivo de la especie, se limita a los trabajos de Pavéz *et al.* (1998) y Leal & Oyarzún (2003). Ambos estudios coinciden en señalar que las hembras maduran en promedio a los 36,9 cm LH y durante los meses de invierno, descartando la presencia de hembras en actividad ovulatoria reciente o inminente. Esto, ha impedido identificar posibles zonas de reproducción en la costa de Chile. En este sentido, Pavlov (1994) propone que *B. australis* desovaría durante el invierno y primavera australes con un patrón migratorio en sentido norte-sur, en aguas oceánicas (42°- 47° LS, 105°- 127° LW). Este autor también sugiere un proceso de desove de la especie disperso, en una extensa zona en aguas oceánicas del Pacífico sur. Luego del desove, la especie migraría hacia zonas con mayor concentración de alimento. Leal *et al.* (2017), confirman a través de un estudio basado en histología, la longitud media de madurez de la especie en torno a los 37 cm LH. El proceso reproductivo (al menos en longitud) sería diferenciado entre machos y hembras (**Figura 4**).

Estos autores también indican la ausencia de hembras con signos de desove reciente (*i.e.*, hembras en post-desove) o inminente (hembras hidratadas) en la zona costera de Chile central. Tales resultados refuerzan la hipótesis de que el desove en *B. australis* se produce en áreas alejadas de la costa, más allá del rango de operación de la flota (Leal & Oyarzún, 2003).

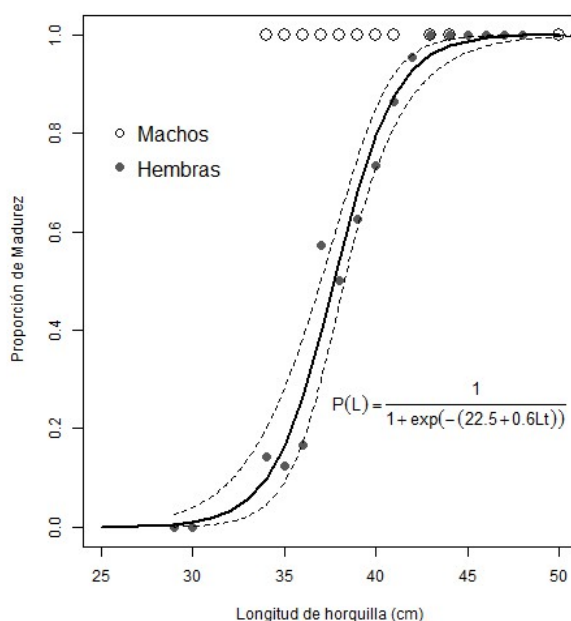


Figura 4. Proporción de madurez en longitud de machos y hembras de *Brama australis* en la costa de Chile central. La ecuación describe la ojiva de madurez ajustada para las hembras (línea continua). Las líneas segmentadas corresponden al intervalo de confianza (95%) del modelo ajustado. Extraído: Leal *et al.* (2017).

vi) Edad y crecimiento

Los estudios sobre edad y crecimiento de *B. australis* han sido actualizados recientemente y se cuenta con un amplio set de parámetros que se resumen en la **Tabla 1**. Las tendencias en el crecimiento y la edad son cercanas a aquellas estimadas para otras especies del género *Brama*, esto es *B. japónica* y *B. brama* (Oyarzún *et al.*, 2013). Dependiendo del estudio, se han observado entre 9 y 12 edades máximas en las muestras de reineta analizadas.

Tabla 1.

Parámetros de crecimiento reportados por diferentes autores para *B. australis* por zonas y periodos.

Autores	Zona	Parámetro	Machos	Hembras	Ambos
Pávez <i>et al.</i> (1996)	V Región	Linf (cm)			48
		K (año ⁻¹)			0.25
		to (años)			(-) 0.98
Oyarzun <i>et al.</i> (2013)	VIII Región	Linf	60.62	57	58.95
		K	0.286	0.303	0.277
		to	0.251	(-) 0.251	(-) 0,37
Galleguillos <i>et al.</i> (2015)	VIII-XII Región	Linf			60.9
		K			0.13
		to			2.02
Arancibia <i>et al.</i> (2017)	VIII-X Región	Linf	59.5	59.6	59.55
		K	0.20	0.22	0.19
		to	(-) 1.96	(-) 2.23	(-) 2.45
Moyano <i>et al.</i> (2017)	VII-XII Región	Linf	56.03	57.50	56.9
		K	0.18	0.17	0.18
		to	(-) 3.28	0.44	(-) 3.19

vi) Estructura de tallas y actividad de la flota

Según datos del Servicio Nacional de Pesca (www.sernapesca.cl), la actividad pesquera artesanal se concentra actualmente centrada en la zona litoral de la Región del Bío, siendo Lebu (37° 37' LS) el puerto principal de desembarque. Sin embargo, a partir del año 2008, se ha observado un patrón espacio-temporal en la actividad de esta flota. En efecto, existe un desplazamiento hacia el sur en los meses de otoño e invierno para realizar actividad extractiva en las inmediaciones de la Isla de Chiloé. Esta captura se desembarca principalmente en las localidades de Calbuco y Carelmapu (Región de Los Lagos; www.sernapesca.cl). Los informes de seguimiento de la pesquería (Gálvez *et al.*, 2017) y los resultados del proyecto FIP 2013-21 (Galleguillos *et al.*, 2015), reportan diferencias en la estructura de tamaños de los ejemplares de *B. australis* capturados en ambas zonas. El patrón encontrado es

que los ejemplares son de mayor tamaño en las inmediaciones de Lebu comparados con aquellos capturados más al sur. Estas diferencias espaciales en los tamaños de los individuos capturados en la Región del Bío Bío y Región de Los Lagos también se observan en la actividad de la flota industrial que captura reineta como fauna acompañante (Gálvez *et al.*, 2017).

vii) Modelo conceptual

A partir de i) la amplia distribución y posición de los lances de pesca en los que se ha descrito a *B. australis*, ii) la ausencia de evidencia de desove costero frente a Chile, iii) alimentación oportunista de la especie, iv) cambios en la distribución espacio-temporal de la flota artesanal, v) gradiente norte-sur en la talla de los individuos capturados, y vi) la biología de otras especies con distribución oceánica, es posible plantear el siguiente modelo conceptual de la historia de vida de *B. australis*.

En los meses de otoño-invierno la fracción adulta de la zona norte (Región del Bío Bío) realiza una migración reproductiva hacia aguas oceánicas (más allá del área de operación de la flota). La zona de crianza se localizaría también en el océano abierto. La fracción de ejemplares más pequeños presentes en el sur (Región de Los Lagos), correspondería a la fracción juvenil que ingresa a las zonas de pesca frente a Chiloé desde aguas oceánicas por primera vez en los meses de otoño e invierno. Por lo tanto, esta zona podría considerarse como zona de reclutamiento. Posteriormente, estos individuos comienzan una migración en sentido sur-norte por la costa, hacia las zonas más productivas de la Región del Biobío, creciendo en talla y acumulando energías para la maduración gonadal. Por lo tanto, esta última zona podría considerarse como área de alimentación y crecimiento. Una vez maduros, los individuos completan el ciclo iniciando la migración invernal para desovar en aguas oceánicas (**Figura 5**).

En todo este ciclo podría existir la asociación entre la distribución de esta especie y sus distintos estadíos de vida con la corriente circumpolar o de Deriva del Oeste (San Martín *et al.*, 2017). En efecto, esta corriente tiene una extensa distribución a través del océano Pacífico y también en las costas de Chile, influenciando recursos como el jurel (*Trachurus murphyi*) y albacora (*Xiphias gladius*) (Gatica *et al.*, 2009). La hipótesis de migraciones extensas se sustenta también en la plasticidad de la dieta de esta especie que aprovecharía la oferta ambiental de alimento. Esto, a pesar de que busque alimentarse en zonas costeras, con mayor concentración de alimento.

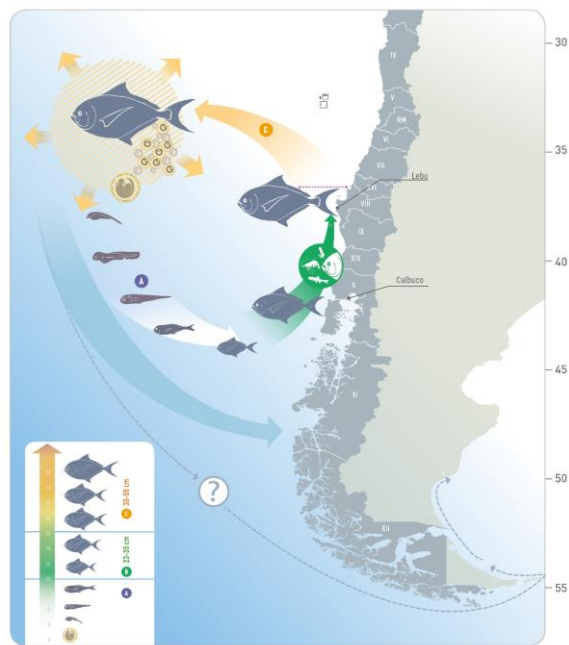


Figura 5. Esquema para la hipótesis sobre el ciclo de vida de reineta en la costa de Chile y el Océano Pacífico. Propuesta a partir del conocimiento pesquero y biológico actual de la especie.

viii) Pesquería

La pesquería de reineta se inició en el año 1994 en la región de Valparaíso (Valparaíso y San Antonio), alcanzado en 2001 capturas que bordeaban las 15 mil toneladas. Con posterioridad al 2001 el recurso declina considerablemente por causas que se desconocen y la actividad extractiva entre 2002 y 2008 se mantuvo deprimida hasta el año 2005, año en que se capturaron cerca de 13 mil toneladas. Posteriormente, las capturas aumentaron a nivel nacional, alcanzando, en 2019, cerca de 43 mil toneladas. Considerando sólo la fracción de desembarque artesanal, que corresponde a la flota que opera en mayor extensión de territorio marítimo, la participación histórica acumulada alcanza un aproximadamente 59% en la VIII Región, 17% en la X Región y 14% en la V Región, con desembarques secundarios en la VII (7%) y IX Región (2%) (Sáteler & Gálvez, 2015).

Inicialmente, se pensaba que el recurso no se encontraba de manera permanente en las costas chilenas, por lo que la operación de la flota tenía una componente temporal (Gálvez *et al.*, 2016). Sin embargo, el conocimiento del recurso con el tiempo permite actualmente extraerlo de forma prácticamente permanente por la flota artesanal, siendo la flota espinelera más constante y la que opera con mayor profundidad en comparación con el enmalle. Por su parte, el patrón temporal del desempeño de la flota industrial orientada a reineta tiene la mayor disponibilidad y/o abundancia de reineta en los periodos de verano y primavera (noviembre – marzo). Sin embargo, se ha detectado esfuerzo de pesca en agosto-septiembre, asociado principalmente por la veda de la merluza del sur.

Las caracterfsticas del recurso sealadas anteriormente, sumadas a otros factores como las condiciones climáticas, ambientales, las caracterfsticas de las capturas y otras, determinan la variabilidad de las zonas de pesca visitadas por la flota. En general, las flotas distribuidas entre la V y VII Regi3n, operan a menor distancia de la costa, al estar constituidas principalmente por botes menores que requieren mantenerse en zonas mäs cercanas al puerto base, tanto por limitaciones de autonomía como por su seguridad en el mar. Por su parte, las flotas distribuidas entre la VIII y X Regi3n, se proyectan a mayor distancia media de la costa, al estar constituidas por un mayor porcentaje de lanchas, que se ven menos afectadas por estas limitaciones. Un número secundario de lanchas localizadas en otros puertos como San Antonio, Constituci3n y Valdivia, tambi3n operan a mayor distancia estableciendo los límites mäs lejanos, sin embargo, a diferencia de las flotas principales de lanchas localizadas en la VIII y X Regi3n, aportan un reducido número de viajes a la pesquería.

2.2 Operaci3n de la Flota Artesanal

Sobre el recurso operan embarcaciones artesanales entre 6 y 18 metros de eslora, pero la mayor proporci3n posee una eslora inferior a 11 metros. El esfuerzo pesquero varía principalmente por la naturaleza migratoria de la especie, con desplazamientos que determinan variaciones espaciales y temporales de gran escala, incidiendo en la magnitud de las flotas participantes. La captura se intensifica cuando el recurso se acerca a la costa y se hace disponible a embarcaciones menores distribuidas en la mayoría de las caletas pesqueras y, por el contrario, ocurre el proceso inverso cuando el recurso se aleja y solo queda disponible a la flota de lanchas mayores establecida en localidades específicas. Existen puertos y caletas con flotas mixtas (botes y lanchas), como: San Antonio, Coliumo y Lebu, mientras en otras se cuenta exclusivamente con botes menores como: Valparaíso, Duao o Curanipe (Gálvez *et al.*, 2013).

La pesquería artesanal que opera sobre reineta se desarrolla en entre las Regiones de Valparaíso y de Los Lagos (Los Vilos y Cabo Raper), aunque puede ser separada en dos zonas: 1) centro-sur entre las regiones de Valparaíso y Biobío y 2) sur entre las regiones de Los Ríos y Los Lagos. Para la extracci3n de este recurso se utilizan espinel horizontal y redes de enmalle. Si bien, los artes y aparejos de pesca de reineta están restringidos (Resoluci3n N° 1.700, año 2000), son estos dos últimos los sistemas de pesca principales. El espinel horizontal, ha sido operado durante todo el transcurso de la pesquería y la red de pared (enmalle) fue incorporada a esta pesquería en 2004. Ambos sistemas son utilizados entre las Regiones de Valparaíso y Los Ríos, mientras que, en la Regi3n de los Lagos, de acuerdo a la normativa actual (Resoluci3n N° 1333-2013), sólo se autoriza el uso del espinel.

El uso de anzuelos ocurre desde la regi3n de Valparaíso hasta la Regi3n de los Lagos, con menor intensidad en las costas del Maule y Biobío. Por el contrario, el enmalle se implementa, principalmente, en las costas de la Regiones del Maule y Biobío (**Figura 6**).

La profundidad del calado del arte o aparejo de pesca va desde la superficie, hasta 300 metros, pero se captura a menor profundidad promedio que merluza de cola y merluza del sur. En base a otros antecedentes se sabe que la reineta tambi3n es capturada como especie objetivo con l3nea de mano (principalmente, durante el tiempo de reposo de las redes de enmalle) y tambi3n como fauna acompa1ante en otras pesquer3as artesanales (cerco, enmalle y trasmalle).

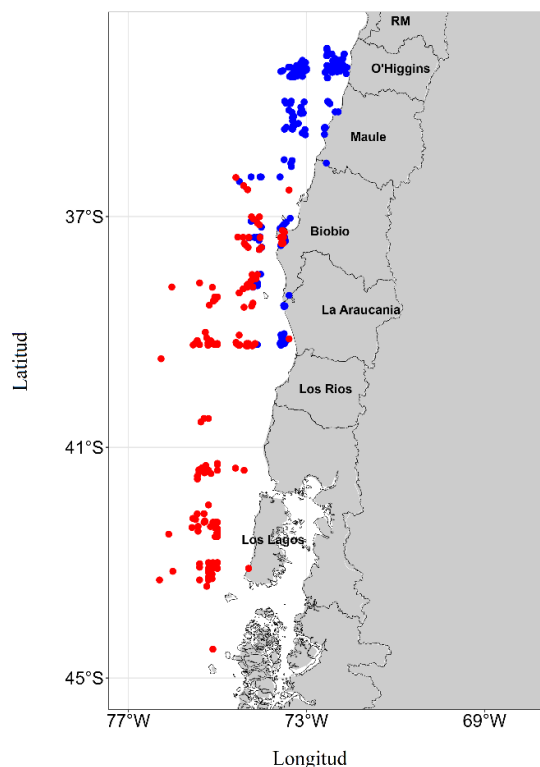


Figura 6. Zonas de pesca de la flota artesanal, pesquer3a de reineta durante 2024. Puntos azules indican enmalle y puntos rojos indican espinel. Fuente: Desde datos IFOP.

Operaci3n de la Flota Industrial

La pesquer3a industrial de reineta se inicia en 2011 (G3lvez *et al.*, 2013) e involucra, principalmente, a barcos arrastreros hieleros con puerto base en Chacabuco. Si bien existen capturas provenientes de la flota industrial desde la Regi3n del Maule hasta la Regi3n de Magallanes (**Figura 7a**), la intencionalidad de pesca se restringe a caladeros localizados entre los 41°00' LS y los 47° LS (**Figura 7b**). En esta zona, solo se puede capturar con arrastre en las aguas exteriores de las regiones de Ays3n y Magallanes (R.Ex. N°1700/2000, MINECOM).

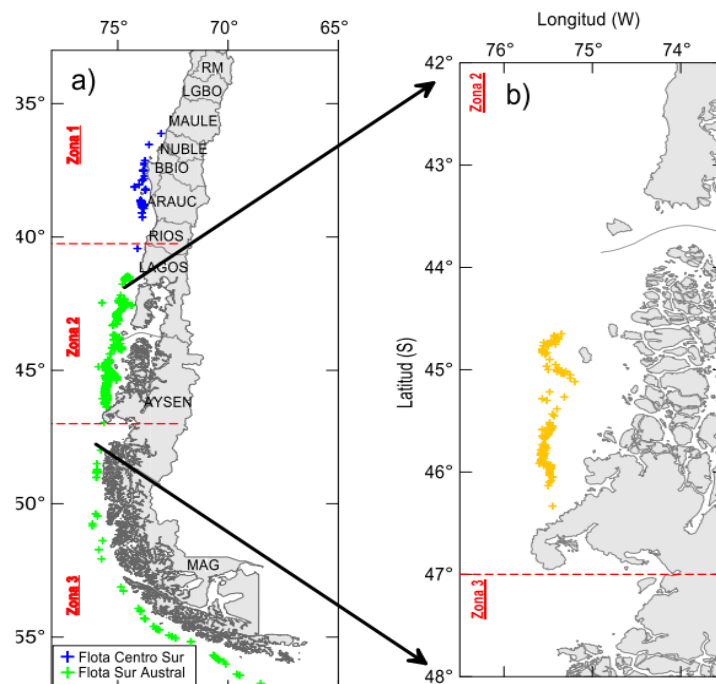


Figura 7. Distribución espacial de: lances de pesca con presencia o captura de reineta (a), lances de pesca con intención de captura de reineta (b) y zona de caladeros industriales sobre reineta. Fuente: Gálvez *et al.*, 2025.

Hitos en la pesquería artesanal de reineta

En la **Figura 8** se muestran hechos relevantes en la pesquería artesanal de reineta, enfocado en la pesca mediante espinel. Durante los primeros años la pesquería se desarrolla principalmente en la región de Valparaíso, desde donde se obtenía la mayor cantidad de observaciones, entre los años 1998 y 2003, superando los 4800 registros (año 2001), este alto número de registros provienen del seguimiento de la pesquería en la Región de Valparaíso, principalmente de San Antonio, en donde se desarrolló la pesquería de reineta hasta el año 2001. Posteriormente, la pesquería se desplaza hacia el sur, haciendo que la flota de San Antonio migre hacia la Región del Bío Bío, durante ese período la información de desembarques era recopilada por la capitanía de puerto debido a la falta de observadores científicos en esa zona, los datos recopilados eran pobres en variables pero abundantes en número de registros. En el año 2004, se deja de recopilar información a través de la capitanía de puerto y comienza un registro progresivo por parte de los observadores científicos de IFOP, reduciendo de manera importante el número de registros, pero mejorando significativamente la calidad de la información. Posteriormente, comienzan a desarrollarse pescas de investigación de transferencia tecnológica y prospección en la Región de Los Lagos y Región de Aysén y en el año 2013 se autoriza a la flota de Lebu a operar en la Región de Los Lagos y se incrementa significativamente el desembarque en la zona de Chiloé.

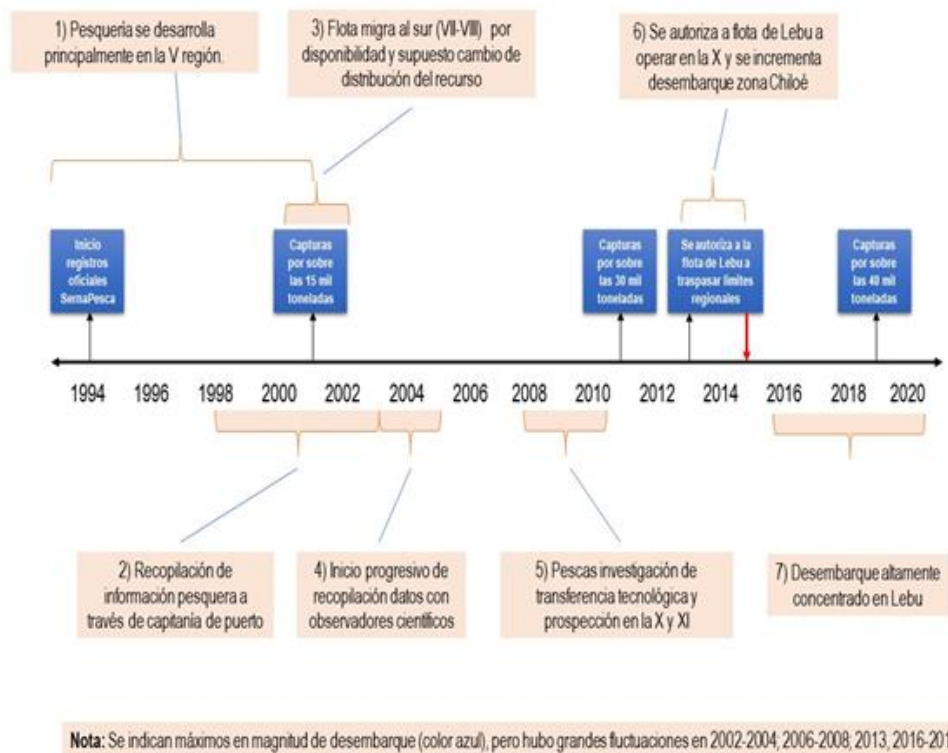


Figura 8. Principales hitos en la pesquería espinelera artesanal de reineta encontrados entre los años 1994 y 2024.

3. METODOLOGÍA

3.1 Objetivo Específico 1

Implementar el procedimiento de manejo vigente y candidatos, determinando el estatus del recurso y la captura biológicamente aceptable (CBA).

Con el objetivo de asesorar al Comité Científico Técnico de Recursos Demersales Zona Centro Sur (CCTRDZCS), el estudio contempla la determinación del estatus actualizado y el análisis de las posibilidades de explotación biológicamente sustentables bajo el enfoque de procedimiento de manejo (PM). El PM considerará los siguientes elementos: i) los datos, información e indicadores de la pesquería que son empleados en la evaluación, ii) la evaluación propiamente tal (modelo basada o no) y iii) la regla de control de captura.

La regla de control de captura corresponderá a un algoritmo a través del cual se elige la mortalidad o tasa de explotación que debe implementarse para la estimación de la Captura Biológicamente Aceptable (CBA). En el caso de la presente evaluación, se debe considerar que al ser el primer ejercicio en la implementación de un modelo integrado, la estimación de la CBA deberá ser discutida con el Comité Científico, dada la incertidumbre inicial esperada de los resultados. La regla de control de captura también contemplará el algoritmo de proyección de estimación de abundancia al año de implementación de la CBA, la que deberá tener las mismas consideraciones previas.

En la implementación del procedimiento de manejo (PM) de las pesquerías nacionales, se utilizan protocolos científicos basados en la determinación de un sistema de niveles o “tiers” que permiten clasificar la información disponible de las especies y su pesquería, los cuales se han convertido en una herramienta de uso común en la asesoría orientada al manejo pesquero en la actualidad.

3.1.1 Categorización del stock

Los Términos Técnicos de Referencia (TTR) de este proyecto, señalan que los procedimientos de evaluación de stock deben ser implementados en relación al nivel de conocimiento, información e incertidumbre del recurso, considerando los estándares actuales de la ciencia pesquera. En consecuencia, se consideró el enfoque de categorización de los stocks chilenos propuesto por el panel de expertos en el Taller Internacional de “Revisión de los Puntos Biológicos de Referencia (PBR) de las Principales Pesquerías Nacionales” (Payá *et al.*, 2014). El sistema de clasificación (Tiers) planteó dos criterios: a) tipo de datos, y b) el método de evaluación de stock. Los tres tipos de Tiers propuestos para las pesquerías chilenas, son:

Tier 1: stock para los cuales existe un modelo de evaluación de stock edad o talla estructurada (e.j. análisis estadístico de captura a la edad) y que suministra estimaciones de la abundancia presente. Dentro de este Tier, se distinguen dos situaciones comúnmente:

1a. El punto de referencia m3ximo rendimiento sostenido (RMS) (F_{RMS} y B_{RMS}) y el punto de referencia B_{LIM} pueden ser estimados con confiabilidad (u otro especificado) desde los par3metros estimados dentro de los modelos de evaluaci3n.

1b. Proxies para los puntos de referencia en 1a son escogidos. La selecci3n de estos proxies deber3a tomar en cuenta la incertidumbre del modelo de evaluaci3n y el grado de resiliencia (o la falta de ella) de la especie.

Tier 2: stock para los cuales existe un modelo de biomasa din3mica (tambi3n conocidos como modelo de producci3n) o una aproximaci3n emp3rica basada en datos de captura o abundancia relativa. Otros datos relevantes pueden tambi3n ser usados.

Tier 3: stock para los cuales no hay datos suficientes que permitan la aplicaci3n de un modelo din3mico. Aproximaciones emp3ricas basadas inicialmente en datos de captura (sin datos de abundancia relativa), par3metros de historia de vida, y/o evaluaciones directas han sido usadas.

En el caso particular del recurso reineta en dicho documento, el panel de expertos la clasific3 como *Tier 3*, es decir se consider3 que no existe informaci3n suficiente para desarrollar un modelo estructurado a la edad o talla por el momento, y realizar estimaciones confiables de rendimiento m3ximo sostenido (RMS). El panel de expertos se3al3 tres recomendaciones generales: (i) investigar la estructura del stock, (ii) intentar desarrollar un modelo estad3stico de captura a la edad, y (iii) utilizar los m3todos basados en captura como aproximaciones iniciales. En el caso de la estimaci3n de los puntos biol3gicos de referencia (PBR) se recomend3 el uso de m3todos emp3ricos y aquellos basados en captura cuando no existen datos y/o informaci3n suficiente para la modelaci3n, y por ende para estimar el RMS.

3.1.2. Enfoque de Evaluaci3n

Considerando la clasificaci3n anterior y el trabajo en la mejora continua realizada en los 3ltimos a3os recopilando e integrando diferentes fuentes de informaci3n, la actual evaluaci3n de stock de reineta se realiz3 considerando un enfoque de evaluaci3n edad-estructurado como primer an3lisis. Sin embargo, al ser el primer a3o de la implementaci3n avanzada y como una forma de realizar la transici3n de forma gradual, de igual forma se utiliza el m3todo basado en la captura de Zhou *et al.* (2013). Este 3ltimo modelo ha sido utilizado en todas las evaluaciones de este recurso. Es importante se3alar que este tipo de m3todos suponen que las capturas del recurso son verdaderas y que la especie en estudio constituye un stock cerrado en el 3rea de estudio, es decir, no hay inmigraci3n o emigraci3n.

Es importante considerar que en un proceso de implementaci3n de un modelo complejo *de novo*, secuencialmente el diagn3stico de los datos, la disponibilidad y calidad de la informaci3n para el acondicionamiento del modelo, sean brechas que requieran mayores plazos de ejecuci3n o impidan

en esta etapa satisfacer a plenitud el logro esperado. Lo anterior es subyacente a los procesos de asesoría como el requerido.

3.1.3 Modelo de evaluación integrado

Este proceso de evaluación ha sido implementado en Stock Synthesis con la finalidad de integrar distintas piezas de información disponible, analizar desempeño de los modelos o escenarios considerados y avanzar en la discusión sobre la utilidad de este tipo de aproximaciones metodológicas y vinculación con la asesoría de IFOP hacia el manejo.

Plataforma de modelación

Los modelos implementados fueron configurados utilizando Stock Synthesis (SS3) (<https://vlab.noaa.gov/web/stock-synthesis>) con la versión V.3.30.21. La plataforma tiene un sub-modelo poblacional de stock que simula crecimiento, madurez, fecundidad, reclutamiento, movimiento, procesos de mortalidad, sub-modelos de observación y valores esperados para diferentes tipos de datos. El modelo es codificado en C++ con parámetros de estimación activados por diferenciación automática (ADMB) (Fournier *et al.*, 2012; Methot & Wetzel, 2013). El análisis de resultados y salidas emplea herramientas de R e interfase gráfica de la librería r4ss (<https://github.com/r4ss/r4ss>) (Taylor, 2019).

3.1.3.1 Información y parámetros de entrada

La información utilizada para estimar los niveles de biomasa para reineta utilizando el método de Zhou *et al.* (2013) para datos pobres, corresponde a los desembarques oficiales entre 1994 y 2024. Adicionalmente, y en el ámbito del Comité Científico Técnico de Recursos Demersales Zona Centro-Sur (CCTRDZCS), se llevó a cabo una revisión de los parámetros de crecimiento de la especie utilizados en las últimas evaluaciones. Este Comité durante la sesión del mes de junio de 2025 (en espera de la publicación del acta) y bajo el mismo criterio que para el modelo estructurado, indicó que debido a las complejidades propias de la especie para la asignación de la edad y luego de utilizar por varios años los resultados reportados por Moyano *et al.* (2017), en la presente evaluación se utilizarán los parámetros de Oyarzún *et al.* (2013) (**Tabla 2**). Sin embargo, estos valores eventualmente seguirán siendo discutidos.

En la **Tabla 2**, se muestran comparativamente los valores de M obtenidos para la especie bajo distintos métodos empíricos para el set de parámetros de Oyarzún *et al.* (2013) y Moyano *et al.* (2017). Junto a las estimaciones de M , se presentan además los distintos límites de entrada para la tasa de crecimiento poblacional r (año⁻¹) derivados de dichas estimaciones. En consecuencia, como valores límites para la distribución a priori de r se asumió un límite inferior de 0.62 (Taylor, 1960) y de 0.84

como límite superior (Rickter y Efanov (1976)). Por su parte, como valores para la distribución a priori de K se utilizó el criterio de la captura máxima observada como límite inferior, y una amplificación por 50 como límite superior de K , esto es de 44101 ton a 50*44101 ton respectivamente. Como intervalo para los valores de la reducción del stock, se tomaron valores entre 0.10 a 0.80 a intervalos de 0.05.

Tabla 2.

Valores de mortalidad natural (M) por diferentes métodos y distribución a priori de la tasa de crecimiento poblacional (r) de reineta para dos sets de parámetros de crecimiento reportados para la especie.

Método	Oyarzun <i>et al.</i> (2013)		Moyano <i>et al.</i> (2017)	
	M (año ⁻¹)	r (año ⁻¹)	M (año ⁻¹)	r (año ⁻¹)
Rickter y Efanov (1976)	0.48	0.84	0.53	0.92
Pauly (1980)	0.44	0.77	0.34	0.58
Taylor (1960)	0.36	0.62	0.26	0.45
Hoening (1983)	0.42	0.74	0.33	0.57
Alverson y Carney (1975)	0.42	0.73	0.35	0.61
Alagaraja	0.44	0.77	0.34	0.59
Hewitt & Hoenig (2005)	0.41	0.71	0.31	0.54
Promedio	0.43	0.74	0.35	0.61

Edad, crecimiento y mortalidad natural (M)

Durante la evaluación de reineta se han realizado diferentes aportes al conocimiento de la biología y ecología en la costa de Chile. Hasta la fecha, se cuenta con cuatro principales estudios de edad y crecimiento sobre *B. australis* (Tabla 3). De estos estudios, el trabajo realizado por Moyano *et al.* (2017), en el marco del seguimiento de recursos pesqueros llevados a cabo por IFOP, es el que abarca un área más extensa (Regiones del Maule hasta Magallanes) y cubre un mayor número de años de información (2012-2016). Tales argumentos reforzaron la decisión de utilizar dichos parámetros en la evaluación de stock de la especie durante varios años. Lo anterior, difiere de los parámetros planteados por Oyarzún *et al.* (2013) para estimar la mortalidad natural de *B. australis*. Los parámetros estimados por este último autor, además de ser estimados con muestras provenientes de una zona geográfica más reducida, fueron estimados con muestras obtenidas entre los años 1994 y 1996.

Tabla 3.

Parámetros de crecimiento reportados para B. australis para diferentes zonas en la costa de Chile.

Estudio	Zona	Par	ambos sexos	Rango tallas	Rango edades	M (año ⁻¹)
Oyarzun <i>et al.</i> (2013)	VIII	Linf	58.95	21 - 51 LH	2-8	0.43
		K	0.28			
		to	(-)0,37			
Galleguillos <i>et al.</i> (2015)	VIII-XII	Linf	60.9	25 - 60 LH	2-12	0.23
		K	0.13			
		to	(-) 2.02			
Arancibia <i>et al.</i> (2017)	VIII-X	Linf	59.55	25 - 57 LH	1-9	0.36
		K	0.19			
		to	(-) 2.45			
Moyano <i>et al.</i> (2017)	VII-XII	Linf	56.9	25 - 55 LH	1-12	0.35
		K	0.18			
		to	(-) 3.19			

Determinación de la captura a la edad

A comienzos del año 2012 y en el marco del programa de seguimiento de la situación de las pesquerías zona centro – sur, comienza a ser parte del muestro biológico de la reineta, la recolección y extracción del par de otolitos sagittae, los cuales son enviados al Instituto de fomento pesquero (IFOP) con una frecuencia mensual, para estudios de edad y crecimiento. En este sentido se han realizado varias experiencias a través de los años para poder recopilar información de estructuras de edad en las capturas desde distintas plataformas de muestreo. Así, se han presentado las bases para un protocolo de lectura de otolitos, el cual permitió contar con las primeras composiciones del desembarque en número de individuos por edad para individuos capturados con red de arrastre, red de enmalle y espinel (**Figuras 9, 10 y 11**) y el error asociado se entregan en la **Tabla 4**.

