



Instituto de
Investigación
Pesquera

Proyecto	FIPA 2024-26 “Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para las evaluaciones indirectas de bacalao de profundidad: pesquería artesanal y pesquería industrial”
Requirente	Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura
Revisores	Dr. Roberto Licandeo y Dr. Jim Ianelli
Estado	Informe de Avance 1
Oferente	Instituto de Investigación Pesquera
Jefe de Proyecto	M.Sc. Claudio Gatica Molina
correo	cgatica@inpesca.cl

Julio de 2025

Gatica, C., A. Sepúlveda., N. Alegría, M. Arteaga, L. Cisterna. **2025**. “Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para las evaluaciones indirectas de bacalao de profundidad: pesquería artesanal y pesquería industrial”. Proyecto FIPA 2024-26, 126 páginas.

FIPA 2024-26 "Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para las evaluaciones indirectas de bacalao de profundidad: pesquería artesanal y pesquería industrial"

1	RESUMEN EJECUTIVO INFORME AVANCE 1	3
2	EXECUTIVE SUMMARY	5
3	ANTECEDENTES	7
4	EQUIPO DE TRABAJO	8
5	OBJETIVOS DEL PROYECTO	9
6	METODOLOGÍA	9
6.1	OBJETIVO 1. PROVEER EL SOPORTE ADMINISTRATIVO, TÉCNICO Y LOGÍSTICO NECESARIO PARA EL CUMPLIMIENTO DE TODAS LAS ACTIVIDADES CONTEMPLADAS DENTRO DEL PROCESO DE REVISIÓN Y MEJORA EXPERTA, EN COORDINACIÓN CON IFOP Y LA SUBSECRETARÍA.....	10
6.2	OBJETIVO 2. GESTIONAR LA PREPARACIÓN Y REALIZACIÓN DE TALLERES DE TRABAJO DE REVISIÓN EXPERTA DE LAS EVALUACIONES DE STOCK DE BACALAO DE PROFUNDIDAD, EN COORDINACIÓN CON IFOP Y LA SUBSECRETARÍA.	13
6.3	OBJETIVO 3. GESTIONAR LA PREPARACIÓN Y REALIZACIÓN DE TALLERES DE TRABAJO DE MEJORA EXPERTA DE LAS EVALUACIONES DE STOCK DE BACALAO DE PROFUNDIDAD, EN COORDINACIÓN CON IFOP Y LA SUBSECRETARÍA.	14
6.4	OBJETIVO 4. ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DE LA AGENDA DEFINIDA POR LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA E IFOP, TAREAS Y RESULTADOS DE ESTAS REVISIONES Y MEJORAS, ASÍ COMO, LA ENTREGA OPORTUNA DE INFORMES, DATOS Y CÓDIGOS A LOS EXPERTOS, DEBIDAMENTE TRADUCIDOS SEGÚN CORRESPONDA.....	15
7	RESULTADOS	18
7.1	OBJETIVO 1. PROVEER EL SOPORTE ADMINISTRATIVO, TÉCNICO Y LOGÍSTICO NECESARIO PARA EL CUMPLIMIENTO DE TODAS LAS ACTIVIDADES CONTEMPLADAS DENTRO DEL PROCESO DE REVISIÓN Y MEJORA EXPERTA, EN COORDINACIÓN CON IFOP Y LA SUBSECRETARÍA.....	18
7.2	OBJETIVO 2. GESTIONAR LA PREPARACIÓN Y REALIZACIÓN DE TALLERES DE TRABAJO DE REVISIÓN EXPERTA DE LAS EVALUACIONES DE STOCK DE BACALAO DE PROFUNDIDAD, EN COORDINACIÓN CON IFOP Y LA SUBSECRETARÍA.	21
7.2.1	<i>Información taller 1</i>	<i>22</i>
7.3	OBJETIVO 3. GESTIONAR LA PREPARACIÓN Y REALIZACIÓN DE TALLERES DE TRABAJO DE MEJORA EXPERTA DE LAS EVALUACIONES DE STOCK DE BACALAO DE PROFUNDIDAD, EN COORDINACIÓN CON IFOP Y LA SUBSECRETARÍA.	25
7.4	OBJETIVO 4. ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DE LA AGENDA DEFINIDA POR LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA E IFOP, TAREAS Y RESULTADOS DE ESTAS REVISIONES Y MEJORAS, ASÍ COMO, LA ENTREGA OPORTUNA DE INFORMES, DATOS Y CÓDIGOS A LOS EXPERTOS, DEBIDAMENTE TRADUCIDOS SEGÚN CORRESPONDA.....	26
7.5	REPORTE EXPERTOS INDEPENDIENTES TALLER 1	27
7.5.1	<i>Resumen ejecutivo reporte experto</i>	<i>27</i>
7.5.2	<i>Introducción</i>	<i>28</i>
7.5.3	<i>Descripción de la distribución general.....</i>	<i>29</i>
7.5.4	<i>Características del ciclo de vida relevantes para las evaluaciones de las poblaciones.</i>	<i>29</i>
7.5.5	<i>Historia de la pesquería</i>	<i>30</i>
7.5.5.1	Revisiones en la política de captura y cambios en el acceso a la pesquería.	30
7.5.5.2	Datos.....	30
7.5.5.2.1	Resumen de la nueva información	30
7.5.5.2.2	Datos que deben presentarse como series temporales, por sexo y en función de la evaluación. 31	
7.5.5.2.3	Información sobre capturas incidentales y descartes.....	32
7.5.5.2.4	Captura en longitud (con tamaños de muestra) para pesquerías, capturas incidentales, descartes y encuestas. En el caso de las encuestas, incluya todas las encuestas conocidas que capturen crustáceos. 32	

