

2025

Informe Técnico Final

Convenio de Desempeño 2024

Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de jurel nacional, Región de Arica y Parinacota a Región de los Lagos, año 2025.

Subsecretaría de Economía y EMT
Abril 2025



Informe Técnico Final

Convenio de Desempeño 2024

Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de jurel nacional, Región de Arica y Parinacota a Región de los Lagos, año 2025.

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / abril 2025.

Requirente

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

Subsecretaria de economía y
empresas de menor tamaño

Javiera Constanza Petersen Muga

Ejecutor

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo

Gonzalo Pereira Puchy

Jefe División Investigación Pesquera

Carlos Patricio Montenegro Silva

Jefe Departamento Evaluación de Recursos

Carlos Techeira Tapia

Jefe de proyecto

Ignacio Sergio Payá Contreras

Autores

Ignacio Sergio Payá Contreras

Edición, bases de datos, modelos espaciotemporales de
CPUE, esfuerzo de pesca, y evaluación de stock.

José Ignacio Zenteno Loredo

Análisis de esfuerzo de pesca y evaluación de stock.



RESUMEN EJECUTIVO

Se actualizó la evaluación del estatus del stock de jurel en el océano Pacífico sur oriental, y se calculó la captura biológicamente aceptable para el año 2025, en el marco de la Organización Regional de Ordenamiento Pesquero del Pacífico Sur (OROP-PS).

Los datos chilenos de las composiciones de edades fueron actualizados hasta el primer semestre del año 2024 e incluyeron las composiciones de edades de las capturas comerciales y de las abundancias estimadas por el crucero de evaluación hidroacústica de la zona norte. Las composiciones de longitudes de la flota “offshore” fueron transformadas a frecuencias de edades aplicando las claves talla-edad de la flota centro-sur de Chile, mientras que las composiciones de longitudes de la captura de la flota peruana fueron transformadas a edades aplicando el modelo de crecimiento por edad estimado por Perú. El índice de abundancia basado en el modelo de CPUE de la flota cerquera chilena de la zona centro-sur se actualizó hasta el primer semestre de 2024. Para actualizar la evaluación del stock se utilizaron los acuerdos técnicos obtenidos el 2022 en el taller de “benchmark” de la OROP-PS. El modelo utilizado fue el mismo modelo usado el año pasado con algunas adecuaciones de los ponderadores de la CPUE de la flota “offshore” y de la hidroacústica de la zona norte.

La biomasa desovante tuvo una tendencia decreciente desde 1970 hasta el 2012, con amplias fluctuaciones que incluyen el máximo histórico de 20 millones de t en 1988, luego a partir del año 2013 la tendencia se invierte, alcanzando 18 millones de t en los últimos tres años. Las tasas de mortalidad por pesca global (flotas combinadas) presentaron tres picos históricos (1976, 1997, 2009) y una tendencia decreciente desde el 2010 al 2024, disminuyendo a valores tan bajos (0,14) como los estimados para el inicio de los años ochenta. Los reclutamientos tuvieron tres periodos de años: 1) reclutamientos altos en 1980-2000, con el máximo histórico en 1986-1987, 2) reclutamientos bajos en 2003-2015, y 3) reclutamientos altos en 2016-2024.

Considerando como el objetivo de manejo mantener el stock en el nivel del Rendimiento Máximo Sostenido (RMS), se estimó que el stock de jurel en el océano Pacífico sur oriental en el año 2024 se encuentra en un estatus de subexplotación. La biomasa desovante fue mayor que la biomasa desovante en el RMS ($BD > BD_RMS$) y la mortalidad por pesca fue menor que la mortalidad por pesca en el RMS ($F < F_RMS$).

Para estimar la captura para el año 2025 se aplicaron los mismos criterios acordados en el “benchmark” del año 2022, entre los cuales destaca que las proyecciones de capturas se realizaron usando una curva stock-recluta de baja productividad ($h=0,65$), que fue ajustada con los años 2001-2015.

La captura total para el año 2025, que resulta de aplicar el F_RMS , se estimó en 4,9 millones t. Sin embargo, el Comité Científico (CC) de la OROP-PS, siguiendo las pautas establecidas por el plan de recuperación (la cuota de captura no puede ser mayor o menor que un 15% que la cuota del año



anterior), calculó la captura para el 2025 aplicando un 15% de aumento de la cuota del año pasado, lo cual resultó en 1,242 millones de t.

El CC12 informó a la Comisión de la OROP-PS sobre el impacto en el stock de aumentos de cuotas alternativos de 20%, 75% y 100%. El aumento de 100% produjo una captura igual a la mitad de la captura con el F_RMS. Todos estos límites de aumento alternativos tuvieron probabilidades muy altas de mantener una biomasa desovante por sobre la biomasa desovante en el RMS. Esto indica que existe un espacio precautorio para aumentar el límite de 15%, en algún porcentaje que debe ser definido por la Comisión.

Las proyecciones de capturas futuras aplicando el F_RMS indicaron que luego de un gran aumento de la captura a 4,9 millones de t para el 2025, se produciría una caída exponencial en los años siguientes llegando a niveles relativamente estables de captura en torno a 1,1 millones de t. Esta caída se produciría por una rápida disminución de la biomasa, producto que se proyecta una readecuación de los niveles de reclutamientos. Sin embargo, esta readecuación podría retardarse, ya que la evaluación hidroacústica realizada en la zona norte en el 2024 encontró una gran presencia de peces pequeños, que sugiere un nuevo impulso hacia reclutamientos altos.

Paralelamente a la actualización de la evaluación de stock, se avanzó en la estimación de índices de abundancia basados en la CPUE mediante modelos espacio-temporales utilizando el programa sdmTMB en R. Finalmente, se informa de la participación en el grupo de trabajo en evaluación de estrategias de manejo de la OROP-PS y los avances realizados durante el año 2024.



ABSTRACT

Jack mackerel stock assessment in the Eastern South Pacific Ocean was updated up to 2024, and its biologically acceptable catch was estimated for year 2025. This stock assessment was conducted in the framework of the South Pacific Regional Fisheries Management Organization (SPRFMO).

The Chilean data on age compositions were updated until the first half of 2024, and it included age compositions of commercial catches and abundances estimated by the hydroacoustic surveys. The length compositions of the “offshore” fleet were transformed into age frequencies by applying the age-length keys of the central-southern Chilean fleet, while the catch length compositions of the Peruvian fleet were transformed into ages by applying the age growth model estimated by Peru. The abundance index based on the CPUE model of the Chilean purse seine fleet in the southern-central zone was updated until the second quarter of 2024. To update the stock assessment, the technical agreements of the 2022 benchmark workshop were used. Some adjustments were done in the weighting factors (CV) of the “offshore fleet” abundance index and of the hydroacoustic survey.

The spawning biomass had a decreasing trend from 1970 to 2012, with large fluctuations that included the historical maximum of 20 million tons in 1988, then from 2013 the trend was reversed, reaching 18 million tons in the last three years. The whole fishing mortality rates (combined fleets) had three historical peaks (1976, 1997, and 2009) and a decreasing trend from 2010 to 2024, decreasing to values as low as the ones estimated for the beginning of the eighties. Three periods of annual recruitment fluctuations were identified: 1) high recruitment in 1980-2000, with the historical maximum in 1986-1987, 2) low recruitment in 2003-2015, and 3) high recruitment in 2016-2024.

The 2024 jack mackerel stock status was estimated as underexploited. The spawning biomass was greater than spawning biomass at MSY ($SB > SB_{MSY}$) and fishing mortality was lower than fishing mortality at MSY ($F < F_{MSY}$).

To estimate the catch for the year 2025, the same criteria agreed upon in the 2022 benchmark were applied, among which it stands out that the catch projections were made using a low-productivity stock-recruit curve ($h=0.65$), which was fitted with the years 2001-2015.

The total catch for the year 2025, resulting from applying the F_{MSY} , was estimated at 4.9 million tons. However, the SPRFMO Scientific Committee, following the guidelines established by the recovery plan (the catch quota cannot be more or less than 15% of the previous year's quota), calculated the catch for 2025 as a 15% increase of the 2024 TAC, which resulted at 1.242 million tons.

The technical annex of the SC12 report informed the SPRFMO Commission about the impacts of alternative limits of TAC increase (+20%, +75% and +100%) on stock projections. The 100%-increased TAC was the half of the TAC with F_{MSY} . All the alternative limits had very high probabilities that the projected SB surpass SB_{MSY} . Therefore, there is some precautionary room for increasing



the +15% limit. However, the projected alternative limits do not correspond to any particular recommendations.

Catch projections applying F_{MSY} showed that after the 2025 catch estimated at 4.9 million tons, the catches will decline exponentially in few years, reaching relatively stable level of around 1.1 million tons. The rapid catch decrease is because of the assumption of low productivity used in the stock projections. However, the hydroacoustic survey conducted in 2024 in the north area of Chile, found a high abundance of pre-recruits, which could be produced another strong recruitment in 2025.

In parallel to the stock assessment, alternative CPUE indices were estimated using spatiotemporal models with the sdmTMB R package. Finally, the participation in the SPRFMO management strategies evaluation group and the progress made during 2024 were reported.



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	i
ABSTRACT	iii
ÍNDICE GENERAL	v
ANEXOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi

ÍNDICE GENERAL

1. ANTEDECENTES	1
1.1 <i>Generales</i>	1
1.2 <i>Específicos</i>	2
2. OBJETIVOS	7
2.1. <i>Objetivo general</i>	7
2.2. <i>Objetivos específicos</i>	7
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	8
3.1 <i>Objetivo 1</i>	8
3.1.1 Actualización de Índice de abundancia usado en la evaluación de stock 2024.....	10
3.1.2 Índices de abundancia mediante GLM espaciotemporal basados en SPDE.....	12
3.1.3 Factores de corrección por cambios de eficiencia de la flota.....	17
3.1.4 Taller sobre análisis espaciales en los índices de abundancia basados en CPUE.....	19
3.2 <i>Objetivo 2</i>	19
3.2.1 Actualización de datos y parámetros.....	21
3.2.2 Actualización de la evaluación de stock.....	23
3.3 <i>Objetivo 3</i>	30
3.4 <i>Objetivo 4</i>	30



3.5	Objetivo 5.....	31
4.	RESULTADOS.....	32
4.1.	Objetivo 1.....	32
4.1.1	Actualización de Índice de abundancia para evaluación de stock 2024.....	32
4.1.2	Índices de abundancia mediante GLM espaciotemporal basados en SPDE.....	44
4.1.3	Factores de corrección por cambios de eficiencia de la flota.....	54
4.1.4	Taller sobre análisis espaciales en los índices de abundancia basados en CPUE.....	55
4.2.	Objetivo 2.....	63
4.2.1.	Ajuste del modelo.....	63
4.2.2.	Estimados de las variables principales.....	66
4.2.3.	Estatus del stock.....	75
4.3	Objetivo 3.....	77
4.3.1.	Proyecciones del stock.....	77
4.3.2.	Tabla de riesgo de la Captura 2025 con F_RMS y con un aumento del 15% de la cuota 2024.....	79
4.3.3.	Tabla de riesgo de captura 2025 extendida a otros límites de aumento de la cuota.....	80
4.4	Objetivo 4.....	81
4.4.1	Participación de IFOP en el plan de trabajo del CC de la OROP-PS.....	81
4.4.2	Hoja de ruta de IFOP para atender las actividades del plan de trabajo del CC de la OROP-PS.....	83
4.4.3	Participación en el Comités Científico Técnico de jurel (CCT-jurel).....	88
4.4.4	Taller del CCT-jurel sobre la evaluación de stock y avances en la EEM en CC-12 de la OROP-PS.....	89
4.5	Objetivo 5.....	93
4.5.1	Participación en el grupo de trabajo de EEM de la OROP-PS.....	93
4.5.2	Participación en el Consejo Nacional de Pesca y en taller con sector artesanal.....	94
4.5.3	Tercer taller de EEM para la Comisión de la OROP-PS.....	95
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	97
5.1	Actualización de Índice de abundancia para evaluación de stock 2024.....	97
5.2	Índices de abundancia mediante GLM espaciotemporal basados en SPDE.....	99
5.3	Factores de corrección por cambios de eficiencia de la flota.....	103
5.4	Estatus del stock y CBA.....	103
5.5	Incertidumbre y temas de investigación.....	104
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105



ANEXOS

- [ANEXO 1.](#) Ajustes del modelo h1_1.07 (hipótesis de una sola unidad de stock).
- [ANEXO 2.](#) Resultados de la reunión anual de la Comisión-SPFRMO, realizada entre el 23 y 26 de enero del presente en Manta, Ecuador. Presentación en primera reunión del CCT-Jurel 2024.
- [ANEXO 3.](#) Avances en la evaluación de estrategias de manejo (MSE) y análisis de las hipótesis asociadas a tasas de conectividad para la construcción de modelos operativos. Presentación en la segunda reunión del CCT-Jurel 2024.
- [ANEXO 4.](#) Condición de jurel y nivel de explotación: Reglas de captura alternativas para el jurel. Presentación en la segunda reunión del CCT-Jurel 2024.
- [ANEXO 5.](#) Revisión de los antecedentes, datos e información de las diferentes flotas pesquera que ingresan en el modelo JJM en la OROPS. Presentación en la tercera reunión del CCT-Jurel 2024
- [ANEXO 6.](#) Procedimiento de evaluación de stock conjunta en el marco de la OROPPS.
- [ANEXO 7.](#) Revisión del cumplimiento de las actividades, requerimientos y análisis solicitados por la Comisión de la OROP-PS.
- [ANEXO 8.](#) Avances en el desarrollo y primera aplicación de la EEM en la OROP-PS.
- [ANEXO 9.](#) Estatus del stock de jurel y CBA 2025.
- [ANEXO 10.](#) Taller de jurel en el Consejo Nacional de Pesca y Taller con pescadores artesanales.
- [ANEXO 11.](#) Estatus del stock de jurel y CBA 2025. Presentación al Consejo Nacional de Pesca.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Descripción de la distribución espacial del jurel chileno (tomado de Guele *et al.*, 2014). Se basa en datos de captura (amarillo) e índice de prospección (rojo), con las correspondientes cuatro zonas de pesca: Norte de Chile (línea azul); Centro Sur de Chile (línea roja); Costa afuera (línea verde) y; Extremo Norte (línea negra). La franja blanca representa el cinturón de jurel (Elizarov *et al.*, 1993; Gerlotto *et al.*, 2012). 2
- Figura 2. Evolución de las capturas de jurel por flota pesquera..... 3
- Figura 3. Resultados de la última evaluación de jurel realizada por el CC de la OROP-PS en el año 2023. Estimaciones de la mortalidad por pesca (tasa instantánea; arriba), reclutamiento a la edad 1 (millones; al medio) y biomasa desovante (en miles de t; abajo). Las columnas muestran los resultados de la hipótesis de un stock (H1, izquierda) y de la hipótesis de dos stocks (H2, derecha, stock "norte" en amarillo y stock "sur" en azul). Las áreas sombreadas se refieren a la estimación de incertidumbre. 4
- Figura 4. Comparación de índices ajustados por Payá (2023a, b y c)..... 9



Figura 5. Zonas usadas en el modelo de CPUE basado en viajes de pesca (Canales <i>et al.</i> 2008)..	11
Figura 6. El mapa de la izquierda muestra el área de la caja del sistema de referencia de coordenadas según la EPSG: 32718 – WGS 84 / UTM zona 18S. Los lances de pesca con ubicaciones en unidades de latitud-longitud (gráfico central) y coordenadas UTM (gráfico derecho) para el período 1994-2024.....	13
Figura 7. Grilla fina (A) y gruesa (B).	14
Figura 8. Rectángulo del área sur (<6000 norte, panel superior) y oeste (<500 este, panel inferior). Los puntos representan las ubicaciones de los lances de pesca, X el este e Y el norte.	17
Figura 9. Tipo de información por año utilizada en el modelo de evaluación.....	22
Figura 10. Índice de abundancia basado en el modelo CPUE con bandas de IC95%.....	34
Figura 11. Índice de abundancia (relativo a 1983) basado en el modelo CPUE actualizado hasta junio de 2024 y el mismo índice utilizado en las 6 evaluaciones de stock anteriores.	35
Figura 12. Índices de abundancia (relativos a 1983) estimados utilizando el modelo CPUE (rosado) y el modelo de captura (verde). Las bandas representan el intervalo de confianza al 95%.	36
Figura 13. Distribución espacial de la densidad acústica del jurel (t/mn ²) por latitud sur (Latitud (S)) y longitud oeste (Longitud (O)) y diseño de muestreo de los cruceros de evaluación (líneas de seguimiento) en la zona centro-sur de Chile (tomado de Catasti y Córdoba 2022).	37
Figura 14. Índice de abundancia basado en CPUE y biomasa acústica estimada en la zona centro-sur.	38
Figura 15. Modelo de rampa para índice de abundancia basado en CPUE y biomasa acústica estimada en la zona centro-sur.....	38
Figura 16. Índice de abundancia basado en CPUE y densidad estimada mediante cruceros acústicos en la zona centro-sur.	39
Figura 17. Índice de abundancia basado en CPUE y densidad estimada mediante cruceros acústicos en la zona centro-sur.	39
Figura 18. Índice de abundancia basado en CPUE y área de distribución estimada mediante sondeos acústicos en la zona centro-sur.....	40
Figura 19. Índice de abundancia basado en CPUE y área de distribución estimada mediante sondeos acústicos en la zona centro-sur.....	40



Figura 20. Relación lineal entre el índice de CPUE y el área de distribución estimada mediante cruceros hidroacústicos excluyendo los tres últimos años y corrección propuesta para el índice de CPUE de los últimos tres años.	41
Figura 21. Distribuciones de captura comercial de jurel por mes desde el 2021 al 2024. Los límites de la ZEE de 200 nm se muestran mediante líneas (figura proporcionada por Karen Walker, IFOP).	42
Figura 22. Índice de CPUE e índice de CPUE corregido.	43
Figura 23. Anisotropía (gráfico izquierdo) y relación asintótica del suavizado (“spline”) de la capacidad de bodega (CB) y la captura por lance de pesca (density) (gráfico derecho).	45
Figura 24. Centros de gravedad por año estimados mediante modelo espaciotemporal, las líneas representan los intervalos del 95%.	46
Figura 25. Efectos aleatorios espaciotemporales del modelo espaciotemporal.	47
Figura 26. Índice de abundancia estimado mediante modelo espaciotemporal. La banda verde representa los intervalos del 95%.	48
Figura 27. Residuales del modelo GLM espaciotemporal por año (X = Este, Y = Norte).	51
Figure 29. Índice de abundancia estimado mediante el modelo GLM espaciotemporal. La banda gris representa los intervalos del 95%.	52
Figura 30. Índice de abundancia para el área total y sur (arriba), y área total y este (abajo).....	53
Figura 31. Índice de abundancia predicha (CPUE) de la pesquería de jurel chileno en el centro-sur de Chile, para el modelo GLM base y la CPUE corregida por “creep” como variable de respuesta. Los límites inferior y superior sombreados representan la desviación estándar de la serie.....	55
Figura 32. Localización de puntos de captura de la flota chilena de jurel, año 2023 (Fuente: Walker et al. Com. Pers.).	56
Figura 33. Comparación de índices ajustados por Payá (2023a, b y c).	57
Figura 34. Índice de abundancia estimado por Vásquez et al., 2023.	58
Figure 35. índice de abundancia basado en GLM (Payá 2024) e índice basado en modelo GLMM espaciotemporal de Vásquez y Sepúlveda (2024). Valores normalizados ((x-promedio) / desviación estándar) para facilitar la comparación.	63



Figure 36. Ajuste a los índices de abundancia relativa. La línea representa las predicciones del modelo (hipótesis de una unidad de stock), los puntos los valores observados y las líneas verticales el error de entrada supuesto (2 desviaciones estándar) alrededor de las observaciones. 64

Figure 37. Edad media en la captura por año y pesquería. La línea representa las predicciones del modelo (hipótesis de una unidad de stock), los puntos los valores observados y las líneas verticales el error de entrada supuesto (2 desviaciones estándar) alrededor de las observaciones. 65

Figure 38. Talla media en la captura por año en la flota de Perú (Extremo Norte). La línea representa las predicciones del modelo (hipótesis de una unidad de stock), los puntos los valores observados y las líneas verticales el error de entrada supuesto (2 desviaciones estándar) alrededor de las observaciones. 66

Figure 39. Patrones de selectividad por flota pesquera y años..... 67

Figure 40. Patrones de selectividad por crucero de investigación, índice de CPUE y años. 68

Figura 41. Estimaciones para la biomasa desovante (miles de t; arriba a la izquierda), el reclutamiento a la edad de 1 año (millones; abajo a la izquierda), la mortalidad por pesca total (arriba a la derecha) y la captura total (miles de t; abajo a la derecha). Las líneas azules representan los PBR basados en BD_RMS (arriba a la izquierda) y F_RMS (arriba a la derecha). 69

Figura 42. Incertidumbre (CV= coeficientes de variación) de las estimaciones de reclutamientos (R), biomasa total (TSB) y biomasa desovante (SSB). 72

Figura 43. Análisis retrospectivo de la biomasa desovante. 73

Figura 44. Análisis retrospectivo de los reclutamientos. 74

Figura 45. Análisis retrospectivo de la mortalidad por pesca de la flota centro-sur de Chile. 75

Figura 46. Diagrama de estatus del stock (“kobe plot”). F= Mortalidad por pesca, B= Biomasa desovante, msy= Rendimiento Máximo Sostenido. 76

Figura 47. Proyecciones de la biomasa desovante para el periodo 2025-2044, suponiendo reclutamientos bajos y aplicando una estrategia de mortalidades por pesca constante a través de los años. Se proyectan diferentes niveles de F que son múltiplos (1 o SQ, 0.75, 1.25) de F2024, F=F_RMS (FMSY), cuota 2024 (TAC2024), y F=0 (F2024 0x)..... 78

Figura 48. Proyecciones de la captura total (en miles de t) para el periodo 2025-2044, suponiendo reclutamientos bajos y aplicando una estrategia de mortalidades por pesca constante a través de los años. Se proyectan diferentes niveles de F que son múltiplos (1 o SQ,, 0.75, 1.25) de F2024, F=F_RMS (FMSY), cuota 2024 (TAC2024), y F=0 (F2024 0x)..... 79



Figura 49. Biomasa de jurel estimada mediante cruceros acústicos por zona y total. El total se calculó solamente para esos años con cruceros en ambas zonas.	98
Figura 50. Área de distribución de jurel estimada mediante cruceros acústicos por zona y total. El total se calculó solamente para esos años con cruceros en ambas zonas.....	98
Figura 51. Densidad de jurel estimada mediante hidroacústica por zona y total. El total se calculó solamente para esos años con cruceros en ambas zonas.	99
Figura 55. Índice de abundancia estimado por el modelo GLM espaciotemporal de CPUE (modelo CPUE) y por el modelo espaciotemporal. Las bandas representan el intervalo de confianza al 95%. 99	
Figura 56. Índices de abundancia estimados por diferentes modelos. Índice de CPUE utilizado en el modelo de evaluación de stock actualizado hasta junio de 2023 (trip), índice de CPUE basado en GLM de captura por lance de pesca (set), CPUE estimado por el modelo espaciotemporal (set sdmTMB espacio-temporal) e índice de CPUE estimado por el GLM espaciotemporal (set sdmTMB glm). Los índices se dividieron por sus valores en el año 2022.	100
Figura 57. Comparación entre los índices de abundancia estimados por diferentes modelos en el presente proyecto y los estimados Vásquez y Sepúlveda (2024). Para fines comparativos se muestra el período 2000-2022, los años anteriores al 2000 son más inciertos debido al bajo tamaño de muestra. Los valores fueron normalizados restando el promedio y dividiendo por la desviación estándar. Las bandas representan el intervalo de confianza al 95%.	101
Figura 58. Estimados del GLM utilizando una grilla fina y una gruesa.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Incrementos de cuota recomendados por el Comité Científico y acordados por la Comisión, para el área total de distribución del stock de jurel.	5
Tabla 2. Cuota de captura para el año 2024 (miles de t) de acuerdo a la participación (porcentajes acordados en el 2024 por la Comisión para el período 2024-2033) por miembro/CNCP en el área de OROP-PS (* = incluye también la ZEE chilena).	6
Tabla 3. Criterios de corrección para la serie de datos de CPUE de la flota centro-sur, obtenidos mediante la encuesta de pescadores realizada durante julio de 2023. El multiplicador de corrección se aplicó a cada punto de datos de CPUE, según los criterios de cada período correspondiente. El factor de deslizamiento de la encuesta se obtuvo como la media de la reducción percibida en el	



tiempo de búsqueda (desde un máximo de 1) de las agregaciones de jurel durante las salidas de pesca.....	19
Tabla 4. Miembros de la delegación chilena en la reunión del XII comité científico de la OROP-PS (* = Participación remota).....	20
Tabla 5. Símbolos y Definiciones.....	24
Tabla 6. Variables y ecuaciones describiendo la implementación del modelo JJM	25
Tabla 7. Especificación de la función objetivo.....	27
Tabla 8. Índice de abundancia, desviación estándar y tamaño de muestra.....	32
Tabla 9. Índice de CPUE e índice de CPUE corregido. El 2022 fue interpolado desde los valores de 2021 y 2023, mientras que el valor de 2024 fue supuesto igual al 2023.	43
Tabla 10. Resumen de los resultados del modelo espaciotemporal.....	44
Tabla 11. Parámetros estimados por el modelo GLM espaciotemporal.....	48
Tabla 12. Índice de abundancia estimado mediante el modelo GLM espacio-temporal.	50
Tabla 13. Resumen del modelo GLM	54
Tabla 14. Participantes del taller de CPUE.....	59
Tabla 15. Principales variables de estado (B= Biomasa desovante, F= Mortalidad por pesca, Reclutas), Puntos biológicos de referencia (B_RMS= Biomasa desovante del RMS, B0 = Biomasa desovante virginal, F_RMS = Mortalidad por pesca del RMS), y variables de estatus. Biomاسas en miles de t, y reclutas en millones de individuos de edad 1.....	70
Tabla 16. Estatus del stock. Condición en el año 2023 y 2024 de la mortalidad por pesca y de la biomasa desovante relativa a los niveles del Rendimiento Máximo Sostenido (RMS) y de la biomasa límite (BLIM).	76
Tabla 17. Tabla de riesgo de escenarios de proyecciones bajo diferentes estrategias de explotación de mortalidad por pesca constante (primera columna). Se proyectan las capturas para los años 2025 y 2026 (Catch en miles de t), las biomاسas desovantes para los años 2026, 2030 y 2034 (B en miles de t) y las probabilidades (Pr en %) que estas biomاسas sobrepasen la B_RMS (B_{MSY}). TAC = Cuota de captura.....	80
Tabla 18. Tabla de riesgo con escenarios adicionales de F contantes.....	81



Tabla 19. La participaci3n de IFOP en las tareas y subtareas del plan de trabajo multianual del Comit3 Científico (CC) de la OROP-PS para el perío3o 2023-2024+.....	82
Tabla 20. Participaci3n de IFOP en las reuniones del grupo de trabajo de EEM de la OROP-PS, que se realizaron durante el ańo 2024.....	93



1. ANTEDECENTES

1.1 Generales

Con el objetivo de atender la misión y sus objetivos estratégicos, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) impulsa anualmente un Proceso de Asesoría Científica (PAC), en cuyo contexto, el estudio denominado “Estatus y Posibilidades de Explotación Biológicamente Sustentable de los Principales Pesquerías Pelágicas Nacionales” encargado anualmente para su ejecución al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), constituye el sustento técnico fundamental para establecer los rangos de explotación biológicamente recomendables para los principales recursos pesqueros nacionales, cuyos niveles de biomasa son regulados mediante cuotas de captura. Este estudio integra el conocimiento científico disponible a la fecha de ejecución que ha sido generado por diversos estudios, proyectos y programas de investigación realizados sobre estos recursos y sus pesquerías, así como también, toda la información técnica proveniente de los programas de seguimiento de las pesquerías y monitoreo de sus recursos, tales como los cruceros de evaluación directa, así como otros antecedentes que permitan actualizar anualmente el estatus de conservación de estos recursos pesqueros.

Sobre la base de lo anterior, es posible analizar las posibilidades de explotación de dichos recursos para determinar en consecuencia, los niveles de Captura Biológicamente Aceptable (CBA). En este propósito, otros organismos colaboradores de la Administración, como es por ejemplo el Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA) financian investigaciones científica-técnicas que van desde aspectos biológico-ecológicos de los recursos hasta aspectos tecnológicos y socioeconómicos de la pesquería, que en conjunto están posibilitando avanzar paulatinamente en la implementación del enfoque ecosistémico.

La Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) establece que el Instituto de Fomento Pesquero sea el ejecutor de este tipo de estudios, mediante la asignación directa de fondos sectoriales, en cuanto dicho Instituto se constituye como un organismo asesor relevante en la función de proveer insumos para el buen cumplimiento de la función reguladora de la Administración Pesquera del Estado. Ese cuerpo legal establece que, tanto los antecedentes provenientes de este estudio, así como de otras investigaciones o estudios sectoriales provistos por las distintas entidades de investigación y asesoría que forman también parte del Proceso de Asesoría Científica anual, sean canalizados a los Comités Científico Técnico (CCT) correspondientes. Junto con revisar los antecedentes y pronunciarse sobre la calidad, validez y utilidad de estos estudios conforme a los estándares internacionales en uso, estos organismos podrán emplear ese conocimiento para asesorar a las distintas instancias asesoras-consultivas del proceso decisional anual de las pesquerías nacionales (i. e., Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (MINECON), Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Comités de Manejo respectivos, Consejos Zonales y Nacional de Pesca, entre los principales).

1.2 Específicos.

Biológico-pesqueros

El jurel se distribuye desde las Islas Galápagos hasta la región austral de Chile, tanto en aguas oceánicas como costeras (Serra, 1991, Guele et al., 2014). En aguas internacionales se distribuye en grandes cardúmenes hasta 160°W, y principalmente entre los 33°S y 48°S a lo largo de la convergencia subtropical. Como unidad poblacional en la OROP-PS se considera toda la región oriental del Pacífico sur hasta los 120°W (Figura 1).

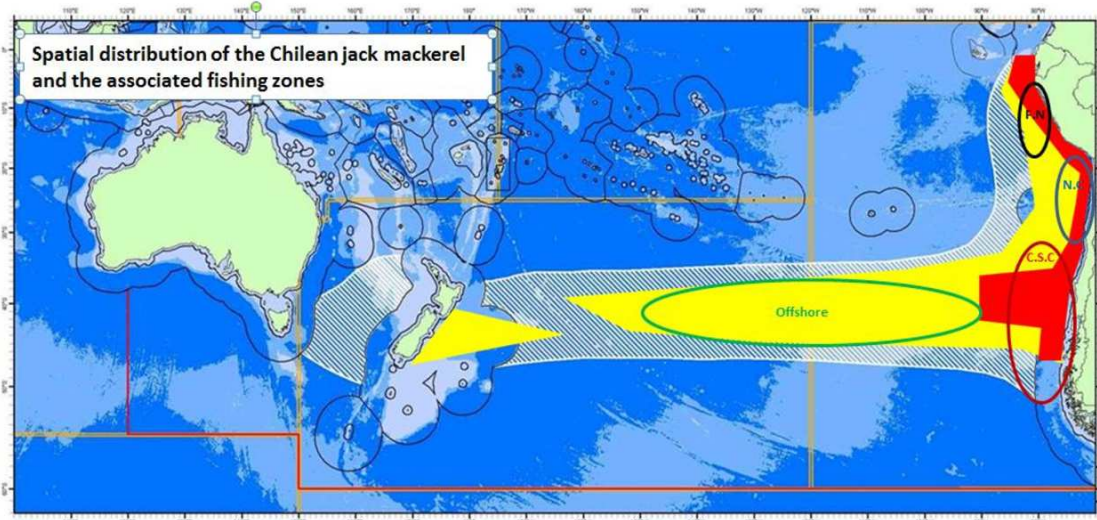


Figura 1. Descripción de la distribución espacial del jurel chileno (tomado de Guele *et al.*, 2014). Se basa en datos de captura (amarillo) e índice de prospección (rojo), con las correspondientes cuatro zonas de pesca: Norte de Chile (línea azul); Centro Sur de Chile (línea roja); Costa afuera (línea verde) y; Extremo Norte (línea negra). La franja blanca representa el cinturón de jurel (Elizarov *et al.*, 1993; Gerlotto *et al.*, 2012).

Su desove parcial ocurre en mar abierto principalmente desde invierno hasta fines de primavera, y concentrado entre los meses de octubre y noviembre. La talla de madurez sexual se alcanza a los 22,7 cm LH (Leal *et al.*, 2013).

Es un recurso pelágico cuya edad máxima en las capturas no supera los 15 años. La asignación de edad ha sido recientemente revisada concluyendo que el primer y tercer anillo anual corresponde a anillos anuales falsos, acortándose la longevidad en 2 años (Cerna 2022, Cerna et al., 2022). Los nuevos parámetros del modelo de crecimiento son $L_{\infty} = 68,96$ cm, $k = 0,088$ y $t_0 = -3,18$. El nuevo rango de mortalidad natural, según el modelo de estimación usado, es 0,25-0,95. La edad de 50% madurez se alcanza a un 1 año de edad.

Desde hace 12 años, la evaluación del stock jurel se realiza en el contexto del comité científico, CC,

de la Organización de Ordenamiento Pesquero del Pacífico sur, OROP-PS. En sus siglas en inglés el SC de SPRFMO (www.sprfmo.int). La evolución de las capturas comerciales de jurel se presenta en la **figura 2**, que separada por las cuatro flotas identificadas en la OROP-PS: (1) FarNorth: Ecuador-Perú dentro de su ZEE, (2) N_Chile: Norte de Chile dentro de la ZEE, (3) CS_Chile_PS: Centro sur de Chile dentro y fuera de la ZEE, y (4) Offshore_Trawl: flota Internacional frente a Chile, pero fuera de la ZEE. Todas estas flotas pescan con redes de cerco, excepto la flota offshore que lo hace con redes de arrastre de media agua.

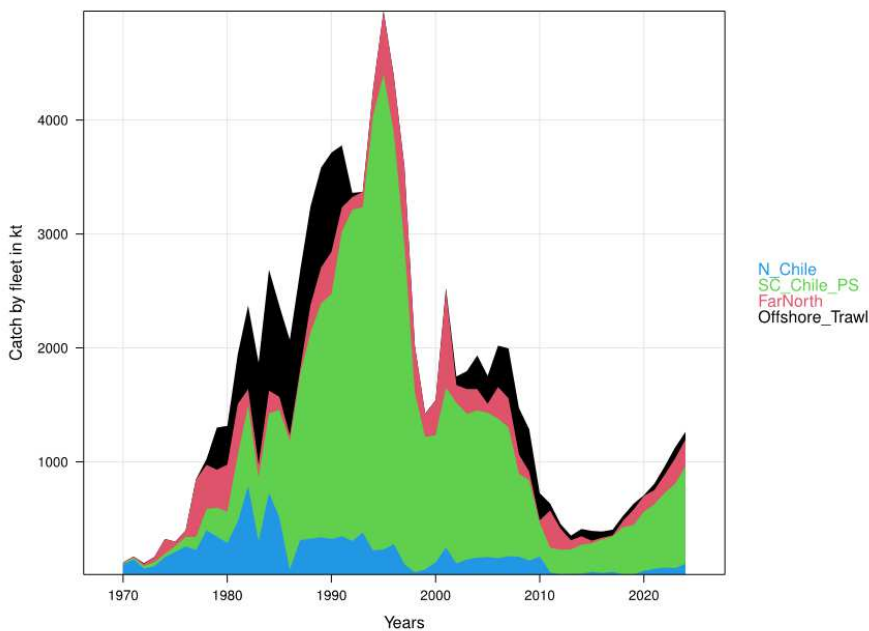


Figura 2. Evolución de las capturas de jurel por flota pesquera.

Evaluación de stock y manejo

En los últimos años, IFOP produjo una nueva asignación edad, que considera que el primer y tercer anillo de la asignación tradicional corresponden a anillos anuales falsos, probablemente anillos semestrales. Debido a la nueva asignación de edad, IFOP reprocesó las series históricas de claves talla-edad y las composiciones de edad de las capturas comerciales y de las abundancias relativas estimadas por los cruceros hidroacústicos. La nueva asignación también cambió los estimados de importantes parámetros biológicos como la mortalidad natural y la madurez a la edad (Cerna 2022). Los impactos de estos cambios se analizaron durante el año 2022 en un taller “benchmark” nacional, y luego en un taller de “benchmark” internacional en el CC de la OROP-PS (SPRFMO_SCW14. 2022 y Payá *et al.* 2023).

La última evaluación de stock realizada por el CC de la OROP-PS en el 2023 (SPRFMO 2023) confirmó que el stock se encuentra recuperado con una biomasa notablemente mayor a la biomasa que genera

el rendimiento máximo sostenido (RMS), y una mortalidad por pesca por debajo de la mortalidad por pesca del RMS (**Figura 3**).

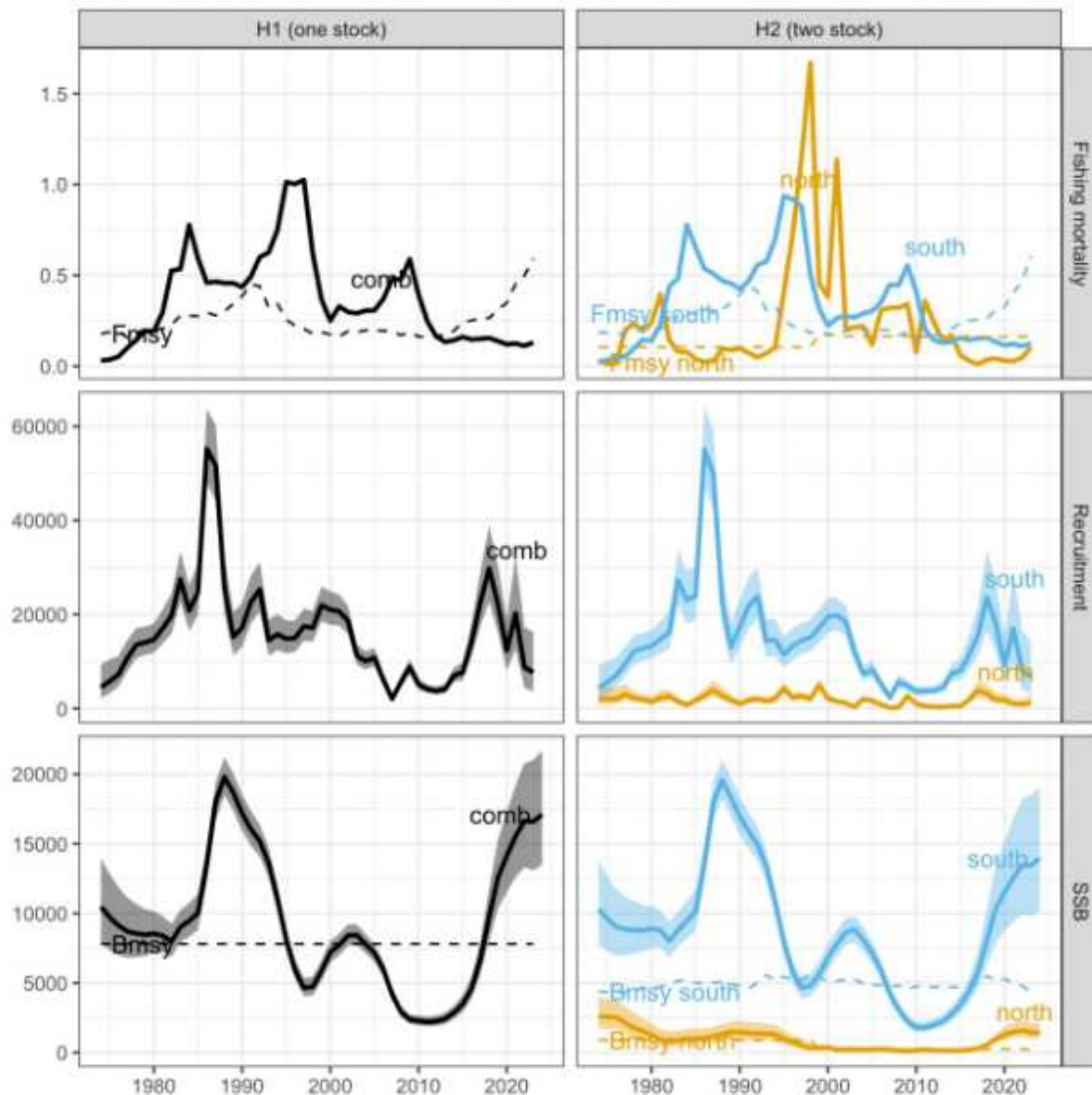


Figura 3. Resultados de la última evaluación de jurel realizada por el CC de la OROP-PS en el año 2023. Estimaciones de la mortalidad por pesca (tasa instantánea; arriba), reclutamiento a la edad 1 (millones; al medio) y biomasa desovante (en miles de t; abajo). Las columnas muestran los resultados de la hipótesis de un stock (H1, izquierda) y de la hipótesis de dos stocks (H2, derecha, stock "norte" en amarillo y stock "sur" en azul). Las áreas sombreadas se refieren a la estimación de incertidumbre.

El CC en el año 2022, en línea con el plan de reconstrucción aceptado ("Annex K ajustado") y porque estimó que la biomasa de jurel estaba por encima del 100% de B_RMS, recomendó un aumento



precautorio de 15% en la cuota de captura para el año 2023, que resultó en 1035 mil t (**Tabla 1**). Este aumento de 15% corresponde al límite superior del estabilizador de captura, que establece que la captura debe estar dentro del rango -15% a +15% de la captura del año anterior ("Annex K adjusted"). Sin embargo, la Comisión en el 2023, considerando que la biomasa estaba muy por sobre la biomasa del rendimiento máximo sostenido, acordó para el año 2023 aumentar el límite superior del estabilizador a 20% (COMM 11 – Report ANNEX 7a 2023). En consecuencia, la Comisión acordó que para el año 2023 la captura en el área total de distribución del jurel no debería superar el 1080 mil t.

El CC en el año 2023, en línea con el plan de reconstrucción aceptado ("Annex K adjusted") y porque estimó que la biomasa de jurel estaba por encima del 100% de B_RMS, recomendó un aumento precautorio de 15% en la cuota de captura para el año 2024, que resultó en 1242 mil t. La comisión en el 2024 mantuvo el límite del 15% (COMM 12 – Report ANNEX 7a)

Tabla 1. Incrementos de cuota recomendados por el Comité Científico y acordados por la Comisión, para el área total de distribución del stock de jurel.

Comité Científico			Comisión			Cuota	
Año	N°	Incremento	Año	N°	Incremento	Año	Miles de t
2021	9	15	2022	10	15	2022	900
2022	10	15	2023	11	20	2023	1080
2023	11	15	2024	12	15	2024	1242
2024	12	15	2025	13			

La Comisión en el 2024 también modificó los porcentajes de la cuota de captura de jurel por miembro/CNCP que aplicarán en el período 2024-2033 (**Tabla 2**).



Tabla 2. Cuota de captura para el año 2024 (miles de t) de acuerdo a la participación (porcentajes acordados en el 2024 por la Comisión para el período 2024-2033) por miembro/CNCP en el área de OROP-PS (* = incluye también la ZEE chilena).

Miembro	Cuota 2024 (Miles de t)	Participación
Belice	1.3170	0.1060%
Chile*	819.72	66.0000%
China	74.147	5.9700%
Islas Cook	1.266	0.1019%
Cuba	2.552	0.2055%
Ecuador	14.456	1.1639%
Unión Europea	74.047	5.9619%
Islas Faroe	12.682	1.0211%
Corea	14.805	1.1920%
Panamá	1.266	0.1019%
Perú (Alta mar)	25.337	2.0400%
Federación Rus	40.241	3.2400%
Vanuatu	53.461	4.3044%
Área de la OROP-PS	1135.297	91.4088%
Área restante	107	8.5912%
Área total del stock	1242	100.0000%

El presente informe reporta la actualización de la evaluación de stock con datos hasta el primer semestre del 2024 y la proyección de capturas de capturas para el 2025, realizadas por el Comité Científico de la OROP-PS durante su XII reunión anual. También se informa de los avances en la incorporación de análisis espacio-temporales en la estimación del índice de abundancia basado en la CPUE. Además, se reporta la participación en el grupo de evaluación de estrategias de manejo de la OROP-PS y los avances realizados durante el año 2024.



2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Proveer la asesoría científica necesaria para la determinación del estado de explotación y la Captura Biológicamente Aceptable (CBA) que deberá llevar o mantener al Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) la pesquería de jurel, bajo condiciones de riesgo e incertidumbre, cuantificando las distintas fuentes e integrando la mejor información científica-técnica disponible. Asimismo, proporcionar la asesoría necesaria para enfrentar los diversos desafíos internacionales, en el marco de la OROP-PS.

2.2. Objetivos específicos

1. Estandarización de las series cronológicas de los índices de abundancia con herramientas modernas de análisis donde se consideren al menos efectos tales como: eficiencia de las flotas, cambio en la táctica de pesca, concentración u expansión en la cobertura espacial de la flota, entre otros factores identificados en el grupo de trabajo de jurel del Comité Científico (CC) de la OROP-PS.
2. Establecer el estatus actualizado de jurel conforme el estándar más reciente del Comité Científico de OROP-PS, sobre la base de sus principales indicadores estandarizados de estado y flujo, incorporando, cuantificando y propagando la incertidumbre subyacente a la pesquería.
3. Determinar niveles de Captura Biológicamente Aceptable (CBA) que lleven o mantengan la pesquería en torno al Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), a partir de un análisis de riesgo en condiciones de incertidumbre de no alcanzar los objetivos de conservación y sostenibilidad, conforme lo establecido en el marco legal vigente, en coherencia con las directrices dispuestas en el marco de la OROP-PS
4. Informar el avance del Programa de Mejoramiento Continuo de la Calidad en la Asesoría Científica (PMCCAC) realizado durante el presente estudio, orientado en atender con el mejor estándar de calidad y pertinencia, principalmente los compromisos científico-técnicos suscritos por Chile con el Comité Científico (CC) de la OROP-PS.
5. Contribuir en la implementación de Evaluación de Estrategias de Manejo (EEM) en el contexto del Comité Científico de la OROP-PS y en la evaluación de escenarios de interés para los intereses nacionales.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1 Objetivo 1

“Estandarización de las series cronológicas de los índices de abundancia con herramientas modernas de análisis donde se consideren al menos efectos tales como: eficiencia de las flotas, cambio en la táctica de pesca, concentración u expansión en la cobertura espacial de la flota, entre otros factores identificados en el grupo de trabajo de jurel del Comité Científico de la OROP-PS.”

El índice de abundancia basado en el modelo CPUE de la flota de barcos cerqueros centro-sur de Chile, es uno de los principales índices utilizados en el modelo de evaluación de stock de jurel, debido a esto se ha planteado su revisión y robustecer su proceso de estimación. El modelo de CPUE relaciona la captura (toneladas) por bodega desplazada (días fuera de puerto multiplicado por la capacidad de bodega), con los efectos fijos de los años, meses, zonas de pesca y bandas de capacidad de bodega (Canales et al., 2008). Este análisis tiene la limitación que la base de datos no incluye el tiempo de viaje-búsqueda de los cardúmenes, por lo que no permite modelar los cambios observados en la distribución del recurso, con períodos de mayor concentración en aguas más allá de las 200 millas náuticas y períodos en que se concentra en zonas costeras. La búsqueda de un índice con una mayor resolución espacial y temporal llevó a Caballero et al. (2020) a realizar un análisis basado en una nueva base de datos compuesta por los datos de captura por lance de pesca. La tendencia de este índice alternativo fue similar a la del índice tradicional para el período 2003-2018, pero opuesta para el período 1994-2003. Los autores consideran que el método de estimación todavía requiere mejoras e indican que se deben continuar estos ejercicios de análisis alternativos.

Por otra parte, la reducción del área de distribución del jurel y del aumento de su concentración cerca de la costa, observada tanto en los cruceros hidroacústicos (Catasti y Córdova 2022) como en las capturas comerciales, llevó a Payá (2022) a revisar el índice tradicional basado en viajes de pesca. Sus objetivos fueron: 1) actualizar el índice basado en el modelo CPUE hasta el 2022, 2) estimar un nuevo índice de abundancia basado en el modelo de captura, 3) comparar el índice basado en el modelo CPUE con el basado en el modelo de captura, 4) analizar las relaciones entre los índices de abundancia y los resultados del análisis acústico. Entre sus conclusiones, se determinó que el índice de abundancia basado en el modelo CPUE y el índice basado en el modelo de captura fueron muy similares, por lo tanto, el uso de la capacidad de bodega del barco tanto en variables independientes y dependientes parece no tener efectos. Además, el índice CPUE tuvo una importante tendencia de recuperación en los últimos años, sin embargo, el jurel se ha mantenido altamente concentrado cerca de la costa (Walker et al., 2022). Debido a lo anterior, el índice CPUE podría verse afectado por la distribución costera del jurel, por lo que recomienda tener un enfoque precautorio al utilizar el índice CPUE, ya que parece sobrestimar la recuperación del stock. Para esto, propone una corrección del índice basado en la relación lineal entre el índice CPUE y el área de distribución del recurso.

Payá (2023a) actualizó hasta a junio 2022 el índice de abundancia del jurel basado en la CPUE por viaje con pesca, y el índice basado la captura por viaje. Los dos modelos produjeron resultados similares, con una tendencia decreciente desde 1983 hasta 2011, una tendencia creciente hasta 2020 y una estabilización en los últimos tres años. También actualizó la relación entre la CPUE y las biomazas hidroacústicas, ya la corrección del índice de CPUE por la densidad estimada por hidroacústica.

Payá (2023b) actualizó hasta a junio 2022 el índice de abundancia del jurel basado en la captura por lance de pesca. El índice de CPUE se estimó utilizando un modelo estadístico que incluye una distribución de probabilidad compuesta que describe la probabilidad conjunta de éxito y una captura por lance de pesca. Durante el período 2006-2022, la tendencia del índice de CPUE actualizado fue similar al índice de CPUE utilizado en el modelo de evaluación de stock. Durante 1994-2005, estos índices de CPUE tuvieron diferentes tendencias.

Payá (2023c) estimó un Índice de abundancia alternativo utilizando un GLM espaciotemporal usando ecuaciones diferenciales parciales estocásticas (SPDE) para genera la grilla espacial, y auto-regresión de primer orden para modelar los elementos aleatorios espacio-temporales. En relación con el índice de abundancia de CPUE utilizado en el modelo de evaluación de stock, los índices tuvieron una tendencia similar para el período 2006-2022, pero no para el período 1994-2005. Para el período 2006-2022 todos los índices mostraron una tendencia tipo “V” con la cifra mínima en el año 2011, pero la tasa de disminución antes de este año y la tasa de aumento después de este año fue mayor en el índice de abundancia basado en la captura por días fuera de puerto (Figura 4).

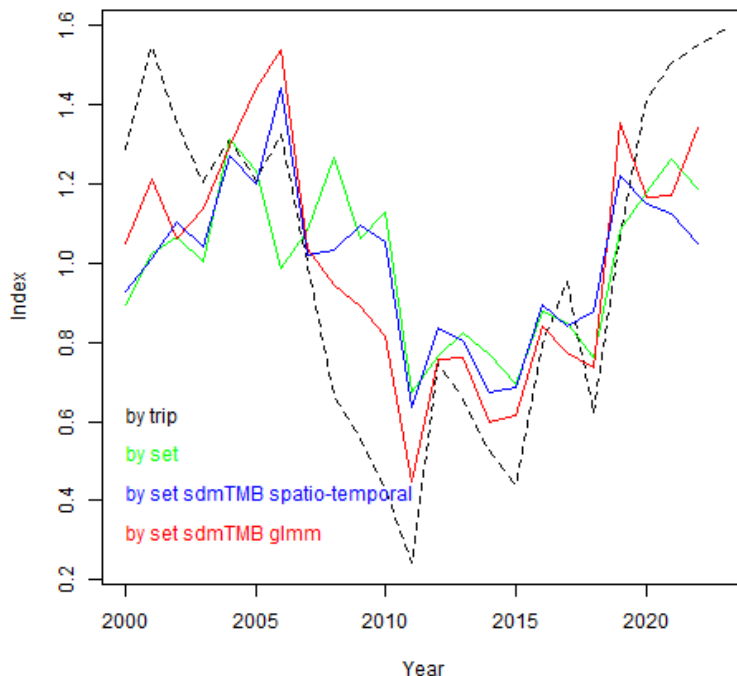


Figura 4. Comparación de índices ajustados por Payá (2023a, b y c).



Vásquez et al. (2023) aplicaron una aproximación espacio-temporal bayesiana para la estandarización de la CPUE para el período 1994-2023. Utilizaron modelos espacio-temporales jerárquicos bayesianos con la aproximación integrada anidada de Laplace (INLA). El mejor modelo explicó la CPUE por la capacidad de bodega de los barcos, los días en el mar, el trimestre, el año, el componente espacio-temporal y las condiciones ambientales (en este caso, la temperatura de la superficie del mar y la clorofila-a). La tendencia interanual de este índice fue similar a los índices estimados por Payá.

Finalmente, el grupo de trabajo de jurel del Comité Científico (CC) de la OROP-PS identificó otro factor relevante en la estimación de la CPUE, que corresponde al aumento no cuantificado en la eficiencia pesquera de las flotas (*effort creep*), y que usó para corregir los índices de abundancia en la última evaluación de stock. El valor de estos factores se determinó basado en juicio experto, para el caso de la CPUE de la zona centro-sur este fue establecido como un aumento de 1% por año. En este sentido, IFOP ha estado trabajando en la recopilación de datos y desarrollo de análisis con tal de poder plantear una corrección a este factor (Zenteno & Payá 2023 y 2024).

En consecuencia, en este objetivo del proyecto se realizó: 1) la actualización del modelo de CPUE basada en viajes con pesca, 2) la actualización del modelo de captura basado en viajes con pesca, 2) el desarrollo de modelos de estados espaciales (“state-space”) y/o espacio-temporales, considerando el uso de la librería sdmTMB, y 3) los factores de corrección por cambios de eficiencia de la flota para la evaluación de stock 2024.

Los avances en este objetivo fueron presentados y discutidos en un taller de trabajo con el CCT-jurel realizado el 28 de marzo del 2025.

3.1.1 Actualización de Índice de abundancia usado en la evaluación de stock 2024.

Esta sección fue presentada como un “working document” en la 12° reunión del Comité Científico (CC12) de la OROP-PS (Payá 2024a). El índice de abundancia basado en el modelo CPUE de la flota cerquera del centro-sur de Chile es uno de los principales índices utilizados en el modelo de evaluación del stock de jurel. Por lo tanto, este índice debe actualizarse anualmente. Este modelo utiliza la CPUE como la captura (toneladas) dividida por la multiplicación de los días fuera del puerto y la capacidad de bodega de los buques, y las bandas de capacidad de bodega de los buques como efectos fijos. También, para analizar el impacto del uso de la capacidad de bodega de los buques tanto en la variable dependientes como en la independiente, se ajustó un modelo basado en la captura.

Otro índice importante es la biomasa estimada mediante estudios hidroacústicos en el centro-sur de Chile, que se utiliza parcialmente (1997-2009) en el modelo de evaluación de poblaciones. El resto de los años (2010 a 2023) no se utilizan porque hubo modificaciones en los diseños de muestreo de los cruceros, que se realizaron para cubrir los cambios en la distribución de los peces (Catasti y Córdoba 2022). Los estudios hidroacústicos más recientes han mostrado una recuperación de la biomasa y un cambio en la distribución de los peces que deben analizarse y compararse con el índice CPUE.

Los objetivos de esta sección fueron:

- 1) Actualizar el índice basado en el modelo CPUE hasta el año 2024.
- 2) Estimar un índice de abundancia con base en un modelo de captura.
- 3) Comparar el índice basado en el modelo CPUE con el índice basado en el modelo de captura.
- 4) Analizar las relaciones entre los índices de abundancia y los resultados de los estudios acústicos.

Se usó la base de datos de IFOP de captura por viaje de pesca actualizada hasta junio de 2024. Los modelos ajustados fueron:

- 1) Índice basado en el modelo CPUE.

La CPUE, calculada como la captura (t)/días en el mar multiplicados por la capacidad de bodega del barco (m³) (Canales *et al.* 2008), se modela incorporando como efectos fijos el año (1983 a 2024); la zona (**Figura 5**), y la categoría de capacidad de bodega (m³) del buque (1: 0:250; 2: 251:350; 3: 351:500; 4: 501:600; 5: 601:750; 6: 750: 850; 7: 852:910; 8: 911:1100; 9: 1102:1506; 10: >1506).

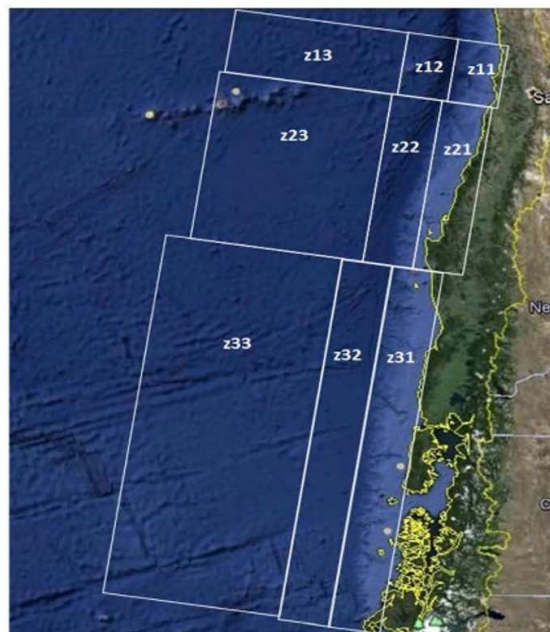


Figura 5. Zonas usadas en el modelo de CPUE basado en viajes de pesca (Canales *et al.* 2008).

Bajo estas especificaciones la CPUE en la escala del predictor lineal η fue:

$$\eta_{i,j,t,z,b} = \alpha + \sum_h \beta_h T_{h,i,j,t,z,b} + \sum_q \beta_q S_{q,i,j,t,z,b} + \sum_b \beta_b B_{q,i,j,t,z,b} + \varepsilon_{i,j,t,z,b},$$

donde, i representa la embarcación, j el año, t el trimestre, z la zona y b la categoría de bodega. \mathbf{T} es una matriz de $n \times h$ que representa los predictores relativos al tiempo (año, trimestre), \mathbf{S} es una matriz de $n \times q$ que representa los predictores relativos al espacio (zona), \mathbf{B} es una matriz de $n \times b$ que representa los predictores relativos a las categorías de capacidad de bodega, y $\{\alpha, \beta\} = \theta$, son los coeficientes del modelo a ser estimados. ε son los errores aleatorios distribuidos normalmente con media cero. El modelo se ajustó como un GLM con distribución de error gamma con una función de enlace logarítmico.

2) Índice de abundancia basado en el modelo de captura

Debido a que en el modelo CPUE la capacidad de bodega del barco es parte tanto de la variable dependiente (CPUE) como de una variable independiente (bandas de capacidad de bodega), como un modelo alternativo se estimó la captura (C) en función de efectos fijos (año, trimestre y zona), de la capacidad de bodega (CB) como covariable continua, del esfuerzo de pesca (días fuera de puerto o DFP) como variable “offset”:

Bajo estas especificaciones el modelo del logaritmo natural de la captura ($\log C$) en la escala del predictor lineal η fue:

$$\eta_{i,j,t,z} = \alpha + \sum_h \beta_h T_{h,i,j,t,z} + \sum_q \beta_q S_{q,i,j,t,z} + \gamma \log(CB_{i,j,t,z}) + \text{offset}(\log(DFP_{i,j,t,z})) + \varepsilon_{i,j,t,z},$$

donde, i representa la embarcación, j el año, t el trimestre y z la zona. \mathbf{T} es una matriz de $n \times h$ que representa los predictores relativos al tiempo (año, trimestre), \mathbf{S} es una matriz de $n \times q$ que representa los predictores relativos al espacio (zona), γ es el coeficiente relativo al logaritmo natural de la capacidad de bodega, y $\{\alpha, \beta\} = \theta$, son los coeficientes del modelo a ser estimados. La variable “offset” tiene coeficiente igual a 1 por definición. ε son los errores aleatorios distribuidos normalmente con media cero. El modelo se ajustó como un GLM con distribución de error gamma con una función de enlace logarítmica.

Los resultados de los cruceros acústicos fueron tomados de Catasti y Córdoba (2022), Córdoba (2023) y Catasti et al. (2024).

3.1.2 Índices de abundancia mediante GLM espaciotemporal basados en SPDE.

El objetivo de esta sección fue estimar el índice de abundancia utilizando el GLM espaciotemporal basado en SPDE (Stochastic Partial Diferencial Equatoion) con “Template Model Builder” (sdmTMB). Para esto se utilizó el paquete sdmTMB R (Anderson et al. 2022) que implementa GLMM espaciales y

espaciotemporales geoestadísticos utilizando TMB para el ajuste del modelo y R-INLA para configurar la SPDE (ecuación diferencial parcial estocástica).

La data usada incluyó desde el 1994 al primer semestre de 2024. Desde el 1994 hasta el 2022 fue la base de datos de Caballero et al. (2020), y para el año 2023 y primer semestre de 2024 fue la base de bitácoras electrónicas del SERNAPESCA. La ubicación del lance de pesca en unidades de latitud y longitud se transformó a UTM usando EPSG: 32718 – WGS 84 / UTM zona 18S (<https://maps.omniscale.com/en/openstreetmap/epsg-32718>). La ubicación de los lances de pesca en unidades de latitud y longitud transformada en coordenadas UTM se muestra en la **Figura 6**.

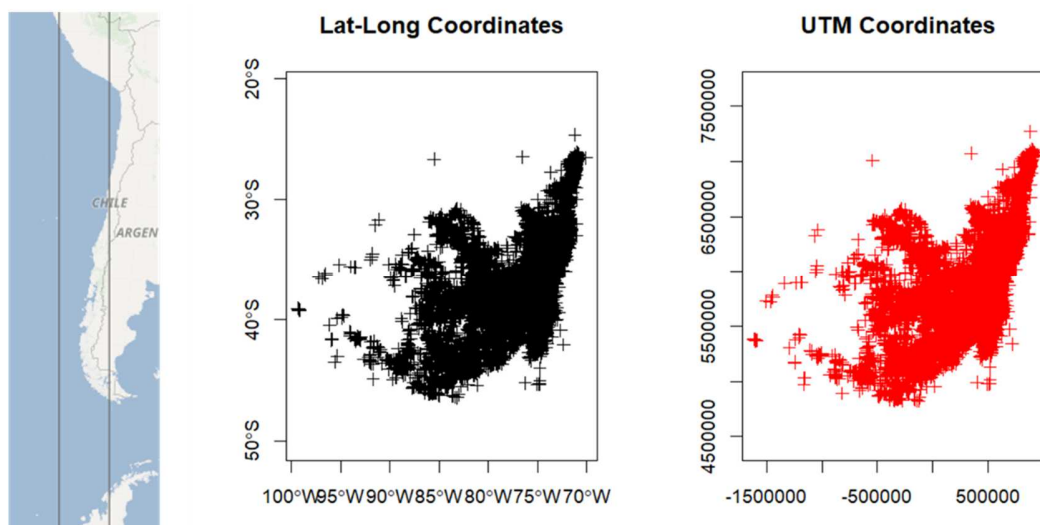


Figura 6. El mapa de la izquierda muestra el área de la caja del sistema de referencia de coordenadas según la EPSG: 32718 – WGS 84 / UTM zona 18S. Los lances de pesca con ubicaciones en unidades de latitud-longitud (gráfico central) y coordenadas UTM (gráfico derecho) para el período 1994-2024.

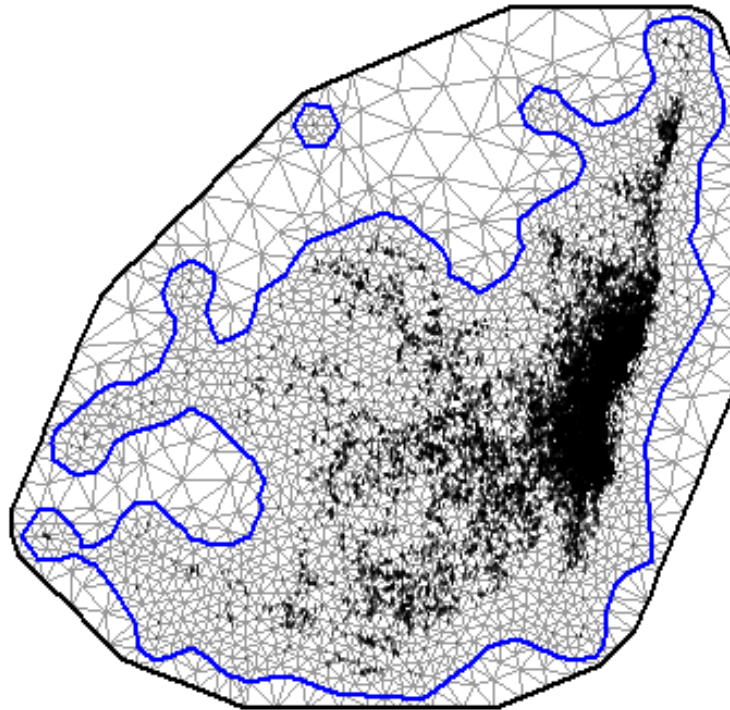
Para discretizar el espacio se construyó una grilla que permite generar un set de puntos vecinos sobre los cuales se puede calcular la autocorrelación entre los puntos. Se utilizó una grilla triangular porque es más flexible y permita la adaptación a espacios irregulares. De acuerdo a las recomendaciones del taller de CPUE del año pasado se utilizó una grilla más fina y con bordes. Las especificaciones finales usadas fueron: siguientes:

```
bnd_5 <- INLA::inla.nonconvex.hull(cbind(cjm$X, cjm$Y), convex = -35/1000)
mesh <- make_mesh(cjm, c("X", "Y"), fmesh_func = fmesher::fm_mesh_2d_inla,
  boundary = bnd_5, cutoff = 40, max.edge = c(20,300), offset = c(10,40) )
```

Para evaluar el impacto de la densidad de la grilla en la estimación de los índices se utilizó una grilla más gruesa definida como: `mesh_gruesa <- make_mesh(cjm, c("X", "Y"), cutoff = 30)`

La grilla fina usada en los modelos y la grilla gruesa se muestra en la **Figura 7**.

A



B

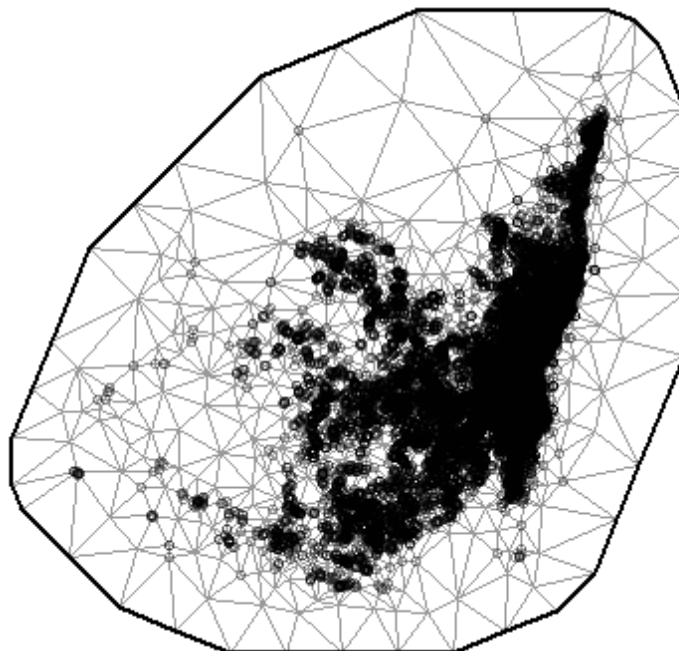


Figura 7. Grilla fina (A) y gruesa (B).



La ecuación diferencial parcial estocástica (SPDE por Stochastic Partial Differential Equation) se usó para calcular la estructura de autocorrelación espacial de la base de datos en los vértices de la grilla. SPDE es una solución matemática de la función de covarianza de Matérn cuya fórmula es:

$$Cov(S(x_i), S(x_j)) = \frac{\sigma^2}{2^{v-1}\Gamma(v)} (\kappa \|x_i - x_j\|)^v \kappa_v(\kappa \|x_i - x_j\|)$$

Donde $\kappa_v(\cdot)$ es la función de Bessel modificada de segundo tipo y orden $v > 0$, v es el parámetro de suavidad ("smoothness"), σ^2 es la varianza, y $\kappa > 0$ está relacionado con el rango práctico $\rho = \sqrt{8v}/\kappa$ el cual es la distancia a la cual la correlación espacial es cercana a 0,1.

Se ajustaron dos modelos, y de acuerdo a las recomendaciones del taller de CPUE del año pasado se incluyó la anisotropía en ambos modelos.