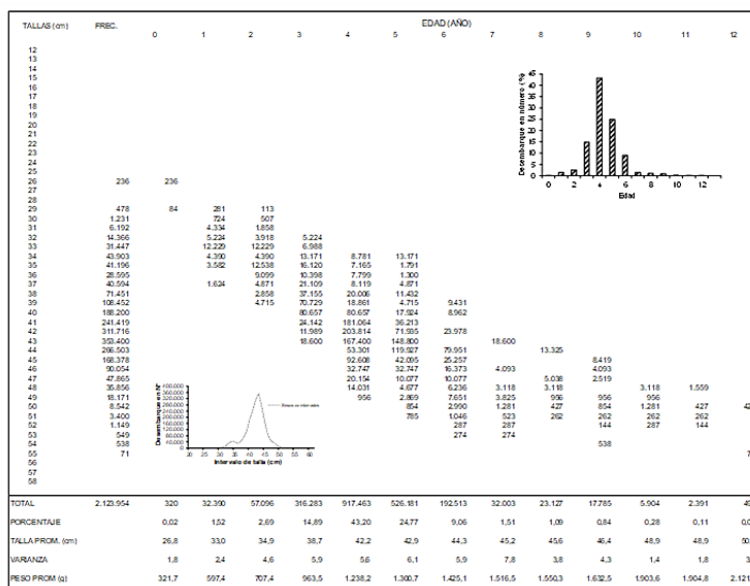


Figura 9. Composición del desembarque en número de individuos por de edad de reineta, red de arrastre, área total 2016 (Desembarque total= 2.589 t).

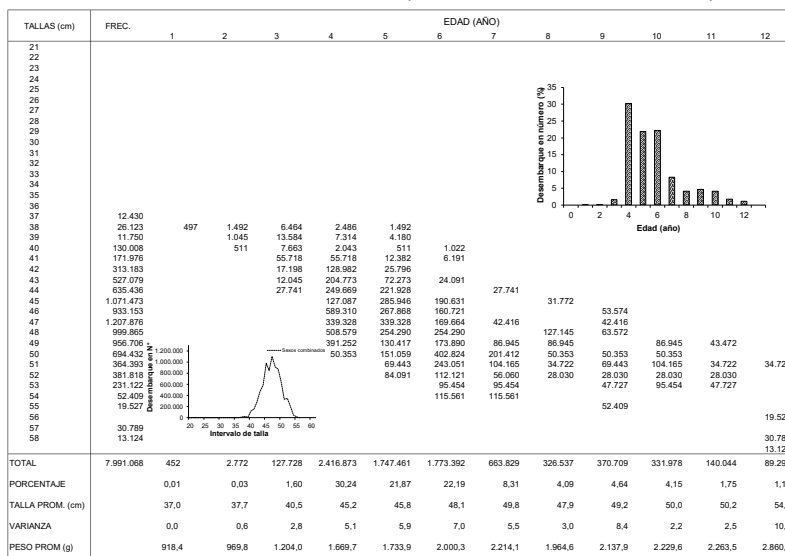


Figura 10. Composición del desembarque en número de individuos por de edad de reineta, red de enmalle, área total 2016 (Desembarque total= 10.055 t).

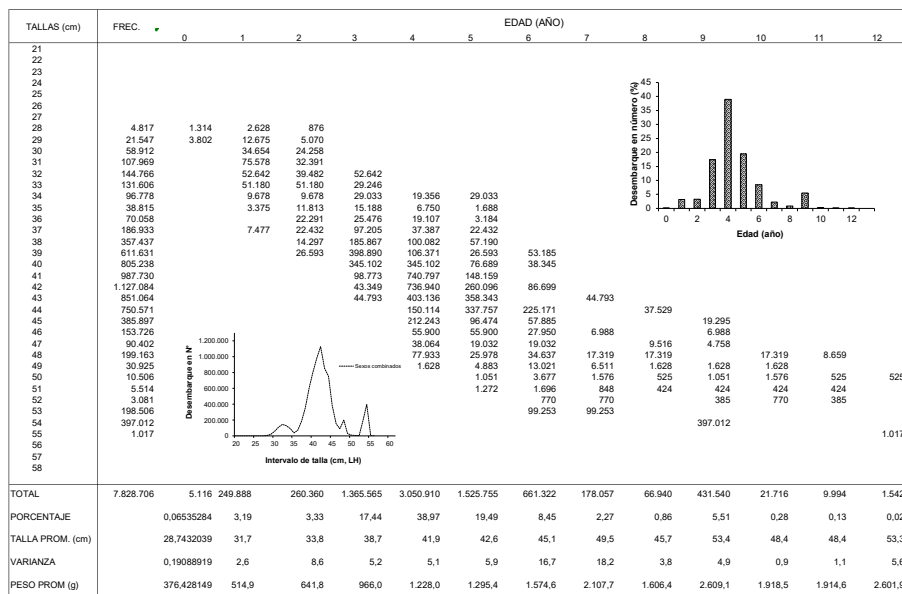


Figura 11. Composición del desembarque en número de individuos por de edad de reineta, espinel, área total, 2016 (Desembarque total= 14.

Tabla 4.

Número de individuos, varianzas y coeficientes de variación (CV) por grupos de edad en el desembarque de reineta de la zona demersal centro.

EDAD	REINETA								
	RED DE ARRASTRE			ESPINEL			RED DE ENMALLE		
	Nº	VARIANZAS	CV	Nº	VARIANZAS	CV	Nº	VARIANZAS	CV
0	320,070	18545,57236	0,4255	5.116	5.513.829	0,4590			
I	32.390	52.270.076	0,2232	249.888	1.310.916.316	0,1449	452	247.351	1,0996
II	57.096	105.756.164	0,1801	260.360	2.263.710.537	0,1827	2.772	2.211.754	0,5365
III	316.283	1.509.419.590	0,1228	1.365.565	23.348.046.765	0,1119	127.728	1.161.922.046	0,2669
IV	917.463	4.942.515.019	0,0766	3.050.910	51.297.991.084	0,0742	2416873	64.041.164.531	0,1047
V	526.181	4.374.101.434	0,1257	1.525.755	39.562.038.779	0,1304	1.747.461	54.696.486.687	0,1338
VI	192.513	1.473.507.861	0,1994	661.322	24.124.209.172	0,2349	1.773.392	67.953.300.645	0,1470
VII	32.003	371.787.936	0,6025	178.057	12.102.502.490	0,6178	663.829	31.055.278.432	0,2655
VIII	23.127	195.702.846	0,6049	66.940	1.600.744.048	0,5977	326.537	14.047.054.737	0,3630
IX	17.785	95.549.265	0,5496	431.540	448.624.685	0,0491	370.709	13.933.156.384	0,3184
X	5.904	6.251.064	0,4235	21.716	148.607.840	0,5613	331.978	11.862.675.018	0,3281
XI	2.391	2.725.060	0,6904	9.994	75.970.734	0,8722	140.044	5.136.719.303	0,5118
XII	498	185.209	0,8638	1.542	297.435	0,3537	89.294	1.012.009.054	0,3563
XIII									
TOTAL	2.123.954	13.129.790.071		7.828.706	156.289.173.715		7.991.068	264.902.225.942	

La **Figura 12**, presenta las estimaciones de abundancia obtenidas desde la captura de la flota industrial entre los años 2017 y 2024. Esta serie histórica es obtenida del estudio “Proyecto asesoría integral para la toma de decisiones en pesca y acuicultura” en la sección: Estructura de edad en las capturas de los recursos demersales sur austral, desarrollada por el investigador de la sección de edad y crecimiento Guillermo Moyano. El rango más frecuente edad en las estructuras van entre la edad de 3 y 4 años, aunque en el año 2020 se observó que la máxima abundancia se encontró en la edad 2. Desde el inicio de los registros hasta el año 2021 se observa un decaimiento de las edades

presentes en las capturas de la flota industrial, registrando individuos entre los 0 y 7 a1os. Para el a1o 2022 se encontr3 que la principal estructura de edad corresponde a la edad 4, siendo mayor a lo observado en los 3ltimos a1os, aunque la proporci3n de los ejemplares analizados fue menor. Por su parte, para el 2023 se encontr3 un m3ximo hist3rico de abundancias, centrado en la edad 3, condici3n similar a lo observado en el a1o 2019 donde se registr3 el siguiente m3ximo hist3rico. Para el 3ltimo a1o (2024) la estructura de edad vuelve a estar centrada en 4 como ya se ha observado anteriormente.

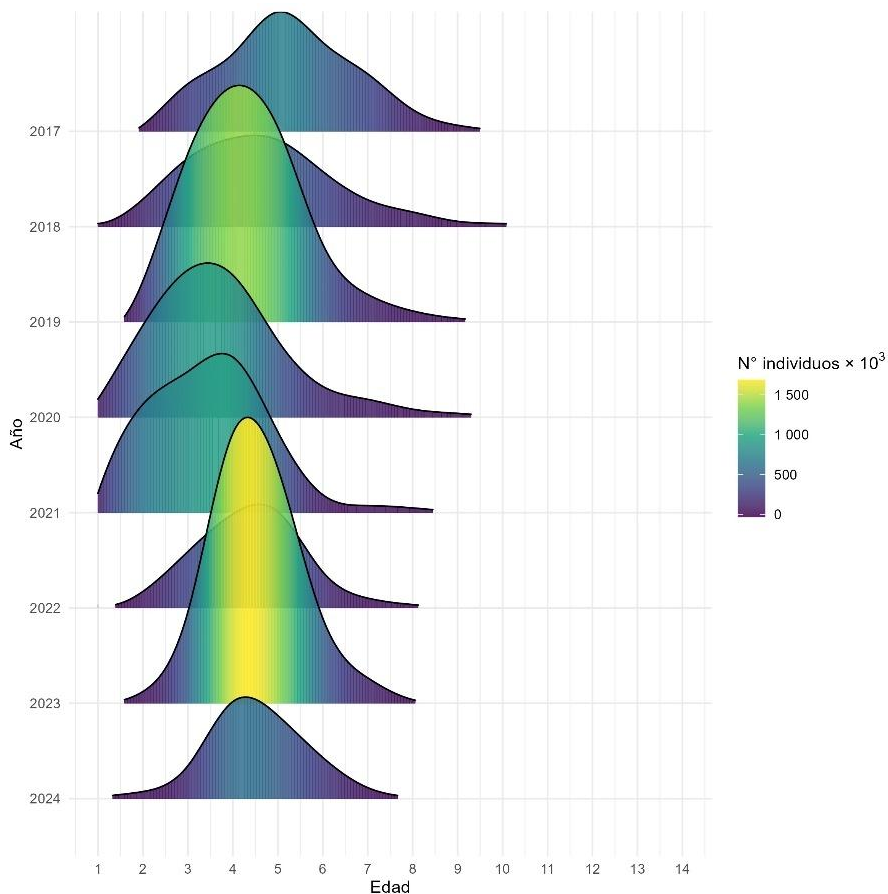


Figura 12. Composici3n total hist3rica del desembarque porcentual y en n3meros de individuos de reineta a la edad flota industrial (para el periodo 2017-2023).

Reproducci3n

Para separar la fracci3n madura de la poblaci3n (Biomasa desovante), se utiliza la ojiva de madurez descrita por Leal *et al.* (2017), quienes, a trav3s de un estudio basado en histolog3a, confirman, la longitud media de madurez de la especie en torno a los 37 cm LH. El proceso reproductivo (al menos en longitud) ser3a diferenciado entre machos y hembras (**Figura 13**).

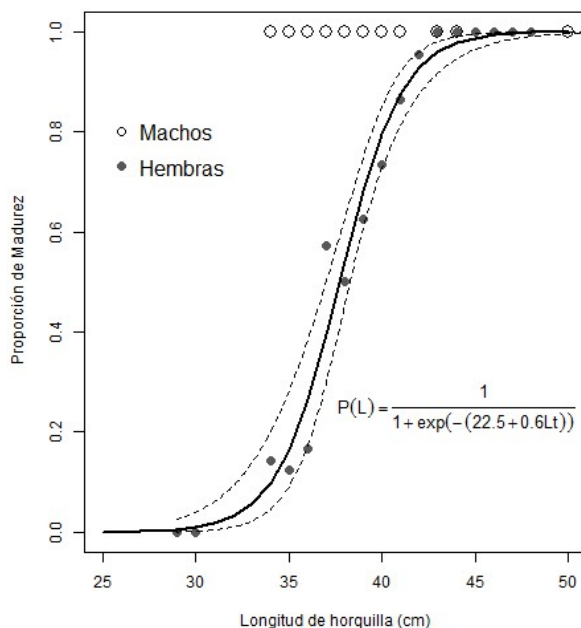


Figura 13. Proporción de madurez en longitud de machos y hembras de *Brama australis* en la costa de Chile central. La ecuación describe la ojiva de madurez ajustada para las hembras (línea continua). Las líneas segmentadas corresponden al intervalo de confianza (95%) del modelo ajustado. Extraído: Leal *et al.* (2017).

La **Figura 14** muestra que los individuos capturados de reineta en el año 2019, alcanzaron la edad media de madurez (E50%) a los 4.84 años de vida, y la longitud media de madurez (L50%) a los 42.5 cm. Estos resultados difieren sustancialmente a los reportados por Leal *et al.*, 2017. Donde indican una longitud media de 37.7 cm LH. Según la clave edad longitud de este estudio, esta longitud corresponder3a a individuos de 2.8 años. La diferencia entre ambos estudios se puede deber a que el individuo sagita analizado por Moyano (2019), utiliza la observaci3n macrosc3pica para asignar el estado de madurez gonadal y el realizado por Leal *et al.*, 2017 utilizan análisis de corte histol3gico de las g3nadas. T3cnica m3s precisa en la asignaci3n de los estados, ya que incorpora análisis micrograf3as del estado del ovario.

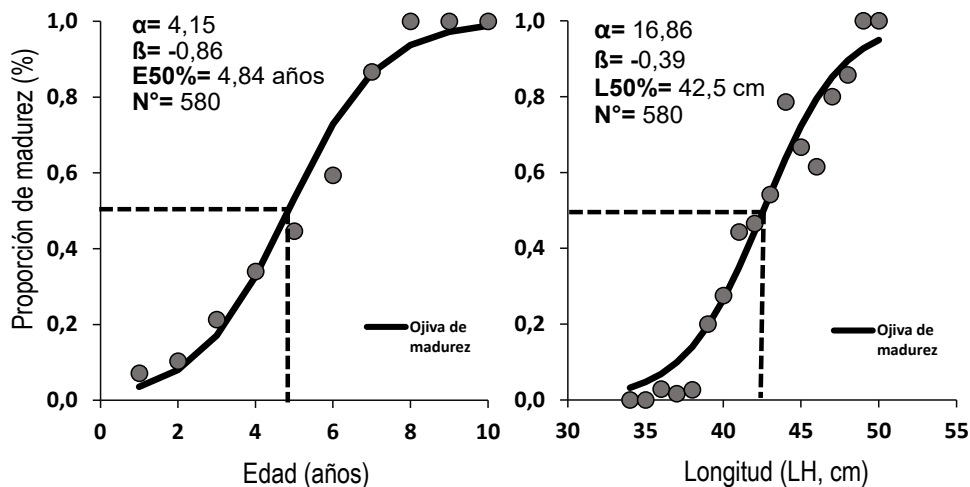


Figura 14. Curva logística de madurez sexual media a la edad (años) y a la longitud (LH, cm) para hembras de reineta utilizadas en las lecturas de otolitos en el periodo 2019. Puntos corresponde a la proporción de madurez observados y la línea representa la proporción de madurez estimada (obtenida de Moyano 2019).

Parámetros de historia de vida

La **Figura 15**, presenta los principales parámetros de la especie obtenidos mediante el uso del paquete Fishlife de R (Thorson *et al.*, 2017), que permiten complementar el conocimiento sobre la historia de vida del recurso, además de estimar los parámetros de crecimiento, tamaño, madurez, mortalidad, población-reclutamiento y dinámica poblacional.

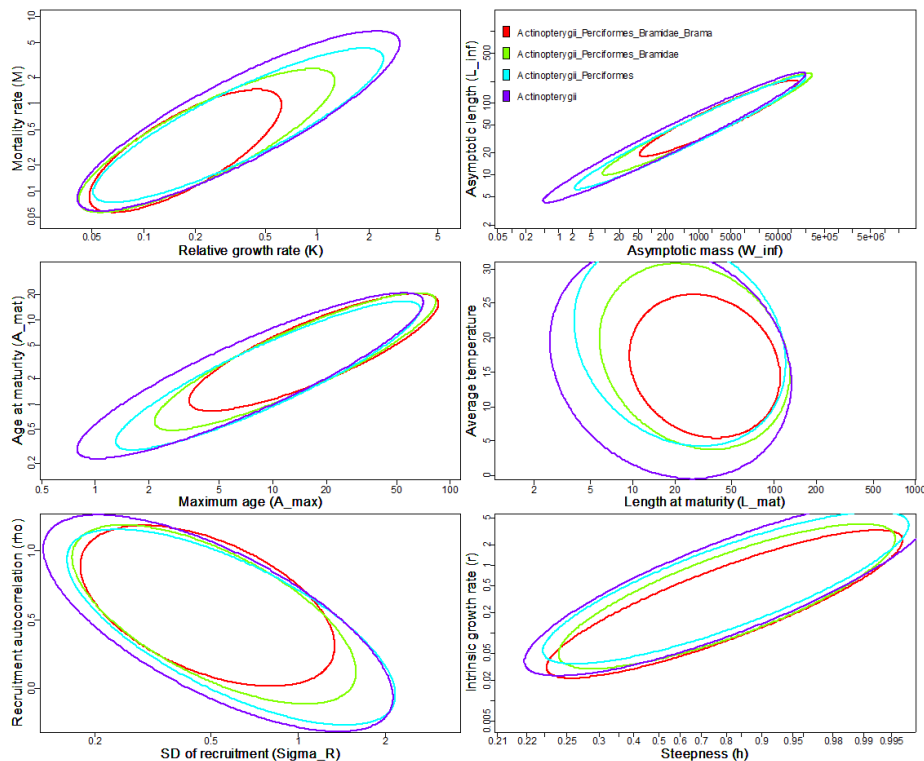


Figura 15. Principales parámetros de la especie *Brama australis*.

La **Tabla 5** muestra los valores medios predichos obtenidos mediante el uso de la librería Fishlife, de donde podemos obtener parámetros de la especie que nos permitan mejorar el conocimiento del recurso, estos valores pueden ser incorporados en estudios de sensibilidad, relacionado con la variabilidad en los parámetros de historia de vida. En este sentido, podemos observar la longitud asintótica (L_{oo}), el parámetro de la función de crecimiento (K), el peso infinito (W_{infinity}) la edad máxima de la población (t_{max}), la edad media (t_m), la mortalidad natural (M) la longitud media (L_m) y la temperatura. De igual forma, este paquete de R, nos permite conocer la covarianza de cada una de las variables de interés relacionado con los parámetros de historia de vida de Reineta (**Tabla 6**).

Tabla 5.

Parámetros de historia de vida de reineta obtenidos mediante el uso del paquete Fishlife.

Parámetro	Valor
Loo	61.6
K	0.2
Winfinity	2741.5
tmax	17.0
tm	4.1
M	0.3
Lm	32.3
Temperature	15.9

Tabla 6.

Covarianza de los parámetros de historia de vida de reineta.

	Loo	K	Winfinity	tmax	tm	M	Lm	Temperature
Loo	0.253	-0.173	0.759	0.159	0.172	-0.179	0.234	-0.164
K	-0.173	0.273	-0.550	-0.235	-0.253	0.260	-0.145	0.522
Winfinity	0.759	-0.550	2.560	0.557	0.557	-0.557	0.707	-0.186
tmax	0.159	-0.235	0.557	0.434	0.356	-0.373	0.195	-0.555
tm	0.172	-0.253	0.557	0.356	0.425	-0.331	0.209	-0.508
M	-0.179	0.260	-0.557	-0.373	-0.331	0.438	-0.189	0.818
Lm	0.234	-0.145	0.707	0.195	0.209	-0.189	0.251	-0.321
Temperature	-0.164	0.522	-0.186	-0.555	-0.508	0.818	-0.321	18.096

Parámetros biológicos y modelo conceptual

El modelo de la dinámica poblacional de reineta, corresponde a un enfoque de evaluación del tipo estadístico con estructura de edad, donde la dinámica progresa en el tiempo t , y la mortalidad por pesca es consecuencia de las capturas. Se considera que la mortalidad natural es constante $M = 0.43$. La relación entre la población y las capturas responde a la base de la ecuación de Baranov, y se consideran para el modelo y estimaciones el rango de edad entre 2 a 12+ (años). Sin embargo, las estimaciones del modelo tienen su origen en la edad cero sobre la base de una condición inicial estado estable. La dinámica esta modelada por un reclutamiento tipo Beverton y Holt.

Bajo el conocimiento de los parámetros descritos anteriormente, la **Tabla 7** identifica los parámetros de información disponibles que provienen de una configuración básica inicial del modelo utilizado en evaluaciones anteriores y que posteriormente han sido revisadas y actualizadas según los

requerimientos del Comit3 Científico y tambi3n seg3n la informaci3n proporcionada a3o a a3o por el Departamento de Seguimiento.

En la presente asesoría no fue considerada la relaci3n Stock- recluta (S-R), debido a que no hay informaci3n suficiente para su conocimiento debido a que la naturaleza del recurso. Esta decisi3n ha sido discutida durante los Comit3s Científicos y no limita su incorporaci3n en una evaluaci3n futura, en caso de existir nuevos antecedentes.

Tabla 7.

Parámetros biol3gicos utilizados en la modelaci3n mediante la plataforma Stock Synthesis.

Lo: límite inferior del parámetro , Hi: límite superior del parámetro, INIT: Valor inicial, PRIOR: valor esperado, PR_SD: desviaci3n est3ndar del prior, PR_type: tipo de distribuci3n (0=ninguno=, PHASE: fase de estimaci3n

	LO	HI	INIT	PRIOR	PR_SD	PR_type	PHASE
NatM_uniform_Fem_GP_1	0.05	0.9	0.43	0.43	0.8	0	-3
L_at_Amin_Fem_GP_1	13	50	30	13	0.5	0	-1
L_at_Amax_Fem_GP_1	35	75	58.95	58.95	99	0	-3
VonBert_K_Fem_GP_1	0.08	0.55	0.28	0.28	99	0	-1
CV_young_Fem_GP_1	0.05	0.15	0.12	0.1	0.8	0	-3
CV_old_Fem_GP_1	0.05	0.25	0.1	0.1	0.8	0	-3
Wtlen_1_Fem_GP_1	0	3	0.00003	0.00003	99	0	-5
Wtlen_2_Fem_GP_1	0	6	2.8681	2.8681	99	0	-5

Datos utilizados

- Desembarque industrial y artesanal del perío3o (1994-2024) separados por flota, provenientes de las estadísticas oficiales de Sernapesca¹ (Subsecretaría de Pesca, 2024). Al disponer de los desembarques oficiales por flota, es posible segregar informaci3n oficial, siendo factible a la vez disponer de datos oficiales (reportados). Cabe se3alar que en esta pesquería a3n no se realizan procesos de correcci3n de desembarques.
- Informaci3n del Programa de Seguimiento de la pesquería de pesquerías demersales del Instituto de Fomento Pesquero.
- Los rendimientos de pesca de cada flota fueron estandarizados mediante modelos lineales generalizados.

Para la flota artesanal (espinel y enmalle) e industrial se obtienen datos de:

- estructura de tama3os
- composiciones por edad

¹ <https://www.sernapesca.cl/informacion-utilidad/anuarios-estadisticos-de-pesca-y-acuicultura/>

- iii) parámetros de crecimiento y
- iv) pesos anuales por edad/talla y años.

El esquema de evaluaci3n presentado considera una modelaci3n secuencial por flotas artesanal e industrial. La flota con mayor historial pesquero de acuerdo a los análisis es la flota artesanal de espinel, que para este caso se determinara como modelo base de evaluaci3n. La evaluaci3n de stock en SS3 de *Brama australis* en la zona Centro Sur de Chile se realiza de manera jerárquica integrando la informaci3n relativa a las tres flotas que operan en el recurso. A saber;

- Espinel Artesanal (1)
- Enmalle Artesanal (2)
- Industrial (3)

Para avanzar en la implementaci3n metodol3gica, se establece con fines comparativos modelo por flotas artesanales, donde un modelo utiliza solo la informaci3n de espinel artesanal, para luego sumar la flota enmalle artesanal, luego se propone un escenario con el total de la informaci3n (artesanal e industrial) y un cuarto escenario a petici3n del Comit3 Científico en la cesi3n del agosto (en espera de acta), en que se excluye el enmalle (**Tabla 8**).

Table 8.
Escenarios y descripci3n de los modelos de evaluaci3n de Reineta 2024.

Escenario	Descripci3n
Mod1	Espinel – (1)
Mod2	Mod1+ Enmalle – (1+2)
Mod3	Mod2 + Flota industrial – (1+2+3)
Mod4	Mod1 + Industrial – (1+3)

Estructuras de tallas

La estructura de tallas del desembarque o captura, corresponde al númerode ejemplares, por rango de talla, capturados por la flota. Estos, son ponderados a la captura del viaje, zona y mes según el procedimiento desarrollado por Saavedra *et al.* (2006).

Se analiz3 la informaci3n disponible para estimar las estructuras de tallas de las capturas provenientes del sector artesanal, contándose con registros desde 1998 para flota espinelera, desde 2004 para la flota que opera con redes de enmalle y desde el ańo 2011 para la flota industrial. Con estos datos, se estimaron las estructuras de tallas desde 1998 hasta 2024 para los diferentes sistemas de pesca (enmalle y espinel) y zonas (centro-sur, Chiloé, sur austral). Todo lo anterior se realiz3 a partir de la

informaci3n levantada por el proyecto Programa de Seguimiento Pesquerías Demersales centro-sur (Gálvez *et al.*, 2020).

Análisis de la captura por unidad de esfuerzo estandarizada (CPUE)

Utilizando modelos lineales generalizados (GLM), se realiza la estandarizaci3n de los rendimientos de pesca para la flota artesanal (espinel y enmalle) e industrial que oper3 sobre reineta. Se utilizan las bases de datos del Programa de seguimiento de las pesquerías demersal centro-sur (bitácoras de pesca IFOP). La base de datos estuvo conformada por observaciones de capturas, en donde los rendimientos son expresados como kilogramos por día fuera de puerto (kg/dfp).

Para modelar el tamaño de las embarcaciones como fuente de variabilidad, se utilizaron de manera arbitraria, 2 categorías de longitudes de las embarcaciones (eslora): ≤ 12 m y ≥ 13 m. Se utiliz3 el factor trimestre, más allá del mes, como factor temporal intra-anual para contar con una matriz de datos más balanceada que contenga menos registros de celdas vacías (sin informaci3n). Para la zona se ingres3 la regi3n de desembarco y se clasifica en zonas.

La elecci3n del modelo que describe de mejor manera la variabilidad en las tasas de capturas, se bas3 en los supuestos de distribuci3n de la variable respuesta y sus residuos, y en el porcentaje total de varianza explicada en cada caso.

Te3ricamente, en los modelos lineales generalizados (GLM; McCullagh & Nelder, 1989), la CPUE es predicha como una combinaci3n lineal de variables explicatorias y el principal objetivo es estimar el efecto anual. Existen varias alternativas para modelar las tasas de captura (CPUE) a trav3s de un GLM y su uso depende de las características de la variable a modelar. Pudiendo considerar en este sentido, los modelos Log-normal y Gamma (Ortiz & Arocha, 2004).

El modelo de regresi3n general para las tasas de captura tiene la siguiente forma:

$$\ln(CPUE)_{i,j,k,l} = \mu + \alpha_i + \beta_j + t_l + \gamma_k + \varepsilon_{i,j,k,l}, \quad (\text{Log-normal})$$

$$CPUE_{i,j,k,l} = \mu + \alpha_i + \beta_j + t_l + \gamma_k + \varepsilon_{i,j,k,l} \quad (\text{Gamma})$$

Donde

μ	:	media general o intercepto
α_i	:	factor a3o
β_j	:	factor trimestre
t_l	:	factor tama3o de la embarcaci3n (lanchas, botes).
γ_k	:	factor zona
$\varepsilon_{i,j,k}$	:	error aleatorio con media cero y varianza (σ^2) constante.

3.1.3 M3todo de Zhou *et al.* (2013), basado en la captura (data poor)

La aproximaci3n b3sica tipo “data poor” para la evaluaci3n de stock de reineta corresponde al m3todo de Zhou *et al.* (2013), que hasta la evaluaci3n anterior fue utilizado como m3todo principal para estimar los Puntos Biol3gicos de Referencia (PBR), indicadores de estado y c3lculo de CBA. Este m3todo simula las trayectorias de la biomasa total seg3n las distribuciones a priori de los par3metros poblacionales r y K del modelo de producci3n excedentaria de Schaefer (1954), y el valor de reducci3n del stock al 3ltimo a3o. Para ello, utiliza solo las capturas para estimar variables biol3gicas tales como, la biomasa virginal, tasa intr3nseca de crecimiento poblacional, biomasa anual, nivel de reducci3n y puntos biol3gicos de referencia RMS , B_{RMS} y F_{RMS} . El m3todo nace como una alternativa a otros para evaluar pesquer3as de datos pobres, los cuales son muy sensibles a la definici3n de la distribuci3n a priori para la capacidad de carga (K) y tasa de crecimiento de la poblaci3n (r). El m3todo no est3 condicionado a la definici3n de una distribuci3n a priori informativa. Sin embargo, si existiera informaci3n disponible que permita aproximarnos a valores de K y r , es deseable incorporarla.

El m3todo de Zhou *et al.* (2013) consiste de cinco etapas. La primera involucra construir un modelo de din3mica poblacional simple, con un amplio rango de par3metros de entrada de r y K , e incluir la captura disponible en el modelo. El modelo utilizado corresponde al enfoque de producci3n de Graham-Schaefer, cuya forma corresponde a:

$$B_{t+1} = B_t + rB_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - C_t$$

donde, B_t es la biomasa al tiempo t , r es la tasa intr3nseca de crecimiento poblacional, K es la capacidad de carga equivalente a la biomasa virginal B_0 , y C_t es la captura conocida al tiempo t .

Este modelo tiene dos par3metros desconocidos, r y K . El m3todo en vez de asignar distribuci3n a priori con l3mites, utiliza distribuciones sin restricciones para K y r , seg3n, $0 < K < \infty$, y $0 < r < \infty$ (hay que tener en cuenta que K y r est3n correlacionados negativamente as3 que en cierta forma existe una restricci3n). En esta etapa, adem3s, se define un espacio param3trico para reducir el tiempo de optimizaci3n. Por ejemplo, K puede definirse entre 100 y $100 \cdot C_{max}$ (C_{max} es la captura m3xima en la serie de tiempo), y r entre 0 y 3. Adem3s se debe suponer una serie de niveles de agotamiento $d = B_e/K$, $d = 0.05 - 0.95$. B_e se asume como la biomasa verdadera al final del periodo. Si $d = 1$, significa $B_e = K$, lo cual es generalmente imposible cuando la captura es mayor que 0 en los 3ltimos a3os. A pesar de que la evaluaci3n se puede llevar a cabo sin conocer los l3mites superiores de r y K , el m3todo tambi3n puede utilizar otra informaci3n como los par3metros de historia de vida para obtener aproximaciones de r y K (Zhou *et al.*, 2012).

La segunda etapa corresponde a un algoritmo de optimizaci3n para buscar sistem3ticamente en el espacio param3trico completo, todos los valores de los par3metros plausibles de $K - r$ para todos los niveles de reducci3n. La funci3n objetivo a minimizar corresponde $|B_t - DK|$, donde B_e es la biomasa final y D ; el nivel de agotamiento.

La tercera etapa corresponde a determinar rangos de par3metros biol3gicos plausibles. En esta etapa se examina la distribuci3n de todas las combinaciones viables de valores de $[r, K]$. Y en la cuarta etapa se derivan iterativamente par3metros b3sicos y adicionales. La media, mediana y percentiles de RMS son derivados desde los datos retenidos en la tercera etapa. Los par3metros r y K son derivados desde los valores correspondientes a $\pm 5\%$ de la mediana de RMS. La biomasa final B_e y nivel de agotamiento D , puede ser directamente obtenido en esta etapa. Estos valores de K y r junto con las capturas conocidas son usados para realizar simulaciones estoc3sticas, utilizando el modelo de biomasa de Graham-Schaefer sin restricciones en otras variables. En cada iteraci3n se toma aleatoriamente un valor de r y K desde una distribuci3n uniforme del rango de valores estimados de r y K . Un n3mero grande de simulaciones (e.i. 1000) tanto de trayectorias de las biomاسas, as3 como biomاسas finales y niveles de agotamiento son almacenados. Una selecci3n de simulaciones seleccionada, es normalmente aquella donde no se cumpla la condici3n $B_t \leq 0$. Cuando los valores m3s probables de K y r son identificados, los puntos biol3gicos de referencia de RMS, B_{RMS} y F_{RMS} junto a los niveles de D pueden ser derivados.

3.1.4. Puntos biol3gicos de referencia

Para el caso del modelo estructurado, los Puntos Biol3gicos de Referencia (PBR) utilizados fueron los puntos para los cuales la mortalidad por pesca (F) que produce el rendimiento m3ximo sostenido (F_{RMS}) se estima a trav3s de un modelo de biomasa desovante por recluta (BDPR) generalizado de Beverton y Holt (1957) que utiliza los pesos medios a la edad, la selectividad estimada por el modelo de evaluaci3n y la ojiva de madurez sexual a la edad. Se estim3 el valor de F que reduce la biomasa desovante virginal ($BDPR/BDPRF=0$) hasta un 40% de la BDPR. Si bien para el caso de la reineta los puntos de referencia a3n no han sido definidos formalmente debido a que en el informe de Pay3 *et al.* (2014) se clasific3 como Tier 3, es decir que hasta ese momento se consider3 que no existe informaci3n suficiente para desarrollar un modelo estructurado a la edad o talla por el momento, en esta evaluaci3n se utilizaron los puntos acordados por Comit3 Cient3fico T3cnico en la sesi3n realizada en agosto del 2021, momento en el cual se mostraron los primeros avances de un modelo integrado y que son los normalmente utilizados en los recursos demersales. Sin embargo, una vez presentado este modelo con todos an3lisis, ser3 necesario una nueva revisi3n.

Para el caso de los puntos biol3gicos de referencia (PBR) de reineta calculados en base al m3todo basado en las capturas (Zhou *et al.*, 2013), se utiliz3 el modelo de excedentes productivos de Schaefer

(1954). Así, la biomasa del rendimiento máximo sostenido (RMS) en el modelo de Schaefer corresponde a $B_{RMS}=K/2$, donde B_{RMS} indica la biomasa del RMS y K corresponde a la capacidad de carga. La mortalidad por pesca de RMS (F_{RMS}) se obtiene según $F_{RMS}=r/2$, donde r corresponde a la tasa de crecimiento poblacional. La biomasa límite (B_{lim}) se alcanza a la mitad B_{RMS} , y por lo tanto $B_{lim}=B_{RMS}/2$. El RMS se define como $RMS=Kr/4$.

3.1.5 Estatus del stock y CBA

El estatus del recurso se determinó según lo establecido en los términos de referencia, es decir:

- El estatus es presentado en un diagrama de fase o marco biológico de referencia y presentar la incertidumbre correspondiente a los indicadores de estado y flujo del último año con su punto modal y su dispersión.
- El Marco Biológico de Referencia (MBR), contiene los estados de explotación pesquera definidos en la LGPA en función de los PBR. Sin embargo, se incorpora el estado de sobrepesca cuando el nivel de F sobrepase el nivel de mortalidad del Rendimiento Máximo Sostenible (RMS). La zona de plena explotación (en torno del nivel de biomasa del RMS) a utilizar, corresponde conforme lo establece la LGPA a la definida explícitamente por el Comité Científico Técnico. En este caso, y al igual que los PBR, se acordó provisoriamente un 5% como límite en ambos lados de la franja de plena explotación.
- El diagrama de fase que se implemente deberá indicar solo para la biomasa los estados de agotamiento o colapso, sobreexplotación, plena explotación y subexplotación. El estado de sobrepesca solo se indicará para la mortalidad.

En base a lo anterior y lo dispuesto en los términos de referencia, se utiliza el siguiente diagrama, sin perjuicio de los formatos de diagramas que estime el propio Instituto o que los comités científicos hayan requerido:

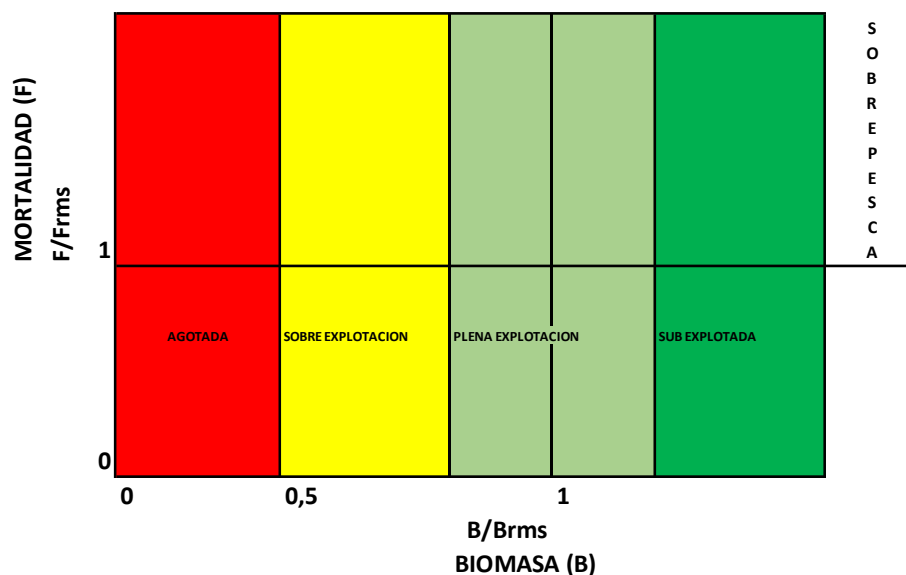


Figura 16. Diagrama de fase solicitado por la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura.

El c3lculo de la Captura Biol3gicamente Aceptable (CBA), se realiza en base al modelo conceptual de la din3mica del stock respectivo que sustenta el enfoque y modelo de evaluaci3n aplicado, se realiza un an3lisis de la productividad del stock y de sus posibilidades futuras de explotaci3n considerando los par3metros e indicadores estimados precedentemente, con su incertidumbre asociada. El an3lisis considera como criterio de explotaci3n, aquel nivel de mortalidad que conduce al Rendimiento M3ximo Sostenido (F_{RMS}).

3.2 Objetivo Específico 2

Evaluar bajo incertidumbre la probabilidad de alcanzar los objetivos de manejo en plazos definidos bajo el PM vigente y candidatos.

Se provee toda la informaci3n y antecedentes recopilados a objeto que los correspondientes Comit3s Científico T3cnicos (CCT) analicen los resultados, considerando los requerimientos de reglas de decisi3n establecidas en los Planes de Manejo o programas de recuperaci3n respectivos, conforme al marco legal y normativo vigente. Los análisis consideran, entre otros, la proyecci3n poblacional bajo condiciones de incertidumbre y la generaci3n de tablas de decisi3n sobre las consecuencias de determinadas acciones, junto al riesgo de no lograr determinados objetivos.

Las proyecciones de la biomasa se realizarán utilizando tanto el modelo estructurado como el método de Zhou *et al.* (2013). Las proyecciones se llevan a cabo bajo un vector de valores (0.75, 1.00, 1.25, 1.50) multiplicadores del F_{RMS} , cuyo segundo valor del vector corresponde al F_{RMS} . La incertidumbre proviene del error asociado a la estimaci3n de la biomasa, los parámetros r y K se asumen constantes y corresponden a aquellos valores que generan biomasa positivas y consistentes con las capturas observadas.

3.2.1 Evaluaci3n de stock

El enfoque metodol3gico se sustenta en la aplicaci3n del método científico y los análisis se basan en el uso de la mejor informaci3n y conocimiento disponibles, consecuente con la aplicaci3n del enfoque precautorio para la pesca (FAO, 1997). En este contexto, se implementa un proceso de evaluaci3n de stock que considera las siguientes etapas:

a) Análisis y procesos preliminares: En esta etapa se recopilan los antecedentes y datos de la pesquería y del recurso, en conjunto con la estimaci3n de indicadores de abundancia relativa y otras piezas de informaci3n, como las estructuras de tallas y pesos medios. Se realiza un análisis crítico de los datos e informaci3n disponibles y finalmente se determina el Estándar Metodol3gico para la Evaluaci3n (EME).

b) Especificaci3n del modelo de evaluaci3n de stock: A partir del EME se define el modelo de evaluaci3n de stock, que incluye la definici3n de supuestos, hipótesis, condiciones iniciales de la dinámica del stock, definici3n de los modelos de los procesos (dinámica), de las observaciones y penalizaciones. La formulaci3n estadística del modelo se presenta en las secciones siguientes.

c) **Inferencia estadística:** Una vez definido el modelo de dinámica y los datos de entrada, se procede a la estimación de los parámetros y estados no observables, utilizando un enfoque frecuentista.

d) **Análisis, estatus y diagnóstico:** Luego de ajustado el modelo de evaluación de stock y obtenidas las distribuciones posteriores de los parámetros, se estiman los puntos biológicos de referencia, se analizan las variables de estado y flujo, se construye el diagrama de fases de explotación y finalmente se determina el estatus del recurso.

e) **Análisis prospectivos:** Con el propósito de determinar los niveles de explotación que aseguran la sustentabilidad del recurso, se proyecta el stock en el mediano plazo, bajo un conjunto de tácticas y estrategias de explotación, evaluándose las probabilidades (riesgo) de no cumplir con los objetivos de administración.

f) **Conclusiones y recomendaciones:** Una vez concluidas las etapas anteriores, se procede a sintetizar las principales brechas del conocimiento y limitaciones, tanto de parámetros del ciclo vital de la especie, como de datos de la pesquería. Además, se realiza un análisis crítico del modelo de evaluación de stock, junto con los resultados obtenidos, para finalmente elaborar el programa de mejoramiento continuo de la calidad de la asesoría científica.

Ponderadores de la información

- *Tamaño de muestra efectivo (nm) para la estructura de longitudes de la flota y crucero*

Un factor relevante a emplear en la evaluación de stock es el ponderador asociado con las composiciones de tallas de las capturas. Estos ponderadores son asociados con el tamaño de muestra efectivo dado que la función de probabilidad empleada es multinomial.

El procedimiento empleado para estimar un tamaño de muestra, se llevó a cabo considerando las recomendaciones emanadas del workshop sobre el tratamiento de las fuentes de información en evaluación de stock, realizados por Center for the Advancement of Population Assessment Methodology (CAPAM, 2015: https://www.nwfsc.noaa.gov/news/features/data_source_workshop).

Se utilizó para la estimación de los tamaños de muestra, la metodología propuesta por Gavaris & Ianelli (2002), basado en la media aritmética, según:

$$nm = \frac{\sum_l \hat{p}_{l,t}(1 - \hat{p}_{l,t})}{\sum_l (p_{l,t} - \hat{p}_{l,t})^2}$$

Donde $p_{i,t}$ es la proporci3n de talla (i) de la captura en el a3o t . El proceso se inicia con un valor arbitrario de tama3os de muestra para luego de repetidos ajustes del modelo, llegar a valores estables que son los empleados en esta evaluaci3n de stock. A menudo es deseable verificar estas estimaciones cuando se van integrando nuevas composiciones de tallas en el modelo o simplemente observar c3mo estos valores pueden variar dependiendo de cambios en los supuestos del modelo.

- *Coeficientes de variaci3n (CV)*

Los coeficientes de variaci3n empleados en los distintos 3ndices de abundancia reflejan el nivel de desviaci3n que el investigador supone tienen los datos respecto del valor central observado como parte del error de observaci3n. El coeficiente de variaci3n tiene relevancia en las estimaciones pues, es inversamente proporcional con el peso que tiene una determinada fuente de datos en la verosimilitud total.

Por ejemplo, y como medida de referencia, para dos series de 3ndices con igual n3mero de observaciones, un $CV = 0,1$ (*i.e.* un IC al 95% de $\pm 20\%$ la media) tiene un peso en la verosimilitud total de 4 veces m3s respecto del 3ndice que asume un $CV = 0,2$. En este razonamiento, a menudo se supone que el modelo representa la naturaleza de manera perfecta, lo cual ya es cuestionable y, por ende, el establecimiento de ponderadores es un punto de debate. Este tema fue discutido por Francis (2011) sin que se disponga a3n de reglas claras para su determinaci3n, sino m3s bien criterios a tomar en cuenta.

Com3nmente, se asignan menores niveles de incertidumbre a la informaci3n de los desembarques y mayores a la CPUE y cruceros, esto por el hecho que los desembarques son mediciones “observables” directas y no as3 la CPUE y biomasa del crucero. En el caso de la asesor3a de reineta, no cuenta con datos provenientes de cruceros.

Francis (2011), propone la idea de aproximarse de manera gradual a una medida del error, comenzando con un suavizador de los datos, es decir, un an3lisis exploratorio que considere aquel coeficiente de variaci3n te3rico que resulta de aplicar el “mejor” modelo de tendencia central a los datos aislados. Este primer procedimiento no depende del modelo de evaluaci3n de stock sino de la variabilidad de los datos.

De esta manera, el enfoque de modelaci3n contempl3, para la ponderaci3n de la informaci3n, un escenario base que entrega mayor valor estad3stico a la informaci3n de desembarques ($CV = 15\%$). El nivel de credibilidad (robustez estad3stica) de los 3ndices usado para para ajustar el modelo, puede variar interanualmente.

El modelo de evaluaci3n de stock propuesto consiste en estimar principalmente:

- El parámetro de posición (L50%) y dispersión (Δ) que describen la selectividad de la flota.
- Longitud modal del reclutamiento (L_r) y su desviación (S_r), el reclutamiento medio (R_{med}) y los desvíos anuales ($desv_{Rt}$).
- Los desvíos de N_0 y la mortalidad por pesca (F) para cada año.

Diagnóstico del modelo de evaluación de stock

- Ajuste del modelo a los datos

Corresponde a la presentación gráfica del ajuste del modelo a los datos observados y bondad de ajuste, mediante diagrama QQ que permitirá evaluar si los valores estimados se apartan significativamente del supuesto inicial, esto es, que las observaciones con una muestra aleatoria de una distribución log-normal con media y varianza conocida. Si los datos se aproximan significativamente a la relación lineal implica entonces que el supuesto es adecuado para los datos analizados.

- Análisis de residuos

Los residuales frente a los valores predichos son presentados para revisar si la varianza residual es constante, los residuales del modelo frente a las variables explicativas (año) para determinar si la varianza es homogénea entre los años, un histograma de los residuos para revisar normalidad y un diagrama qqplot de los residuos que indica linealidad.

Estatus

- Variables Poblacionales

Se analiza la variabilidad en las tendencias poblacionales de la Biomasa total (BT), Biomasa Desovante (BD), Reclutamientos (R) y Mortalidad por pesca (F) del stock durante el periodo de tiempo considerado en la evaluación.

- Indicadores del estado del stock

El estado del recurso se establece en base a la posición relativa de la biomasa desovante y mortalidad por pesca relacionada a la explotación pesquera v/s PBRs basados en el Rendimiento Máximo Sostenido (RMS). En el contexto de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), se establece que las pesquerías deberán alcanzar o mantenerse en torno del RMS considerando las características biológicas de los recursos explotados. El RMS se produce cuando el stock desovante se reduce notablemente antes que el reclutamiento se vea impactado, en promedio, para lo cual exige, se estimen los siguientes PBRs:



- Biomasa desovante en el Rendimiento Máximo Sostenible (BD_{RMS}), bajo la cual el recurso califica en sobreexplotación.
- Mortalidad por Pesca en el Rendimiento Máximo Sostenible (F_{RMS}), sobre la cual el recurso califica en sobreexplotación.
- Biomasa desovante límite (B_{LIM}) bajo la cual una pesquería califica de agotada o colapsada.
- Mortalidad por Pesca límite (F_{LIM}) a partir de la cual el recurso califica en sobrepesca.
-
- Puntos Biológicos de Referencia

Estimación de F_{RMS}

Considerando los parámetros de crecimiento y mortalidad natural reportados para la especie, los Puntos Biológicos de Referencia son estimados a partir de un modelo de Biomasa Desovante por Recluta (BDPR). El modelo proyecta en el tiempo la distribución de tallas del reclutamiento sujeto a valores constantes de mortalidad total (Z) y considerando el crecimiento contenido en la matriz de transición. Este análisis se realiza usando los modelos basados en Thompson & Bell (1934) y supone que el desove es a mitad de año.



3.3 Objetivo Específico 3

Asesorar a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, al Comité Científico Técnico y a los Comités de Manejo en las materias técnicas y de oportunidad que esta Subsecretaría requiera.

El trabajo de evaluación de la reineta (*Brama australis*) se realiza a través de diferentes instancias solicitadas por el mandante y el CCT-RDZCS:

- Preparación y revisión de la base de datos, tanto histórica como la actual
- Participación en el taller de datos y modelos del CCT-RDZCS
- Presentación de los resultados al comité científico
- Elaboración y entrega de informe técnico

Sin embargo y por disposición en los Términos de Referencia, el objetivo 3 será desarrollado en un Documento de Asesoría a la Gestión Técnica. Este deberá consignar las actividades, minutas técnicas u otros correspondientes al objetivo y su entrega está programada en marzo del año 2026.

4. RESULTADOS

4.1 Objetivo Específico 1

Implementar el procedimiento de manejo vigente y candidatos, determinando el estatus del recurso y la captura biol3gicamente aceptable (CBA).

La actual legislaci3n pesquera en Chile, establece que las pesquerías deberán alcanzar o estar en torno al Rendimiento M3ximo Sostenido (RMS), as3 como los niveles l3mite que definen el agotamiento o colapso. Para estimar el RMS se utiliza la estrategia de niveles y de acuerdo con la clasificaci3n del est3ndar de informaci3n se definen los PBR o “proxy” que ser3n usados para definir el estatus del recurso. La definici3n de los procedimientos de c3lculo de los PBR y del marco de referencia especie espec3ficos se basan en el estudio “Revisi3n de los puntos biol3gicos de referencia (Rendimiento M3ximo Sostenible) en las pesquerías nacionales” (Paya *et al.*, 2014).

Para determinar el estatus del recurso, se considera lo establecido por el Comit3 Científico T3cnico de Recursos Demersales Centro Sur (CCTRDSCS), sobre los requerimientos t3cnicos que define los est3ndares de an3lisis y evaluaci3n para las pesquerías involucradas, conforme a los niveles de conocimiento, informaci3n y calidad de los datos disponibles para esos fines.

Como parte integral de las actividades del proyecto y del procedimiento de manejo de la pesquería, se ha considerado la participaci3n en las reuniones establecidas por el CCTRDSCS, as3 como las actividades demandadas por la Revisi3n por Pares Externos e Independientes (RPEI), las que constituir3n un Est3ndar Metodol3gico en la Evaluaci3n, cuyos protocolos se mantendr3n vigentes mientras una actualizaci3n no sea requerida.

El presente estudio tiene un rol de integraci3n del conocimiento, utilizando los productos de todos los programas y proyectos de investigaci3n que permiten modelar la din3mica del recurso. El diagrama general del procedimiento de evaluaci3n de stock y manejo de la pesquería de reineta, se muestra en la **Figura 17**.

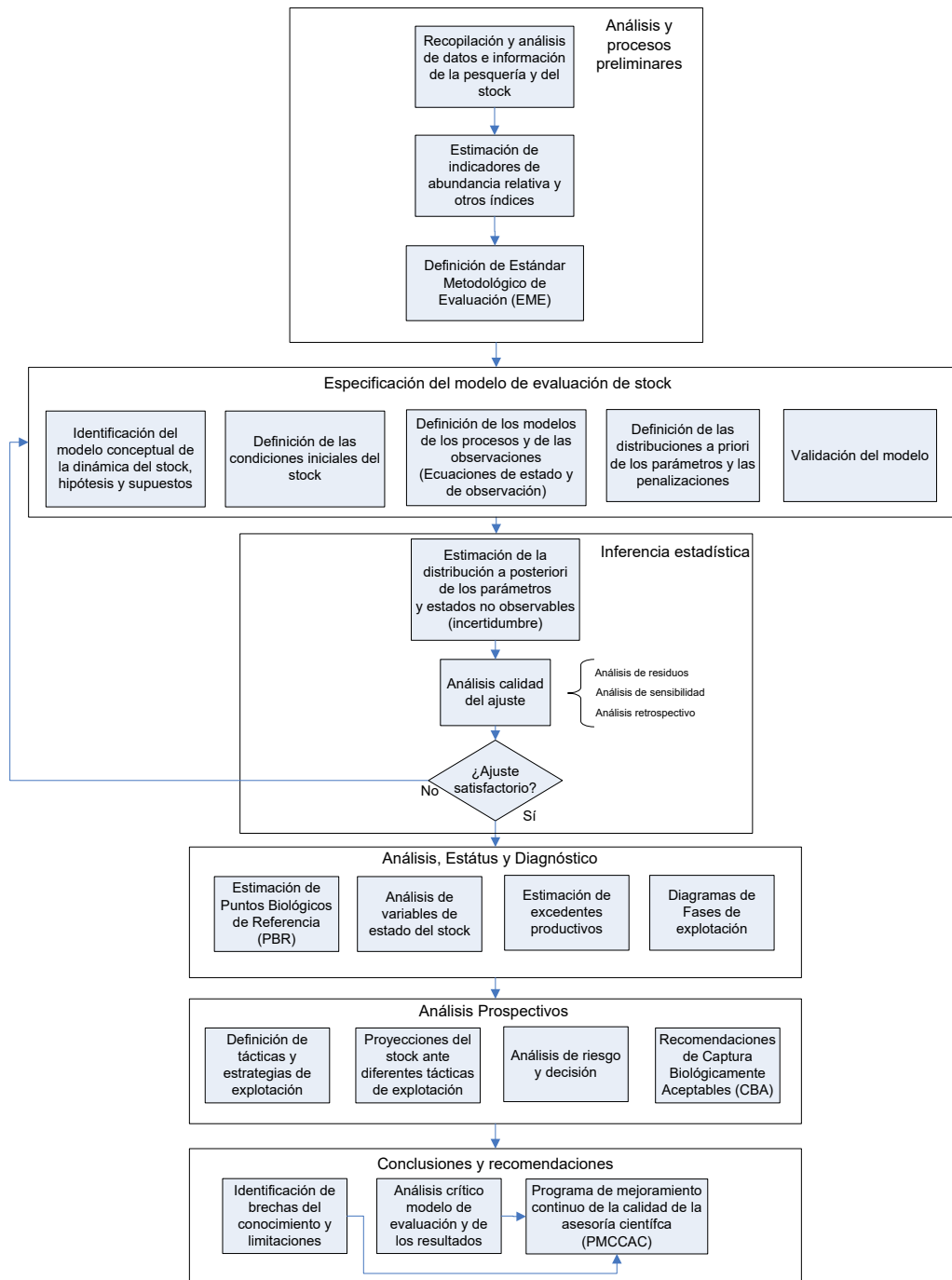


Figura 17. Diagrama del procedimiento de evaluación de stock utilizado en el presente estudio.

4.1.1. 1rea de estudio e informaci3n

En el 1rea de estudio comprendida a lo largo de la costa de Chile, se hace el levantamiento de la informaci3n a trav3s del sistema de monitoreo de la pesquer1a artesanal e industrial que desarrolla el Instituto de Fomento Pesquero como parte del proyecto "Programa de Seguimiento de las Pesquer1as Demersales y Aguas Profundas: Pesquer1as Demersales Centro Sur" (G1lvez *et al.*, 2019).

a) Desembarques

La pesquer1a de reineta es predominantemente artesanal (~90%). A nivel nacional, los antecedentes oficiales (SERNAPESCA, www.sernapesca.cl), contienen registros desde el a1o 1994 (**Figura 18**). A partir del a1o 2008, el desembarque se incrementa de manera importante alcanzando valores por sobre las 15 mil t. y desde el a1o 2014, se sobrepasan las 25 mil toneladas promedio. Para los 1ltimos tres a1os de la serie en tanto, se han registrado un descenso en la captura total con 43.5, 38, 32 y 27 mil toneladas respectivamente, predominando la flota artesanal en toda la serie (**Tabla 9**).

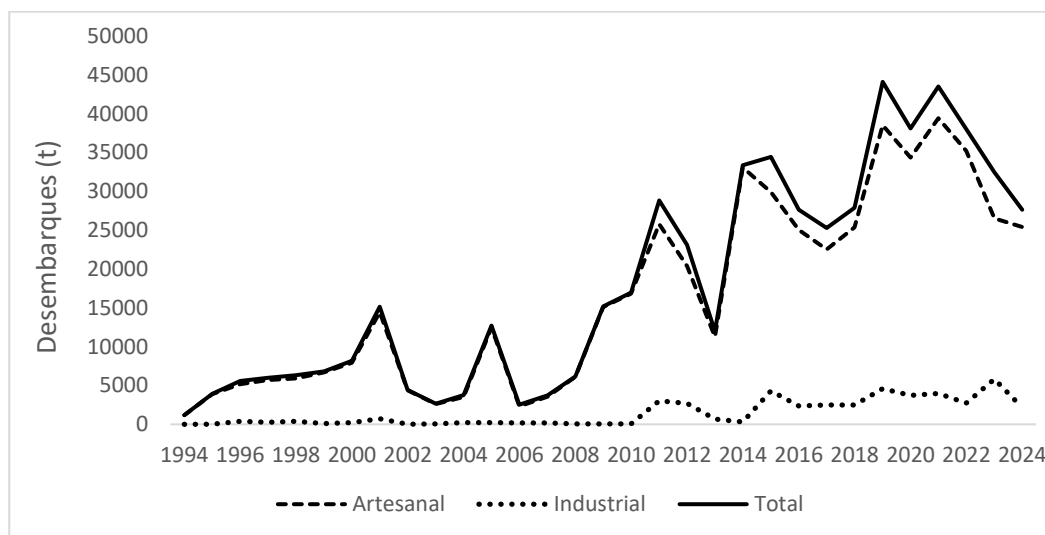


Figura 18. Desembarque nacional anual total y por flota de reineta entre 1994 y 2024 (fuente: Sernapesca).

**Tabla 9.**

Desembarque (toneladas) por flota y total anual de reineta entre 1994 y 2024 (fuente: Sernapesca).

Año	Artesanal	Industrial	Barcos Fábrica	Total
1994	1182	4	0	1186
1995	3907	23	0	3930
1996	5182	403	0	5585
1997	5721	277	0	5998
1998	5925	407	0	6332
1999	6714	114	0	6828
2000	7938	221	0	8159
2001	14429	727	0	15156
2002	4393	36	0	4429
2003	2598	47	0	2645
2004	3527	237	0	3764
2005	12469	238	0	12707
2006	2343	174	0	2517
2007	3569	174	0	3743
2008	6112	48	0	6160
2009	15088	77	34	15199
2010	16847	62	68	16977
2011	25761	3035	18	28814
2012	20386	2693	0	23079
2013	11254	687	14	11955
2014	33059	288	36	33383
2015	29911	4294	216	34421
2016	25051	2361	229	27641
2017	22522	2485	288	25295
2018	25348	2498	22	27868
2019	38517	4606	978	44101
2020	34351	3719	39	38109
2021	39418	3978	107	43503
2022	35233	2736	42	38011
2023	26534	5826	78	32438
2024	25412	2164	49	27625

b) Estructuras de tama1o flota Espinel artesanal

Las estructuras de tama1os de la zona centro-sur, en primer lugar, fueron analizadas considerando la pesquería de espinel total, que abarca desde la regi3n de Valparaíso hasta la regi3n de Los Lagos. En la **Figura 19**, se puede observar que desde 1998 hasta el a1o 2022, hay una reducci3n de la proporci3n de ejemplares entre los 46 y 54 cm, que caracterizaba a los individuos en los primeros dos a1os de la pesquería. Posteriormente, y desde el a1o 2012, se aprecia una estructura unimodal, entre los 34 y 52 cm, que en los últimos cuatro a1os presenta una progresi3n modal, destacando un incremento gradual de las tallas medias entre los 37 y 48 cm como moda observada en el último a1o de la serie de longitudes. Esta progresi3n a sido constante desde 2019 hasta el 2022. Para el ultimo a1o (2024) no se observa una diferencia significativa respecto a los últimos a1os, sin embargo, se observa una disminuci3n en la “bimodalidad” presentada durante el a1o 2023 aunque la concentraci3n sigue estando entre 36 a 52 con aproximadamente.

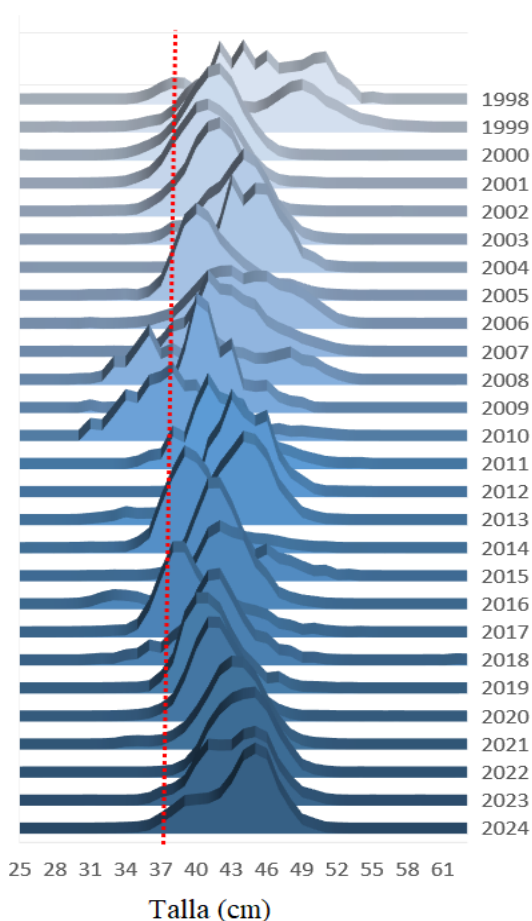


Figura 19. Estructura de tama1os de reineta, correspondiente al total capturado con espinel.

c) Estructuras de tama1o flota enmalle artesanal

La estructura de tama1os proveniente de las reinetas capturadas por la flota artesanal utilizando la red de enmalle, es presentada en la **Figura 20**. Esta estructura muestra informaci3n entre los a1os 2004 y 2024, mostrando un decaimiento continuo de las modas en este periodo. En este sentido podemos mencionar que mientras en el a1o 2004 la estructura de tama1os tena un rango entre los 30 y 56 cm (con una moda en los 48 cm), y en el a1o 2024 se observa una estructura con una menor moda y un rango entre los 33 y 53 cm, condici3n muy similar a lo observado en los 1ltimos tres a1os.

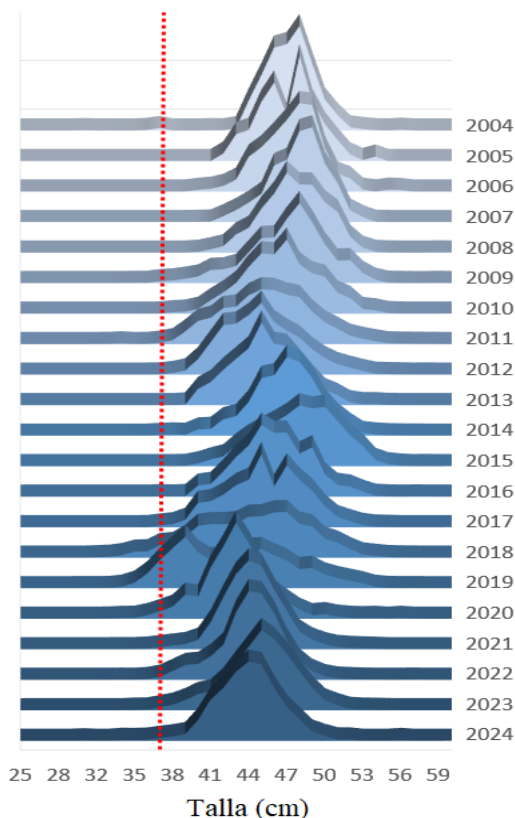


Figura 20. Estructura de tama1os de reineta, correspondiente al total capturado con enmalle.

d) Estructuras de tama1o flota industrial

La estructura de tama1os que captura la flota industrial (hielera), es presentada en la **Figura 21**. Estas longitudes de tama1os est1n presentes desde el a1o 2011 hasta el 2024, y se caracterizan por presentar estructuras unimodales, a diferencia del primer a1o de la serie, donde se registraba un amplio rango de registros que fluct1an entre los 25 y 60 cm (con una moda en los 40 cm). Al igual que en la flota espinelera, se observa un aumento modal desde 2019 hasta la presente evaluaci3n, con una moda en torno a 46 cm, con un rango de tama1os entre los 37 y 50 cm.