Modelo espaciotemporal

La CPUE (densidad) se modeló como una función suavizada ("smoothness") de la capacidad de bodega del barco (hc) con la variabilidad espaciotemporal establecida en una función autorregresiva de orden 1. Se utilizó una distribución de error de Tweedie con una función de enlace logarítmico (Dunn, 2017). El modelo usado siguiendo la especificación en sdmTMB fue:

```
fit_spatiotemporal <- sdmTMB( density ~ s(hc, k = 5), data = cjm, mesh = mesh, time = "year", family =  
  tweedie(link = "log"), spatial = "off", spatiotemporal = "ar1", anisotropy = TRUE,  
  control = sdmTMBcontrol(newton_loops = 1))
```

y estadísticamente especificado en la escala del predictor lineal como:

$$g(\mu_{s,t}) = S(hc, k = 5) + \delta_{s,t},$$
$$\delta_{t=1} \sim MVNormal(0, \Sigma_\epsilon),$$
$$\delta_{t>1} \sim \rho\delta_{t-1} + \sqrt{1 - \rho^2}\epsilon_t, \quad \epsilon \sim MVNormal(0, \Sigma_\epsilon)$$

Donde: (\cdot) es la función de enlace, μ es la densidad (CPUE) media; s es el índice de espacio (vector de coordenadas x e y); t es el índice del tiempo; S es la fusión "spline" de suavización ("smoothness") de grado K ; $\delta_{t=1}$ son las desviaciones espaciotemporales; Σ_ϵ es la matriz de covarianza de los campos aleatorios espaciotemporales; ρ es la correlación entre campos aleatorios espaciotemporales subsecuentes. El término $\rho\delta_{t-1} + \sqrt{1 - \rho^2}$ escala la varianza espaciotemporal por la correlación tal que representa la varianza marginal estado estable ("steady-state"). La correlación ρ permite campos espaciotemporales de inversión media, y está restringida a ser $-1 < \rho < 1$.



GLM espacio-temporal.

La CPUE (densidad) se modeló en función del año y mes como efectos fijos y la suavidad de la capacidad de bodega de los buques con efectos aleatorios espacio-temporal independientes por año. El modelo debe excluir el intercepto para evitar que el efecto principal y el efecto de variación espaciotemporal anual tengan el mismo parámetro y no se puedan estimar. Se utilizó una distribución de error Tweedie con una función de enlace logarítmica. En modelo en formato sdmTMB fue:

```
m <- sdmTMB(data = cjm, formula = density ~ 0 + as.factor(year) + as.factor(month) + s(hc, k = 5), time = "year", mesh = mesh, family = tweedie(link = "log", anisotropy = TRUE, control = sdmTMBcontrol(newton_loops = 1))
```

y quedó estadísticamente especificado en la escala del predictor lineal como:

$$g(\mu_{s,t}) = X_{s,t}^{\text{main}} \beta + S(hc, k = 5) + \epsilon_{s,t}$$

Donde: $X_{s,t}^{\text{main}}$ corresponde a la matriz de diseño de los efectos principales (año y mes), β es el vector de los coeficientes de los efectos fijos; $\epsilon_{s,t}$ son campos aleatorios espaciotemporales idéntica e independientemente distribuidos (iid).

$$\epsilon_{s,t} \sim \text{MVNormal}(0, \Sigma\epsilon).$$

Con el objetivo de realizar un ejercicio de estimación de índices por zonas, se definieron las zonas norte (<6000 UTM norte) y sur (=>6000 UTM norte), así como en las zonas este (<500 UTM este) y oeste (=>500 UTM este), que se muestra en **Figura 8**.

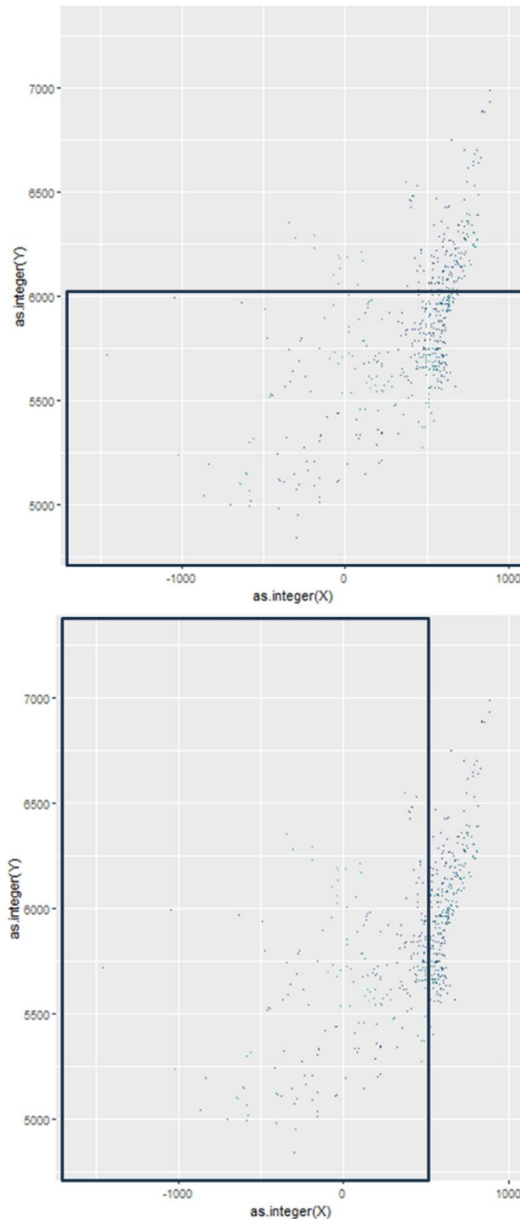


Figura 8. Rectángulo del área sur (<6000 norte, panel superior) y oeste (<500 este, panel inferior). Los puntos representan las ubicaciones de los lances de pesca, X el este e Y el norte.

3.1.3 Factores de corrección por cambios de eficiencia de la flota.

La flota centro-sur de la pesquería de jurel en Chile ha experimentado cambios tecnológicos a lo largo del tiempo, que podrían no reflejarse en otras variables ya consideradas en el proceso de estandarización de la CPUE. Para considerar estos cambios, durante el Taller de Referencia para el Jurel de 2022, el Comité Científico de la OROP-PS acordó aplicar un factor del 1% anual para corregir



los índices de abundancia de CPUE de jurel para las flotas chilena y peruana. Sin embargo, existen preocupaciones sobre las implicaciones técnicas de una tasa fija, por lo que se recomendó explorar factores alternativos de corrección de la eficiencia. Es probable que el impacto del aumento gradual del esfuerzo sea mínimo a corto plazo, pero podría acentuarse con el tiempo, por lo que se requerirían medidas adicionales para brindar una solución a más largo plazo a este problema. Recientemente, se han realizado esfuerzos para estimar el impacto de factores alternativos de corrección del aumento gradual (Hintzen 2023, Zenteno y Payá 2023).

En esta sección, se exploraron diferentes enfoques para estimar e incluir un factor de corrección del aumento gradual en la estandarización del índice de CPUE de Chile. Se analizaron los beneficios y limitaciones de este enfoque y se proponen los próximos pasos para ajustar y mejorar su confiabilidad. En este contexto los objetivos planteados en esta sección fueron:

- Analizar diferentes enfoques para incluir el factor de eficiencia del estudio desarrollado en la corrección del índice de abundancia basado en la CPUE de la zona centro-sur.
- Evaluar la viabilidad estadística y la aplicabilidad de incluir este factor de eficiencia en el proceso de estandarización del índice de CPUE de Chile.

Durante la encuesta sobre los cambios en la eficiencia de la pesquería JM, se solicitó específicamente a los usuarios que cuantificaran la reducción del esfuerzo para localizar las agregaciones de jurel asociada al uso de avances y herramientas tecnológicas, así como el período de ocurrencia de estas mejoras en las operaciones pesqueras. Estas respuestas se incluyeron en el modelo de estandarización del índice CPUE, primero como variable ficticia y, dado que la magnitud del cambio en la eficiencia impediría una corrección posterior del índice. En un análisis previo, se consideraron respuestas alternativas de la encuesta para construir el factor de corrección por deslizamiento (Zenteno y Payá, 2023). Tras una revisión, se identificaron posibles limitaciones asociadas al diseño de algunas de las preguntas de la encuesta. En este sentido, las respuestas incorporadas en el factor de eficiencia en este estudio abordan los problemas identificados.

Las respuestas de la encuesta de los pescadores se utilizaron para determinar la magnitud de los cambios percibidos en la eficiencia de la flota en dos dimensiones. En primer lugar, se utilizaron las respuestas para determinar la magnitud del efecto de los cambios tecnológicos en la actividad pesquera, concretamente la introducción de sonares multihaz y el suministro de información oceanográfica satelital a los buques pesqueros. En segundo lugar, utilizamos las respuestas para determinar el período en el que se implementaron estas mejoras tecnológicas. Con este enfoque, diseñamos una tabla de criterios que se utilizó para corregir las series de datos de CPUE en todos los viajes de pesca de la flota para los que se disponía de datos (**Tabla 3**).

Antes de incluir el factor de deslizamiento como variable ficticia en el GLM utilizado en el proceso de estandarización del índice, verificamos la posible interdependencia y correlación del factor de corrección de la eficiencia mediante análisis de multicolinealidad y dependencia lineal con las demás variables utilizadas en el proceso de estandarización base.



Finalmente, se probó un enfoque alternativo para corregir los cambios en la eficiencia de la flota a lo largo del tiempo, según las estimaciones de la encuesta de usuarios. En lugar de incluirla como variable ficticia, implementamos un GLM paralelo al utilizado para estandarizar el índice de abundancia de CPUE, donde definimos una CPUE corregida por el factor de deslizamiento del esfuerzo como variable de respuesta, según:

$$\log(\text{CPUE}_{\text{creep}}) = \beta_1 \cdot \text{yearf} + \beta_2 \cdot \text{quarter} + \beta_3 \cdot \text{zone} + \beta_4 \cdot \text{hc}$$

donde CPUE_{creep} es el índice corregido por creep, yearf es el año como factor, quarter es el trimestre como factor, zone corresponde a la zona de pesca como factor y hc es la capacidad de arrastre del buque. Este GLM está diseñado con las mismas variables explicativas que el GLM utilizado en el actual proceso de estandarización de CPUE.

Tabla 3. Criterios de corrección para la serie de datos de CPUE de la flota centro-sur, obtenidos mediante la encuesta de pescadores realizada durante julio de 2023. El multiplicador de corrección se aplicó a cada punto de datos de CPUE, según los criterios de cada período correspondiente. El factor de deslizamiento de la encuesta se obtuvo como la media de la reducción percibida en el tiempo de búsqueda (desde un máximo de 1) de las agregaciones de jurel durante las salidas de pesca.

Período	Factor creep encuesta (sd)	Multiplicador
1983-2004	0	1
2005-2024	0.383 (0.207)	0.616

3.1.4 Taller sobre análisis espaciales en los índices de abundancia basados en CPUE.

Este taller se diseñó para informar al CCT-jurel de los avances en los aspectos teóricos y aplicados sobre la estimación y estandarización de indicadores de abundancia basados en CPUE. En este taller se invitó a participar a investigadores de INPESCA, de diferentes universidades e independientes.

3.2 Objetivo 2

“Establecer el estatus actualizado de jurel conforme el estándar más reciente del Comité Científico de la OROP-PS, sobre la base de sus principales indicadores estandarizados de estado y flujo, incorporando, cuantificando y propagando la incertidumbre subyacente a la pesquería.”

La actualización de la evaluación conjunta se realizó en la décima segunda reunión anual del comité científico (CC12), que tuvo lugar en la Ciudad de Lima, Perú, desde el 30 de septiembre hasta el 5 de



octubre de 2024, y tuvo una naturaleza híbrida (presencial y remota). Los miembros de la delegación chilena se presentan en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Miembros de la delegación chilena en la reunión del XII comité científico de la OROP-PS (* = Participación remota).

Nombre	Institución
Aurora Guerrero	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, jefa de la delegación
Nicole Mermoud	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Valesca Montes	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Ignacio Payá	Instituto de Fomento Pesquero, vocero de la delegación.
José Zenteno	Instituto de Fomento Pesquero
María Larraín Barth	Universidad de Chile
Cristian Araneda	Universidad de Chile
Carlos Vargas	Universidad de Chile
Valentina Córdova	Universidad de Chile
Aquiles Sepúlveda	INPESCA
Sebastián Vásquez	INPESCA
Nicolás Alegría	INPESCA
Mauricio Gálvez (*)	Consultor
Andrés Couve	Consultor, Industria Pesquera
Andrés Daroch	Industria Pesquera
Albert Arias	Consultor, Industria Pesquera

El presente informe técnico se basa en los resultados del modelo h1_1.07 acordado por el CC12 (decimosegundo CC) con fecha 5 de octubre.



3.2.1. Actualización de datos y parámetros.

Los datos chilenos fueron aportados por investigadores de IFOP. Los datos de las matrices de edad fueron entregados por Camilo Rodríguez, las bases de datos biológico-pesqueros de Chile fueron preparadas por Marlene Ramírez, Erik Gaete y Ramón Aravena y las estimaciones de abundancia y biomásas hidroacústicas fueron suministradas por José Córdoba y Víctor Catasti.

El índice de abundancia basado en el modelo de CPUE de la flota cerquera de Chile centro-sur se actualizó hasta el primer trimestre de 2024 (ver objetivo 1). El modelo de CPUE utiliza la capacidad de bodega de los buques tanto en variables independientes como dependientes (Canales *et al.* 2008). Para evaluar el efecto del uso de la capacidad de bodega del buque en el modelo de CPUE, se ajustó un nuevo modelo basado en la captura con la capacidad de bodega del buque como covariable. Los índices estimados por los dos modelos fueron similares entre 1983 y 2020, y luego el índice del modelo de CPUE se mantuvo estable en los 4 últimos años, mientras que el índice del modelo de captura tuvo una disminución en los 2 últimos años. También se analizaron las relaciones entre el índice de CPUE y los resultados de los estudios hidroacústicos en el área centro-sur, incluyendo la biomasa acústica, la densidad acústica y el área de distribución del jurel. Los estudios acústicos realizados en 2020, 2021, y 2023 estimaron una disminución de la biomasa y en el área ocupada por el recurso, y un gran aumento de la densidad. Se ajustó un modelo de rampa entre el índice de CPUE y la biomasa. El índice de CPUE tiende a aumentar con la densidad acústica hasta un nivel asintótico. Se ajustó un modelo lineal entre el índice de CPUE y el área (excluyendo los tres últimos años), que se propone para corregir el índice de CPUE. El índice de CPUE corregido no aumentó en el 2020 como el índice de CPUE sin corregir, en su lugar, este se mantuvo en niveles similares a los años anteriores. Por otra parte, la biomasa estimada por hidroacústica en la zona norte tuvo una tendencia creciente en los años más recientes. El crucero del 2024 registró la mayor densidad histórica en esta zona. En términos generales, la disminución de la biomasa en la zona centro-sur parece estar compensada por el aumento de la biomasa en la zona norte, resultando en una biomasa relativamente estable para la zona total.

El CC11 de la OROP-PS acordó no realizar cambios en el modelo de estimación del índice de CPUE de la flota de cerco de la zona centro-sur y abordar los nuevos modelos de CPUE, junto con los resultados de los nuevos cruceros de evaluación hidroacústicas de la zona centro-sur, en el próximo taller de “benchmark” planificado inicialmente para el año 2025, y ahora pospuesto por el CC12 para el 2026.

Las composiciones de edades de las capturas comerciales de las zonas centro-sur y norte de Chile y de la abundancia estimada por el crucero acústico realizado en Chile, se actualizaron hasta el primer semestre de 2024, utilizando el nuevo criterio de asignación de edades.

Los datos chilenos fueron enviados al grupo de jurel del Comité Científico de la OROP-PS, donde se juntaron con los datos composición de longitudes de las capturas de las flotas “offshore” y del Perú. Las composiciones de longitudes de la flota “offshore” fueron transformadas a frecuencias de edades aplicando las claves talla-edad de la flota centro-sur de Chile. Las composiciones de longitudes de la



captura de la flota peruana ingresaron directamente al modelo de evaluación, el cual las transforma a la edad aplicando el modelo de crecimiento peruano.

La actualización de los parámetros de la historia de vida del jurel, basada en el nuevo criterio de asignación de edades, fue presentada e incorporada al modelo de evaluación en el taller de "Benchmark" de la OROP-PS (Cerna 2022, SPRFMO_SCW14 2022).

El resumen del tipo de información utilizada por año en el modelo de evaluación se entrega en la **figura 9**.

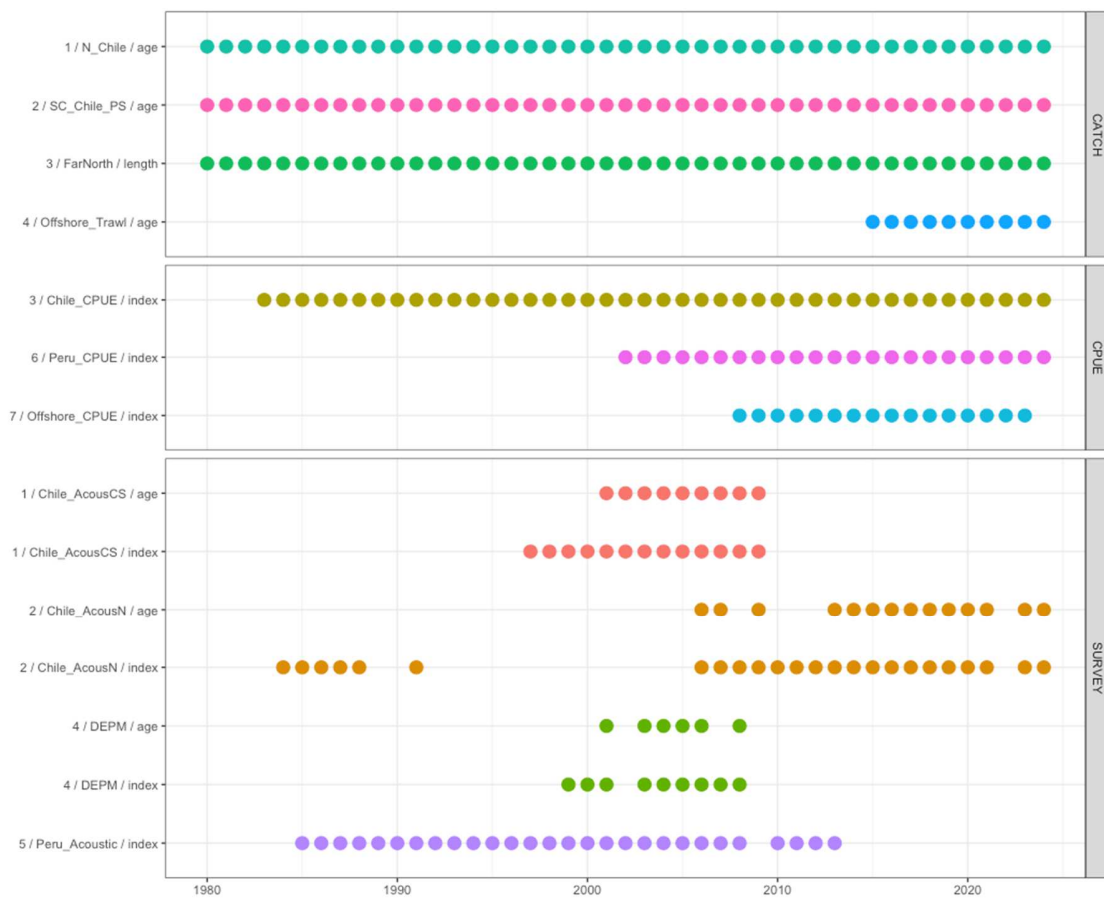


Figura 9. Tipo de información por año utilizada en el modelo de evaluación.



3.2.2. Actualización de la evaluación de stock.

Modelo de evaluación JJM.

El modelo JJM (Joint Jack Mackerel Assessment Model) es un modelo estructurado por edad explícito que utiliza máxima verosimilitud para la estimación de parámetros claves que modulan la dinámica poblacional de jurel en el área de convención de la OROP-SP.

El proceso de dinámica de poblacional está definido por la ecuación estándar de captura con diversas modificaciones tales como las descritas por Fournier y Archibald (1982), Hilborn y Walters (1992) y Schnute y Richards (1995). Este modelo fue adoptado por la OROP-PS como método de evaluación poblacional de jurel y ha sido utilizado desde el año 2010. Desde la adopción del modelo JJM, este ha sido mejorado y los componentes más notables han sido la opción de incluir datos de composición de tallas y la capacidad para estimar la mortalidad natural por edad y tiempo. Con esta versatilidad el modelo es más flexible y permite usar la captura en edad o tamaño para variadas flotas e incorporar explícitamente cambios de régimen en la productividad de la población. El modelo consta de 4 componentes: (i) la dinámica de la población, (ii) la dinámica de la explotación, (iii) modelos de observación para los datos, y (iv) el procedimiento de estimación de parámetros.

La dinámica poblacional supone que los reclutamientos ocurren en enero, mientras que la temporada de desove se considera como un proceso instantáneo a mediados de noviembre. Las estructuras de edad de la población cubren un rango de edad entre 1 a 12+ años, y se incluye una relación estocástica stock recluta B-H (Beverton y Holt, 1957). La mortalidad por edad está compuesta por la suma de mortalidades por pesca por edad-flota y la mortalidad natural, esta última asumida constante en el tiempo y entre edades. El modelo es agregado espacialmente aun cuando las pesquerías son geográficamente distintas. La población inicial se basa en una condición de equilibrio y ocurre en 1958 (12 años antes del comienzo del modelo en 1970).

La dinámica de explotación considera interacción de las flotas con la población a través de la mortalidad por pesca. La mortalidad por pesca se supone como un agregado de varios procesos separables de selectividad por flotas, las que describen el patrón de edad específica de la mortalidad por pesca, la capturabilidad que escala las unidades de esfuerzo de pesca a la mortalidad por pesca, y las desviaciones de esfuerzo; que son un efecto aleatorio en el esfuerzo de pesca en relación con la mortalidad. La selectividad es no-paramétrica específica por flota de pesca y tiempo-variante. La capturabilidad es fija para cada serie de índices, no obstante, en algunos de éstos se han considerado algunas variaciones en el tiempo (e.g. biomasa acústica de Perú y Chile (sur) y la CPUE de la zona sur de Chile).

El modelo de observación distingue cuatro componentes de datos que contribuyen a la función de verosimilitud total: los datos de capturas por flota, los datos de frecuencia de edad, los datos de frecuencia de talla y los índices de abundancia. Los datos de captura total observada se asumen insesgados y relativamente precisos con un CV de residuos que 0,05. Las distribuciones de probabilidad para las proporciones de la edad y frecuencia de talla se suponen distribuidas multinomial. Los tamaños de muestra son específicos para cada flota, pero constante durante años.



Para las capturas por pesquería (4) y los índices de abundancia (9) se utilizan la suposición de log-normalidad con CV constante pero diferentes por pesquería.

Los parámetros del modelo se estiman maximizando la log-verosimilitud de los datos en conjunto con las probabilidades a priori junto a las penalizaciones. La estimación se realiza en una serie de fases, la primera de las cuales utiliza valores arbitrarios de partida para la mayoría de los parámetros. El modelo ha sido implementado en lenguaje ADMB cuyas características pueden consultarse en Fournier *et al.* (2012).

Las características generales más destacables del modelo son las siguientes

- Todos los índices son supuestos proporcionales con la biomasa.
- Las selectividades de cada flota son variables por año y edades
- Las composiciones de tallas de la Flota 3 es modelada considerando los parámetros de crecimiento del jurel en el Perú.
- El steepness de la relación stock-recluta se fija $h=0,65$ y el error estándar de la relación S/R es supuesto en $\sigma_R=0,6$.

Las siguientes tablas muestran las definiciones de variables y ecuaciones utilizadas por el modelo JJM, de acuerdo con el reporte adoptado por el SC08 en 2020. <https://www.sprfmo.int/assets/2020-SC8/Report/JM-Tech-Annex-SC8.pdf>

Tabla 5. Símbolos y Definiciones.

General Definitions	Symbol/V alue	Use in Catch at Age Model
Year index: $i = \{1970, \dots, 2019\}$	I	
Fleets (f) and surveys (s)	f,s	Identification of information source
Age index: $j = \{1,2,\dots, 12+\}$	J	
length index: $l = \{10,11,\dots, 50\}$	l	
Mean length at age	L_j	
Variation coefficient the length at age	cv	
Mean weight in year t by age j	$W_{t,j}$	
Maximum age beyond which selectivity is constant	Maxage	Selectivity parameterization
Instantaneous Natural Mortality	M	Constant over all ages
Proportion females mature at age j	p_j	Definition of spawning biomass
Ageing error matrix	T	
Proportion of length at some age	Γ	Transform from age to length
Sample size for proportion in year i	T_i	Scales multinomial assumption about estimates of proportion at age
Survey catchability coefficient	q^s	Prior distribution = lognormal(μ_q^s, σ_q^2)



Stock-recruitment parameters	R_0	Unfished equilibrium recruitment
	h	Stock-recruitment steepness
	σ_R^2	Recruitment variance
Unfished biomass	φ	Spawning biomass per recruit when there is not fishing

Estimated parameters

$$\phi_i(\#), R_0, h, \varepsilon_i(\#), \mu^f, \mu^s, M, \eta_j^s(\#), \eta$$

Note that the number of selectivity parameters estimated depends on the model configuration.

Tabla 6. Variables y ecuaciones describiendo la implementación del modelo JJM

Eq	Description	Symbol/Constraints	Key Equation(s)
1)	Survey abundance index (s) by year. The symbol Δ^s represents the fraction of the year when the survey occurs.	I_i^s	$I_i^s = q^s \sum_{j=1}^{12} N_{ij} W_{ij} S_j^s e^{-\Delta^s Z_{ij}}$
2)	Catch biomass by fleet (f=1,2,3,4), year(i) and age (j) /length (l) (transformation from age to length composition. Fleet 3, FarNorth)	$\hat{C}_{il}, \hat{C}_{ij}, \hat{Y}_i$	$\hat{C}_{i,j}^f = N_{i,j} \frac{F_{i,j}^f}{Z_{i,j}^f} (1 - e^{-Z_{i,j}^f})$ $\hat{Y}_i^f = \sum_{j=1}^{12+} \hat{C}_{i,j}^f w_{i,j}^f$ $\hat{C}_{il} = \Gamma \hat{C}_{ij}$ $\Gamma_{l,j} = \int_j^{j+1} e^{-\frac{1}{2\sigma_j^2}(l-L_j)^2} dl$ $L_j = L_{00}(1 - e^{-k}) + e^{-k} L_{j-1}$ $\sigma_j = cv L_j$
3)	Proportion at age j, in year i Proportion at length l, in year i		$p_{ij}^f = \frac{\hat{C}_{ij}^f}{\sum_j \hat{C}_{ij}^f} \quad p_{ij}^s = \frac{N_{ij} S_j^s e^{-\Delta^s Z_{ij}}}{\sum_j N_{ij} S_j^s e^{-\Delta^s Z_{ij}}}$ $P_{il} = \frac{C_{il}}{\sum_{l=10}^{50} C_{il}}$
4)	Initial numbers at age	$j = l$	$N_{1970,j} = e^{\mu_R + \varepsilon_{1970}}$



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Eq	Description	Symbol/Constraints	Key Equation(s)
5		$1 < j < 11$	$N_{1970,j} = e^{\mu_R + \varepsilon_{1971-j}} \prod_{j=1}^j e^{-M}$
6)		$j = 12+$	$N_{1970,12+} = N_{1970,11} e^{-M} (1 - e^{-M})^{-1}$
7)	Subsequent years (i > 1970)	$j = 1$	$N_{i,1} = e^{\mu_R + \varepsilon_i}$
8)		$1 < j < 11$	$N_{i,j} = N_{i-1,j-1} e^{-Z_{i-1,j-1}}$
9)		$j = 12+$	$N_{i,12+} = N_{i-1,11} e^{-Z_{i-1,10}} + N_{i-1,12} e^{-Z_{i-1,11}}$
10)	Year effect and individuals at age 1 and i = 1958, ..., 2019	$\varepsilon_i, \sum_{i=1958}^{2018} \varepsilon_i = 0$	$N_{i,1} = e^{\mu_R + \varepsilon_i}$
11)	Index catchability		$q_i^s = e^{\mu^s}$
	Mean effect	μ^s, μ^f	$s_j^s = e^{\eta_j^s} \quad j \leq \text{maxage}$
	Age effect	$\eta_j^s, \sum_{j=1958}^{2018} \eta_j^s = 0$	$s_j^s = e^{\eta_{\text{maxage}}^s} \quad j > \text{maxage}$
12)	Instantaneous fishing mortality		$F_{ij}^f = e^{\mu^f + \eta_j^f + \phi_i}$
13)	Mean fishing effect	μ^f	
14)	Annual effect of fishing mortality in year i	$\varphi_i, \sum_{i=1970}^{2018} \varphi_i = 0$	
15)	Age effect of fishing (regularized) In year time variation allowed	$\eta_j^f, \sum_{j=1958}^{2018} \eta_j^f = 0$	$s_{ij}^f = e^{\eta_j^f} \quad j \leq \text{maxage}$
	In years where selectivity is constant over time	$\eta_{i,j}^f = \eta_{i-1,j}^f$	$s_{ij}^f = e^{\eta_{\text{maxage}}^f} \quad j > \text{maxage}$
			$i \neq \text{change year}$
16)	Natural Mortality	M	fixed
17)	Total mortality		$Z_{ij} = \sum_j F_{ij}^f + M$



Eq	Description	Symbol/Constraints	Key Equation(s)
17)	Spawning biomass (occur at mid of November)	B_i	$B_i = \sum_{j=2}^{12} N_{ij} e^{-\frac{10.5}{12} Z_{ij}} W_{ij} P_j$
18)	Recruits (Beverton-Holt form) at age 1	\tilde{R}_i	$\tilde{R}_i = \frac{\alpha B_i}{\beta + B_i},$ $\alpha = \frac{4hR_0}{5h-1} \text{ and } \beta = \frac{B_0(1-h)}{5h-1} \text{ where}$ $B_0 = R_0\varphi$ $\varphi = \sum_{j=1}^{12} e^{-M(j-1)} W_j P_j + \frac{e^{-12M} W_{12} P_{12}}{1 - e^{-M}}$

Tabla 7. Especificación de la función objetivo.

	Likelihood /penalty component	Symbol/Constraints	Description / noted
19)	Abundance indices	$L_1 = 0.5 \sum_s \frac{1}{cv_s^2} \sum_i \log\left(\frac{I_i}{\tilde{I}_i}\right)^2$	Surveys / CPUE indexes
20)	Prior on smoothness for selectivities	$L_2 = \sum_l \lambda_2 \sum_{j=1}^{12} (\eta'_{j+2} + \eta'_j - 2\eta'_{j+1})^2$	Smoothness (second differencing), Note: $l=\{s, f\}$ for survey and fishery selectivity
21)	Prior on recruitment regularity	$L_3 = \lambda_3 \sum_{i=1958}^{2018} \varepsilon^2_i$ $\lambda_3 = \frac{0.5}{\sigma_R^2}$	Influences estimates where data are lacking (e.g., if no signal of recruitment strength is available, then the recruitment estimate will converge to median value).
22)	Catch biomass likelihood	$L_4 = 0.5 \sum_f \frac{1}{cv_f^2} \sum_{i=1970}^{2018} \log\left(\frac{Y^f_i}{\hat{Y}^f_i}\right)^2$	Fit to catch biomass in each year
23)	Proportion age/length likelihood at	$L_5 = -\sum_{v,i,j} n^v P^v_{i,j } \log(\hat{P}^v_{i,j })$	$v=\{s, f\}$ for survey and fishery age composition observations n effective sample size
24)	Dome-shaped selectivity	$L_6 = \lambda_4 \sum_{j=6}^{12} (\ln S_{j-1} - \ln S_j)^2$	(relaxed in final phases of estimation)



25)	Fishing mortality regularity	$S_{j-1} > S_j$	F values constrained between 0 and 5	(relaxed in final phases of estimation)
26)	Recruitment curve fit	$L_7 = \lambda_5 \sum_{j=1970}^{2023} \log\left(\frac{N_{i,1}}{\bar{R}_i}\right)^2$ $\lambda_5 = \frac{0.5}{\sigma_R^2}$		Conditioning on stock-recruitment curve over period 1970-2023. (Model 1.07 used the period 2001-2015)
27)	Priors assumptions or	R_0 non-informative		$\sigma_R = 0.6$
28)	Overall objective function to be minimized	$\dot{L} = \sum_k L_k$		

Para actualizar la evaluación del stock se utilizaron los acuerdos técnicos realizados en el 2022 en el taller de “benchmark” de la OROP-PS (SPRFMO_SCW14. 2022), que corresponden a:

- a. Composición por edades de las pesquerías y los cruceros de investigación.
 - Nuevas composiciones de edad para las flotas chilenas (Centro Sur y Norte) en base al nuevo criterio de asignación de edad. También se utilizó nuevos pesos por edad en la información de captura.
 - Nuevas composiciones de edad para la flota “offshore”, en parte teniendo en cuenta las nuevas claves talla-edad (ALK) chilenas, con truncamiento de la serie temporal a 2015-2020.
 - Se incluyeron datos del “automuestreo” de la UE.
 - Las dos composiciones de edad de los estudios acústicos chilenos basadas en el nuevo criterio de asignación de edades.
 - Se rebajó fuertemente la ponderación de los datos de los cruceros de MPH de Chile por que aún no se ha aplicado el nuevo criterio de asignación de edades a estos datos.
- b. Datos de cruceros de investigación e índices basados en CPUE.
 - Se ha aplicado un efecto de aumento progresivo de la eficiencia del esfuerzo pesquero denominado “effort creep” a las series de CPUE estandarizadas. Para la flota de alta mar se aplicó un 2,5% de “effort creep” basado en Rousseau *et al.* (2019). Para las flotas chilenas y peruanas, se utilizó como valor inicial interino un 1,0 %. Sin embargo, esto dependerá de más revisiones antes de las próximas reuniones del SC.
 - Se evaluaron y revisaron los CV de los datos del índice, y se eligieron los valores con base en la opinión de expertos.
- c. Mortalidad natural
 - Se estableció un valor de 0,28 para todas las edades y todos los años para el modelo de stock único y para el stock sur del modelo de dos stocks. El valor fue derivado de la moda de los valores M estimados con múltiples métodos usando una caja de herramientas (“toolbox”) de mortalidad natural.
- d. Madurez



- Vector de madurez por edad de SCW14-WD04, estimado usando datos de jurel en Chile entre septiembre de 2011 y enero de 2012 utilizando los nuevos criterios de asignación de edad para el modelo de un solo stock y para el stock sur del modelo de dos unidades de stocks.
- e. Pesos a la edad del stock.
- Un vector de peso por edad derivado del peso por edad promedio en la captura de las flotas chilenas durante el cuarto trimestre entre 1995 y el año en curso, para el modelo de un solo stock, y para el stock sur en el modelo de dos unidades de stocks.
- f. Ponderación de las composiciones por edades
- Justificación de por qué se ha llevado a cabo la reponderación iterativa
 - Los pesos de Francis (2011) del tamaño efectivo de la muestra para las composiciones de edad se han derivado para el modelo de un solo stock. Estos pesos se mantendrán constantes hasta que se realice un benchmark futuro. Lo mismo también se aplicarán ponderaciones en el modelo de dos stocks.

	Tamaño de muestra inicial	Ponderador de Francis		Tamaño de muestra final
		h1_1 .11	h1_1 .12	
Modelo	h1_1.10	h1_1 .11	h1_1 .12	h1_1.13
N_Chile	100	0.41 6	0.57 4	23.9
SC_Chile_PS	250	0.44 3	0.58	64.3
Offshore_Trawl	150	0.21 4	0.39 3	12.6
Chile_AcousticsCS	150	0.05 8	0.78 5	6.8
Chile_AcousticsN	150	0.12 9	0.64 2	12

- g. Regímenes de productividad.
- Regímenes para el cálculo de puntos de referencia.
 - Regímenes para el cálculo de la fase de bajos reclutamientos.
 - Promedio de reclutamiento en un período corto (2001-2015 por el cambio de la asignación de edad que afectó el período de reclutamientos bajos).
 - Valores bajos (0,65) y altos (0,8) de la pendiente (“steepness”) para estimar el estado del stock
 - Solo el valor más bajo de inclinación (“steepness” =0,65) para la estimación de F_RMS.
- h. Puntos de referencia
- Con una inclinación (h) establecida en 0,65, el taller propuso que el SC considere usar Blim (en unidades de biomasa desovantes de hembras) como punto de referencia definido como la biomasa por debajo de la cual es probable que se produzca el daño del reclutamiento. Blim se estima como el mínimo de la relación entre la biomasa reproductora (SSBt) y la biomasa no explotada biomasa



reproductora ($SSB_{f=0, t}$, ajustada por la relación stock-recluta). La relación estimada durante el “benchmark” fue 8% y esta estimación parece robusta a los análisis de sensibilidad.

- El taller recomendó que el SC use BRMS (también expresada como biomasa reproductora) según lo estimado y condicionado a un crecimiento variable que ha cambiado ligeramente a lo largo del tiempo.
- F_{RMS} también está condicionado a los cambios a lo largo del tiempo (incluidas las estimaciones de selectividad).

El modelo final (h1_1.07) utilizado por el CC12 fue el mismo modelo usado en el CC11 actualizado con datos hasta el año 2024, y con las siguientes modificaciones: 1) flexibilidad de la selectividad para la flota “offshore” en el año 2021; 2) quiebre de capturabilidad en el año 2021 para la CPUE de la flota “offshore”, 3) aumento de la ponderación (reducción de CV) de la CPUE “offshore” en el año 2022, 4) cambio de la selectividad de la Flota 1 (Norte de Chile) para el año 2024; y 5) aumento de la ponderación de la biomasa acústica de la zona norte (cambió de CV desde 0,5 a 0,3).

3.3 Objetivo 3

“Determinar niveles de Captura Biológicamente Aceptable (CBA) que lleven o mantenga la pesquería en torno al Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), a partir de un análisis de riesgo en condiciones de incertidumbre de no alcanzar los objetivos de conservación y sostenibilidad conforme lo establece la LGPA y contenidos en el Plan de Manejo y/o en el Programa de Recuperación respectivo, según corresponda”.

Para realizar las proyecciones de biomasa y capturas se aplicaron los procedimientos acordados el 2022 en el taller “benchmark” de la OROP-PS:

- a. Utilizar una pendiente de la relación stock-recluta (h) igual a 0,65.
- b. El taller concluyó que, dadas las condiciones ambientales y la incertidumbre en los recientes picos de reclutamientos, el asesoramiento sobre las proyecciones de stock se debe basar en el actual régimen de baja productividad. Por lo tanto, el período sobre el que se calcula la baja productividad (para la estimación de la curva stock-recluta) se ha actualizado, debido al nuevo criterio de asignación de edad, y ahora es 2001-2015.

3.4 Objetivo 4

“Informar el avance del Programa de Mejoramiento Continuo de la Calidad en la Asesoría Científica (PMCCAC) realizado durante el presente estudio, respecto al cumplimiento de recomendaciones formuladas en procesos de RPEI y priorizadas por el CCT, cuando corresponda”.

Se informa de las actividades de investigación conducentes a mejorar y robustecer la Asesoría Científica para fines de manejo de Jurel a nivel nacional, contenidas en el programa de mejoramiento



continuo de la calidad, y consideradas homologadas desde el plan de trabajo de Jurel desarrollado por el CC de la OROP-PS:

- 1) Participación de IFOP en las tareas del plan de trabajo multianual del Comité Científico de la OROP-PS para el período 2023-2024+.
- 2) Cumplimiento de actividades de la hoja de ruta de IFOP para atender las actividades del plan de trabajo del Comité Científico (CC) de la OROP-PS durante el 2024.
- 3) Acciones de asesoría directa a la Administración, participación en las sesiones o talleres de trabajo del Comité Científico Técnico de jurel (CCT-jurel) nacional.

3.5 Objetivo 5

“Contribuir en la implementación de Evaluación de Estrategias de Manejo (EEM) en el contexto del Comité Científico de la OROP-PS y en la evaluación de escenarios de interés para los intereses nacionales”

Se informa de la participación en: 1) grupo de trabajo de EEM de jurel de la OROP-PS, 2) taller en el Consejo Nacional de Pesca, 3) taller en Caldera con pesqueros de cerco artesanal, y 4) tercer taller del grupo de trabajo de EEM en la reunión de la Comisión de la OROP_PS.

Para interiorizar al CCT-jurel nacional sobre el conocimiento y avances en la construcción, ejecución y análisis de los resultados de la EEM de jurel realizados en la OROP-PS, se realizaron presentaciones sobre los avances en EEM en secciones especiales de las reuniones del CCT-jurel nacional, las cuales fueron consensuadas con la contraparte técnica de SUBPESCA.

El término técnico de referencia indica que, “de forma independiente al trabajo colaborativo que se realice con el CC de la OROP-PS, se deberá construir, ejecutar y analizar escenarios alternativos de EEM que atiendan los intereses pesqueros de Chile, respecto a jurel en el Pacífico sur”. Esta actividad no fue posible realizarla durante el año 2024, debido a que la plataforma de EEM para el jurel que implementa la OROP-PS, a la fecha de este informe aún no está aún terminada, quedando por establecer los modelos operativos y procedimientos de manejo a evaluar.

En términos de la evaluación de escenarios de interés para los intereses nacionales, a solicitud de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, se realizaron análisis sobre tablas de riesgos de aumentar la cuota de captura por sobre el estabilizador del 15%. Los análisis se basaron en los resultados de la evaluación de stock realizada en el 2023 y fueron presentados al 12°CC de la OROP-PS. Luego se actualizaron con los resultados de la evaluación 2024 y fueron presentados en la reunión 13° de la Comisión.



4. RESULTADOS

4.1. Objetivo 1

“Estandarización de las series cronológicas de los índices de abundancia con herramientas modernas de análisis donde se consideren al menos efectos tales como: eficiencia de las flotas, cambio en la táctica de pesca, concentración u expansión en la cobertura espacial de la flota, entre otros factores identificados en el grupo de trabajo de jurel del Comité Científico de la OROP-PS.”

4.1.1 Actualización de Índice de abundancia para evaluación de stock 2024.

Índice basado en CPUE

El índice CPUE tuvo una tendencia decreciente de 1983 a 2011, una tendencia creciente hasta 2020 y una estabilización en los últimos cuatro años (**Tabla 8** y **Figura 10**). El nivel actual del índice es similar al del año 2001. El índice actualizado fue consistente con los índices utilizados en las cinco evaluaciones de acciones anteriores (**Figura 11**). La estimación de 2023 fue corregida con el índice de actualización, esto se debe a que las estimaciones anteriores utilizaban datos preliminares.

Tabla 8. Índice de abundancia, desviación estándar y tamaño de muestra.

Year	Índice	Std	Sample Size
1983	0.83	1.01	6332
1984	0.77	1.02	6040
1985	0.68	1.01	7445
1986	0.58	1.01	8672
1987	0.68	1.01	8821
1988	0.61	1.01	8880
1989	0.60	1.01	9387
1990	0.52	1.01	10277
1991	0.58	1.01	9816
1992	0.53	1.01	7686
1993	0.48	1.01	7230
1994	0.53	1.01	8196
1995	0.47	1.01	9020
1996	0.47	1.02	6359
1997	0.39	1.02	7344
1998	0.34	1.02	3760
1999	0.35	1.02	2443
2000	0.34	1.02	2469
2001	0.41	1.02	2447



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

2002	0.36	1.02	1897
2003	0.32	1.02	2019
2004	0.35	1.02	1858
2005	0.32	1.03	1563
2006	0.35	1.03	1383
2007	0.26	1.03	1454
2008	0.18	1.04	811
2009	0.15	1.03	927
2010	0.11	1.05	357
2011	0.06	1.05	431
2012	0.20	1.04	487
2013	0.17	1.04	458
2014	0.14	1.04	508
2015	0.12	1.06	213
2016	0.21	1.04	574
2017	0.25	1.04	589
2018	0.16	1.03	1254
2019	0.28	1.03	864
2020	0.37	1.04	709
2021	0.40	1.03	760
2022	0.41	1.03	995
2023	0.39	1.03	1239
2024	0.40	1.03	1041

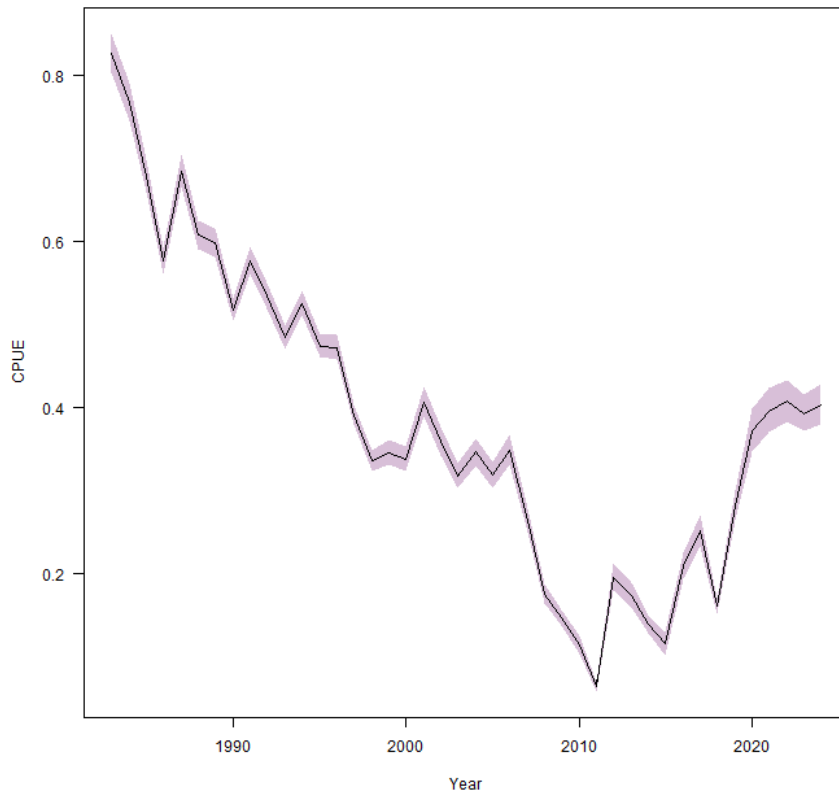


Figura 10. 3ndice de abundancia basado en el modelo CPUE con bandas de IC95%.

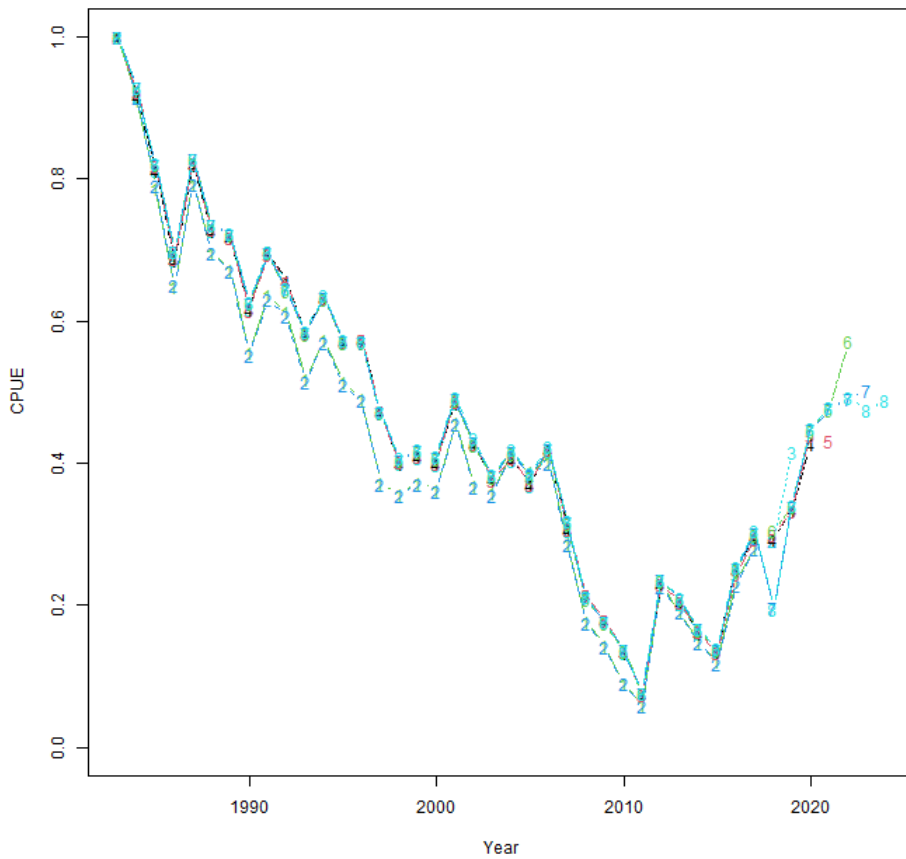


Figura 11. Índice de abundancia (relativo a 1983) basado en el modelo CPUE actualizado hasta junio de 2024 y el mismo índice utilizado en las 6 evaluaciones de stock anteriores.

Índice de abundancia basado en Captura

El índice basado en el modelo de captura fue similar al basado en el modelo de CPUE hasta el año 2019, luego continuó con una tendencia creciente, pero alcanzó un nivel menor y una tendencia decreciente en los 2 últimos años (**Figura 12**).

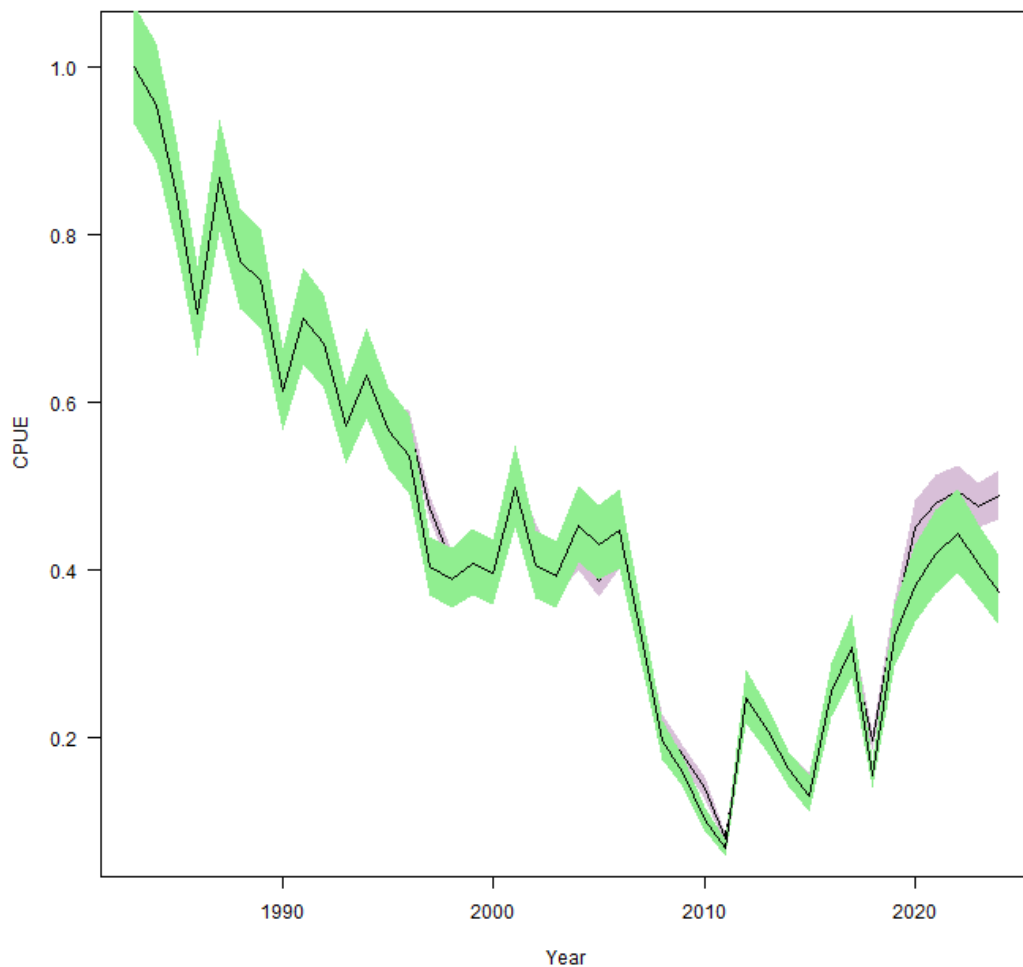


Figura 12. Índices de abundancia (relativos a 1983) estimados utilizando el modelo CPUE (rosado) y el modelo de captura (verde). Las bandas representan el intervalo de confianza al 95%.

Índice CPUE y estudios hidroacústicos en el centro-sur de Chile

Ha habido cambios importantes en los diseños de muestreo de los estudios acústicos para seguir los cambios en la distribución de los peces (**Figura 13**). Durante los dos últimos cruceros de investigación, los peces se encontraron concentrados muy cerca de la costa.

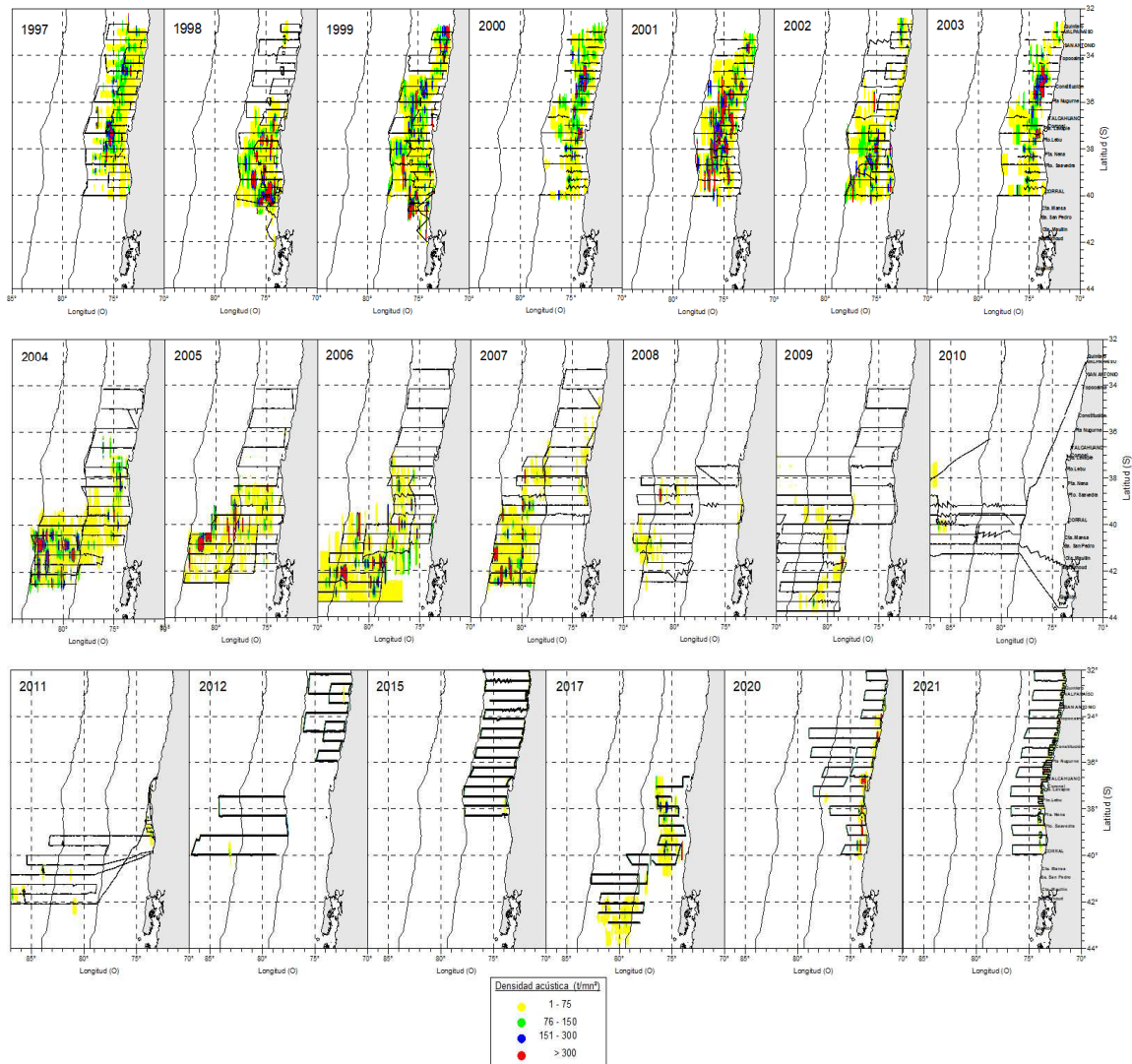


Figura 13. Distribuci3n espacial de la densidad ac3stica del jurel (t/mn²) por latitud sur (Latitud (S)) y longitud oeste (Longitud (O)) y dise1o de muestreo de los cruces de evaluaci3n (l3neas de seguimiento) en la zona centro-sur de Chile (tomado de Catasti y C3rdoba 2022).

La biomasa ac3stica mostr3 una disminuci3n en los dos a1os, lo cual es contrario a la tendencia del 3ndice CPUE (**Figura 14**). Teniendo en cuenta todas las series temporales (tanto las utilizadas como las no utilizadas en el modelo *jjm*), estos 3ndices no estaban correlacionados linealmente. Un modelo preliminar sugiere que el 3ndice CPUE es independiente de la biomasa hasta un umbral de biomasa, y cuando la biomasa es inferior a este umbral, el 3ndice CPUE es proporcional a la biomasa (**Figura 15**).

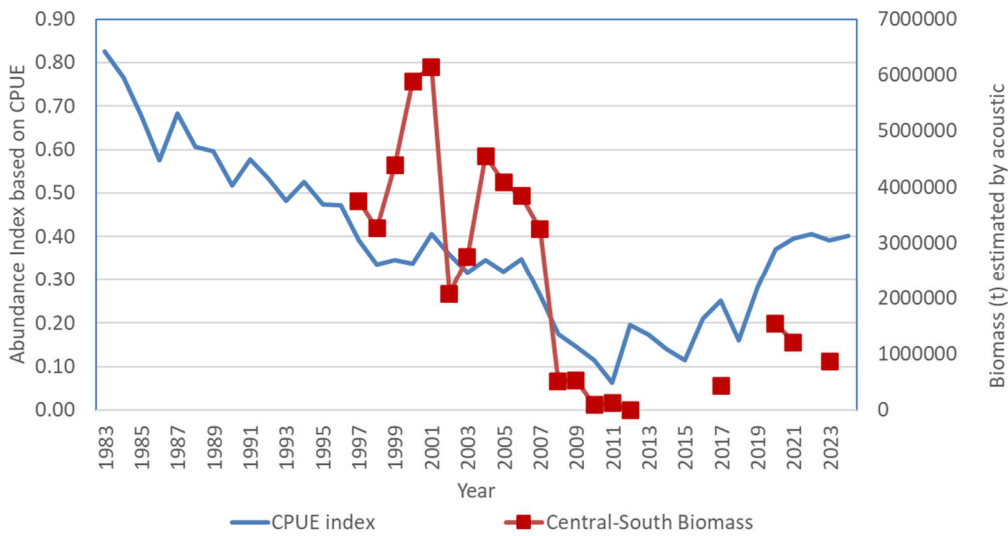


Figura 14. Índice de abundancia basado en CPUE y biomasa acústica estimada en la zona centro-sur.

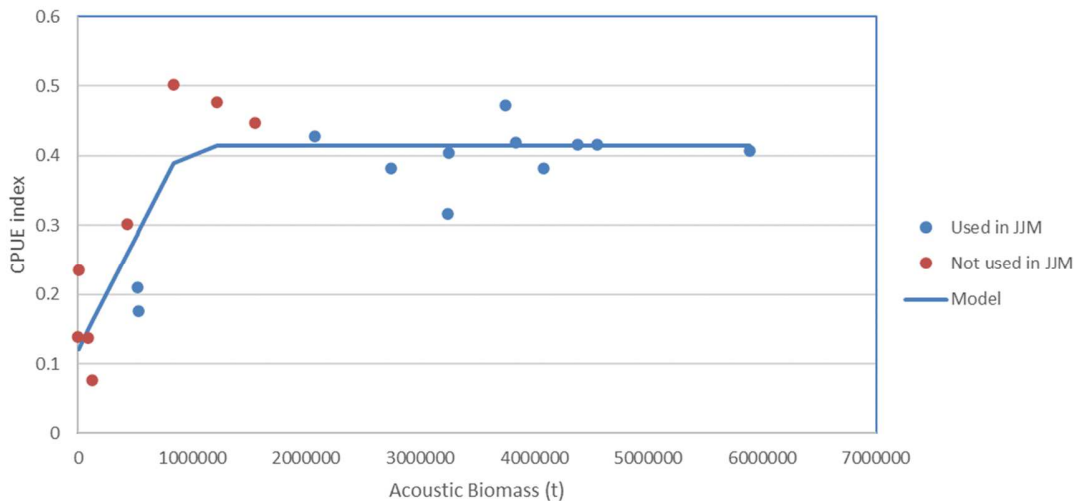


Figura 15. Modelo de rampa para índice de abundancia basado en CPUE y biomasa acústica estimada en la zona centro-sur.

La densidad acústica en los últimos tres años fue muy alta, con el máximo histórico en el año 2023 (Figura 16). El índice CPUE tiende a aumentar con la densidad acústica hasta alcanzar un nivel asintótico, que corresponde a los datos de los últimos tres años (Figura 17).

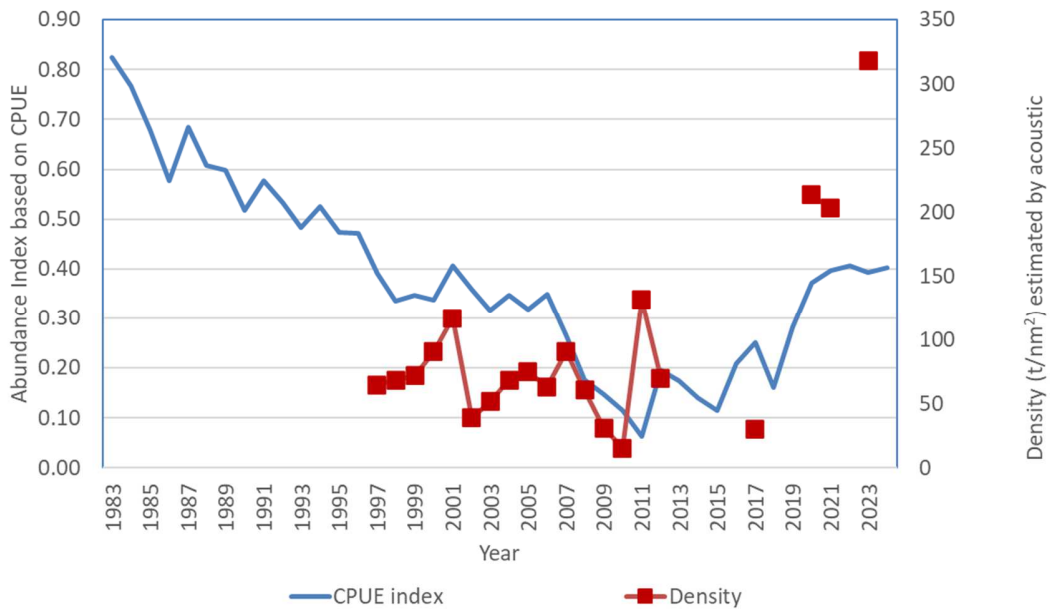


Figura 16. Índice de abundancia basado en CPUE y densidad estimada mediante cruceros acústicos en la zona centro-sur.

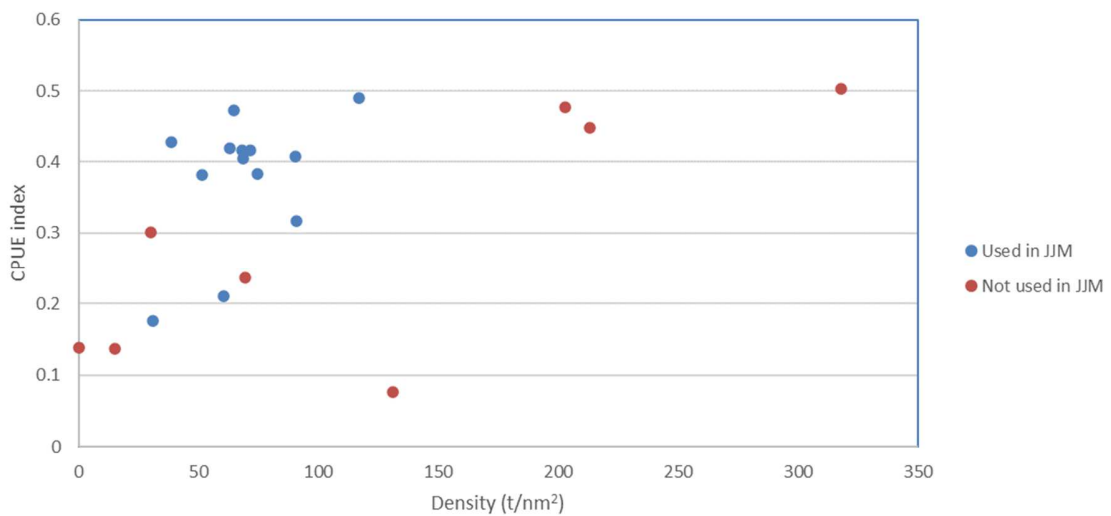


Figura 17. Índice de abundancia basado en CPUE y densidad estimada mediante cruceros acústicos en la zona centro-sur.

El área cubierta por peces en los últimos dos años fue muy pequeña en comparación con el área cubierta en los años 1997-2006, y tuvo una tendencia decreciente en los últimos 3 años

(Figura 18). El índice CPUE parece ser proporcional al área cubierta por los peces, excepto en los dos últimos años (Figura 19).

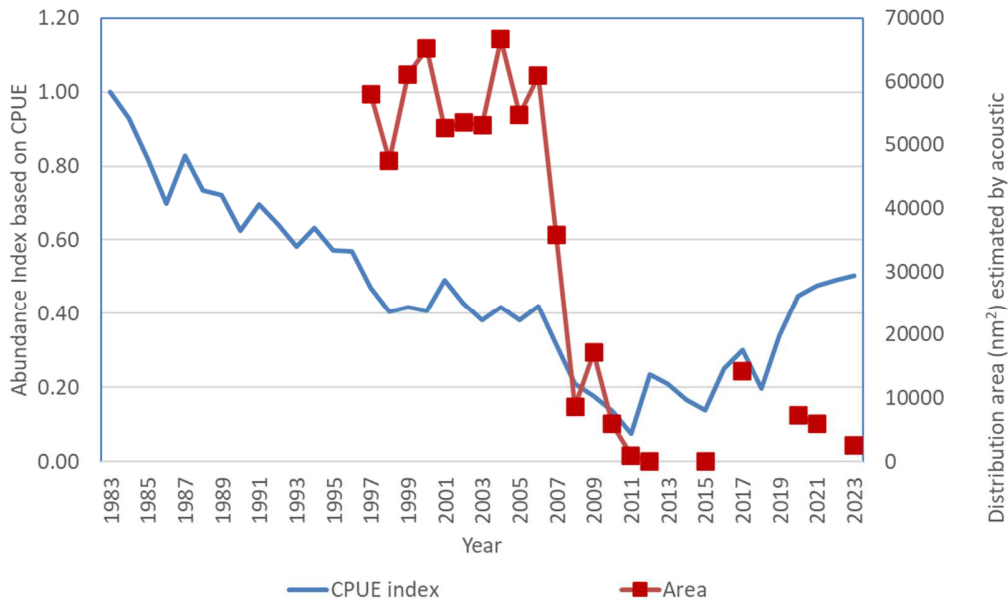


Figura 18. Índice de abundancia basado en CPUE y área de distribución estimada mediante sondeos acústicos en la zona centro-sur.

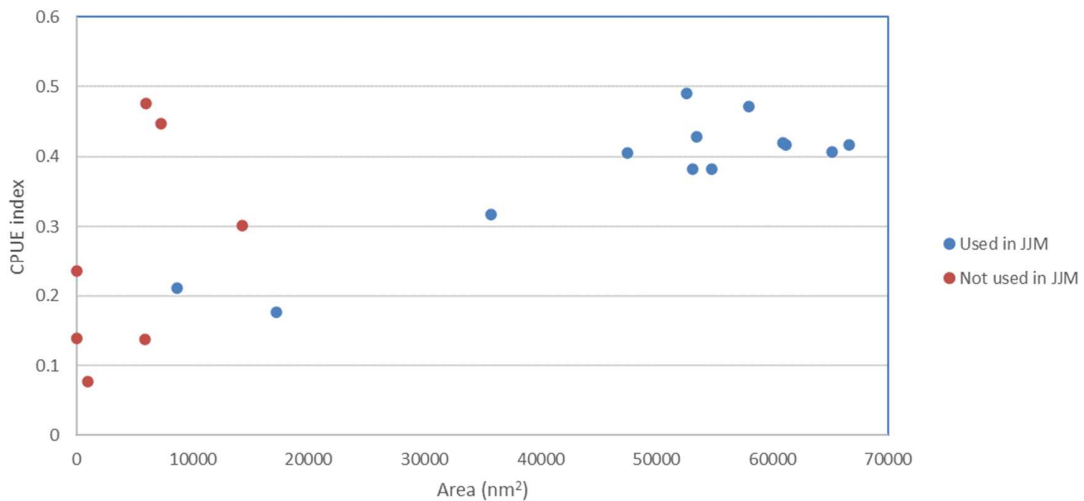


Figura 19. Índice de abundancia basado en CPUE y área de distribución estimada mediante sondeos acústicos en la zona centro-sur.

Existe una relación entre el índice CPUE y el área, excluyendo los últimos tres años, por lo que se propone corregir el índice CPUE (Figura 20). Aunque no se realizó ningún estudio acústico en 2022, las distribuciones de captura comercial mostraron que los peces se concentraron

cerca de la costa desde al 2021 al 2024 (**Figura 21**) y, por lo tanto, para el 2022 el índice corregido fue interpolado desde los valores de 2021 y 2023, mientras que el valor de 2024 fue supuesto igual al del 2023. (**Figura 22 y Tabla 9**).