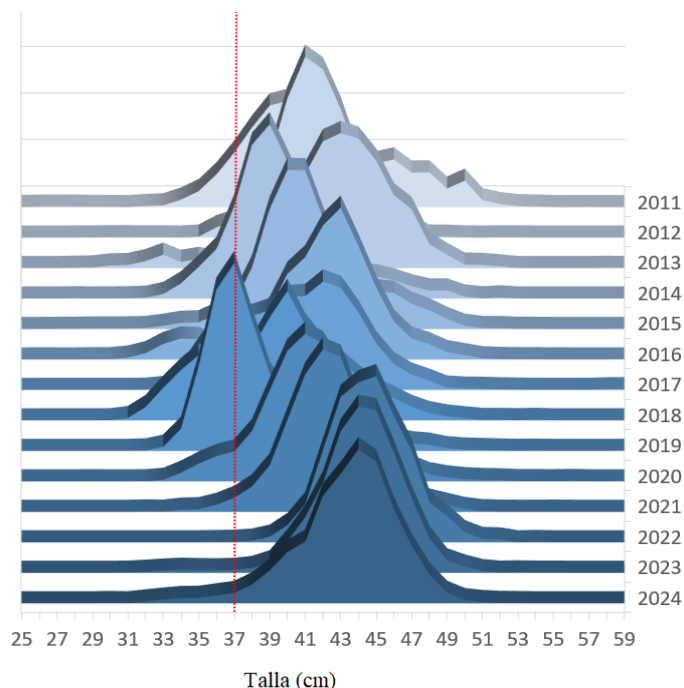


Figura 21. Estructura de tama1os de reineta, correspondiente al total capturado por flota industrial.

e) Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

Estandarizaci3n de CPUE para la flota artesanal de espinel

La base inicial desde 1998 hasta 2024 contiene 33130 registros pertenecientes al recurso reineta. Los registros utilizados en la estandarizaci3n corresponden a los registros tomados en puerto realizados por observadores cient1ficos de IFOP. Luego de explorar la base de datos, se detectan los datos at1picos y err3neos para posteriormente obtener la base final a trabajar. El criterio para realizar los filtros fue determinado en la construcci3n del c1lculo de la estandarizaci3n de la CPUE, en reuniones entre el Departamento de Evaluaci3n y el Departamento de Seguimiento, ambos de IFOP. De la base de datos disponible, se aplican los siguientes criterios:

- Capturas entre 0 y 23000 kilos.
- Días fuera de puerto entre 0.2 y 10.
- Datos de CPUE entre 0 y 10.000
- Elimina valores infinitos y NA

Los filtros anteriores reducen la base de datos a 23739 registros finales. Para realizar la estandarizaci3n de espinel se utilizan los factores: esfuerzo de pesca, tipo de embarcaci3n, zona de captura, fecha (año y mes). Al analizar los esfuerzos de pesca de los registros con reineta, 8225 contienen la informaci3n de esfuerzo “Numero de Anzuelos” y 7963 el dato “Horas de Reposo”, sin embargo, todos los registros cuentan con el dato “Días Fuera de Puerto” y por lo tanto es el esfuerzo utilizado (**Tabla 10**). Por otro lado, con los registros de la embarcaci3n y el tamaño de eslora, se obtiene el tipo de embarcaci3n utilizada en la captura de reineta Bote y Lancha. Para el factor “Zona” se utiliza la regi3n de recalada, que es el campo que tiene todos los registros por año. En este último punto se divide en 3 zonas:

- Zona 1: todos los registros de la zona norte, hasta la regi3n del Maule (inclusive)
- Zona 2: únicamente la regi3n del Biobío
- Zona 3: desde la regi3n de la Araucanía hacia el sur.

Tabla 10. Número de observaciones de los esfuerzos pesqueros en la captura del espinel, entre 1998-2024.

Año	Nº Anzuelo	Horas de reposo	DFP	Nº total de registros
1998	223	220	2271	2271
1999	246	198	4904	4904
2000	232	362	2659	2659
2001	828	735	4915	4915
2002	122	136	1469	1469
2003	850	856	1756	1756
2004	559	558	560	560
2005	252	247	255	255
2006	170	172	172	172
2007	229	228	229	229
2008	24	23	24	24
2009	15	12	15	15
2010	51	38	54	54
2011	246	227	246	246
2012	367	367	367	367
2013	150	140	155	155
2014	44	57	59	59
2015	100	90	110	110



2016	133	68	134	134
2017	191	172	191	191
2018	197	167	197	197
2019	473	432	474	474
2020	603	598	603	603
2021	767	760	767	767
2022	613	594	613	613
2023	278	259	278	278
2024	262	247	262	262
Total	8225	7963	23739	23739

En la **Tabla 11** se resume la base de datos en captura promedio por a1o en kilos, captura total por a1o (esfuerzo en d1as fuera de puerto, cpue nominal en kilogramos por d1a fuera de puerto (Kg/dfp) y n1mero de registros por a1o. La mayor cantidad de observaciones se encuentra entre los a1os 1998 y 2003, superando los 4800 registros (a1o 2001), este alto n1mero de registros provienen del seguimiento de la pesquer1a en la Regi3n de Valpara1so, principalmente de San Antonio, en donde se desarroll3 la pesquer1a de reineta hasta el a1o 2001. Posteriormente, aparentemente el recurso se desplaza hacia el sur, haciendo que la flota de San Antonio migre hacia la Regi3n del B1o B1o (**Figura 23**), durante ese per1odo la informaci3n de desembarques era recopilada por la capitan1a de puerto debido a la falta de observadores cient1ficos en esa zona, los datos recopilados eran pobres en variables pero abundantes en n1mero de registros. En el a1o 2004, se deja de recopilar informaci3n a trav1s de la capitan1a de puerto y comienza un registro progresivo por parte de los observadores cient1ficos de IFOP, reduciendo de manera importante el n1mero de registros, pero mejorando significativamente la calidad de la informaci3n. Posteriormente, comienzan a desarrollarse pescas de investigaci3n de transferencia tecnol3gica y prospecci3n en la Regi3n de Los Lagos y Regi3n de Ays1n y en el a1o 2013 se autoriza a la flota de Lebu a operar en la Regi3n de Los Lagos y se incrementa significativamente el desembarque en la zona de Chilo1.

En cuanto a la CPUE nominal, los valores m1s altos est1n entre los a1os 2010 y 2012 con un promedio de 2431 Kg/dfp. Para el a1o 2024 la cpue nominal es de 751.9 Kg/dfp, valor menor a los registrado en los 1ltimos 8 a1os (**Tabla 11, Figura 22**). El esfuerzo se mantiene en promedio en los 2.8 dfp, para mostrar un primer m1ximo en el a1o 2014 con 6,4 d1as. Posteriormente, este indicador y de manera continua va registrando menores valores, a pesar que en el periodo 2020 - 2023 se registran valores al alza, aunque inferiores a los 4 d1as. La captura promedio de reineta en la flota artesanal espinelera se mantiene bajo los 3 mil Kg hasta el a1o 2008, para capturar en el a1o 2010, 5800 Kg en promedio. Un segundo pico se observa en el a1o 2014 con un valor cercano a los 8819 Kg. La captura promedio de reineta en el a1o 2024 es de 3293 kg, cifra menor a lo registrado en el a1o anterior.

**Tabla 11.**

Captura promedio y total por a1o en kilogramos, esfuerzo en d1as fuera de puerto, CPUE promedio en kilogramos por d1as fuera de puerto y n1mero de registros por a1o espinel y enmalle, bit1cora IFOP 1998-2023.

A1o	Captura promedio (Kg)	Captura (Kg)	Esfuerzo Promedio (dfp)	CPUE (Kg/dfp)	N1registros espinel
1998	810	1839.2	2.36	805.9	2271
1999	831	4074.1	1.04	1401.1	4904
2000	1321	3511.4	1.56	1780.4	2659
2001	951	4674.1	0.90	1496.2	4915
2002	1908	2802.8	2.65	857.0	1469
2003	1173	2059.2	2.63	537.4	1756
2004	1538	861.1	2.77	678.4	560
2005	2068	527.3	2.08	1096.2	255
2006	1739	299.1	2.24	960.6	172
2007	2547	583.2	2.32	1185.0	229
2008	2604	62.5	2.69	1372.2	24
2009	3921	58.8	4.45	696.8	15
2010	5830	314.8	3.03	2010.5	54
2011	3915	963.2	1.71	2591.3	246
2012	2582	947.7	1.10	2516.7	367
2013	3032	470.0	3.28	997.8	155
2014	8819	520.3	6.37	1443.4	59
2015	6182	680.0	5.41	1110.3	110
2016	2534	339.5	3.86	499.4	134
2017	3495	667.6	4.73	839.7	191
2018	2438	480.4	3.20	818.7	197
2019	3294	1561.2	2.43	1621.6	474
2020	2815	1697.3	1.66	2029.7	603
2021	3105	2381.7	2.58	1349.9	767
2022	3559	2181.9	2.69	1502.3	613
2023	3761	1045.7	3.76	993.9	278
2024	3293	862.7	3.60	751.9	262

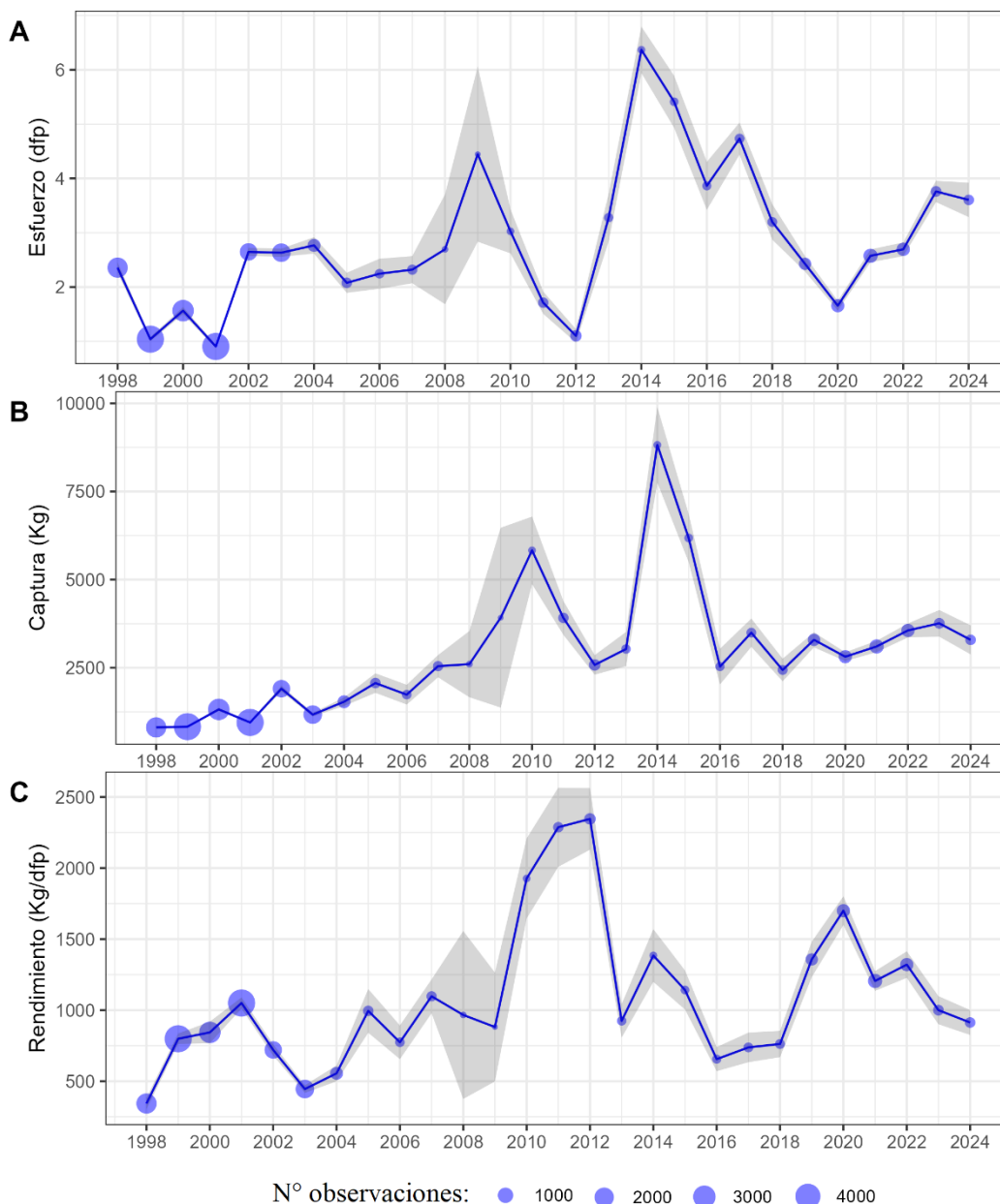


Figura 22. Esfuerzo en días fuera de puerto, captura en kilogramos y CPUE nominal bitácoras espinel periodo 1998-2024 reineta.

La **Figura 23**, presenta una comparación entre el esfuerzo de pesca calculados utilizando distintas unidades de esfuerzo como son los días fuera de puerto (DFP), el número de anzuelos y las horas de reposo. En relación a este contraste del esfuerzo de la flota espinelera se observa una importante similitud en la tendencia de las señales obtenidas comparando esfuerzos calculados con anzuelos y días fuera de puerto, siendo la mayor diferencia en la señal obtenida en el primer año de la serie, y en el periodo 2014-2017. En relación a la unidad de esfuerzo horas de reposo, se observa una notoria

diferencia con las señales antes mencionadas, destacando el alto nivel de esfuerzo registrado en año 2000. Durante el año 2024 se observa una leve disminución de los días fuera de puerto y el número de anzuelos, mientras que si bien el comportamiento en las horas de reposo también tuvo una leve disminución, sigue la tendencia más bien estable comparativamente con los otros dos esfuerzos descritos.

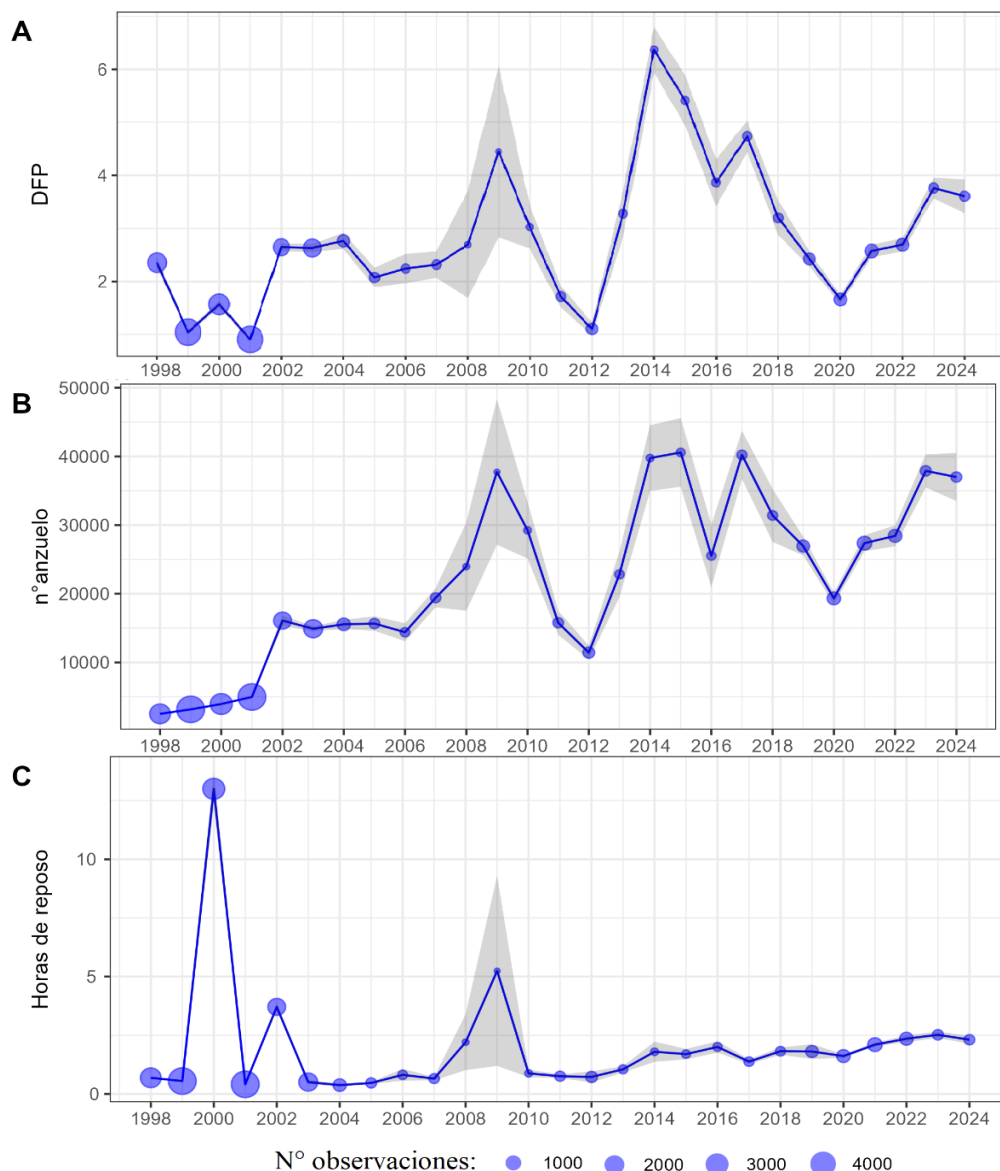


Figura 23. Compara distintos tipos de tipos de unidades de esfuerzo de pesca para la flota espinelera.

Para la selección de los factores en la estandarización se separaron los registros en trimestres; se seleccionaron los datos correspondientes al mes de recalada contabilizando 5176 registros para el primer trimestre, 5612 para el segundo, 5607 para el tercero y 6841 para el cuarto trimestre. En cuanto

al factor embarcación, se asignó la categoría “bote” a las embarcaciones menores a 12 metros de eslora y la categoría “lancha” a aquellas embarcaciones mayores a 12 metros de eslora, obteniendo un total de 6775 registros de botes, 5532 registros de lanchas y 10929 registros sin el campo eslora. Para la creación del factor zona, se tomó el campo región puerto recalada y se dividió en tres zonas, zona 1: registros hasta la Región del Maule; zona 2: registros únicamente de la Región del Bío Bío y zona 3: registros al sur de la Región del Bío Bío.

En la Figura 26, se presenta la variación de la CPUE según la zona y el tipo de embarcación en el tiempo. En el primer caso se observa que los mayores rendimientos se encontraban en la zona 1 y 2 asociado principalmente a la actividad realizada mayoritariamente en la zona centro-sur, hasta la región del Biobío, mientras que la zona 3 comienza a ser representativa alrededor del 2010, convirtiéndose actualmente en una zona con desembarques similares a los registrados en el Biobío. La zona 1 representada principalmente por la región de Valparaíso en los últimos años presenta un rendimiento menor a la zona 2 y 3, siendo mínima en los años 2017, 2019 y 2024.

En cuanto a las capturas y rendimientos por embarcación, no se observan mayores diferencias entre los botes y las lanchas (**Figura 24**). Es importante considerar que el principal arte de pesca de las lanchas es el enmalle por lo que este tipo de embarcación no se ve bien representada en esta base de datos, la cual considera solo el arte de pesca espinel. Por lo tanto, el factor embarcación podría ser realmente representativo si consideramos datos de ambos artes de pesca. Los máximos rendimientos se encontraron entre los años 2010 y 2012, mientras que desde el año 2022 se observa una disminución de los rendimientos tanto en lancha como en bote.

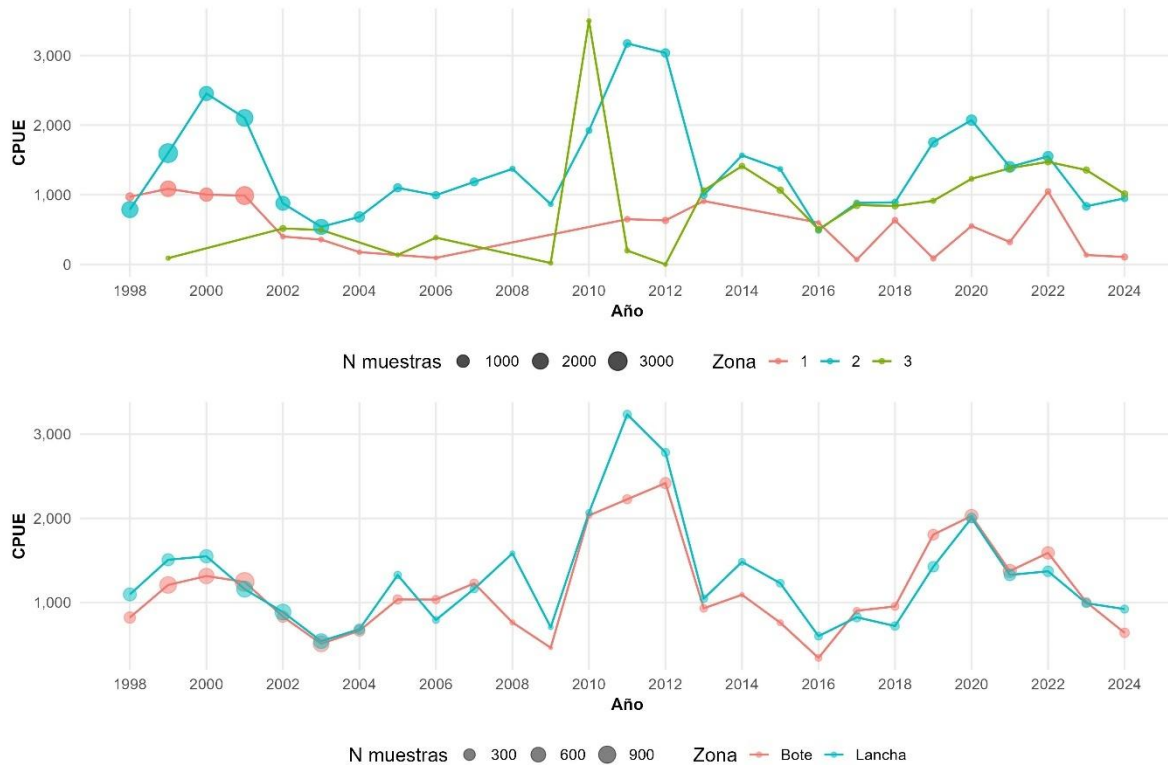


Figura 24. Comparaci3n de capturas, esfuerzo y rendimiento nominal estimado por zona.

Luego de realizar los filtros correspondientes a la base de datos y evaluar los posibles factores a utilizar en la modelaci3n de la cpue, se realiz3 un an3lisis exploratorio a estos factores para visualizar que tanta incidencia podr3an tener en la estandarizaci3n. La **Figura 25** presenta el rendimiento promedio por mes acumulado para todos los a3os. Es posible observar que el rendimiento m3ximo anual se encuentra en el mes de enero y luego disminuye abruptamente a un nivel que se mantiene hasta septiembre. Posteriormente, se observa que el rendimiento anual acumulado es m3nimo entre octubre y diciembre.

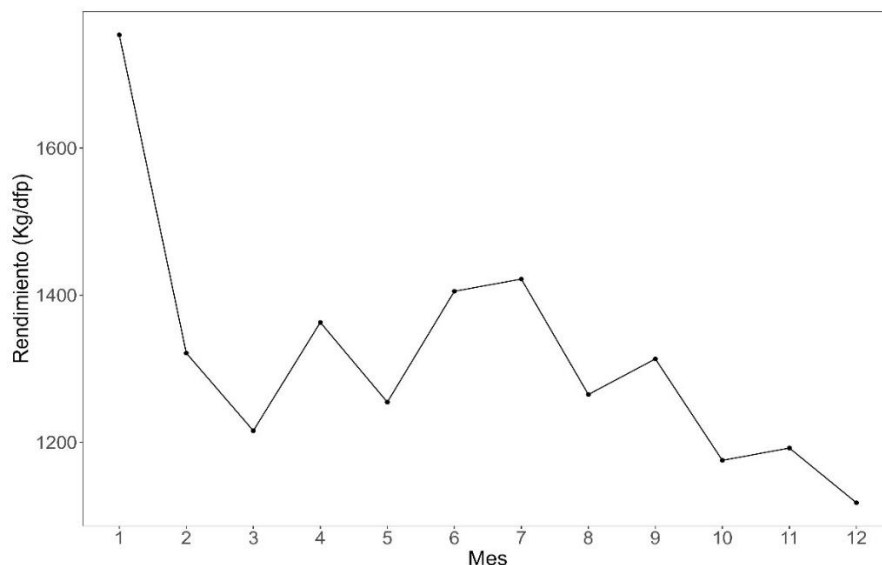


Figura 25. Rendimiento promedio mensual en kilogramos por día fuera de puerto para el arte de pesca espinel en reineta.

Las variables seleccionadas como factores en la estandarizaci3n corresponden al año, trimestre, y embarcaci3n. Para el factor embarcaci3n se dividieron los registros en botes o lanchas, considerando como botes las embarcaciones menores a 12 metros y lanchas las mayores a 12 metros (**Figura 26**). Como primer paso se ajusta un modelo básico que solo consideraba el año como factor predictivo y posteriormente se fueron adicionando nuevos factores predictivos al modelo. El modelo utilizado, de acuerdo con los análisis preliminares fue un GLM con distribuci3n log normal sin considerar interacciones o efectos aleatorios.

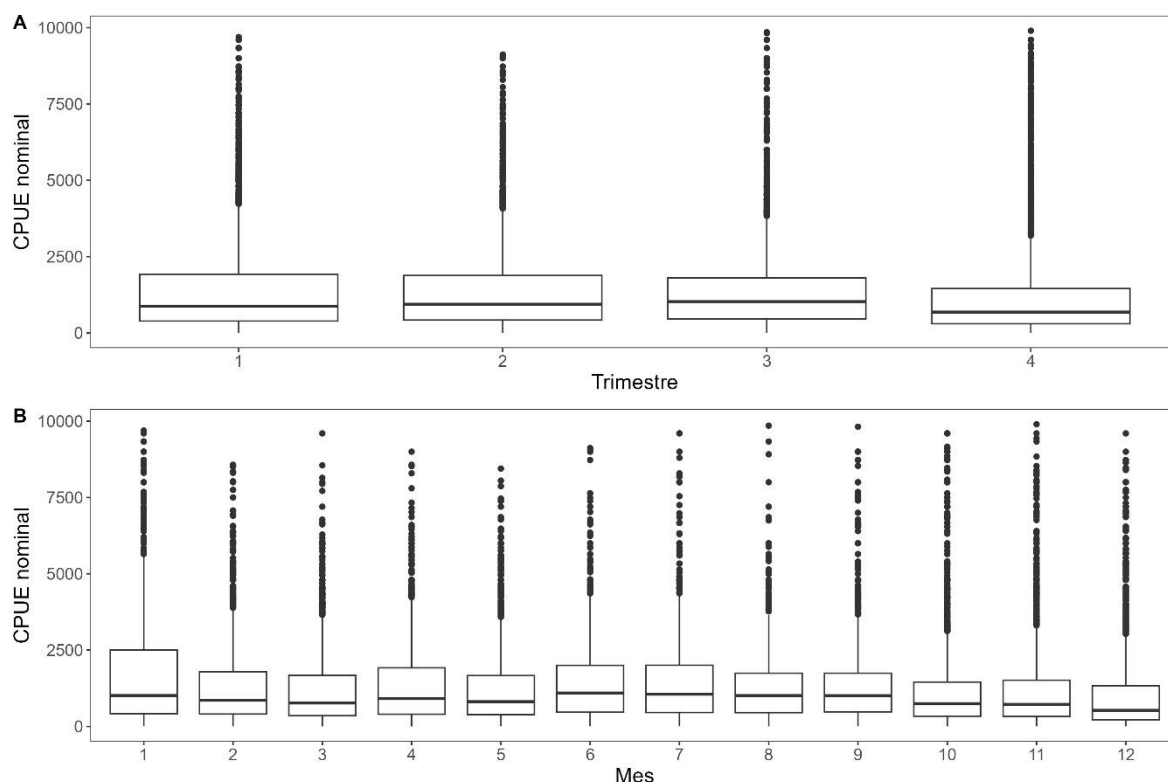


Figura 26. Rendimiento seg3n tipo de embarcaci3n, por trimestre y por mes. Los puntos rojos corresponden al promedio del a3o 2023.

Los resultados del modelo se muestran en la **Tabla 12**, donde el mejor modelo en evaluaci3n correspondi3 al modelo 5 que considera el a3o, mes, zona y embarcaci3n, es decir, el que integra toda la informaci3n disponible. Si bien tanto en modelo 5 como 6 obtuvieron valores similares, se determin3 que el factor mes recoge mejor la variabilidad sin sobreajustar y finalmente el modelo 5 result3 con menor AIC y menor devianza.

Tabla 12.
Selecci3n de modelos de estimaci3n de la CPUE.

Modelo	Variables	AIC	Devianza
1	$\log(\text{cpue}) \sim \text{A3o}$	72320.26	13282.88
2	$\log(\text{cpue}) \sim \text{A3o} + \text{mes}$	71812.78	13222.92
3	$\log(\text{cpue}) \sim \text{A3o} + \text{Trim}$	71889.37	27061.77
4	$\log(\text{cpue}) \sim \text{A3o} + \text{trim} + \text{zona}$	70544.23	28644.29
5	$\log(\text{cpue}) \sim \text{A3o} + \text{mes} + \text{zona} + \text{embarcaci3n}$	36616.82	28532.78
6	$\log(\text{cpue}) \sim \text{A3o} + \text{trim} + \text{zona} + \text{embarcaci3n}$	36658.22	29176.33

La **Tabla 13**, muestra el an3lisis de varianza (anova) del modelo seleccionado para la estimaci3n de la cpue derivada de la flota espinelera, donde se destaca que el factor a3o tiene una explicaci3n de varianza del 17.5% y zona 4.5%. De forma secundaria, el factor mes y embarcaci3n obtuvieron un porcentaje menor al 1%.

Tabla 13.
Anova del modelo GLM, que incluye todas las variables incluidas en el an3lisis.

	Df	Deviance	Resid.Df	Resid.Dev	Significacia Pr(>F)	%Devianza
NULL			12688	16677		
A3o	26	2408.61	12662	14268	<2e-16 ***	17.49
Mes	11	229.90	12651	14038	<2e-16 ***	0.88
Zona	2	814.34	12649	13224	<2e-16 ***	4.49
Embarcaci3n	1	0.73	12648	13223	0.4023	0.006

La **Figura 30**, muestra los efectos residuales del modelo, los qqplot; adem3s de los puntos a considerar relacionados con factores de apalancamiento en el modelo de estandarizaci3n de la cpue.

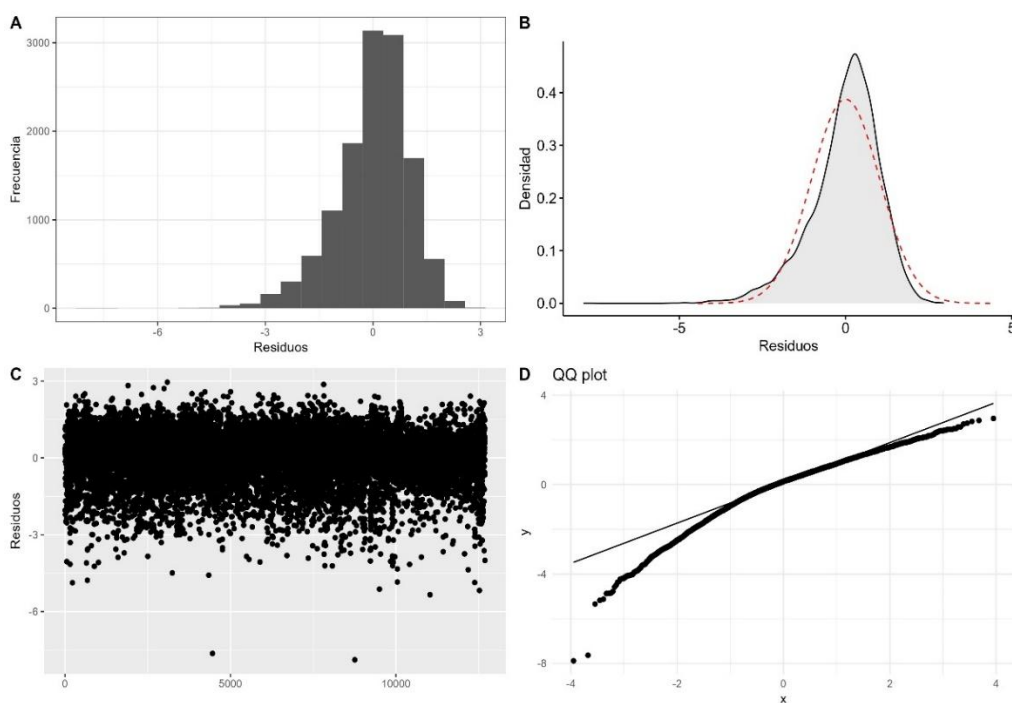


Figura 27. Efectos parciales de los factores incorporados en el modelo ajustado a los rendimientos de pesca de reineta. Se presenta adem3s el histograma de los residuos y el gr3fico q-q plot.

A partir del modelo ajustado se estimó el índice de abundancia relativa estandarizado (CPUE) observado en la **Figura 28**, en la que se puede observar que el modelo es capaz de recoger la tendencia proyectada por la cpue nominal a través de los años, corrigiendo la serie de la influencia de los otros factores y extrayendo sólo el efecto anual, esto observado principalmente durante los primeros años. En relación con la estimación de un índice de abundancia, se aprecia que la señal derivada de lances de pesca con espineles, presenta un nivel de CPUE sin una señal clara de abundancia, lo que se ve reflejado en un ajuste lineal sin una tendencia marcada que nos de información del estado de depleción de la población de reineta.

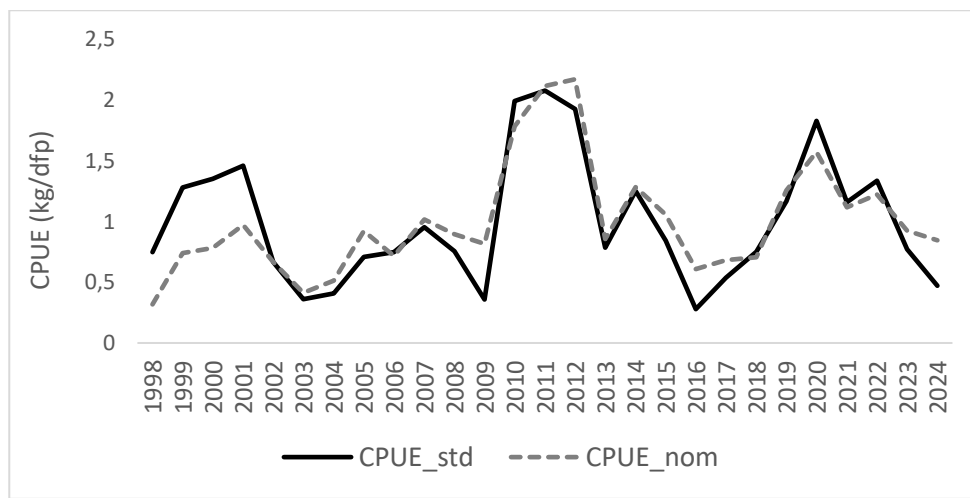


Figura 28. Captura por unidad de esfuerzo estandarizada y nominal.

Estandarización de CPUE para la flota artesanal de enmalle

Para la estandarización de CPUE utilizado los datos de operaciones de enmalle se utilizaron los registros correspondientes a operaciones donde se capturó y se reportó como especie objetivo reineta. La base de datos inicial consistió en un total de 4827 registros distribuidos entre el año 2004 y 2024. La base de datos fue filtrada para remover datos extremos, y registros anómalos basados en el conocimiento histórico de la operación de pesca de enmalle descrito por el Programa de seguimiento de las pesquerías demersal centro-sur de IFOP. Las variables de la base de datos revisadas y filtradas fueron la captura por lance, considerándose datos válidos los registros entre 0 y 19000 kg; el esfuerzo medido en metros de red lineales por lance, considerándose como datos válidos los registros entre 300 y 3600 m; y la profundidad del lance, considerándose como datos válidos los registros entre 0 y 50 m de profundidad.

Posterior a la aplicación de los filtros, los datos restantes fueron utilizados para generar una CPUE nominal y estimar una CPUE estandarizada. Para la estandarización de la CPUE se evaluaron distintas transformaciones de los datos de CPUE por lance para aproximarlos a una distribución normal,

probándose transformaciones basadas en logaritmo de la CPUE. Se realizaron histogramas, gráfico cuantil-cuantil y gráficos de densidad para seleccionar la transformaci3n que mejor se ajustara a una distribuci3n normal. Para la estandarizaci3n de la CPUE propiamente tal, la serie de CPUE transformada se utiliz3 como variable respuesta y se probaron distintas combinaciones de variables predictoras para encontrar el mejor modelo predictivo. Las variables predictoras que se evaluaron en los modelos para estandarizar la CPUE fueron los factores a3o de la operaci3n, trimestre, mes, puerto de recalada y el c3digo de embarcaci3n. Finalmente se presenta el modelo con mejor ajuste y se extrajo la se3al de la CPUE estandarizada para ser utilizada en futuros an3lisis y modelaciones.

Resultados Estandarizaci3n de CPUE para la flota artesanal de enmalle

La base de datos inicial contiene 4827 registros de lances de pesca distribuidos entre los a3os 2004 y 2024. La revisi3n de la base de datos se presenta en la **Tabla 14**. La tabla muestra un aumento en el tiempo para el n3mero de lances realizados para capturar reineta utilizando enmalle, a pesar de registrarse una disminuci3n para el presente a3o respecto a los 3ltimos 2 a3os. La base de datos contiene una buena informaci3n sobre la captura y esfuerzo. La informaci3n sobre la profundidad del lance no fue registrada o reportada en los primeros a3os de la serie, pero la disponibilidad este dato se volvi3 m3s frecuente desde el a3o 2007 en adelante. Tras la aplicaci3n del filtro sobre el peso de las capturas se removieron los valores que no estuviesen contenidos entre 0 y 19.000 kg, quedando 3874 registros en la base de datos. Luego de la aplicaci3n del filtro sobre el esfuerzo, medido en metros de red lineales por lance, se removieron los valores que no estuviesen contenidos entre 300 y 3600, quedando 3717 registros.

Finalmente, tras la aplicaci3n del filtro por profundidad del lance se removieron los registros que no estuviesen contenidos entre 0 y 50 m de profundidad. Debido a que el a3o 2004 present3 solo un registro que pas3 los filtros, se removió el a3o para los posteriores an3lisis con el fin de evitar la incertidumbre de caracterizar el efecto anual basado en un solo dato.

Antes de proceder con la estandarizaci3n de CPUE propiamente tal, se evalu3 como medida de esfuerzo de pesca alternativo a la medida de metros de red lineales (**Figura 29**), la variable el tiempo de reposo del enmalle por operaci3n de pesca. Un tercer indicador de esfuerzo fue calculado combinando los valores de metros de red lineal y tiempo de reposo aplicados en la operaci3n de pesca. Los indicadores de CPUE utilizando las tres variables de esfuerzo antes mencionadas fueron analizados gr3ficamente y a trav3s de su ajuste al realizar un modelo lineal contra los datos de captura. El mejor ajuste de CPUE contra los datos de captura fue obtenido con la CPUE donde se utiliz3 como medida de esfuerzo como metros de red lineal utilizado en la operaci3n de pesca.

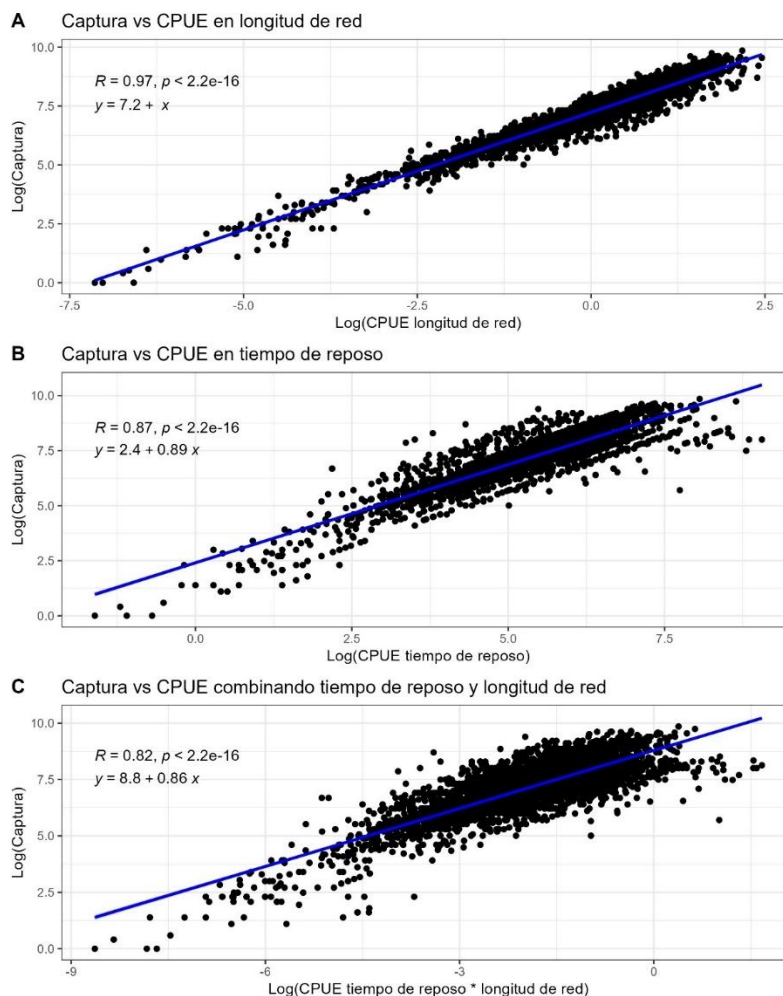


Figura 29. Modelos lineales para comparar tres medidas de esfuerzo y su desempeño en su uso para CPUE para explicar las capturas. En la esquina superior derecha se presentan los valores de ajuste de la regresión lineal.

En la **Figura 30** se observan las fluctuaciones en el tiempo del esfuerzo (en metro de red) y las capturas. En el primero se observa una clara tendencia positiva, con una marcada caída en 2021-2022, mientras que las capturas tienen una tendencia negativa que se acentúa desde el año 2021. El resultante es un rendimiento con tendencia negativa con valores mínimos en 2023 y 2024.

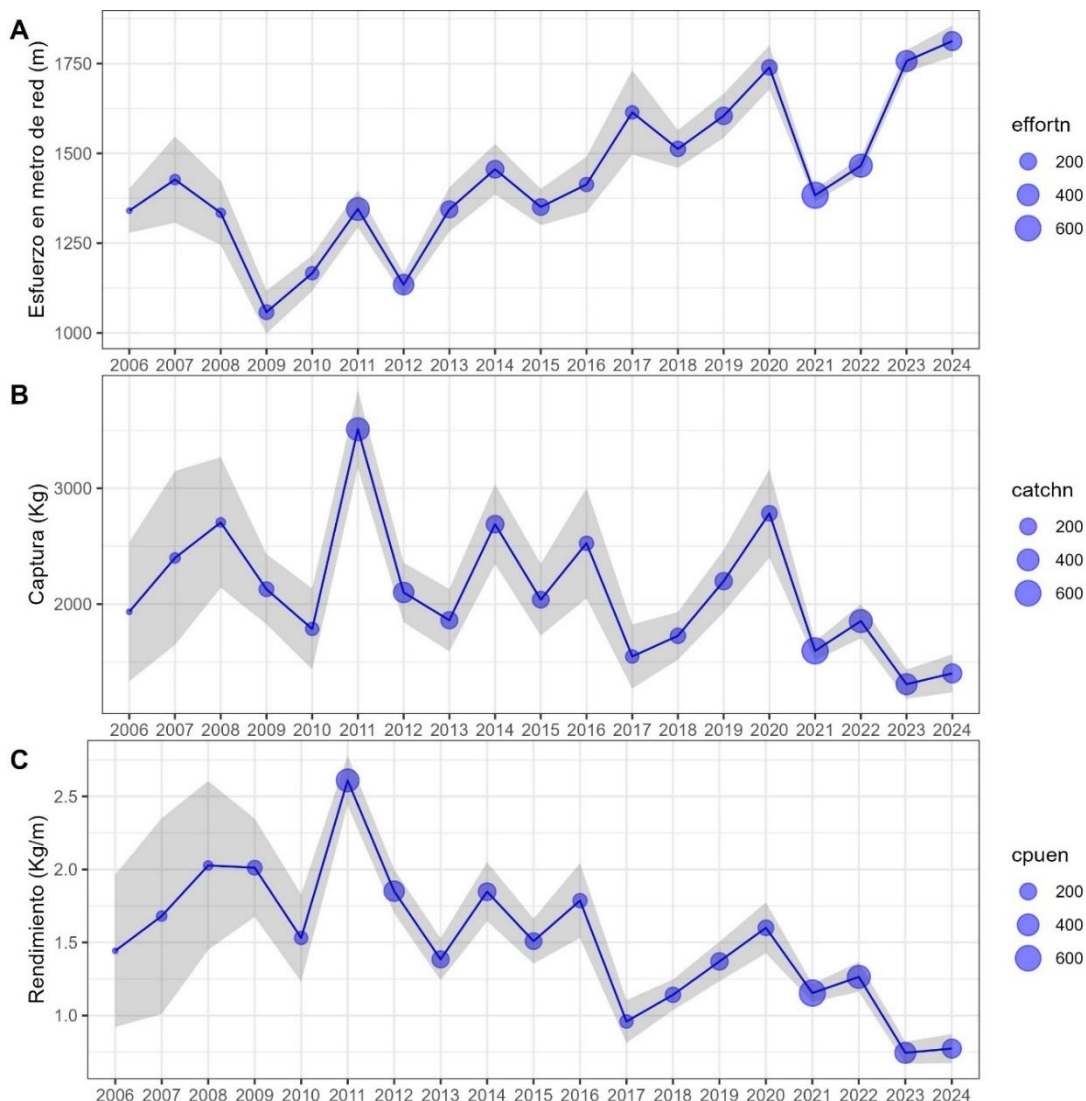


Figura 30. Esfuerzo, captura y rendimiento entre los a1os 2006 y 2023

Se evalu3 gr1ficamente la variabilidad entre los factores temporales antes de incorporarlos en el modelo lineal para la estandarizaci3n de CPUE (**Figura 31**). El modelo para la estandarizaci3n de la CPUE fue construido utilizando variables disponibles asociadas a los lances de pesca. Se evalu3 el efecto de las variables disponibles asociadas a variables temporales, como el a1o, trimestre y mes de la operaci3n; variables espaciales, como el puerto de recalada; y el identificador de la embarcaci3n. Los modelos fueron comparados en base a sus valores de verosimilitud y AIC.

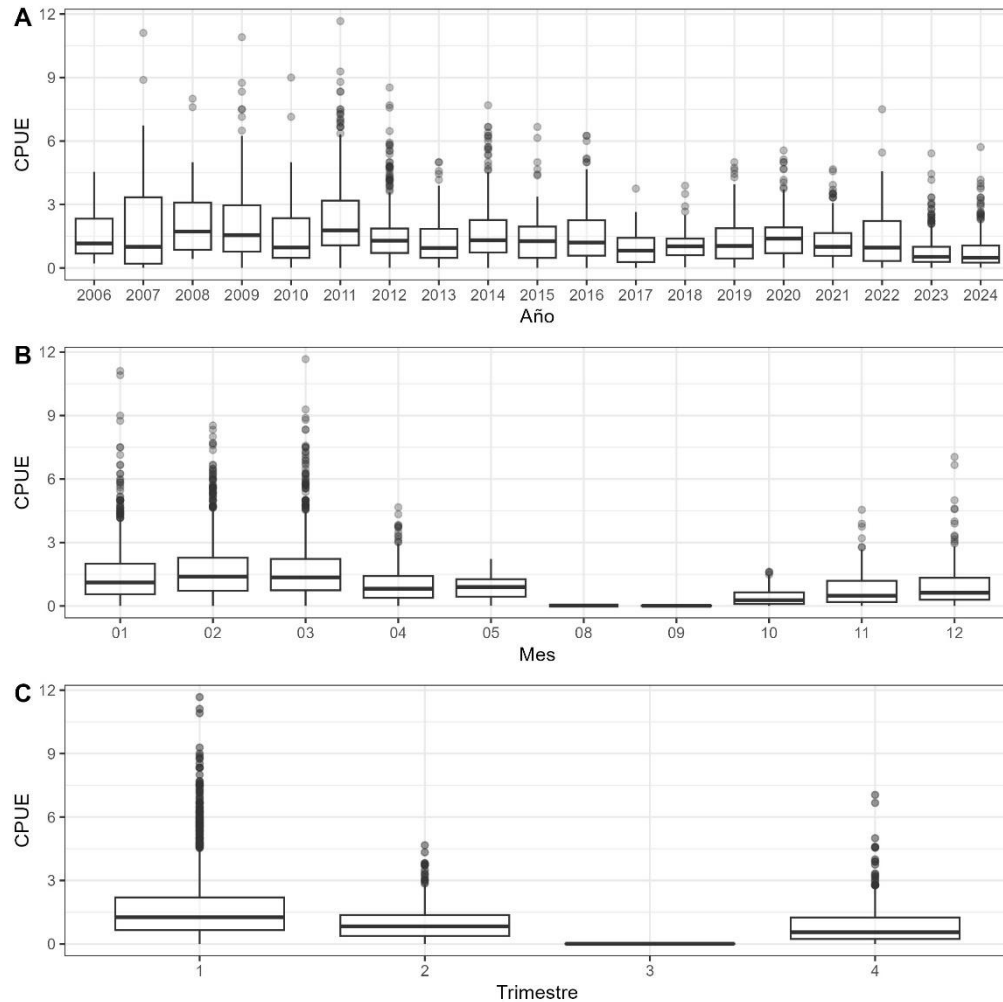


Figura 31. Gráficos boxplot con valores de CPUE por operación separados por factores temporales. Se presentan los valores de CPUE y su variabilidad en intervalos de meses, años y trimestres.

El modelo con menor AIC y menor devianza resultó ser el modelo 4, que contine como variables explicativas el año, mes de la operación, puerto de recalada y el tipo de la embarcación. Utilizando el Criterio de Akaike se seleccionó como mejor modelo al modelo 4, que contenía todas las variables (**Tabla 15**). Los factores que más variación en la CPUE explicaron fueron el puerto de recalada y el ID del barco, con un 14.4% y 9.6% respectivamente (**Tabla 16**).

Tabla 15.

Comparación de los modelos de para la estandarización de la CPUE. GL: Grados de libertad, Dev Explicada: Devianza explicada en porcentaje, AICc: AIC de segundo orden, Delta AICc: Diferencia entre el valor del modelo contra el modelo con menor AICc, LL: Valor de log verosimilitud.

Modelo	Variables	AIC	Deviance
0	Año	14168.60	6747.15
1	Año + Trimestre	13892.15	6317.71
2	Año + Trimestre + Embarcación	12590.62	5255.83
3	Año + Trimestre + Embarcación + Puerto de recalada	11760.91	4239.45
4	Año + Mes + Puerto de recalada + Embarcación	11728.23	4192.91

Tabla 16.

Explicación de los factores utilizados en el modelo de estandarización para el modelo más complejo (modelo 4). GL: Grados de libertad, GL Resid: Grados de libertad residuales, Resid. Dev: Devianza residual, Dev Explicada: Devianza explicada en porcentaje.

	Df	Devianza	Resid. GL	Resid. Dev	Significacia Pr(>F)	Dev. Explicada
NULL			4046	7265.8		
Año	18	938.48	4028	6327.3	<2.2e-16***	9.56
Embarcación	1	761.16	4027	5566.2	<2.2e-16***	0.19
Mes	9	324.82	4018	5241.3	<2.2e-16***	2.80
Puerto de recalada	20	1048.43	3998	4192.9	<2.2e-16***	14.42

Las **Figura 36** presenta los residuos del modelo 4, donde es posible notar el bajo ajuste encontrado al inicio y final. Finalmente, se presenta la CPUE nominal, y las CPUE estandarizada del mismo modelo (**Figura 32**). Se observa que la CPUE estandarizada y la CPUE nominal presentan un comportamiento irregular en el tiempo y un escaso ajuste al inicio y al final de la serie, sin embargo, la tendencia entre ambas es similar (**Figura 33**).

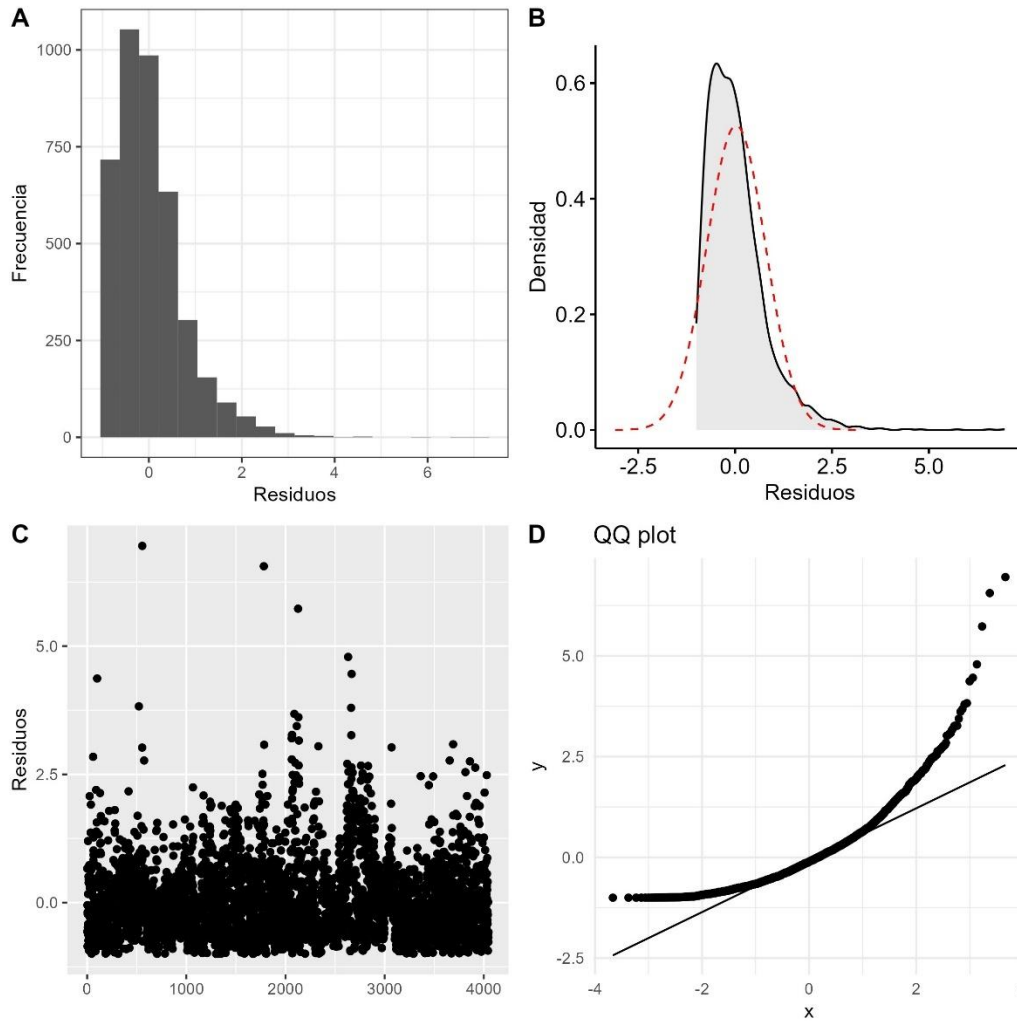


Figura 32. Gráficos de los residuos del modelo 3. A: Histograma; B: Quantil plot; C: Densidad de los residuos; D: Gráfico del valor de cada residuo.

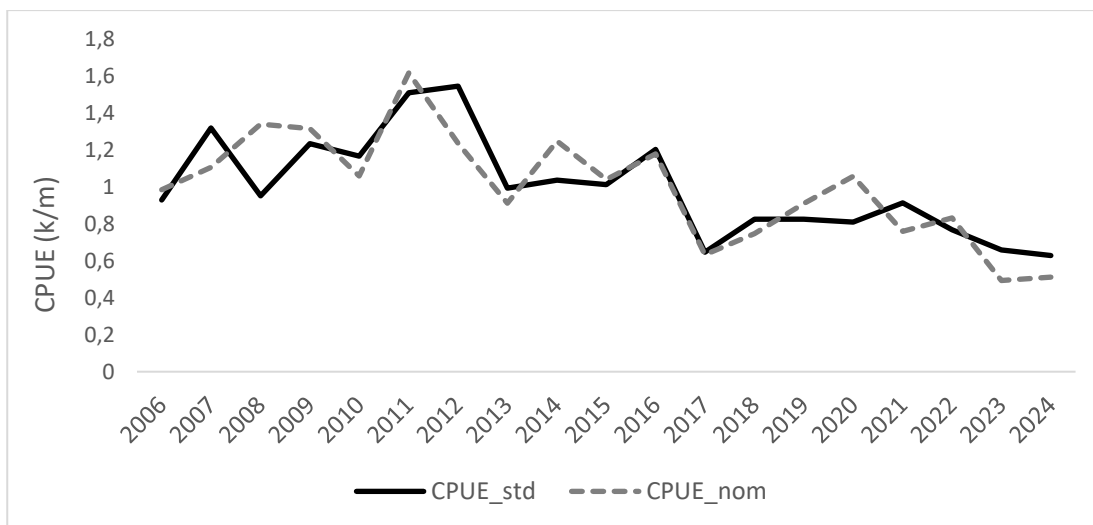


Figura 33. Índice estandarizado de CPUE utilizando escala relativa.

Estandarizaci3n de CPUE para la flota industrial

Se analiz3 la base de datos proporcionada por el proyecto “Seguimiento de pesquerías demersales y de aguas profundas”, la cual contiene la actividad pesquera realizada por las flotas industriales sobre los recursos demersales y aguas profundas. Esta base recopila informaci3n desde el a3o 1997 al 2024 y proviene de dos fuentes de informaci3n, la primera corresponde a la monitoreada *in situ* por IFOP a trav3s de observadores científcos y la segunda con informaci3n de auto reporte entregada por Sernapesca, que se usa como complemento a las anteriores.

Un primer filtro a la base de datos, fue obtener todos los lances de pesca que reportaron capturas del recurso reineta (COD_ESPECIE =27) desde las vistas entregadas en Access, para posteriormente con este filtro construir una base de texto plano para su análisis en el software de programaci3n R.

En t3rminos generales, el análisis de los niveles de capturas registrados para los 8 c3digos de pesquerías presentes en la base de datos (**Figura 34**), muestra que las capturas, en general, son marginales en la mayoría de las pesquerías, en comparaci3n a los volúmenes registrados por c3digo de la pesquería demersal austral (pda) arrastre hielero y no presentan una temporalidad uniforme. Esto puede estar condicionado al estar compuestas de capturas de forma incidental. Adicionalmente se consider3 adem3s que orange roughy y pesca investigaci3n est3n orientada específcamente a otros recursos, y pda palangre HIELERO y pda palangre fabrica utilizan un arte de pesca distinto a Arrastre. Por lo tanto, se seleccion3 el sub-set de datos que solo incorporo los lances de la pesquería pda arrastre hielero y acotando la serie al periodo 2011 al 2024 donde se registra intencionalidad de pesca del recurso reineta. En esta misma figura, es posible observar que los registros al a3o 2024 fueron muy superiores a lo registrado en a3os anteriores, similar a lo registrado el a3o 2012.

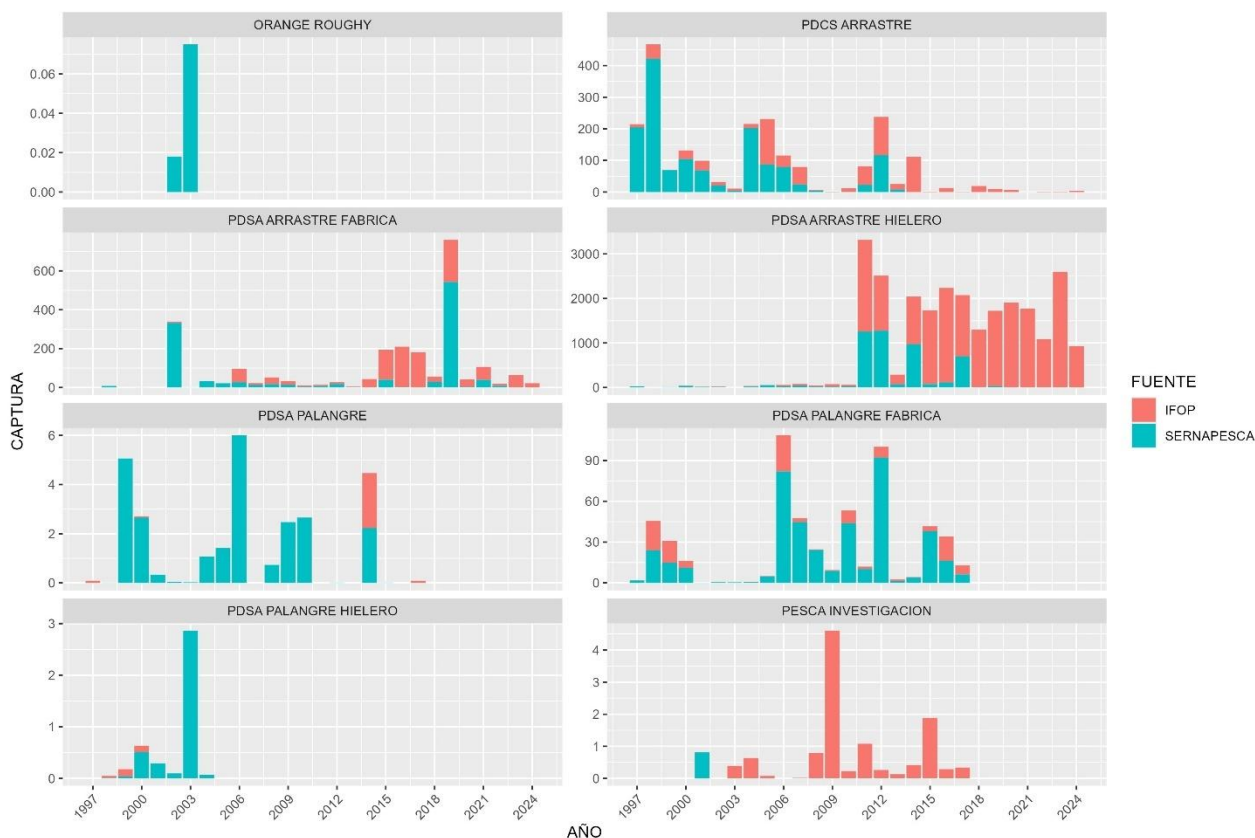


Figura 34. Capturas anuales de reineta para los diferentes códigos de pesquerías.

Para la construcción de una captura por unidad de esfuerzo (CPUE), primero se procedió a filtrar los lances con capturas 0 y sin esfuerzo de pesca, considerando que estos registros no son de utilidad para construir un índice de abundancia. Luego, se construyó la variable CPUE quedando definida la captura como la captura total del lance y el esfuerzo en el tiempo total de arrastre.

Al comparar las tendencias de las variables captura, esfuerzo en horas de arrastre y CPUE (**Figura 35**) entre las dos fuentes de información, se puede observar que la cobertura de información obtenida por observadores científicos se incrementa gradualmente a través de la serie temporal llegando al 100% en los últimos años, esto hace que los patrones entre ambas fuentes no sean constantes en el tiempo, probablemente por la disminución de observaciones, pero a su vez la información obtenida por los observadores científicos contine mayor detalles y confiabilidad. Con estos criterios se realizó entonces un nuevo filtro que contenga solo la información de IFOP.

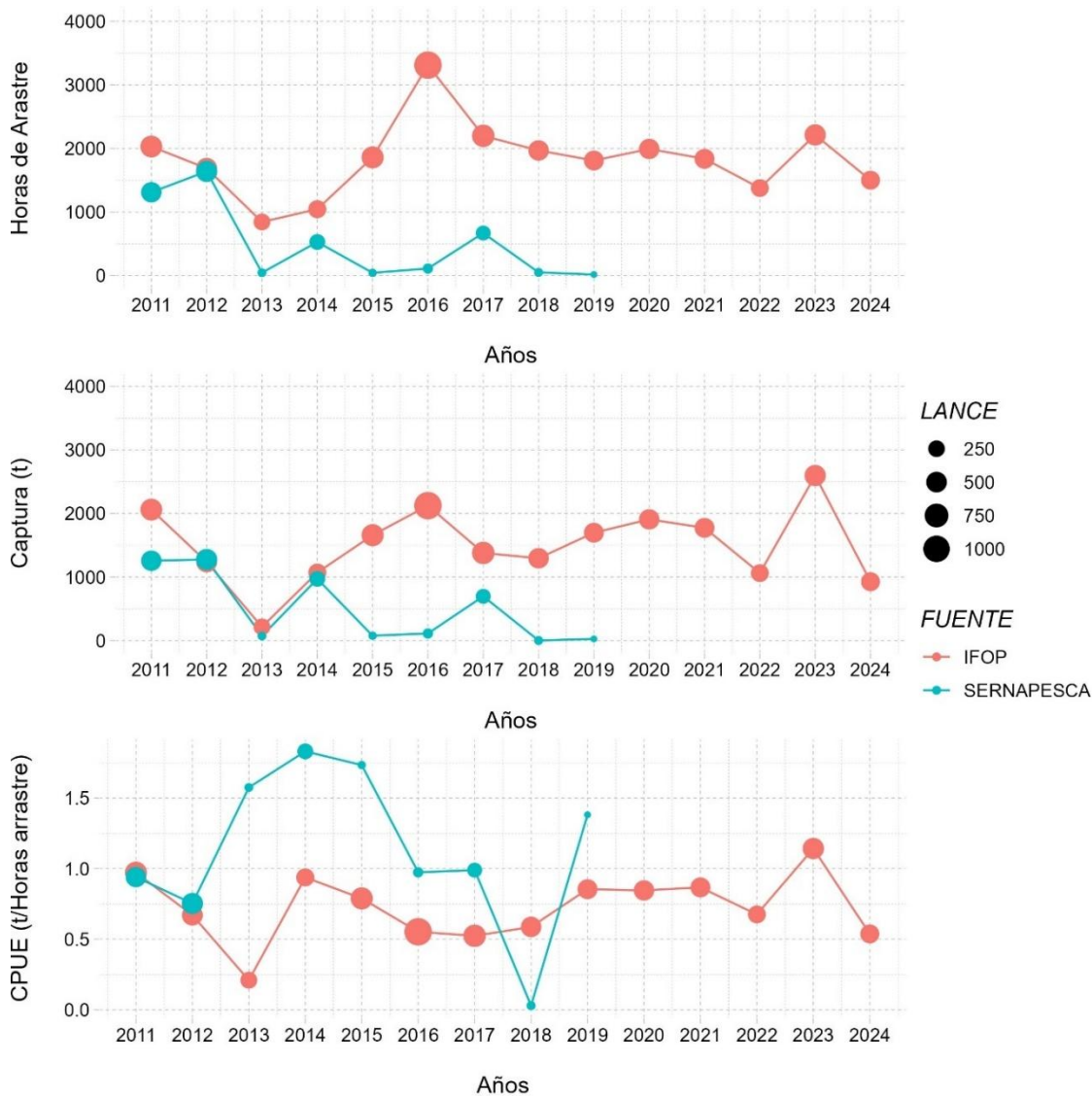


Figura 35. Comparaci3n de las capturas, esfuerzo y CPUE por fuente de informaci3n, para pesquería pda arrastre hielo.