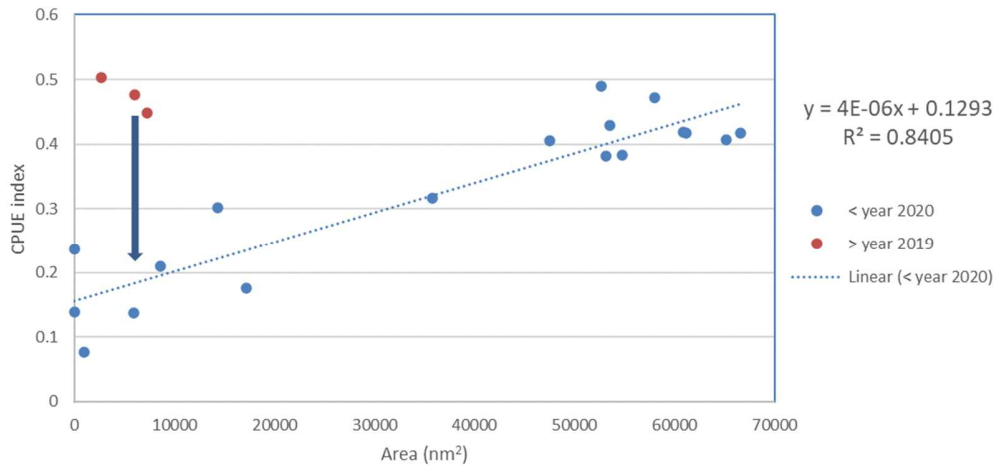


Figura 20. Relación lineal entre el índice de CPUE y el área de distribución estimada mediante cruceros hidroacústicos excluyendo los tres últimos años y corrección propuesta para el índice de CPUE de los últimos tres años.

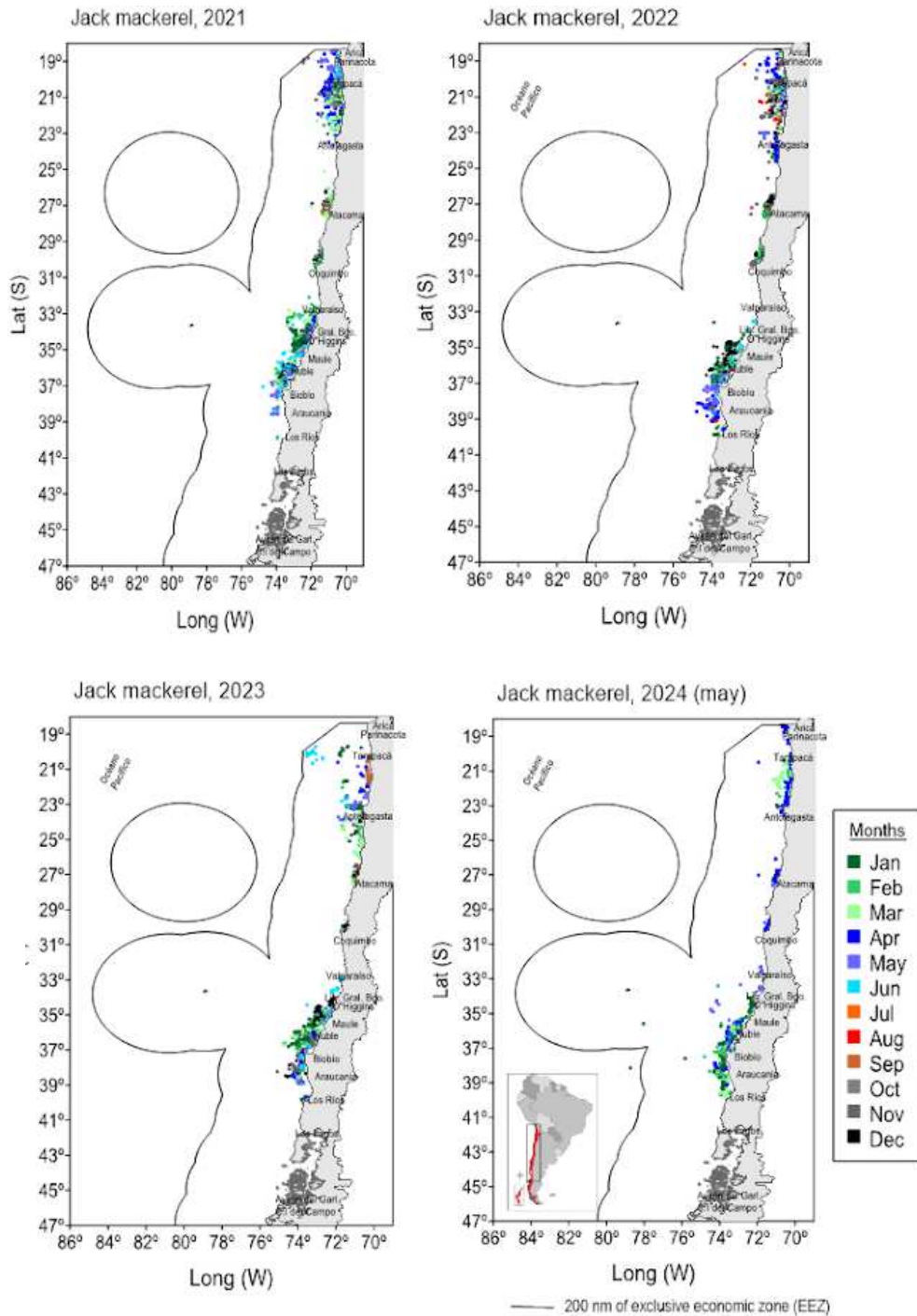


Figura 21. Distribuciones de captura comercial de jurel por mes desde el 2021 al 2024. Los límites de la ZEE de 200 nm se muestran mediante líneas (figura proporcionada por Karen Walker, IFOP).

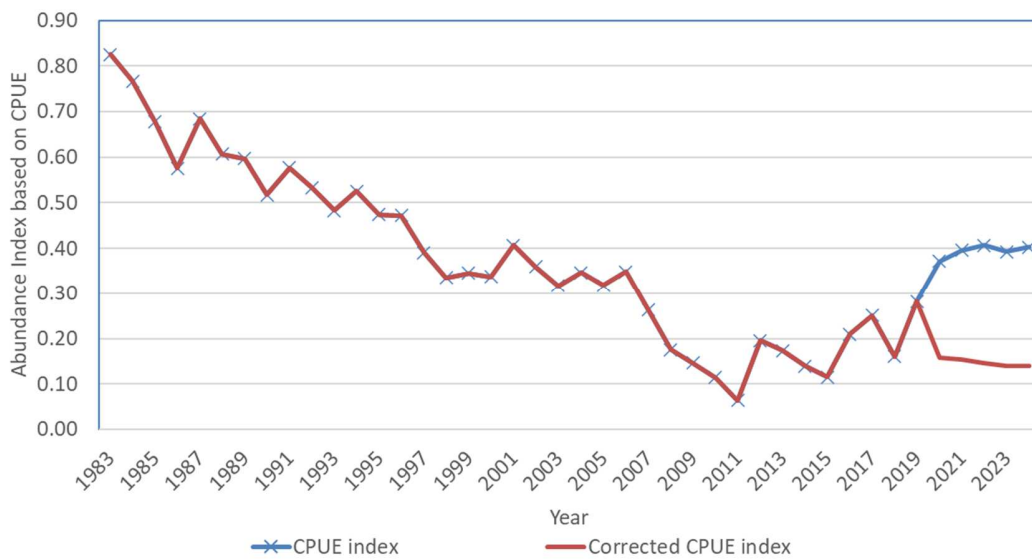


Figura 22. Índice de CPUE e índice de CPUE corregido.

Tabla 9. Índice de CPUE e índice de CPUE corregido. El 2022 fue interpolado desde los valores de 2021 y 2023, mientras que el valor de 2024 fue supuesto igual al 2023.

Year	CPUE index	Corrected CPUE index
1983	0.83	0.83
1984	0.77	0.77
1985	0.68	0.68
1986	0.58	0.58
1987	0.68	0.68
1988	0.61	0.61
1989	0.60	0.60
1990	0.52	0.52
1991	0.58	0.58
1992	0.53	0.53
1993	0.48	0.48
1994	0.53	0.53
1995	0.47	0.47
1996	0.47	0.47
1997	0.39	0.39
1998	0.34	0.34
1999	0.35	0.35
2000	0.34	0.34



2001	0.41	0.41
2002	0.36	0.36
2003	0.32	0.32
2004	0.35	0.35
2005	0.32	0.32
2006	0.35	0.35
2007	0.26	0.26
2008	0.18	0.18
2009	0.15	0.15
2010	0.11	0.11
2011	0.06	0.06
2012	0.20	0.20
2013	0.17	0.17
2014	0.14	0.14
2015	0.12	0.12
2016	0.21	0.21
2017	0.25	0.25
2018	0.16	0.16
2019	0.28	0.28
2020	0.37	0.16
2021	0.40	0.15
2022	0.41	0.15
2023	0.39	0.14
2024	0.40	0.14

4.1.2 Índices de abundancia mediante GLM espaciotemporal basados en SPDE.

Modelo espaciotemporal

El resumen de los resultados del modelo espaciotemporal se muestra en la **Tabla 10**.

Tabla 10. Resumen de los resultados del modelo espaciotemporal.

```
Spatiotemporal model fit by ML ['sdmTMB']
Formula: density ~ s(CB, k = 5)
Mesh: mesh (anisotropic covariance)
Time column: year
Data: cjm
Family: tweedie(link = 'log')

            coef.est coef.se
(Intercept)  -1.99    0.03
sCB          -0.07    0.02

Smooth terms:
      Std. Dev.
```

```
sds (CB)          0.08

Dispersion parameter: 0.24
Tweedie p: 1.41
Spatiotemporal AR1 correlation (rho): 0.31
Matérn anisotropic range (spatiotemporal): 148.3 to 186.4 at 63 deg.
Spatiotemporal marginal AR1 SD: 0.49
ML criterion at convergence: -15836.131
```

El suavizado (“spline”) de la capacidad de bodega (CB) tuvo una relación asintótica con la captura por lance de pesca (**Figure 23**). El centro de gravedad tuvo una tendencia a desplazarse hacia las zonas costeras en los años más recientes (**Figura 24**). Los efectos aleatorios espaciotemporales mostraron una gran variabilidad a través de los años y las áreas (**Figura 25**). El índice de abundancia tuvo una tendencia cíclica con un período de crecimiento en 1994-2004, luego uno de decaimiento en 2005-2014, y finalmente otro de crecimiento en 2015-2024 (**Figura 26**).

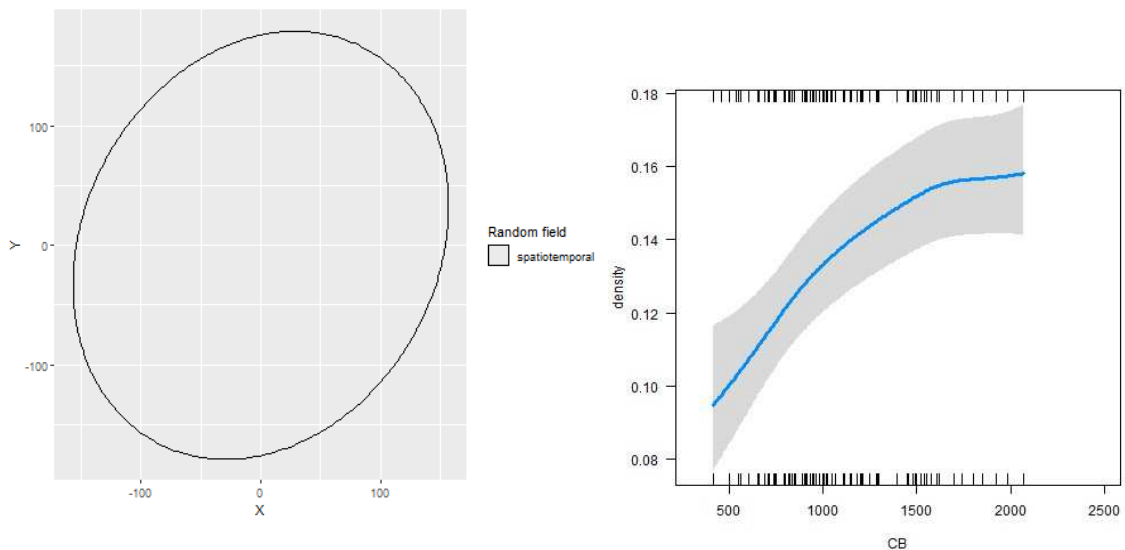


Figura 23. Anisotropía (gráfico izquierdo) y relación asintótica del suavizado (“spline”) de la capacidad de bodega (CB) y la captura por lance de pesca (density) (gráfico derecho).

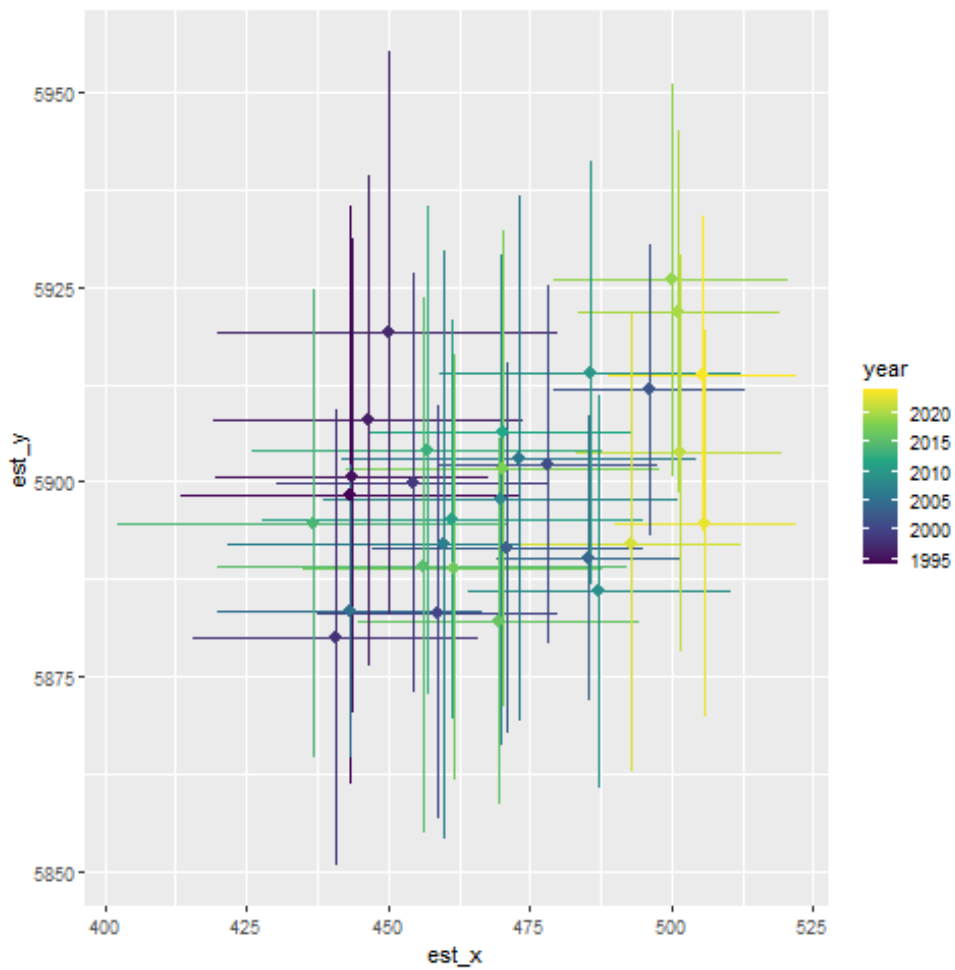


Figura 24. Centros de gravedad por a1o estimados mediante modelo espaciotemporal, las l1neas representan los intervalos del 95%.

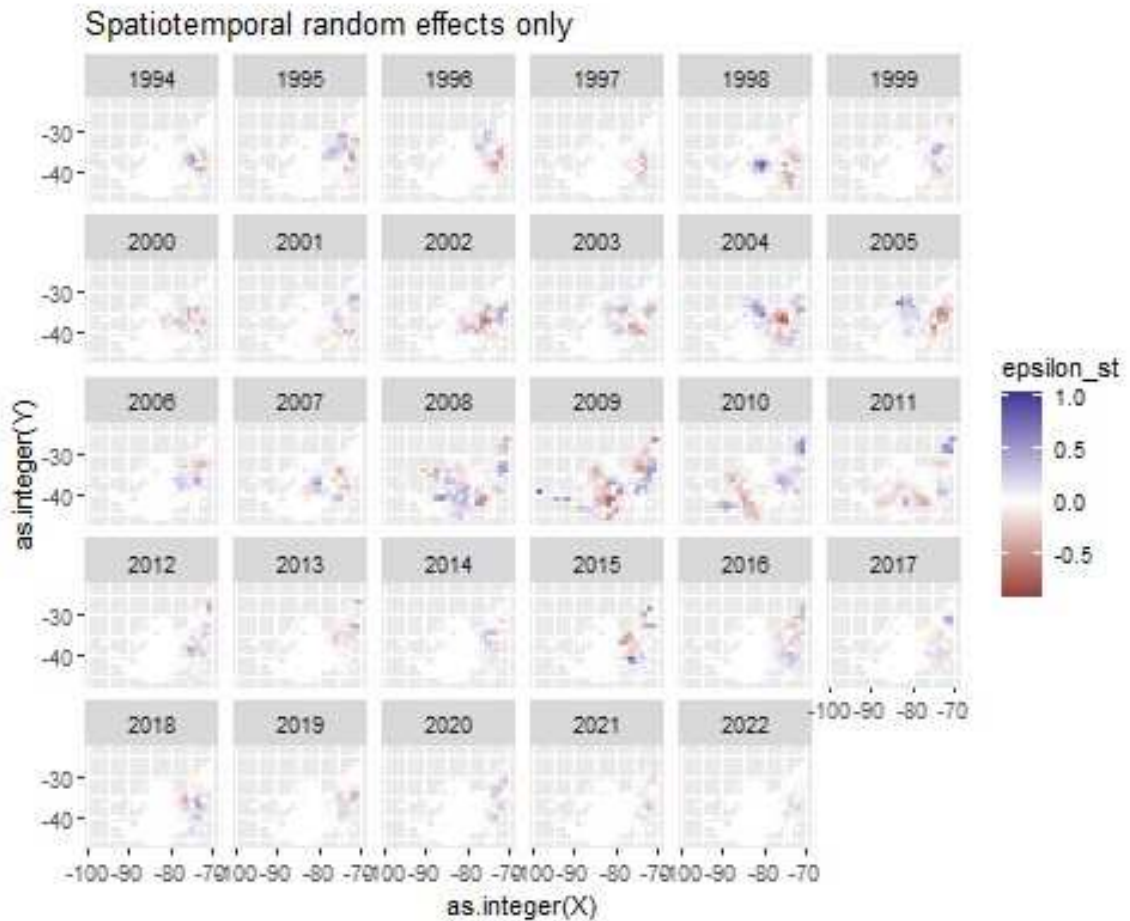


Figura 25. Efectos aleatorios espaciotemporales del modelo espaciotemporal.

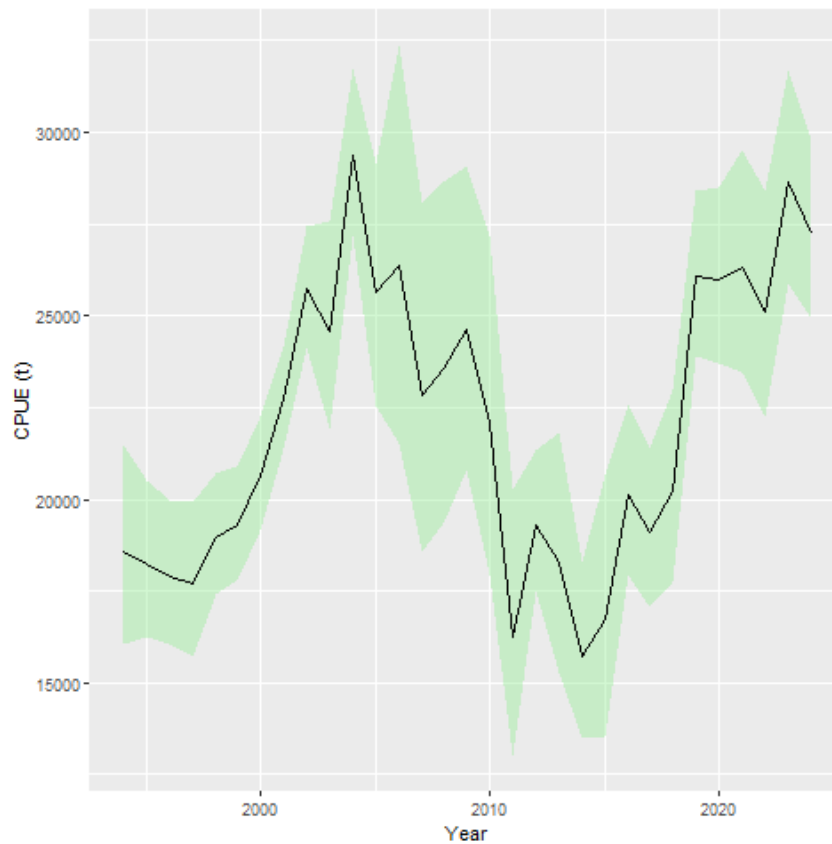


Figura 26. Índice de abundancia estimado mediante modelo espaciotemporal. La banda verde representa los intervalos del 95%.

GLM espacio-temporal

El resumen de los resultados del modelo se presenta en la **Tabla 11** y el índice de abundancia en la **Tabla 12**.

Tabla 11. Parámetros estimados por el modelo GLM espaciotemporal.

	coef.est	coef.se
as.factor(year) 1994	-2.05	0.17
as.factor(year) 1995	-1.97	0.11
as.factor(year) 1996	-1.94	0.10
as.factor(year) 1997	-2.11	0.12
as.factor(year) 1998	-2.00	0.11
as.factor(year) 1999	-2.00	0.11
as.factor(year) 2000	-1.80	0.09
as.factor(year) 2001	-1.65	0.10
as.factor(year) 2002	-1.77	0.08



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

as.factor(year)2003	-1.68	0.07
as.factor(year)2004	-1.52	0.07
as.factor(year)2005	-1.44	0.07
as.factor(year)2006	-1.46	0.12
as.factor(year)2007	-1.78	0.09
as.factor(year)2008	-1.84	0.06
as.factor(year)2009	-2.00	0.06
as.factor(year)2010	-2.05	0.07
as.factor(year)2011	-2.63	0.08
as.factor(year)2012	-2.14	0.09
as.factor(year)2013	-2.12	0.10
as.factor(year)2014	-2.36	0.10
as.factor(year)2015	-2.34	0.08
as.factor(year)2016	-2.02	0.09
as.factor(year)2017	-2.09	0.11
as.factor(year)2018	-2.16	0.11
as.factor(year)2019	-1.63	0.10
as.factor(year)2020	-1.71	0.11
as.factor(year)2021	-1.67	0.12
as.factor(year)2022	-1.68	0.15
as.factor(year)2023	-1.62	0.11
as.factor(year)2024	-1.73	0.10
as.factor(month)2	-0.05	0.02
as.factor(month)3	0.01	0.02
as.factor(month)4	0.05	0.02
as.factor(month)5	0.05	0.02
as.factor(month)6	0.03	0.03
as.factor(month)7	-0.07	0.03
as.factor(month)8	-0.17	0.03
as.factor(month)9	-0.41	0.04
as.factor(month)10	-0.56	0.04
as.factor(month)11	-0.43	0.04
as.factor(month)12	-0.21	0.03
sCB	-0.10	0.03

Smooth terms:

	Std. Dev.
sds (CB)	0.12

Dispersion parameter: 0.23

Tweedie p: 1.41

Matérn anisotropic range (spatial): 79.4 to 104.1
at 75 deg.

Spatial SD: 0.07

Spatiotemporal IID SD: 0.42

ML criterion at convergence: -16151.764



Tabla 12. Índice de abundancia estimado mediante el modelo GLM espacio-temporal.

year	est	lwr	upr	cv
1994	19400	14925	25216	0.13
1995	19634	16863	22862	0.08
1996	19434	16844	22423	0.07
1997	17497	14971	20450	0.08
1998	20160	18043	22525	0.06
1999	20288	18193	22625	0.06
2000	23873	21740	26216	0.05
2001	28568	26200	31149	0.04
2002	27290	25320	29412	0.04
2003	26863	23991	30079	0.06
2004	32355	29824	35102	0.04
2005	31245	27761	35165	0.06
2006	35557	27911	45299	0.12
2007	24728	20511	29811	0.10
2008	24959	21557	28899	0.07
2009	22835	19889	26219	0.07
2010	20744	17605	24442	0.08
2011	11027	9322	13044	0.09
2012	18521	16591	20674	0.06
2013	18623	15433	22473	0.10
2014	14043	11857	16631	0.09
2015	14716	12298	17609	0.09
2016	20349	17912	23117	0.07
2017	18559	16060	21447	0.07
2018	18168	15560	21214	0.08
2019	29247	26098	32775	0.06
2020	28215	25011	31830	0.06
2021	29080	24917	33937	0.08
2022	28597	23677	34539	0.10
2023	32766	28901	37148	0.06
2024	27984	25135	31156	0.05

Los residuales tuvieron una buena distribución espaciotemporal sin tendencia espacial ni temporal (**Figura 27**). La anisotropía en el modelo GLM espaciotemporal fue moderada (**Figura 28**).

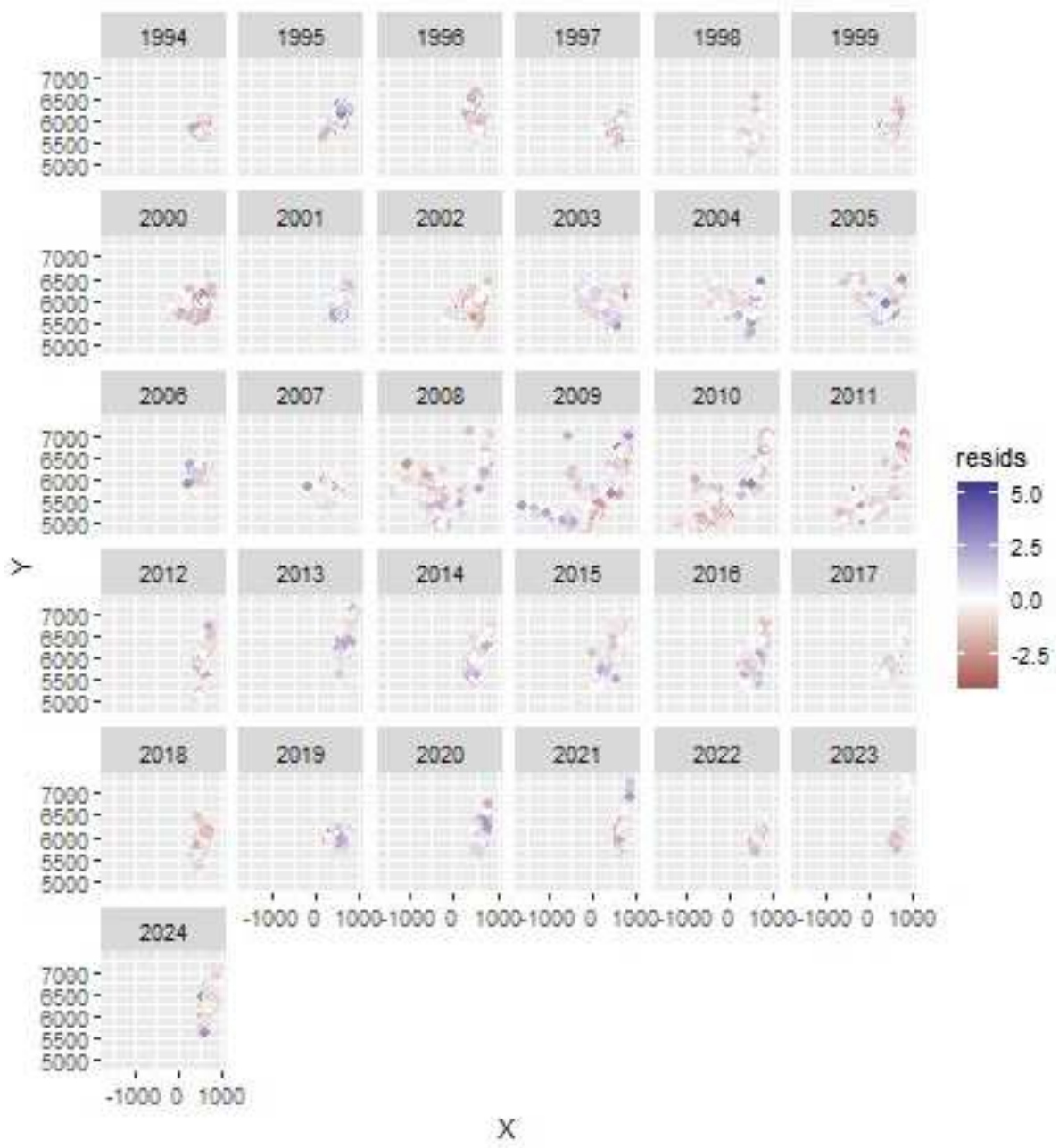


Figura 27. Residuales del modelo GLM espaciotemporal por año (X = Este, Y = Norte).

El índice de abundancia estimado por GLM espaciotemporal tuvo una tendencia creciente en 1994-2006, una tendencia decreciente en 2007-2014, una tendencia creciente en 2015-2019, y una estabilidad en 2020-2024 (**Figura 29**).

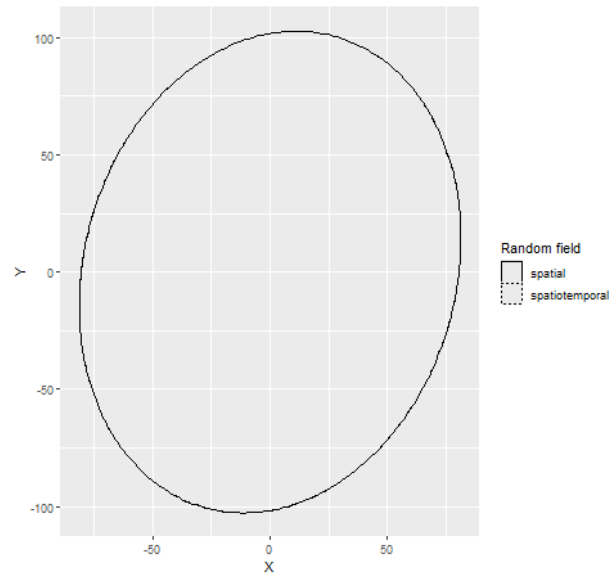


Figura 28. Anisotropía en el modelo GLM espaciotemporal.

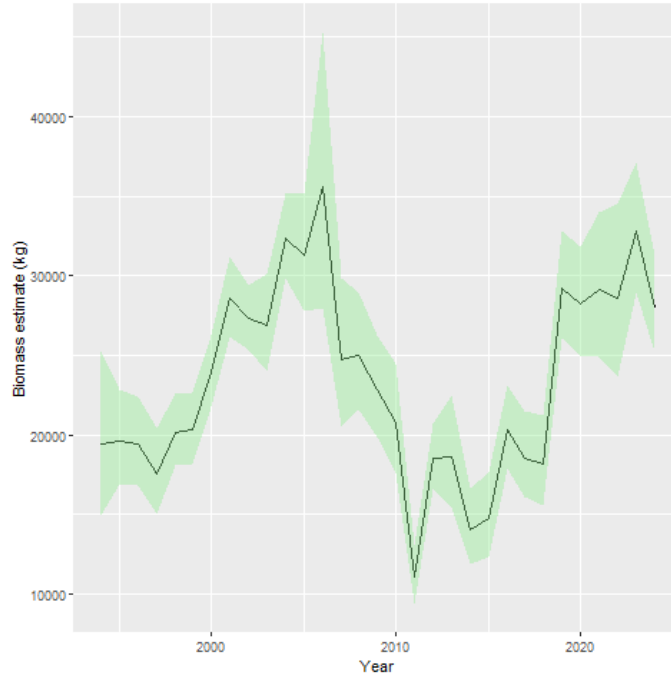


Figure 29. Índice de abundancia estimado mediante el modelo GLM espaciotemporal. La banda gris representa los intervalos del 95%.

El índice de abundancia en el área sur tuvo una tendencia similar al índice de abundancia para toda el área, pero a un nivel más bajo (Figura 30). Sin embargo, para el período 2019-2014, el índice del sur aumentó, mientras que en el área total se mantuvo estable. El índice de abundancia en el área occidental tuvo una tendencia similar al índice de abundancia para toda el área, pero a un nivel mucho menor.



Figura 30. Índice de abundancia para el área total y sur (arriba), y área total y este (abajo)



4.1.3 Factores de corrección por cambios de eficiencia de la flota.

La inclusión de un factor de “creep” como variable ficticia en el modelo de estandarización del índice de CPUE de Chile mostró multicolinealidad y “aliasing”, lo que impidió su uso como factor adicional. Sin embargo, al utilizar el índice de CPUE corregido mediante un factor de “creep” informado como variable de respuesta en un GLM, el modelo mostró un patrón similar al de la CPUE sin corregir (AIC = -31291) (Tabla 13 y Figura 31).

Tabla 13. Resumen del modelo GLM

term	estimate	std.error	statistic	p.value
yearf1983	-0.1700816	0.0158448	-10.734195	0.0000000
yearf1984	-0.2510643	0.0162830	-15.418832	0.0000000
yearf1985	-0.3685420	0.0158130	-23.306198	0.0000000
yearf1986	-0.5420650	0.0153306	-35.358383	0.0000000
yearf1987	-0.3645745	0.0154212	-23.641086	0.0000000
yearf1988	-0.4842921	0.0155336	-31.177159	0.0000000
yearf1989	-0.4989571	0.0155621	-32.062255	0.0000000
yearf1990	-0.6500104	0.0147351	-44.112921	0.0000000
yearf1991	-0.5278670	0.0150618	-35.046657	0.0000000
yearf1992	-0.5874891	0.0156189	-37.613931	0.0000000
yearf1993	-0.7027035	0.0158270	-44.398905	0.0000000
yearf1994	-0.6180762	0.0156438	-39.509344	0.0000000
yearf1995	-0.7195877	0.0149427	-48.156629	0.0000000
yearf1996	-0.7193716	0.0170083	-42.295336	0.0000000
yearf1997	-0.9138787	0.0167370	-54.602455	0.0000000
yearf1998	-1.0739032	0.0202648	-52.993578	0.0000000
yearf1999	-1.0502969	0.0232556	-45.163181	0.0000000
yearf2000	-1.0726680	0.0233792	-45.881231	0.0000000
yearf2001	-0.8790482	0.0235114	-37.388145	0.0000000
yearf2002	-1.0020577	0.0255713	-39.186800	0.0000000
yearf2003	-1.1303305	0.0255848	-44.179721	0.0000000
yearf2004	-1.0531511	0.0259410	-40.597952	0.0000000
yearf2005	-1.6248368	0.0275278	-59.025225	0.0000000
yearf2006	-1.5002716	0.0288324	-52.034149	0.0000000
yearf2007	-1.8161787	0.0291210	-62.366655	0.0000000
yearf2008	-2.1729371	0.0380123	-57.164085	0.0000000
yearf2009	-2.3571581	0.0350040	-67.339618	0.0000000
yearf2010	-2.6360033	0.0527470	-49.974484	0.0000000
yearf2011	-3.2195343	0.0474787	-67.810139	0.0000000
yearf2012	-2.1042416	0.0448492	-46.918171	0.0000000
yearf2013	-2.2251621	0.0461042	-48.263717	0.0000000
yearf2014	-2.4480765	0.0440494	-55.575689	0.0000000
yearf2015	-2.6373741	0.0660151	-39.951093	0.0000000
yearf2016	-2.0374967	0.0414558	-49.148655	0.0000000
yearf2017	-1.8553592	0.0413719	-44.845828	0.0000000
yearf2018	-2.2847130	0.0303223	-75.347520	0.0000000
yearf2019	-1.7411293	0.0351990	-49.465291	0.0000000
yearf2020	-1.4653262	0.0381616	-38.397916	0.0000000
yearf2021	-1.3830115	0.0367206	-37.663117	0.0000000
yearf2022	-1.3549336	0.0332474	-40.753071	0.0000000
yearf2023	-1.3980366	0.0304566	-45.902628	0.0000000

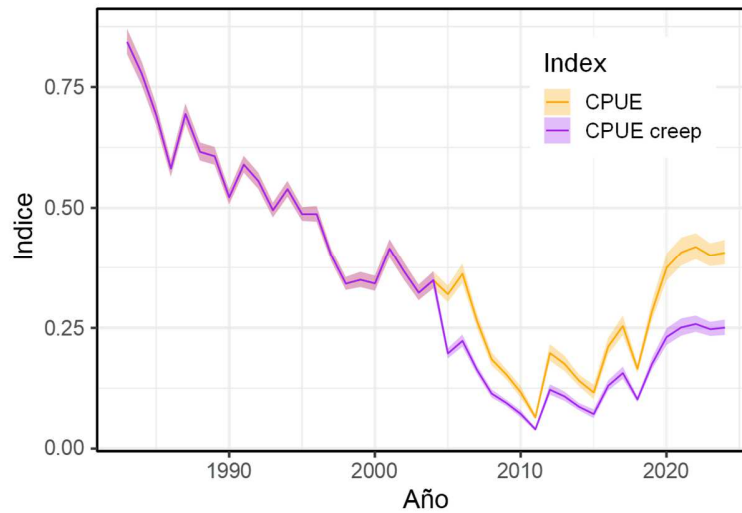


Figura 31. Índice de abundancia predicha (CPUE) de la pesquería de jurel chileno en el centro-sur de Chile, para el modelo GLM base y la CPUE corregida por “creep” como variable de respuesta. Los límites inferior y superior sombreados representan la desviación estándar de la serie.

4.1.4 Taller sobre análisis espaciales en los índices de abundancia basados en CPUE.

4.1.4.1 Términos de referencia y agenda del taller

Antecedentes

El índice de abundancia basado en el modelo CPUE de la flota de barcos cerqueros centro-sur de Chile, es uno de los principales índices utilizados en el modelo de evaluación de stock de jurel, debido a esto se ha planteado su revisión y robustecer su proceso de estimación. El modelo de CPUE relaciona la captura (toneladas) por bodega desplazada (días fuera de puerto multiplicado por la capacidad de bodega), con los efectos fijos de los años, meses, zonas de pesca y bandas de capacidad de bodega (Canales et al., 2008). Este análisis tiene la limitación que la base de datos no incluye el tiempo de viaje-búsqueda de los cardúmenes, por lo que no permite modelar los cambios observados en la distribución del recurso, con períodos de mayor concentración en aguas más allá de las 200 millas náuticas y períodos en que se concentra en zonas costeras. La búsqueda de un índice con una mayor resolución espacial y temporal llevó a Caballero et al. (2020) a realizar un análisis basado en una nueva base de datos compuesta por los datos de captura por lance de pesca. La tendencia de este índice alternativo fue similar a la del índice tradicional para el período 2003-2018, pero opuesta para el período 1994-2003. Los autores consideran que el método de estimación todavía requiere mejoras e indican que se deben continuar estos ejercicios de análisis alternativos.

Por otra parte, la reducción del área de distribución del jurel y del aumento de su concentración cerca de la costa, observada tanto en los cruceros hidroacústicos (Catasti y Córdova 2022) como en las capturas comerciales (**Figura 32**), llevó a Payá (2022) a revisar el índice tradicional basado en viajes de pesca. Sus objetivos fueron: 1) actualizar el índice basado en el modelo CPUE hasta el 2022, 2) estimar un nuevo índice de abundancia basado en el modelo de captura, 3) comparar el índice basado en el modelo CPUE con el basado en el modelo de captura, 4) analizar las relaciones entre los índices de abundancia y los resultados del análisis acústico. Entre sus conclusiones, se determinó que el índice de abundancia basado en el modelo CPUE y el índice basado en el modelo de captura fueron muy similares, por lo tanto, el uso de la capacidad de bodega del barco tanto en variables independientes y dependientes parece no tener efectos. Además, el índice CPUE tuvo una importante tendencia de recuperación en los últimos años, sin embargo, el jurel se ha mantenido altamente concentrado cerca de la costa (Figura 1). Debido a lo anterior, el índice CPUE podría verse afectado por la distribución costera del jurel, por lo que recomienda tener un enfoque precautorio al utilizar el índice CPUE, ya que parece sobrestimar la recuperación del stock. Para esto, propone una corrección del índice basado en la relación lineal entre el índice CPUE y el área de distribución del recurso.

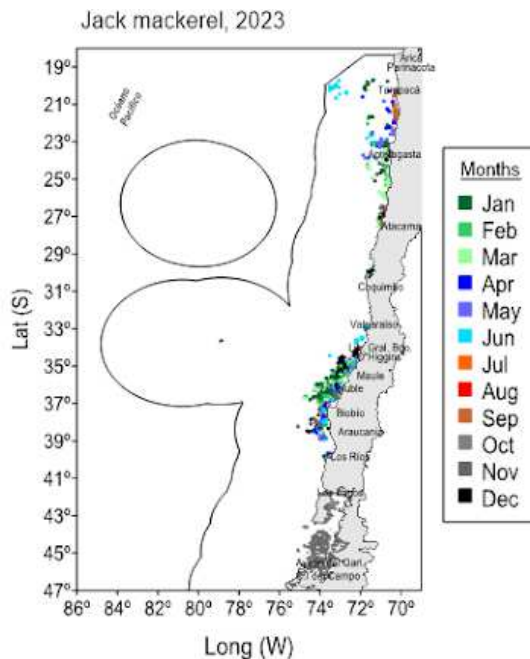


Figura 32. Localización de puntos de captura de la flota chilena de jurel, año 2023 (Fuente: Walker et al. Com. Pers.).

Payá (2023a) actualizó hasta a junio 2022 el índice de abundancia del jurel basado en la CPUE por viaje con pesca, y el índice basado la captura por viaje. Los dos modelos produjeron resultados similares, con una tendencia decreciente desde 1983 hasta 2011, una tendencia creciente hasta 2020 y una estabilización en los últimos tres años. También actualizó la relación entre la CPUE y las biomazas hidroacústicas, ya la corrección del índice de CPUE por la densidad estimada por

hidroacústica. En otro estudio, Paya (2023b) actualizó hasta a junio 2022 el índice de abundancia del jurel basado en la captura por lance de pesca. El índice de CPUE se estimó utilizando un modelo estadístico que incluye una distribución de probabilidad compuesta que describe la probabilidad conjunta de éxito y una captura por lance de pesca. Durante el período 2006-2022, la tendencia del índice de CPUE actualizado fue similar al índice de CPUE utilizado en el modelo de evaluación de stock. Durante 1994-2005, estos índices de CPUE tuvieron diferentes tendencias. Además, Paya (2023c) estimó un Índice de abundancia alternativo utilizando un GLM espaciotemporal usando ecuaciones diferenciales parciales estocásticas (SPDE) para genera la grilla espacial, y auto-regresión de primer orden para modelar los elementos aleatorios espacio-temporales. En relación con el índice de abundancia de CPUE utilizado en el modelo de evaluación de stock, los índices tuvieron una tendencia similar para el período 2006-2022, pero no para el período 1994-2005. Para el período 2006-2022 todos los índices mostraron una tendencia tipo “V” con la cifra mínima en el año 2011, pero la tasa de disminución antes de este año y la tasa de aumento después de este año fue mayor en el índice de abundancia basado en la captura por días fuera de puerto (**Figura 33**).

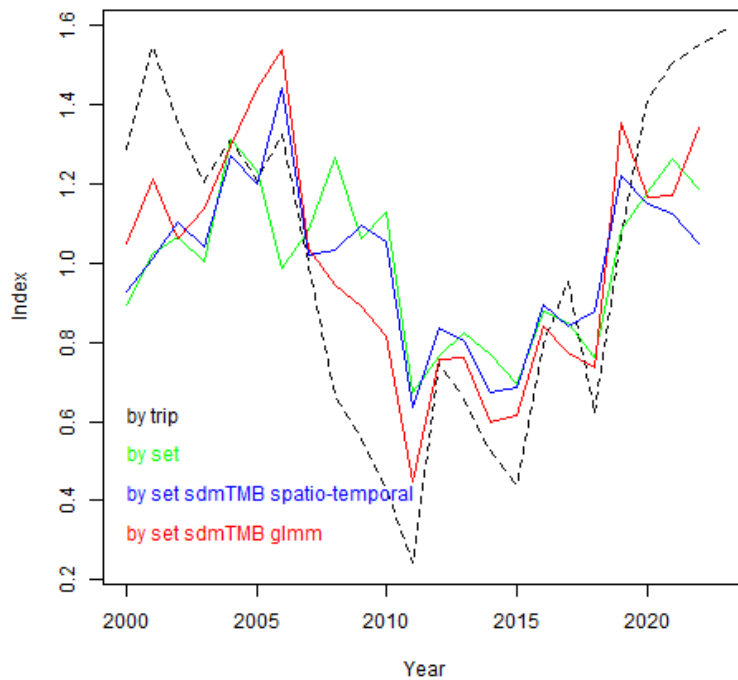


Figura 33. Comparación de índices ajustados por Payá (2023a, b y c).

Vásquez et al. (2023) aplicaron una aproximación espacio-temporal bayesiana para la estandarización de la CPUE para el período 1994-2023. Utilizaron modelos espacio-temporales jerárquicos bayesianos con la aproximación integrada anidada de Laplace (INLA). El mejor modelo explicó la CPUE por la capacidad de bodega de los barcos, los días en el mar, el trimestre, el año, el componente espacio-temporal y las condiciones ambientales (en este caso, la temperatura de la superficie del mar y la clorofila-a). La tendencia de este índice fue similar a los índices estimados por Payá (**Figuras 33 y 34**).

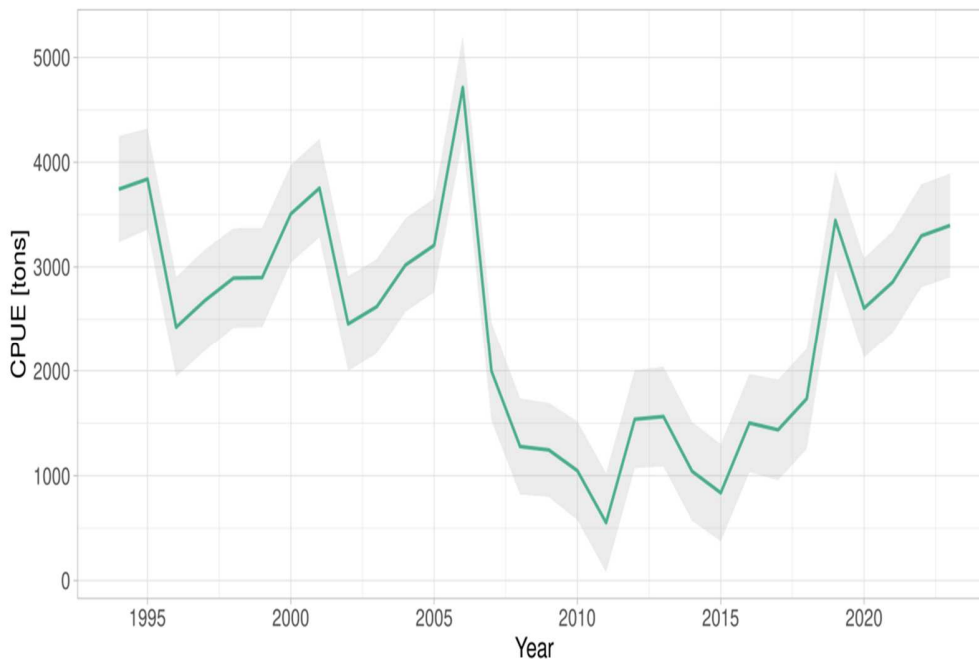


Figura 34. Índice de abundancia estimado por Vásquez et al., 2023.

Finalmente, el grupo de trabajo de jurel del Comité Científico (CC) de la OROP-PS identificó otro factor relevante en la estimación de la CPUE, que corresponde al aumento no cuantificado en la eficiencia pesquera de las flotas (*effort creep*), y que usó para corregir los índices de abundancia en la última evaluación de stock. El valor de estos factores se determinó basado en juicio experto, para el caso de la CPUE de la zona centro-sur este fue establecido como un aumento de 1% por año. En este sentido, IFOP ha estado trabajando en la recopilación de datos y desarrollo de análisis con tal de poder plantear una corrección a este factor (Zenteno & Payá 2024). Debido a todo lo anterior, el presente taller se enmarca dentro del objetivo “Estandarización de las series cronológicas de los índices de abundancia con herramientas modernas de análisis donde se consideren al menos efectos tales como: eficiencia de las flotas, cambio en la táctica de pesca, concentración u expansión en la cobertura espacial de la flota, entre otros factores identificados en el grupo de trabajo de jurel del Comité Científico (CC) de la OROP-PS” del proyecto de estatus y CBA de jurel año 2025.

Objetivos

Discutir aspectos teóricos y aplicados sobre la estimación y estandarización de indicadores de abundancia basados en CPUE para la pesquería del jurel, considerando eficiencia de las flotas, cambio en la táctica de pesca, concentración u expansión en la cobertura espacial de la flota, entre otros factores.

Modalidad

Híbrida, presencial/remota



El taller se realizó el 28 de marzo de 2025 durante primera sesión del CCT-jurel, los participantes fueron:

Tabla 14. Participantes del taller de CPUE.

Nombre	Institución
Miembros del CCT de jurel	
Ricardo	Nominado, UDEC
Sergio Neira	Nominado, UDEC
Sandra Ferrada	Nominado, UDEC
Marcelo Oliva	Nominado, U. de Antofagasta
Silvia Hernández	Subsecretaria de Pesca y Acuicultura
Luciano	Subsecretaria de Pesca y Acuicultura
Ignacio Payá	Instituto de Fomento Pesquero
Erik Gaete	Instituto de Fomento Pesquero
Aquiles	Sin derecho a voto, INPESCA
Jorge Oliva	Sin derecho a voto, CIAM
Participantes invitados	
Víctor Espejo	Subsecretaria de Pesca y Acuicultura
José Zenteno	Depto. Evaluación de Recursos, IFOP
Juan C. Quiroz	FacileVisual
Joaquín	Universität Göttingen
Cristian Canales	PUCV
Luis Cubillos	UDEC
Sebastián	INPESCA

y tuvo la siguiente agenda:

Agenda de taller de CPUE (marzo 28 del 2025)

De 11:00 a 11:10: Bienvenida y presentación.

De 11:10 a 12:10: Actualización de índices basados en viajes de pesca.



Presentación introductoria sobre indicadores de CPUE en jurel y actuales desafíos metodológicos (10 min).

Actualización del índice basado en modelo de CPUE por viaje de pesca (10 min).

Actualización del índice basado en modelo de captura por viaje de pesca (10 min)

Comparación con estimaciones acústicas (10 min)

Discusión (20 min)

Descanso (5 min)

De 12:15 a 13:15: Factores de corrección por cambios de eficiencia de la flota

Propuestas de modificación de factor “effort creep” para la flota de la zona centro-sur de Chile (30 min).

Discusión: incorporación de este efecto en la corrección de series cronológicas de indicadores de abundancia (30 min).

Almuerzo (90 min)

De 14:45 a 16:00: Índices basados en análisis espacio-temporales de la CPUE

Revisión histórica de la distribución espacial de los lances de pesca (15 min)

Modelos espacio-temporales en jurel usando sdmTMB por IFOP (20 min).

Modelos espacio-temporales en jurel usando INLA por INPESCA (20 min).

Discusión (20 min).

Descanso (10 min)

De 16:10 a 17:45: Índice de abundancia alternativo

Evaluación de la necesidad de reemplazar el índice actual (15 min).

Análisis comparativo de índices de abundancia alternativos (15 min).

Criterios para evaluar desempeño de índices disponibles (20 min).

Discusión (45 min).

Conclusiones y cierre del taller.

Las presentaciones realizadas se resumen a continuación:

4.1.4.2 Índices de abundancia basados en modelos de CPUE y actuales desafíos metodológicos

Se presentaron los antecedentes sobre: 1) índice basado en bodega desplazada por viaje con pesca, 2) cambios de disponibilidad en las costas chilenas: propuesta de corrección realizada en el 2022, 3) propuestas de incorporar “effort creep” en la evaluación de stock, 4) modelo de CPUE basado en lances de pesca, 5) desafíos metodológicos: Modelos espacio-temporales.

El objetivo fue actualizar: 1) modelo de CPUE basada en viajes con pesca, 2) modelo de CPUE basado en lances de pesca, 3) Factores de corrección por cambios de eficiencia



de la flota para la evaluación de stock 2024, 4) Modelos de estados espaciales (“state-space”) y/o espacio-temporales.

4.1.4.3 Actualización del índice usado en la evaluación de stock: CPUE por viaje de pesca (expositor Ignacio Payá).

Esta presentación se basó en el trabajo presentado al CC12 (SC12-JM04). Se analizaron las relaciones entre el índice CPUE y los resultados de los estudios hidroacústicos en la zona centro-sur, incluyendo la biomasa acústica, la densidad acústica y el área de distribución de peces. Los estudios acústicos realizados en 2000, 2021 y 2023 estimaron tendencias decrecientes en la biomasa y el área ocupada por los peces, y un alto aumento en la densidad. Se ajustó un modelo de rampa entre el índice CPUE y la biomasa. El índice CPUE tiende a aumentar con la densidad acústica hasta alcanzar un nivel asintótico. Se ajustó un modelo lineal entre el índice CPUE y el área (excluyendo los últimos tres años), que se propone corregir el índice CPUE. El índice de CPUE corregido no aumentó en 2020 como lo hizo el índice de CPUE actual; en cambio, se mantuvo en un nivel similar al del año anterior. Se recomienda tener precaución al utilizar el índice CPUE porque parece sobreestimar la recuperación del stock en la zona centro-sur de Chile. Mientras tanto, los estudios acústicos realizados en la zona norte estimaron una tendencia creciente de la biomasa en los últimos años. El crucero acústico de 2024 registró la mayor densidad jamás registrada en la zona norte. En general, la disminución de la biomasa acústica en la zona centro-sur parece ser compensada por el aumento en la zona norte, lo que resulta en una biomasa acústica relativamente estable en toda la zona.

4.5.1.4 Factores de corrección por cambios de eficiencia de la flota (expositor José Zenteno).

Esta presentación se basó en el trabajo presentado al CC12 (SC12-JM07). La flota centro-sur de la pesquería de jurel en Chile ha experimentado cambios tecnológicos a lo largo del tiempo, que pueden no reflejarse en otras variables ya consideradas en el índice de abundancia de CPUE. En este estudio, exploramos diferentes enfoques para estimar e incluir un factor de corrección de fluencia en la estandarización del índice CPUE de Chile. A partir del estudio de la pesquería JM realizado durante 2023, utilizamos las respuestas de los pescadores para determinar la magnitud de los cambios percibidos en la eficiencia de la flota y los períodos de ocurrencia para estimar un factor de fluencia. Luego, implementamos un GLM, donde la inclusión de un factor de fluencia como variable ficticia en el modelo de estandarización del índice CPUE de Chile mostró multicolinealidad y “aliasing” que impidió su uso como un factor adicional en el modelo. Sin embargo, cuando se utilizó el índice CPUE corregido mediante un factor de fluencia informado como variable de respuesta en un GLM, el modelo mostró un patrón similar al de la CPUE no corregida. Discutimos los beneficios y limitaciones de este enfoque y proponemos los próximos pasos para ajustar y mejorar su confiabilidad. Los próximos pasos pueden incluir una encuesta adicional para recopilar datos complementarios de los usuarios que puedan mejorar la solidez del proceso de estandarización del índice.



4.1.4.5 Estimación de índices de abundancia mediante modelos espaciotemporales usando sdmTMB (expositor Ignacio Payá).

Payá 2023c, utilizando el programa sdmTMB en R, estimó índices de abundancia basados dos modelos espacio-temporales de la CPUE: 1) Modelo espaciotemporal y 2) Modelo GLMM espaciotemporal. Los índices tuvieron una tendencia muy similar. El objetivo fue actualizar los modelos espaciotemporales con data hasta junio de 2024. Se actualizaron los datos del año 2023 y 2024 utilizando las bitácoras de pesca electrónicas entregadas por el SERNAPESCA. Los modelos tuvieron la misma especificación que el año anterior. Los índices actualizados fueron similares entre ellos. La comparación con el índice tradicional depende del año de referencia, por lo que se requiere definir un año a partir el nuevo índice reemplace al índice tradicional, se propone el año 2000. Se discutió de explorar nuevas grillas de estimación proyección, analizar anisotropía - Función de Matérn, explorar otros modelos GLM o GLMM espacio-temporales, explorar nuevas grillas de predicciones, y de definir áreas de interés (norte, oeste, etc.).

4.1.4.6 Una aproximación espacio-temporal bayesiana para la estandarización de la CPUE en la pesquería de jurel (*Trachurus murphyi*) de Chile centrosur (expositor Sr. Sebastián Vásquez)

Esta contribución fue presentada como un documento de trabajo en el CC12 (<https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/12th-SC-2024/Jack-Mackerel/SC12-JM06-CHL-Update-on-CPUE-standardization-for-the-Chilean-JM-fishery-in-central-southern-Chile-using-spatio-temporal-Bayesian-models.pdf>).

Se estandarizó los datos de CPUE dependiente de la pesquería de jurel chileno del centro-sur de Chile para el período 1994-2024 utilizando modelos espacio-temporales jerárquicos bayesianos con la aproximación integrada anidada de Laplace (INLA). El mejor modelo explicó la CPUE por la capacidad de bodega de los barcos, los días en el mar, el trimestre, el año, el componente espacio-temporal y las condiciones ambientales (en este caso, la temperatura de la superficie del mar y la clorofila-a).

4.1.4.7 Discusión general.

Se destacó la similitud entre las tendencias anuales de los diferentes índices, lo cual fue considerado positivo en términos de conocer la tendencia de la abundancia del recurso. En el caso de los índices de CPUE basados en GLMM espaciotemporales, se destacó la similitud con el índice tradicional (**Figura 35**), lo cual se atribuyó a que los efectos fijos son independientes de los efectos aleatorios donde se modela las correlaciones espaciotemporales, y porque ambos modelos incorporan los días fuera de puerto. Por otro lado, las contribuciones de las variables ambientales (SST y clorofila a superficial) aunque

significativas no contribuyen mucho al modelo y probablemente no afectan la tendencia entre años. Las mayores diferencias se observaron en aquellos años en que el tamaño de muestra fue bajo.

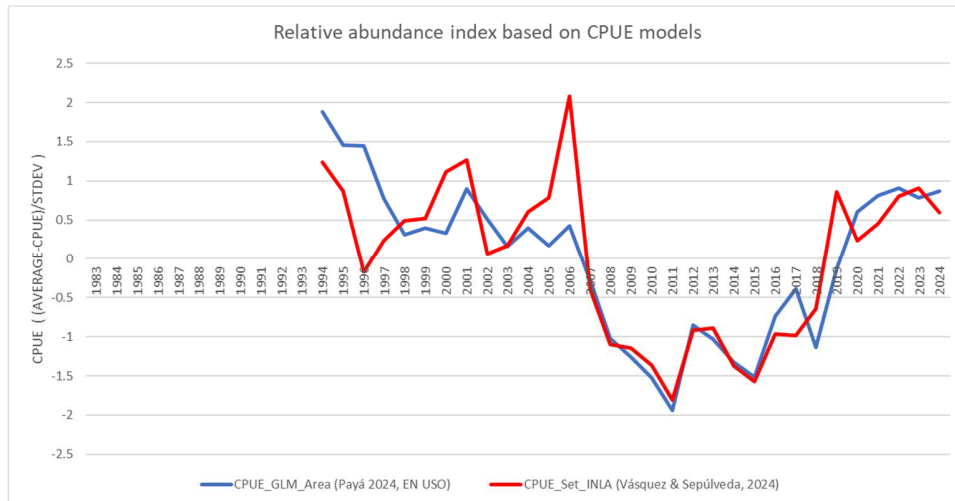


Figure 35. índice de abundancia basado en GLM (Payá 2024) e índice basado en modelo GLMM espaciotemporal de Vásquez y Sepúlveda (2024). Valores normalizados ((x-promedio) / desviación estándar) para facilitar la comparación.

4.2. Objetivo 2

“Establecer el estatus actualizado de jurel conforme el estándar más reciente del Comité Científico de OROP-PS, sobre la base de sus principales indicadores estandarizados de estado y flujo, incorporando, cuantificando y propagando la incertidumbre subyacente a la pesquería”

4.2.1. Ajuste del modelo.

El modelo final (h1_1.07_Is) utilizado por el CC12 fue el modelo actualizado con datos hasta el año 2024, con dos modificaciones con respecto al modelo del año pasado (CC10): 1) actualización de los pesos a la edad de los datos peruanos, y 2) disminución de la ponderación del índice de abundancia de la flota offshore.

El detalle del ajuste del modelo se entrega en el [Anexo 1](#), aquí se presenta el ajuste del modelo sólo a los índices de abundancia relativa (**Figura 36**), a las edades medias (**Figura 37**) y a la longitud media (**Figura 38**), como ejemplos de la calidad del ajuste, y para además destacar, como indicadores de la buena condición del stock, el aumento notable de los índices de abundancia relativa en los últimos años para la CPUE de la zona centro-sur de Chile, la CPUE de Perú y la acústica norte de

Chile, que son consistentes con el aumento de la edad media en las capturas comerciales de la flota de la zona centro-sur y norte de Chile, y de talla media en las capturas comerciales en Perú.

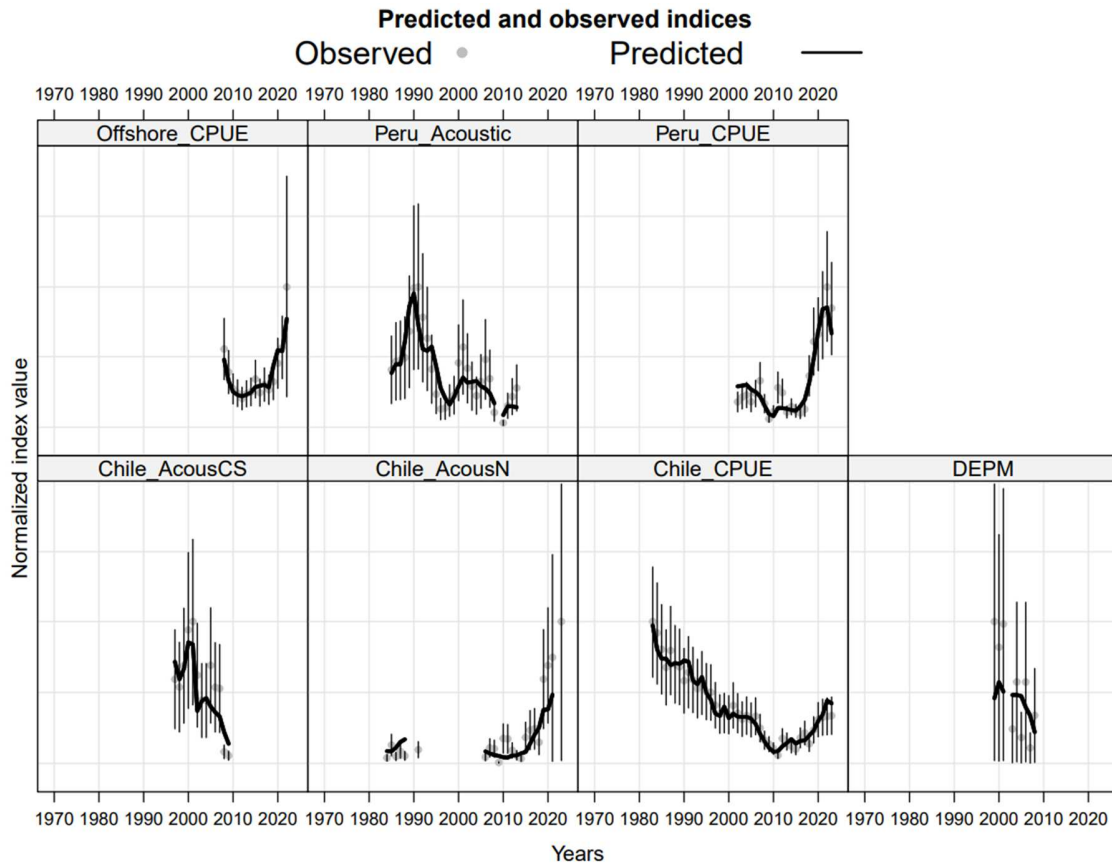


Figure 36. Ajuste a los índices de abundancia relativa. La línea representa las predicciones del modelo (hipótesis de una unidad de stock), los puntos los valores observados y las líneas verticales el error de entrada supuesto (2 desviaciones estándar) alrededor de las observaciones.

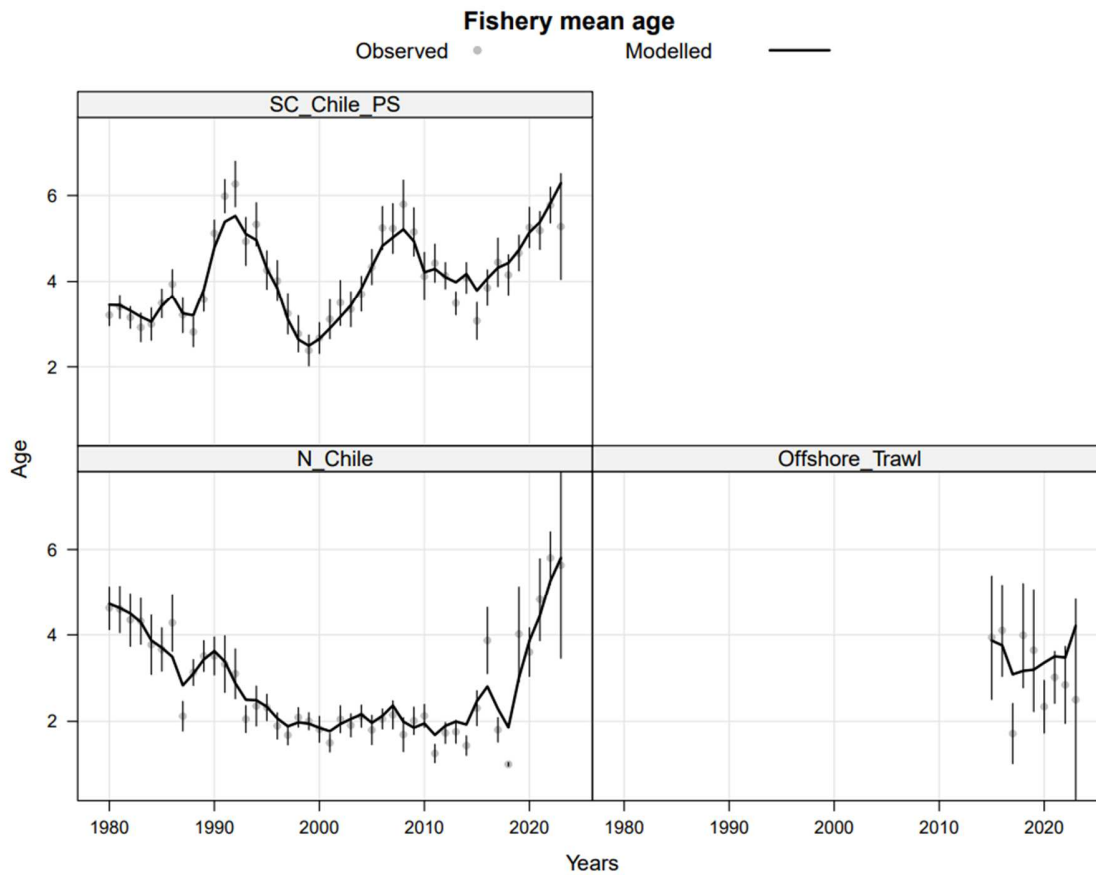


Figure 37. Edad media en la captura por año y pesquería. La línea representa las predicciones del modelo (hipótesis de una unidad de stock), los puntos los valores observados y las líneas verticales el error de entrada supuesto (2 desviaciones estándar) alrededor de las observaciones.

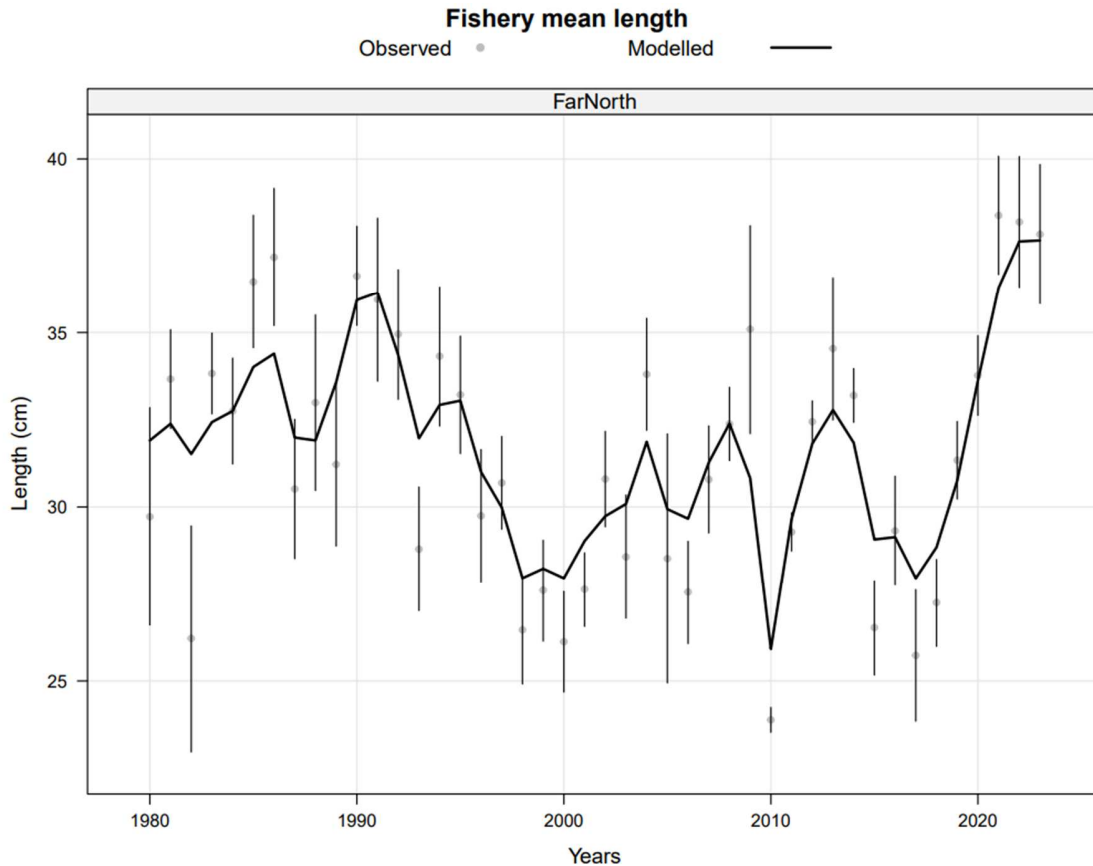


Figure 38. Talla media en la captura por año en la flota de Perú (Extremo Norte). La línea representa las predicciones del modelo (hipótesis de una unidad de stock), los puntos los valores observados y las líneas verticales el error de entrada supuesto (2 desviaciones estándar) alrededor de las observaciones.

4.2.2. Estimados de las variables principales.

Los patrones de selectividad por año estimados para las capturas comerciales se presentan en la **figura 39**, destaca los cambios de los patrones de selectividad de las flotas chilenas y de la flota “offshore” entre 2010 y 2024, desplazándose las selectividades hacia las edades más viejas, indicando que los peces de menores de 7 años de edad están experimentando bajos niveles de mortalidad por pesca.

Los patrones de selectividad de los cruceros para los cruceros de investigación (hidroacústicos) e índices de CPUE se entregan en la **figura 40**. Para la acústica de la zona centro-sur la selectividad es muy estable, aunque se incluyen dos períodos, para la acústica de la zona norte se estiman tres patrones de selectividad que están concentrados hacia las edades mayores de 10 años de edad, y en los últimos años con aumento de selectividad para peces menores de 4 años de edad.

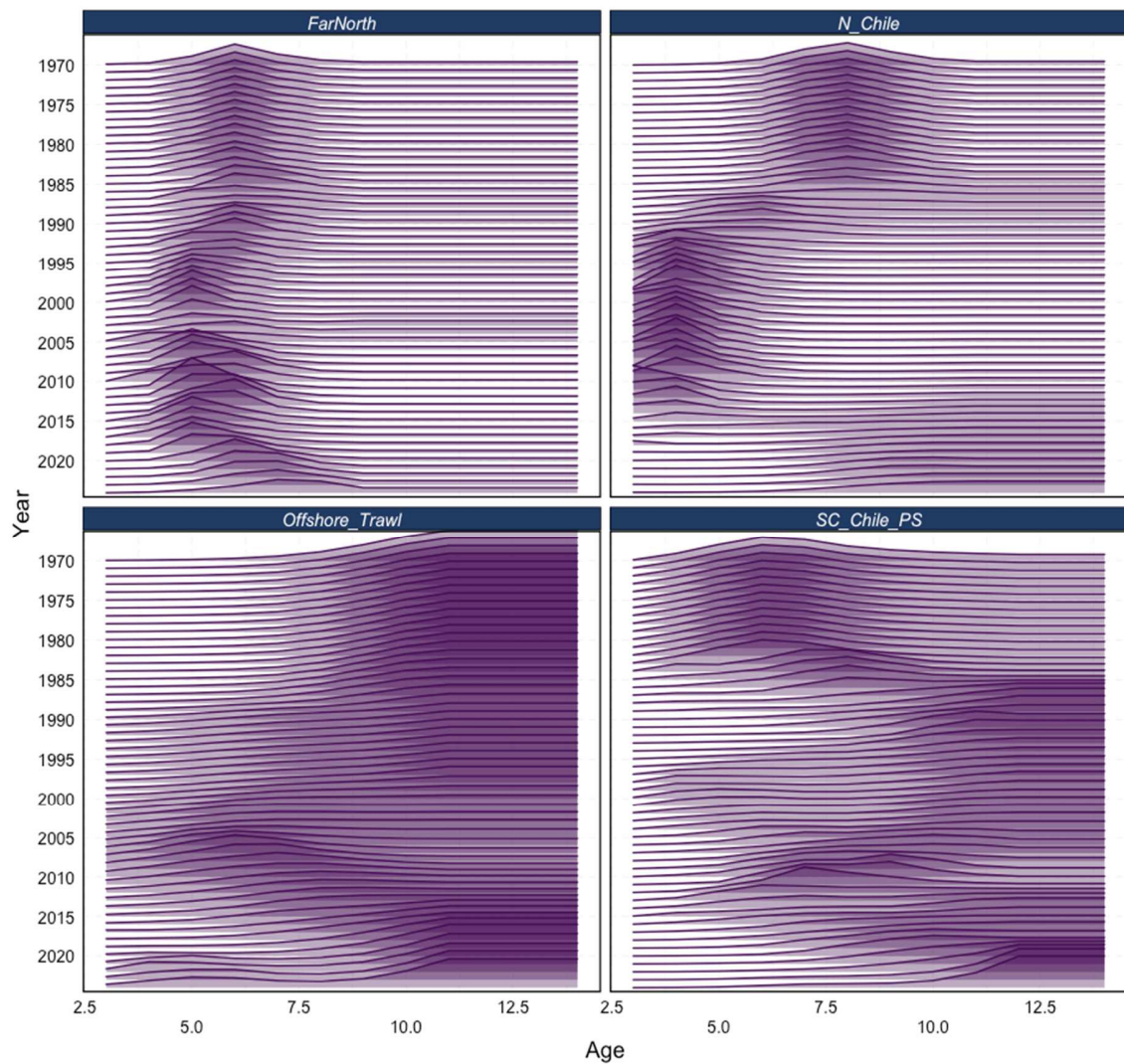


Figure 39. Patrones de selectividad por flota pesquera y años

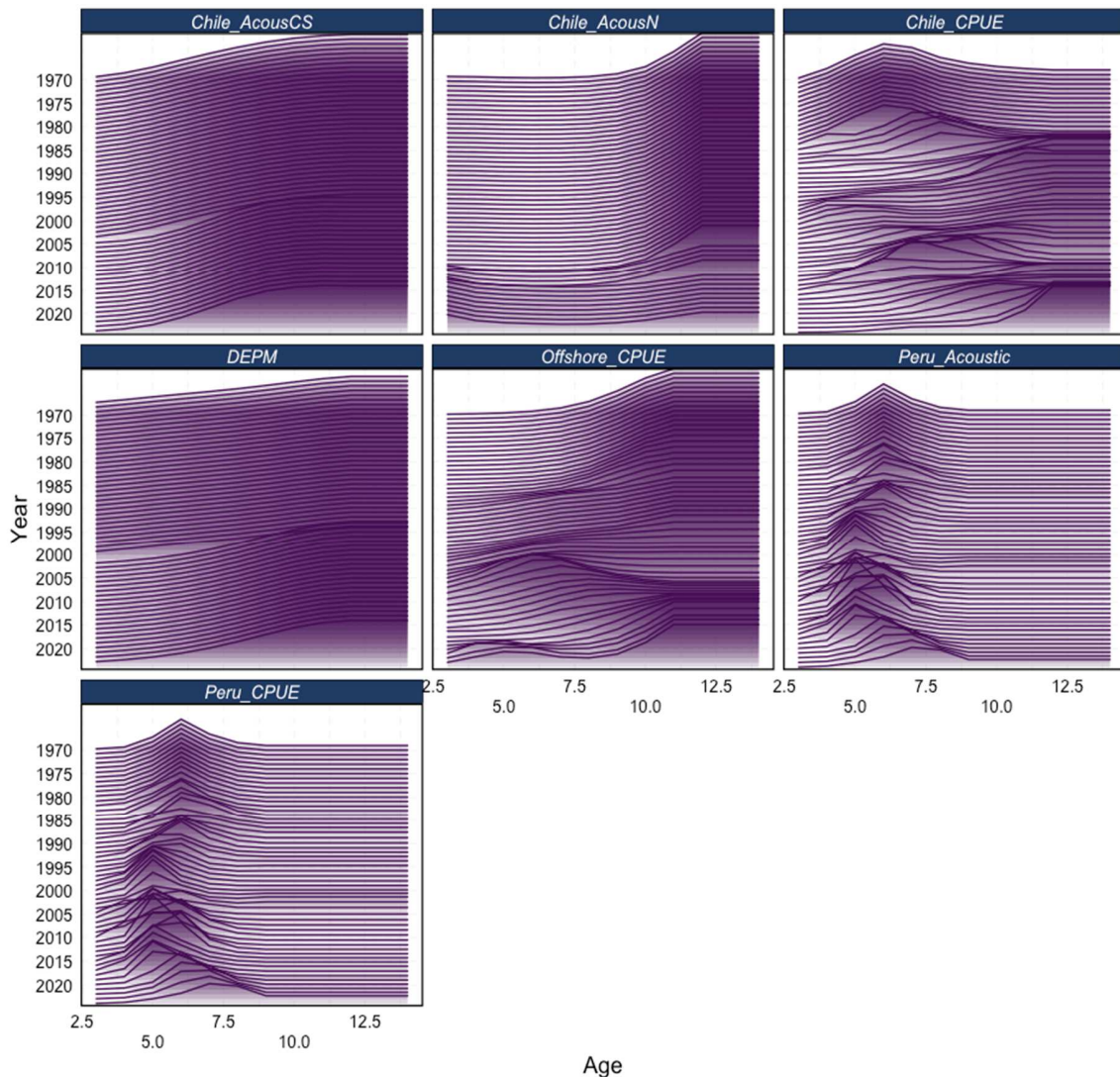


Figure 40. Patrones de selectividad por crucero de investigación, índice de CPUE y años.

La **Figura 41** y la **Tabla 15** muestran un resumen del estado del stock de jurel basado en los niveles y tendencia de la biomasa desovante, la mortalidad por pesca, el reclutamiento y el desembarque. La biomasa desovante tuvo una tendencia general decreciente desde 1970 hasta el 2012, con amplias fluctuaciones que incluyen el máximo histórico de 20 millones de t en 1988, luego a partir del año 2013 la tendencia se invierte, alcanzando 18 millones de t en los últimos tres años. La biomasa desovante en el RMS estimada dinámicamente (línea azul en figura 10) se mantuvo a través de los años relativamente estable entre 8 a 10 millones de t., y tuvo un promedio histórico de 8,7 millones de t.

Las tasas de mortalidad por pesca global (flotas combinadas) presentaron tres picos históricos (1984, 1997, 2009), una tendencia decreciente desde el 2009 al 2012, disminuyendo a valores tan bajos (0,12) como los estimados para el inicio de los años ochenta, y finalmente una estabilidad hasta el 2024. El F_{RMS} estimado dinámicamente fluctuó a través de los años, reflejando los cambios de los reclutamientos, los desembarques y los cambios en los patrones de selectividad. Desde el 2012 el F_{RMS} ha tenido una tendencia creciente, llegando en el 2024 a su valor máximo (0,61).

En las fluctuaciones anuales de los reclutamientos se identificaron tres períodos de: 1) reclutamientos altos en 1980-2000, con el máximo histórico en 1986-1987, 2) reclutamientos bajos en el período 2003-2015, y 3) reclutamientos altos en 2016-2024.

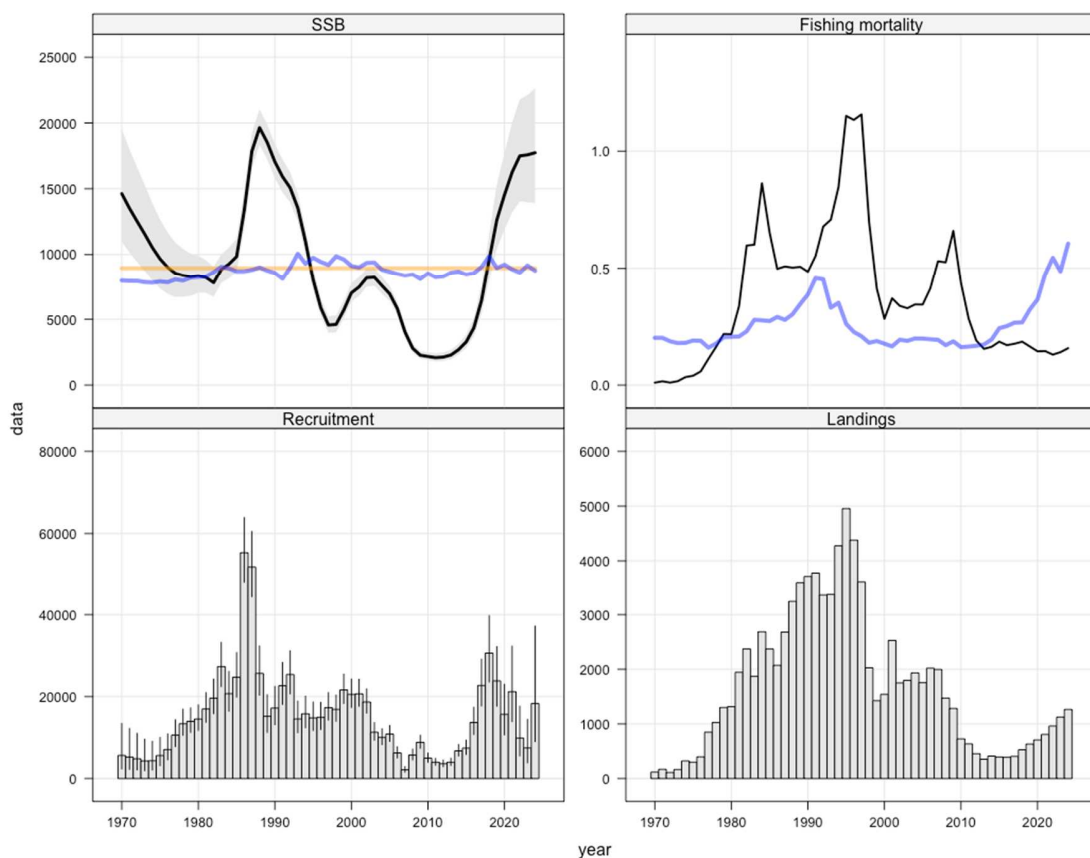


Figura 41. Estimaciones para la biomasa desovante (miles de t; arriba a la izquierda), el reclutamiento a la edad de 1 año (millones; abajo a la izquierda), la mortalidad por pesca total (arriba a la derecha) y la captura total (miles de t; abajo a la derecha). Las líneas azules representan los PBR basados en BD_{RMS} (arriba a la izquierda) y F_{RMS} (arriba a la derecha).



Tabla 15. Principales variables de estado (B= Biomasa desovante, F= Mortalidad por pesca, Reclutas), Puntos biológicos de referencia (B_RMS= Biomasa desovante del RMS, B0 = Biomasa desovante virginal, F_RMS = Mortalidad por pesca del RMS), y variables de estatus. Biomاسas en miles de t, y reclutas en millones de individuos de edad 1.

Año	Variables de estado			Puntos Biológicos de Referencia			Variables de Estatus	
	B	F	Reclutas	B_RMS	B_RMS/B0	F_RMS	B/B_RMS	F/F_RMS
1970	14627	0.01	5639	7973	0.31	0.20	1.83	0.40
1971	13517	0.01	5248	7939	0.31	0.20	1.70	0.40
1972	12521	0.01	4829	7937	0.31	0.19	1.58	0.40
1973	11543	0.02	4308	7842	0.30	0.18	1.47	0.40
1974	10514	0.03	4353	7810	0.30	0.18	1.35	0.40
1975	9651	0.04	5621	7893	0.30	0.19	1.22	0.40
1976	9005	0.05	7073	7833	0.30	0.19	1.15	0.40
1977	8547	0.10	10592	8050	0.31	0.16	1.06	0.40
1978	8374	0.15	13366	7963	0.31	0.18	1.05	0.40
1979	8265	0.20	13931	8185	0.32	0.20	1.01	0.41
1980	8346	0.20	14537	8230	0.32	0.21	1.01	0.41
1981	8200	0.31	16977	8279	0.32	0.21	0.99	0.41
1982	7798	0.55	19617	8631	0.33	0.23	0.90	0.42
1983	8835	0.55	27328	9051	0.35	0.28	0.98	0.44
1984	9257	0.79	20731	8930	0.35	0.28	1.04	0.43
1985	9833	0.60	24733	8694	0.34	0.27	1.13	0.43
1986	13348	0.46	55334	8699	0.34	0.29	1.53	0.43
1987	17857	0.47	51832	8807	0.34	0.28	2.03	0.43
1988	19641	0.46	25665	8994	0.35	0.30	2.18	0.44
1989	18524	0.47	15192	8755	0.34	0.35	2.12	0.43
1990	17052	0.45	17198	8566	0.33	0.39	1.99	0.42
1991	15921	0.51	22653	8114	0.31	0.46	1.96	0.41
1992	15068	0.62	25393	8978	0.35	0.45	1.68	0.43
1993	13534	0.65	14559	10044	0.39	0.33	1.35	0.47
1994	10991	0.78	15805	9283	0.36	0.35	1.18	0.45
1995	8035	1.06	14809	9736	0.38	0.26	0.83	0.46
1996	5877	1.05	14927	9421	0.36	0.23	0.62	0.45
1997	4567	1.07	17310	9197	0.36	0.21	0.50	0.44
1998	4613	0.64	16882	9849	0.38	0.18	0.47	0.46
1999	5701	0.38	21615	9613	0.37	0.19	0.59	0.46

Tabla 15. Continuación.

Año	Variables de estado			PBR			Variables de Estatus	
	B	F	Reclutas	B_RMS	B_RMS/B0	F_RMS	B/B_RMS	F/F_RMS
2000	7021	0.26	20525	9115	0.35	0.18	0.77	0.44
2001	7476	0.35	20675	8997	0.35	0.16	0.83	0.44
2002	8181	0.31	18689	9350	0.36	0.19	0.87	0.45
2003	8218	0.30	11298	9371	0.36	0.19	0.88	0.45
2004	7572	0.32	10042	8820	0.34	0.20	0.86	0.43
2005	6946	0.32	10841	8653	0.33	0.20	0.80	0.42
2006	5820	0.38	6243	8491	0.33	0.20	0.69	0.42
2007	4036	0.50	2124	8354	0.32	0.19	0.48	0.41
2008	2801	0.50	5727	8449	0.33	0.17	0.33	0.42
2009	2268	0.62	8838	8096	0.31	0.19	0.28	0.41
2010	2172	0.41	4977	8530	0.33	0.16	0.25	0.42
2011	2085	0.26	3994	8227	0.32	0.16	0.25	0.41
2012	2126	0.18	3616	8285	0.32	0.17	0.26	0.41
2013	2285	0.14	3991	8585	0.33	0.17	0.27	0.42
2014	2694	0.15	6760	8673	0.34	0.19	0.31	0.42
2015	3285	0.17	7428	8437	0.33	0.24	0.39	0.42
2016	4358	0.16	13676	8554	0.33	0.25	0.51	0.42
2017	6439	0.16	22724	9034	0.35	0.27	0.71	0.44
2018	9599	0.17	30616	9850	0.38	0.27	0.97	0.46
2019	12630	0.15	23838	8961	0.35	0.32	1.41	0.43
2020	14538	0.13	15660	9211	0.36	0.37	1.58	0.44
2021	16259	0.13	21202	8850	0.34	0.47	1.84	0.43
2022	17498	0.12	9891	8604	0.33	0.55	2.03	0.42
2023	17577	0.13	7458	9147	0.35	0.49	1.92	0.44
2024	17738	0.14	18326	8744	0.34	0.61	2.03	0.43

La incertidumbre (CV= coeficientes de variación) de las estimaciones de las principales variables se muestra en la **Figura 42**, la cual se caracterizó por ser mayor hacia el inicio y al final de la serie de años. En el caso de los reclutamientos, las fluctuaciones fueron grandes con una tendencia en forma de “U”, la cual destaca por valores muy altos (CV=0,4) en los últimos años. Por su parte, las biomásas totales y desovantes fueron estimadas con similar incertidumbre, siendo ésta en los últimos años (CV=0,1) cercana a la mitad de la incertidumbre de los años iniciales.

Uncertainty of key parameters

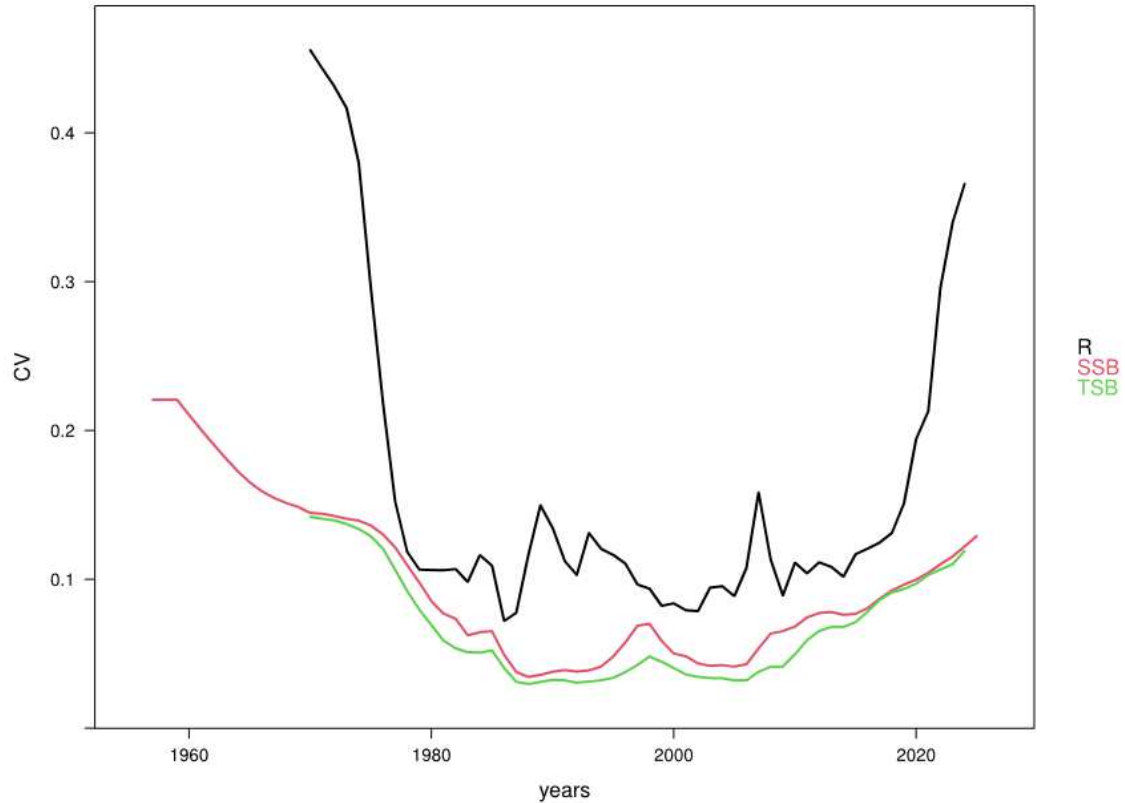


Figura 42. Incertidumbre (CV= coeficientes de variación) de las estimaciones de reclutamientos (R), biomasa total (TSB) y biomasa desovante (SSB).

El modelo tuvo una buena conducta retrospectiva, los valores del parámetro de Mohn (Mohn 1999) pequeños y negativos, indicando una pequeña tendencia a subestimar la biomasa desovante (**Figura 43**), los reclutamientos (**Figura 44**) y la mortalidad por pesca de la flota de la zona centro-sur (**Figura 45**).

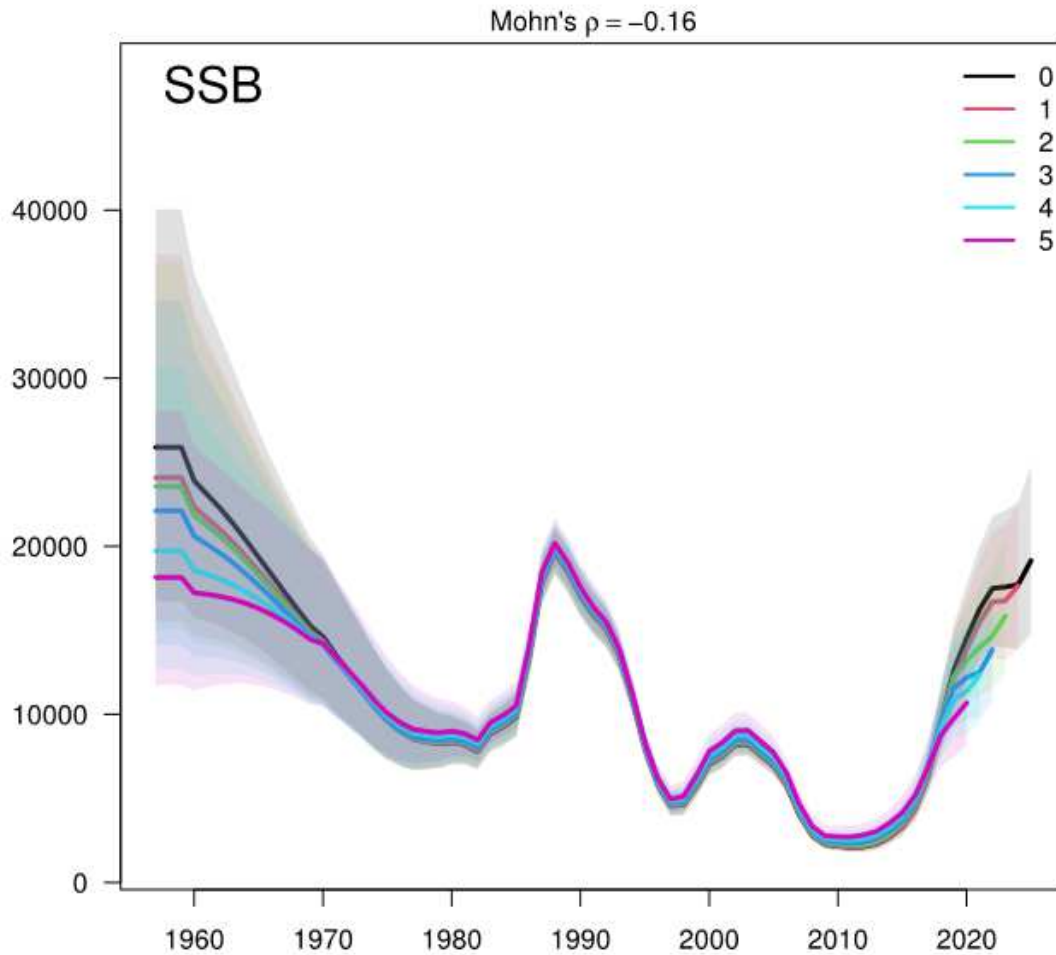


Figura 43. An3lisis retrospectivo de la biomasa desovante.

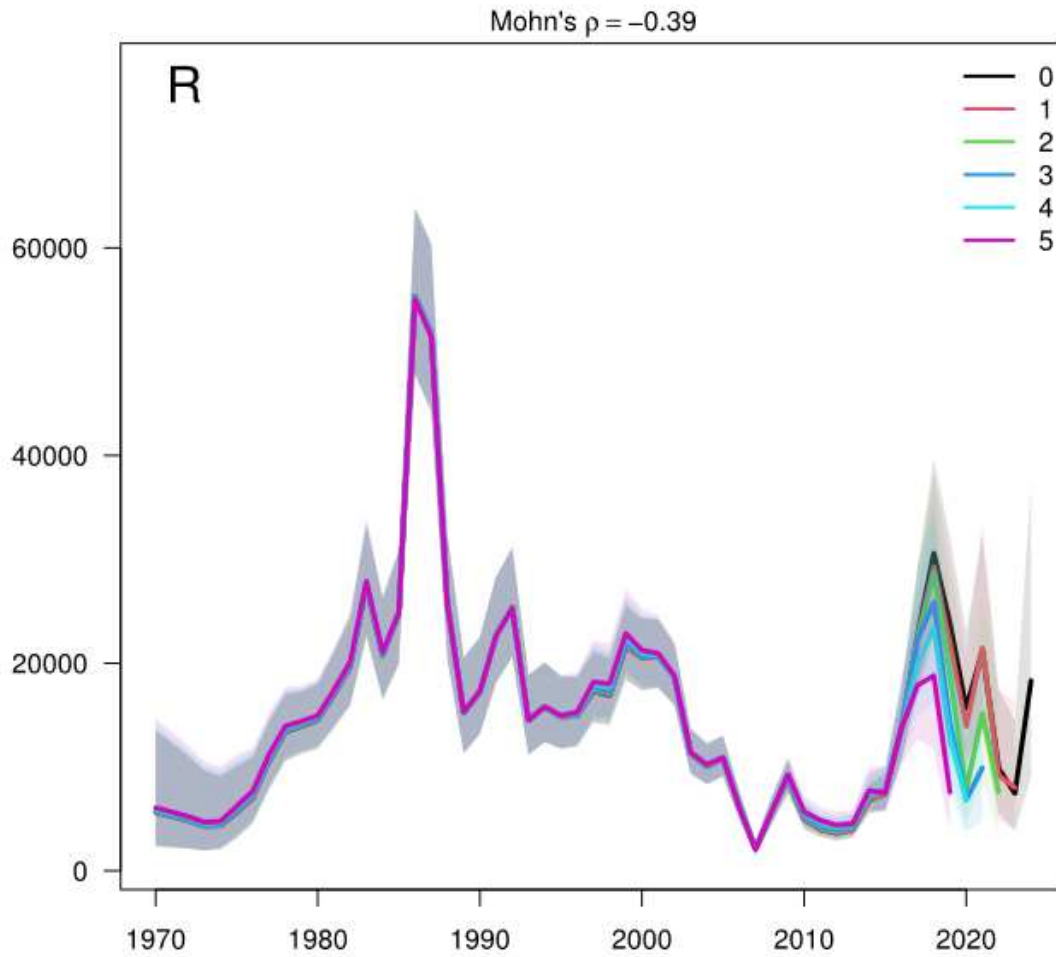


Figura 44. Análisis retrospectivo de los reclutamientos.

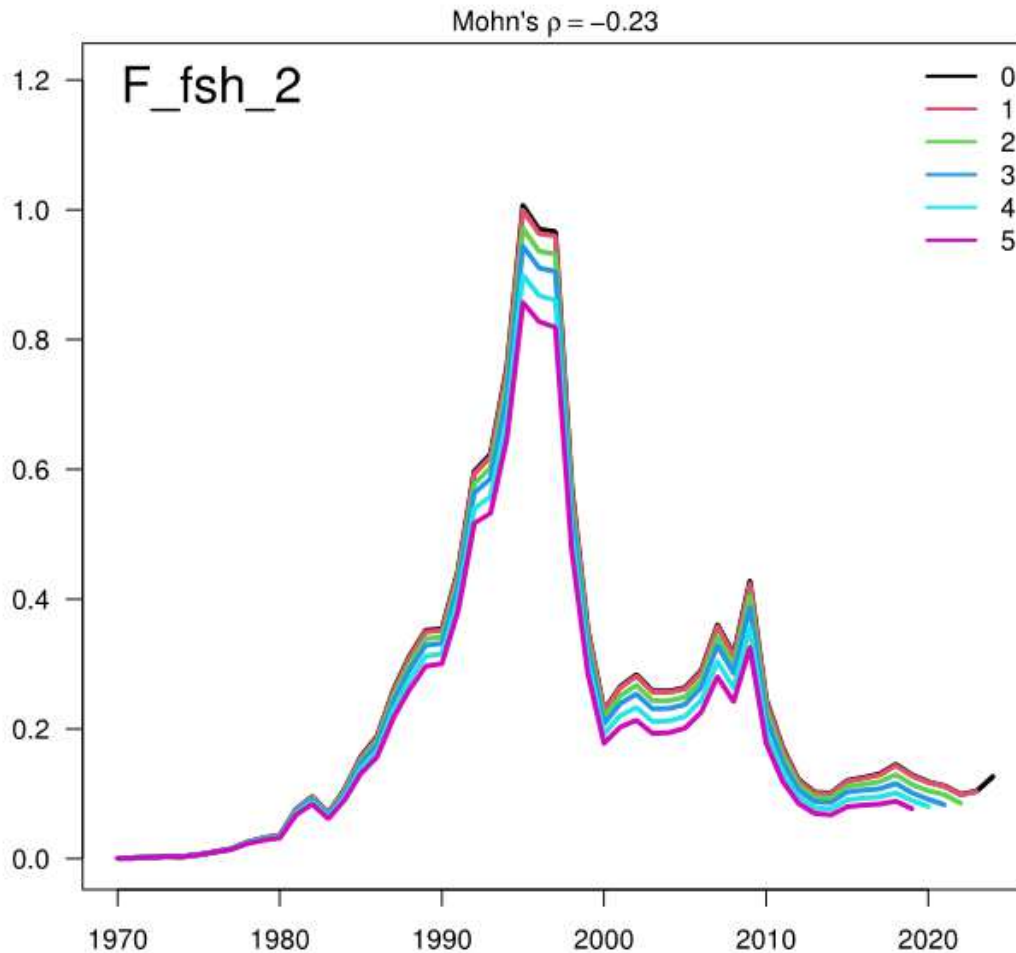


Figura 45. Análisis retrospectivo de la mortalidad por pesca de la flota centro-sur de Chile.

4.2.3. Estatus del stock

La condición de explotación de jurel está basada en un sistema delineado por Puntos Biológicos de Referencia (PBR) basados en el RMS. Este sistema de referencia permite representar en un esquema gráfico (llamado gráfica de Kobe) la ocurrencia de sobrepesca ($F > F_{RMS}$), sobreexplotación ($SB < SB_{RMS}$) y subexplotación ($F < F_{RMS}$ y $SB > SB_{RMS}$) (**Figura 46**). El estado de explotación de jurel en el Pacífico sur oriental en el año 2024 es subexplotado (**Tabla 16**).

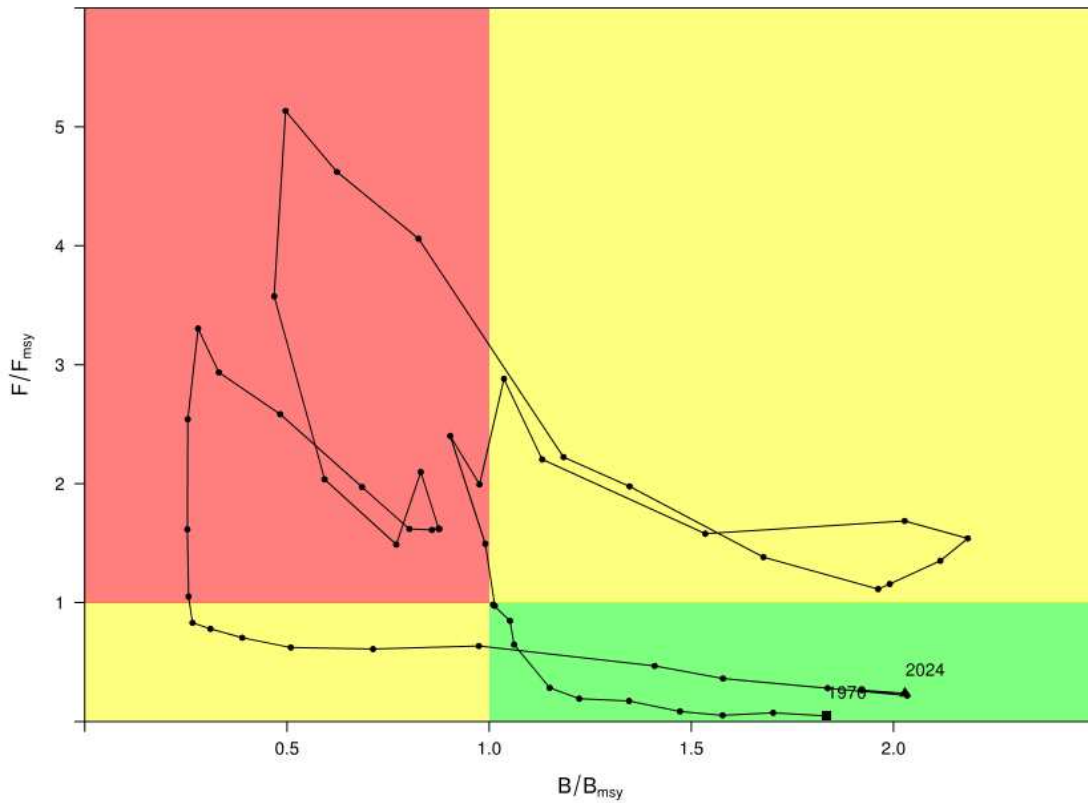


Figura 46. Diagrama de estatus del stock (“kobe plot”). F= Mortalidad por pesca, B= Biomasa desovante, msy= Rendimiento Máximo Sostenido.

Tabla 16. Estatus del stock. Condición en el año 2023 y 2024 de la mortalidad por pesca y de la biomasa desovante relativa a los niveles del Rendimiento Máximo Sostenido (RMS) y de la biomasa límite (BLIM).

		2023	2024
Mortalidad por pesca relativa a:	F_RMS	Por debajo 100%	Por debajo
Biomasa desovante relativa a:	BD_RMS	Por Sobre 100%	Por Sobre 100%
Biomasa desovante relativa a:	BD_LIM	Por Sobre 100%	Por Sobre 100%



4.3 Objetivo 3

“Determinar niveles de Captura Biológicamente Aceptable (CBA) que lleven y/o mantenga la pesquería en torno al Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), a partir de un análisis de riesgo en condiciones de incertidumbre de no alcanzar los objetivos de conservación y sostenibilidad conforme lo establece la LGPA y contenidos en el Plan de Manejo y/o en el Programa de Recuperación respectivo, según corresponda”

4.3.1. Proyecciones del stock

Las proyecciones de biomasa desovante muestran que, si se suspendiera la pesca, el stock alcanzaría su biomasa inicial en el 2044, mientras que, si se mantiene el F de 2024, las biomasa disminuirán para estabilizarse en 10 millones de t a partir del 2040 (**Figura 47**). Aumentar en un 25% o disminuir en un 25% el F2022 no generaría grandes impactos en el nivel de biomasa desovante. La aplicación de F_RMS produciría en los 10 primeros años de proyección una fuerte disminución de la biomasa desovante, para luego estabilizarse en 5 millones de t, la mitad que se produciría con el F de 2024. Por su parte, al aplicar el F_RMS la captura 2025 alcanzaría los 4,98 millones de t, para luego caer exponencialmente durante aproximadamente 5 años, para posteriormente estabilizarse a un nivel cercano a 1,2 millones de t (**Figura 48**). Estos cambios notables en los primeros años de la proyección se deben a la que la estructura de edad del stock en el 2024 tiene un importante componente de individuos que aún les queda un tiempo para crecer en peso y contribuir a la biomasa y la captura, y que luego cuando estos pasen e ingresen los reclutamientos proyectados (condición de bajos reclutamientos) los niveles de estas variables se ajustarán a la baja.

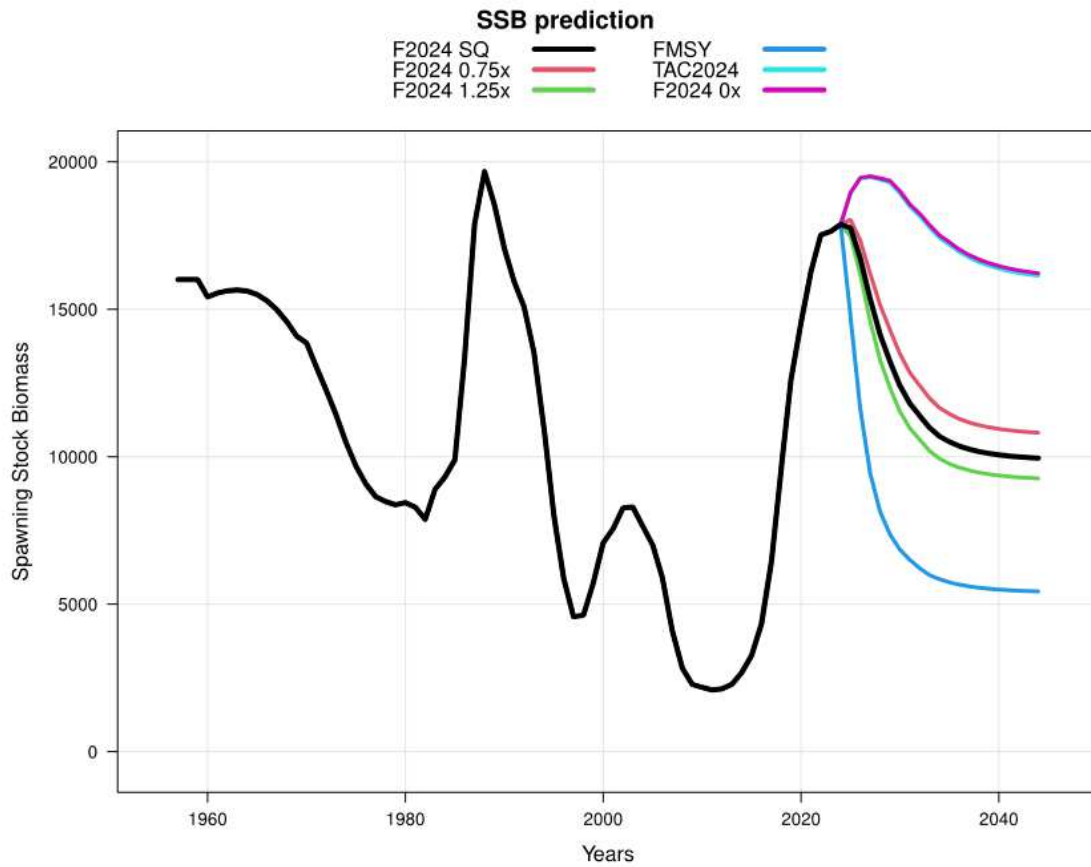


Figura 47. Proyecciones de la biomasa desovante para el periodo 2025-2044, suponiendo reclutamientos bajos y aplicando una estrategia de mortalidades por pesca constante a través de los años. Se proyectan diferentes niveles de F que son múltiplos (1 o SQ, 0.75, 1.25) de F2024, $F=F_{RMS}$ (FMSY), cuota 2024 (TAC2024), y $F=0$ (F2024 0x).

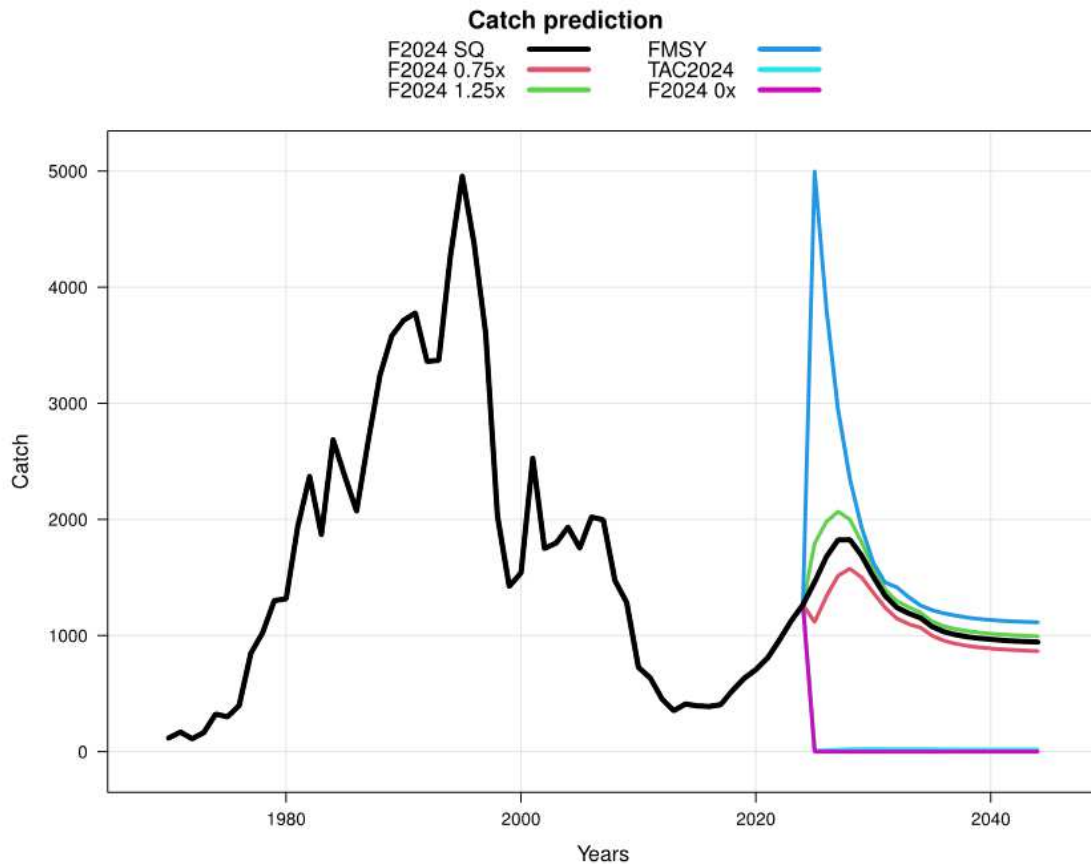


Figura 48. Proyecciones de la captura total (en miles de t) para el periodo 2025-2044, suponiendo reclutamientos bajos y aplicando una estrategia de mortalidades por pesca constante a través de los años. Se proyectan diferentes niveles de F que son múltiplos (1 o SQ,, 0.75, 1.25) de F2024, $F=F_{RMS}$ (FMSY), cuota 2024 (TAC2024), y $F=0$ (F2024 0x).

4.3.2. Tabla de riesgo de la Captura 2025 con F_{RMS} y con un aumento del 15% de la cuota 2024.

La captura total que resulta de aplicar el F_{RMS} para el 2025 se estimó en 4,98 millones t y para el 2026 en 3,8 millones de t (**Tabla 17**). Sin embargo, siguiendo las pautas establecidas por el plan de recuperación (la cuota de captura no puede ser mayor o menor que un 15% que la cuota del año anterior), la capturas para el 2024 deberían ser iguales o menores a 1,428 millones de t. En todos los escenarios se proyectaron altas probabilidades que las biomazas sean mayores que la biomasa en el RMS, excepto cuando se proyecta el F_{RMS} donde fue cercana a 6%.



Tabla 17. Tabla de riesgo de escenarios de proyecciones bajo diferentes estrategias de explotación de mortalidad por pesca constante (primera columna). Se proyectan las capturas para los años 2025 y 2026 (Catch en miles de t), las biomazas desovantes para los años 2026, 2030 y 2034 (B en miles de t) y las probabilidades (Pr en %) que estas biomazas sobrepasen la B_RMS (B_{MSY}). TAC = Cuota de captura.

Catch scenariio	Catch 2025 (kt)	Catch 2026 (kt)	B_{2026}	P(B_{2026} > B_{MSY}) %	B_{2030}	P(B_{2030} > B_{MSY}) %	B_{2034}	P(B_{2034} > B_{MSY}) %
F = 0	0	0	19461	100	19008	100	17509	99
F = F_{2024}	1462	1679	16724	100	12409	90	10694	72
F = F_{MSY}	4997	3818	11598	93	6852	14	5847	6
F= $F_{2024} \times 0.75$	1117	1337	17331	100	13489	94	11660	80
F= $F_{2024} \times 1.25$	1794	1981	16159	100	11534	83	9933	63
TAC = TAC_{2024}	1242	1464	17108	100	13073	93	11284	77
TAC = $TAC_{2024} + 15\%$	1428	1647	16781	100	12504	90	10779	72

Considerando que la Comisión de la OROP-PS acordó que las capturas de Chile corresponderán al 66,00% de la cuota de captura para el área de distribución del recurso, si considera un 15% de aumento de la cuota del año pasado, la cuota de Chile para el 2025 podría ser de 942 mil t.

4.3.3. Tabla de riesgo de captura 2025 extendida a otros límites de aumento de la cuota.

Considerando que la biomasa actual es cercana al doble de la B_{RMS} , y que la mortalidad por pesca es muy inferior a la F_{RMS} , Payá (2024b), aplicando el mismo método que el CC11, analizó el riesgo de otros niveles de aumento de la cuota de captura, el cual fue presentado y discutido en el CC12 (<https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/12th-SC-2024/Jack-Mackerel/SC12-JM10-CHL-Increase-options-in-the-Jack-Mackerel-Risk-Table.pdf>). El CC12 acordó incorporar, en el anexo técnico del reporte de la reunión del Comité Científico (<https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/12th-SC-2024/SC12-Report-Annex-07-JM-Technical-Annex.pdf>), la tabla de riesgo extendida (Tabla 18). Los límites de aumento adicionales (20%, 75% y 100%) tuvieron probabilidades muy altas de mantener una biomasa desovante mayor que la biomasa desovante en el RMS. Aplicar el 100% de aumento produjo una captura igual a la mitad de la captura con el F_{RMS} .



Tabla 18. Tabla de riesgo con escenarios adicionales de F contantes.

F	Catch 2025 (kt)	Catch 2026 (kt)	B ₂₀₂₆	P(B ₂₀₂₆ >B _{MSY}) %	B ₂₀₃₀	P(B ₂₀₃₀ > B _{MSY}) %	B ₂₀₃₄	P(B ₂₀₃₄ >B _{MSY}) %
0	0	0	19461	100	19008	100	17509	99
F ₂₀₂₄	1462	1679	16724	100	12409	90	10694	72
F _{MSY}	4997	3818	11598	93	6852	14	5847	6
F ₂₀₂₄ x 0.75	1117	1337	17331	100	13489	94	11660	80
F ₂₀₂₄ x 1.25	1794	1981	16159	100	11534	83	9933	63
F _{TAC2024}	1242	1464	17108	100	13073	93	11284	77
F _{TAC2024} +15%	1428	1647	16781	100	12504	90	10779	72
F _{TAC2024} +20%	1490	1706	16674	100	12327	89	10622	71
F _{TAC2024} +75%	2174	2295	15539	100	10688	75	9204	54
F _{TAC2024} +100%	2484	2529	15049	99	10089	67	8688	46

4.4 Objetivo 4

“Informar el avance del Programa de Mejoramiento Continuo de la Calidad en la Asesoría Científica (PMCCAC) realizado durante el presente estudio, respecto al cumplimiento de recomendaciones formuladas en procesos de RPEI y priorizadas por el CCT, cuando corresponda.”

En el caso del jurel, las recomendaciones de los Procesos de Revisión por Pares Externos e Independientes (RPEI) y del Comité Científico Técnico (CCT) se realizan, analizan y discuten en el Comité Científico (CC) de la OROP-PS. Luego, estas recomendaciones se incorporan en el plan de trabajo (“Work plan”) anual del CC de la OROP-PS, el cual es informado al CCT chileno.

4.4.1 Participación de IFOP en el plan de trabajo del CC de la OROP-PS.

IFOP participó en todas las tareas y subtareas del año 2024 del plan de trabajo multianual del Comité Científico (CC) de la OROP-PS del período 2024-2025+ (**Tabla 19**).



Tabla 19. La participación de IFOP en las tareas y subtareas del plan de trabajo multianual del Comité Científico (CC) de la OROP-PS para el período 2023-2024+.

Tarea	Subtarea	Línea de tiempo	Coordinador	¿IFOP participó?
Evaluación de stock	Revisar los datos de entrada disponible para la evaluación de stock	2024	US/EU	SI
	Continuar actualizando y comparando estandarizaciones de índices de abundancia comercial entre diferentes flotas y el Impactos del aumento de la eficiencia en las flotas.	2024		SI
	CC y otros fondos para apoyar a los expertos durante el la evaluación de stock en el SC	2021-2022	EU	NO
	Proporcionar asesoramiento sobre TAC de acuerdo con la solicitud de la Comisión. (Basado en la regla de control de captura de SCW14).	2024		SI
Evaluación de Estrategia de Manejo	Taller sobre objetivos de EEM y medidas de reglas de control de la pesca (HCR) con partes interesadas y administradores, preferiblemente en conexión con la reunión de la Comisión de 2025.	2025	EU/ Chile	SI
	Desarrollar y llevar a cabo una evaluación de EEM para diseñar procedimientos de manejo alternativos (ver COMM8-Informe Anexo 8b). Esto incluirá puntos biológicos puntos de referencia, prórroga de cuota, cuota acumulada en 2 años, e hipótesis de stock (párrafos 80, 102, 118 COMM8-Informe). Los	2024		SI



	resultados iniciales deben informarse al SC11.			
Investigación en Conectividad	Grupo de trabajo sobre conectividad para mejorar la comprensión del origen y la mezcla de poblaciones o subpoblaciones de jurel en el Pacífico Sur. Términos de referencia incluidos en G137-2022.	2022-2026	Chile Perú EU	Si,
Técnicas de edad	Grupo de trabajo sobre análisis de edad e intercambio de otolitos del CJM para abordar las prácticas actuales de asignación de la edad de jurel, las técnicas de validación para verificar edades y una documentación completa de técnicas de envejecimiento y protocolos. Términos de referencia incluidos en SC9.	2022 - 2024	Chile Perú EU	NO (IFOP invitó a participar en el taller, pero no hubo interesados)

4.4.2 Hoja de ruta de IFOP para atender las actividades del plan de trabajo del CC de la OROP-PS.

Las actividades realizadas de la hoja de ruta de IFOP corresponden a las subtareas en el plan de trabajo del Comité Científico (CC) de la OROP-PS durante el 2024 fueron.

Revisar los datos de entrada disponible para la evaluación de stock.

Se revisaron los datos biológico-pesqueros del jurel considerando la actualización de los datos. La información biológica fue actualizada hasta el primer trimestre del 2024, mientras que el índice de CPUE hasta junio del 2024. Los datos fueron enviados al CC de la OROP-PS en tres archivos (“templates”): 1) Chile_ALK_SPRFMO_2023.xlsm; 2) Chile_ALK_SPRFMO_2024_1stQ.xlsm; 3) Chile_SURVEY_SPRFMO_2024_ZN.xls.

Continuar actualizando y comparando estandarizaciones de índices de abundancia comercial entre diferentes flotas y el Impactos del aumento de la eficiencia en las flotas.

Esta tarea se abordó en detalle durante el año 2024 y se reporta en el primer objetivo del presente informe.



Proporcionar asesoramiento sobre TAC de acuerdo con la solicitud de la Comisión

Se realizaron tres subtarefas:

4.4.2.1 Envío de documentos de trabajo al 12° CC

Para este año la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura solicitó informar del envío de estos documentos de trabajo mediante un documento técnico que fue entregado en agosto de 2024 (Payá 2024e).

Los siguientes documentos de trabajo (“working papers”) fueron enviados por IFOP a la 12°CC.

Referencia	Título de documento
SC12-JM04	Jack mackerel CPUE index and acoustic biomass in the south-central Chile (CHL). https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/12th-SC-2024/Jack-Mackerel/SC12-JM04-CHL-Jack-Mackerel-CPUE-index-and-acoustic-biomass-in-the-south-central-Chile.pdf
SC12-JM05	Hydroacoustic assessment of Jack Mackerel in the North of Chile in 2024 (CHL). https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/12th-SC-2024/Jack-Mackerel/SC12-JM05-CHL-Hydroacoustic-assessment-of-Jack-Mackerel-in-the-North-of-Chile-in-2024.pdf
SC12-JM07	Incorporating a creep factor into the Chile Jack Mackerel CPUE index standardization (CHL). https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/12th-SC-2024/Jack-Mackerel/SC12-JM07-CHL-Incorporating-a-creep-factor-into-the-Chile-Jack-Mackerel-CPUE-index-standardization.pdf
SC12-JM09	Terms of Reference for the age jack mackerel workshop (CHL). https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/12th-SC-2024/Jack-Mackerel/SC12-JM09-CHL-Terms-of-Reference-age-jack-mackerel-workshop.pdf
SC12-JM10	Increase options in the Jack Mackerel Risk Table (CHL). https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/12th-SC-2024/Jack-Mackerel/SC12-JM10-CHL-Increase-options-in-the-Jack-Mackerel-Risk-Table.pdf

Los resúmenes de los documentos de trabajo se presentan a continuación

Incremento de opciones en la Tabla de Riesgos de Jurel.

Ignacio Payá C.

La rápida recuperación de la población de jurel y la aplicación de un estabilizador de capturas ha producido un aumento importante en la diferencia entre la cuota de captura y la captura en RMS. El estabilizador de cuotas se introdujo cuando la población estaba sobreexplotada, pero ahora la población se encuentra en muy buenas condiciones. Cada año el SC informa a la Comisión las opciones de captura en una tabla de captura de riesgo que se basa en diferentes proyecciones fijas de mortalidad por pesca. Hasta



ahora, el estabilizador más alto incluido en la tabla es +20% de la cuota anterior. Dado el buen estado del stock, era importante explorar el impacto del aumento del límite superior del estabilizador. Como ejercicio, se realizaron proyecciones con estabilizador de +50%, +75% y +100% utilizando el mismo programa, códigos y scripts R utilizados durante el SC11. El estabilizador de +100% produjo una captura en 2024 que fue el 44% de la captura con FRMS, y una alta probabilidad (0,88) de que la SSB sea mayor que la SSB RMS en el año 2033. Por lo tanto, las proyecciones adicionales mostraron que hay espacio para aumentar el límite superior del estabilizador con un criterio de precaución.

Índice CPUE de jurel y biomasa acústica en el centro sur de Chile.

Ignacio Payá C.

Se analizaron las relaciones entre el índice CPUE y los resultados de los estudios hidroacústicos en la zona centro-sur, incluyendo la biomasa acústica, la densidad acústica y el área de distribución de peces. Los estudios acústicos realizados en 2000, 2021 y 2023 estimaron tendencias decrecientes en la biomasa y el área ocupada por los peces, y un alto aumento en la densidad. Se ajustó un modelo de rampa entre el índice CPUE y la biomasa. El índice CPUE tiende a aumentar con la densidad acústica hasta alcanzar un nivel asintótico. Se ajustó un modelo lineal entre el índice CPUE y el área (excluyendo los últimos tres años), que se propone corregir el índice CPUE. El índice de CPUE corregido no aumentó en 2020 como lo hizo el índice de CPUE actual; en cambio, se mantuvo en un nivel similar al del año anterior. Se recomienda tener precaución al utilizar el índice CPUE porque parece sobreestimar la recuperación del stock en la zona centro-sur de Chile. Mientras tanto, los estudios acústicos realizados en la zona norte estimaron una tendencia creciente de la biomasa en los últimos años. El crucero acústico de 2024 registró la mayor densidad jamás registrada en la zona norte. En general, la disminución de la biomasa acústica en la zona centro-sur parece ser compensada por el aumento en la zona norte, lo que resulta en una biomasa acústica relativamente estable en toda la zona.

Incorporación de un factor de “effort creep” en la estandarización del índice CPUE del jurel de Chile.

José I. Zenteno, Ignacio Payá

La flota centro-sur de la pesquería de jurel en Chile ha experimentado cambios tecnológicos a lo largo del tiempo, que pueden no reflejarse en otras variables ya consideradas en el índice de abundancia de CPUE. En este estudio, exploramos diferentes enfoques para estimar e incluir un factor de corrección de fluencia en la estandarización del índice CPUE de Chile. A partir del estudio de la pesquería JM realizado durante 2023, utilizamos las respuestas de los pescadores para determinar la magnitud de los cambios percibidos en la eficiencia de la flota y los periodos de ocurrencia para estimar un factor de fluencia. Luego, implementamos un GLM, donde la

inclusión de un factor de fluencia como variable ficticia en el modelo de estandarización del índice CPUE de Chile mostró multicolinealidad y “aliasing” que impidió su uso como un factor adicional en el modelo. Sin embargo, cuando se utilizó el índice CPUE corregido mediante un factor de fluencia informado como variable de respuesta en un GLM, el modelo mostró un patrón similar al de la CPUE no corregida. Discutimos los beneficios y limitaciones de este enfoque y proponemos los próximos pasos para ajustar y mejorar su confiabilidad. Los próximos pasos pueden incluir una encuesta adicional para recopilar datos complementarios de los usuarios que puedan mejorar la solidez del proceso de estandarización del índice.

Evaluación hidroacústica del jurel en la zona norte de Chile (2024).

Víctor Catasti, Bernardo Leiva y Camilo Rodríguez

La flota centro-sur de la pesquería de jurel en Chile ha experimentado cambios tecnológicos a lo largo del tiempo, lo que puede no estar reflejado en otras variables ya consideradas en el proceso de estandarización de CPUE. Para tener en cuenta estos cambios, el Comité Científico de la OROP-PS acordó aplicar un factor del 1% anual para corregir los índices de abundancia de CPUE de jurel para las flotas chilena y peruana. Sin embargo, existen preocupaciones sobre las implicaciones técnicas de una tasa fija, y se recomendó la exploración de factores de corrección de eficiencia alternativos. En este estudio recopilamos y organizamos la información cualitativa y cuantitativa disponible relacionada con los cambios tecnológicos, operativos y normativos en la flota centro-sur de Chile, y se desarrolló una serie de tiempo informada de la fluencia del esfuerzo. La corrección propuesta está compuesta por bloques variables en el tiempo de factores de eficiencia, lo que brinda una alternativa para la corrección del esfuerzo o CPUE. Discutimos los beneficios y las limitaciones de este enfoque y proponemos los siguientes pasos para ajustar y mejorar su confiabilidad.

Propuesta de términos de referencia para el taller de lectura de otolitos de jurel (*Trachurus murphyi*) entre laboratorios de edad de la SPRFMO.

Camilo Rodríguez-Valentino.

La SC solicitó validar los protocolos de lectura de otolitos del jurel (*Trachurus murphyi*) para mejorar la estimación de la edad. En este contexto, Chile llevó a cabo 3 proyectos de investigación. El primer proyecto validó los “anillos anuales” mediante análisis de microestructura, seguimiento de clases modales fuertes y bombas de radiocarbono, y estimó una rápida tasa de crecimiento durante los dos primeros años de vida. El segundo proyecto validó la periodicidad diaria de los microincrementos y confirmó las rápidas tasas de crecimiento durante los dos primeros años de vida. El tercer proyecto validó el segundo anillo mediante lecturas de microincrementos, elaboró una colección de referencia para capacitar a nuevos lectores, un nuevo protocolo para la preparación y lectura de otolitos y el ajuste de la base de datos de lecturas históricas de otolitos de



jurel al nuevo criterio validado para la estimación de edad. Considerando que los laboratorios de edad y crecimiento interesados en realizar lecturas de jurel deben compartir su experiencia e investigaciones, se propone un término de referencia con el objetivo de presentar los criterios de lectura de otolitos de jurel (*Trachurus murphyi*) utilizados por los laboratorios de edad y crecimiento de la SPRFMO miembro. países. Los objetivos son 1) Discutir los criterios de lectura de otolitos y la interpretación de los anillos; 2) Realizar ejercicios de lectura remota a partir de imágenes digitales de otolitos de la colección de referencia de otolitos de jurel de IFOP, 3) Realizar un ejercicio de lectura de otolitos presencial, y 4) Definir un plan de control de calidad de las lecturas de otolitos de jurel entre la edad y laboratorios de crecimiento de los países miembros de la SPRFMO.

4.4.2.2 Reuniones previas al 12° CC.

Dos reuniones de trabajo del grupo de jurel preparatorias para la reunión anual del CC se realizaron, la primera 17 de julio y la segunda el 20 de agosto. Estas reuniones tuvieron por objetivos: 1) la preparación de los datos para la evaluación de stock; 2) el estado de los programas para realizar la evaluación, estatus del stock, y proyecciones de capturas; 3) las composiciones de edades y tallas de la captura; 4) los documentos enviados al CC; y 5) la actualización del avance de la plataforma de EEM.

4.4.2.3 12° reunión anual del CC.

La 12° reunión del comité científico ("12thSC") se realizó entre el 20 de septiembre al 5 de octubre de 2024 en forma presencial en la ciudad de Lima en Perú (<https://www.sprfmo.int/meetings/scientific-committee/12th-sc-2024/>). Por tercer año consecutivo, Ignacio Payá realizó la vocería de la delegación chilena. La delegación chilena fue presidida por Aurora Guerrero (foto 1).



Foto 1. Algunos miembros de la delegación chilena en el CC12 de la OROP-PS 2024. De izquierda a derecha: Aquiles Sepúlveda (INPESCA), José Zenteno (IFOP), Salvador Vega (Cancillería de Chile), Nicole Mermoud (SSPA), Aurora Guerrero (SSPA), Valesca Montes (INPESCA), Ignacio Payá (IFOP), Nicolas Alegria (INPESCA), Sebastián Vásquez (INPESCA).

Payá realizó las siguientes presentaciones orales en el CC12, :1) Increase options in the Jack Mackerel Risk Table Chilean Jack Mackerel, 2) Jack mackerel CPUE index and acoustic biomass in the south-central Chile, 3) Hydroacoustic assessment of Jack Mackerel in the North of Chile in 2024. Por su parte, J. Zenteno presentó "Incorporating a creep factor into the Chile Jack Mackerel CPUE index standardization".

Subtareas de la tarea de Evaluación Estrategia de Manejo.

Se reportan en el objetivo 5 de este informe.

4.4.3 Participación en el Comités Científico Técnico de jurel (CCT-jurel).

Durante el año 2024, el jefe de proyecto, Ignacio Payá, participó como miembro representante de IFOP en el CCT-jurel, donde se realizaron un total tres reuniones.

La primera reunión se realizó en junio de 2024 y tuvo por objetivo revisar: 1) resultados de la reunión anual de la Comisión-SPFRMO, realizada entre el 23 y 26 de enero del presente en Manta, Ecuador; 2) el "working plan" SC-SPFRMO y aporte nacional; 3) el estado de situación y los acuerdos en el



desarrollo del Evaluación de Estrategias de Manejo (WG-MSE-SPFRMO), y 4) las propuestas de Procedimientos de Manejo. Durante esta reunión se realizó una presentación oral (ver [Anexo 2](#)) con los siguientes temas: 1) antecedentes; 2) repaso de EEM; 3) 2° taller de EEM en la Comisión; 4) trabajo durante 1s 2024, y 5) procedimientos de manejo de interés para Chile.

La segunda reunión se realizó en agosto de 2024 y tuvo por objetivo revisar: 1) los avances en la evaluación de estrategias de manejo (MSE) y análisis de las hipótesis asociadas a tasas de conectividad para la construcción de modelos operativos 2) el análisis de ponderadores/pedigree y su utilización en los modelos operativos alternativos; 3) la condición de jurel y nivel de explotación; 4) los avances del Grupo de Tarea de Conectividad (SC-SPFRMO); y 5) la modelación del efecto del cambio climático sobre la idoneidad de hábitat de los principales recursos pesqueros de la zona centro-sur de Chile. Durante esta reunión se realizaron dos presentaciones, la primera con los temas: 1) avances en la evaluación de estrategias de manejo (MSE); y 2) análisis de las hipótesis asociadas a tasas de conectividad para la construcción de modelos operativos (ver [Anexo 3](#)), la segunda presentación estuvo orientada a evaluar el impacto de reglas de captura alternativas al estabilizador de captura en uso actualmente para definir la cuota de captura de jurel en la OROP-PS (ver [Anexo 4](#)).

La tercera reunión se realizó en noviembre de 2024 y tuvo por objetivos: 1) realizar taller de evaluación de stock de jurel y avances en la EEM SC-12 de la OROP-PS; y 2) analizar los resultados de evaluación del stock conjunta de Jurel del Pacífico Sur (Resultados de la SC12° SPFRMO); 3) definir el estatus de stock y la recomendación rango máximo de CBA 2025 y la actualización de los PBRs.

4.4.4 Taller del CCT-jurel sobre la evaluación de stock y avances en la EEM en CC-12 de la OROP-PS.

Este taller se realizó en noviembre de 2024 en el CCT-jurel, y tuvo los siguientes objetivos específicos:

1. Revisar los antecedentes, datos e información de las diferentes flotas pesquera que ingresan en el modelo JJM en la OROPS.
2. Informar sobre el procedimiento de evaluación de stock conjunta en el marco de la OROP-PS.
3. Revisar el cumplimiento de las actividades, requerimientos y análisis solicitados por la Comisión de la OROP-PS.
4. Revisar los antecedentes reportados para dar cumplimiento a los requerimientos específicos del “work plan” de la OROP-PS.
5. Informar sobre los avances en el desarrollo y primera aplicación de la EEM en la OROP-PS.

El taller fue mixto (presencial y remoto) y participaron los 10 Miembros del CCT-jurel y José Zenteno (IFOP). La agenda fue:

9:30-9:45 Agenda y participantes



- 9:45-10:15 Revisión de los antecedentes, datos e información de las diferentes flotas pesquera que ingresan en el modelo JJM en la OROPS.
- 10:15-10:45 Procedimiento de evaluación de stock conjunta en el marco de la OROP-PS.
- 10:45-11:15 Revisión del cumplimiento de las actividades, requerimientos y análisis solicitados por la Comisión de la OROP-PS.
- 11:15-11:30 Pausa.
- 11:30-12:00 Antecedentes reportados para dar cumplimiento a los requerimientos específicos del “work plan” de la OROP-PS.
- 12:00-12:30 Avances en el desarrollo y primera aplicación de la EEM en la OROP-PS.
- 12:30-13:00 Discusión y conclusiones.

Los resúmenes de las presentaciones son:

Revisión de los antecedentes, datos e información de las diferentes flotas pesquera que ingresan en el modelo JJM en la OROPS. Expositor: I. Payá (ver [Anexo 5](#)).

Los principales resultados fueron: existen diferencias en los modelos de crecimiento de Chile y Perú; la madurez sexual es muy temprana; los datos de capturas fueron actualizados hasta el 2024; se proyectó una captura 2024 igual a la cuota 2024, las estructuras de edad entre flotas fueron consistentes; y en la captura comercial de la ZN aumentó la proporción de edades mayores. Se discutieron los siguientes temas: coordinación y lugar del taller de comparación de criterios de lecturas de otolitos entre miembros de la OROP-PS; efecto de aumento de la concentración en la costa sobre el aumento de Índice de CPUE; diferentes modelos alternativos de estimación del índice (modelo de captura, modelo espacio-temporal con sdmTMB), aumento de la eficiencia (“effort creep”); cambios del área cubierta por crucero acústico en la ZN; aumento de la certidumbre de la tendencia creciente de la biomasa acústica, y próximo taller “Benchmark” de datos en la OROP-PS en el 2025.