La informaci3n registrada de cada lance contiene la intencionalidad de pesca (recurso objetivo), se analiz3 entonces esta variable en relaci3n a la profundidad de arrastre (**Figura 36**) para esto se construy3 una nueva variable donde se separ3 los lances con intencionalidad al recurso reineta y los dem3s recursos objetivos se agruparon en la categoría "Otros". En la gr3fica se puede diferenciar dos distribuciones de profundidades, una para reineta con rango de profundidades centrada entornos a los 200 metros, que se contrasta con la de otros recurso que presentar profundidades mayores.

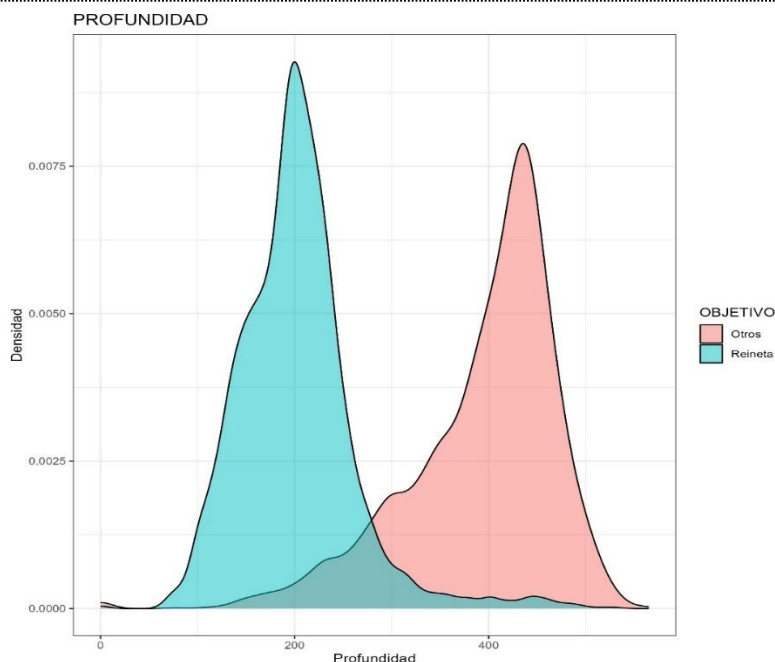


Figura 36. Distribuci3n de profundidades (m) por Intencionalidad del lance de pesca.

Luego de realizar exploraci3n de variables y la aplicaci3n de los filtros seleccionados a la base de datos se construy3 la base definitiva para seleccionar los factores a emplear en la estandarizaci3n de la CPUE.

Una vez aplicados los filtros en la base de datos general, es posible conocer las primeras variables para conocer el comportamiento de la pesquería. En la **Figura 37** se encuentran las series de tiempo en t3rminos de horas de arrastre, captura y CPUE nominal. En los primeros a3os hay un primer punto de quiebre en los datos en el a3o 2013, nivel que se recupera hacia el 2014. Luego de eso las 3 series siguen una distribuci3n similar con tendencia al alza desde el a3o 2017 que se mantiene hasta 2021, la captura y cpue caen en el 2022 y aumentan para el 2024.

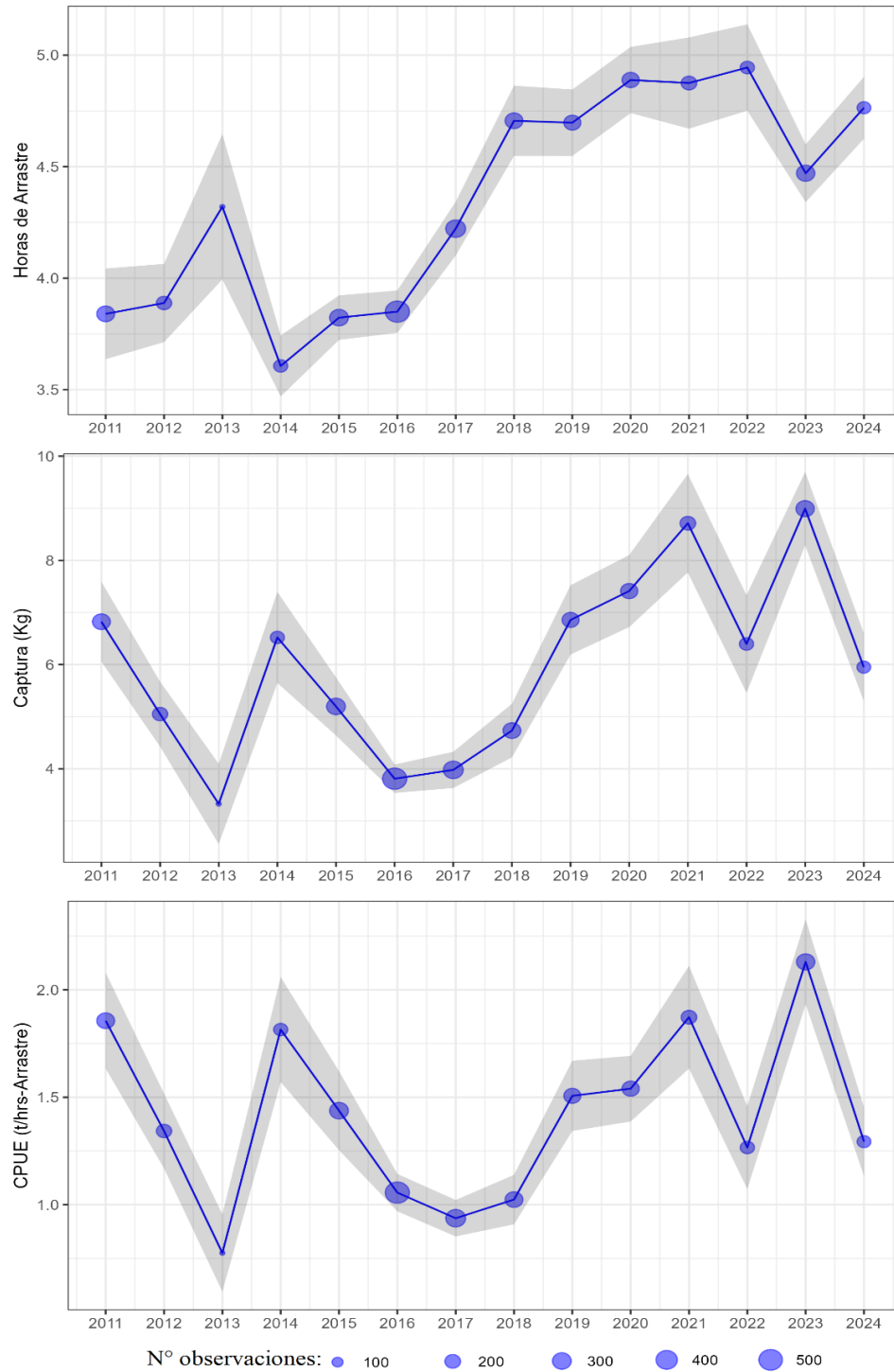


Figura 37. Esfuerzo, captura y rendimiento entre los años 2006 y 2024



En tanto, los factores para la estandarizaci3n y en t3rminos temporales, se seleccionaron los trimestres como variable respuesta, por sobre una agrupaci3n de menor escala como podr3a ser los meses, debido a que hay meses donde no hay pesca, por lo tanto, los trimestres presentan variabilidad en sus rendimientos; siendo los trimestres 1 y 4 los m3s altos (**Figura 38**). Para la profundidad se construy3 una variable categ3rica en intervalos de 50 metros, en la misma figura, se puede observar c3mo los rendimientos menores est3n en los extremos inferior y superior del rango y los niveles m3s altos se concentran entre los 200 -250 metros.

La flota que opera sobre este recurso est3 compuesta por 3 barcos con caracter3sticas operacionales est3ndar, sin embargo, la operaci3n intra-anual normalmente es de 2 barcos que se alternan, aunque hay a3os donde operar los 3. Si visualizamos los rendimientos globales promedios, son b3sicamente similares, aunque con un leve rendimiento inferior el barco con c3digo 400042.

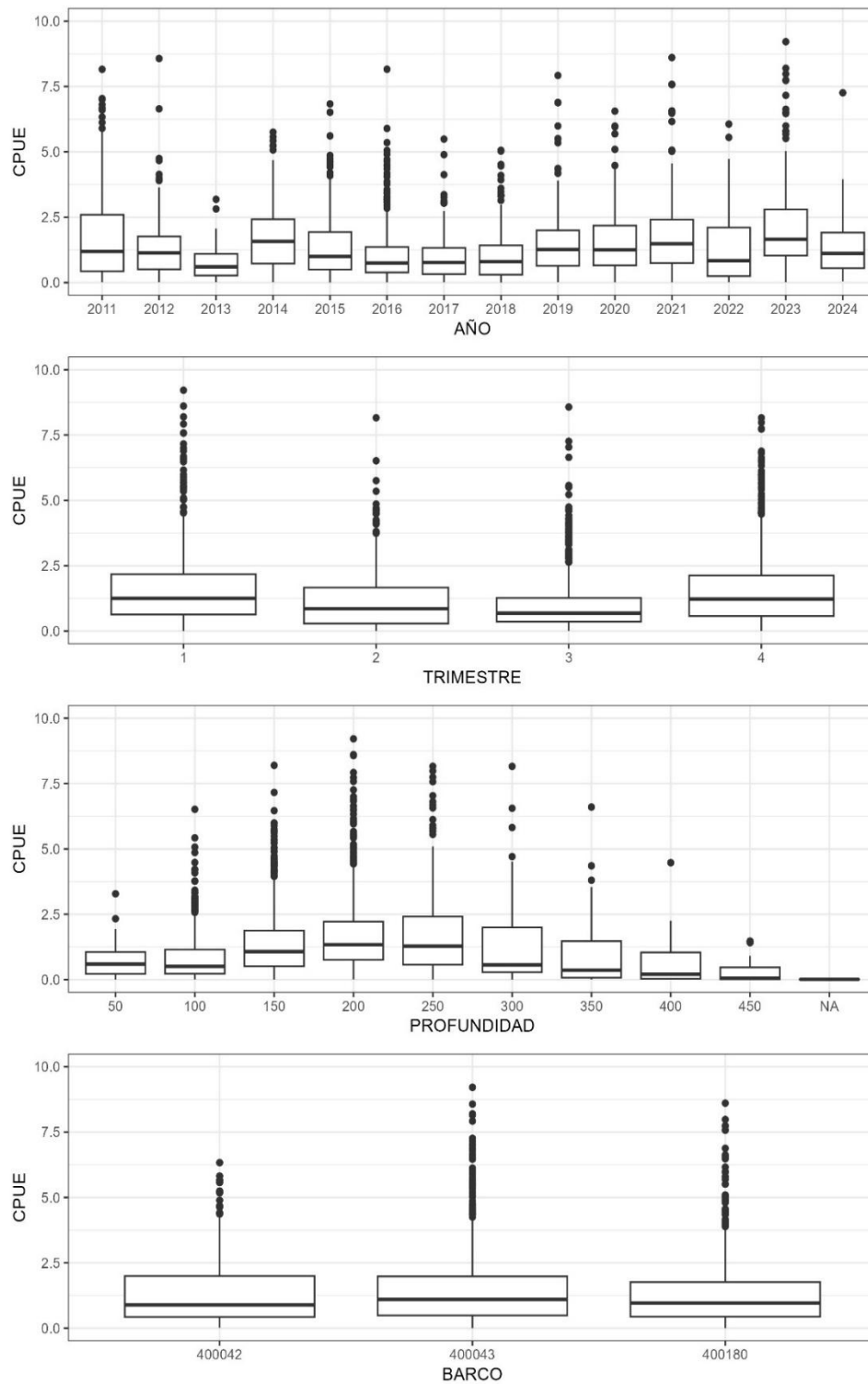


Figura 38. Variables explicativas seleccionadas para la estandarización de CPUE.

Estandarización

Para la obtención de un índice de abundancia estandarizado, se utilizaron modelos lineales generalizados (GLMs), y la variable respuesta (CPUE) fue transformada mediante el logaritmo con la finalidad de normalizar sus estimaciones. Las variables seleccionadas como factores en la estandarización corresponden al año, trimestre, profundidad y barco. Los resultados del análisis se muestran la **Tabla 17**, donde el modelo con mejor explicación de devianza y AIC correspondió al modelo 4.

Luego de encontrar el modelo con mejor explicación, se analiza la contribución de cada factor en el modelo 4 donde se observa que los cuatro factores ingresados son significativos. Los mayores aportes de devianza lo hace la profundidad, seguido del año (**Tabla 18**).

Tabla 17.

Análisis de selección de modelos de estandarización de la CPUE flota industrial.

MODELO	FACTORES	GL	AIC	DEVIANZA
1	Año	15	10813.34	4746.79
2	Año + trimestre	18	10688.58	4567.70
3	Año + trimestre + profundidad	26	10194.22	3935.63
4	Año + trimestre + profundidad + cod barco	28	10161.09	3892.87

Tabla 18.

Explicación de los factores utilizados en el modelo de estandarización para el modelo más complejo (modelo 4). GL: Grados de libertad, GL Resid: Grados de libertad residuales, Resid. Dev: Devianza residual, Dev Explicada: Devianza explicada en porcentaje.

	Df	Devianza	Resid. GL	Resid. Dev	Significancia	%Dev. Explicada
NULL	-	-	3397	5018.2		
Año	13	307.54	3384	4710.7	2.2e-16***	7.65
Trimestre	3	182.42	3381	4528.2	2.2e-16***	3.63
Profundidad	8	592.62	3373	3935.6	2.2e-16***	12.20
Cod. Barco	2	42.76	3371	3892.9	9.1e-09***	0.85

A partir del modelo 4 que presenta el mejor ajuste, realiza un análisis de residuos donde estos se distribuyen en torno a cero y se encuentra un desajuste al inicio del QQ plot que es correspondiente al inicio de la **Figura 40** donde se compara la CPUE nominal y CPUE estandarizada. En esta última figura y luego del año 2012 la tendencia a través del tiempo es muy similar en ambos índices.

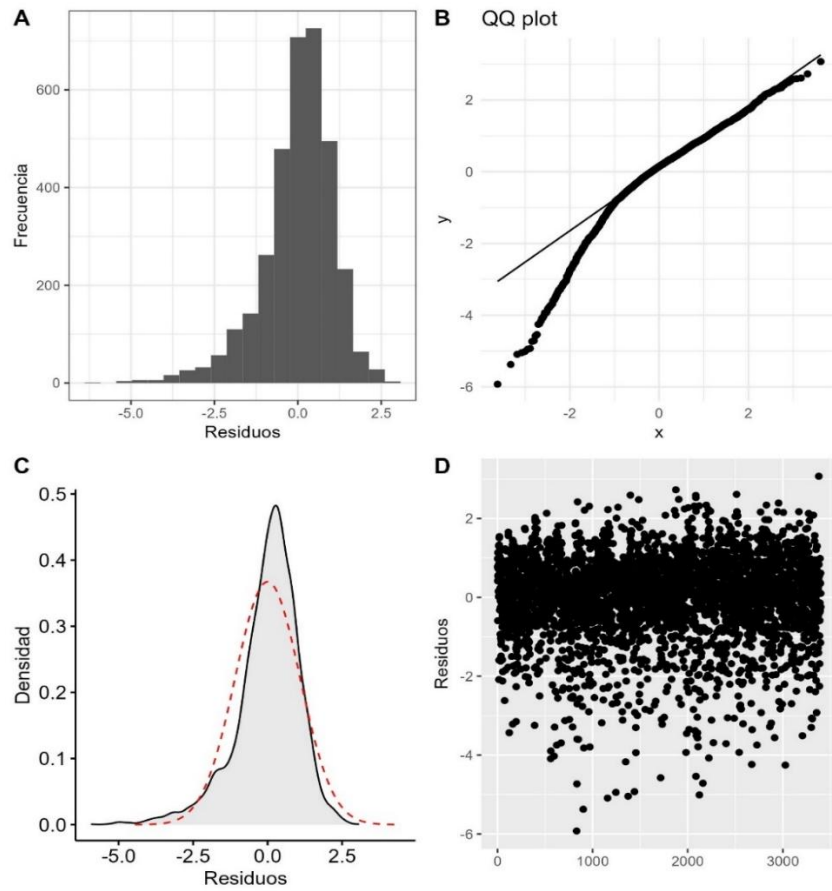


Figura 39. Gráficos de los residuos del modelo 6. A: Histograma; B: Quantil plot; C: Densidad de los residuos; D: Gráfico del valor de cada residuo.

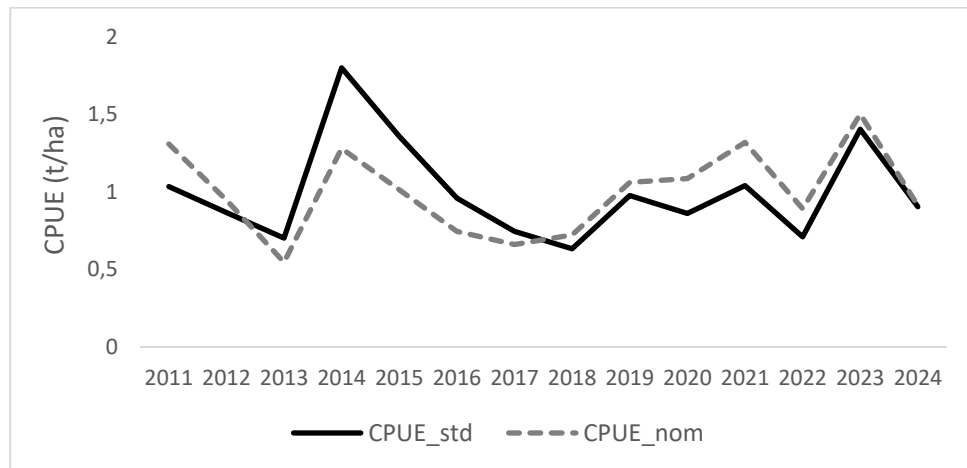


Figura 40. Índice de abundancia estandarizado (CPUE) y nominal durante los años 2011 - 2024.

4.1.2 Variables poblacionales

a) Modelaci3n de la poblaci3n de reineta – modelo estructurado en la plataforma Stock Synthesis

Las variables poblacionales expuestas en este capitulo se encuentran organizadas segun los escenarios a evaluar, como se indican en la siguiente tabla.

Tabla 19.
Escenarios y descripci3n de los modelos de evaluaci3n de Reineta 2024.

Escenario	Descripci3n
Mod1	Espinel – (1)
Mod2	Mod1+ Enmalle – (1+2)
Mod3	Mod2 + Flota industrial – (1+2+3)
Mod4	Mod1 + Industrial – (1+3)

Para la biomasa total (Figura 41) se observa que en todos los escenarios la variación comienza desde el máximo en el primer año de desembarque de reineta y una fuerte disminución en los años siguientes alcanzando un mínimo entre los años 2004 y 2006. Luego de estos bajos valores, la biomasa total comienza a aumentar hasta el año 2020, desde donde hasta la fecha los valores han disminuido, con una proyección al 2025 de seguir con esta misma tendencia. Al analizar los escenarios, es posible notar que Mod1 y Mod4 tienen un comportamiento prácticamente igual, a excepción del punto final, donde la biomasa total estimada para el 2024 es menor en Mod4, lo que puede indicar un efecto de la flota industrial que está ausente en Mod1 y Mod2. Por otra parte, Mod2 y Mod3 presentan diferencias alrededor del año 2015 en que, al contrario de los escenarios restantes, la estimación es mayor en dichos años. Se observa también, que la biomasa total estimada 2024 es menor en Mod3 y Mod4, alcanzando valores menores a las 30mil ton donde en ambas está presente la flota industrial.

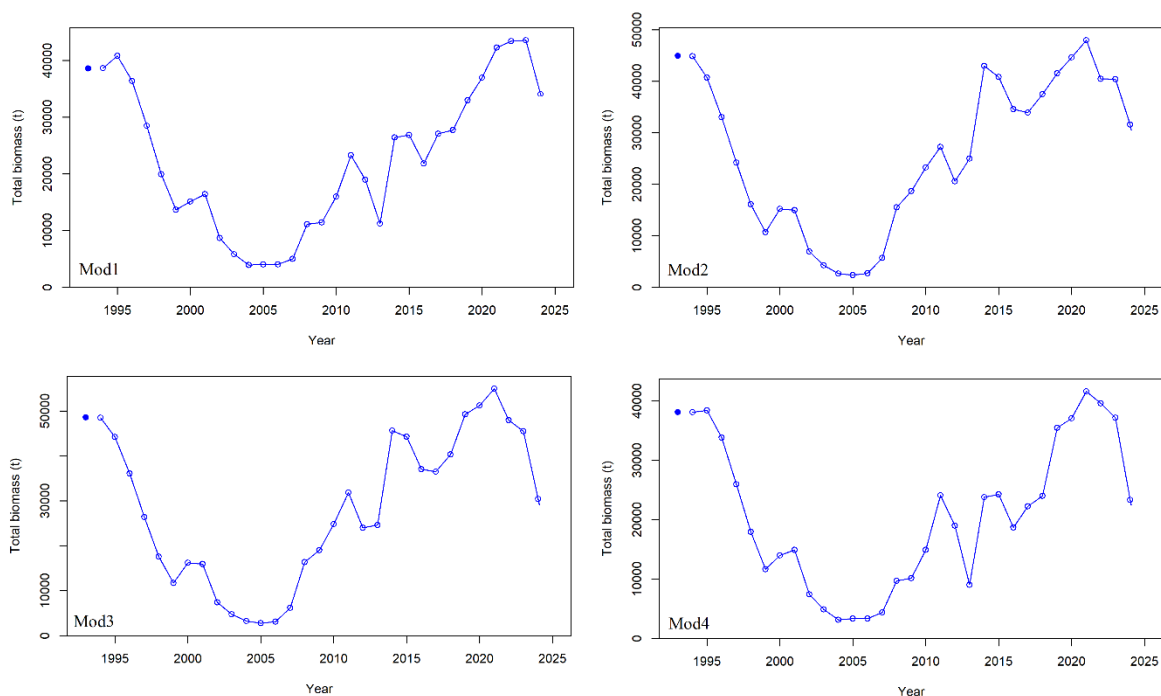


Figura 41. Biomasa total estimada por el modelo de evaluación en stock síntesis para reineta en los diferentes escenarios.

Para el caso de la biomasa desovante, (Figura 42) se observa un comportamiento en el tiempo de las mismas características que la biomasa total, con máximos al principio de la pesquería de reineta, una posterior disminución llegando a valores mínimos. Luego de una recuperación en años posteriores, se evidencia una baja importante en los últimos años. Esta condición si bien es común para todos los escenarios, al igual que la biomasa total, se observa la influencia de la flota industrial en Mod3 y Mod4 con una caída pronunciada hacia el último punto.

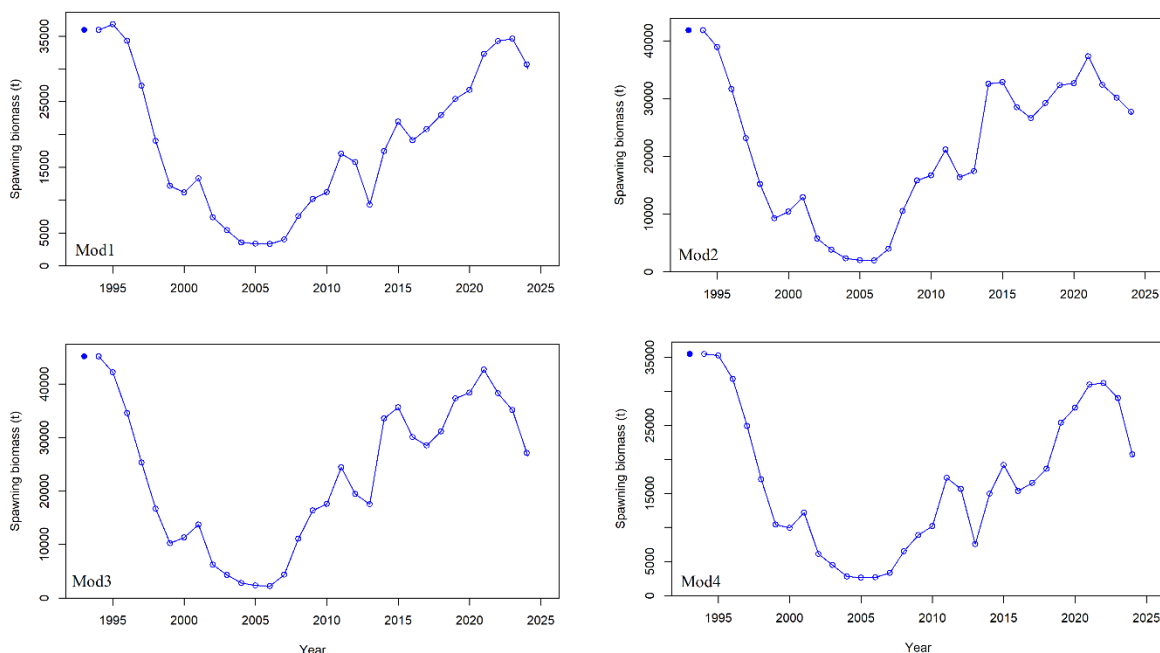


Figura 42. Biomasa desovante estimada por el modelo de evaluación en stock síntesis para reineta en los diferentes escenarios.

Al observar la mortalidad por pesca (**Figura 43**), se encontró que, a pesar de las fluctuaciones en el tiempo, la tendencia desde el inicio de la pesquería es positiva para todos los escenarios. Entre el año 1994 hasta el año 2000 aproximadamente la mortalidad por pesca tuvo un aumento exponencial. Se encontraron máximos alrededor del año 2000, 2012 y 2019 aproximadamente. Luego del año 2020 es posible notar que la mortalidad por pesca disminuyó levemente hasta el año de la presente evaluación, aunque permanece sobre 1.5año^{-1} .

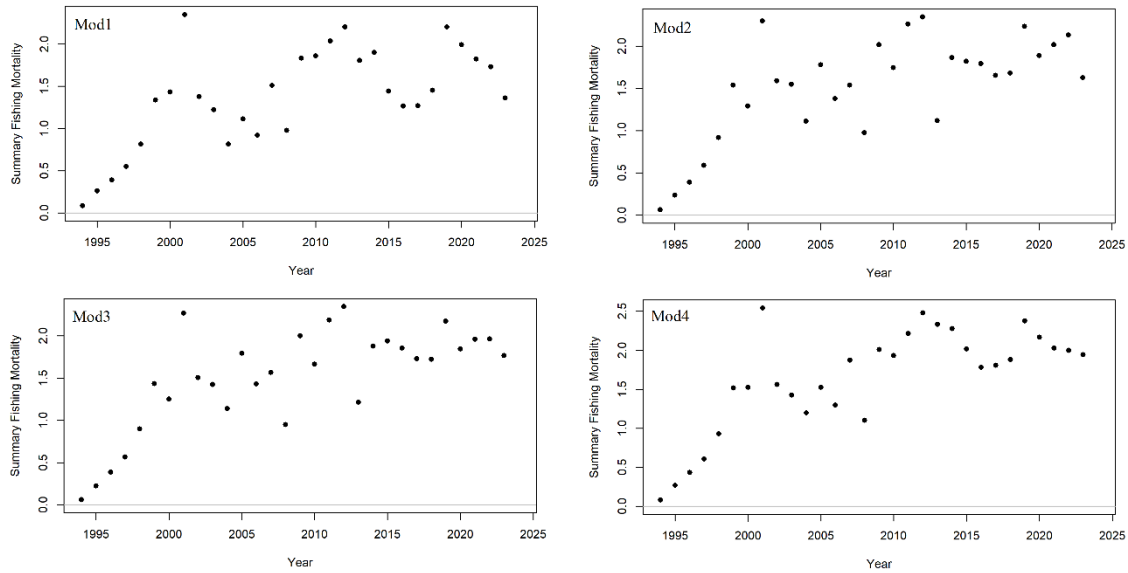


Figura 43. Mortalidad por pesca estimada por el modelo de evaluación en stock síntesis para reineta en los diferentes escenarios.

Los desvíos en el reclutamiento observados en la **Figura 44** muestran que en todos los escenarios entre los años 1995-2005 los desvíos son mayoritariamente negativos, desde donde luego van aumentando hasta alcanzar la fase positiva alrededor de 2015. Entre 2020 a 2025 se observa una nueva caída de los reclutamientos. Estos resultados ayudan a explicar las fluctuaciones de la biomasa desovante, es decir, que mientras los primeros años de desvíos del reclutamiento negativos se generó una condición similar a un agotamiento del stock con biomasa mínima, mientras que el aumento de los reclutamientos permite la recuperación de la biomasa desovante. Ambos casos deberían ser un proxy para estimar lo que está sucediendo en los últimos años entre estos parámetros.

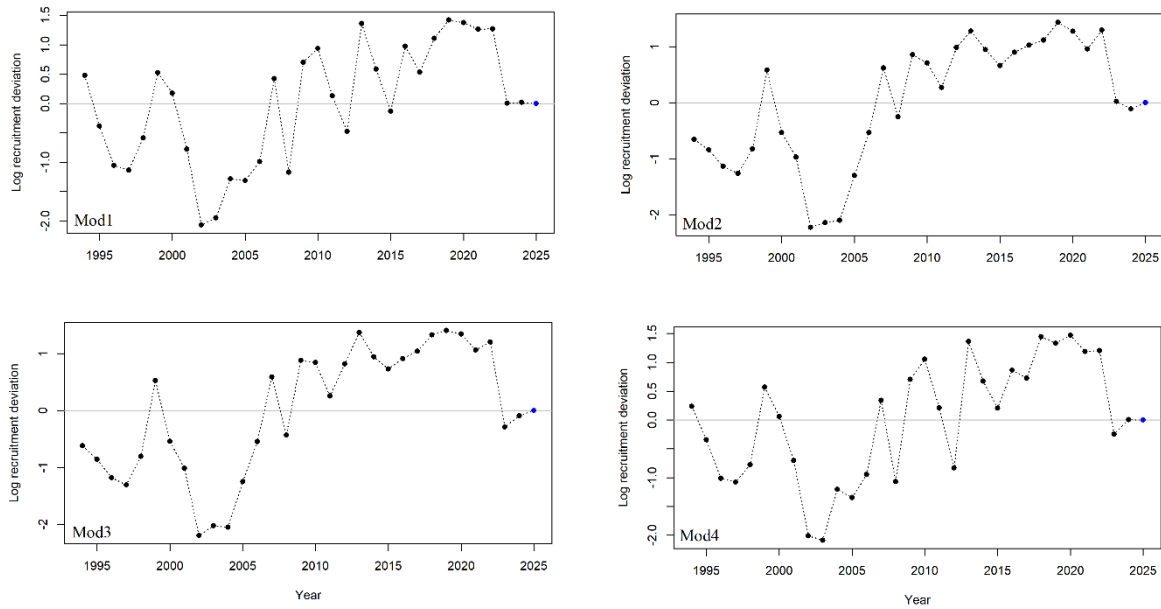


Figura 44. Desvíos en el reclutamiento estimada por el modelo de evaluación en stock síntesis para reineta en los diferentes escenarios.

Los ajustes del modelo a la serie de CPUE (**Figura 45**) fueron bastante discretos tanto para la flota artesanal como para la flota industrial. Sin embargo, se observa que los ajustes más cercanos se encuentran en el índice del espinel, condición que se puede explicar por la cantidad y calidad de los datos obtenidos de esa flota, al ser la principal en la pesquería de la reineta. En tanto, los ajustes de enmalle e industrial son mas bien deficientes, con residuales más escapados de la línea central en el caso del segundo. Al observar los últimos años, es posible notar que la estimación de la CPUE va en tendencia a disminuir, destacando el espinel y enmalle.

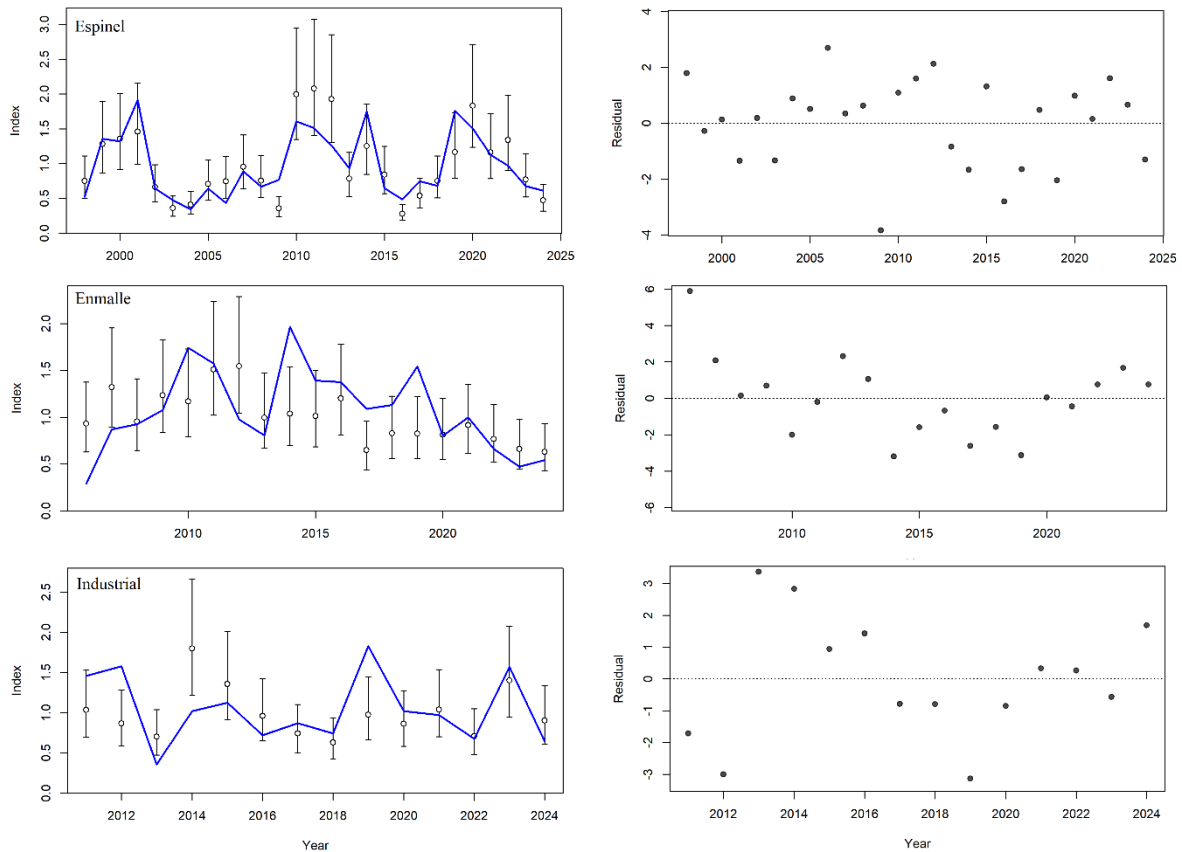


Figura 45. Ajustes del modelo a la serie de CPUE y los residuales para la flota artesanal (espinel y enmalle) e industrial. Las líneas indican un intervalo de incertidumbre del 95% alrededor de los valores.

En el caso de la selectividad (**Figura 46**) se observa que para la flota artesanal se diferencian entre arte de pesca. Por un lado, el espinel es un arte más selectivo que es capaz de capturar individuos de alrededor de 40 cm de longitud, talla que además se encuentra por sobre la talla de primera madurez descrita por Leal *et al.*, (2017). Mientras que el enmalle, si bien también captura individuos maduros, incluso de una talla mayor que el espinel, este desde el punto deja de ser selectivo y al igual que a flota industrial. En ambos casos, el modelo de evaluación representa bastante bien lo recién mencionado. Este patrón de explotación se ha estimado invariante en el tiempo.

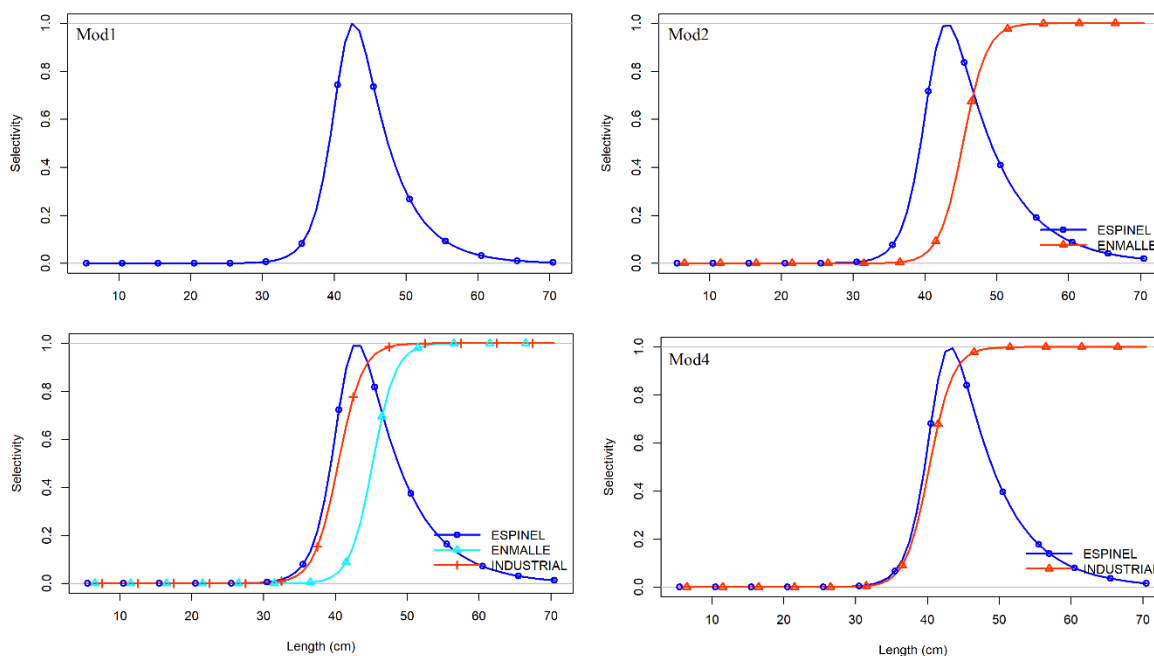


Figura 46. Selectividad estimada por el modelo de evaluación para cada escenario.

En la **Figura 47**, muestra las estimaciones anuales de estructuras de longitudes, destacando que el modelo presenta una buena bondad de ajuste en reproducir las estructuras que está removiendo de la población la flota artesanal y la industrial. En relación a este punto, se aprecia que el modelo es capaz de reproducir la dinámica de cohortes, y la mayoría de las magnitudes observadas en la serie de años donde esta flota a explotado el recurso. En cuanto a los residuos, se encontró una variabilidad baja en el tiempo, con valores que fluctúan mayormente entre 30 y 60 cm. Este patrón es representado en las **Figuras 48 a 51**, donde la concentración de las tallas fluctúa en dicho rango, que además fue bastante bien estimado por el modelo (línea verde).

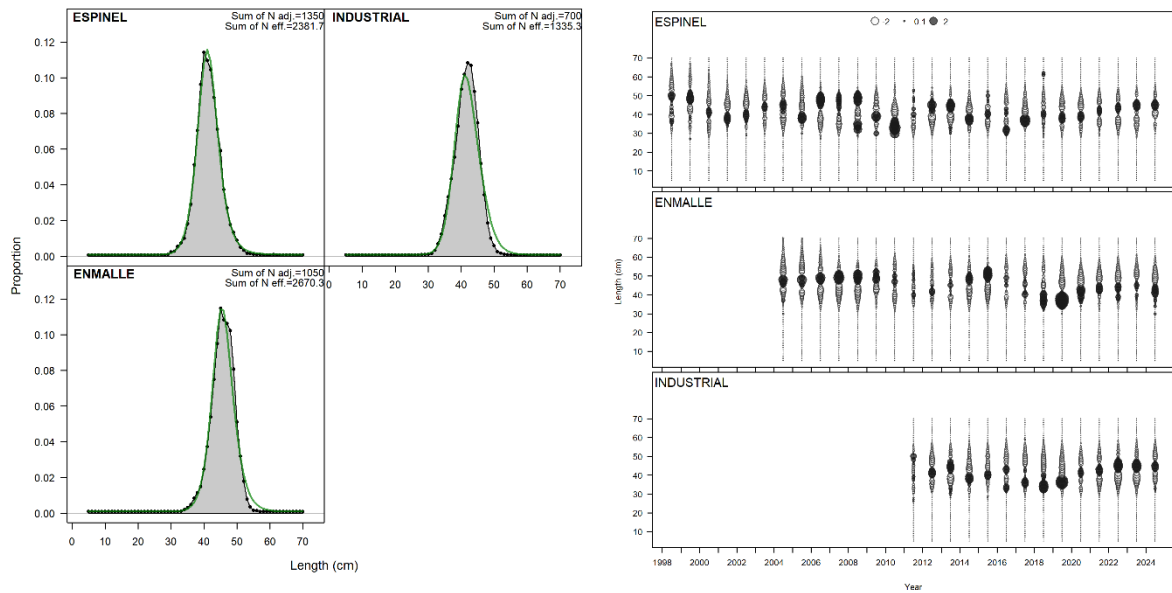


Figura 48. Ajustes de la estructura de tallas y los residuales para la flota artesanal (espinel y enmalle) e industrial. Los 3rculos blancos de los residuales indican residuos negativos (observado < esperado) y los negros indican residuos positivos (observado > esperado).

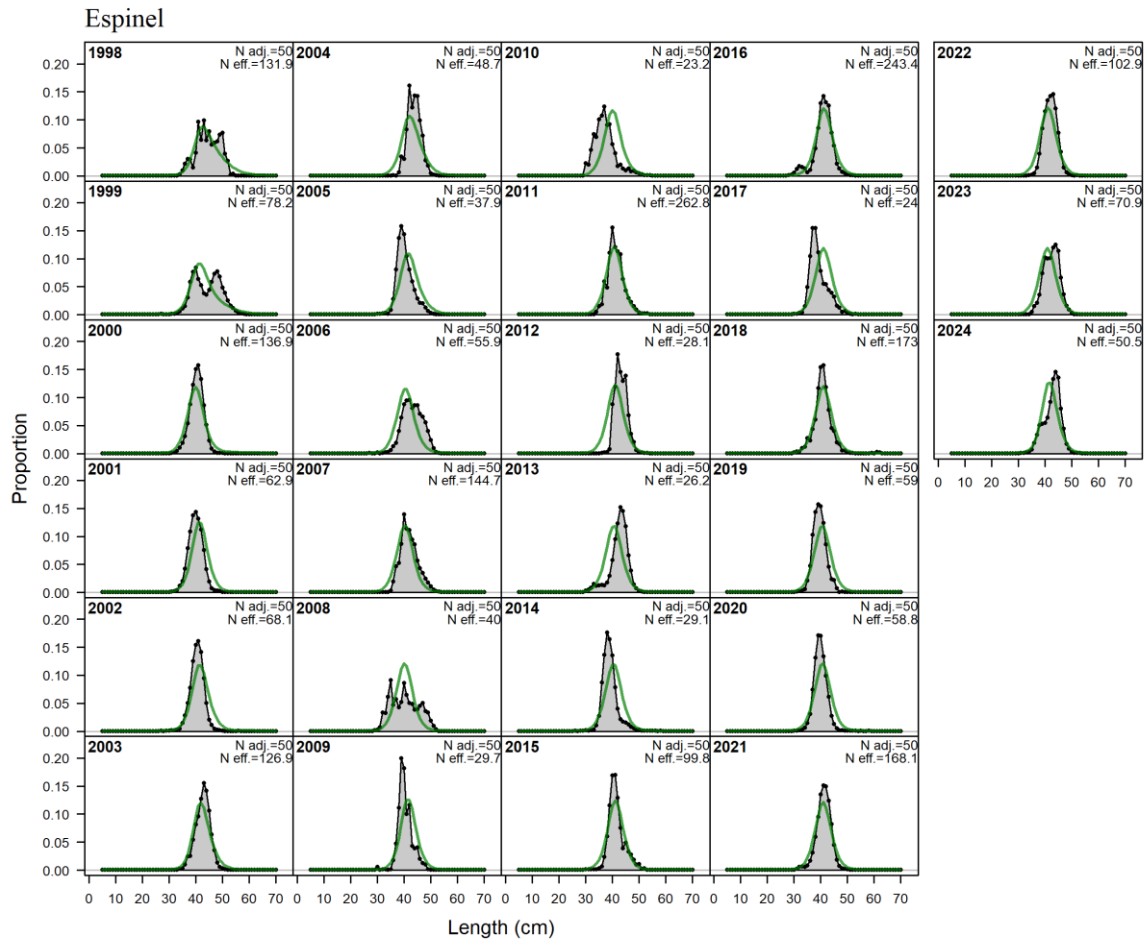


Figura 49. Ajuste del modelo a las estructuras anuales de la flota artesanal espinelera.

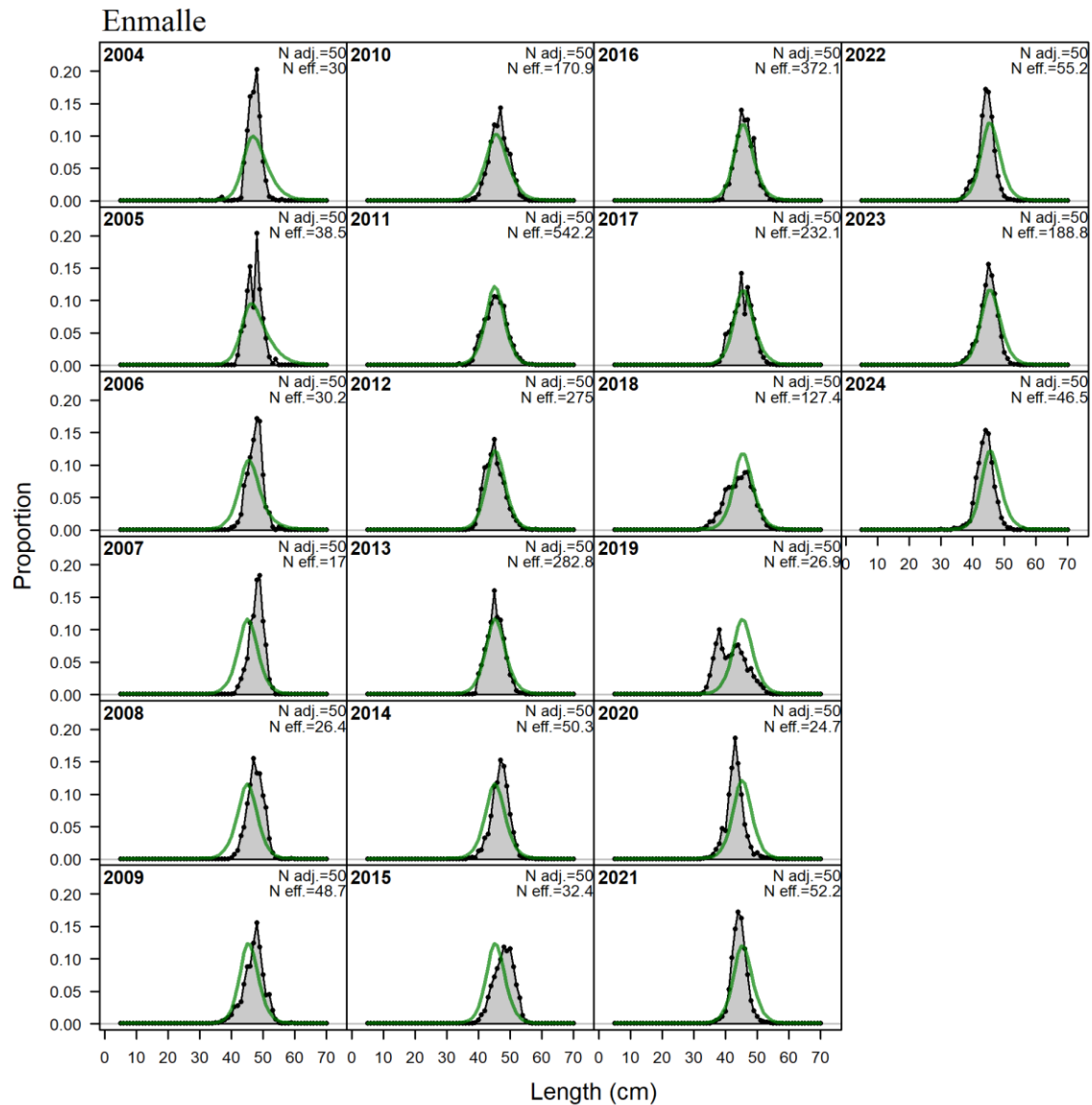


Figura 50. Ajuste del modelo a las estructuras anuales de la flota artesanal de enmalle.

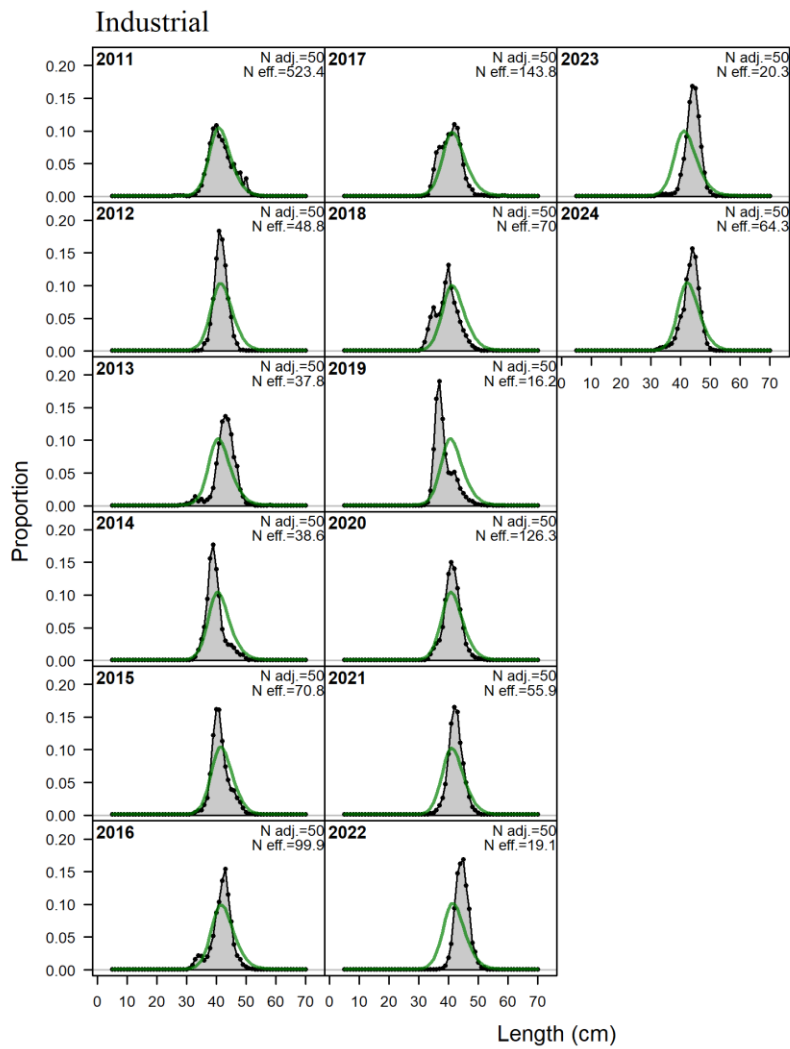


Figura 51. Ajuste del modelo a las estructuras anuales de la flota industrial.

b) Modelación de la población de reineta según el modelo de Zhou *et al.* (2013)

4.1.3 Resultados de la Evaluación de Stock

Considerando una hipótesis del nivel de agotamiento máximo (D) de la población igual a 0.6, se presentan las estimaciones de biomasa de reineta para el período 1994 al 2024 (**Figura 52, Tabla 20**). Los resultados, en términos de los valores medios, muestran una leve reducción entre los años 1994 y 2001, seguido de un período de estabilidad entre el 2002 y el 2009. Con posterioridad a este último año la pendiente de reducción se incrementa incidiendo en una rápida disminución de la biomasa. En términos de reducción poblacional, la reineta durante el año 2024 alcanzó un valor de 43% respecto de lo estimado el año 1994. Desde el año 2009, la tasa de mortalidad por pesca se incrementa considerablemente, con una disminución en los últimos dos años, llegando a un valor de 0.37 año^{-1} para el 2024.

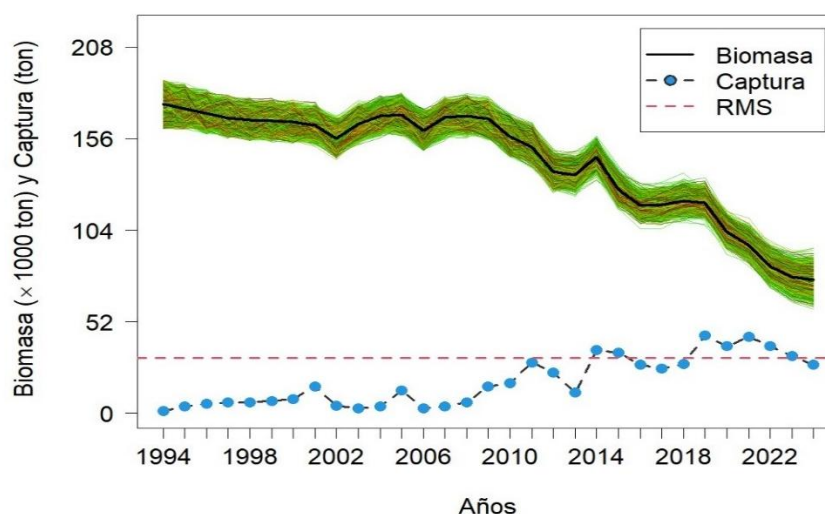


Figura 52. Estimaciones de biomasa total de reineta a través de la aplicación del método de Zhou *et al.* (2013) para el período entre 1994 y 2024. La línea negra representa el cuantil del 50% de la distribución de biomasa proveniente de todas las combinaciones viables para r y K . La línea segmentada roja representa el RMS y los puntos azules las capturas observadas. Las líneas de colores muestran las posibles trayectorias de las biomazas.

Tabla 20.

Estimaciones de biomasa (ton), mortalidad por pesca (F), Biomasa relativa al BRMS (Brel), mortalidad pesca relativa al FRMS (Frel) y reducción del stock (D) para reineta desde 1994 al 2024 basado en el método de Zhou *et al.* (2013). D es calculada como la razón entre la biomasa de cada año y la biomasa en el primer año de evaluación.

Año	Bmedia	Fest	Brms=87306	Fmrs=0,36	D
			Brel	Frel	
1994	175991	0.007	2.016	0.019	1.000
1995	173438	0.023	1.987	0.063	0.985
1996	170547	0.033	1.953	0.091	0.969
1997	167881	0.036	1.923	0.099	0.954
1998	166680	0.038	1.909	0.105	0.947
1999	165487	0.041	1.895	0.114	0.940
2000	165373	0.049	1.894	0.137	0.940
2001	163989	0.092	1.878	0.256	0.932
2002	156045	0.028	1.787	0.079	0.887
2003	163743	0.016	1.875	0.045	0.930
2004	168760	0.022	1.933	0.062	0.959
2005	169474	0.075	1.941	0.208	0.963
2006	160121	0.017	1.834	0.046	0.910
2007	166489	0.023	1.907	0.065	0.946
2008	167804	0.037	1.922	0.102	0.953
2009	166771	0.091	1.910	0.252	0.948
2010	157176	0.108	1.800	0.299	0.893
2011	151459	0.190	1.735	0.526	0.861
2012	136683	0.169	1.566	0.467	0.777
2013	134892	0.089	1.545	0.245	0.766
2014	145416	0.247	1.666	0.684	0.826
2015	127075	0.269	1.456	0.745	0.722
2016	117959	0.234	1.351	0.647	0.670
2017	117964	0.214	1.351	0.592	0.670
2018	120828	0.231	1.384	0.638	0.687
2019	119760	0.368	1.372	1.019	0.680
2020	102785	0.371	1.177	1.026	0.584
2021	95265	0.456	1.091	1.262	0.541
2022	83140	0.457	0.952	1.265	0.472
2023	76723	0.423	0.879	1.170	0.436
2024	75374	0.367	0.863	1.014	0.428



4.1.4 PBRs, Estatus y CBA

Puntos Biológicos de Referencia

Los puntos biológicos de referencia de reineta se basan en las estimaciones provenientes del modelo de evaluación de Zhou *et al.* (2013). Los resultados indican que la biomasa al máximo rendimiento sostenido corresponde a 86062.9 toneladas, la mortalidad por pesca (F) al máximo rendimiento sostenido es de 0.36 año⁻¹ y el rendimiento máximo sostenido estimado por este método debería estar en torno a las 31 mil toneladas anuales, ambos valores similares a los reportado en la asesoría 2022 y 2023 (**Tabla 21**). Los resultados del último año, indican que la biomasa habría alcanzado un valor medio en torno a las 75 mil t. y un F en torno a 1.0 año⁻¹.

Tabla 21.

Resumen de los PBRs para reineta estimados a partir del método de Zhou *et al.* (2013).

PBR	Zhou <i>et al</i> (2013)
K	17.2125,8
r	0,735
RMS	31205,5
BRMS	86062.9
Blim	43031.5
F _{RMS}	0,361
B ₂₀₂₄	75374
F ₂₀₂₄	1,014
B2023/K	0.437

Estatus del stock según el método de Zhou *et al.* (2013)

El estatus del recurso reineta, se muestra en relación a los resultados reportados por el método de Zhou *et al.* (2013). El diagrama de Kobe solicitado se encuentra en la **Figura 53**. Se observa que el recurso reineta se localizó en la zona de subexplotación por varios años, desde 1994 al 2018, alcanzando la sobrepesca en 2020 al encontrarse con niveles de mortalidad por pesca sobre el objetivo del MRS. Posteriormente, alcanza la franja de plena explotación el año 2022 aun estando es sobrepesca. Para la presente evaluación, el estado de reineta es de sobrepesca aunque con posibilidades de pasar bajo la línea del RMS, y en sobreexplotación.

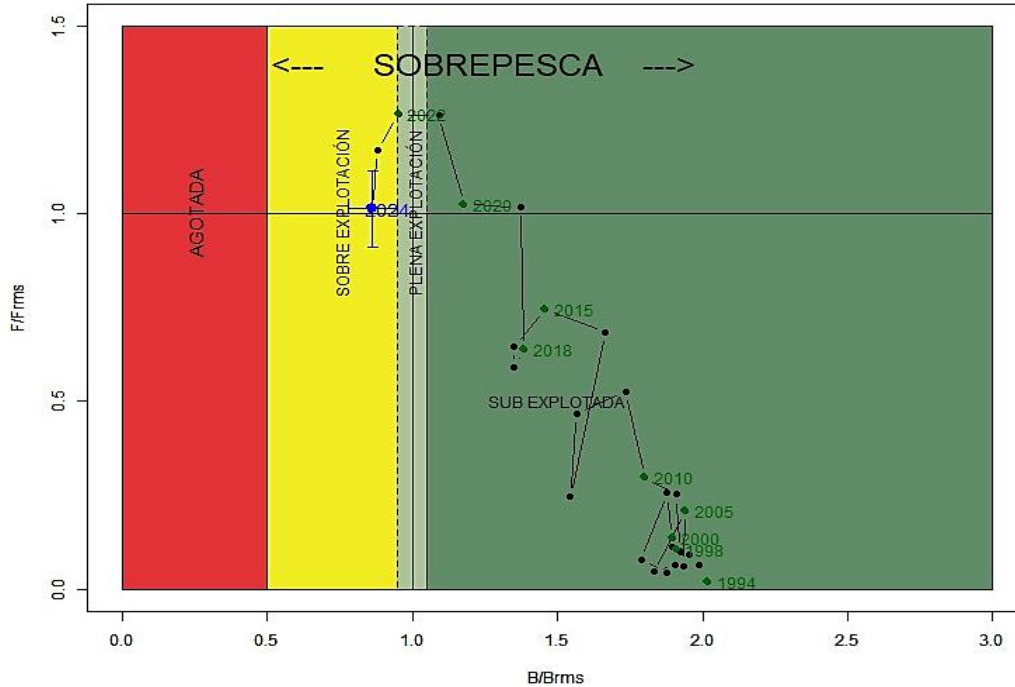


Figura 53. Diagrama de Kobe indicando la condición de reineta 2024. En colores se encuentra la zona de Subexplotación, sobrepesca, plena explotación, sobre explotación y agotada.

Captura Biológicamente Aceptable (CBA) según el método de Zhou *et al.* (2013)

En la **Tabla 22**, se resume los distintos niveles de capturas de reineta para el año 2024. Las estrategias que llevan a la biomasa a la B_{RMS} en el corto y largo plazo sugieren para el año 2025 un nivel de captura del orden de las 27 mil toneladas para un nivel de mortalidad por pesca igual al F_{RMS} (0.32 año^{-1}). Niveles de captura más conservadores, por ejemplo, con $F_{0.75 \cdot F_{RMS}}$ (0.24 año^{-1}) serían del orden de las 21 mil toneladas para el año 2025.

Tabla 22.

Captura biológicamente aceptable de reineta para el año 2025 bajo distintos niveles de riesgo de sobrepasar la estrategia de explotación seleccionada.

de MRS	F(año-1)	Riesgo				
		10%	20%	30%	40%	50%
0,75	0,27	24013.34	24074.4	24124.45	24164.8	24199.91
1	0,36	29440.71	29518.1	29581.41	29632.91	29677.29
1,25	0,45	33579.64	33671.3	33746.11	33807.66	33859.81
1,5	0,54	36430.25	36533.9	36618.55	36689.03	36748.09

4.2 Objetivo Específico 2

Evaluar bajo incertidumbre la probabilidad de alcanzar los objetivos de manejo en plazos definidos bajo el PM vigente y candidatos.

4.2.1 Análisis de sensibilidad según el método de evaluación estructurado.

En la **Figura 54** se analiza el desempeño del modelo de evaluación según diferentes escenarios propuestos. A modo general, se observa que el Mod1 es decir, el escenario que considera solamente la flota espinelera, presenta un comportamiento alejado de los escenarios restantes y con una alta incertidumbre. Por su parte, los escenarios Mod2,3 y 4 muestran estimaciones más consistentes entre sí y con una menor dispersión.

El Mod 4 propuesto por el Comité Científico que considera solamente la data de espinel y la flota industrial demuestra no tener mayor diferencia con el Mod3 que incluye las 3 fuentes de información. Esto daría a entender, por un lado, que el enmalle tiene una baja influencia sobre la data total y por otro que la flota industrial si la tiene y que fue destacado en el análisis de las variables biológicas anteriormente. Sin embargo, es importante destacar que la flota industrial como objetivo, opera en un área distinta a la flota artesanal, por lo tanto, sería interesante realizar un análisis por zonas.

Como se mencionó en puntos anteriores, la biomasa desovante (**Figura 54 a**) actúa de forma concordante con los reclutamientos en el tiempo (**Figura 54 b**). Se destaca además que en todos los casos analizados se observa un mínimo de valores de biomasa desovante entre los años 2004 a 2006 que serían consecuencia de bajos reclutamientos observados años anteriores (2002-2004). Luego de los máximos en los años siguientes desde el año 2020 se encuentra una notoria baja en la biomasa desovante, que se da aparentemente antes de la disminución de los reclutamientos. Al observar las **Figuras 54 c y d**, se evidencia la alta presión pesquera sobre el recurso que llega a su máximo luego del 2000, en todos los escenarios analizados.

Por otro lado, en la **Figura 55** muestra una primera aproximación al análisis de sensibilidad referido a cambios en el likelihood. Este análisis se realizó considerando las diferentes fuentes de información como los índices de CPUE y talla, y también la flota artesanal (espinel y enmalle) e industrial. A modo preliminar, se observa que la información proveniente del enmalle y la flota industrial presentan una mayor sensibilidad en la composición de tallas y CPUE, mientras que el espinel indica una menor influencia. Este punto sería contrario a lo esperado, si consideramos que los datos de espinel poseen un mayor peso en cuanto a la representatividad de información. En general, es posible afirmar que como primera aproximación se logrintegrar las piezas de información disponibles, sin embargo, se deben realizar mayores ajustes (ej: dominio de R0) para obtener resultados más robustos.

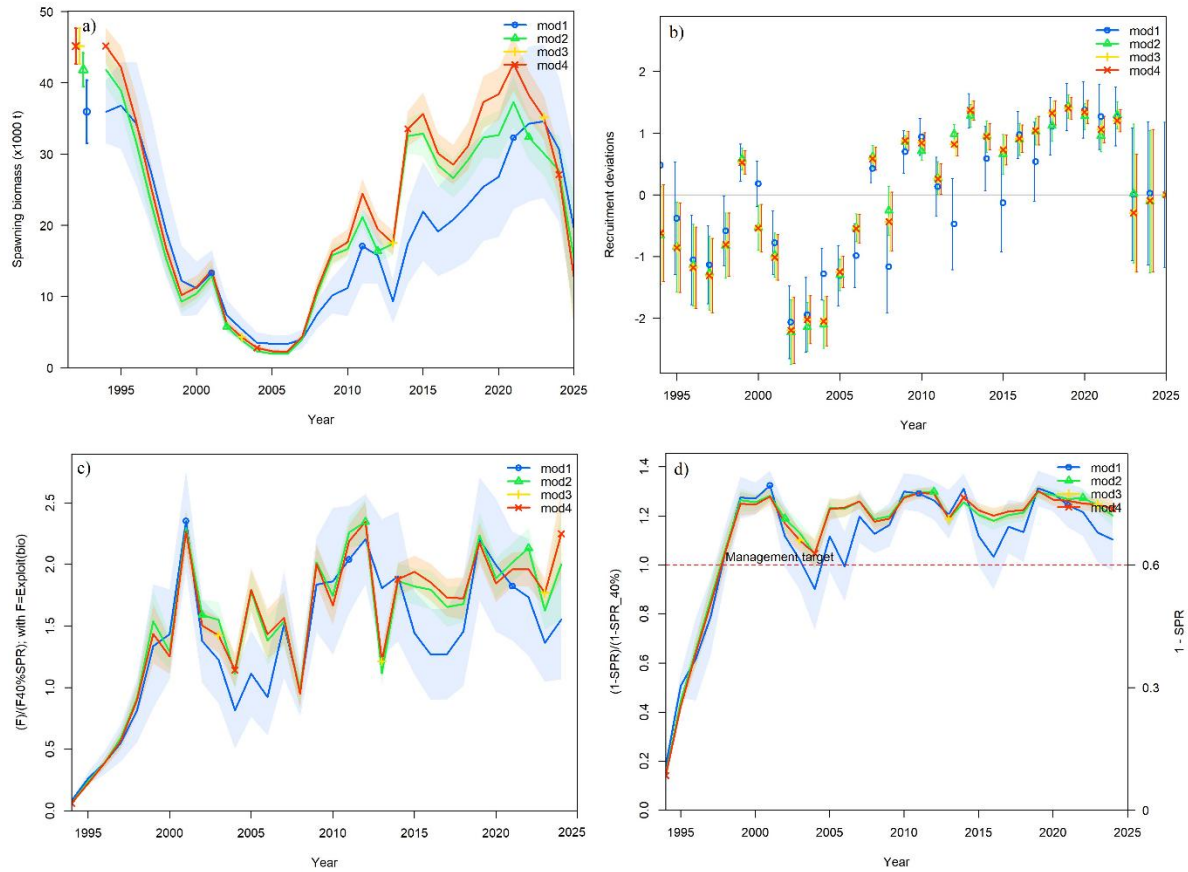


Figura 54. Desempeño del modelo de evaluación según diferentes escenarios propuestos.