Procedimiento de evaluación de stock conjunta en el marco de la OROP-PS. Expositor: I. Payá (ver [Anexo 6](#)).

Se presentaron los antecedentes generales de la OROP-PS: área, miembros, comités de trabajo, nuevos directores (“chairpersons”) por comité. Se informó de las actividades previas al SC12 (4 Reuniones del GT de EEM: 2 reuniones sobre evaluación de jurel; 2 reuniones de TTR sobre taller de otolitos, y 1 taller de conectividad). Se destacó que IFOP incorporó nuevos científicos al grupo de conectividad de jurel y de simulación de jibia. Se informó de los miembros de la delegación chilena en el SC12. Se describió el procedimiento de evaluación de jurel identificando tres módulos de datos: biológico, captura comercial y índices de abundancia. Para poder generar los datos se realizaron varias tareas previas al SC12: revisión de datos; datos, tablas y figuras para Reporte Nacional de jurel; actualización de índice de CPUE flota C-S; crucero de Evaluación Hidroacústica (Zona Norte); llenado de “templates” nacionales; claves talla-edad; índices de abundancia (CPUE y Acústicas); envío de datos al GT de jurel; revisión de corridas preliminares del modelo con datos actualizados, y generación de documentos de trabajo



(“Working papers”). Para el modelo de evaluación se realizaron las actividades: actualizar los archivos de datos para incorporación secuencial de datos actualizados; correr los diferentes modelos de actualización secuencial de datos; correr los diferentes modelos (escenarios de modelo actualizado); correr rutinas de proyección de tablas de riesgo; y participar en las discusiones y acuerdo del CC sobre la configuración final del modelo. Se presentaron los resultados principales del modelo de evaluación final incluyendo, las variables de estado principales, el “Kobe plot”, las proyecciones de capturas (CBA) con diferentes mortalidades por pesca, y la tabla de riesgo extendida. Finalmente, se aclararon las dudas de los asistentes.

Revisión del cumplimiento de las actividades, requerimientos y análisis solicitados por la Comisión de la OROP-PS.

Expositor: J. Zenteno (ver [Anexo 7](#)).

Se informó la participación del Instituto (IFOP) en las tareas del grupo de trabajo de jurel en el periodo 2024 y años posteriores, en el marco del Plan Multianual de Trabajo del Comité Científico (CC) durante 2024. En las tareas de Evaluación de stock se informó de la participación de IFOP en: la revisión de datos de entrada al modelo de evaluación, donde Chile fue co-coordinador con la UE; la actualización de índices de abundancia; asesorar sobre la “TAC” de acuerdo a lo solicitado por la Comisión; y la evaluación del impacto de diferentes condiciones en el estatus del stock futuro; y desarrollo de software de proyección para el modelo JJM para diferentes escenarios de captura. El Instituto también participó en las tareas del proceso de EEM en: el taller de MSE en la 12ª reunión de la Comisión de resultados preliminares en Ecuador; además de participar las múltiples reuniones del equipo de EEM de jurel del Comité Científico. En las tareas de conectividad del stock de jurel, IFOP participó en: reuniones del grupo de trabajo de conectividad; participación de múltiples investigadores en el desarrollo de documentos de síntesis del conocimiento científico en este tópico y en taller presencial en Perú previo a la 12ª reunión del CC. En las tareas de técnicas de edad de jurel IFOP no tuvo participación, debido a la falta de disponibilidad de otros participantes en el taller de lectura de otolitos. Finalmente, se informó de la participación de IFOP en el análisis de la distribución espacial de jurel y caballa, en su relación con medio ambiente e impactos del cambio climático. Finalmente, se detallaron las presentaciones que formaron parte de la contundente participación de Chile e IFOP en la última reunión del CC en Perú.

Avances en el desarrollo y primera aplicación de la EEM en la OROP-PS.

Expositor: J. Zenteno (ver [Anexo 8](#)).

Se presentaron avances en la Evaluación de Estrategias de Manejo de Jurel en la OROP: actualización del condicionamiento de modelos operativos, uso de la plataforma OpenMSE para testeo de modelos operativos y procedimientos de manejo, y las próximas etapas en el proceso. En primer lugar, se informaron los avances en el condicionamiento de los modelos operativos (MO) y el desarrollo de los procedimientos de manejo (PN) para el stock de jurel en la región de la OROP-PS, desarrollado por el consultor Iago Mosqueira. Se informó los sets de modelos operativos considerados en el proceso: los casos base de uno y dos stocks (H1, H2); sets de referencia de stocks



con movimiento basados en el modelo SEAPODYM (H2m), y MO con mayor “steepness” para hipótesis de un (H1h80) y dos stocks (H2h80); y sets de robustez con MO basados en escenarios de bajos reclutamientos futuros (H1lowrec, H2lowrec). Se presentaron las estadísticas de desempeño que están siendo consideradas para evaluar los procedimientos de manejo, las cuales se agrupan en: estatus, seguridad, rendimiento y estabilidad. Además, se informó de los avances en el desarrollo técnico de algunos PM candidatos, en particular: un PM modelo-basado en el modelo JJM con una regla de captura tipo “hockey-stick”; un PM CPUE-basado como indicador de estatus con una regla de captura de tendencia y pendiente; y un PM que usa una tasa de captura relativa (C/CPUE) con una regla de captura con “buffer”. Se presentaron los resultados preliminares del PM modelo-basado (“shortcut” JJM H1) para tres niveles de captura. En segundo lugar, se informaron los avances en el uso de la plataforma OpenMSE para realizar pruebas de PM alternativos; aplicación de métricas de desempeño y el uso de la plataforma online “slick”. Finalmente, se discutió sobre la participación de Chile en las instancias del grupo de Evaluación de Estrategias de Manejo de jurel en la OROP-PS, y las fechas límite para la entrega de propuestas de PM candidatos para ser evaluados.

Discusiones y conclusiones.

En relación a los datos y parámetros se discutieron la dificultad de coordinar el taller de comparación de criterios de lecturas de otolitos con los colegas de IMARPE, y que este taller debe incluir a otros miembros de la OROP-PS. Para dilucidar el crecimiento en los peces mayores 2 años se discutió el uso de otras técnicas como el peso del otolito, considerando sus ventajas y desventajas. Persiste la preocupación de que el aumento de la concentración en aguas costeras haya aumentado la capturabilidad del jurel, sobreestimando el crecimiento del stock, por lo que se hace prioritario que se realice el crucero acústico del año 2025. También, continuar con la mejora de los modelos espacio-temporales (sdmTMB) de la CPUE, y del estudio del “effort creep” a través de encuestas orientadas basadas en el resultado de las primeras encuestas.

En relación al próximo taller “Benchmark” de datos en la OROP-PS en el 2025 se discutió la importancia de la participación del CCT-jurel nacional en la discusión y análisis de los documentos de trabajo que presentará Chile.

Con respecto a los resultados del modelo de evaluación y la condición actual del stock se discutió la necesidad de revisar el diagrama de fase nacional y definir las áreas de plena explotación y subexplotación. De las tablas de proyecciones de la aplicación de diferentes multiplicadores de F y % de aumento de la cuota de captura, se analizó el alto nivel de biomasa presente, la baja mortalidad por pesca, y la posibilidad de aumentar, conservando una aproximación precautoria, el 15% de aumento de cuota en uso por la OROP-PS.

En relación con la EEM se discutió los modelos operativos que se han identificado y sobre la incorporación de las reglas de cosecha planteadas por Chile en el GT de EEM. Se destacó la necesidad que el CCT-jurel nacional participe de las discusiones de los procedimientos de



manejo (modelo basado versus data basado), y en las reglas de cosecha (F constante, rampa, estabilizadores de captura, etc.).

Después del taller en la tercera reunión -jural se abordó el estatus de stock y la recomendación rango máximo de CBA 2025 y la actualización de los PBRs. Para esto I. Payá realizó una presentación sobre el tema (ver [Anexo 9](#)).

4.5 Objetivo 5

“Contribuir en la implementación de Evaluación de Estrategias de Manejo (EEM) en el contexto del Comité Científico de la OROP-PS y en la evaluación de escenarios de interés para los intereses nacionales”

4.5.1 Participación en el grupo de trabajo de EEM de la OROP-PS.

IFOP participó en las cinco reuniones del grupo de trabajo de EEM de la OROP-PS, que se realizaron durante el año 2024 (**Tabla 20**).

Tabla 20. Participación de IFOP en las reuniones del grupo de trabajo de EEM de la OROP-PS, que se realizaron durante el año 2024.

Reunión EEM-OROP-PS	Fecha	Contenido
1	Febrero	Repaso de actividades del 2023 Resumen de curso de 17/18 de enero de 2024 Resumen del “workshop” en la reunión 12° de la Comisión Estado de desarrollo de documentos de trabajo sobre tópicos relevantes Discusión sobre los pasos siguientes en el desarrollo de MO. Discusión sobre el desarrollo propuesto de los PM
2	Marzo	Estado de desarrollo de documentos de trabajo sobre tópicos relevantes Acuerdo sobre los pasos siguientes en el desarrollo de MO. Desarrollo de los aspectos técnicos Discusión sobre el desarrollo propuesto de los PM.



3	Abril	Proyecciones de las capturas que realizarán las 4 flotas (diferente a asignación de cuota) Sensibilidad del JJM Tasas de migración alternativas a las estimadas con SEAPODYM Correcciones técnicas en jjmR y nuevos repositorios en "universe" Contribución de OpenMSE y uso de "slick" para jurel (Bluematter).
4	June	Terminar discusión de documentos de trabajo sobre desarrollo de MO. Proyecciones de reclutamiento considerando periodos fríos y cálidos ¿Cuáles MO y PM probar? y diseño experimental Documento de trabajo sobre proyecciones de capturas por flota. FullMSE versus ShortcutMSE
5	Julio	Diseño experimental sobre MO-PM a probar Error de implementación (manejo de jurel en Perú) Sintonización ("tuning") de PM. FullMSE versus ShortcutMSE Reglas de control de capturas (HCR) Frecuencia de la recomendación de manejo Estabilizadores de la cuota de captura "banking and borrowing"

4.5.2 Participación en el Consejo Nacional de Pesca y en taller con sector artesanal.

Debido a que el stock de jurel se encuentra en condición sana y que la regla de estabilización de capturas de $\pm 15\%$ de la cuota del año anterior está limitando el uso de los excedentes productivos del stock, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura solicitó la participación de IFOP en el "taller nacional sobre jurel" realizado en el Consejo Nacional de Pesca, y en el "1er Seminario Pelágico Cerquero en Chile/OROP-PS" realizado en la ciudad de Caldera (ver [Anexo 10](#)).

El taller en el Consejo Nacional de Pesca se realizó en agosto de 2024, tuvo un centenar de asistentes, y la siguiente agenda:

1. Introducción (Subsecretario).
2. Marco regulatorio e Institucionalidad en la gestión pesquera: Jurel (SUBPESCA)
3. Antecedentes económicos (IFOP)
4. Monitoreo de la pesquería (Carola Hernandez/Erick Gaete IFOP).
5. Cruceros Acústicos en Jurel Nacional (IFOP).
6. Evaluación de stock y recomendación de CBA (IFOP).



7. Investigación científica y desafíos futuros (SUBPESCA).
8. Relación ambiente-recurso (INPESCA)
9. Avances OROP-PS Grupos de trabajo de la OROP-PS (SUBPESCA).
10. Conclusiones (moderador).

I. Payá presentó la “Evaluación de stock y Captura Biológicamente Aceptable (CBA) de Jurel.” (ver [Anexo 11](#)).

El “1er Seminario Pelágico Cerquero en Chile/OROP-PS” se realizó el 6 de septiembre en Caldera, región de Atacama. Los organizadores fueron STI Cerqueros, Sindicato de Armadores y Propietarios de Embarcaciones Pesqueras, Sindicato de Patronos y Motoristas, apoyado por la Municipalidad de Caldera, Empresa CMP, Pesquera Bahía Caldera e Isenav. I. Payá realizó una presentación en base a la presentación realizada en el Consejo Nacional de Pesca.

4.5.3 Tercer taller de EEM para la Comisión de la OROP-PS

Ignacio Payá y José Zenteno participaron en el tercer taller de Evaluación de Estrategia de Manejo (EEM) de jurel realizado en Santiago de Chile durante febrero 2025. El taller estuvo destinado a los miembros de la Comisión.

Previo al taller, el GT de EEM de la OROP-PS distribuyó un documento de antecedentes, repasando los conceptos teóricos, los trabajos realizados y los acuerdos logrados durante el 2024. El taller se realizó en dos partes, la primera ampliada con el pleno de participantes, y la segunda más restringida.

En la primera parte, Dr. Iago Mosqueria realizó una presentación que incluyó: 1) modelos operativos, 2) modelo de error de observaciones, 3) dinámicas futuras 4) procedimientos de manejo, 5) sistema de error de implementación, 6) simulaciones, y 7) pasos siguientes.

Modelos operativos (MO)

Conjunto de MO dependiendo de las hipótesis estructurales: H1: un solo stock, H2 dos stocks, H2m dos stocks con mezcla. También MO con diferentes steepness ($h=0,8$).

Para cada MO se presentaron las tendencias históricas de las variables de estado principales (biomasas, reclutamientos, mortalidad por pesca), puntos biológicos de referencia (MSY , SSB_{MSY} , F_{MSY} , $R0$, $SB0$). Luego las proyecciones de reclutamientos con escenarios de baja y alta desviaciones.

Modelo de error de observaciones (MEO)

MEO debe reproducir los regímenes de recolección de datos generando nuevos datos (capturas, edades/tallas, índices, etc.) y agregándoles incertidumbre.



Dinámicas futuras.

La biología (pesos, madurez, M y reclutamientos) se fija como el promedio de los últimos 3 años. Pero considera test de robustez para diferentes niveles de reclutamientos. Para los patrones de selectividad de las pesquerías y sus índices se usarán patrones históricos (2000-2020).

Procedimientos de manejo (PM)

Los elementos principales son la 1) recopilación de datos con error (OEM), 2) estimación del estado o cambio de stock (modelo o data basado), 3) regla de decisión sobre la cantidad de gestión o HCR (palo de kockey, agotamientos estimados por modelos o CPUE, estabilizadores de capturas, etc.), y 5) ajustes para la implementación (proporción de capturas históricas y recientes, "banking and borrowing"). Otros pasos son el error de implementación y la proyección del futuro.

Sistema de error de implementación (SEI)

Corresponde a las desviaciones de una implementación exacta, se usará para incluir el error que se introduce en la fijación de la cuota en Perú.

Simulaciones

Están configuradas considerando: 1) que las proyecciones se ejecutarán desde el 2025 hasta el 2045, 2) el año de primera decisión es el 2025, 3) la cuota es fijada y aplicada en el 2026, 4) un retraso de datos de 1 año, 5) un retraso de gestión de 1 año, 6) una periodicidad anual del asesoramiento, y 7) que los PM se ajustan para el rendimiento durante 2034-2042. Para evaluar las simulaciones se usa un conjunto acordado de indicadores de desempeño. También se consideran ajustar ("tuning") los HCR para alcanzar un objetivo, como por ejemplo una probabilidad de 0,6 de estar en el área verde del "kobe plot" o un rango fijo de variabilidad de las capturas. Además, se probaron PM basados en la CPUE de la zona centro-sur de Chile, y en tres CPUE, donde cada CPUE produce una cuota de captura y luego estas se promedian en forma ponderada.

En la segunda parte de la reunión se analizaron las ventajas y desventajas de aplicar un procedimiento abreviado ("shortcut MSE") versus uno completo ("Full MSE"), y de cómo usar el completo para validar el abreviado (<https://harveststrategies.org/wp-content/uploads/2022/08/Shortcut-MSE-Fact-sheet-FINAL.pdf>). Luego se analizó un cuestionario de EEM para el jurel con preguntas sobre objetivos, indicadores de desempeño, reglas de captura, etc. Este cuestionario luego fue enviado a los jefes de delegación para posteriormente analizar sus respuestas en el grupo de trabajo de EEM de la OROP-PS.



5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Actualización de Índice de abundancia para evaluación de stock 2024.

Las cifras actuales del índice CPUE son similares a las cifras estimadas para finales de los noventa, lo que sugiere que la población podría estar en condiciones similares; sin embargo, los estudios acústicos muestran que la densidad y la distribución de los peces son bastante diferentes, por lo que la CPUE podría estar sobreestimando la tasa recuperación de los peces. El procedimiento propuesto para corregir el índice CPUE utilizando los resultados de los cruceros acústicos, tiene varias limitaciones relacionadas con los cambios en el diseño muestral de los cruceros acústicos. Los diseños de los cruceros acústicos se adaptaron para tratar de hacer frente a los cambios en la distribución de peces a lo largo de los años. Sin embargo, los estudios acústicos parecen ser informativos sobre las densidades y el área de distribución y muestran que la condición de los peces a mediados de los noventa era muy diferente a las condiciones actuales.

Las relaciones encontradas entre el índice CPUE y los resultados acústicos son válidas sólo para la zona centro-sur y no deben extrapolarse para la zona norte y/o para todo el stock. Los estudios acústicos realizados en el norte desde el año 2019 han mostrado una tendencia creciente en la biomasa, una reducción notoria del área de distribución, y un fuerte aumento de la densidad, especialmente en el año 2024 (**Figura 49 a 51**). Por lo tanto, la disminución de biomasa en el sur fue compensada por el aumento de biomasa en el norte, lo que resultó en una biomasa estable. Se necesitan más análisis para la zona norte, donde entender la CPUE es más difícil porque se basa principalmente en la captura incidental de pesquerías de pequeños pelágicos.

A diferencia de lo encontrado el año pasado, el índice de abundancia basado en el modelo CPUE y el índice basado en el modelo de captura fueron muy similares durante la mayor parte de la serie, excepto en los últimos 4 años. Por lo tanto, la actualización de la información ahora muestra que el uso de la capacidad de bodega de los buques tanto en las variables independientes como en las dependientes parece si tener un efecto, el cual habrá que investigar durante el próximo año.

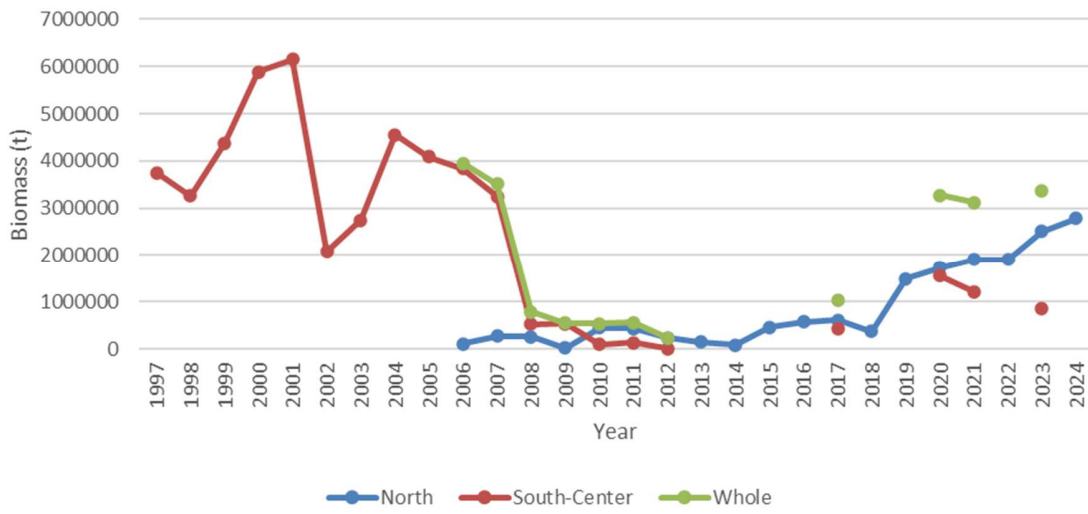


Figura 49. Biomasa de jurel estimada mediante cruceros acústicos por zona y total. El total se calculó solamente para esos años con cruceros en ambas zonas.

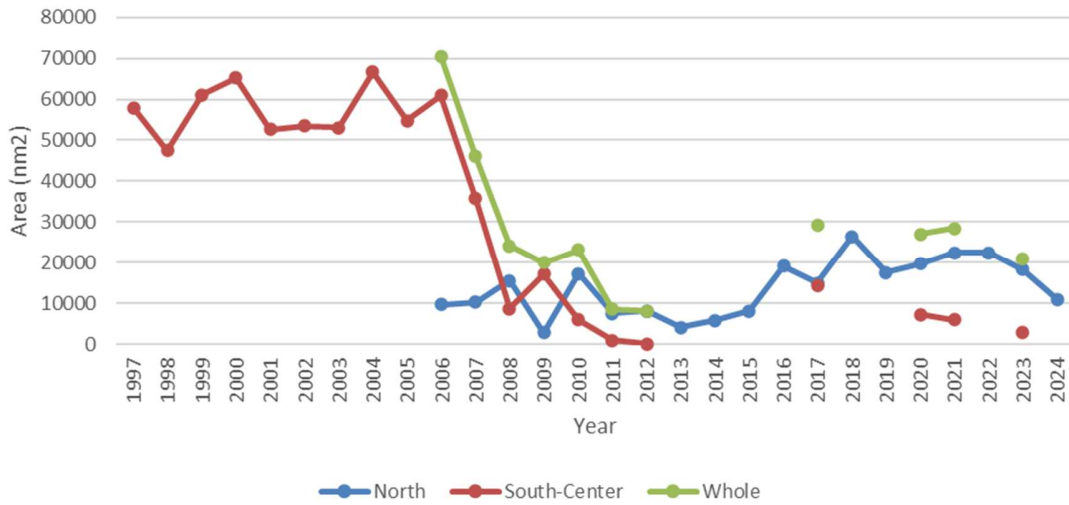


Figura 50. Área de distribución de jurel estimada mediante cruceros acústicos por zona y total. El total se calculó solamente para esos años con cruceros en ambas zonas.

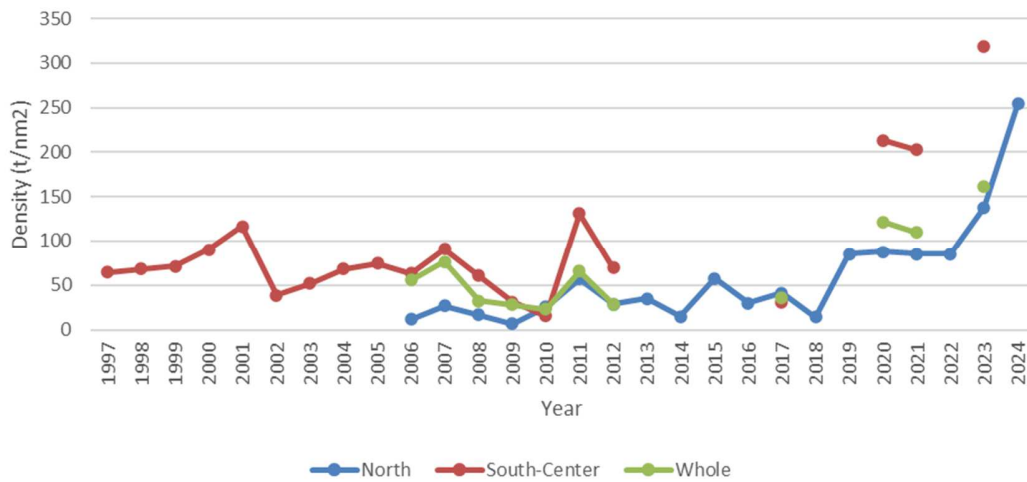


Figura 51. Densidad de jurel estimada mediante hidroacústica por zona y total. El total se calculó solamente para esos años con cruceros en ambas zonas.

5.2 Índices de abundancia mediante GLM espaciotemporal basados en SPDE.

Los índices de abundancia estimados por el modelo espaciotemporal y por el GLM espaciotemporal no fueron significativamente diferentes (**Figura 55**).



Figura 55. Índice de abundancia estimado por el modelo GLM espaciotemporal de CPUE (modelo CPUE) y por el modelo espaciotemporal. Las bandas representan el intervalo de confianza al 95%.

En relación con el índice CPUE basado en captura por lance de pesca estimado por Caballero et al. (2020) y actualizado por Payá (2023b), los índices basados en lance de pesca y estimados usando sdmTMB tuvieron tendencias similares (**Figura 56**). Por lo tanto, no se actualizó el modelo GLM de Caballero et al. (2020), ya que los modelos GLM con sdmTMB son estadísticamente mejores. En relación al índice de abundancia CPUE utilizado en el modelo de evaluación de stock, que utilizó los datos por viajes de pesca y actualizado hasta junio de 2024 (Payá 2024a), los índices de abundancia alternativos basados en captura por lance de pesca fueron similares para el período 2006-2022, pero no para los primeros años de la serie. Para el periodo 2006-2020 los cuatro índices mostraron una tendencia tipo “V” con la cifra mínima en el año 2011, y una estabilización para los últimos 4 años.

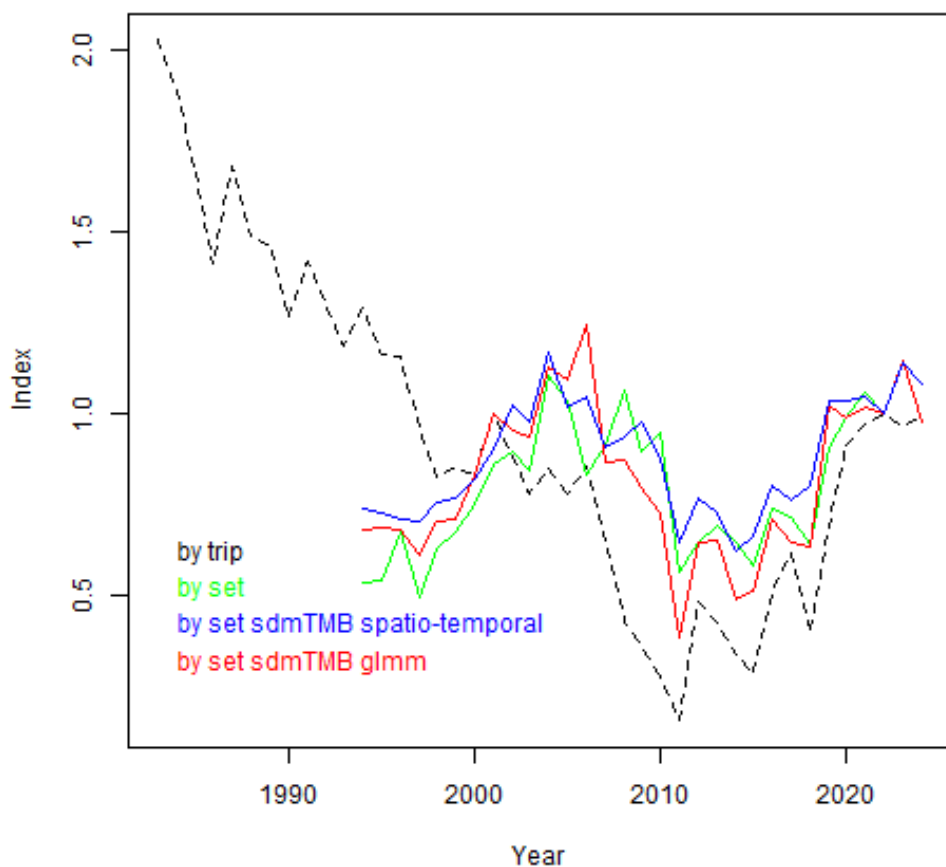


Figura 56. Índices de abundancia estimados por diferentes modelos. Índice de CPUE utilizado en el modelo de evaluación de stock actualizado hasta junio de 2023 (trip), índice de CPUE basado en GLM de captura por lance de pesca (set), CPUE estimado por el modelo espaciotemporal (set sdmTMB espacio-temporal) e índice de CPUE estimado por el GLM espaciotemporal (set sdmTMB glm). Los índices se dividieron por sus valores en el año 2022.

Los índices de abundancia estimados por los diferentes modelos en el presente proyecto utilizando sdmTMB fueron muy similares entre ellos y también fueron similares al índice estimado por Vásquez

y Sepúlveda (2024) utilizando INLA (Figura 57). Esto se explica porque se usó la misma base de datos hasta el año 2022 y porque los modelos estadísticos fueron similares, no obstante, el modelo con INLA modeló en forma diferente el efecto de la capacidad de bodega, incluyó los días fuera de puerto como variable “offset”, y covariables ambientales (TSM y Clorofila a). La incorporación de los días fuera de puerto podría explicar porque el modelo en INLA es mas próximo al modelo tradicional.

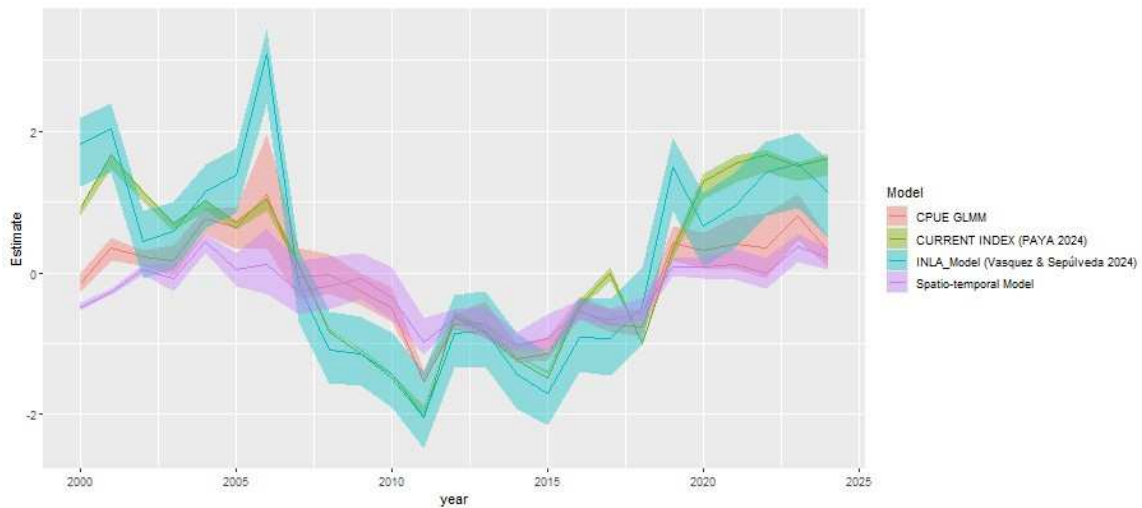


Figura 57. Comparación entre los índices de abundancia estimados por diferentes modelos en el presente proyecto y los estimados Vásquez y Sepúlveda (2024). Para fines comparativos se muestra el período 2000-2022, los años anteriores al 2000 son más inciertos debido al bajo tamaño de muestra. Los valores fueron normalizados restando el promedio y dividiendo por la desviación estándar. Las bandas representan el intervalo de confianza al 95%.

El uso de una grilla más gruesa o más fina no afectó las tendencias anuales de los índices de abundancia estimados con el GLMM con errores aleatorios espacio-temporales (Figura 58) ni con los estimados con la modelación espaciotemporal con autocorrelación temporal (Figura 59). En el caso del GLMM con errores aleatorios espacio-temporales la densidad de la grilla no tuvo ningún efecto.

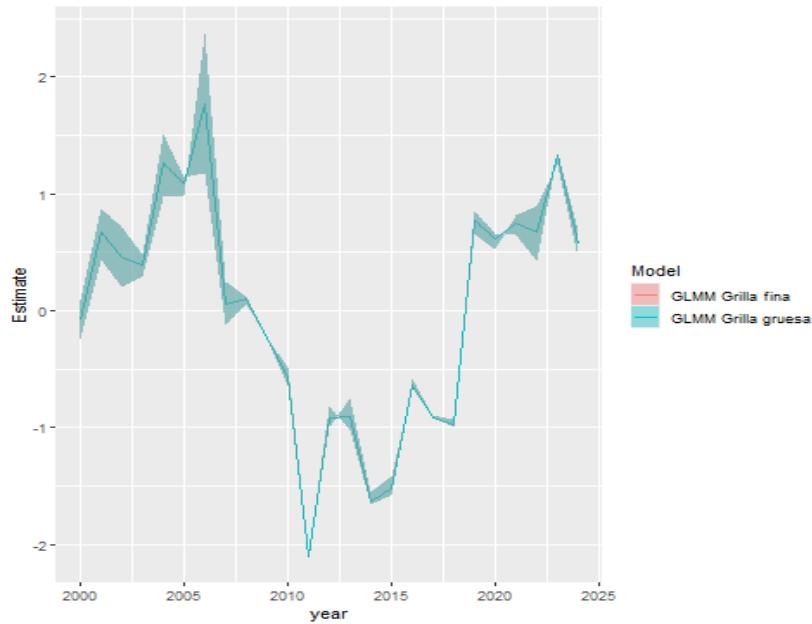


Figura 58. Estimados del GLM utilizando una grilla fina y una gruesa.

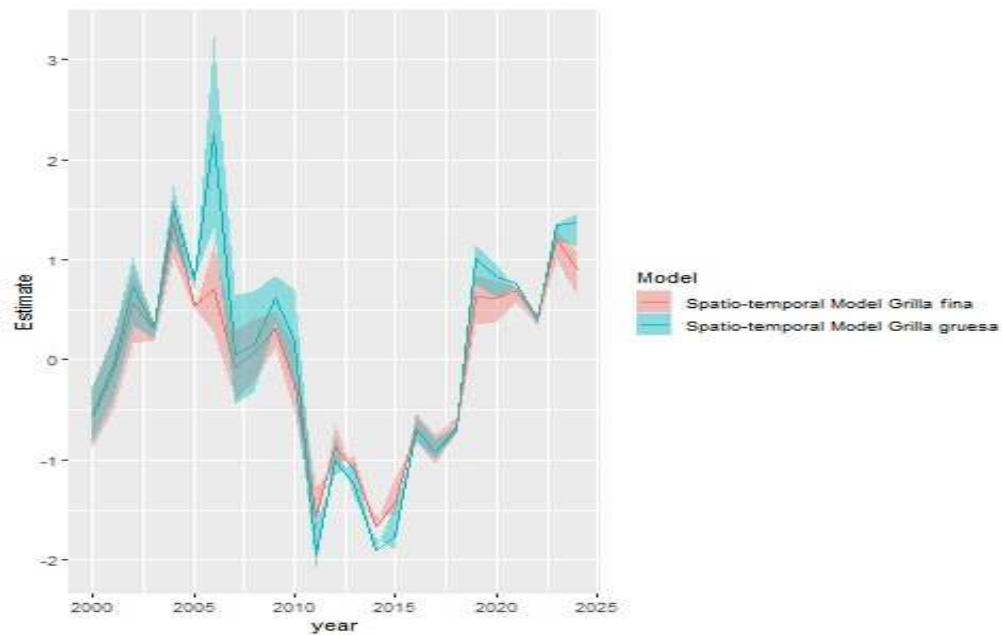


Figura 59. Estimados del modelo espaciotemporal utilizando una grilla fina y una gruesa.

En relación con las recomendaciones del taller de CPUE del año pasado (Payá y Zenteno, 2024) se incluyeron cuatro mejoras: 1) uso de bitácoras electrónicas de pesca del SERNAPECA para el 2023



y 2024, 2) grilla más densa, 3) contorno a la grilla y 4) anisotropía. La estimación de índices de CPUE alternativos es aún un trabajo en progreso que debería continuar tomando en consideración:

1. Análisis de modelos alternativos.
2. Covariables ambientales.
3. El efecto de las operaciones de pesca actuales guiadas por análisis ambientales proporcionados por INPESCA.

En el CC11 se acordó que el impacto del uso de índices de CPUE alternativos se abordará en el próximo taller de referencia de la evaluación de stock (“benchmark”) planificado para el año 2025. Sin embargo, en la CC en el 2025 acordó postergar este “benchmark” para el año 2026, de forma de dar prioridad al trabajo en la EEM.

5.3 Factores de corrección por cambios de eficiencia de la flota.

Se realizó un análisis para explorar el posible uso de un factor de fluencia en el proceso de estandarización del índice de CPUE de la flota chilena. Al añadir los cambios tecnológicos como variable ficticia, el análisis mostró multicolinealidad entre el factor de fluencia y otras variables utilizadas en la estandarización del índice de CPUE, lo que impidió su aplicación. Sin embargo, al utilizar la CPUE corregida como variable de respuesta en el glm, el modelo proporciona un índice de CPUE estandarizado que permite compararlo con el índice base. No obstante, se recomienda reevaluar el enfoque de la encuesta para recopilar datos complementarios de los usuarios que puedan mejorar la robustez del proceso de estandarización del índice.

5.4 Estatus del stock y CBA.

El estatus del stock se estimó subexplotado, con una biomasa desovante que duplica la biomasa desovante del RMS y con una mortalidad por pesca que es un 0,43 de la mortalidad por pesca que genera el RMS. Esta condición se ha alcanzado por una combinación de una gestión precautoria basada en un plan de recuperación, una regla de control de capturas (la variación de un año con respecto al año anterior no puede ser superior o inferior al 15%, excepto para la captura del año 2023, para la cual se acordó un 20% de aumento), y un aumento de los niveles de reclutamientos en los últimos años (probablemente producto de las condiciones ambientales asociadas al fenómeno de El niño 2017). El comité científico de la OROP-PS consideró que estas condiciones favorables terminaron y que los reclutamientos futuros retomarán el nivel bajo de los últimos 20 años. Esto generó que, en la proyección, la captura basada en el F_RMS para el 2025 (5 millones de t) cayera rápidamente en los años siguientes. Frente a estas fluctuaciones de la captura basada en el F_RMS, mantener una regla de control del crecimiento de las capturas es importante desde el punto de vista precautorio de la conservación del recurso y la pesquería. No obstante, las proyecciones muestran que duplicando la cuota captura del 2024, la cuota 2025 sería el 50% de la captura con el F_RMS, y que la biomasa desovante se mantendría, con una alta probabilidad, mayor que la biomasa en el RMS. Esto indica que existe un espacio precautorio para aumentar el límite de 15%, en algún



porcentaje que debe ser definido por la Comisión. El límite superior de los escenarios de proyección (aumento de 100%) es solo para fines informativos para la Comisión, y no es una recomendación que se realice en el presente informe.

5.5 Incertidumbre y temas de investigación.

Como se mencionó en años anteriores, la evaluación del stock no está exenta de incertidumbre (Payá *et al.* 2023, Payá y Zenteno 2024). En términos de las composiciones de edades de las capturas, el año pasado se discutió la disminución de la presencia de jureles pequeños (reclutas) durante los tres últimos años en la zona centro-sur de Chile, y su posible desplazamiento hacia la zona norte de Chile. Por otra parte, se destacó el desplazamiento de la flota “offshore” (europea) hacia caladeros ubicados en el área de convención cercanos al norte de Chile, donde esta flota ha pescado jurel de menor tamaño. Este efecto, fue analizado e incorporado en el modelo de evaluación mediante el cambio de la selectividad (aumento de disponibilidad de jureles pequeños) de esta flota, lo cual permitió considerar este efecto en las proyecciones de la biomasa y las capturas. Sin embargo, en el año 2024 la evaluación hidroacústica realizada en la zona norte encontró una gran presencia de peces pequeños, que sugiere un nuevo impulso hacia reclutamientos altos. Esto último podría hacer revisar el supuesto de baja productividad (reclutamientos bajos) utilizado en las proyecciones de las capturas futuras.

En relación con los índices de abundancia relativa, que conducen la recuperación del stock en el modelo de evaluación, se discutió que el índice de abundancia basado en la modelación de la CPUE de la zona centro-sur de Chile puede estar afectado por un cambio notable de la distribución del recurso en los tres últimos años, el cual se ha concentrado fuertemente en la zona costera, facilitando su captura (Catasti y Córdoba 2022 y Payá 2022). Este cambio de distribución también se ha observado en las costas del Perú. Por otra parte, el comité científico de la OROP-PS considera necesario incluir el aumento histórico de la eficiencia de la flota comercial, especialmente en la CPUE estandarizada de la flota centro-sur que tiene un largo de 40 años (1983-2022), período en que se han producido mejoras tecnológicas y cambios administrativos que afectan la eficiencia de la flota. Por el momento, el comité científico acordó corregir el índice de la CPUE de la flota centro-sur con un factor de -1% por año (“effort creep”), esto que parece bajo, al cabo de 40 años corresponde a una disminución de 32%. Por lo tanto, el estudio de este tema es relevante y se ha incorporado en el plan de trabajo del comité científico de la OROP-PS.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, S.C., E.J. Ward, P.A. English, L.A.K. Barnett. 2022. sdmTMB: an R package for fast, flexible, and user-friendly generalized linear mixed effects models with spatial and spatiotemporal random fields. bioRxiv 2022.03.24.485545; doi: <https://doi.org/10.1101/2022.03.24.485545>.
- Beverton, R., and S. J. Holt. 1957. On the Dynamics of Exploited Fish Populations. FAO Fishery Investigations Serie II, Volumen XIX, 533 p
- Caballero L., J.C. Saavedra-Nievas, A. Barraza, C. Montenegro, A. Sepúlveda, C. González, S. Vargas, A. Aranís, G. Bohm, y Juan-Carlos Quiroz. 2020. CPUE Analysis of the jack mackerel purse-seine fishery of the center-south zone of Chile, June 1994 through July 2020. 15 p. SC8-JM06. SPFRMO 2020. <https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/SC/8th-SC-2020/SC8-JM06-CPUE-Analysis-CJM-purse-seine-fishery-center-south-Chile-1994-2020.pdf>
- Canales C., L. Caballero, y A. Aranís. 2008. Catch per Unit Effort of Chilean Jack Mackerel (*Trachurus murphyi*) of the purse seine fishery off south-central Chile (32°10' – 40°10' S) 1981-2005. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) - Chile. In: Chilean Jack Mackerel Workshop, SPFRMO- FAO, Santiago, mayo 2008. <https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/Meetings-before-2013/Scientific-Working-Group/Jack-Mackerel-Workshop-2008/10.CHJMWS-Catch-per-Unit-Effort-of-Chilean-Jack-Mackerel-Trachurus-murphyi-of-the.pdf>.
- Catasti V. y J. Córdoba. 2022. Jack Mackerel hydroacoustic assessments in Chile. Background document presented at jack mackerel benchmark 2022, jack mackerel WG-SC14, SPFRMO.
- Catasti V., B. Leiva, L. Cruz, F. Sánchez, M. Pizarro. 2024. Evaluación hidroacústica de jurel entre las Regiones de Arica y Parinacota – Valparaíso, año 2024. Instituto de Fomento Pesquero. Informe de Avance. 65 pp.
- Cerna F. 2022. Life history parameters of jack mackerel (*Trachurus murphyi*, nichols 1920) based on the new validated ageing criterions. SCW14-WD04. <https://www.sprfmo.int/assets/02-SC10/SCW14-SPRFMO-SC-JM-Benchmark-Workshop/Working-Documents/SCW14-WD04-Life-History-Parameters-of-Jack-Mackerel-FCerna.docx>
- Cerna F., G. Moyano, C. Valero, L. Muñoz, G. Plaza, y SE. Campana. 2022. Bomb Radiocarbon, Otolith Daily Increments and Length Modes Validate Age Interpretations of Chilean Jack Mackerel (*Trachurus murphyi*). Front. Mar. Sci. 9:906583. doi: 10.3389/fmars.2022.906583.
- COMM 11 – Report ANNEX 7a 2023. Conservation and Management Measure 01-2023 *Trachurus murphyi*. <https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/01-COMM/11th-Commission-2022-COMM11/COMM11-Report/Annex-7a-CMM-01-2023-Trachurus-murphyi.pdf>.
- Córdoba J. 2023. Chilean jack mackerel hydroacoustic surveys carried out in the north and south-central area of Chile in year 2023. SC11_JM15. Instituto de Fomento Pesquero. <https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/11th-SC-2023/Jack-Mackerel/SC11-JM15-CHL-Hydroacoustic-assessment-of-CJM-carried-out-in-the-north-and-southcentral-area-of-Chile-2023.pdf>.



- Dunn, P. K. (2017). Tweedie: Evaluation of Tweedie exponential family models. R package version 2.3.
- Elizarov A.A, A.S. Grechina, B.N. Kotenev, y A.N. Kuzetsov. 1993. Peruvian jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*, in the open waters of the South Pacific. *Journal of Ichthyology* 33: 86–104.
- Fournier D. y C.P. Archibald. 1982. A general theory for analysing catch at age data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39:1195-1207.
- Fournier D., H. Skaung, J. Ancheta, J. Ianelli, A. Magnusson, M. Maunder, A. Nielsen, y J. Sibert. 2012. Model Builder: Using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models. *Optimization Methods and Software* 27(2):233-249.
- Francis R.I.C.C. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 68: 1124–1138.
- Gerlotto F, M. Gutierrez, y A. Bertrand. 2012. Insight on population structure of the Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*). *Aquat. Living Resour.* 25, 341–355.
- Guele M., N.T. Hintzen, E. Rivot, D. Gascuel, A. Ouest, y C. Rennes. 2014. How to manage the fishery on Chilean jack mackerel, a South Pacific pelagic fish with large variation in recruitment regime?.
- Hilborn R. y C.J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall, Boston. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-3598-0>.
- Leal E., E. Díaz, J.C. Saavedra-Nievas, y G. Claramunt. 2013. Ciclo reproductivo, longitud y edad de madurez de jurel *Trachurus murphyi*, en la costa de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* Vol. 48, No3: 601-611.
- 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.
- Payá I. 2024a. Jack Mackerel CPUE index and acoustic biomass in the south-central Chile. SC12-JM04. SPRFMO. <https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/12th-SC-2024/Jack-Mackerel/SC12-JM04-CHL-Jack-Mackerel-CPUE-index-and-acoustic-biomass-in-the-south-central-Chile.pdf>.
- Payá I. 2024b. Increase options in the Jack Mackerel Risk Table. SC12-JM10. SPRFMO. <https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/12th-SC-2024/Jack-Mackerel/SC12-JM10-CHL-Increase-options-in-the-Jack-Mackerel-Risk-Table.pdf>.
- Payá I. 2023a. Update of the Chilean Jack Mackerel CPUE abundance index based on catch by fishing trip in the south-central Chile. SC11_JM11. Instituto de Fomento Pesquero. <https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/11th-SC-2023/Jack-Mackerel/SC11-JM11-CHL-Update-of-the-CJM-CPUE-abundance-index-based-on-catch-by-fishing-trip-in-the-south-central-Chile.pdf>
- Payá I. 2023b. Update up to June 2022 of the Chilean Jack Mackerel abundance index based on the catch per fishing set. Working document for SC11_JM10. Instituto de Fomento Pesquero. <https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/11th-SC-2023/Jack-Mackerel/SC11-JM10-CHL-Update-up-to-June-2022-of-the-CJM-abundance-index-based-on-the-catch-per-fishing-set.pdf>
- Payá I. 2023c. CJM abundance index estimated by spatiotemporal SPDE-based GLM and compare with other CPUE indices (CHL). <https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/11th-SC->



- [2023/Jack-Mackerel/SC11-JM12-CHL-CJM-abundance-index-estimated-by-spatiotemporal-SPDE-based-GLM-and-compare-with-other-CPUE-indices.pdf](https://www.sprfmo.int/assets/02-SC10/Meeting-Papers/SC10-JM05-CPUE-abundance-index-in-south-central-Chile-update-and-proposed-correction-CL.pdf)
- Payá I. 2022. High fish concentrations close to the coast in recent years could affect the Jack Mackerel CPUE abundance index in south-central Chile: proposal of a correction procedure. SC10-JM05. <https://www.sprfmo.int/assets/02-SC10/Meeting-Papers/SC10-JM05-CPUE-abundance-index-in-south-central-Chile-update-and-proposed-correction-CL.pdf>.
- Payá I. y J. Zenteno. 2024. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentable de jurel nacional entre la Región de Arica y Parinacota a la Región de los Lagos, año 2024. Informe Final Técnico, Convenio de desempeño 2023. Instituto de Fomento Pesquero. 119 p + 10 anexos.
- Payá I., R. Tascheri, M. Mardones y J.C. Quiroz. 2023. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentable de jurel nacional entre la Región de Arica y Parinacota a la Región de los Lagos, año 2023. Tercer informe (final), Convenio de desempeño 2022. Instituto de Fomento Pesquero. 75 p + 7 anexos.
- Rousseau Y., R. A. Watson, J. L. Blanchard, y E. A. Fulton. 2019. Evolution of global marine fishing fleets and the response of fished resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116(25): 12238-12243.
- Serra R. 1991. Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*, *Invest. Pesq. (Chile)*, 36:67-83.
- Schnute J.T. y L. Richards. 1995. The influence of error on population estimates from catch-age models. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 52: 2063-2077.
- SPRFMO 2022. 10th Scientific Committee meeting report. 86 p. Wellington, New Zealand. <https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/SC/10th-SC-2022/SC10-Report-Final-19Jan2023-v2.pdf>
- SPRFMO_SCW14. 2022. 14th scientific committee workshop report. Jack Mackerel Benchmark Workshop (SCW14). https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/SC_WS/SCW14-Jack-Mackerel/SPRFMO-SC-JM-enchmark-Workshop-2022-Report-SCW14.pdf
- Vásquez S., L. Cubillos y A. Sepúlveda. 2023. A Bayesian spatio-temporal approach for the standardization of CPUE in the Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*) fishery of central-southern Chile. SC11 – JM07. SPRFMO. <https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/11th-SC-2023/Jack-Mackerel/SC11-JM07-CHL-A-Bayesian-spatio-temporal-approach-for-the-standardization-of-CPUE-in-the-TM-fishery-off-central-southern-Chile.pdf>.
- Vásquez S., y A. Sepúlveda. 2024. Update on CPUE standardization for the Chilean jack mackerel fishery in central southern Chile using spatio-temporal Bayesian models. SC12 – JM06. SPRFMO. <https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/12th-SC-2024/Jack-Mackerel/SC12-JM06-CHL-Update-on-CPUE-standardization-for-the-Chilean-JM-fishery-in-central-southern-Chile-using-spatio-temporal-Bayesian-models.pdf>
- Walker K., A. Gómez, M. Ramírez, G. Eisele y E. Gaete (2022). Informe de avance, Programa de seguimiento de las principales pesquerías pelágicas de la zona centro sur de Chile, entre las regiones de Valparaíso y Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, año 2022.



Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Subsecretaría de Pesca, Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, Chile.

Zenteno J. e I. Payá. 2023. Effort Creep in the JM south central fleet in Chile. SC11 – JM06_rev1. Instituto de Fomento Pesquero. https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/11th-SC-2023/Jack-Mackerel/SC11-JM06_rev1-CHL-Effort-Creep-in-the-JM-south-central-fleet-in-Chile.pdf

Zenteno J. y I. Payá. 2024. Incorporating a creep factor into the Chile Jack Mackerel CPUE index standardization. SC12-JM07. SPRFMO. (https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/SC/10th-SC-2022/SC10-JM05-CPUE-abundance-index-in-south-central-Chile_update-and-proposed-correction-CL.pdf)

A N E X O S

A N E X O 1

Ajustes del modelo h1_1.07_Is
(Hipótesis de una sola unidad de stock)

Autor: Ignacio Payá

Ajustes datos estructurados (edades y longitudes)

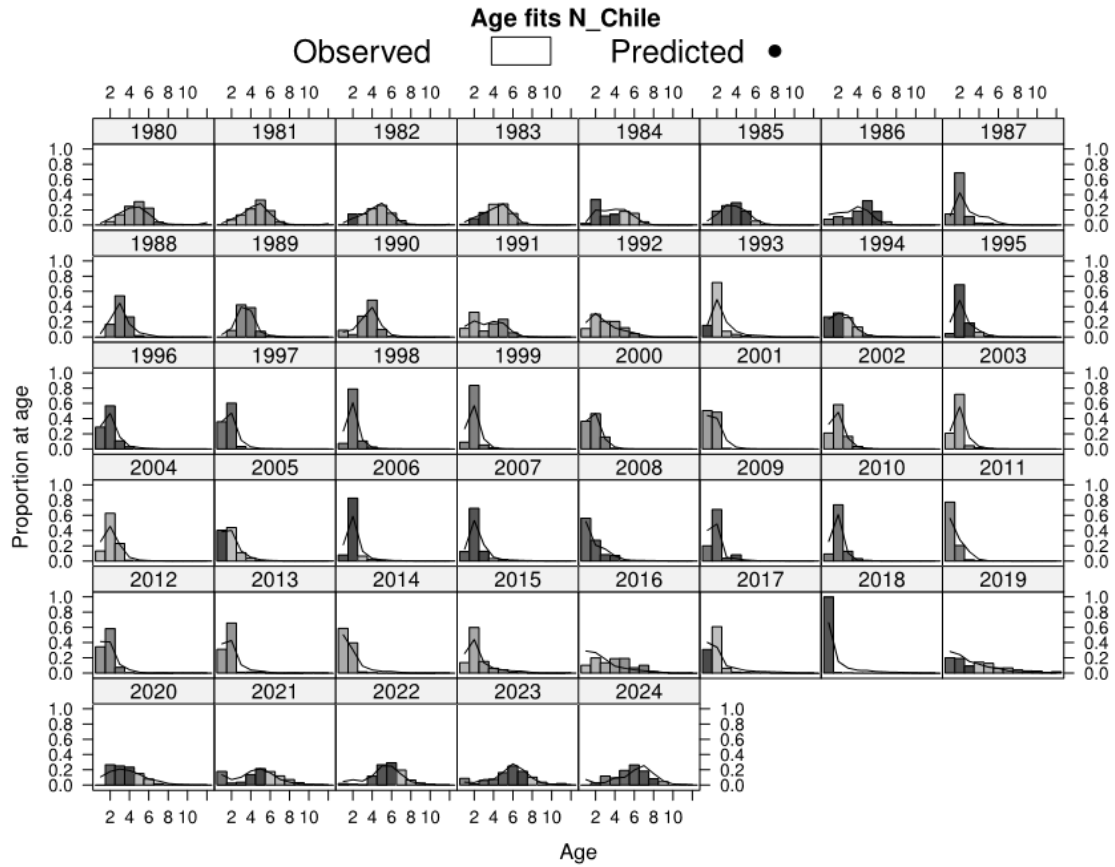


Figure 1.1 Ajuste del modelo (líneas) a las composiciones de edad (barras) de la flota norte de Chile.

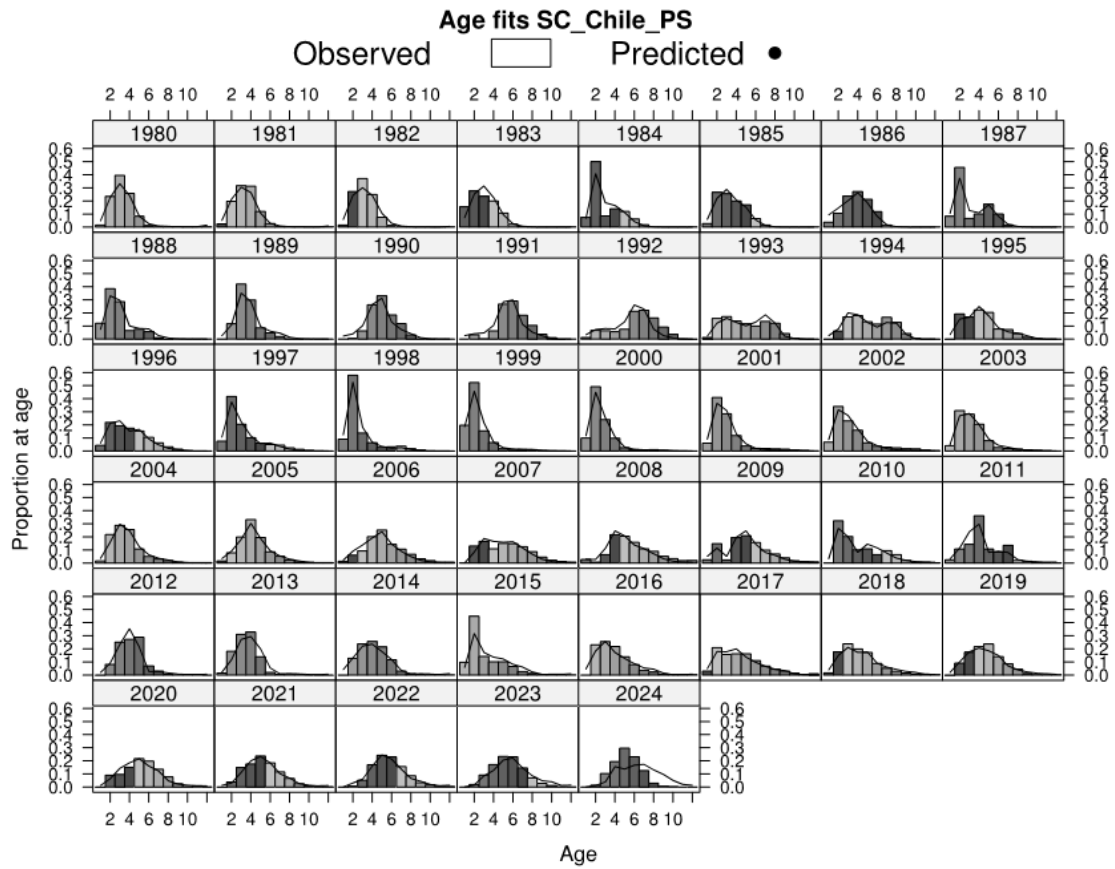


Figure 1.2 Ajuste del modelo (líneas) a las composiciones de edad (barras) de la flota centro-sur de Chile.

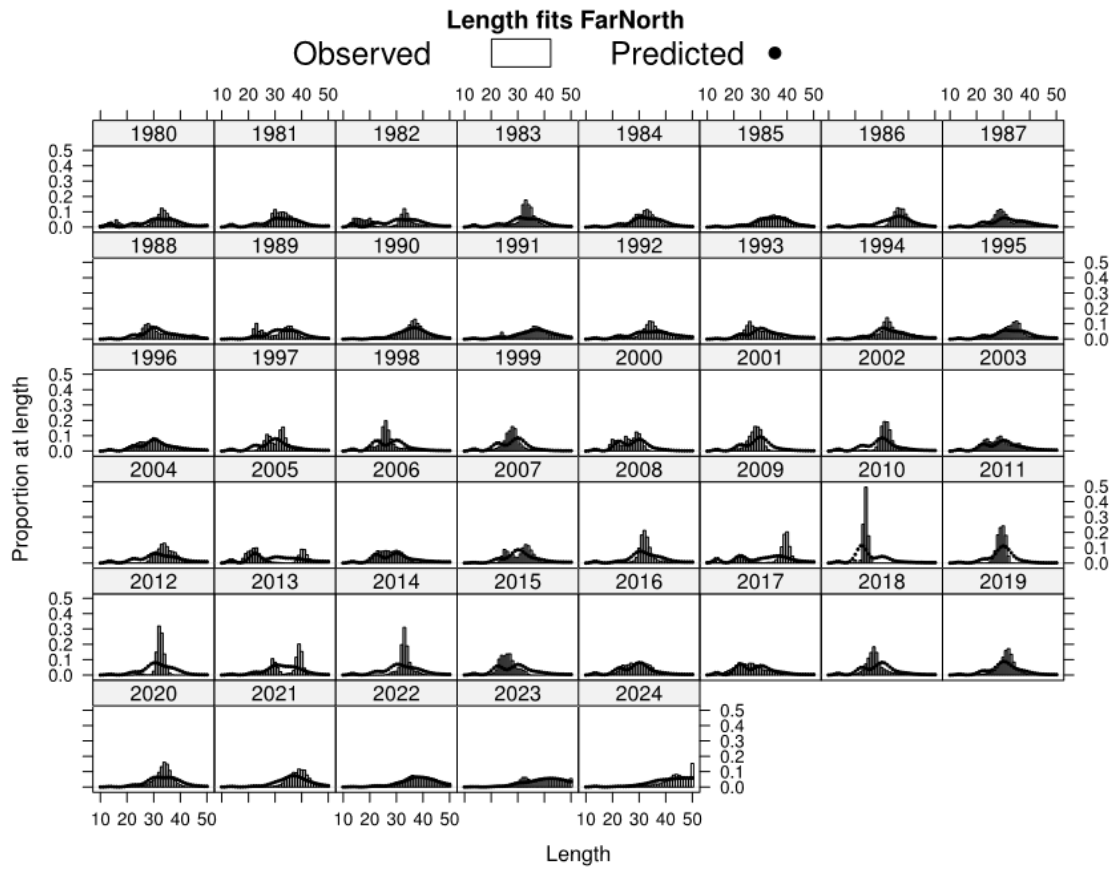


Figure 1.3 Ajuste del modelo (líneas) a las composiciones de tallas (barras) de la flota de Perú

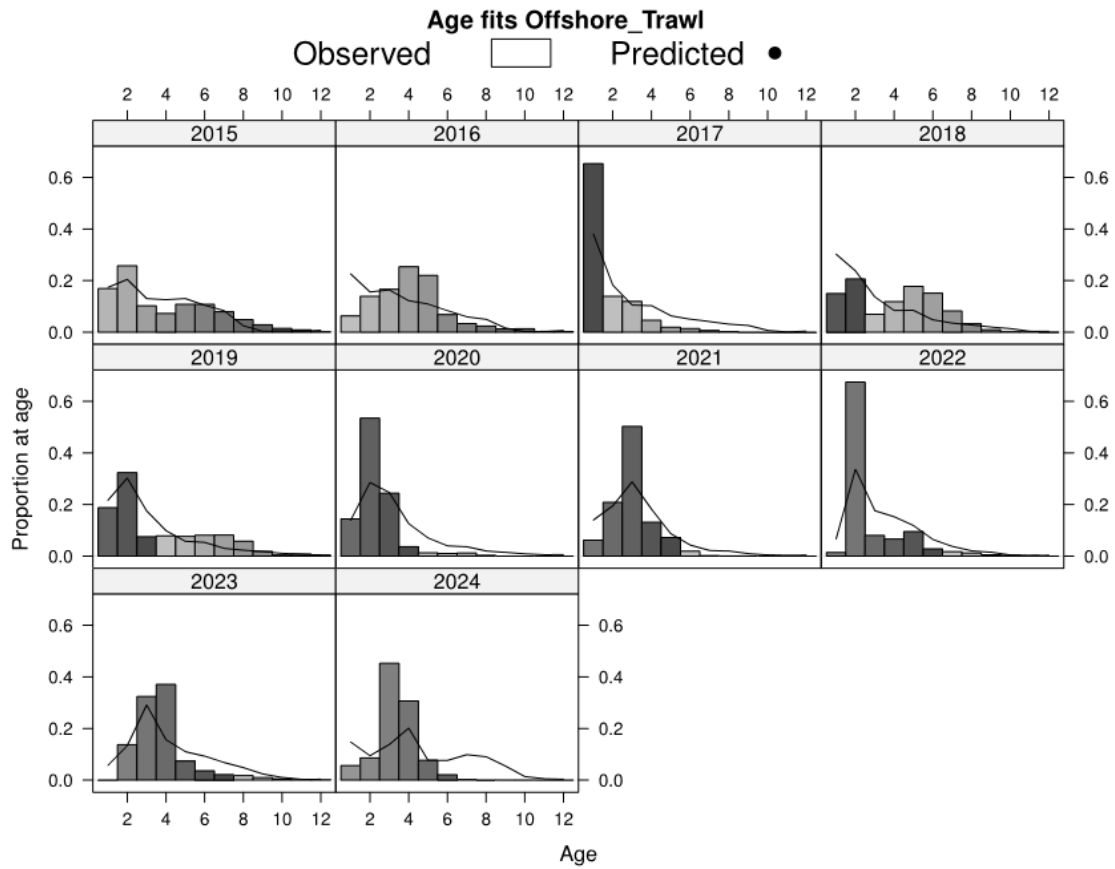


Figure 1.4 Ajuste del modelo (líneas) a las composiciones de edad (barras) de la flota “offshore”.

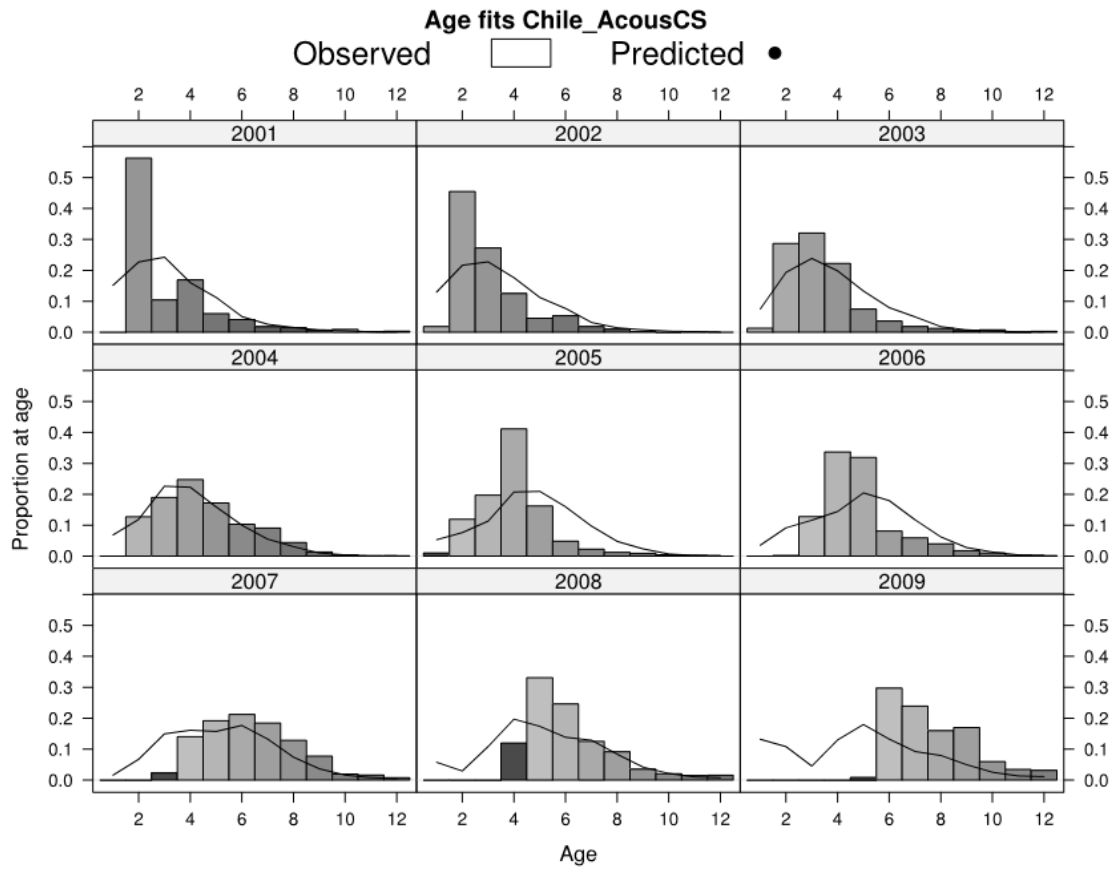


Figure 1.5 Ajuste del modelo (líneas) a las composiciones de edad (barras) del crucero hidroacústico de la zona centro-sur de Chile.

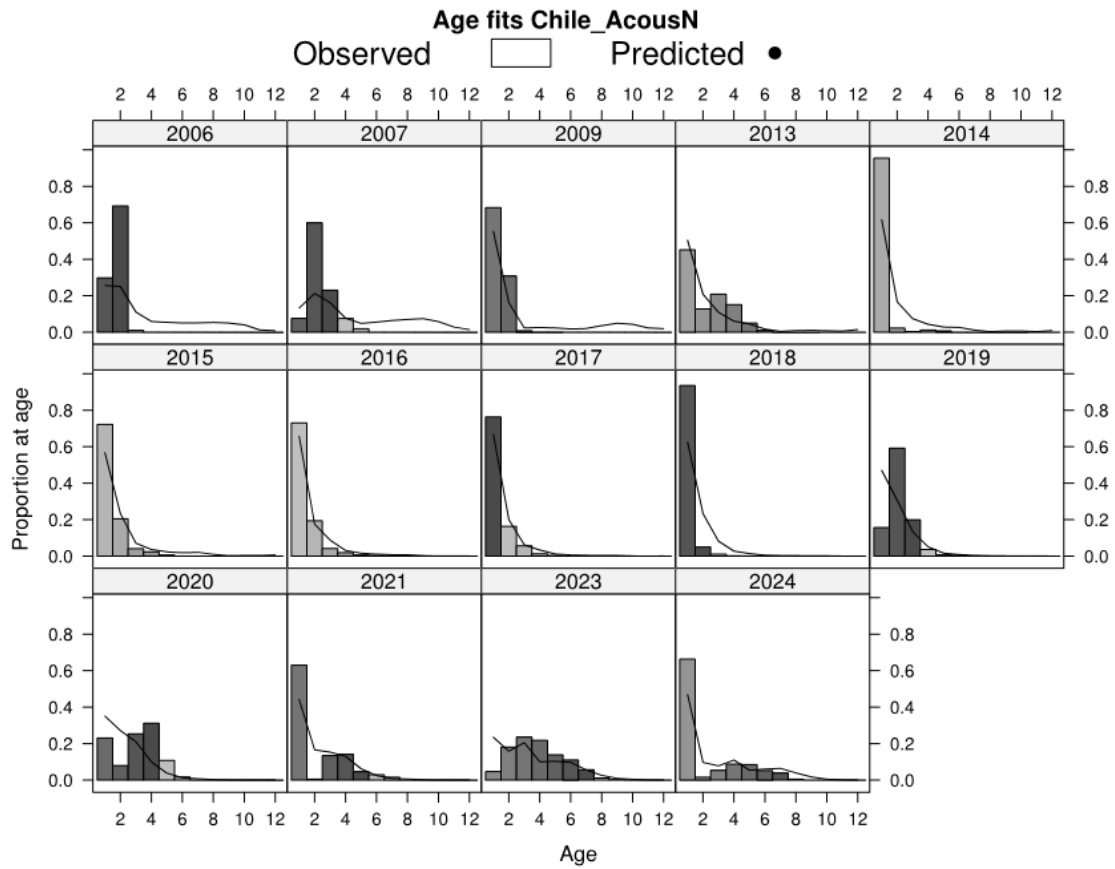


Figure 1.6 Ajuste del modelo (líneas) a las composiciones de edad (barras) del crucero hidroacústico de la zona norte de Chile.

Ajustes a índices de abundancia de CPUE y cruceros acústicos

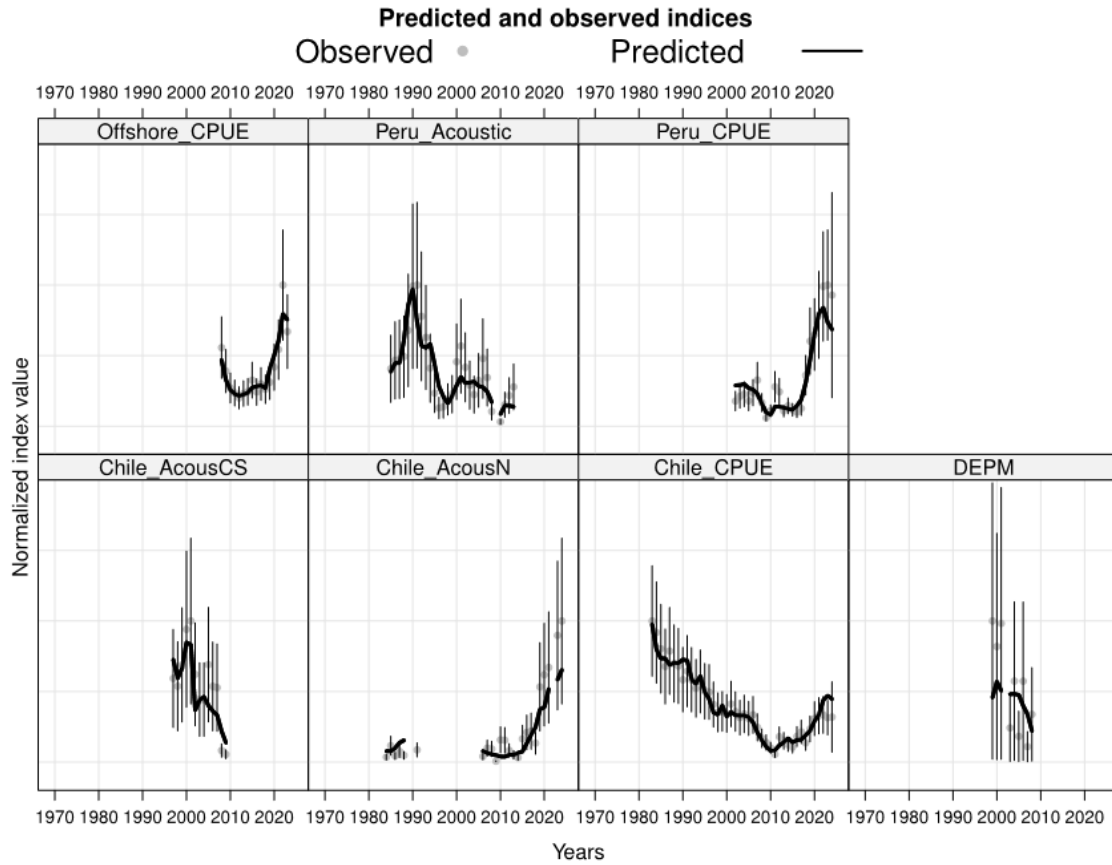


Figure 1.7 Ajuste a los índices de abundancia relativa. La línea representa las predicciones del modelo (hipótesis de una unidad de stock), los puntos los valores observados y las líneas verticales el error de entrada supuesto (2 desviaciones estándar) alrededor de las observaciones.

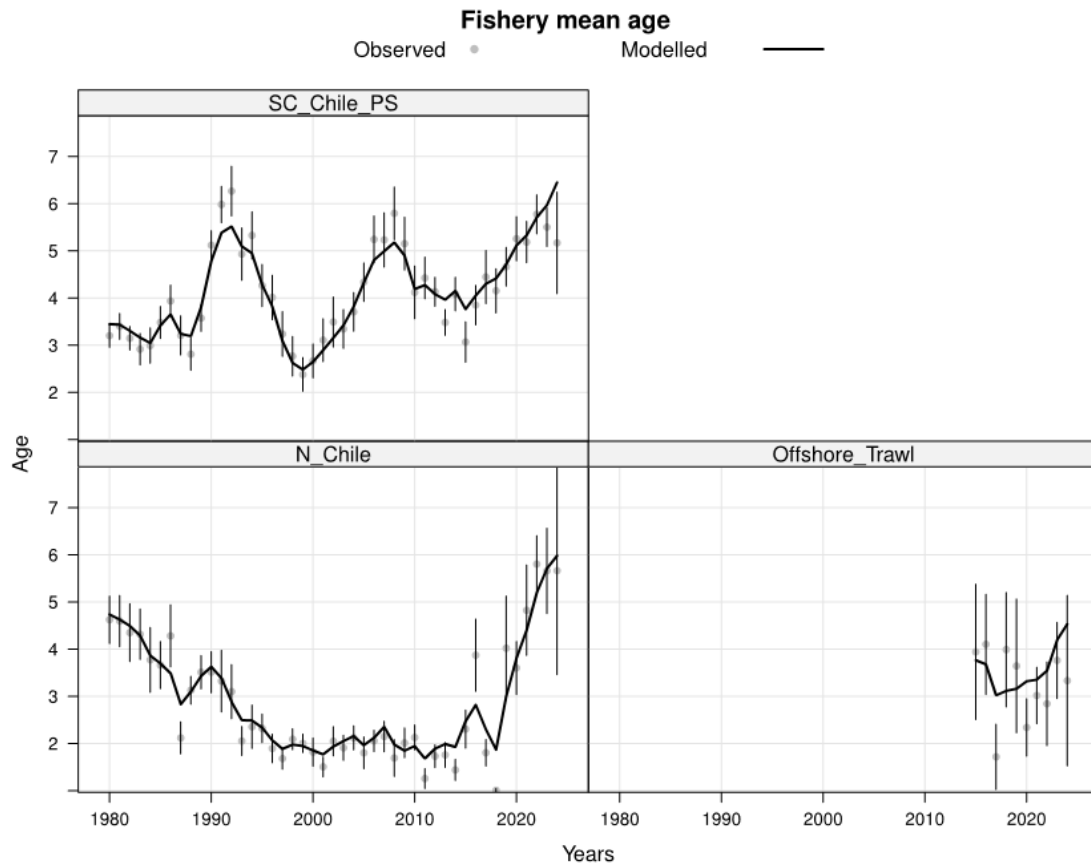


Figure 1.8 Edad media por año y pesquería. La línea representa las predicciones del modelo (hipótesis de una unidad de stock), los puntos los valores observados y las líneas verticales el error de entrada supuesto (2 desviaciones estándar) alrededor de las observaciones.

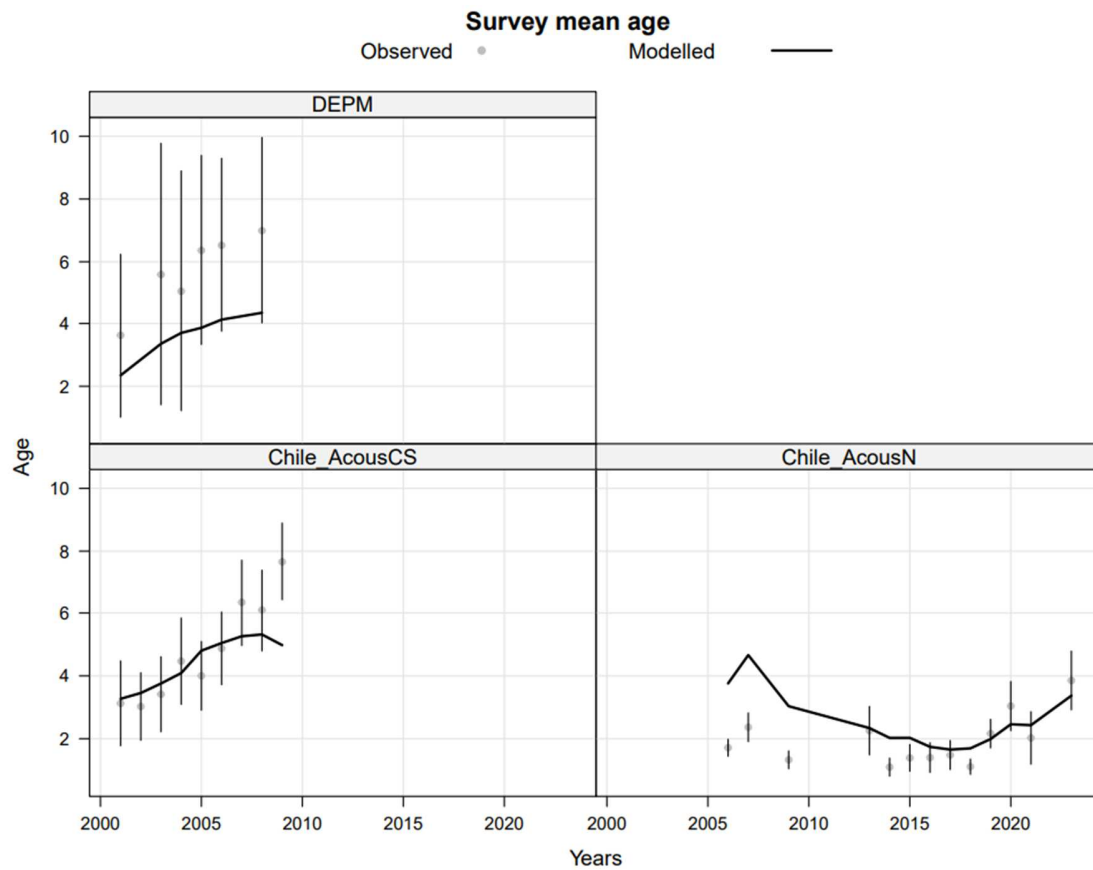


Figure 1.9 Edad media por año y crucero de investigación. La línea representa las predicciones del modelo (hipótesis de una unidad de stock), los puntos los valores observados y las líneas verticales el error de entrada supuesto (2 desviaciones estándar) alrededor de las observaciones.

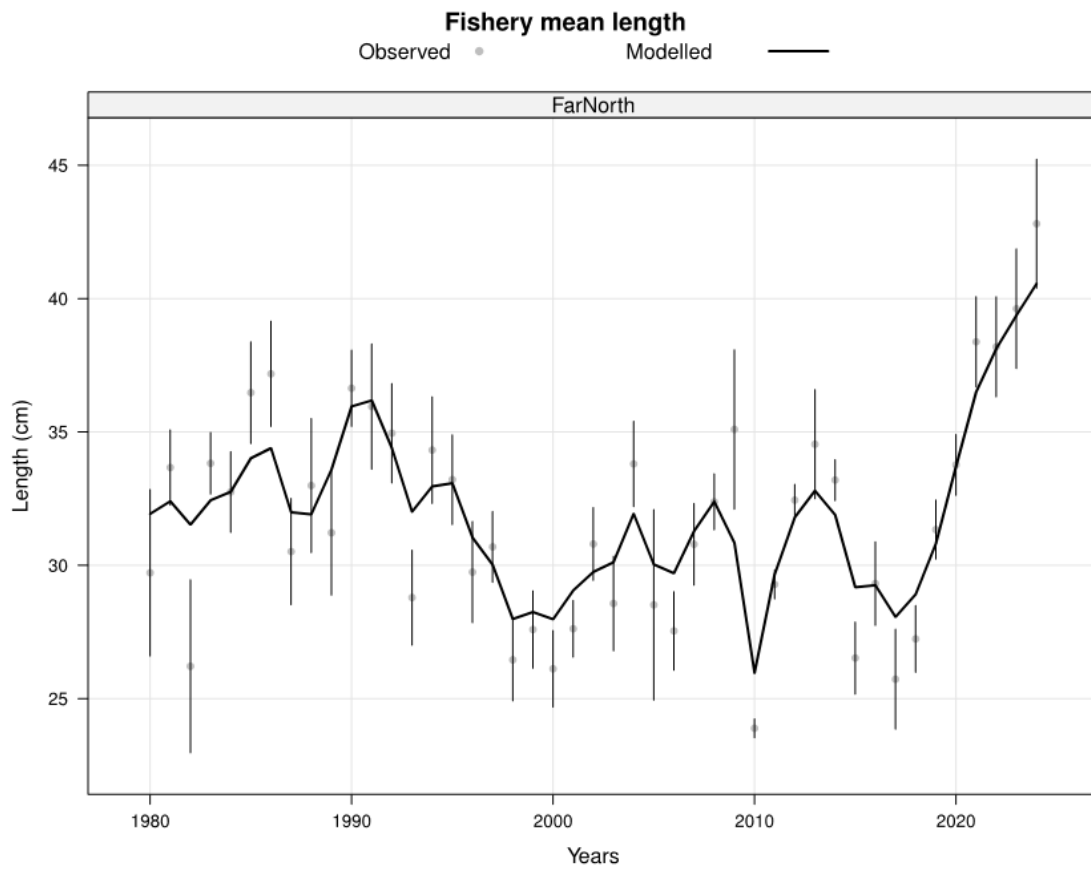
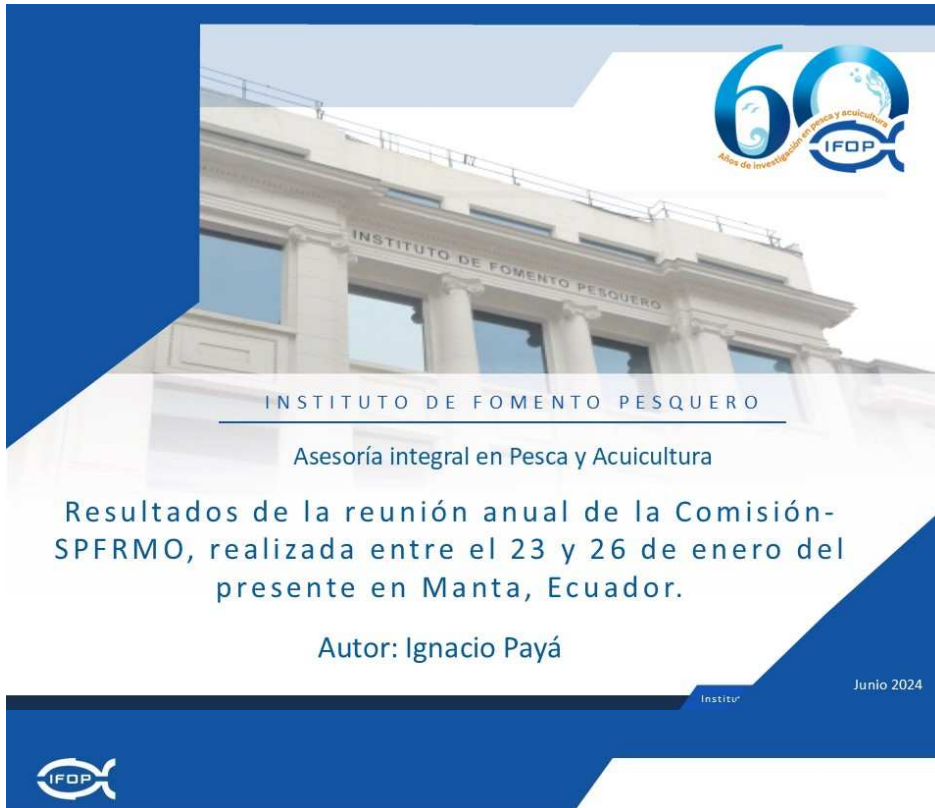


Figure 1.10 Talla media por año en la flota e Perú (Extremo Norte). La línea representa las predicciones del modelo (hipótesis de una unidad de stock), los puntos los valores observados y las líneas verticales el error de entrada supuesto (2 desviaciones estándar) alrededor de las observaciones.

A N E X O 2

Resultados de la reunión anual de la Comisión-SPFRMO, realizada entre el 23 y 26 de enero de 2024 en Manta, Ecuador.
Presentación en primera reunión del CCT-Jurel 2024.

Autor: Ignacio Payá



Contenido

1. Antecedentes
2. Repaso de EEM
3. 2° taller de EEM en la Comisión.
4. Trabajo durante 1s 2024
5. Procedimientos de manejo de interés para Chile

Payá 2024



ANTECEDENTES

- Grupo de trabajo de EEM de jurel en la OROP-PS.
- Taller 1 con la Comisión en Febrero 2023, Manta Ecuador.
- Taller 2 con la Comisión en Enero 2024, Manta, Ecuador.
- Trabajo durante 2023-2024

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Contenido

1. Antecedentes
- 2. Repaso de EEM**
3. 2° taller de EEM en la Comisión.
4. Trabajo durante 1s 2024
5. Procedimientos de manejo de interés para Chile

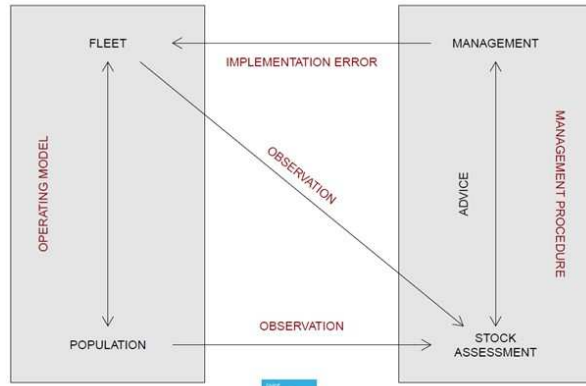
Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 

BACKGROUND

MSE overview

Ernesto Jardim



Payá 2024

En el 2023 se realizaron 4 presentaciones de IFOP en el CCT-jurel nacional.

Reunión Jurel	CCT-	Fecha	Contenido
1		enero	Estado del arte en EMM (EU) y próxima reunión del CC con el CM en Manta (ver Anexo 4.1).
2		abril	Material en sitio GoogleSite Video sobre EEM ¿Qué es EEM? y revisión de conceptos. Reunión sobre EEM en Manta Objetivos de manejo teóricos Objetivos de manejo prácticos Indicadores de desempeño Cronograma de EEM en la OROP-PS Consideraciones técnicas sobre los ejes de incertidumbre relevantes para la delegación chilena. (ver Anexo 4.2).
3		junio	Revisión del esquema general de EEM y aclaración de dudas generales Propuesta de trabajo por módulos para el CCT-J. Avances del grupo técnico de EEM de la OROP-PS Análisis de modelo operativo Análisis del modelo de error de observaciones Comentarios y acuerdos del CCT-J (ver Anexo 4.3)
4		septiembre	Revisión del esquema general de EEM y aclaración de dudas generales Reuniones del grupo de trabajo de EEM Avances del grupo técnico de EEM de la OROP-PS, modelos operativos (ver Anexo 4.4)

Payá 2024



Reuniones del grupo de EEM de la OROP-PS en 2023

Mes	Contenido
Febrero	1 taller de EEM en la Comisión
Mayo	Conformación el grupo de trabajo El estado de desarrollo del paquete JJM MSE en R. Planificación de las tareas. Asignación de tareas por miembros
Junio	Actualización del MSE software OM, proyecciones

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Reuniones del grupo de EEM de la OROP-PS en 2023

Mes	Contenido
Julio	Actualización del MSE software. Discusión sobre tasas de migración (SEAPODYM). OM con diferentes M (pero cambiar modelo de crecimiento para el stock sur) "Effort creep" en OM será igual que el modelo (1%) Pesos medios a la edad: No se incluirán suavizadores Pesos medios y ambiente Concentración costera puede afectar la capturabilidad (q)
Agosto	Discusión sobre tasas de migración Chile propone tasas de migración basada en estudios genéticos, pero no son aceptadas Se estable preocupación de Chile por como se establecen los acuerdos técnicos
Septiembre	Presentación del GT sobre el condicionamiento de los modelos operativos en el SC11

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Contenido

1. Antecedentes
2. Repaso de EEM
3. **2° taller de EEM en la Comisión.**
4. Trabajo durante 1s 2024
5. Procedimientos de manejo de interés para Chile

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Report on SPRFMO Management Strategy Evaluation Workshop for Jack Mackerel

Manta, Ecuador, 27 January 2024

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



- The **current MP** for Jack mackerel was established in 2014 and this MP was aimed specifically at **rebuilding** the stock through an evaluation of trade-offs.
- This included **factors** such as **rebuilding time**, the chance of falling below a **biomass reference** point, and average catch.
- These led to a recommendation to the Commission (so-called “**Annex K**”) that has been maintained and continues to be the approach for providing advice from the SC. (**+15% catch stabilization**)

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



- **An example: Pacific hake** fishery comparing alternative **straddling stock** hypotheses (via movement mechanisms) between the **US and Canada**.
- **Similarly**, the MSE for **JM** could **potentially incorporate climate change** factors and could take into account age-based movement and/or stock structure hypotheses.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



- Why MSE: The need for **clear, specific**, and measurable **objectives** was emphasized, focusing on stock biomass and fishery performance.
- Moreover, the **imperative** of comprehending the **trade-offs inherent in management** decisions was discussed.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



- **EXAMPLE HCR:** Setting **TACs every 3 years** could be **less responsive** to dynamic changes in the stock since **recruitment is variable** and the shorter life-history may require greater responsiveness.
- **TAC stability** in both directions could be **desirable** (e.g., a specification that the TAC change should be constrained for both increases and decreases).

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 

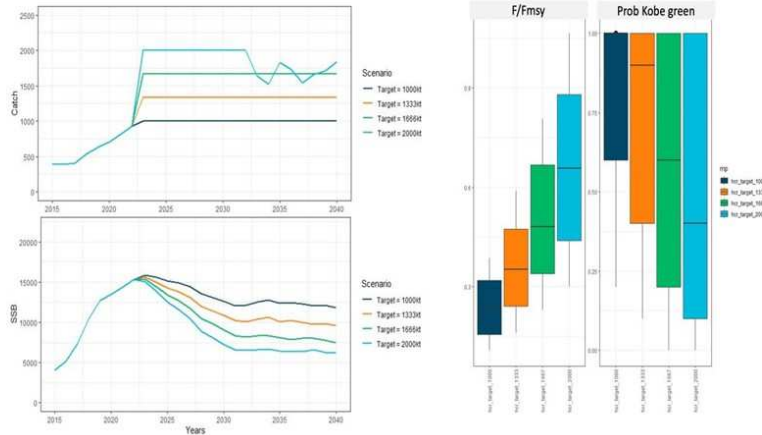


Figure 2. Illustration of MSE results in terms of catch and SSB when setting different harvest targets and the associated performance statistics on F/F_{msy} and the probability to be in the Kobe green

Payá 2024

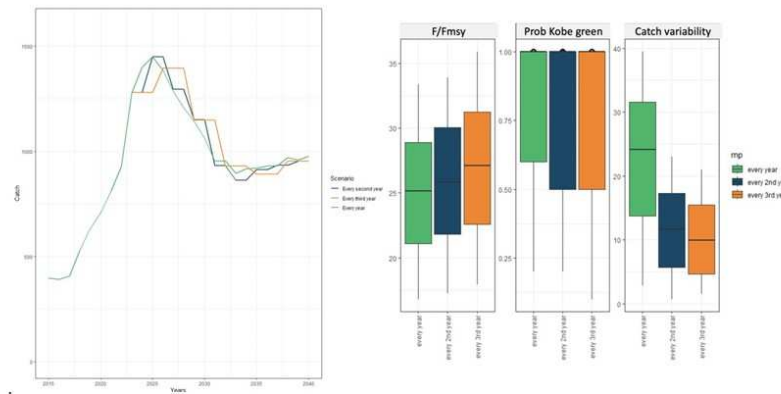


Figure 3. Illustration of MSE results in terms of catch when setting TACs at 1, 2 or 3 year intervals. Associated performance statistics on F/F_{msy} , the probability to be in the Kobe green as well as the inter-annual variation in catch are shown.

Payá 2024





- The **implications** of data collection program changes on management effectiveness were also considered.
- Chile:
 - Reassured that it has the intention to **continue hydroacoustic surveys** both in the north of Chile as well as in the south-central area.
 - **Empirical harvest control rules**, being for example tuned on **CPUE time-series** from one fishing area such as the Chilean EEZ, should be **tested** given the **variable spatial distribution** of the stock.
- **Continued collection** of spatially resolved fishery-independent data was considered **important**.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



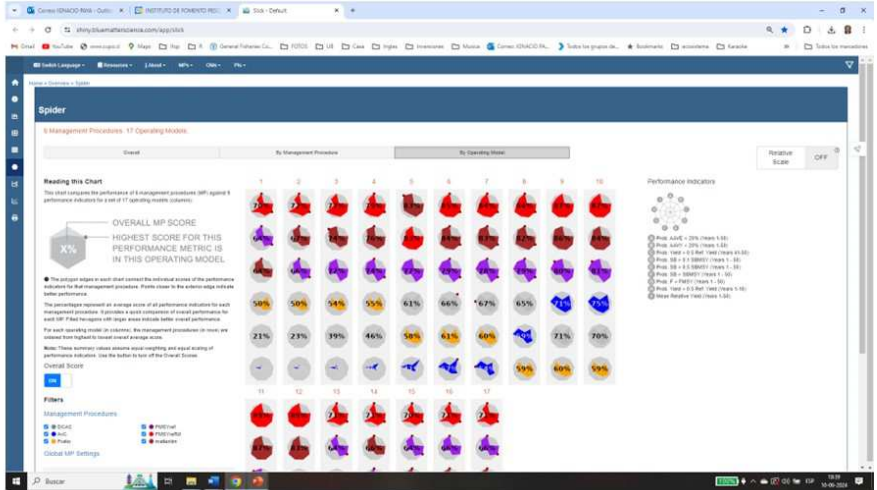
- **Chile suggest** a performance indicator :
 - **A statistic** on the magnitude of **TAC change by year given an MP**.
- PEW foundation -> Blue Matter Science -> **OpenMSE**-> “slick” to **show results**

Payá 2024

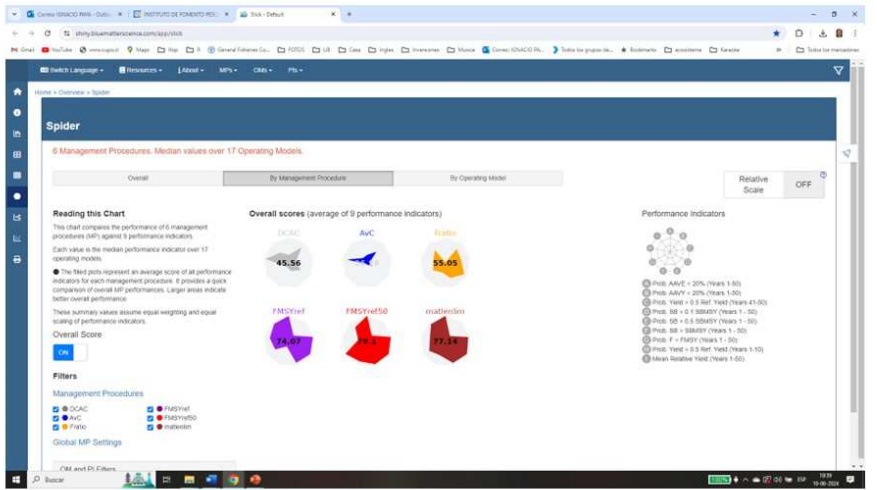
Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA



Payá 2024



Payá 2024





Contenido

1. Antecedentes
2. Repaso de EEM
3. 2° taller de EEM en la Comisión.
4. **Trabajo durante 1s 2024**
5. Procedimientos de manejo de interés para Chile

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Reuniones del grupo de EEM de la OROP-PS en 2024

Mes	Contenido
Enero	Segundo Curso sobre de la plataforma de EEM para jurel basada en FLR.
Febrero	2 taller de EEM en la Comisión
Marzo	I. Reclutamiento. II. Condicionamiento del MO al 2023. III. Uso complementario: FLR + OpenMSE.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Reuniones del grupo de EEM de la OROP-PS en 2024

Mes	Contenido
Enero	Segundo Curso sobre de la plataforma de EEM para jurel basada en FLR.
Febrero	2 taller de EEM en la Comisión
Marzo	Reclutamiento y condicionamiento hasta el 2023.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Reuniones del grupo de EEM de la OROP-PS en 2024

Mes	Contenido
Abril	Proyecciones de la captura por flota 3 niveles (0,2, 0,4 y 0,6) de tasas de migraciones entre stocks -> test de robustez o sensibilidad Procedimiento alternativo para incluir la incertidumbre de los parámetros Revisión de varios temas técnicos
Junio	I. Perú presentó ejemplo de alternativa de estimación de incertidumbre (M). II. Niels propuso una matriz de OM and MP. III. Para la próxima reunión se debe presentar los MP de interés para Chile.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Contenido

1. Antecedentes
2. Repaso de EEM
3. 2° taller de EEM en la Comisión.
4. Trabajo durante 1s 2024
5. **Procedimientos de manejo de interés para Chile**

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Management procedure (MP): estimation model (EM) + harvest control rule (HCR).

Model-based HCR: First Priority

- Estimation model: jjm
- To reach 50%MSY in a 2-year period and then apply the +15% quota stabilization.
- To apply a $F_{mult} = 2.0, 3.0, 4.0$.
- Catch stabilization: -15% to 20%, -15% to 30%, -15% to 50%
- Stair HCR:
 - A stair with a first tread equal to 50%MSY and a second tread 60% lower than the first tread.
 - First step equal 50%MSY and then a 70%step down
 - To duplicate the TAC the first year and then apply the +15% quota stabilization.
 - Fixed catch every 3 years.

Data/index HCR: Second Priority.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



THANKS

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 

A N E X O 3

Avances en la evaluación de estrategias de manejo (MSE) y análisis de las hipótesis asociadas a tasas de conectividad para la construcción de modelos operativos.

Presentación en la segunda reunión del CCT-Jurel 2024.
Autor: Ignacio Payá



Contenido

1. Avances en la evaluación de estrategias de manejo (MSE)
2. Análisis de las hipótesis asociadas a tasas de conectividad para la construcción de modelos operativos


Payá 2024



Contenido

- 1. Avances en la evaluación de estrategias de manejo (MSE)**
2. Análisis de las hipótesis asociadas a tasas de conectividad para la construcción de modelos operativos

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Antecedentes

- Última reunión CCT-j nacional (junio)
 - Antecedentes
 - Repaso de EEM
 - 2° taller de EEM en la Comisión.
 - Trabajo durante 1s 2024
 - Procedimientos de manejo de interés para Chile

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Avance en EEM

Avances en EEM en la OROP-PS
Reunión 9 de julio. 5th MSE WG meeting online

Agenda

1. Opening
2. Adoption of the agenda
3. Discussion on proposed MP development
 - a. What OM-MPs to test (experimental design)
 - i. What happens with management of the Northern stock
 - ii. Tuning of MP(s)
 - b. Short-cut vs full-feedback
 - c. HCR
 - i. Frequency of advice
 - ii. TAC stabilizers
 - iii. Banking and Borrowing
 - d. Robustness tests
4. Concluding & planning next session

Payá 2024



Avance en EEM

Que MO y MP (diseño experimental)

OM	MP	
	1	2
1	<ul style="list-style-type: none"> - Direct observation (oem) - Single estimator (est) - Single HCR (hcr) - TAC split by fleet (isys) - N fleet catch set by 2 stock SA / indicator (iem) - Simple projection (fwd.om) 	<ul style="list-style-type: none"> - Split observations (oem) - 2-stock estimator (est) - Separate HCRs applied to N & S (hcr) - TAC on S split by fleet (isys) - Simple projection (fwd.om)
2	<ul style="list-style-type: none"> - Aggregated observation (oem) - Single estimator (est) - Single HCR (hcr) - TAC split by fleet (isys) - N fleet catch set by 2 stock SA / indicator (iem) - Simple projection (fwd.om) 	<ul style="list-style-type: none"> - Direct observation (oem) - 2-stock estimator (est) - Separate HCRs applied to N & S (hcr) - TAC on S split by fleet (isys) - Simple projection (fwd.om)
2+	<ul style="list-style-type: none"> - Aggregated observation (oem) - Single estimator (est) - Single HCR (hcr) - TAC split by fleet (isys) - N fleet catch set by 2 stock SA / indicator (iem) - Projection with movement (fwdmov.om) 	<ul style="list-style-type: none"> - Direct observation (oem) - 2-stock estimator (est) - Separate HCRs applied to N & S (hcr) - TAC on S split by fleet (isys) - Projection with movement (fwdmov.om)

Payá 2024



Avance en EEM

Que MO y MP (diseño experimental)

An alternative decision system

- Test *simplest* MP that performs across Oms
- Example: abundance indicators for N & S
 - Set of abundance indicators for N & S
 - CPUEs, length indicators
 - Surplus production as trend
 - Decision on 1 stock + changes in N
 - Applied to 3 + 1 fleets
- Full feedback on whole design is costly and risky
- Compare 1st row (h1 OM) with simpler MP

¿Qué opina el CCTP-j nacional?

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Avance en EEM

ShortCut vs Full MSE

Status of development

- model_h1.R
 - shortcut.sa + hockeystick.hcr
 - shortcut.sa + buffer.hcr
 - cpue.ind + cpue.hcr
- model_h2.R
 - CLARIFY decision making with 2 stocks
 - OM + MP
- repositories
 - Updated and documented (MAY)
- output
 - Convert to Slick



Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 

Avance en EEM

ShortCut vs Full MSE

<https://harveststrategies.org/wp-content/uploads/2022/08/Shortcut-MSE-Fact-sheet-FINAL.pdf>



Payá 2024

Avance en EEM

ShortCut vs Full MSE

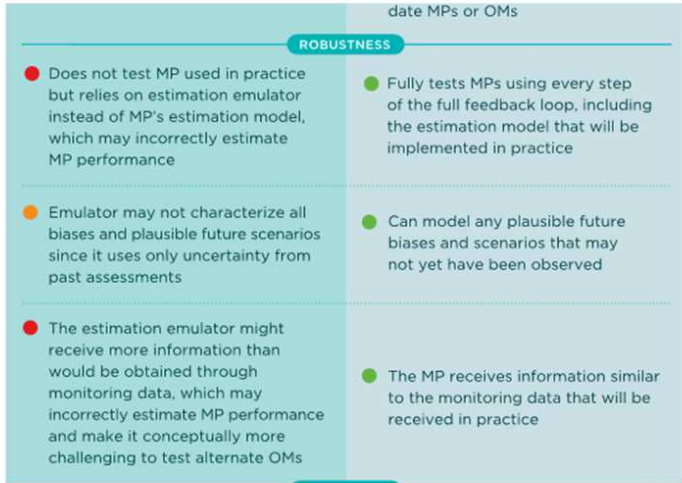
<https://harveststrategies.org/wp-content/uploads/2022/08/Shortcut-MSE-Fact-sheet-FINAL.pdf>

SHORTCUT MSE	FULL MSE
EFFICIENCY	
<ul style="list-style-type: none"> ● Reduces computational complexity, less resource intensive ● Can quickly test wide range of candidate MPs and OM variants using relatively fewer resources 	<ul style="list-style-type: none"> ● Can be more computationally demanding and resource intensive ● Testing many candidate MPs can be more resource intensive, thus resource constraints can limit scope of work, including number of candidate MPs or OMs
ROBUSTNESS	
<ul style="list-style-type: none"> ● Does not test MP used in practice 	

Payá 2024

 **Avance en EEM**

ShortCut vs Full MSE



<https://harveststrategies.org/wp-content/uploads/2022/08/Shortcut-MSE-Fact-sheet-FINAL.pdf>

Payá 2024

 **Avance en EEM**

ShortCut vs Full MSE



<https://harveststrategies.org/wp-content/uploads/2022/08/Shortcut-MSE-Fact-sheet-FINAL.pdf>

Figure 2. Comparison of the shortcut and full MSE approach, highlighting risks (in red), lesser risks (in orange), and benefits (in green).

Payá 2024



Avance en EEM

ShortCut vs Full MSE

En MSE de jurel:

Shortcut se usará para realizar EEM sobre un amplio rango de MP

Shortcut -> Selección de un rango restringido de MP

Full MSE -> Sobre rango reducido de MP

¿Qué opina el CCTP-j nacional?

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Avance en EEM

CJM Recruitment deviations from Beverton_Holt Stock-Recruitment model.

By Ignacio Payá.

[PASAR A PRESENTACIÓN](#)

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Avance en EEM

CJM Recruitment deviations from Beverton_Holt Stock-Recruitment model.

Comentarios:

N. Hinzten: Aplicable como test de robustez

J. Ianelli:

- I. Projection is from the SRR w/ SigmaR
- II. history is based on whatever regime is specified. the parameterization is indeed based on mean as Ignacio noted

Iago Mosqueira:

On top of model, deviances for future projections are based on historical SD and autocorrelation. Currently uses the whole past time series. Alternative deviances using the low and high periods will be added.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Avance en EEM

Management Procedures of interest for the Chilean delegation (WD).

1. To identify the Management Procedure of interest for the Chilean delegation, the delegation met in June 2024.
2. Management procedure should be model-based and the estimation model should be the JJM
3. Concerns of using data-based MP:
 - Effect of changes in CJM spatial-temporal distribution on CPUE index
 - Acoustic biomass estimation in the North of Chile.
4. Current stock status is underexploited, and therefore, there are concerns of the increasing difference between the catch quota and the Catch at FMSY during the last years.
5. Also considered important to keep some level of quota stabilization

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Avance en EEM

Management Procedure of interest for the Chilean delegation (WD).

Chilean delegation would prefer MPs based on the JJM model rather than the data-based, and the following HCRs:

1. To reach 50%MSY in a 2-year period and then apply the +15% quota stabilization.
2. To apply $F_{mult} = 1.50 \times F_{2023}$, $2.0 \times F_{2023}$, and $3.0 \times F_{2023}$.
3. Catch stabilization: -15% to 20%, -15% to 30%, -15% to 50%
4. Stair HCR:
 - a) A stair with a first tread equal to 50%MSY and a second tread 60% lower than the first tread.
 - b) A stair with a first tread equal to 50%MSY and a second tread 70% lower than the first tread.
 - c) To duplicate the TAC the first year and then apply the +15% quota stabilization.
 - d) Fixed catch every by 3 years, based on the MSY catch curve projection.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Avance en EEM

Management Procedure of interest for the Chilean delegation (WD).

Comentarios:

J. Ianelli: Ser más reactivo frente a los cambios de productividad del stock para aprovechar los aumentos rápidos de rendimientos.

Se solicita a Chile generar un **documento** donde se especifique cada uno de los procedimientos de manejo que Chile plantea Ej.

PM1: model based + HCR 1

PM2: model based + HCR 2

SE REQUIERE OPINION DEL CCT-J NACIONAL SOBRE ESTOS MP.

Payá 2024


Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Contenido

1. Avances en la evaluación de estrategias de manejo (MSE)
2. **Análisis de las hipótesis asociadas a tasas de conectividad para la construcción de modelos operativos**

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Tasas de conectividad

1. No se presentaron nuevas estimaciones de tasas.
2. Chile indicó necesidad de realizar una ponderación diferenciadas por hipoteses:
 1. 1 Stock
 2. 2 Stokcs
 3. 3 2 Stocks conectados

Pregunta al CCT-J nacional ¿Cómo ponderar?

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA



GRACIAS

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile

A N E X O 4

Condición de jurel y nivel de explotación:
Reglas de captura alternativas para el jurel.
Presentación en la segunda reunión del CCT-Jurel 2024.

Autor: Ignacio Payá



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Asesoría integral en Pesca y Acuicultura

Condición de jurel y nivel de explotación: Reglas de captura alternativas para el jurel

Autor: Ignacio Payá

Agosto 2024

Instituto de Fomento Pesquero

Antecedentes

- Año 2014: Stock sobreexplotado

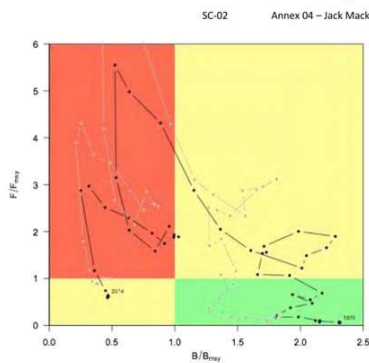


Figure A4.18. Phase plane (or "Kobe") plot of the estimated trajectory for jack mackerel under Model 2.2 (steepness = 0.65; black line) compared with Model 2.0 (pale line, steepness = 0.75; higher productivity) with reference points set to F_{MSY} and B_{MSY} estimated for the series 1970-2012.

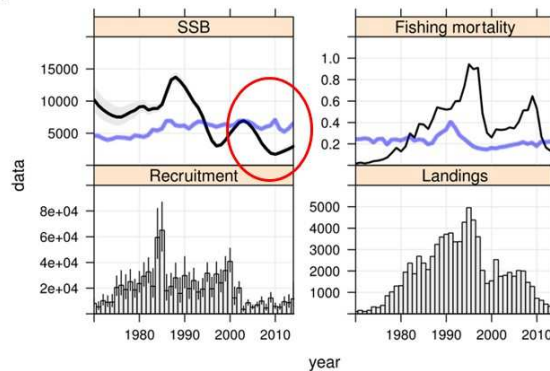


Figure A4.15.

Summary estimates over time showing spawning biomass (kt; top left), recruitment at age 1 (millions; lower left) total fishing mortality (top right) and total catch (kt; bottom right).

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Antecedentes

• Año 2014 -> Regla de recuperación

The Commission recommends the default HCR have the following set of conditions to allow for future fishing opportunities:

Stock status	TAC calculation method
$SSB_t \leq 80\%$ of B_{MSY} (or proxy)	1) Compute yield (C_{trial}) at estimated F_{2013} or F_{MSY} (whichever is smaller) <i>If $C_{trial} < C_{replacement}$</i> Set catch at or below C_{trial} <i>(the stock will increase)</i> <i>Else if $C_{trial} > C_{replacement}$</i> Set catch at or below $C_{replacement}$ <i>(the stock remains stable)</i>
$SSB_t > 80\%$ of B_{MSY} (or proxy) and $SSB_t \leq B_{MSY}$ (or proxy)	2) Compute yield (C_{trial}) at estimated F_{MSY} (or proxy) <i>If $C_{trial} < C_{replacement}$</i> Set catch at or below C_{trial} <i>(the stock will increase)</i> <i>Else if $C_{trial} > C_{replacement}$</i> Use method 1)
$SSB_t > B_{MSY}$ (or proxy)	3) Set catch at or below value based on F_{MSY}

Payá 2024



Antecedentes

• SC 2019

• CM 2020:

Se aplica por primera vez el estabilizador de 15% de la cuota de captura a solicitud de la Comisión.

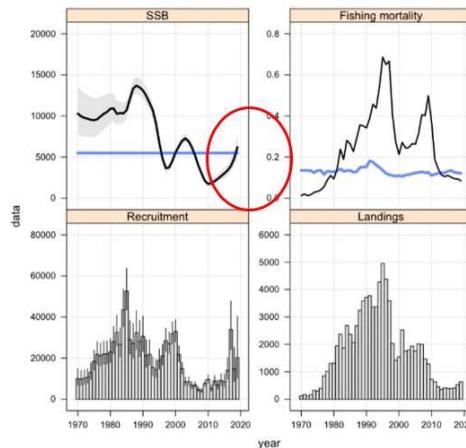


Figure A8.17. Model 1.00—single-stock hypothesis—summary estimates over time showing spawning biomass (kt; top left), recruitment at age 1 (millions; lower left) total fishing mortality (top right) and total catch (kt; bottom right). Blue lines represent the provisional B_{MSY} (upper left) and dynamic estimates of F_{MSY} (upper right).

Payá 2024



Antecedentes

- SC 2020
- CM 2021: 15%

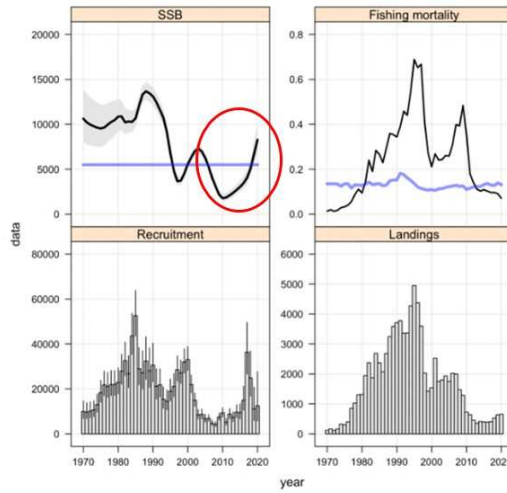


Figure A8.34. Model H1_1.00 (single-stock hypothesis) summary estimates over time showing spawning biomass (kt; top

Payá 2024



Antecedentes

- SC 2021, SC9
- CM 2022: 15%

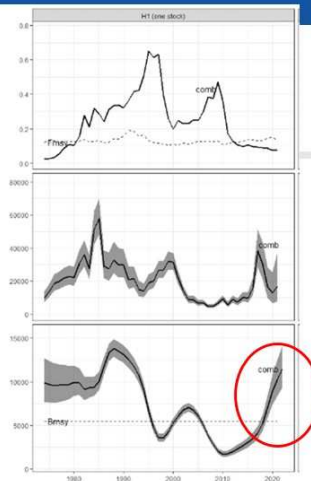


Figure 1. Jack mackerel in the southeast Pacific. Summary of fishing mortality (as an instantaneous rate per year; top), R biomass (in thousands of tonnes; bottom). Columns show the stock hypothesis (HZ, right, "north" stock in yellow and "southern" stock in grey) and "southern" stock in grey and "southern" uncertainties

Payá 2024



Antecedentes

- SC 2022, SC10
- CM 2023

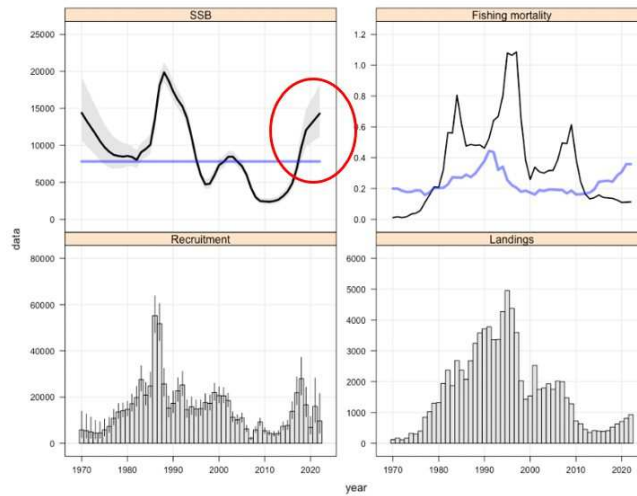


Figure A10.38: Model h1_1.02 (single-stock hypothesis) summary estimates over time showing spawning biomass (kt; top left), recruitment at age 1 (millions; lower left), total fishing mortality (top right), and total catch (kt; bottom right). Blue lines represent the average B_{MSY} over the most recent ten years (upper left) and dynamic estimates of F_{MSY} (upper right).



Antecedentes

- SC 2022, SC10
- CM 2023: 20%

Proposed Jack Mackerel Harvest Control Rule 2022

Harvest Control Rule

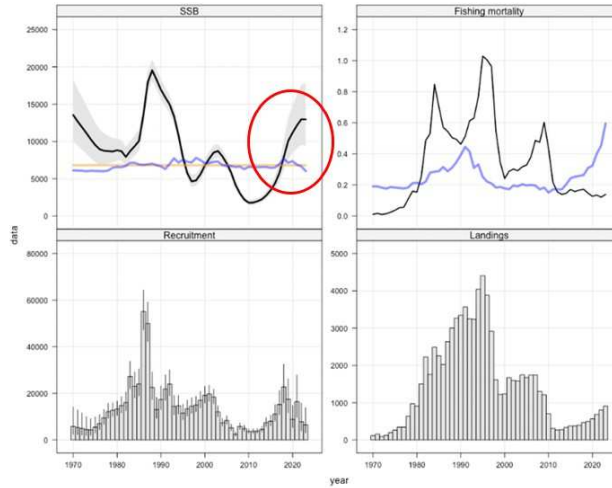
Stock status	TAC calculation method
$B_{t+1} < B_{lim}$	Set TAC to zero; directed jack mackerel fishing prohibited
$B_{t+1} \leq 80\% \text{ of } B_{MSY}$ (or proxy)	1) Compute trial catch (C_{trial}) at estimated F_t or F_{MSY} (whichever is smaller) If $C_{trial} < C_{replacement}$ Set catch at or below C_{trial} (the stock will increase) Else if $C_{trial} > C_{replacement}$ Set catch at or below $C_{replacement}$ (the stock remains stable)
$B_{t+1} > 80\% \text{ of } B_{MSY}$ (or proxy) and $B_{t+1} \leq B_{MSY}$ (or proxy)	2) Compute trial catch (C_{trial}) at estimated F_{MSY} (or proxy) If $C_{trial} < C_{replacement}$ Set catch at or below C_{trial} Else if $C_{trial} > C_{replacement}$ Use method 1). The TAC will not be allowed to vary by more than 15% between years
$B_{t+1} > B_{MSY}$ (or proxy)	3) Set catch at or below value based on F_{MSY} The TAC will not be allowed to vary by more than 15% between years

Table 1: Proposed harvest control rule for jack mackerel, as adjusted during the 2022 benchmark workshop (SCW14).

24

Antecedentes

- SC 2023, SC11
- CM 2024: 15%



24



Antecedentes

Table A10.37. Summary results for the short, medium, and long-term predictions for Model *h1_1.07.1s* (single-stock hypothesis, low steepness, short time series). Note that "B" in all cases represents thousands of tonnes of spawning stock biomass, "P" represents probability as a percentage and B_{MSY} is taken to be the average B_{MSY} estimated over the last ten years.

	F	B_{2025}	$P(B_{2025} > B_{MSY})$	B_{2029}	$P(B_{2029} > B_{MSY})$	B_{2033}	$P(B_{2033} > B_{MSY})$	Catch 2024 (kt)	Catch 2025 (kt)
	0	17758	100	17851	100	16774	100	0	0
	$0.75 \times F_{2023}$	15938	100	12768	100	11369	97	974	1100
	$1 \times F_{2023}$	15402	100	11692	99	10401	95	1282	1406
	$1.25 \times F_{2023}$	14895	100	10804	98	9629	93	1581	1685
	F_{MSY}	10167	100	5790	58	5166	44	4934	3823
	$F_{TAC2023}$	15752	100	12377	100	11013	96	1080	1207
	$1.15 \times F_{TAC2023}$	15470	100	11821	99	10515	95	1242	1367
	$1.2 \times F_{TAC2023}$	15377	100	11646	99	10361	95	1296	1419

Payá 2024



Objetivo

- El evaluar el impacto de reglas de captura alternativas al estabilizador de captura en uso actualmente para definir la cuota de captura de jurel en la OROP-PS.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Método

3.1. Replicación de las proyecciones de captura por regla de captura realizadas durante el SC11 por el grupo de jurel.

- Revisión de los códigos de proyección.
- Replicación de la tabla de riesgos de proyección con diferentes reglas de captura producida por el WG de jurel informada en el Anexo 7 del reporte del SC11 en la TablaA10.37.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Método

3.2. Modificaciones de los códigos para incorporar reglas de captura alternativas.

a. Multiplicadores (Fmult) de F2023.

Se modificó el código del programa JJM en formato ADMB, luego se compiló y se ejecutó. Los multiplicadores (Fmult) incorporados fueron: 1,5 y 2,0, lo que la F quedó definida como $F = 1.5 \times F_{2023}$ y $F = 2.0 \times F_{2023}$.

b. Multiplicadores de la cuota de captura 2023.

Se modificó las rutinas en R para ejecutar el programa JJM con diferente nivel de cuota de captura. Las capturas 2024 alternativas se calcularon como el 150% y 200% de la cuota de captura 2023, quedando representadas como $150 \times FTAC_{2023}$ y $200 \times FTAC_{2023}$.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Resultados

Replica de la tabla A10.37

F	B2025	P(B2025>BMSY)	B2029	P(B2029>BMSY)	B2033	P(B2033>BMSY)	Catch (kt)	
							2024	2025
0	17758	100	17851	100	16774	100	0	0
0.75x F_{2023}	15938	100	12768	100	11369	97	974	1100
1x F_{2023}	15402	100	11692	99	10401	95	1282	1406
1.25x F_{2023}	14895	100	10804	98	9629	93	1581	1685
FMSY	10167	100	5790	58	5166	44	4934	3823
FTAC2023	15752	100	12377	100	11013	96	1080	1207
1.15xFTAC2023	15470	100	11821	99	10515	95	1242	1367
1.2xFTAC2023	15377	100	11646	99	10361	95	1296	1419

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Resultados

Tabla 2. Complementación de la TablaA10.37 con los multiplicadores alternativos (1.5xF2023 y 2.0xF2023) y aumentos de la cuota 2023 (150xFTAC2023 y 200xFTAC2023)

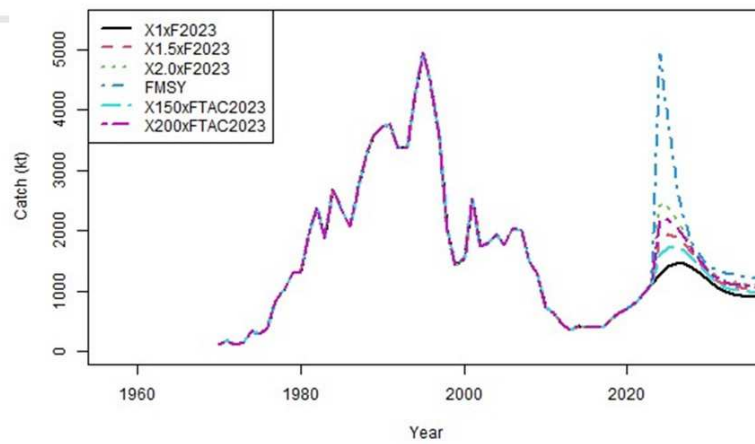
F	P(B2025 >BMSY)		P(B2029 >BMSY)		P(B2033 >BMSY)		Catch (kt)	Catch (kt)
	B2025	B2029	B2029	B2033	B2033	2024	2025	
0	17758	100	17851	100	16774	100	0	0
0.75 x F2023	15938	100	12768	100	11369	97	974	1100
1 x F2023	15402	100	11692	99	10401	95	1282	1406
1.25 x F2023	14895	100	10804	98	9629	93	1581	1685
1.5 x F2023	14417	100	10062	97	8992	90	1873	1941
2.0 x F2023	13537	100	8891	93	7988	85	2434	2392
FMSY	10167	100	5790	58	5166	44	4934	3823
FTAC2023	15752	100	12377	100	11013	96	1080	1207
1.15 x FTAC2023	15470	100	11821	99	10515	95	1242	1367
1.2 x FTAC2023	15377	100	11646	99	10361	95	1296	1419
150 x FTAC2023	14831	100	10699	98	9538	93	1620	1720
200 x FTAC2023	13960	100	9425	95	8447	88	2160	2179

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Capturas pasadas y proyectadas

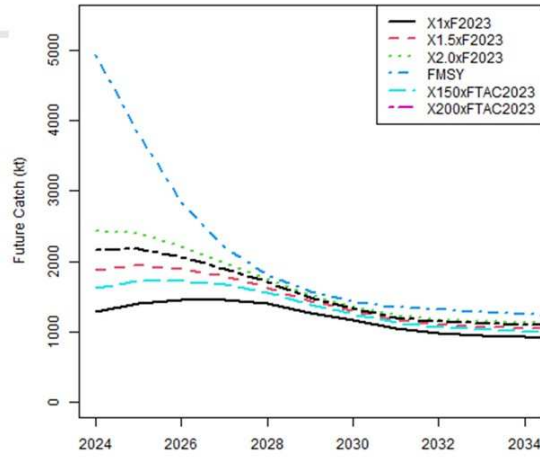


Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Capturas proyectadas

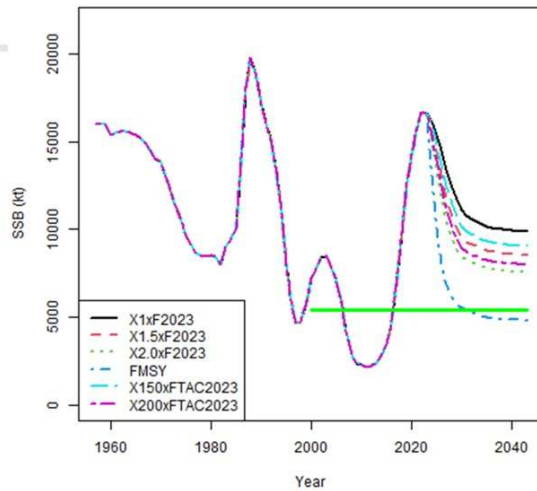


Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Biomás desovantes pasadas y proyectadas

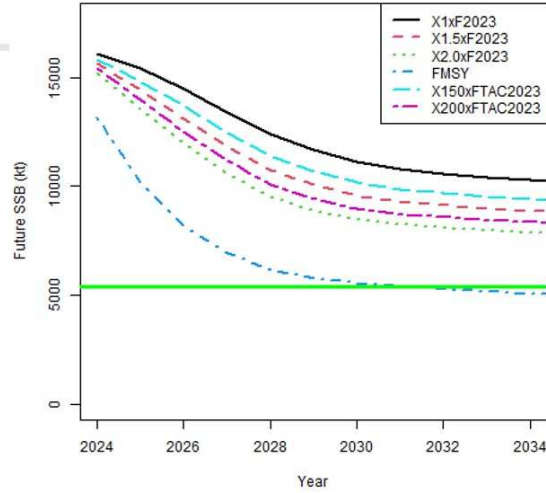


Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Biomasa desovante proyectada con las diferentes reglas de capturas.

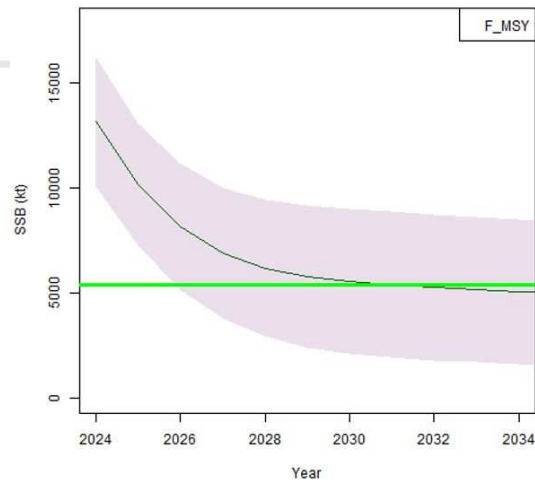


Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Biomasa desovante con FMSY.

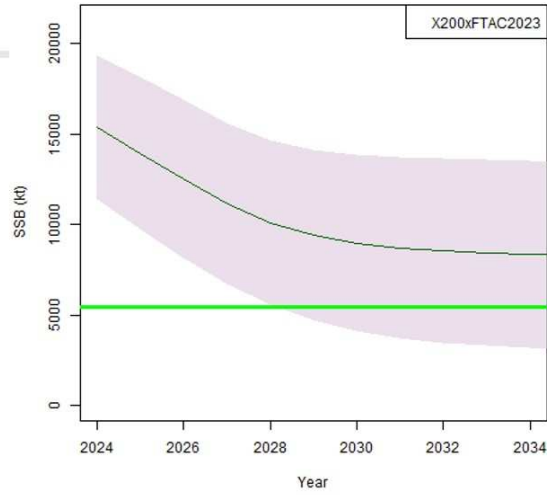


Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



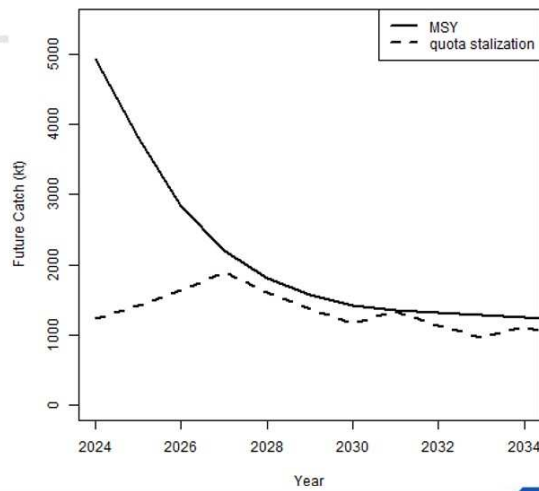
Biomassas desovantes con $F = 200\%$ FTAC2023.



Payá 2024



Capturas con FMSY y con estabilizador de cuota de 15%




Payá 2024



Conclusiones

- Modelo de evaluación actualizado con datos hasta el año 2022 completo y datos 2023 parciales
- Biomazas dependen de grandes fluctuaciones del reclutamiento.
- Biomasa > B_RMS
- Mortalidad por Pesca < F_RMS
- Ley de pesca chilena: Stock subexplotado
- Cuota definida por estabilizador de captura de 15%
- Magnitud del estabilizador definido por la Comisión e implementado por el Comité Científico.
- Existe espacio para aumentar el estabilizador del 15%

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Referencias

- SPRFMO (2023). 11th Scientific Committee meeting report 91 p. Wellington, New Zealand 2023. https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/11th-SC-2023/SPRFMO-SC11-Report_rev1-17-Oct-b.pdf
- SPRFMO SC11-Report Annex 7. Jack Mackerel Technical Annex. https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/02-SC/11th-SC-2023/Annex-07-SC11-JM-Technical-Advice-2023_11_03-v2.pdf

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Gracias

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 

A N E X O 5

Revisión de los antecedentes, datos e información de las diferentes flotas pesquera que ingresan en el modelo JJM en la OROPS. Presentación en la tercera reunión del CCT-Jurel 2024

Autor: Ignacio Payá

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Asesoría integral en Pesca y Acuicultura

Revisi3n de los antecedentes, datos e informaci3n de las diferentes flotas pesquera que ingresan en el modelo JJM en la OROPS.

Autor: Ignacio Payá

Noviembre 2024

Área de Distribuci3n y flotas

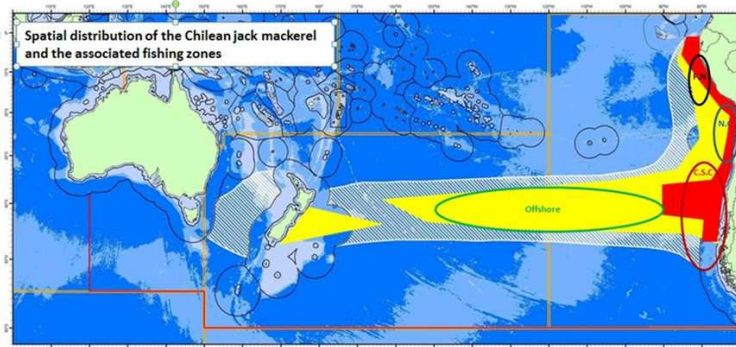
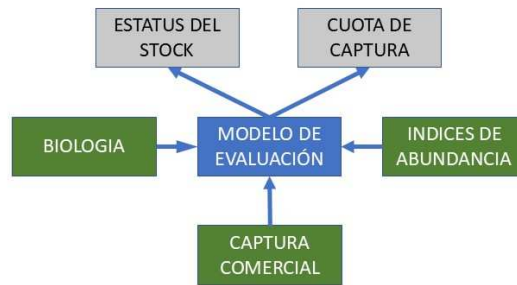


Figura 1. Descripci3n de la distribuci3n espacial del jurel chileno (tomado de Guele *et al.*, 2014). Se basa en datos de captura (amarillo) e índice de prospecci3n (rojo), con las correspondientes cuatro zonas de pesca: Norte de Chile (línea azul); Centro Sur de Chile (línea roja); Costa afuera (línea verde) y; Extremo Norte (línea negra). La franja blanca representa el cintur3n de jurel (Elizarov *et al.*, 1993; Gerlotto *et al.*, 2012).

Payá 2024



PROCEDIMIENTO DE EVALUACI3N



Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



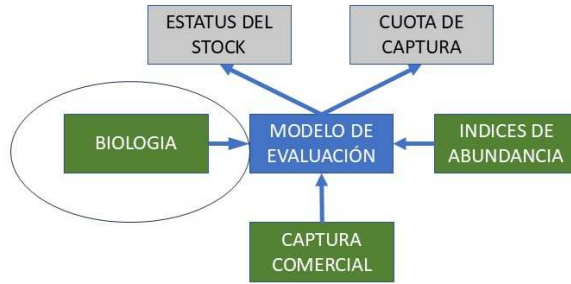
Actualizaci3n de datos chilenos

		Instituci3n
Coordinador y revisor	Ignacio Payá	IFOP
Matrices de edad (comercial y cruceros científcos)	Camilo Rodríguez	IFOP
Bases de datos biol3gico-pesqueros	Marlene Ramírez, Erik Gaete y Ramón Aravena	IFOP
Actualizaci3n del índice de CPUE comercial	Ignacio Payá	IFOP
Evaluaci3n Hidroacústicas	José Córdoba y Víctor Catasti	IFOP

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN



Payá 2024

BIOLOGIA Instituto de Fomento Pesquero | Chile

Mortalidad Natural (0,28)

Crecimiento

Edad	Chile	Perú	Europa	Rusia
Claves talla- edad propias	+			+
Claves talla- edad prestadas			+	
Modelo de Crecimiento		+		

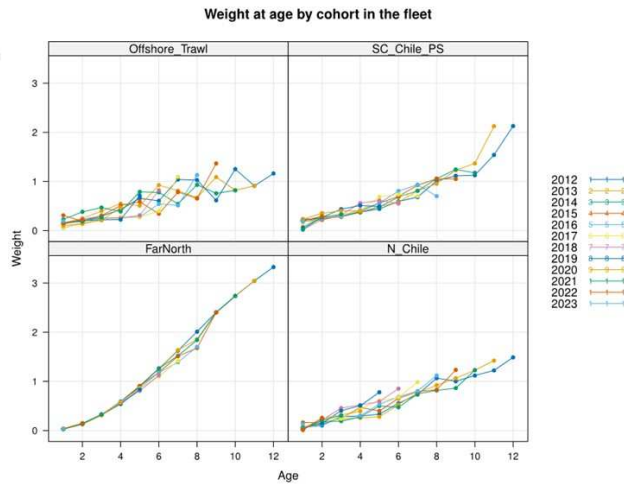
Madurez a la edad.

La edad de 50% madurez = 1 año de edad.