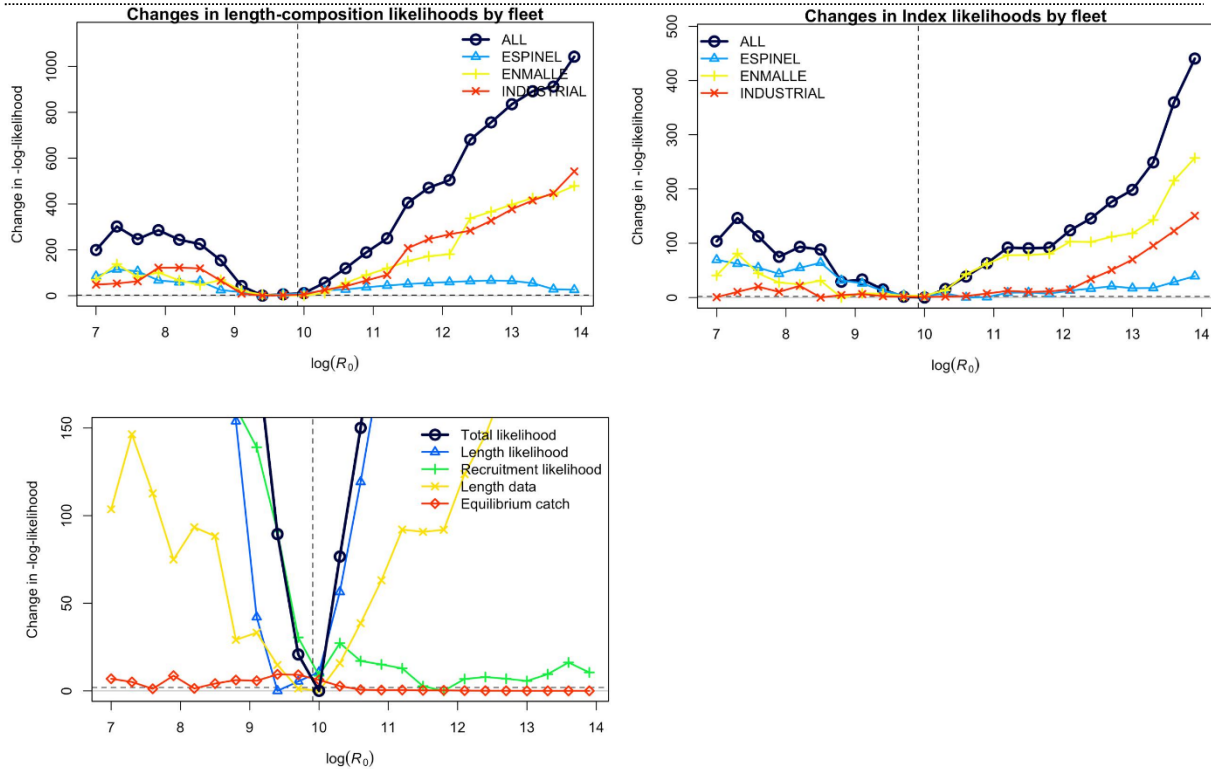


Figura 55. Sensibilidad del likelihood y consistencia del modelo de Stock Synthesis ante diferentes fuentes de informaci3n y flotas

4.2.2. Proyecciones del stock seg3n la evaluaci3n de Zhou *et al.*(2013)

La **Figura 56** muestra las proyecciones de la biomasa para la reineta. Se observa que solo con niveles de mortalidad por pesca inferior al F_{RMS} ($F_{0.75} \cdot F_{RMS} = 0.24 \text{ a}^{-1}$), se recupera la biomasa por sobre la B_{RMS} en un periodo corto de tiempo entre los a}os 2026 - 2027. Mortalidades en torno al nivel objetivo del MRS alcanzarían este punto biol3gico de referencia el a}o 2029. En cambio, mortalidades por sobre el F_{RMS} mantienen la biomasa en un rango de 70 mil a 40mil toneladas, relacionado con niveles de mortalidad mayores en un 25 y 50 % del F_{RMS} .

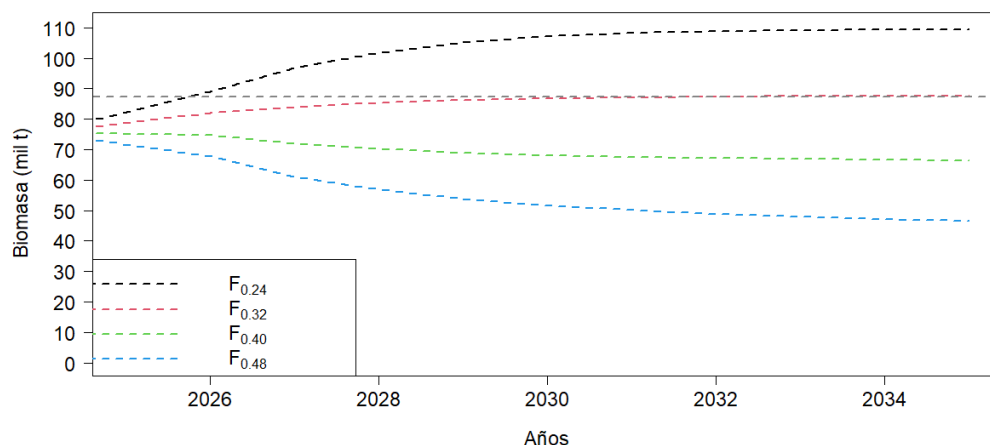


Figura 56. Proyecciones de la biomasa de reineta con diferentes valores de mortalidad por pesca. La línea punteada horizontal gris representa biomasa al máximo rendimiento sostenible (BRMS).

La **Figura 57** muestra las proyecciones de las capturas de reineta para el periodo 2026 al 2034. Considerando que las capturas del año 2024 estuvieron en torno a las 27 mil toneladas, la proyección de capturas indican que estas se deberían al menos mantener o idealmente disminuir en el corto plazo. De esta forma, al aumentar la biomasa por sobre el RMS la remoción se podría incrementar a medida que el recurso muestre signos de recuperación, conservando el nivel del RMS. Por el contrario, si las capturas aumentan por sobre el objetivo, el continuo estado de sobrepesca seguiría disminuyendo la disponibilidad de la biomasa (**Figura 57**).

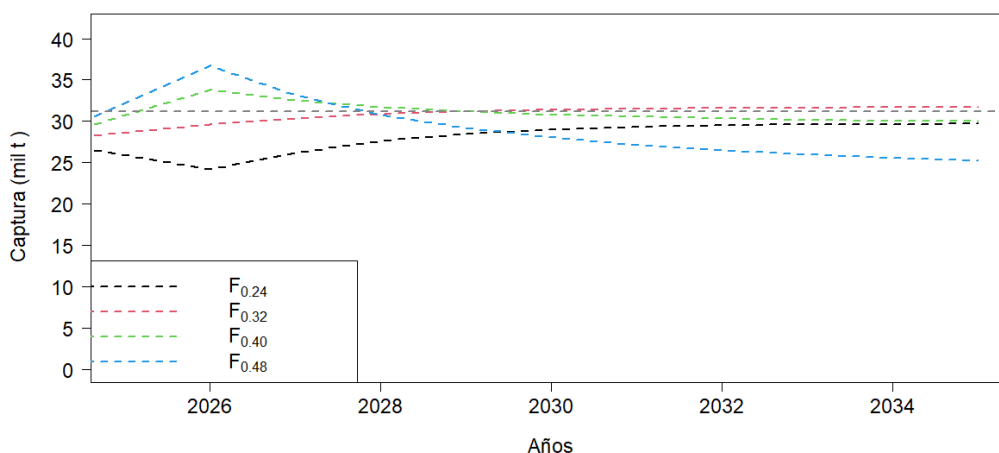


Figura 57. Proyecciones de la captura de reineta con diferentes valores de mortalidad por pesca. La línea punteada horizontal gris representa el rendimiento máximo sostenible (RMS).

4.2.3 Sensibilidad del modelo al nivel depleción asumido según Zhou *et al.* (2013)

La variabilidad en los estimados poblacionales derivados del modelo de evaluación de stock utilizado para definir el estatus del recurso y la CBA, es dependiente del nivel de depleción asumido para el stock. El caso base para el año 2024, asume un nivel de depleción del stock de 0.6. Se realiza entonces un análisis de sensibilidad para evaluar la incertidumbre del modelo de evaluación de Zhou *et al.* (2013) a diferentes niveles de reducción (0.3, 0.4, 0.5 y 0.6). Los resultados de este análisis de sensibilidad son mostrados en la **Figura 58**. En general, a mayor nivel de reducción, las estimaciones de biomasa se hacen mayores con respecto a aquellas estimaciones con un nivel inferior de reducción y, los intervalos de confianza, se hacen más amplios. Otra manera de ver los resultados del análisis de sensibilidad es con respecto a los parámetros estimados como una función de este nivel superior de reducción asumido. La **Figura 59** muestra los diferentes parámetros (K , r , RMS , D) en función del nivel superior de reducción. Se observa que los parámetros derivados del modelo de evaluación varían marginalmente con el valor de depleción asumido, esto es más notorio en el parámetro r .

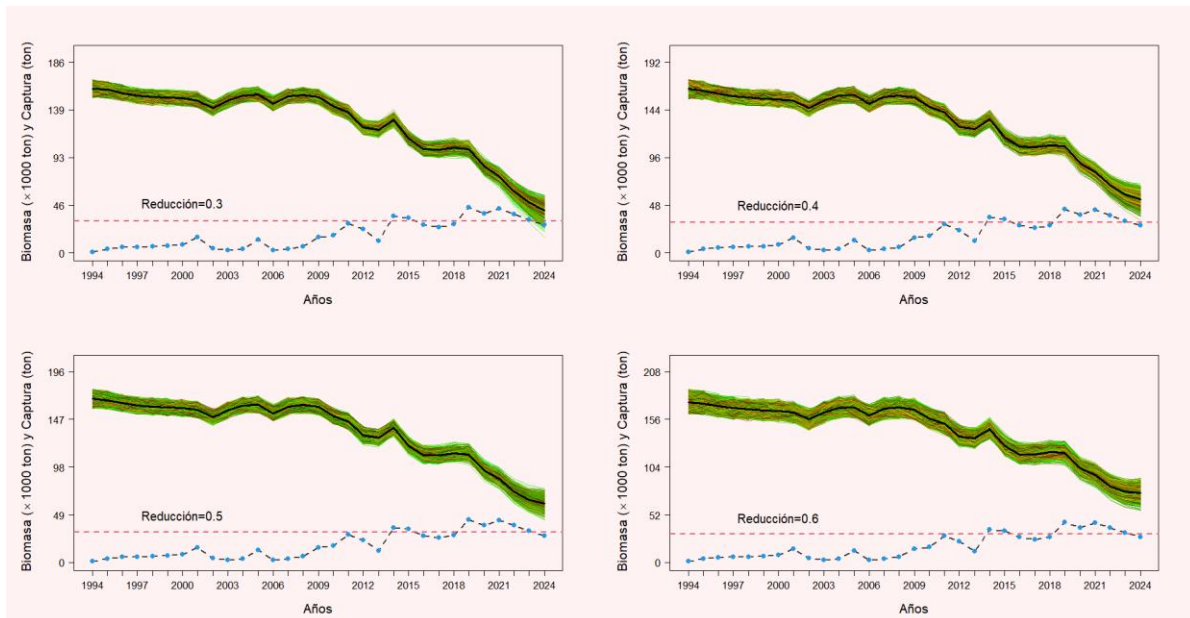


Figura 58. Análisis de sensibilidad del método de Zhou *et al.* (2013) para las estimaciones de biomasa total de reineta asumiendo un nivel superior de reducción para encontrar las combinaciones viables de r y K para el período entre 1994 y 2023. La línea negra representa el cuantil del 50% de la distribución de biomasa. La línea horizontal segmentada roja representa el RMS y los puntos azules las capturas observadas. Las líneas de colores muestran las posibles trayectorias de las biomazas.

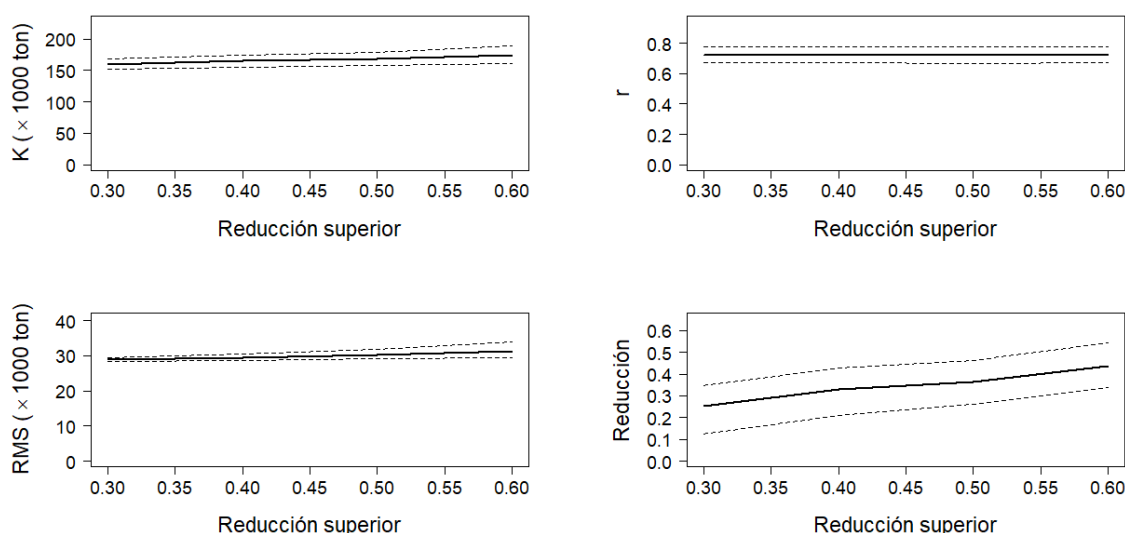


Figura 59. Análisis de sensibilidad del método de Zhou *et al.* (2013) para las estimaciones de los diferentes parámetros en función de un nivel superior de reducción asumido. La línea negra representa el cuantil del 50% de la estimación para cada parámetro. Las líneas segmentadas representan el cuantil del 25% y 75% de las estimaciones.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Enfoque de análisis

B. australis es uno de los recursos pesqueros más importantes para la pesca artesanal que opera en el centro-sur de Chile (Wiff *et al.*, 2023), sin embargo, la pesquería de reineta presenta características que la hacen especialmente compleja de abordar desde el punto de vista de la evaluación de stock. Las metodologías usadas para analizar los recursos pesqueros, suponen algún tipo de compensación (el supuesto de población cerrada), que no es el caso de la reineta. Diversos autores indican una distribución de la especie en la costa de Chile y el Océano Pacífico más amplia que el área de operación de la flota. Basados en la falta de ejemplares en condiciones de desovar y ausencia de registros de huevos y larvas en la zona costera, se ha planteado la hipótesis que la especie tendría extensas migraciones con fines reproductivos hacia el océano abierto (Leal & Oyarzún, 2003; Galleguillos *et al.*, 2015; Arancibia *et al.*, 2017; Leal *et al.*, 2017). Siendo entonces, la distribución de esta especie mucho más amplia que la de su pesquería en las costas de Chile, se desconoce la fracción del stock total que es explotada por la flota artesanal chilena. En este sentido, los modelos de evaluación de stock desarrollados en el presente informe sólo estarían dando cuenta de una fracción del stock y no de la totalidad. No obstante, al no existir antecedentes formales sobre captura del recurso por otras flotas en océano abierto, se trabaja bajo el supuesto que la mortalidad por pesca ocurre solo debido a la captura en la zona costera de Chile.

La evaluación de stock de reineta por primer año y luego de un tiempo de trabajo continuo para la integración de fuentes de información, se realiza con un modelo estructurado como eje principal, más aún no definitivo. Este modelo implicó integrar desembarques, datos de tallas, índices de abundancia (CPUE) y parámetros de vida. Todo ello amplificado a la flota artesanal a través de datos de pesquería espinelera y enmalle, y también a la flota industrial. Hasta el año 2023, las evaluaciones llevadas a cabo para el recurso han sido abordadas considerando la pesquería como de datos pobres y de manera paralela en el último tiempo se ha avanzado en modelos estructurados. En relación a este último punto, es que el CCT considero apropiado evaluar PBR distintos a los considerados en aproximaciones anteriores, siendo estos similares a los utilizados en los recursos demersales. De esta manera, la estimación de los puntos biológicos de referencia e indicadores robustos para el manejo pesquero sigue siendo todo un desafío. En este sentido y como primer año se presenta la evaluación de manera integrada, sin embargo y como se había advertido años anteriores, dicha integración aumentaría las fuentes de incertidumbre, introduciendo fuentes de error que podrían llevar a resultados poco claros y/o confiables. Por lo tanto, los resultados obtenidos en esta evaluación sugieren que este modelo siga robusteciéndose antes de considerar sus resultados como fuente principal para la toma de decisiones.

Por otra parte, y por sugerencia del Comité Científico Técnico, se continúa con el enfoque de pesquería pobre en datos, basada en la metodología propuesta por Zhou *et al.* (2013) y que ha sido el modelo utilizado en prácticamente todas las evaluaciones de reineta. Este método utiliza sólo las capturas (desembarques) para estimar algunos parámetros poblacionales tales como, la biomasa virginal, tasa intrínseca de crecimiento poblacional, biomásas anuales, nivel de reducción y puntos biológicos de referencia. A través de este método, se llevó a cabo el cálculo de indicadores, estatus y CBA del recurso. El método no está condicionado a la definición de una distribución a priori informativa. Sin embargo, sus resultados están fuertemente condicionados al supuesto de agotamiento que se asume sobre el stock.

5.2 Estado del stock y CBA

El análisis de los resultados obtenidos del modelo estructurado, evidencia una amplia variación de los indicadores biológicos a través del tiempo. Sin embargo, desde el año 2020 se observa una notoria disminución de la biomasa total y desovante, además de una disminución en los reclutamientos. Esto sumado a una intensa presión pesquera sugiere una categorización del recurso poco optimista. Sin embargo también hay que considerar que se debe seguir robusteciendo el modelo para obtener resultados más precisos. En este sentido, se debe poner especial atención a los índices de abundancia (CPUE) debido al discreto ajuste observado, con especial énfasis en el enmalle y la flota industrial.

Por otro lado, en base al método usado hasta la fecha para definir el estatus del recurso (Zhou *et al.*, 2013), el stock de reineta, si bien se observa una leve mejora en los indicadores, se encontraría durante

el año 2024 en una condición de sobrepesca y sobreexplotación, condición que se mantiene desde la evaluación realizada el año 2023. En cuanto a la captura biológicamente aceptable (CBA) para el 2026, aunque aún no existe regulación a través de cuotas en esta pesquería, según el enfoque de evaluación con data pobre, se podrían establecer niveles de capturas cercanos a las 29 mil toneladas, para el percentil del 50% de probabilidad de alcanzar la estrategia de manejo F_{RMS} , o capturas más conservadoras de ~24 mil ton.

Los resultados de la actual evaluación de stock de reineta, posee un importante nivel de incertidumbre. Por un lado, y como ya se ha mencionado, el enfoque de un modelo estructurado que reúne todas las fuentes de información entregó resultados que aun necesitan revisión y que serán discutidos en el próximo CCT. Por otro lado, el modelo data pobre, además de utilizar una sola fuente de información con un sesgo que podría ser alto y estar condicionada al nivel de agotamiento asumido, sólo estaría dando cuenta de una fracción del stock y no de la totalidad. Este último aspecto también representaría una limitación al modelo estructurado propuesto, ya que la distribución de esta especie parece ser mucho más amplia que la de su pesquería en las costas de Chile. Se considera, sin embargo, que el avance gradual en el modelo estructurado, de ser llevado a término de forma satisfactoria, ayudaría a robustecer los análisis futuros y ser una pieza esencial en la toma de decisiones.

5.3 Datos y piezas de información disponibles

Este trabajo de implementación metodológica fue posible dado el trabajo de análisis de datos disponibles de las tres flotas que operan sobre este recurso, a saber: espinel, enmalle e industrial. Los principales avances tienen relación con obtención de rendimientos estandarizados y estructuras de tallas asociadas a cada flota. Estos datos presentan un avance en la información disponible para la implementación de un modelo integrado con dinámica en edades como se plantea en este documento.

Es importante también considerar que la pesquería de reineta a variado en el tiempo y que son factores importantes a considerar a la hora de la interpretación de la información disponible y de los resultados obtenidos. A nivel regional, los desembarques han cambiado significativamente en el tiempo. Hasta el año 2001, la Región de Valparaíso aportó los mayores volúmenes. A partir del año 2002, la Región del Bío Bío se convirtió en el principal centro de descarga, seguido en los últimos años por la Región de Los Lagos. A nivel de flota, el sector artesanal da cuenta de más del 80% del total nacional, concentrado durante el período estival (primavera-verano). En relación a la flota industrial el desembarque ha tomado importancia desde el 2011, con una actividad concentrada en la segunda mitad del año limitada en la Región de Aysén.

En cuanto a los rendimientos de pesca, el seguimiento de la pesquería (Galvéz *et al.*, 2017), entrega una medida nominal para el sector artesanal. Esta serie se utilizó de manera inicial en el modelo estructurado presentado en el primer informe de estatus (Leal, 2018). Sin embargo, en los últimos

reportes se ha avanzado en este análisis, obteniendo una medida estandarizada de las tres flotas, lo que requiere continuar con un trabajo continuo para poder mejorar los ajustes.

5.4 Modelación utilizando SS3

Asociadas a la implementación metodológica y evaluación de stock.

La implementación metodológica de la evaluación de stock mediante un modelo integrado de reineta para la zona Centro Sur de Chile sigue presentando múltiples desafíos. La implementación de un modelo con todas las piezas de información disponibles, ha permitido explorar otros escenarios de la naturaleza asociada a este recurso, dinámica poblacional y pesquería, mediante el uso de plataformas de evaluación de stock como SS3 (Methot & Wetzel, 2013), los cuales dieron paso a los resultados presentados.

Al respecto, si bien es posible identificar la consistencia en gran parte de los resultados, se estima necesario continuar con el trabajo realizado hasta lograr una robustez suficiente. En este sentido se vuelve necesario una fuente de comparación a los resultados obtenidos, por ejemplo, con un modelo estructurado usando las mismas fuentes de información, pero en otra plataforma. De esta manera, podríamos dar una mayor validez a los resultados, considerando que en este caso, no es posible hacer una comparación respecto a un modelo de data pobre.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alagaraja, K. 1984. Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. *Indian Journal of Fishes* 31:177–208.
- Alverson, D. L., and M. J. Carney. 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohorts. *Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer.* 36:133–143.
- Arancibia H, R Alarcón, M Barros, S Neira, L Cisterna, S López, C Sagua, J Gavilán & P San Martín. 2017. Informe Final (corregido). Proyecto FIP N° 2015-20 “Actualización de parámetros de historia de vida de reineta (*Brama australis*) en aguas nacionales”. Universidad de Concepción, 240 p. + Anexos.
- Bahamonde R. 1977. Distribución y abundancia relativa de los principales recursos demersales entre Corral y Golfo de Penas. *Investigación Pesquera* 27: 1-46.
- Canales C, R Wiff & JC Quiroz. 2011. Convenio: “Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales año 2012”. Metas cualitativas; Cuarto Objetivo Específico. Informe Final. SUBPESCA. 23 pp + ANEXOS.
- Cadigan NG & PJ Farrell. 2005. Local influence diagnostics for the retrospective problem in sequential population analysis. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 256-265.
- Cadrin SX & DS Vaughn. 1997. Retrospective analysis of virtual population estimates for Atlantic menhaden stock assessment. *U.S. National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin*, 95: 445–455.
- Contreras, F., Espindola, F., Ibarra, M., Perez, C., Yañez, A., & Quiroz, J. C. (2022). SEGUNDO INFORME TÉCNICO Convenio de Desempeño 2021: Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2022: Reineta (p. 132).
- Deriso, R., T. Quinn & P. Heal, 1985. Catch-age analysis with auxiliary information. *Can.Fish. Aq. Sci.*42: 815-824.
- Dick E & A MacCall. 2011. Depletion-Based Stock Reduction Analysis: A catch-based method for determining sustainable yields for data-poor fish stock. *Fisheries Research*, 110: 331-341.
- FAO. 1997. Orientaciones técnicas para la pesca responsable. N°2. Enfoque precautorio para la pesca de captura y la introducción de especies. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma. 64 pp.

- Fournier, D.A, H.J. Skug, J. Ancheta, J. Ianelli, A. Magnusson, M.N. Maunder, A. Niels & J. Silbert. 2012. AD Model Builder: using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models. *Optimization Methods and Software*, 27: 233-249.
- Galleguillos R, C Canales, V Herrera, M Oliva, E Niklitscheck, P Toledo, E Leal, C Carrasco & M Pedraza. 2015. Origen natal y distribución geográfica de reineta en Chile. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Departamento de Oceanografía. Informe Final. FIP N° 2013-21. 152 pp + anexos.
- Gálvez P, J Sateler, J Olivares, R San Juan, G Moyano, E Garcés, K Belmar & J. Gonzalez. 2017. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas: Sección II: Pesquerías Demersales Centro Sur, 2016. Informe Final SUBPESCA, Valparaíso, Chile, IFOP: 247 pp.
- García M & J Chong. 2002. Composición de la dieta de *Brama australis* Valenciennes 1837 en la zona centro sur de Chile (VIII región) en otoño de 2000 y verano 2001. *Gayana* 66: 225-230.
- Hoenig J.M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fish. Bull.*, 82: 898-903.
- Haddon M. 2001. *Modelling and quantitative methods in fisheries*, 406 pp. Chapman and Hall, Boca Raton
- Hewitt D & JM Hoenig. 2005. Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity. *Fishery Bulletin* 103: 433-437.
- Hoening JM. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin* 82: 898-903.
- Jensen A.L. 1996. Beverton and holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 820-822.
- Leal, E. 2020. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2021: Reineta. Subsecretaría de Economía y EMT / Agosto 2020. 75 pp + Anexos.
- Leal, E. 2018. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, 2019: Reineta, 2019-Subsecretaría de Economía y Emt / agosto 2018. 73 pp + Anexos.
- Leal E, E Diaz & G Claramunt. (2017). Avances en el estudio reproductivo de la reineta (*Brama australis*) capturada en la costa central de Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 2017.
- Leal E & C Oyarzún. 2003. Talla de madurez y época de desove de la reineta (*Brama australis* Valenciennes, 1836) en la costa central de Chile. *Investigaciones Marinas*. 31(2):17-24.

- Leal E. 2002. Estimación de parámetros biológicos-pesqueros del recurso reineta, *Brama australis* (Valenciennes 1836) en la zona de pesca de Lebu, octava región. Seminario de título para optar al título de biólogo marino, Universidad de Concepción, 86 pp
- McCullagh P & J Nelder. 1989. Generalized linear models. Chapman and hall. London. 511 pp.
- Mohn, R. 1999. The retrospective problem in sequential population analysis: An investigation using cod fishery and simulated data. ICES Journal of Marine Science. 56: 473-488.
- Moyano, G. 2017. Protocolo de lectura de otolitos sagittae para determinar edad en reineta (*Brama australis*). En: Proyecto Asesoría Integral para la toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura 2016. Actividad Demersal. Pesquería Demersal Artesanal - Industrial. Ejecutor IFOP – Requiriente: Subsecretaría de Pesca.
- Muñoz G, N., Cortés, M., Arriaza & C., Oyarzún. 1995. Alimentación de una especie poco conocida, *Brama australis* Valenciennes, 1836 (Pisces: Bramidae) en la costa centro-sur de Chile. Biología Pesquera. 24:51-55.
- Nakamura, I. 1986. Important fishes trawled off Patagonia. Japan Marine Fishery Resource Research Center, Tokyo, 369 pp.
- Oyarzún, C., N., Cortes & E., Leal. 2013. Age, growth and mortality of southern rays bream *Brama australis* (Bramidae) off the southeastern Pacific coast. Revista de Biología Marina y Oceanografía. 48(1): 585-590.
- Oyarzún, C. 2001. Catálogo de los peces presentes en el sistema de corrientes de Humboldt frente a Chile Centro-Sur. Departamento de Oceanografía.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. International Council for the Exploration of the Sea. 39(2): 175-192.
- Pavéz, P., T., Melo, H., Ceriola, F., Hurtado & P., Rasmussen. 1998. Análisis y evaluación de la pesquería de la reineta (*Brama australis*) en el litoral de la V Región. Informe Final Proyecto FIP. 96-26: 125 pp.
- Pavlov, YP. 1991. *Brama australis* Valenciennes-A valid species of Sea Bream (Bramidae) from Southeastern Pacific Ocean. Journal of Ichthyology. 31: 6-9.
- Pavlov, YP. 1994. Data on ecology of Southern pomfret, *Brama australis* in the southeastern Pacific Ocean. Journal of Ichthyology. 34: 124-126.
- Payá, I., C., Canales, D., Bucarey, M., Canales, F., Contreras, F., Espíndola, E., Leal, C., Montenegro, J., Quiroz & R., Tascheri. 2014. Revisión de los puntos biológicos de referencia

- (Rendimiento Máximo Sostenible) en las pesquerías nacionales.” Primer Taller internacional. Informe de Avance 1. Subsecretaría de Economía - IFOP. 32 pp.+ 4 Anexos.
- Pequeño, G. 1989. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. Revista de Biología Marina Y Ocenografía (Valparaíso). 24 (2):1-132.
- Rickhter, VA. & VN., Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. International Commission for the Northwest Atlantic. Fisheries Research Document. 76/VI/8: 1-12.
- R Core Team, 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- San Martín. M., E., Leal & TM., Canales. 2017. Spatial and bathymetric occurrence of *Brama australis* off the Chilean Coast and in the South Pacific Ocean. Revista de Biología Marina y Oceanografía. 52 (2) 405-409.
- Santa Cruz, F., C., Oyarzún, G., Aedo & P., Gálvez. 2014. Hábitos tróficos de la reineta *Brama australis* (Pices: Bramidae) durante el período estival frente a Chile central. Latin American Journal of Aquatic Research. 42(5): 1200-1204.
- Sateler J., Gálvez P., Cortés J., Moyano G., Olivares J., Adasme L., Belmar K., San Juan R., Gonzalez J., 2024. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Demersales y Aguas Profundas: Sección II: Pesquerías Demersales Centro Sur, 2016. Informe Final SUBPESCA, Valparaíso, Chile, IFOP: 134 pp.
- Schaefer, M. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* (I-ATTC)/Bol. CIAT, 1(2): 27-56.
- Taylor, C.C. 1960. Temperature, growth, and mortality-the pacific cockle. *Journal du Conseil.* 26, 117-124.
- Thorson J. 2019. FishLife: Predict Life History Parameters For Any Fish. R package version 2.0.0. <http://github.com/James-Thorson/FishLife>
- Thompson, W. & F., Bell. 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. Report Internal Fisheries (Pacific Halibut) Commission. 8: 49.
- Wiff, R., Flores, A., Gacitúa S., Donovan C., Canales T., Ahumada M., Queirolo D. 2023. A pilot tagging program on southern rays bream (*Brama australis*): methodology and preliminary recaptures. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 34 51(1): 34. 13pp.



-
- Zhou, S., S., Pascoe, N., Dowling, M., Haddon, N., Klaer, J., Larcombe, M., Smith, O., Thebaud, S., Vieira & S., Wayte. (2013). Quantitatively defining biological and economic reference points in data poor and data limited fisheries. Final Report on FRDC Project 2010/044. Canberra, Australia.
- Zhou, S., S., Yin, T., Thorson, M., Smith & M., Fuller. (2012). Linking fishing mortality reference points to life history traits: an empirical study. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 69: 1292–1301.

Contribuimos a la
sostenibilidad de los recursos
marinos de todos los chilenos.



 www.ifop.cl

 info@ifop.cl

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - CHILE