Payá 2024



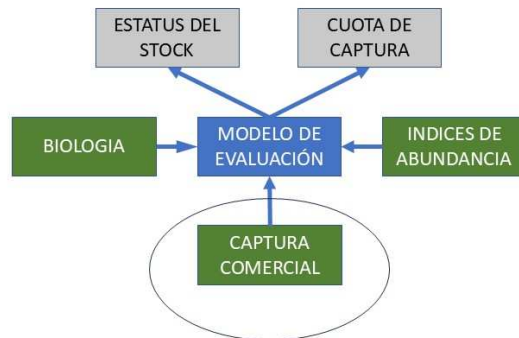
Pesos por flota



Payá 2024



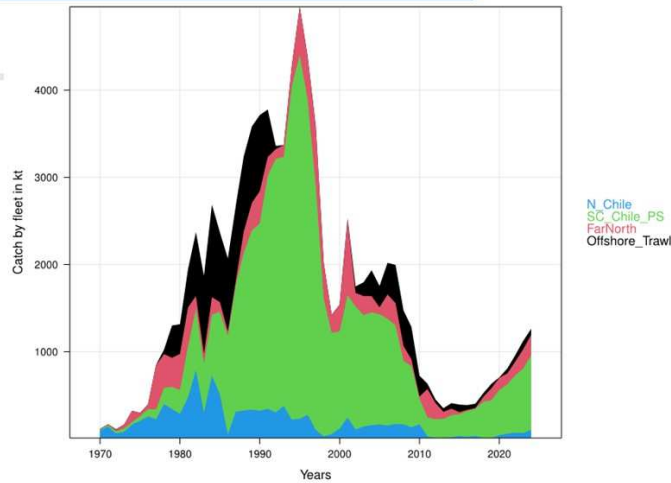
PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN



Payá 2024



Capturas por flotas



Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Captura proyectada 2024

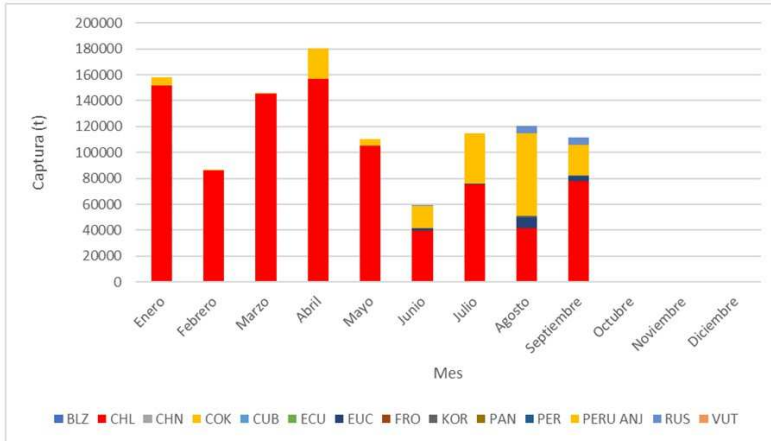
	2022	2023	2024
N_Chile	73	68	106
SC_Chile_PS	655	740	855
FarNorth	160	222	236
Offshore_Trawl	74	95	68
Total	961	1126	1265

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Capturas a sep_2024

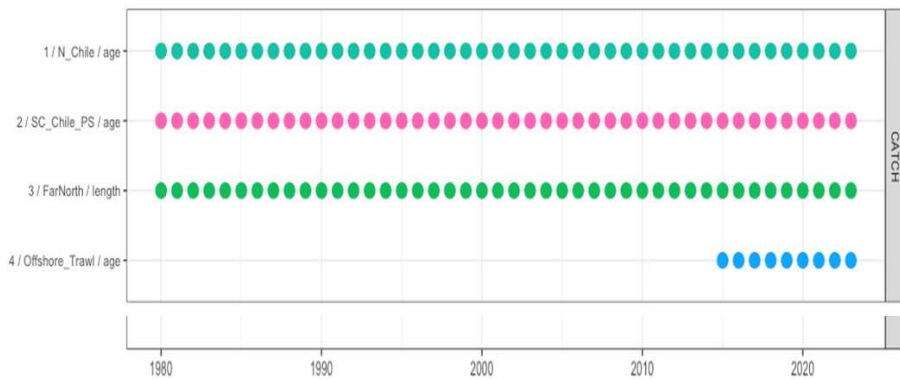


Capturas (miles de t)	
Sep_2024	
OROP-PS	908
PERU ANJ	178
TOTAL	1087
Projectada 2024	1265
%	86%

Chile	
Total	880
Catch Limit	820
Current Limit	1034
%	0.850972
Transferido	214

Payá 2024

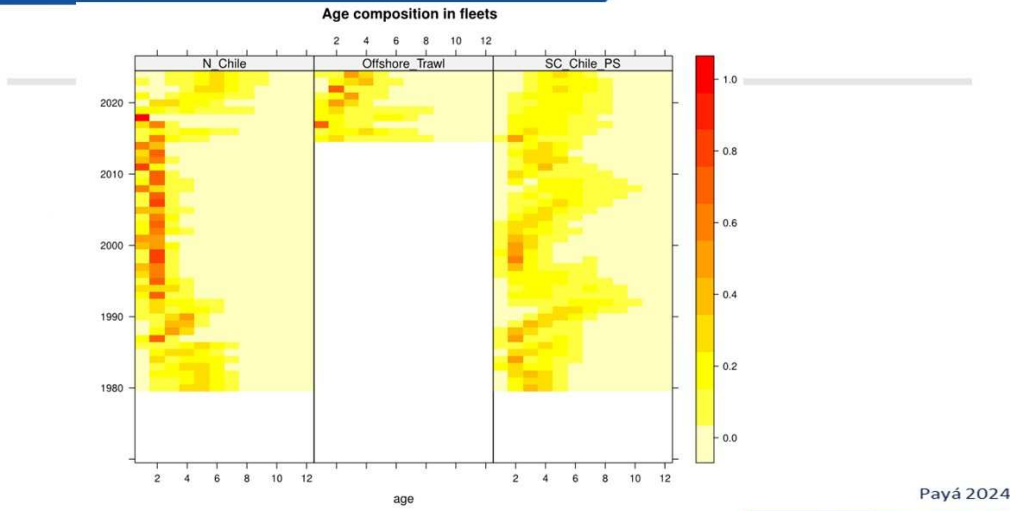
CAPTURA COMERCIAL POR EDAD O LONGITUD



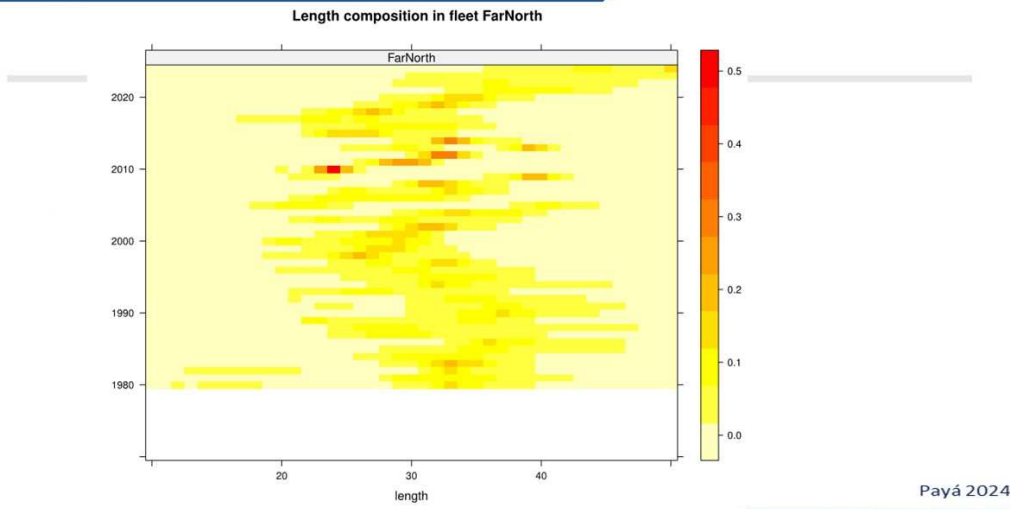
Payá 2024



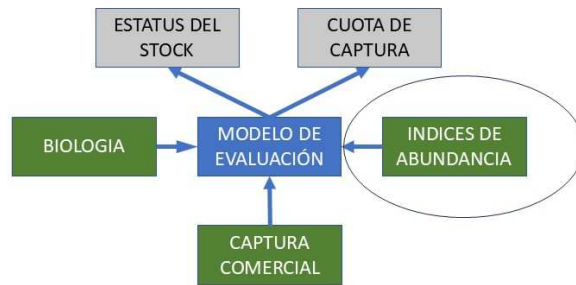
CAPTURA COMERCIAL
POR EDAD O LONGITUD



CAPTURA COMERCIAL
POR EDAD O LONGITUD

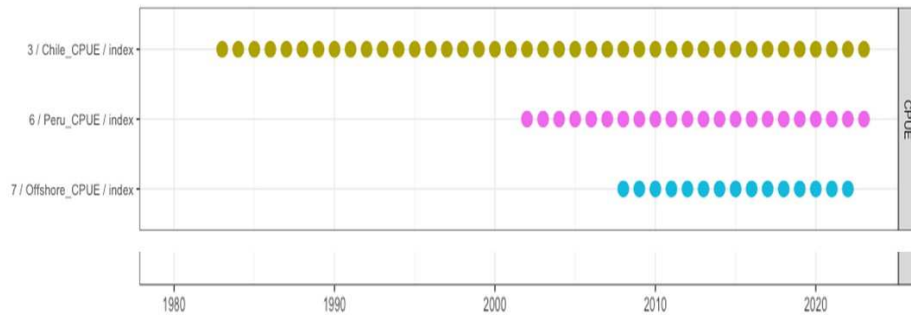


PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN



Payá 2024

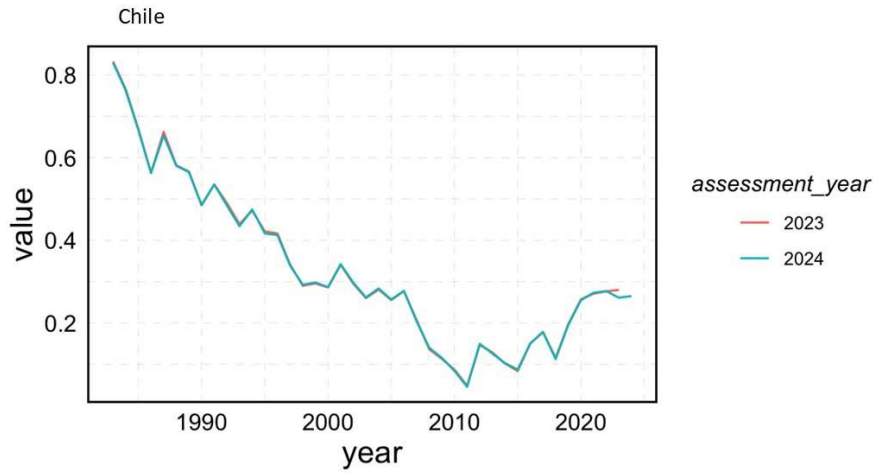
INDICES DE ABUNDANCIA (CPUE estandarizada)



Payá 2024



Índices basados en CPUE

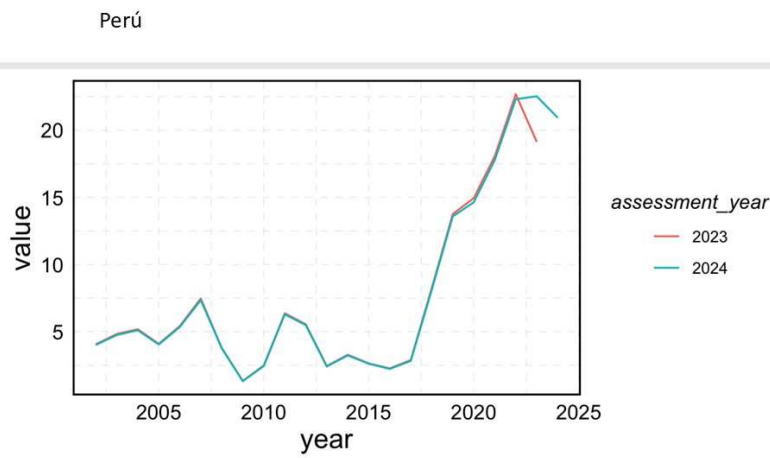


Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Índices basados en CPUE



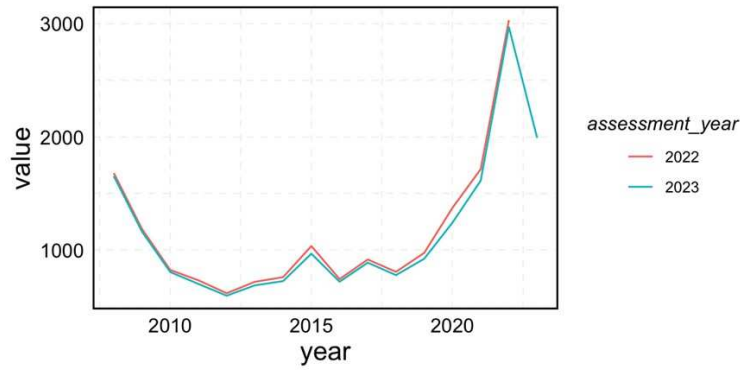
Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Índices basados en CPUE

Offshore (EU+RUSIA)

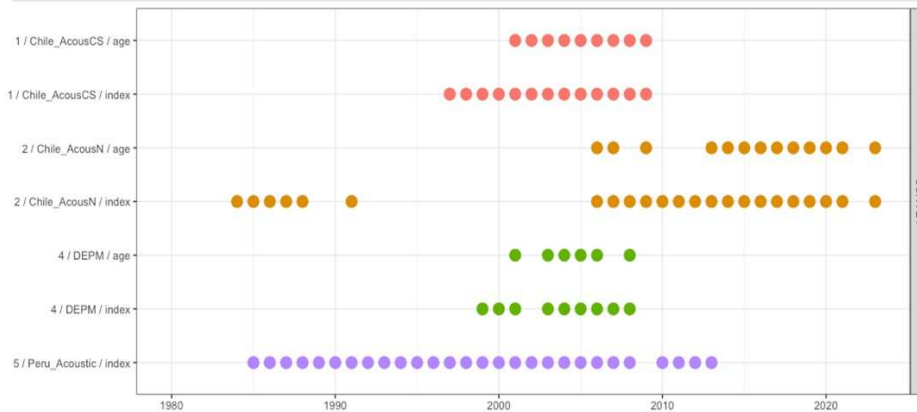


Payá 2024



INDICES DE ABUNDANCIA

(Cruceros Científicos: Acústica y MPH)

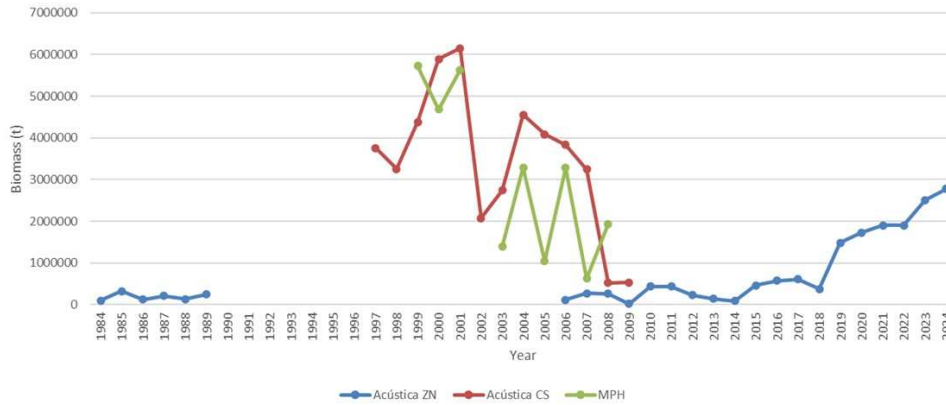


Payá 2024



INDICES DE ABUNDANCIA

(Cruceros Científicos: Acústica y MPH)



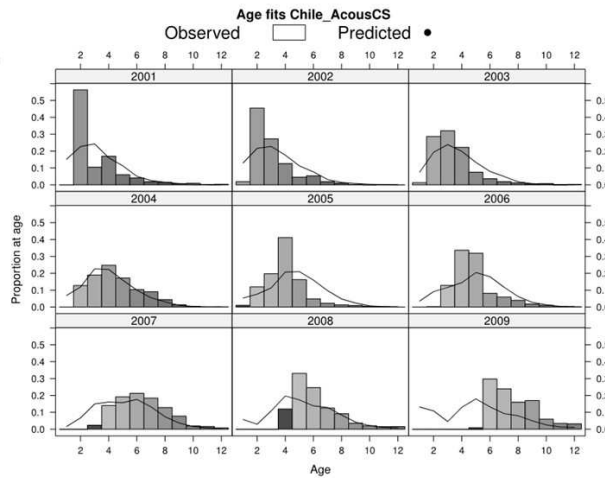
Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



INDICES DE ABUNDANCIA

(Cruceros Científicos: Acústica y MPH)



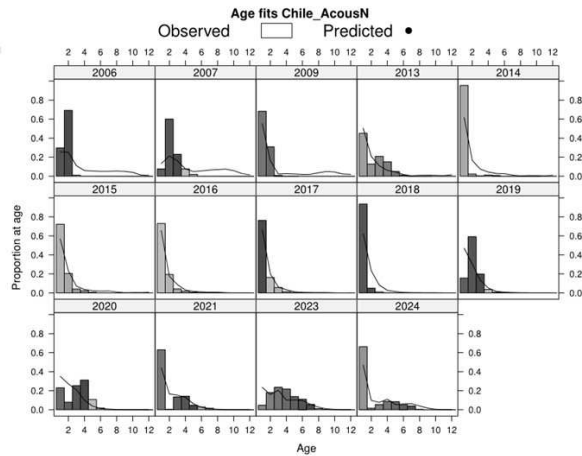
Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



INDICES DE ABUNDANCIA

(Cruceros Científicos: Acústica y MPH)



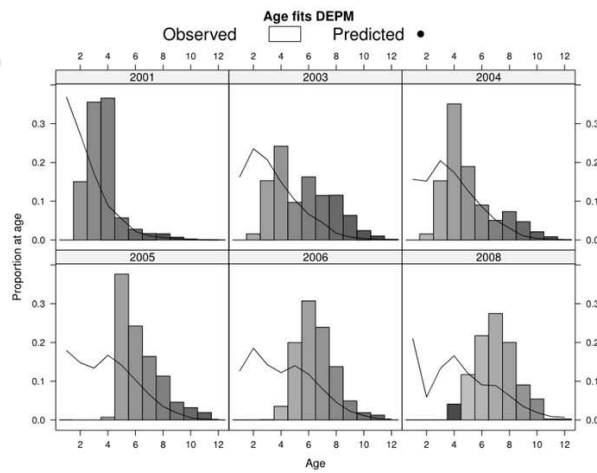
Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



INDICES DE ABUNDANCIA

(Cruceros Científicos: Acústica y MPH)



Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Resultados principales

- Existen diferencias en los modelos de crecimiento
- Madurez muy temprana.
- Datos de capturas actualizados hasta 2024
- Se proyecta la captura de toda la cuota 2024
- Las estructuras de edad entre flotas son consistentes
- En la captura comercial de la ZN aumentó la proporción de edades mayores

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Conclusiones

- Los índices de CPUE son consistentes en mostrar una tendencia creciente, aunque ya se aprecia una estabilización en los últimos años.
- El crucero de la zona norte muestra tendencia creciente, con una importante abundancia de reclutas.
- No se realizó el crucero acústico de la ZCS 2024, se debe realizar en el 2025.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



DISCUSIÓN

- **Crecimiento**
 - Taller de comparación de criterios de lecturas de otolitos entre miembros de la OROP-PS.
 - Coordinador: IFOP, lugar IFOP.
- **Índice CPUE**
 - Efecto de concentración en la costa
 - Modelos alternativos de estimación del índice (modelo de captura, modelo espacio-temporal con INLA-sdmTMB).
 - Aumento de la eficiencia (effort creep)
 - Taller "Benchmark" de datos en la OROP-PS en el 2025.
- **Acústicas**
 - Crucero acústico en la ZN, cambios del área cubierta por crucero.
 - Aumento de la certidumbre de la tendencia creciente.
 - Taller "Benchmark" de datos en la OROP-PS en el 2025.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Gracias

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 

A N E X O 6

Procedimiento de evaluación de stock conjunta en el marco de la
OROPPS.

Autor: Ignacio Payá



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

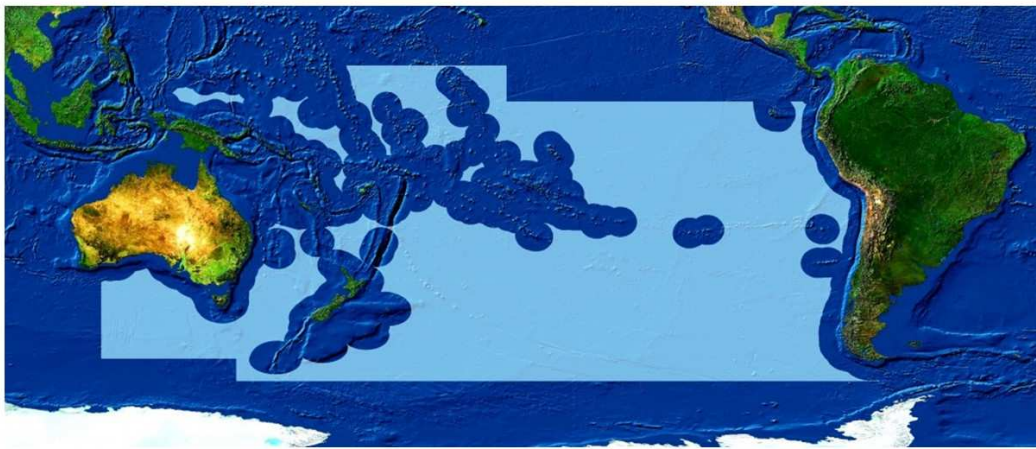
Asesoría integral en Pesca y Acuicultura

**Procedimiento de evaluación de stock conjunta
en el marco de la OROPPS.**

Autor: Ignacio Payá

Instituto de Fom. Noviembre 2024

IFOP Área de la OROP-PS (SPRFMO)



Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Miembros de la OROP-PS (SPRFMO)

Commission Members

1. Australia
2. Belize
3. Republic of Chile
4. People's Republic of China
5. Cook Islands
6. Republic of Cuba
7. Republic of Ecuador
8. European Union
9. Kingdom of Denmark in respect of the Faroe Islands
10. Republic of Korea
11. New Zealand
12. Republic of Panama
13. Republic of Peru
14. Russian Federation
15. Chinese Taipei
16. The United States of America
17. Republic of Vanuatu

Cooperating non-Contracting Parties (CNCs)

1. Country of Curaçao
2. Republic of Liberia

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Comités de la OROP-PS (SPRFMO)

SPRFMO Chairpersons

The current SPRFMO Chairpersons are as follows:

Position	Person	Date appointed
Commission Chairperson	Ms Jung-re RILEY KIM	Elected in 2024
Commission Vice-Chairperson	Ms Alexa COLE	Elected in 2023
Scientific Committee Chairperson	Dr Ricardo OLIVEROS RAMOS	Elected in 2024
Scientific Committee Vice-Chairperson	Mr Ignacio PAYA	Elected in 2024
Compliance & Technical Committee Chairperson	Ms Rebeca ESPINOZA	Elected in 2024
Compliance & Technical Committee Vice-Chairperson	Ms Elizabeth O'SULLIVAN	Elected in 2024
Finance & Administration Committee Chairperson	Mr Jimmy VILLAVICENCIO	Elected in 2021 Re-elected in 2023
Finance & Administration Committee Vice-Chairperson	Mr Andres COUVE	Elected in 2022 Re-elected in 2024

Como SC Vice-Chairperson puedo ser parte de la delegación Chilena, mientras no tenga que reemplazar al Chairperson.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



IFOP Actividades previas al SC12

- 4 Reuniones del GT de EEM
- 2 Reuniones sobre evaluación de jurel
- 2 Reuniones de TTR sobre taller de otolitos
- 1 Taller de conectividad

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile

IFOP Actividades previas al SC12

- **The Jack Mackerel Connectivity Workshop, September 2024**
- IFOP incorporó en el GT a Victor Catasti y Camilo Rodriguez



Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Comit3 Científico 12 (SC12)

- Del 30 de septiembre al 5 de Noviembre de 2024 en forma presencial en la ciudad de Lima en Per3
- La delegaci3n chilena fue presidida por Aurora Guerrero
- Por tercer a3o consecutivo, Ignacio Pay3 realiz3 la vocer3a de la delegaci3n chilena.

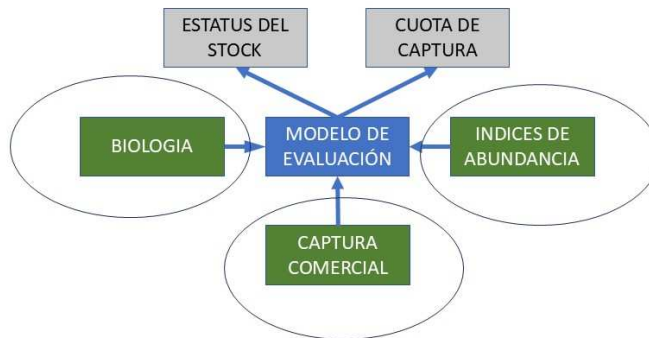


Nombre	Instituci3n
Aurora Guerrero	Jefa de Delegaci3n, SSPA
Nicole Mermoud	SSPA
Valesca Montes	SSPA
Ignacio Pay3	Vocer3, IFOP
Jos3 Zerteno	IFOP
Salvador Vega	Canciller3a de Chile
Aquiles Sep3lveda	INPESCA
Nicolas Alegria	INPESCA
Sebasti3n V3squez	INPESCA

Pay3 2024



PROCEDIMIENTO DE EVALUACI3N



Pay3 2024



Tareas de IFOP previas al CC12

- Revisión de datos
- Datos, tablas y figuras para Reporte Nacional de jurel
- Actualización de índice de CPUE flota C-S
- Crucero de Evaluación Hidroacústica (Zona Norte)
- Llenado de “templates” nacionales
 - Claves talla-edad
 - índices de abundancia (CPUE y Acústicas).
- Envío de datos al GT de jurel
- Revisión de corridas preliminares del modelo con datos actualizados
- Generación de documentos de trabajo (Working papers)

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile

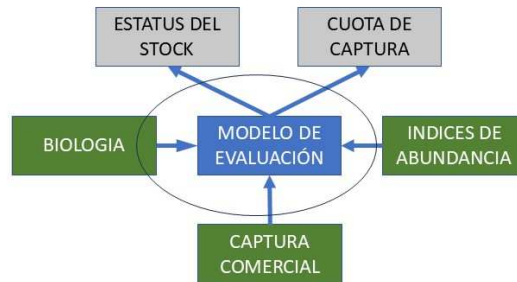


Documentos de trabajo de IFOP

Reference	Document title
SC12-JM01	Spatio-temporal dynamics of the jack mackerel fishery off south-central Chile in 2024 (CHL)
SC12-JM02	PFA self-sampling report on CJM fishing (EU)
SC12-JM03	CJM Catch history and predicted 2023 catches (incl. Annex 1) (SEC)
SC12-JM04	Jack mackerel CPUE index and acoustic biomass in the south-central Chile (CHL)
SC12-JM05	Hydroacoustic assessment of Jack Mackerel in the North of Chile in 2024 (CHL)
SC12-JM06	Update on CPUE standardization for the Chilean jack mackerel fishery in central-southern Chile using spatio-temporal Bayesian models (CHL)
SC12-JM07	Incorporating a creep factor into the Chile Jack Mackerel CPUE index standardization (CHL)
SC12-JM08	The Joint Jack Mackerel (JIM) model: A user guide Imarpe’s proposal (PER)
SC12-JM09	Terms of Reference for the age jack mackerel workshop (CHL)
SC12-JM10	Increase options in the Jack Mackerel Risk Table (CHL)
SC12-JM11_rev1	Conditioning of Operating Models and development of Management Procedures for the SPRFMO JM stock (JMWG-MSE)

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



JJM: igual a última evaluación definida en el taller de “Benchmark” del 2022.

- Dos modificaciones en el SC10:
 - 1) Corrección de modelo de crecimiento peruano.
 - 2) Mayor flexibilidad a la función de selectividad de la flota “offshore” para permitir que el modelo estime una mayor proporción de peces juveniles en los últimos años.
- Dos modificaciones en el SC11:
 - 1) Actualización de los pesos a la edad de los datos peruanos, y
 - 2) Disminución a la mitad de la ponderación del último año del índice de abundancia de la flota offshore.



Modelo de Evaluación

• 5 Modificaciones en el SC12

- 1) Flexibilidad de la selectividad para la flota “offshore” en el año 2021;
- 2) Quiebre de capturabilidad en el año 2021 para la CPUE de la flota “offshore”,
- 3) Aumento de la ponderación (reducción de CV) de la CPUE “offshore” en el año 2022,
- 4) Cambio de la selectividad de la Flota 1 (Norte de Chile) para el año 2024; y
- 5) Aumento de la ponderación de la biomasa acústica de la zona norte (cambió de CV desde 0,5 a 0,3).

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Modelo de Evaluación

• Durante los CC se contrata a la experta independiente Dr.(c) Lee Qi

- Actualizar los archivos de datos para incorporación secuencial de datos actualizados.
- Correr los diferentes modelos de actualización secuencial de datos.
- Correr los diferentes modelos = escenarios de modelo actualizado.
- Correr rutinas de proyección de tablas de riesgo.
- Participar en las discusiones y acuerdo del CC sobre la configuración final del modelo.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Incorporación secuencial de datos actualizados

Model	Description
Models 0.x	Data introductions
0.00	Exact 2023 (single stock h1 and two-stock h2) model and data set (model 1.07) from SC11.
0.01	As 0.00 but with revised catches through 2023
0.02	As 0.01 but with updated 2023 fishery age composition data for N_Chile, SC_Chile, and Offshore_Trawl, and updated 2023 fishery length composition data for FarNorth
0.03	As 0.02 but with updated 2023 weight at age data for all fisheries and their associated CPUE indices
0.04	As 0.03 but replaced offshore CPUE up to 2023
0.05	As 0.04 but with 2024 catch projections
0.06	As 0.05 but with updated 2024 fishery age composition data for N_Chile, SC_Chile, and Offshore_Trawl, and updated 2023 fishery length composition data for FarNorth
0.07	As 0.06 but with updated 2024 weight at age data for N_Chile, SC_Chile, and FarNorth fleets, and for their associated CPUE indices
0.08	As 0.07 but replaced SC_Chile_CPUE index (traditional absolute scaled CPUE by trip)
0.09	As 0.08 but replaced Peru_CPUE index
0.10	As 0.09 but updated AcousN 2024 index, with associated age composition and weight at age

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Análisis de sensibilidad

Models Updated Model and Sensitivities

1.x

1.00	As 0.10 but with updated model (selectivity changes, recruitment) to 2024; 0.10 data file
1.01	As 1.00 but with flexibility in selectivity for Offshore fleet in 2021 (changed from 2022), a break in catchability in 2021 and reduced CV for the 2022 Offshore CPUE index
1.02	As 1.00 but with proposed standardised CPUE index from Vásquez & Sepúlveda (SC12-JM06), using CV = 0.2 and a 1% tech creep factor
1.03	As 1.02 but with stdev reported in the study (SC12-JM06; annually-varying CV ~ 0.1)
1.04	As 1.01 but with current year selectivity change implemented for N_Chile fleet
1.05	As 1.04 but with corrected AcousN survey data
1.06	As 1.05 but with a decreased CV (from 0.5 to 0.3) for AcousN survey
1.07	As 1.06 but with increased error for CPUE data in the current year (CV from 0.2 to 0.4)

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile

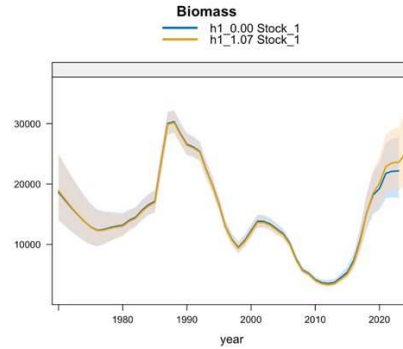


Modelo final

7.1.1 Single-stock hypothesis

- 1 Model Naming Convention
- 2 Re-running Last Year's Model (a sanity check)
- 3 Incremental Data Updates
- 4 Final Data Update
- 5 Model Update
- 6 Sensitivity Analyses
- 7 Final Model
 - 7.1 Comparison to last year
 - 7.1.1 Single-stock hypothesis**
 - 7.1.2 Two-stock hypothesis
 - 7.2 Model Diagnostics
 - 7.3 Likelihood Table
 - 8 Other Business

7.1.1.1 Biomass 7.1.1.2 Recruitment 7.1.1.3 Fishing Mortality



Plot comparing biomass estimates from last year's model with the final model selected for this year.

Payá 2024

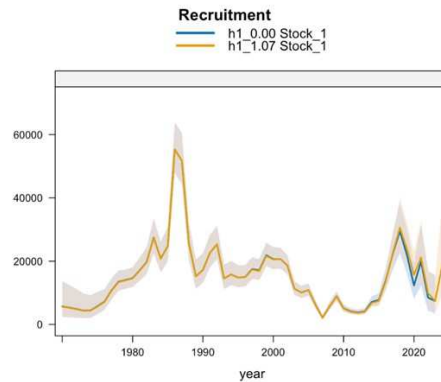


Modelo final

7.1.1 Single-stock hypothesis

- 1 Model Naming Convention
- 2 Re-running Last Year's Model (a sanity check)
- 3 Incremental Data Updates
- 4 Final Data Update
- 5 Model Update
- 6 Sensitivity Analyses
- 7 Final Model
 - 7.1 Comparison to last year
 - 7.1.1 Single-stock hypothesis**
 - 7.1.2 Two-stock hypothesis
 - 7.2 Model Diagnostics
 - 7.3 Likelihood Table
 - 8 Other Business

7.1.1.1 Biomass 7.1.1.2 Recruitment 7.1.1.3 Fishing Mortality



Plot comparing recruitment estimates from last year's model with the final model selected for this year.

4

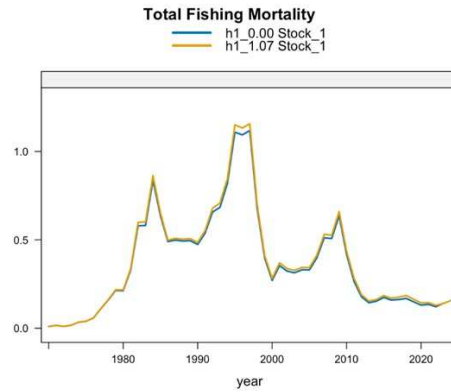


Modelo final

7.1.1 Single-stock hypothesis

- 1 Model Naming Convention
- 2 Re-running Last Year's Model (a sanity check)
- 3 Incremental Data Updates
- 4 Final Data Update
- 5 Model Update
- 6 Sensitivity Analyses
- 7 Final Model
 - 7.1 Comparison to last year
 - 7.1.1 Single-stock hypothesis
 - 7.1.2 Two-stock hypothesis
 - 7.2 Model Diagnostics
 - 7.3 Likelihood Table
 - 8 Other Business

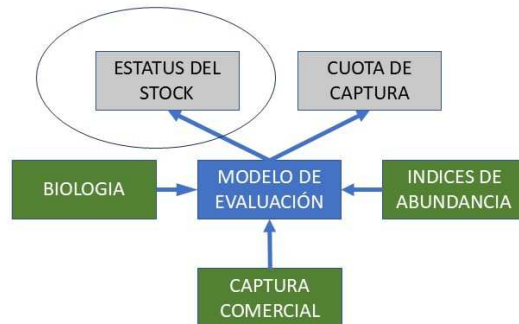
7.1.1.1 Biomass 7.1.1.2 Recruitment 7.1.1.3 Fishing Mortality



Plot comparing fishing mortality estimates from last year's model with the final model selected for this year.



PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN





Estatus: PBR

PBR dinámicos por año j

$$\bullet \text{BD_RMS}_j <- f(\text{Selectividad}_j, \text{Peso}, \text{Madurez}, \text{BH_SR})$$

$$\bullet \text{F_RMS}_j <- f(\text{Selectividad}_j, \text{Peso}, \text{Madurez}, \text{BH_SR})$$

BH_SR (Beverton-Holt) steepness= 0,65

Constantes: Peso, Madurez, Steepness

B_RMS = promedio B_RMS en los últimos 10 años (período 2015-2024)

F_RMS = promedio F_RMS en los últimos 10 años (período 2015-2024)

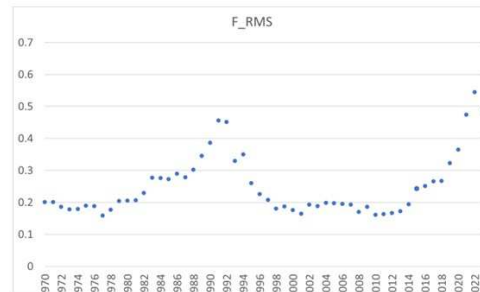
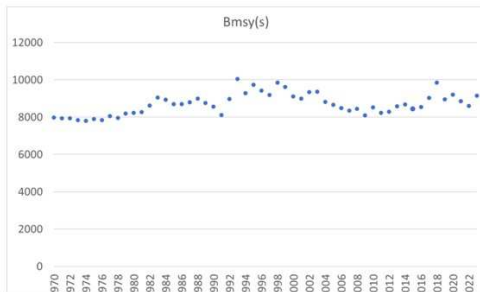
Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Estatus: PBR

PBR dinámicos por año j

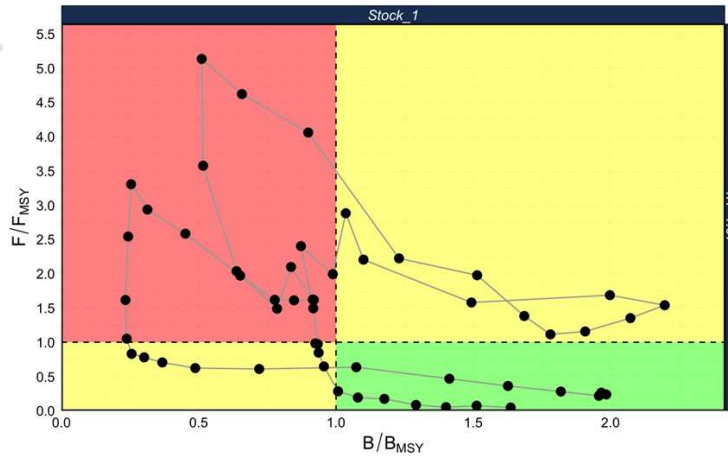


Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



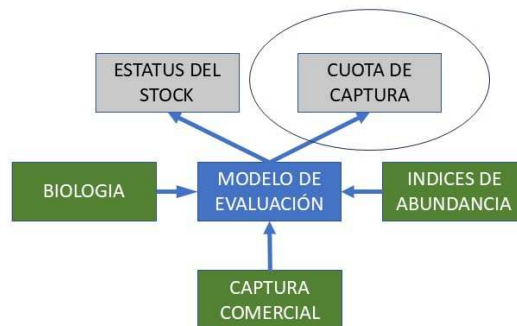
Estatus: Kobe plot



Payá 2024



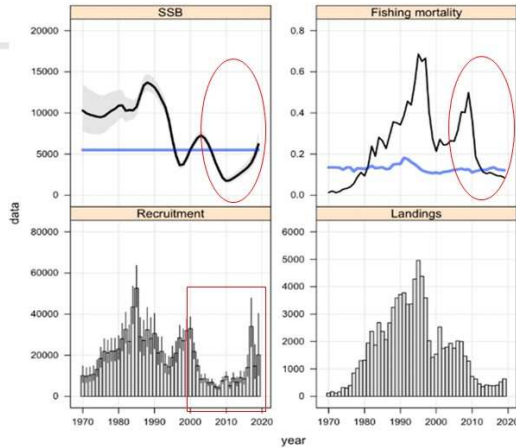
PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN



Payá 2024



Estabilizador de capturas



En el año 2019, el SC7 estimó que el stock de CJM se recuperó, SSB se alcanzó SSB_{MSY} después de un período de 4 años de altas contrataciones.

Luego, la comisión en el año 2020 introdujo en el HCR el **estabilizador** de la cuota de captura, que limitó el cambio de **cuota a un rango de +15%** de la cuota de captura anterior.

Payá 2024



Background

Commission -> Catch quota stabilator

- 2020: +15%
- 2021 : +15%
- 2022 : +15%
- 2023 : **+20%**
- 2024 : +15%

Payá 2024



Tabla de riesgos

Estabilizador de captura de $\pm 15\%$; $C_{2023} * 0,85 \Rightarrow$ Cuota 2024 $\leq C_{2023} * 1,15$

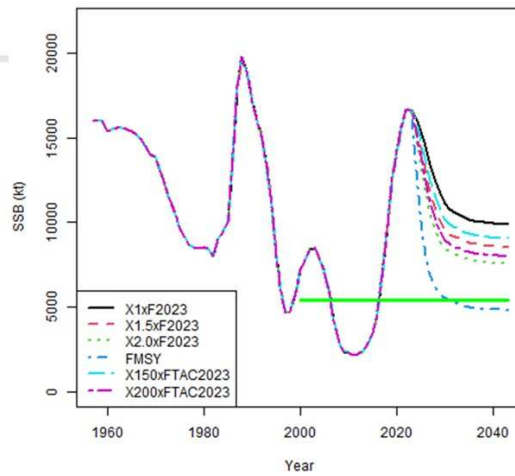
Table A10.37. Summary results for the short, medium, and long-term predictions for Model *h1_1.07.ls* (single-stock hypothesis, low steepness, short time series). Note that "B" in all cases represents thousands of tonnes of spawning stock biomass, "P" represents probability as a percentage and B_{MSY} is taken to be the average B_{MSY} estimated over the last ten years.

F	B ₂₀₂₅	P(B ₂₀₂₅ >B _{MSY})	B ₂₀₂₉	P(B ₂₀₂₉ >B _{MSY})	B ₂₀₃₃	P(B ₂₀₃₃ >B _{MSY})	Catch 2024 (kt)	Catch 2025 (kt)
0	17758	100	17851	100	16774	100	0	0
0.75 x F ₂₀₂₃	15938	100	12768	100	11369	97	974	1100
1 x F ₂₀₂₃	15402	100	11692	99	10401	95	1282	1406
1.25 x F ₂₀₂₃	14895	100	10804	98	9629	93	1581	1685
F _{MSY}	10167	100	5790	58	5166	44	4934	3823
F _{TAC2023}	15752	100	12377	100	11013	96	1080	1207
1.15 x F _{TAC2023}	15470	100	11821	99	10515	95	1242	1367
1.2 x F _{TAC2023}	15377	100	11646	99	10361	95	1296	1419

Payá 2024



Biomasa desovantes pasadas y proyectadas



Payá 2024



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA



Gracias

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 

A N E X O 7

Revisión del cumplimiento de las actividades, requerimientos
y análisis solicitados por la Comisión de la OROP-PS.

Autor: José Zenteno



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Comité Científico Técnico Jurel
Sesión N°6: 5 de noviembre, 2024

Revisión del cumplimiento de las actividades, requerimientos
y análisis solicitados por la Comisión de la OROP-PS.

José Zenteno L.
Departamento Evaluación de Recursos

Noviembre, 2024

Revisión del cumplimiento de las actividades,
requerimientos y análisis solicitados por la Comisión de la
OROP-PS.



Plan Multianual de Trabajo del Comité Científico 2024

- Participación de IFOP en las tareas del grupo de trabajo de Jurel en el periodo 2023-2023+

Tarea	Subtarea	Línea de tiempo	Coordinador	Participa IFOP
Evaluación de stock	Revisar los datos de entrada disponible para la evaluación de stock	2024	Chile/EU	SI
	Continuar actualizando y comparando estandarizaciones de índices de abundancia comercial entre diferentes flotas y el impacto del aumento de la eficiencia en las flotas.	2024	Chile Peru EU	SI
	Fondos del SC y otros para apoyar a los expertos durante Evaluación del SC	2024+	SC Secretaría	NO
	Proporcionar asesoramiento sobre TAC de acuerdo con la solicitud de la Comisión. (Basado en la evaluación actualizada y resultados de EEM)	2024	SC	SI
	Evaluar el impacto en el status del stock en el corto y mediano plazos basado en proyecciones determinísticas del modelo jjm.	2024	SC	SI

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Plan Multianual de Trabajo del Comité Científico 2024

- Participación de IFOP en las tareas del grupo de trabajo de Jurel en el periodo 2023-2023+

Tarea	Subtarea	Línea de tiempo	Coordinador	Participa IFOP
Evaluación de stock	Desarrollo de software de proyección para el modelo jjm para apoyar la evaluación de escenarios de captura.	2024+	EU	SI
	Actualizar y comparar estandarizaciones de índices de abundancia comerciales entre diferentes flotas y revisar el sesgo potencial en los índices de CPUE debido a un posible aumento eficiencia de la flota y cambios observados en la distribución del jurel (benchmark)	2025+	Chile	SI
	Desarrollar protocolo para la inclusión de datos acústicos en la evaluación de jurel (benchmark)	2025+	Chile	SI

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Plan Multianual de Trabajo del Comité Científico 2024

- Participación de IFOP en las tareas del grupo de trabajo de Jurel en el periodo 2023-2023+

Tarea	Subtarea	Línea de tiempo	Coordinador	Participa IFOP
Evaluación de Estrategia de Manejo	Taller de MSE en COMM12 con participantes de la pesquería para presentar resultados y recibir retroalimentación sobre desarrollos futuro.	2024	Ecuador	SI
	Desarrollar y llevar a cabo una evaluación de EEM para diseñar procedimientos de manejo alternativos (ver COMM8-Informe Anexo 8b). Esto incluirá puntos biológicos de referencia, prórroga de cuota, cuota acumulada en 2 años, y hipótesis de stock (párrafos 80, 102, 118 COMM8-Informe). Los resultados iniciales deben informarse al SC11.	2023+	EU	SI
Investigación en Conectividad	Grupo de trabajo sobre conectividad para mejorar la comprensión del origen y la mezcla de poblaciones o subpoblaciones de jurel en el Pacífico Sur. Términos de referencia incluidos en G137-2022.	2022-2026	Chile Perú	SI



Plan Multianual de Trabajo del Comité Científico 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile

- Participación de IFOP en las tareas del grupo de trabajo de Jurel en el periodo 2023-2023+

Tarea	Subtarea	Línea de tiempo	Coordinador	Participa IFOP
Técnicas de edad	Organizar un taller para (1) establecer una edad de lectura protocolo para otolitos de jurel y (2) realizar análisis de otolitos pruebas de coherencia de lecturas por edades para lectores de edades nacionales en la base de un conjunto de referencia.	2024	Chile	NO (IFOP invito a taller, no hubo interesados)
Hábitat de jurel y caballa e impacto del cambio climático	Analizar la distribución espacial del jurel y caballa, mostrando su relación con el medio ambiente y los impactos del cambio climático sobre cambios en su distribución.	2024+	Chile Perú	SI
Caballa	Recopilar datos disponibles de captura, esfuerzo y muestreo biológico para apoyar el desarrollo de modelos de evaluación de poblaciones para caballa	2024+	Chile Perú	-

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Antecedentes reportados para dar cumplimiento a los requerimientos específicos del “workplan” de la OROP-PS.



Documentos de trabajo de jurel en la SC-12

Reference	Document title
SC12-JM01	Spatio-temporal dynamics of the jack mackerel fishery off south-central Chile in 2024 (CHL)
SC12-JM02	PFA self-sampling report on CJM fishing (EU)
SC12-JM03	CJM Catch history and predicted 2023 catches (incl. Annex 1) (SEC)
SC12-JM04	Jack mackerel CPUE index and acoustic biomass in the south-central Chile (CHL)
SC12-JM05	Hydroacoustic assessment of Jack Mackerel in the North of Chile in 2024 (CHL)
SC12-JM06	Update on CPUE standardization for the Chilean jack mackerel fishery in central-southern Chile using spatio-temporal Bayesian models (CHL)
SC12-JM07	Incorporating a creep factor into the Chile Jack Mackerel CPUE index standardization (CHL)
SC12-JM08	The Joint Jack Mackerel (JJM) model: A user guide Imapre's proposal (PER)
SC12-JM09	Terms of Reference for the age jack mackerel workshop (CHL)
SC12-JM10	Increase options in the Jack Mackerel Risk Table (CHL)
SC12-JM11_rev1	Conditioning of Operating Models and development of Management Procedures for the SPRFMO JM stock (JMWG-MSE)



A N E X O 8

Avances en el desarrollo y primera aplicación de la EEM en la
OROP-PS.

Autor: José Zenteno



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Comité Científico Técnico Jurel
Sesi3n N°6: 5 de noviembre, 2024

Avances en el desarrollo y primera aplicaci3n de la EEM en la OROP-PS

José Zenteno L.
Departamento Evaluaci3n de Recursos

Noviembre, 2024

IFOP EEM de jurel – OROP-PS

Avance en la Evaluaci3n de Estrategias de Manejo de Jurel en la OROP

- Actualizaci3n del condicionamiento de modelos operativos
- Uso de la plataforma OpenMSE para testeo de modelos operativos y procedimientos de manejo
- Pr3ximos pasos





Conditioning of Operating Models and development of Management Procedures for the SPRFMO jack mackerel stock

SPRFMO SC12 2024

Iago Mosqueira – Wageningen Marine Research (WMR)



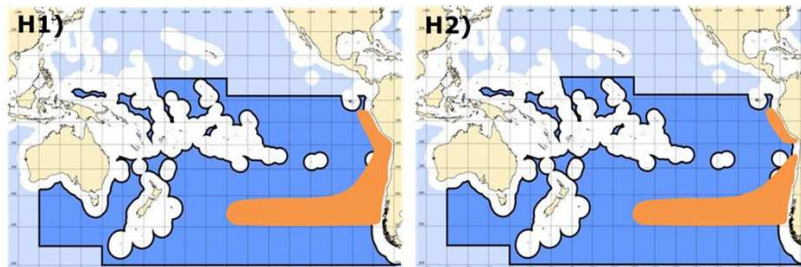
Condicionamiento del Modelo Operativo

- Los modelos operativos (OM) representan dinámicas pasadas y futuras.
- Incluye población o poblaciones y pesquerías.
- Condicionado a los datos y al conocimiento.
- Conjunto de OMs basado en el modelo de evaluación de stock de jurel (JJM).

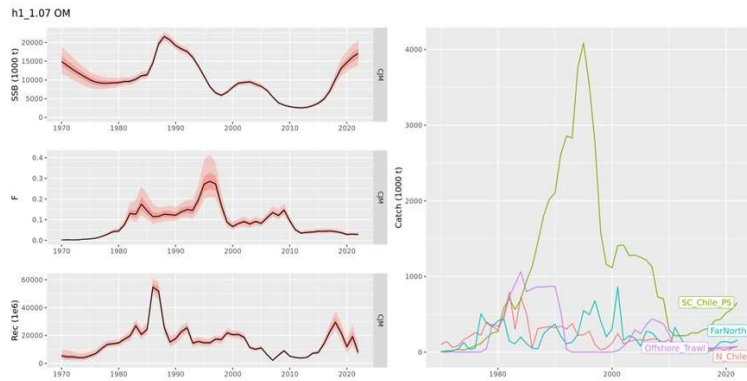
OMs: Sets

- **Casos Base**
 - H1. Single-stock JJM model 1.07, $h=0.65$.
 - H2. Two stocks JJM model 1.07, $h=0.65$.
- **Set de referencia**
 - H2m. Two sub-stocks JJM model 1.07, movement rates in the future from SEAPODYM fit.
 - H1h80, Single-stock JJM model 1.07, higher stock-recruitment steepness $h=0.80$.
 - H2h80, Two stocks JJM model 1.07, higher stock-recruitment steepness $h=0.80$.
- **Set de robustez**
 - H1lowrec & H2lowrec, low future recruitment.

OMs: Estructura del stock

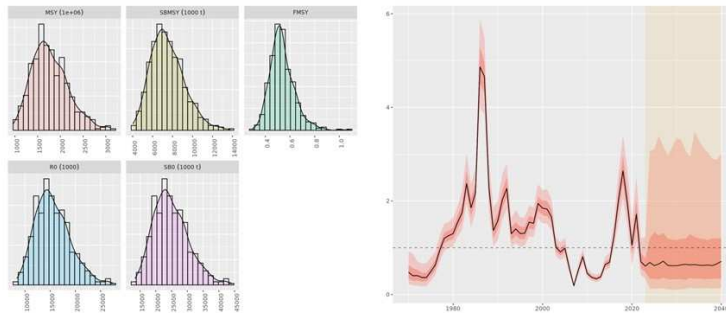


OMs: 1 stock (H1)

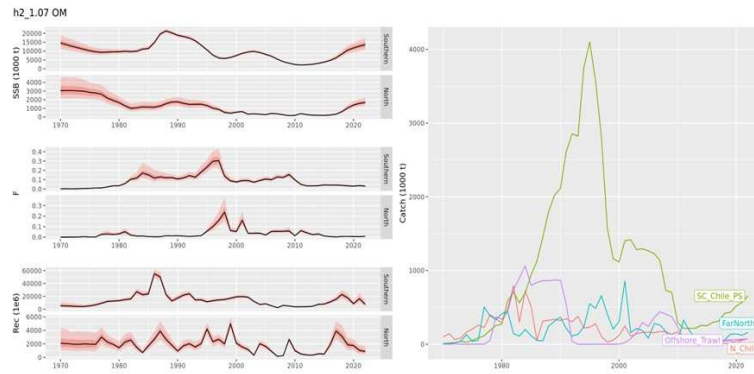


OMs: 1 stock (H1)

- Puntos de referencia
- Desvios reclutamiento

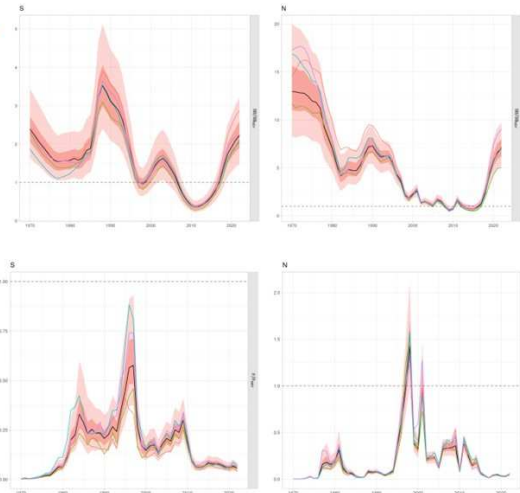


OMs: Dos stocks (H2)



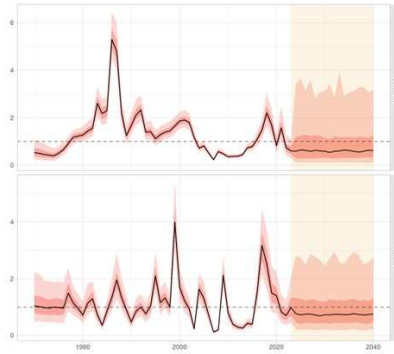
OMs: 2 stocks (H2)

- SSB / SSB_{MSY}
- F / F_{MSY}



OMs: 2 stocks (H2)

- Desvios reclutamiento



Estadísticos de desempeño

- Resúmenes del estatus de la poblaci3n y las pesquerías en las proyecciones
- Estatus: biomasa deseada y/o nivel de explotaci3n.
- Seguridad: el stock no cae por debajo del punto de referencia límite.
- Rendimiento: captura a corto y largo plazo.
- Estabilidad: variaci3n en el rendimiento y estatus del stock.
- Calculado para tres períodos de tiempo:
 - Corto plazo (1-5 años desde el inicio del período de proyecci3n)
 - medio (6-10 años)
 - largo (11-20 años)
 - Algunas estadísticas también se calculan anualmente.



Estadísticos de desempeño

Family	Name	Description
Estatus	SBMSY	Biomasa desovante media relativa a SBMSY
	FMSY	Mortalidad por pesca media relativa a FMSY
	green	Probabilidad de estar en el cuadrante Kobe verde
	PSBMSY	Probabilidad de la BD por sobre SBMSY
Seguridad	PSBlim	Probabilidad de BD por sobre SBlim
	PC0	Probabilidad de cerrar la pesquería
Rendimiento	C	Captura promedio
Estabilidad	IACC	Porcentaje de cambio interanual en capturas
	IACK	Porcentaje de cambio interanual en estatus Kobe

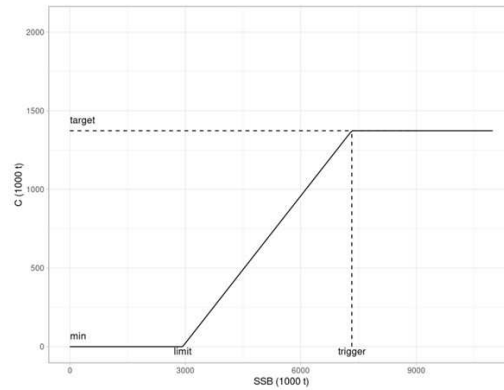


Procedimientos de manejo candidatos (MP)

- MPs: combinación de modelos y cálculos que permiten
 - Inferir el estatus de un stock
 - Proponer valor de variable de entrada (e.g. esfuerzo) o salida (e.g. captura)
 - Determinar un mecanismo para su implementación
- Tres MPs están siendo considerados:
 - Modelo-basado JJM (full-feedback jjm) + hockeystick HCR
 - CPUE-basado indicador estatus + trend and slope HCR
 - Tasa captura relativa (C/CPUE) + buffer HCR

Full-feedback JJM (*jjm*)

- Estimación estatus del stock por JJM
- Hockey-stick RCC determina captura total a partir de SSB estimada

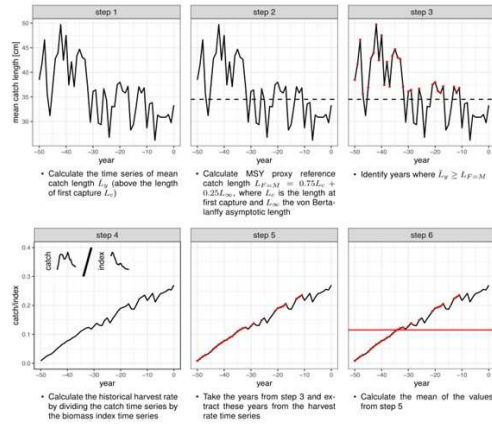


Tendencia CPUE

- Tendencia reciente y valor de un índice informativo de abundancia.
- Pendiente en los últimos cinco años.
- Promedio ponderado de los últimos tres años, en comparación con el nivel objetivo ajustado.
- Proporciona un multiplicador para aplicar al TAC anterior.
- Los parámetros de reactividad controlan la velocidad y la intensidad de la respuesta.
- El índice CPUE de Chile es que actualmente se aplica a este MP.

Captura relativa

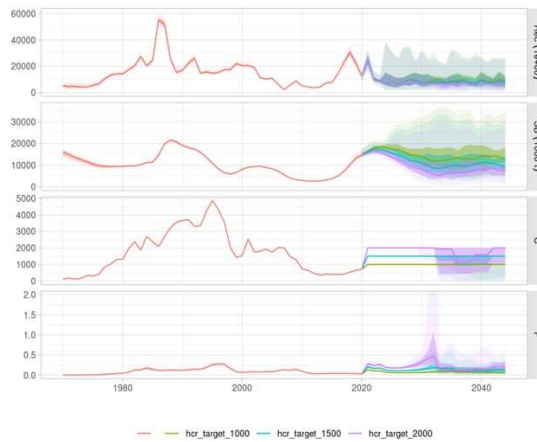
- Tasa de captura a partir de la captura total y valor del índice elegido
- Cambios en esta tasa se utilizan para establecer un multiplicador sobre el TAC anterior.



See Fisher et al. 2022

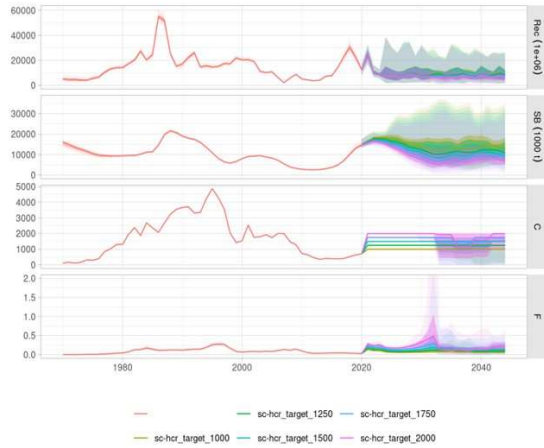
MSE example: shortcut JJM, H1

- Corrida de prueba de MP JJM-basado para 3 niveles max de captura



MSE example: shortcut JJM, H1

- Run of JJM-based MP using buffer HCR for maximum catch levels
- Model fit substituted by shortcut

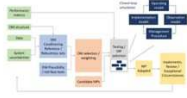
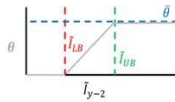



Pr3ximos pasos



Phase	Task	Processes	Progress
PREREQUISITE	Identify Purpose	Problem statement	<input checked="" type="checkbox"/>
	Establish concepts and terminology	Introductory workshop(s) Online materials	<input checked="" type="checkbox"/>
	Identify membership	Working Group Technical Oversight / facilitation Communications Managers / Stakeholders	<input checked="" type="checkbox"/>
FOUNDATION	Qualitative objectives	Review legal / comparables Dialogue meeting	<input checked="" type="checkbox"/>
	Outline system uncertainties	Establish principle uncertainties Identify secondary uncertainties First cut TSD	<input checked="" type="checkbox"/>
	Data prep. for OM conditioning	Review meta data Present data Accept initial dataset for OM conditioning	<input checked="" type="checkbox"/>
INITIAL	Propose initial OM sets	Reference Case Reference Set Robustness Set	<input checked="" type="checkbox"/>
	Technical Milestone 1	Condition Reference Set Dev. projection model Dev. reference MP Code Review	<input checked="" type="checkbox"/>
	Presentation of initial MSE results	OM fit Projection of reference MP Plausible outcomes Dialogue meeting	<input checked="" type="checkbox"/>
	Finalize OMs	Accept final dataset for OM conditioning Recondition OMs	<input checked="" type="checkbox"/>
REVISION	Identify possible MP archetypes	Establish management levers Future data availability	<input checked="" type="checkbox"/>
	Technical milestone 2	Produce guide to MP development Develop example MPs of each archetype	<input checked="" type="checkbox"/>
	Presentation of revised MSE results	Close-loop projection of MPs for all OMs Projection outcomes for qualitative objectives	<input type="checkbox"/>
	Revise / simplify / weight OMs	OM ramifications Finalization of Reference / Robustness Sets Best 5% Dialogue meeting	<input type="checkbox"/>

Demostración de componentes técnicos MSE para Jurel

Tom Carruthers

3rd October 2024, SPRFMO SC, Lima
3 de Octubre de 2024, SPRFMO SC, Lima

1. Especificar los modelos operativos

- *Función escrita para convertir la salida MCMC del modelo jjm a un modelo operativo OpenMSE*
- Se creó una grilla de referencia con 4 modelos operativos:

Factors		Design		Factors		Design	
Factor	Description	SRR Duration	Steepness	SRR Duration	Steepness	SRR Duration	Steepness
1	SRR Duration	SRR short time period		1	SRR short	0.65	
2	SRR Duration	SRR long time period		2	SRR long	0.65	
3	Steepness	Less resilient (B.H. steepness = 0.65)		3	SRR short	0.90	
4	Steepness	Resilient (B.H. steepness = 0.9)		4	SRR long	0.90	

Índice de relación sin HCR:

$$TAC_y = \tilde{I}_{y-2} \cdot \theta$$

\tilde{I} Filtered combined CPUE index
 θ Constant multiplier e.g. $\theta = \hat{\theta} = \frac{MSY}{\tilde{I}_{BMSY}}$

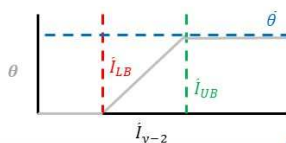
2. Especificar MP

Code Description

IR1A	Index ratio, tuning parameter 1, with HCR
IR1B	Index ratio, tuning parameter 1, no HCR
IR2A	Index ratio, tuning parameter 2, with HCR
IR2B	Index ratio, tuning parameter 2, no HCR
IR3A	Index ratio, tuning parameter 3, with HCR
IR3B	Index ratio, tuning parameter 3, no HCR

Relación de índice con palo de hockey HCR:

$$\theta = \begin{cases} 0 & \tilde{I}_{y-2} \leq \tilde{I}_{LB} \\ \hat{\theta} \cdot \frac{\tilde{I}_{y-2} - \tilde{I}_{LB}}{\tilde{I}_{UB} - \tilde{I}_{LB}} & \tilde{I}_{LB} < \tilde{I}_{y-2} < \tilde{I}_{UB} \\ \hat{\theta} & \tilde{I}_{UB} \leq \tilde{I}_{y-2} \end{cases}$$

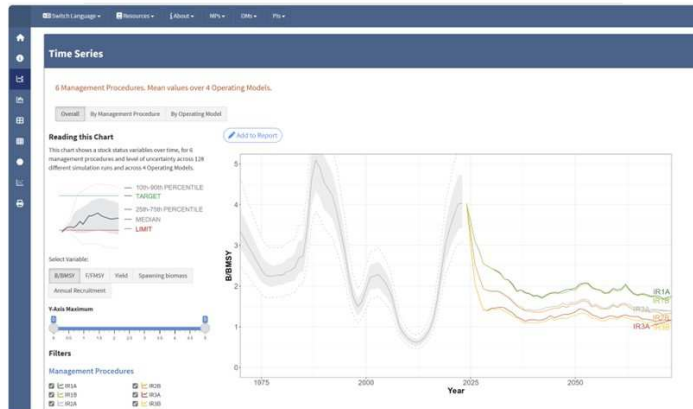


3. Calcular las métricas de rendimiento

Code	Label	Description
NSE_LP	P(B>BMSY)	P(B>BMSY) P[B > 0.9 BMSY] in Years 16-30 (2039-2053)
NSP_LP	P(F<1.1FMSY)	P(F<1.1FMSY) P[F < 1.1 FMSY] in Years 16-30 (2039-2053)
ZV_LP	P(GK)	P(GK) Kobe Green: Probability of being in Green Zone of Kobe Space (B>0.9BMSY & F<FMSY) in Years 16-30 (2039-2053)
CBA_CP	Y(1-5)	Y(1-5) Mean Yield in Years 1-5 (2024-2028)
CBA_MP	Y(6-15)	Y(6-15) Mean Yield in Years 6-15 (2029-2038)
CBA_LP	Y(16-30)	Y(16-30) Mean Yield in Years 16-30 (2039-2053)

EEM de jurel – OROP-PS

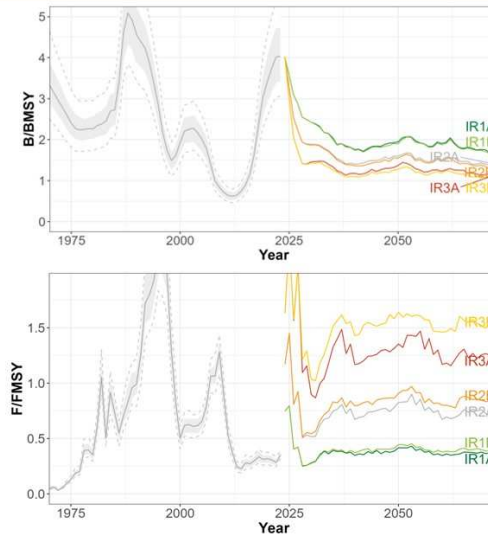
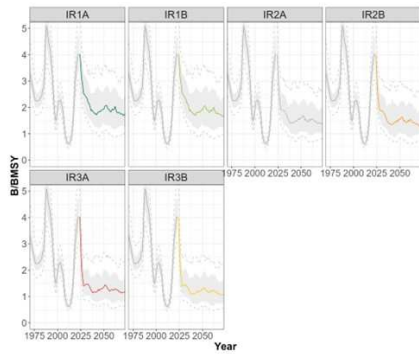
4. Presentar los resultados



EEM de jurel – OROP-PS

4. Presentar resultados

Gráficos de proyección



EEM de jurel – OROP-PS

4. Presentar resultados

Gráficos de cajas / de violín

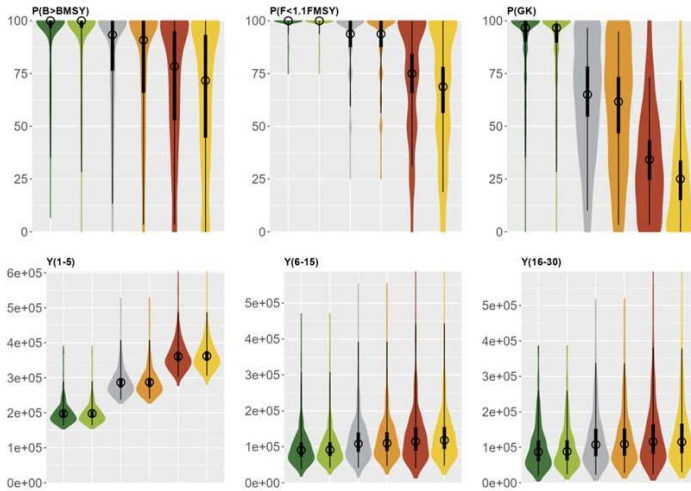
How a box plot works

- HIGHEST VALUE
- 3RD QUARTILE
- MEDIAN FOR 20-YEAR PROJECTION
- 1ST QUARTILE
- LOWEST VALUE

Filters

Management Procedures

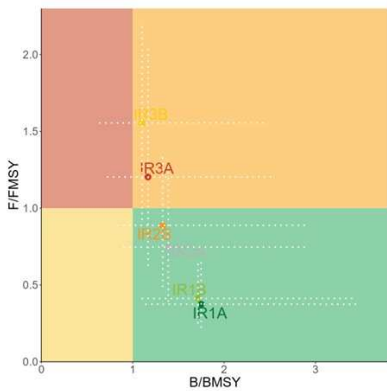
- IR1A
- IR1B
- IR2A
- IR2B
- IR3A
- IR3B



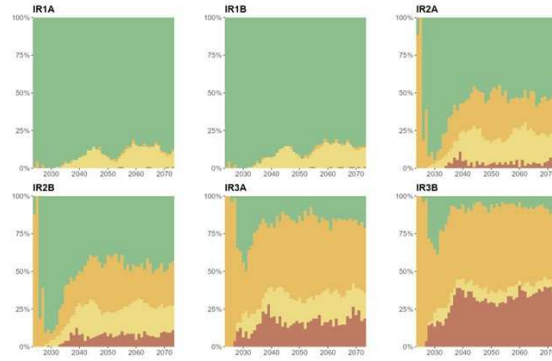
EEM de jurel – OROP-PS

4. Presentar resultados

Kobe (final)



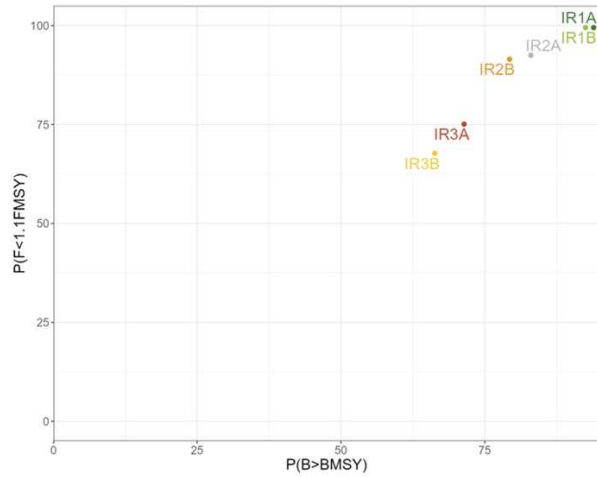
Gráficos de tiempo de Kobe



4. Presentar resultados

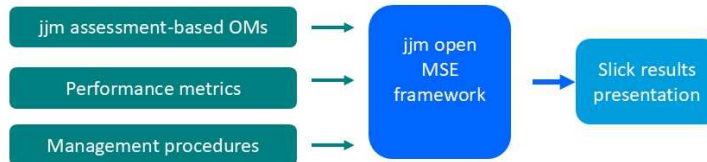
Gráfico de tradeoffs

- Probabilidad de estar por sobre (Biomasa) o bajo (F) el objetivo de manejo.



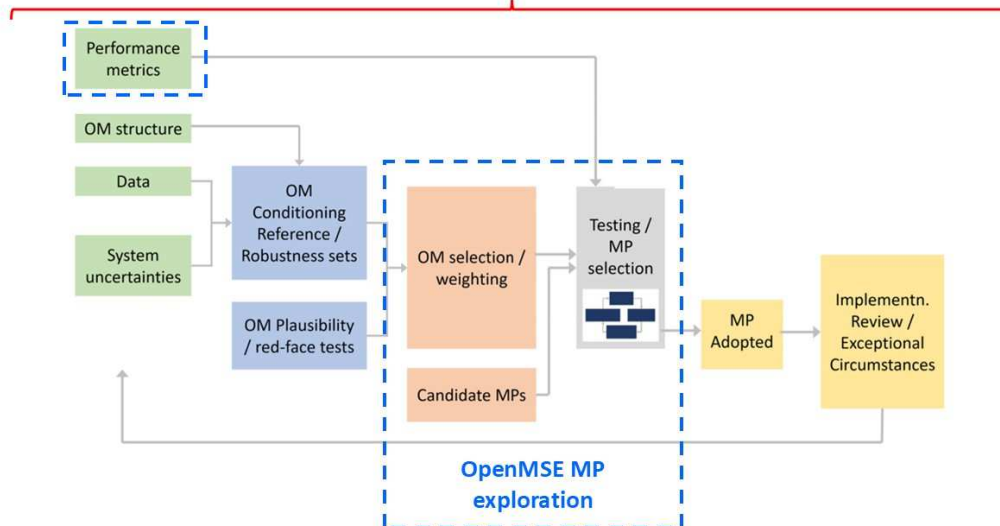
Discusión

Se ha desarrollado el marco OpenMSE para jjm jack mackerel. Esto ahora se puede modificar (OM, métricas, MP) para evaluar rápidamente el rendimiento de MP:



Una posible estrategia podría ser utilizar el marco OpenMSE para llevar a cabo una evaluación más general de los arquetipos de MP (por ejemplo, MP empírico utilizando índices, MP basado en modelos, etc.) y derivados (por ejemplo, cambio máximo de TAC del 10%, captura anual máxima de 1100kt, puntos de control de la regla de control de captura, etc.). Luego, un conjunto más pequeño de parlamentarios con buen rendimiento podría someterse a más pruebas con FLR.

FLR MSE framework / Marco MSE de FLR



Proximos pasos:

- El Equipo de EMM del grupo de trabajo de jurel solicita que los países interesados entreguen sus propuestas de PM.
 - Fecha limite Enero 2025.
- El CCT nacional puede proponer procedimientos de manejo candidatos a testear en la EEM.
 - Que otros PM pueden ser adecuados para el manejo del jurel?
 - Empiricos vs modelo-basados



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



A N E X O 9

Estatus del stock de jurel y CBA 2025.

Autor: Ignacio Payá



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Asesoría integral en Pesca y Acuicultura

Estatus del stock de jurel y CBA 2025.

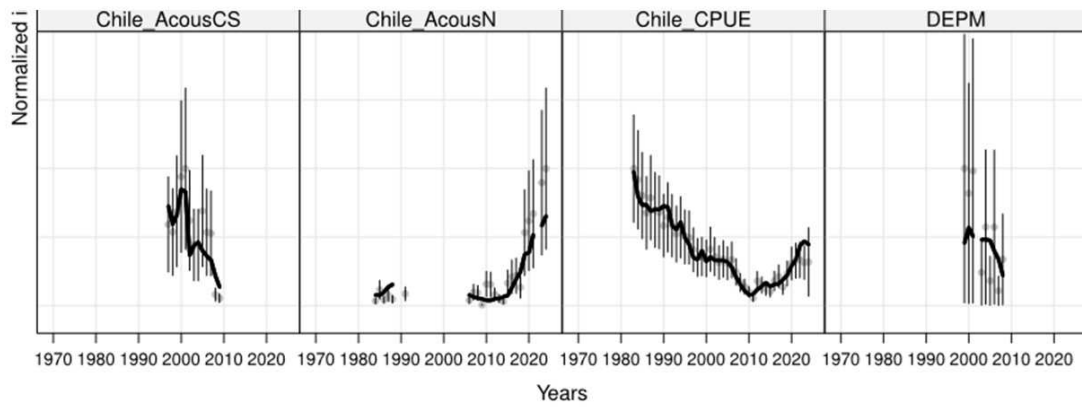
Estatus y posibilidades de explotaci3n biol3gicamente sustentable de jurel nacional entre la Regi3n de Arica y Parinacota a la Regi3n de los Lagos, a3o 2025

Autor: Ignacio Payá

Noviembre 2024

Instituto de Fomento Pesquero

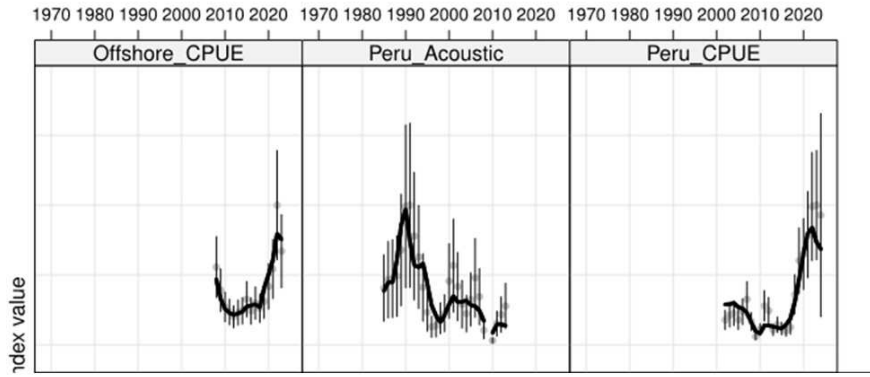
Ajuste del modelo



Payá 2024



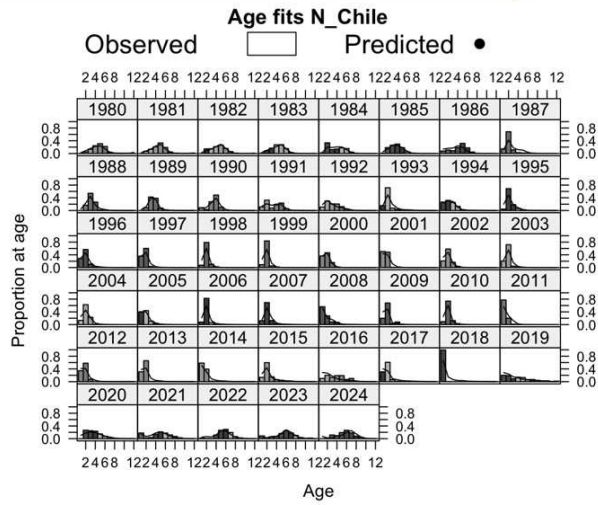
Ajuste del modelo



Payá 2024

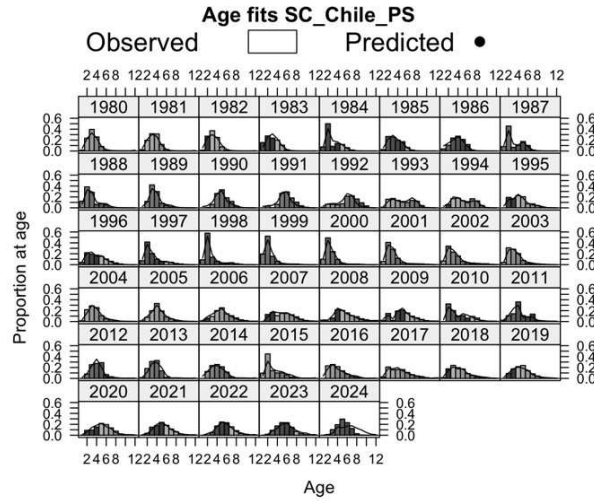


Ajuste del modelo



Payá 2024

Ajuste del modelo



Payá 2024

Ajuste del modelo

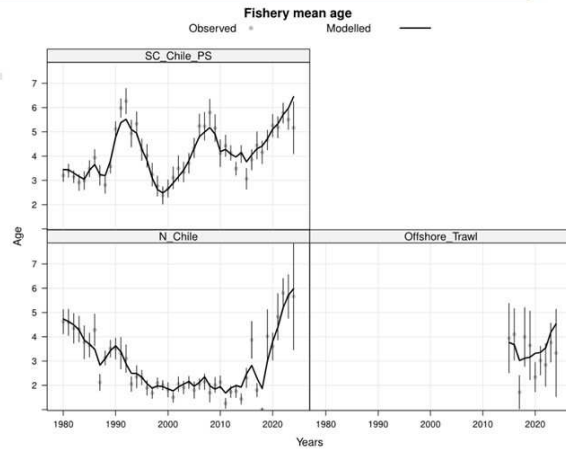
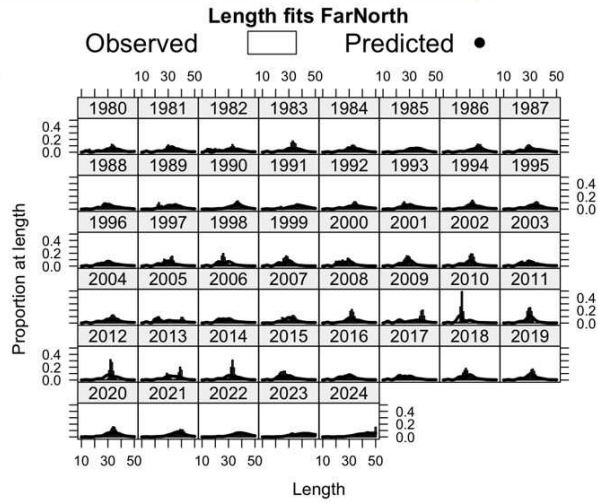


Figure 6. Edad media en la captura por año y pesquería. La línea representa las predicciones del modelo (hipótesis de una unidad de stock), los puntos los valores observados y las líneas verticales el error de entrada supuesto (2 desviaciones estándar) alrededor de las observaciones.

Payá 2024



Payá 2024

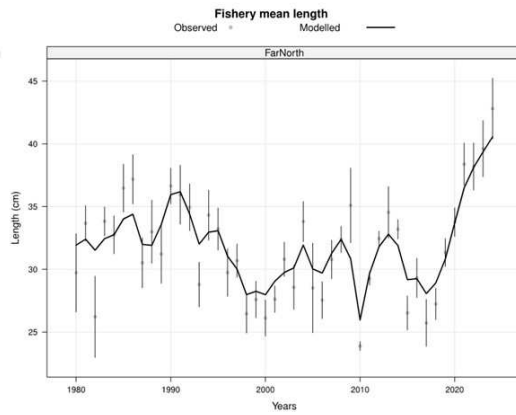
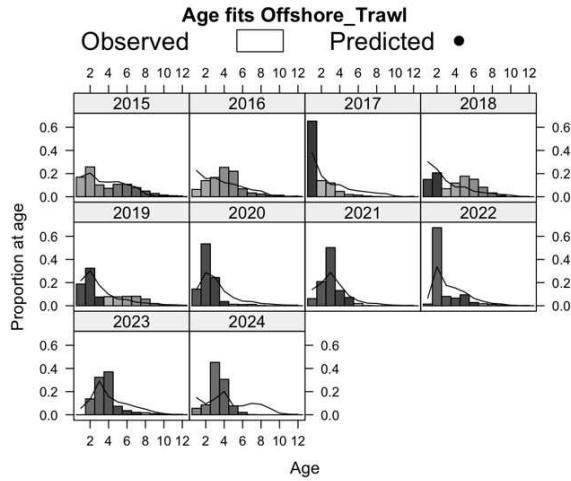


Figure 7. Talla media en la captura por año en la flota de Perú (Extremo Norte). La línea representa las predicciones del modelo (hipótesis de una unidad de stock), los puntos los valores observados y las líneas verticales el error de entrada supuesto (2 desviaciones estándar) alrededor de las observaciones.

Payá 2024



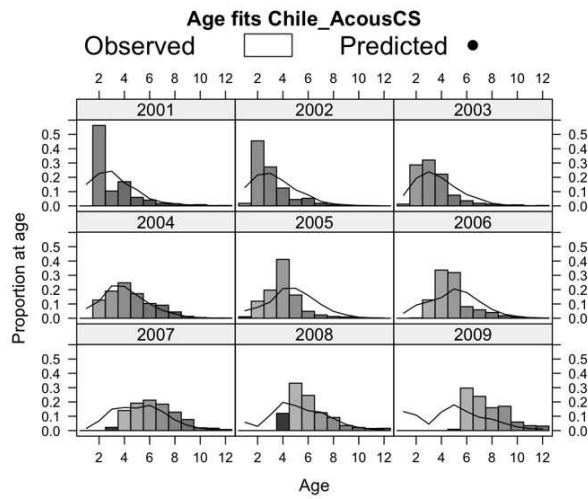
Ajuste del modelo



Payá 2024



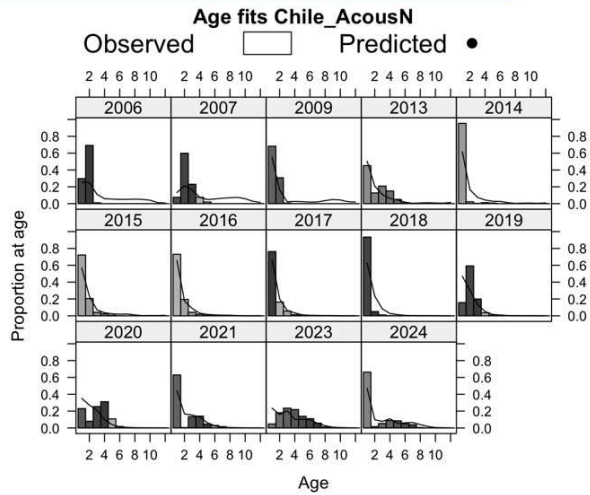
Ajuste del modelo



Payá 2024



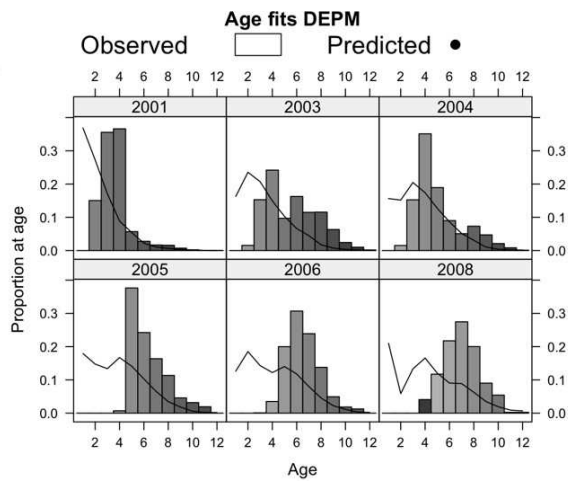
Ajuste del modelo



Payá 2024



Ajuste del modelo



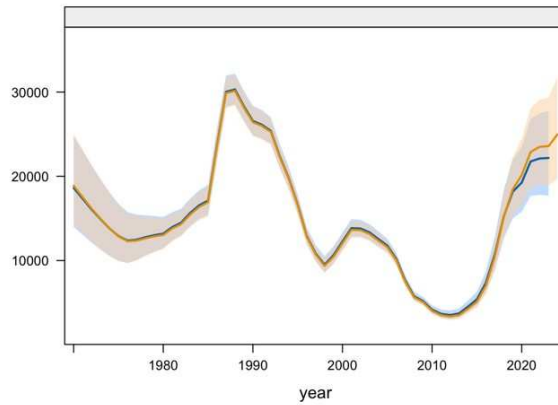
Payá 2024



Compara con año anterior

Biomass

— h1_0.00 Stock_1
— h1_1.07 Stock_1



Payá 2024

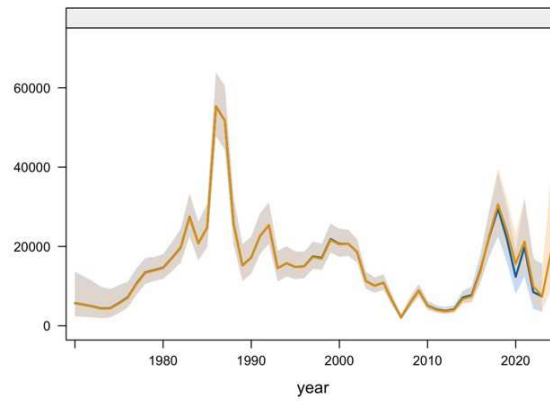
Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Compara con año anterior

Recruitment

— h1_0.00 Stock_1
— h1_1.07 Stock_1



Payá 2024

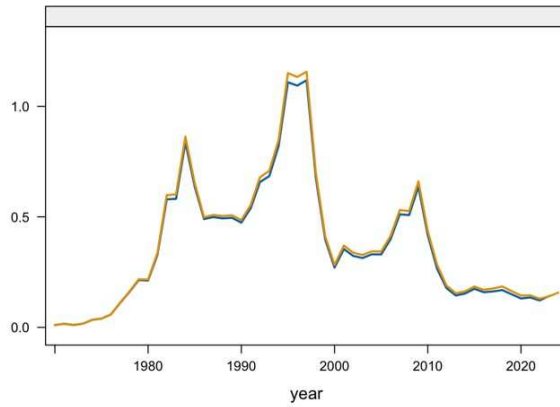
Instituto de Fomento Pesquero | Chile



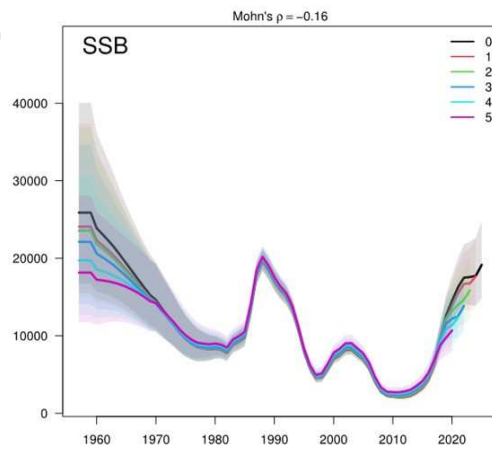
Compara con año anterior

Total Fishing Mortality

— h1_0.00 Stock_1
— h1_1.07 Stock_1

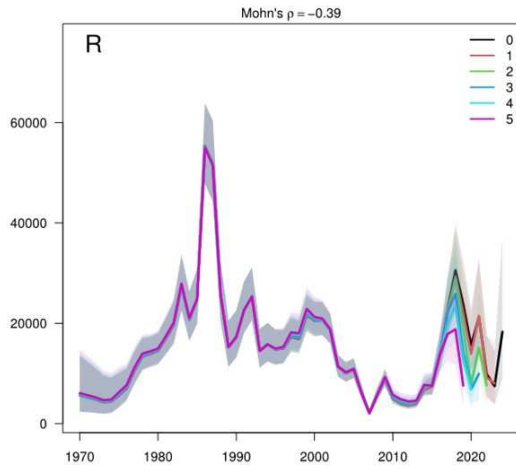


Payá 2024



Retrospectivo
SSB

Payá 2024

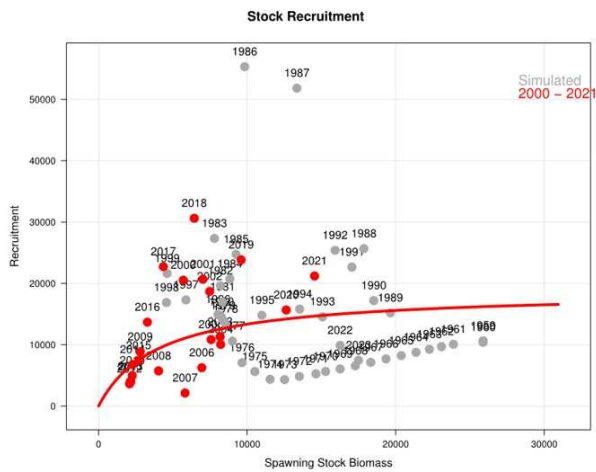


Retrospectivo
Reclutas

Payá 2024

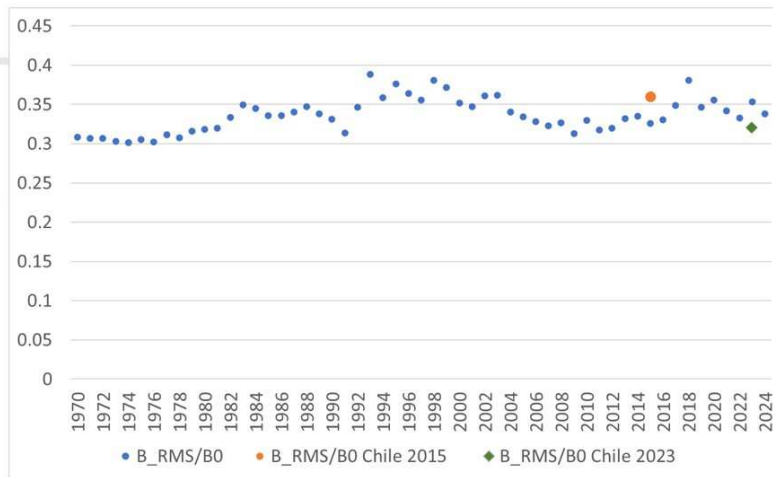


h1_1.07: BH_SR



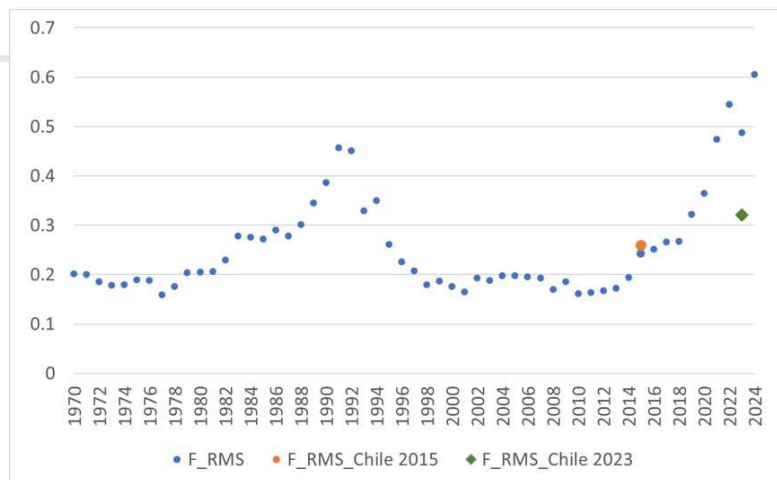
Payá 2024

PBR: BD/BDO



Payá 2024

PBR: F_RMS



Payá 2024



PBR

Igual m3todo de calculo en la OROP que en Chile

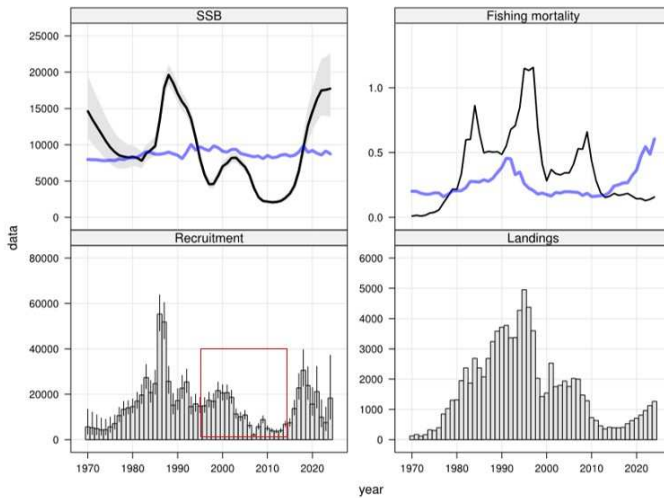
Para a3o de la serie calcula el F_FMS

$F_{RMS} = f(M, \text{Selectividad, Madurez, Pesos medios, pendiente (h) de S/R})$

	F_RMS	BD_RMS	DB_LIM	Comentario
Chile, 2015	0,26	36%BD0	9%BD0	Antigua asignaci3n de edad
OROP, 2022	0,36	32%BD0	8%BD0	Nueva asignaci3n de edad.
Chile, 2023	0,32	32%BD0 (7,453 millones t)	8%BD0	Resoluci3n exenta 292, 31/1/2023
OROP, 2023	0,59	33%BD0 (h1_1.07: 8,0 millones t)	8%BD0	Nueva asignaci3n de edad.
OROP, 2024 (2015-2024)	0,60	35%BD0 (h1_1.07: 8,9 millones t)	8%BD0 (h1_1.07: 2 millones t)	Nueva asignaci3n de edad.

Pay3 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Resultados
principales
(h1_1.07)

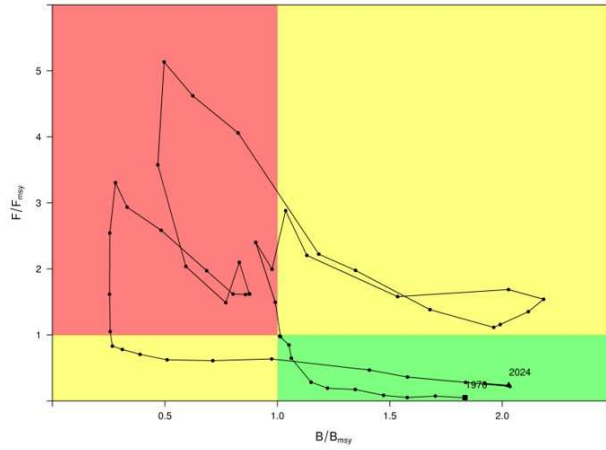
Pay3 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



h1_1.07

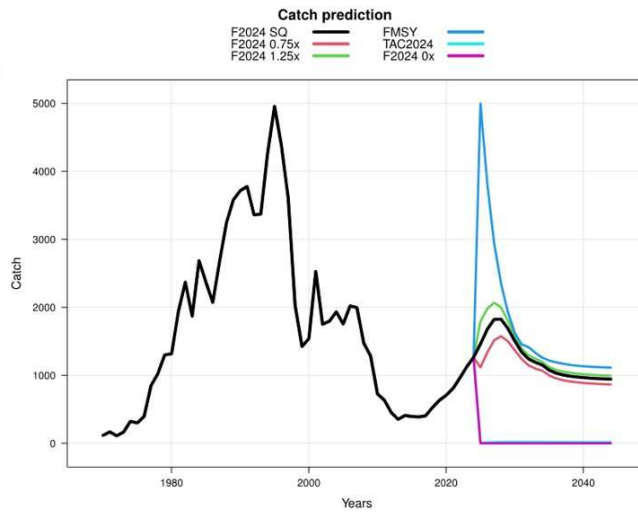
Kobe plot



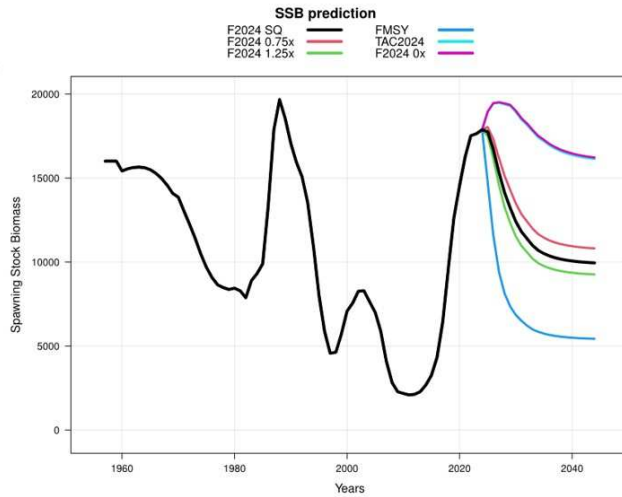
Payá 2024



Evaluación de stock actualizada



Payá 2024



Payá 2024

Tabla de riesgo del reporte del CC12.

Catch Scenario	Catch 2025 (kt)	Catch 2026 (kt)	B ₂₀₂₆	P(B ₂₀₂₆ > B _{M5Y}) %	B ₂₀₃₀	P(B ₂₀₃₀ > B _{M5Y}) %	B ₂₀₃₄	P(B ₂₀₃₄ > B _{M5Y}) %
F = 0	0	0	19461	100	19008	100	17509	99
F = F ₂₀₂₄	1462	1679	16724	100	12409	90	10694	72
F = F _{M5Y}	4997	3818	11598	93	6852	14	5847	6
F=F ₂₀₂₄ x 0.75	1117	1337	17331	100	13489	94	11660	80
F=F ₂₀₂₄ x 1.25	1794	1981	16159	100	11534	83	9933	63
TAC = TAC ₂₀₂₄	1242	1464	17108	100	13073	93	11284	77
TAC = TAC ₂₀₂₄ +15%	1428	1647	16781	100	12504	90	10779	72

Payá 2024



CBA 2025 (h1_1.07_ls)

Tabla de riesgo extendida del anexo técnico del reporte del CC12.
PRELIMINAR

Catch Scenario	Catch 2025 (kt)	Catch 2026 (kt)	B ₂₀₂₆	P(B ₂₀₂₆ >B _{MSY}) %	B ₂₀₃₀	P(B ₂₀₃₀ >B _{MSY}) %	B ₂₀₃₄	P(B ₂₀₃₄ >B _{MSY}) %
F = 0	0	0	19461	100	19008	100	17509	99
F = F ₂₀₂₄	1462	1679	16724	100	12409	90	10694	72
F = F _{MSY}	4997	3818	11598	93	6852	14	5847	6
F=F ₂₀₂₄ x 0.75	1117	1337	17331	100	13489	94	11660	80
F=F ₂₀₂₄ x 1.25	1794	1981	16159	100	11534	83	9933	63
F=F ₂₀₂₄ x 1.5	2115	2248	15633	100	10810	76	9309	55
F=F ₂₀₂₄ x 1.2	2724	2696	14682	99	9672	62	8329	41
TAC = TAC ₂₀₂₄	1242	1464	17108	100	13073	100	11284	96
TAC = TAC ₂₀₂₄ +15%	1428	1647	16781	100	12504	99	10779	95
TAC = TAC ₂₀₂₄ +20%	1490	1706	16674	100	12327	99	10622	95
TAC = TAC ₂₀₂₄ +50%	1516	1566	12401	98	9361	80	8128	62
TAC = TAC ₂₀₂₄ +75%	2174	2295	15539	100	10688	75	9204	54
TAC = TAC ₂₀₂₄ +100%	2484	2529	15049	99	10089	67	8688	46

Payá 2024



Tabla de riesgo extendida del anexo técnico del reporte del CC12. ACTUALIZADA.

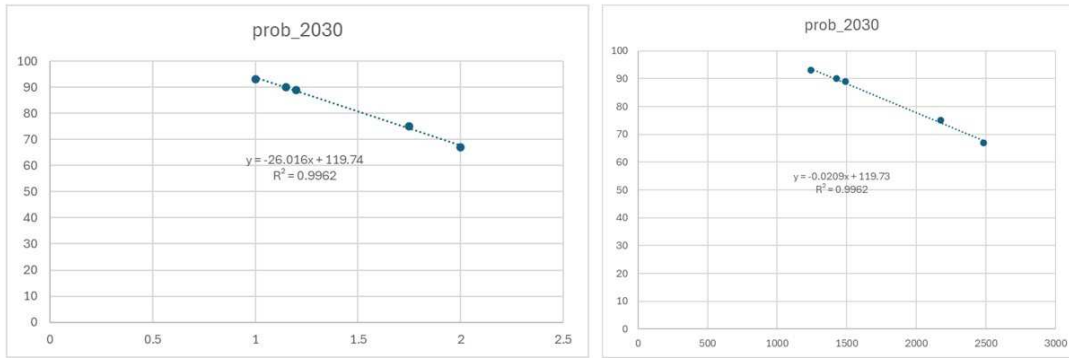
Table 37: Summary results for the short, medium, and long-term predictions for Model h1n.l.s (single-stock hypothesis, low steepness, short time series). Note that B in all cases represents thousands of tonnes of spawning stock biomass, P represents probability as a percentage and BMSY is taken to be the average BMSY estimated over the last ten years.

F	B ₂₀₂₆	P(B ₂₀₂₆ >B _{MSY}) %	B ₂₀₃₀	P(B ₂₀₃₀ >B _{MSY}) %	B ₂₀₃₄	P(B ₂₀₃₄ >B _{MSY}) %	Catch 2025 (kt)	Catch 2026 (kt)
0	19461	100	19008	100	17509	99	0	0
0.75 x F ₂₀₂₄	17331	100	13489	94	11660	80	1117	1337
1 x F ₂₀₂₄	16724	100	12409	90	10694	72	1462	1679
1.25 x F ₂₀₂₄	16159	100	11534	83	9933	63	1794	1981
1.50 x F ₂₀₂₄	15633	100	10810	76	9309	55	2115	2248
2.00 x F ₂₀₂₄	14682	99	9672	62	8329	41	2724	2696
F _{MSY}	11598	93	6852	14	5847	6	4997	3818
F _{TAC2024}	17108	100	13073	93	11284	77	1242	1464
1.15 x F _{TAC2024}	16781	100	12504	90	10779	72	1428	1647
1.20 x F _{TAC2024}	16674	100	12327	89	10622	71	1490	1706
1.75 x F _{TAC2024}	15539	100	10688	75	9204	54	2174	2295
2.00 x F _{TAC2024}	15049	99	10089	67	8688	46	2484	2529

Payá 2024



Pr(SB_2030>B_MSY)

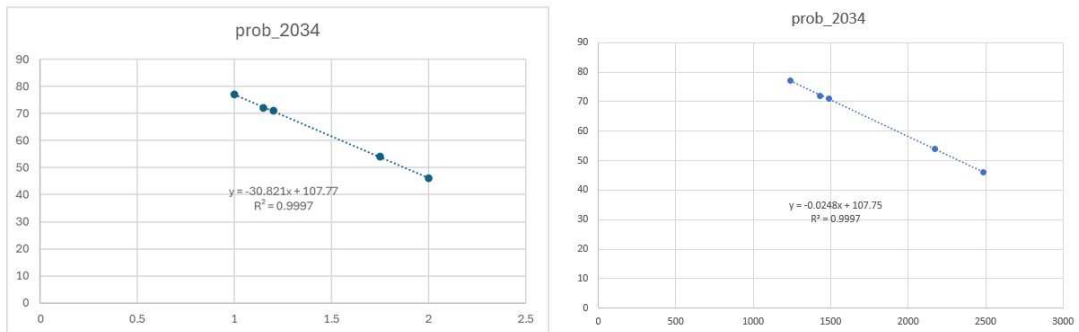


Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Pr(SB_2034>B_MSY)



Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



CCT-J

%	Catch	prob_2030	prob_2034	TAC2025
	1242	94	77	
15	1428	90	72	80%
44	1785	82	63	100%

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Discusión

Incertidumbres de la evaluación

- **Disminución** de la presencia de jureles **pequeños** (reclutas) durante los tres últimos años en la zona **centro-sur** de Chile, y su posible desplazamiento hacia la zona norte de Chile.
- **Desplazamiento** de la **flota** "offshore" (europea) hacia caladeros ubicados en el área de convención cercanos al **norte** de Chile, donde esta flota ha pescado **jurel de menor tamaño**.
- **Gran aumento del índice de CPUE offshore**
- En el modelo de evaluación se incorporó **cambio de la selectividad** (aumento de disponibilidad de jureles pequeños) de la **flota europea**, lo cual permitió considerar este efecto en las **proyecciones** de la biomasa y las capturas.
- El **índice** de abundancia basado en la **CPUE** de la zona centro-sur de Chile puede estar afectado por un **cambio notable de la distribución del** recurso en los tres últimos años, el cual se ha concentrado **fuertemente en la zona costera**, facilitando su captura.
- Cambio de distribución **también** se ha observado en las costas del **Perú**.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Discusión

Incertidumbres de la evaluación

- CC de la OROP-PS considera necesario incluir el **aumento histórico de la eficiencia de la flota** (“**effort creep**”).
- La CPUE estandarizada de la CS (1983-2022), con un factor **-1%** por año, al cabo de 40 años alcanza una disminución de **32%**. Sin embargo, este **efecto no fue evidente** en los resultados del modelo, siendo balanceado por los dos periodos de **capturabilidad** en el modelo y por cambios en las **selectividades**.
- Los avances en los nuevos modelos de CPUE (captura por lance de pesca, modelos espacio-temporales (sdmTMB e INLA) y “**effort creep**”) y la serie reciente de estimaciones hidroacústicas de la zona centro-sur serán analizadas en el **Benchmark de 2025**.
- **Se acordó no cambiar especificaciones actual de modelo de evaluación hasta después del benchmark 2025, ya que esto afectaría el modelo operativo y el avance del EEM.**

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Discusión

- El **estatus** del stock se estimó **subexplotado**.
- El estatus se ha alcanzado por una combinación de una **gestión precautoria** (plan de recuperación, una regla de control de capturas), y un **aumento** de los niveles de **reclutamientos** en los últimos años (probablemente producto de las condiciones ambientales asociadas a los fenómenos de El Niño 2017 y 2013).
- CC de la OROP-PS consideró que estas condiciones de **reclutamientos favorables terminaron** y que los reclutamientos futuros retomarán el nivel bajo de los últimos 20 años.
- Esto generó que en la **proyección**, la captura basada en el **FRMS** para el 2025, que **fue 4,9 millones** de t tres, **pero cayera en 1 millón en el 2026**.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 



Discusión

- La tabla de riesgo extendida muestra que hay espacio precautorio para aumentar más del 15% la cuota de captura del 2024.
- Cambiar el porcentaje de aumento de 15% es materia de la Comisión
- Aunque el estabilizador busca estabilizar las cuotas de captura, el Dr. Ianelli indicó que es más bien un límite precautorio debido a la gran incertidumbre del modelo de estimación (JJM), tanto en errores de proceso como de estimación.
- El CC12 acordó informar a la Comisión del impacto de superar el 15% en una tabla extendida a entregar en el anexo técnico del reporte del CC12.

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



Discusión

- El CC12 acordó realizar un taller de “Benchmark” del modelo de evaluación en el año 2025.
- El grupo de jurel de la OROP-PS será dirigido por el Dr. Ianelli, en carácter de interino por un plazo de un año.
- El Taller de “Benchmark” será financiado parcialmente por un aporte 20k NZ\$ de Chile

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



Gracias

Payá 2024

Instituto de Fomento Pesquero | Chile 

A N E X O 10

Taller de jurel en el Consejo Nacional de Pesca y Taller con
pescadores artesanales.



1. Taller en Consejo Nacional de Pesca.

[Con un centenar de asistentes: Consejo Nacional de Pesca llevó a cabo taller por estado y proyecciones de la pesquería del Jurel - SUBPESCA Difusión](#)



Me gusta

Compartir 0

Post

Con un centenar de asistentes: Consejo Nacional de Pesca llevó a cabo taller por estado y proyecciones de la pesquería del Jurel

"Espero nos ponga en modo OROP-PS", señaló el subsecretario Salas al concluir esta instancia, que contó con la exposición técnica de expertos de la Subpesca y el IFOP. Todo, en la antesala de una nueva sesión del Comité Científico Internacional en Perú en septiembre y de la OROP-PS que se llevará a cabo en Chile, en febrero próximo.

Publicado: 12-ago-2024

Más de 100 personas convocó la mañana de este viernes 9 de agosto el taller desarrollado de manera híbrida en dependencias de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en Valparaíso, en el marco de una nueva sesión del Consejo Nacional de Pesca, instancia que contribuye a una efectiva participación de los agentes del sector pesquero nacional, incluyendo actores institucionales y miembros de organizaciones gremiales del sector laboral, pesquero artesanal y empresarial, entre otros.

El foco de este encuentro estuvo en abordar el actual estado de la pesquería del Jurel, ante lo cual el **subsecretario de Pesca y Acuicultura, Julio Salas**, relevó los desafíos que se vienen: en septiembre se llevará a cabo una nueva sesión del Comité Científico Internacional en Perú, tras lo cual Chile será sede de la Organización Regional de Pesca del Pacífico Sur (OROP-PS) en febrero de 2025. "Ambos espacios inciden de manera muy importante en la regulación de la



pesquería de Jurel, y por lo tanto, tener una posición del país basada en la mejor información científica disponible es muy importante para ver cuánto y cómo se puede desarrollar esta pesquería", señaló la autoridad al inaugurar el taller, que contó con la exposición de varios expertos.

Fue así que, desde la Subpesca, **Nicole Mermoud, de la división de administración pesquera**, expuso respecto a los procesos e instancias nacionales e internacionales ligadas al recurso, así como proyectos en materia de investigación científica y desafíos futuros. A su turno, **Mauro Urbina, del departamento de análisis sectorial de la división de desarrollo pesquero**, abordó los avances que se han dado justamente en el marco del OROP-PS y la coordinación entre sus 17 países miembro, donde Chile actualmente tiene asignada **el 66% de la cuota internacional de extracción del Jurel**.

Desde el Instituto de Fomento Pesquero también entregaron información e insumos técnicos a los asistentes. Fue así que los investigadores **Erick Gaete y Camilo Torres** profundizaron respecto al seguimiento de la pesquería y sus antecedentes económicos, respectivamente, detallando que en materia de exportaciones un 88% se va a congelados, siendo Nigeria y Costa de Marfil hoy por hoy los principales países receptores de jurel chileno. Tras ellos, **Víctor Catasti** abordó los estudios de evaluación hidroacústica que se están llevando adelante en la materia; **Ignacio Payá** expuso respecto a la evaluación de stock y cuota de captura del recurso - detallando que actualmente se encuentra en estado de stock subexplotado- y **Sebastián Vásquez** abordó la relación ambiente-recurso que se da para el Jurel, monitoreo del hábitat y su proceso de desove.

La instancia, tras algunas consultas de los asistentes, concluyó con un nuevo mensaje del subsecretario: "Es muy importante que la comunidad pesquera nacional comience a visualizar la significación que tiene el Comité Científico que vamos a tener en Perú y la OROP que vamos a tener en Chile. Son significativas las decisiones que se pueden tomar en ese espacio y lo que hemos visto en las presentaciones que se han hecho hasta ahora es información muy relevante para esa decisión", dijo, recalando que "hace 15 años atrás teníamos una pesquería en un estatus de sobreexplotación y hoy día de acuerdo a los estándares que usamos en Chile para medir el estado de las pesquerías, no solo nuestra pesquería de Jurel ya no se encuentra en estado de sobreexplotación, sino que está subexplotada".

2. 1er Seminario Pelágico Cerquero en Chile/OROP-PS.

[Subpesca expuso sobre la pesquería del jurel en el primer seminario pelágico cerquero de Chile - SUBPESCA Difusión.](#)



Me gusta

Compartir 0

Post

Subpesca expuso sobre la pesquería del jurel en el primer seminario pelágico cerquero de Chile

La instancia contó con la participación de autoridades y profesionales de la subsecretaría, además de integrantes del Comité Científico de la OROP-PS, que analizó la pesquería del jurel en el Pacífico.

Publicado: 09-sep-2024

De cara a la próxima reunión de la Organización Regional de Ordenamiento Pesquero del Pacífico Sur, OROP PS, que se efectuará en febrero de 2025 en Chile, este viernes la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca) participó en el "Primer Seminario Pelágico Cerquero en Chile/OROP-PS" con el fin de conocer y analizar científicamente la pesquería del jurel en el pacífico sur.

En esta instancia, desarrollada en la comuna de Caldera en la Región de Atacama a fines de la semana pasada, expuso el subsecretario de Pesca y Acuicultura, Julio Salas, quien destacó que "hay que valorar el esfuerzo que hay por transparentar una información que muchas veces se maneja en espacios reducidos y se llega a un espacio, como la OROP, sin que sea conocida por la pesca artesanal a lo largo del país". La autoridad relevó también la presencia y activa participación de los pescadores artesanales que llegaron al evento desde distintas zonas del país.



Ignacio Payá, investigador de IFOP y también vicepresidente del Comité Científico de la OROP PS explicó a los asistentes la evaluación de stock en la OROP PS, la cuota de captura, y la propuesta de Chile para aumentar el estabilizador del recurso. "Lo que se hace en el comité científico está basado en un modelo de evaluación que se ha ido revisando a través de diez años que es el centro de todo lo que hacemos", explicó Payá. En ese plano, el investigador detalló que la información que ingresa a este modelo es la biología del recurso, la captura comercial y los índices de abundancia que indican si el recurso va bien o no. Todo eso alimenta este modelo y permite generar el estatus del stock y las cuotas de captura.

Durante este evento, Nicole Mermoud, jefa del departamento de Pesquerías de Subpesca, expuso acerca del marco regulatorio de la pesquería y principales medidas de administración, su institucionalidad vigente y el estado de este recurso de gran relevancia económica y social para el país. En este contexto, Mermoud destacó el buen estado de la pesquería del jurel que, en estos momentos, está declarado nacionalmente en plena explotación. Además, consta de cuatro unidades de pesquerías divididas entre las regiones de Arica y Parinacota y Los Lagos. Asimismo, y en cuanto a gestión pesquera, esta pesquería cuenta con su respectivo comité científico técnico y su comité de manejo. Adicionalmente, también posee su plan de manejo y un plan de reducción del descarte y la captura incidental (entre Valparaíso y Los Lagos).

Mientras que el jefe del departamento de Análisis Sectorial de Subpesca, Mauro Urbina, dio a conocer estadísticas sobre la industria manufacturera, las exportaciones, el mercado nacional y el mercado internacional. En este plano, Urbina destacó, entre otras cosas, el hecho que Chile se posicione como el primer país exportador de jurel fresco y congelado con 345 mil toneladas, seguido por Namibia y Mauritania, representando un 28% de la participación en el mercado mundial (2022).

Cabe recordar que la OROP PS está compuesta por 15 países, además de la Unión Europea, y se encarga de la investigación y adopción de medidas de administración de las pesquerías de jurel, jibia y pesquerías de aguas profundas; el monitoreo y protección de los ambientes vulnerables, monitoreo del hábitat, pescas exploratorias, cambio climático y otros temas en alta mar del Pacífico Sur.

A N E X O 11

Estatus del stock de jurel y CBA 2025.
Presentación al Consejo Nacional de Pesca.

Autor: Ignacio Payá



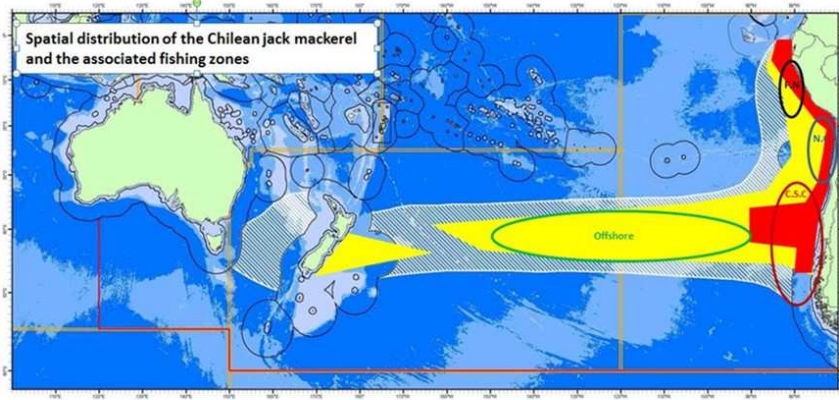
Contenido

1. Antecedentes
2. Método
3. Resultados
 1. Estatus del stock
 2. Cuota de captura
4. Conclusiones

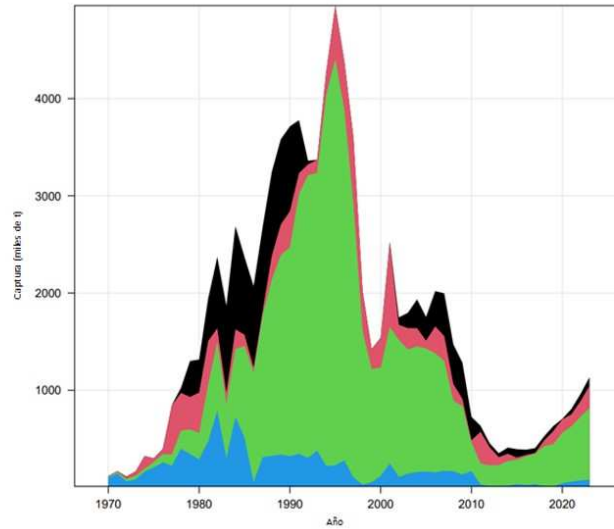
Contenido

1. Antecedentes
2. Método
3. Resultados
 1. Estatus del stock
 2. Cuota de captura
4. Conclusiones

Área de Distribución



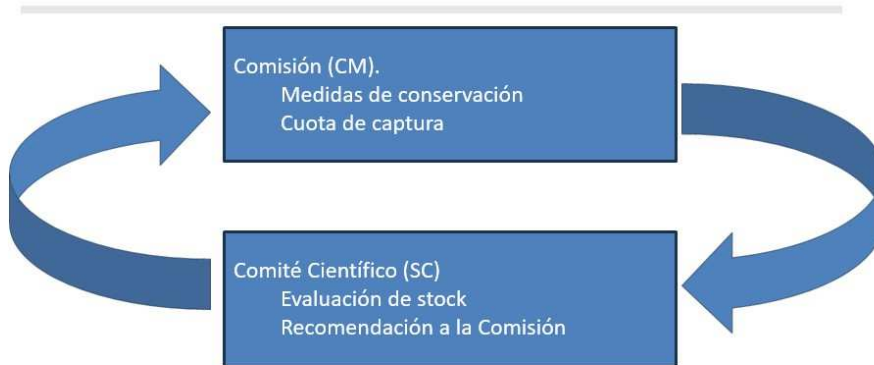
4 Flotas pesqueras



N_Chile
SC_Chile_PS
FarNorth
Offshore_Trawl

Todas estas flotas pescan con redes de cerco, excepto la flota offshore que lo hace con redes de arrastre de media agua.

OROP-PS





Estatus en el 2014

Año 2014: Stock sobrexplotado

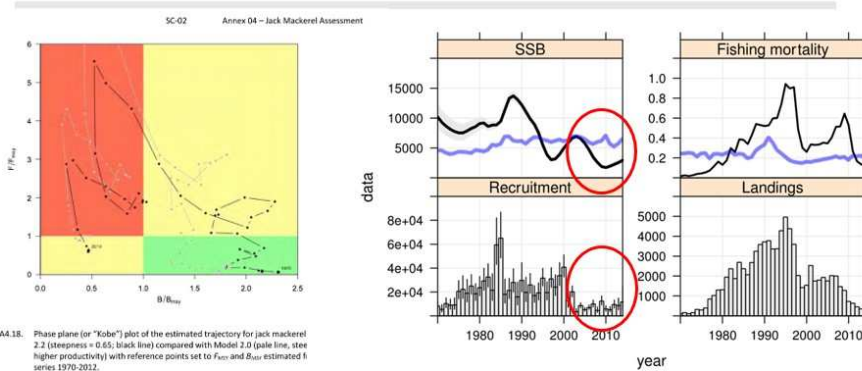


Figure A4.13. Phase plane (or "Kobe") plot of the estimated trajectory for jack mackerel 2.2 (steepness = 0.65; black line) compared with Model 2.0 (pale line, steeper higher productivity) with reference points set to F_{MSY} and B_{MSY} estimated from series 1970-2012.

MSY = RMS
 B= Biomasa desovante
 BMSY = Biomasa desovante en el RMS

Figure A4.15. Summary estimates over time showing spawning biomass (kt; top left), recruitment at age 1 (millions; lower left) total fishing mortality (top right) and total catch (kt right).



Estatus en el 2019

- SC 2019
- CM 2020:
Se aplica por primera vez el estabilizador de 15% de la cuota de captura a solicitud de la Comisión.

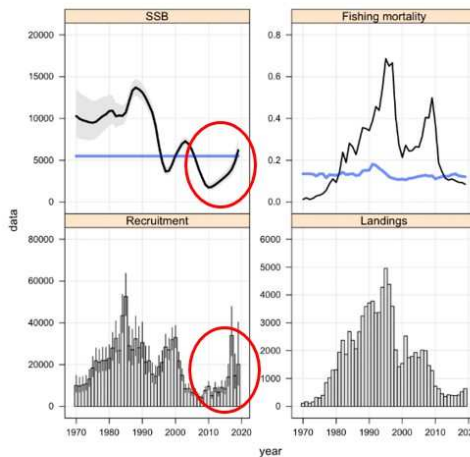


Figure A8.17. Model 1.00—single-stock hypothesis—summary estimates over time showing spawning biomass (kt; top left), recruitment at age 1 (millions; lower left) total fishing mortality (top right) and total catch (kt; bottom right). Blue lines represent the provisional B_{MSY} (upper left) and dynamic estimates of F_{MSY} (upper right).



Estatus en el 2020

Año 2020: Stock recuperado

- SC 2020
- CM 2021: 15%

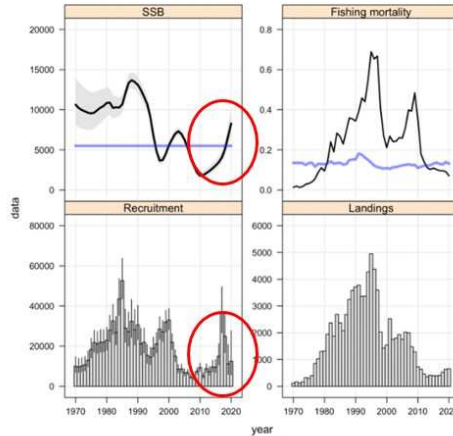


Figure A8.34: Model h1_1.00 (single-stock hypothesis) summary estimates over time showing spawning biomass (kt; top left), recruitment at age 1 (millions; lower left), total fishing mortality (top right), and total catch (kt; bottom right). Blue lines represent the provisional B_{MSY} (upper left) and dynamic estimates of F_{MSY} (upper right).



Estatus en el 2022

- SC 2022, SC10
- CM 2023

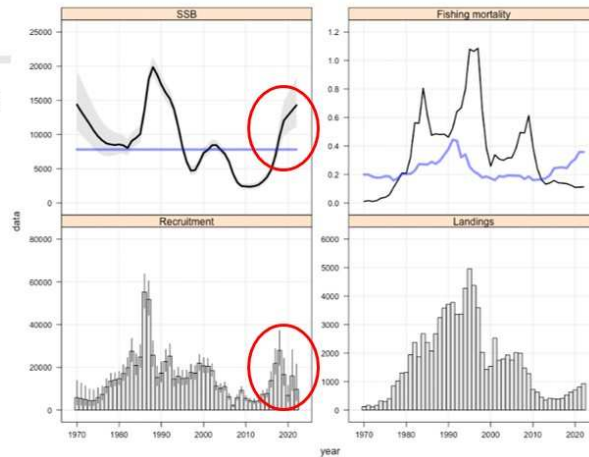


Figure A10.38: Model h1_1.02 (single-stock hypothesis) summary estimates over time showing spawning biomass (kt; top left), recruitment at age 1 (millions; lower left), total fishing mortality (top right), and total catch (kt; bottom right). Blue lines represent the average B_{MSY} over the most recent ten years (upper left) and dynamic estimates of F_{MSY} (upper right).



Estatus en el 2023

- Año 2023: SC 11
- CM 2024
- A continuación



Contenido

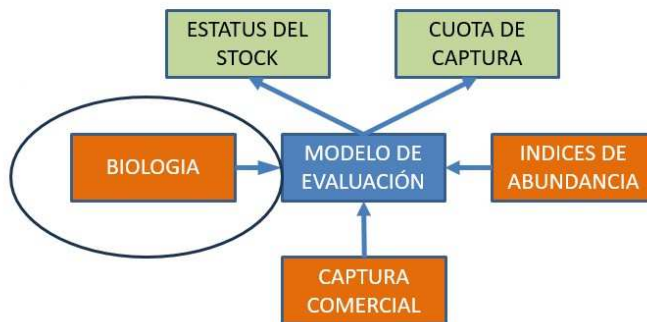
1. Antecedentes
2. **Método**
3. Resultados
 1. Estatus del stock
 2. Cuota de captura
4. Conclusiones



PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN



PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN



BIOLOGIA

Mortalidad Natural

Crecimiento a la edad.

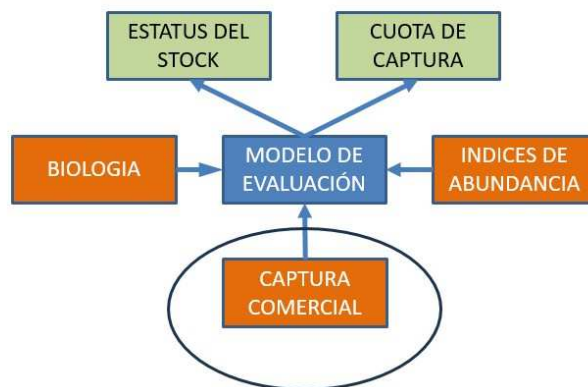
Madurez a la edad.

La edad de 50% madurez = 1 año de edad.

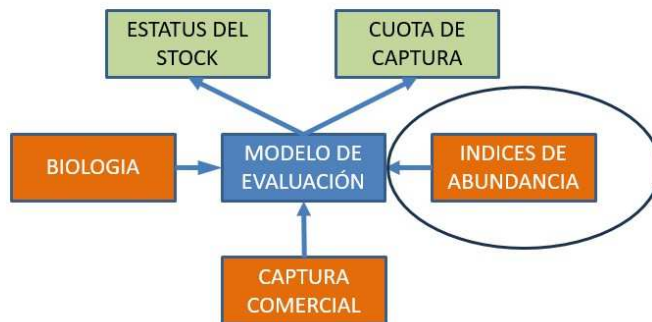
Relación stock-recluta + desviaciones.

Supuesto de baja productividad

Desviaciones altas

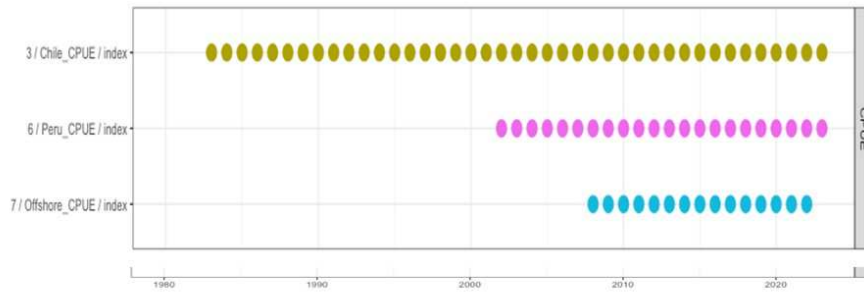


CAPTURA COMERCIAL POR EDAD O LONGITUD

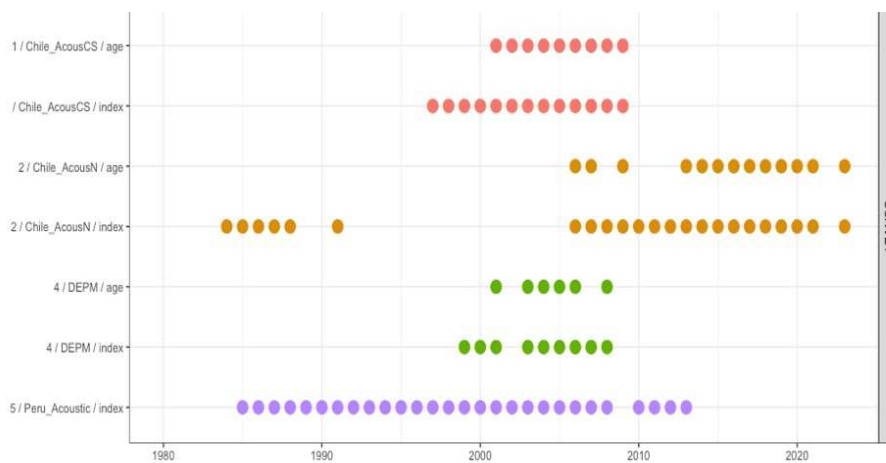




INDICES DE ABUNDANCIA (CPUE estandarizada)



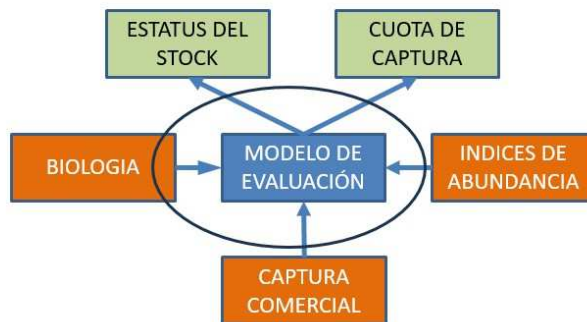
INDICES DE ABUNDANCIA (Cruceros Científicos: Acústica y MPH)



Actualización de datos chilenos

		Institución
Coordinador y revisor	Ignacio Payá	IFOP
Matrices de edad (comercial y cruceros científicos)	Camilo Rodríguez	IFOP
Bases de datos biológico-pesqueros	Marlene Ramírez, Erik Gaete y Ramón Aravena	IFOP
Actualización del índice de CPUE comercial	Ignacio Payá	IFOP
Evaluación Hidroacústicas	José Córdoba y Víctor Catasti	IFOP

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN





Modelo de Evaluación

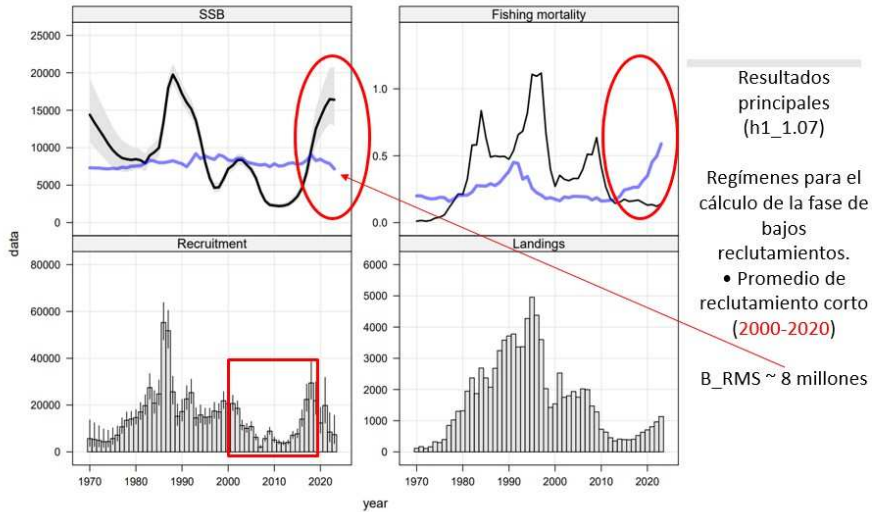
- JJM: igual a última evaluación definida en el taller de “Benchmark” del 2022.
- Dos modificaciones en el SC10:
 - 1) Corrección de modelo de crecimiento peruano.
 - 2) Mayor flexibilidad a la función de selectividad de la flota “offshore” para permitir que el modelo estime una mayor proporción de peces juveniles en los últimos años.
- Dos modificaciones en el SC11:
 - 1) Actualización de los pesos a la edad de los datos peruanos, y
 - 2) Disminución a la mitad de la ponderación del último año del índice de abundancia de la flota offshore.



Contenido

1. Antecedentes
2. Método
- 3. Resultados**
 1. Estatus del stock
 2. Cuota de captura
4. Conclusiones

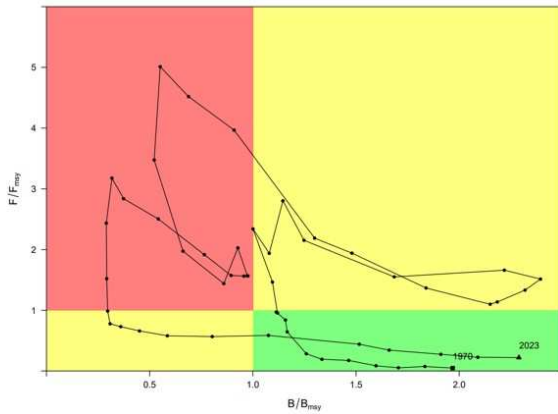
Estatus subexplotado en el 2023



Estatus subexplotado

Modelo h1_1.07

Kobe plot



MSY = RMS

B= Biomasa desovante

BMSY = Biomasa desovante en el RMS

Fishing mortality in relation to:	F_{MSY}	2022	2023
		Below	Below
Spawning stock biomass in relation to:	B_{MSY}	Above 100%	Above 100%

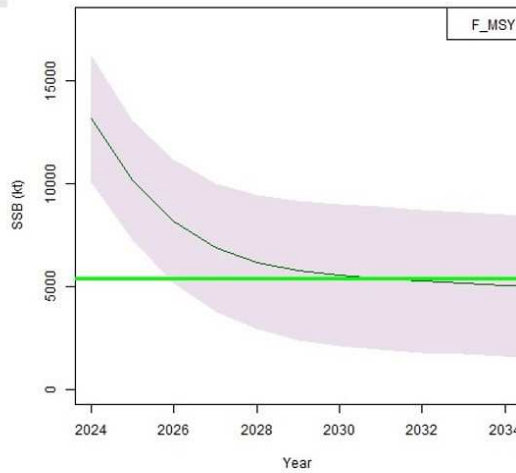
$C = F * \text{Biomasa Vulnerable a la pesca}$

Table A10.37. Summary results for the short, medium, and long-term predictions for Model *h1_1.07_ls* (single-stock hypothesis, low steepness, short time series). Note that “B” in all cases represents thousands of tonnes of spawning stock biomass, “P” represents probability as a percentage and B_{MSY} is taken to be the average B_{MSY} estimated over the last ten years.

F	B ₂₀₂₅	P(B ₂₀₂₅ >B _{MSY})	B ₂₀₂₉	P(B ₂₀₂₉ >B _{MSY})	B ₂₀₃₃	P(B ₂₀₃₃ >B _{MSY})	Catch 2024 (kt)	Catch 2025 (kt)
0	17758	100	17851	100	16774	100	0	0
0.75 x F ₂₀₂₃	15938	100	12768	100	11369	97	974	1100
1 x F ₂₀₂₃	15402	100	11692	99	10401	95	1282	1406
1.25 x F ₂₀₂₃	14895	100	10804	98	9629	93	1581	1685
F _{MSY}	10167	100	5790	58	5166	44	4934	3823
F _{TAC2023}	15752	100	12377	100	11013	96	1080	1207
1.15 x F _{TAC2023}	15470	100	11821	99	10515	95	1242	1367
1.2 x F _{TAC2023}	15377	100	11646	99	10361	95	1296	1419

Estabilizador de captura de +15%; C2023 *0,85 => Cuota 2024 <=C2023*1,15

Biomasa desovante con F_{MSY}





CBA 2024 (h1_1.07_ls)

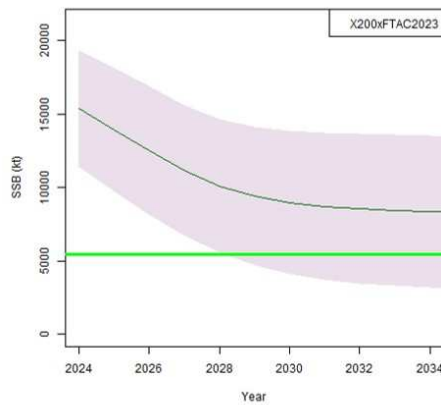
$C = F * \text{Biomasa Vulnerable a la pesca}$

Table A10.37. Summary results for the short, medium, and long-term predictions for Model *h1_1.07_ls* (single-stock hypothesis, low steepness, short time series). Note that “B” in all cases represents thousands of tonnes of spawning stock biomass, “P” represents probability as a percentage and B_{MSY} is taken to be the average B_{MSY} estimated over the last ten years.

F	B ₂₀₂₅	P(B ₂₀₂₅ >B _{MSY})	B ₂₀₂₉	P(B ₂₀₂₉ >B _{MSY})	B ₂₀₃₃	P(B ₂₀₃₃ >B _{MSY})	Catch 2024 (kt)	Catch 2025 (kt)
0	17758	100	17851	100	16774	100	0	0
0.75 x F ₂₀₂₃	15938	100	12768	100	11369	97	974	1100
1 x F ₂₀₂₃	15402	100	11692	99	10401	95	1282	1406
1.25 x F ₂₀₂₃	14895	100	10804	98	9629	93	1581	1685
F _{MSY}	10167	100	5790	58	5166	44	4934	3823
F _{TAC2023}	15752	100	12377	100	11013	96	1080	1207
1.15 x F _{TAC2023}	15470	100	11821	99	10515	95	1242	1367
1.2 x F _{TAC2023}	15377	100	11646	99	10361	95	1296	1419
2.0 x FTAC2023	13960	100	9425	95	8447	88	2160	2179



Biomasa desovante con 2*Cuota 2023





Contenido

1. Antecedentes
2. Método.
3. Resultados
 1. Estatus del stock
 2. Cuota de captura
4. Conclusiones.



Conclusiones

- Modelo de evaluación actualizado con datos hasta el año 2022 completo y datos 2023 parciales
- Biomosas dependen de grandes fluctuaciones del reclutamiento.
- Biomasa > B_RMS
- Mortalidad por Pesca < F_RMS
- Ley de pesca chilena: Stock subexplotado
- Cuota definida por estabilizador de captura de 15%
- Magnitud del estabilizador definido por la Comisión e implementado por el Comité Científico.
- Existe espacio para aumentar el estabilizador del 15%



Referencias

- Payá I. 2023. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentable de jurel nacional entre la Región de Arica y Parinacota a la Región de los Lagos, año 2024. Primer Informe Técnico, Convenio de desempeño 2023. Instituto de Fomento Pesquero.
- Payá I. y J. Zenteno. 2024. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentable de jurel nacional entre la Región de Arica y Parinacota a la Región de los Lagos, año 2024. Informe Técnico Asesoría . Subsecretaría de Economía - IFOP.
- SPRFMO_SCW14. 2022. 14th SCIENTIFIC COMMITTEE WORKSHOP REPORT Jack Mackerel Benchmark Workshop (SCW14). https://www.sprfmo.int/assets/Meetings/SC_WS/SCW14-Jack-Mackerel/SPRFMO-SC-JM-enchmark-Workshop-2022-Report-SCW14.pdf
- SPRFMO 2023. 11th Scientific Committee meeting report. Wellington, New Zealand.



GRACIAS



**INSTITUTO DE FOMENTO
PESQUERO**

Almte. Manuel Blanco Encalada 839,
Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl

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



 www.ifop.cl

 info@ifop.cl

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - CHILE