7.5.5.2.5	Series temporales de captura por unidad de esfuerzo (si se utilizaron en la evaluación) y cómo se estandarizaron los datos con tablas/gráficos de diagnóstico.....	33
7.5.5.3	Datos que pueden agregarse a lo largo del tiempo:.....	34
7.5.5.3.1	Información sobre las fuentes de datos disponibles, pero que se excluyeron de la evaluación. 34	
7.5.5.4	Enfoque analítico.....	34
7.5.5.4.1	Historia de los enfoques de modelado para esta acción	34
7.5.5.4.2	Selección y evaluación de modelos	37
7.5.5.4.3	Proyecciones del stock	37
7.5.5.4.4	Entrega de recomendaciones de captura	38
7.5.5.5	Lagunas de datos y prioridades de investigación.....	39
7.5.5.6	Consideraciones sobre el ecosistema	40
7.5.6	<i>Bibliografía citada</i>	41
7.5.6.1	Apéndice	42
7.5.6.1.1	Anexo Reporte:	46
7.6	REPORTE AGENCIA (INPESCA).....	47
8	CONCLUSIONES INFORME DE AVANCE 1	62
9	ANEXOS INFORME DE AVANCE 1	64
9.1	DOCUMENTOS DE LA AGENCIA PARA EXPERTOS.....	64
9.1.1	<i>D1. Revisión información base de la historia de vida del bacalao de profundidad.....</i>	<i>64</i>
9.1.2	<i>D1_e. Review of base information of the life history of deep-sea cod.</i>	<i>68</i>
9.1.3	<i>D2. Antecedentes generales de la pesquería del bacalao en Chile.....</i>	<i>72</i>
9.1.4	<i>D2_e. General Background of the Cod Fishery in Chile.....</i>	<i>77</i>
9.1.5	<i>D3. Revisión información edad y crecimiento de bacalao de profundidad (Dissostichus eleginoides).....</i>	<i>82</i>
9.1.6	<i>D3.e. Review of information, age and growth of deep-sea cod (Dissostichus eleginoides)....</i>	<i>85</i>
9.2	ACTAS DEL PROYECTO	89
9.2.1	<i>Acta 1. Reunión de coordinación inicial proyecto FIPA 2024-26.....</i>	<i>89</i>
9.2.2	<i>Acta 2. Reunión de coordinación Inicial ampliada</i>	<i>92</i>
9.2.3	<i>Acta 3. Reunión de coordinación Agencia-SSPA por temáticas de la administración.....</i>	<i>97</i>
9.2.4	<i>Acta 4. Reunión coordinación previa de Taller 1 FIPA 2024-26.....</i>	<i>101</i>
9.3	LISTADO DE PARTICIPANTES	103
9.4	AGENDA TALLER 1.....	104
9.5	REPORTE EXPERTO INDEPENDIENTE TALLER 1 (VERSIÓN ORIGINAL INGLÉS)	107

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. ACTIVIDADES E HITOS DEL PROYECTO DE REVISIÓN DE LA EVALUACIÓN DE STOCK DE BACALAO DE PROFUNDIDAD.....	19
--	----

INDICE DE FIGURAS

FIG 1. PORTADA DE SITIO DEL TALLER 1 DEL PROYECTO FIPA 2024-26.....	21
---	----

1 RESUMEN EJECUTIVO INFORME AVANCE 1

El presente Informe de avance, describe las acciones y avances en resultados de la primera etapa del proyecto FIPA 2024-26 “Programa de revisión y mejora experta (Benchmark) para las evaluaciones indirectas de bacalao de profundidad: pesquería artesanal y pesquería industrial”. Se explica el trabajo desarrollado para la realización del primer hito del proyecto, representado por el desarrollo del Taller 1 de revisión experta desarrollado entre los días 6 y 9 de mayo de 2025 en la ciudad de Viña del Mar. Este taller de revisión, se realizó con la presencia de expertos internacionales independientes que revisaron el modelo de evaluación utilizado para la asesoría del recurso del año 2025.

En relación con el trabajo desarrollado durante el taller, se obtuvo un reporte independiente por parte de los expertos internacionales, Dr. Jim Ianelli y Dr. Roberto Licandeo, con la opinión y análisis respecto de la evaluación de las evaluaciones de stock desarrollada por el Instituto de Fomento Pesquero. Este informe contiene aspectos de logística en el desarrollo del taller, análisis de las evaluaciones desde el desarrollo del modelo conceptual, revisión de los datos e información disponible para su implementación, modelos de dinámica poblacional y supuestos del modelo, entregando conclusiones respecto a las características de estos modelos y su calificación. El documento de los expertos se incluye sin modificaciones como fue redactado por los revisores independientes del proyecto en idioma inglés y una versión traducida al español. En relación con el taller, se presenta la información que estuvo disponible para esta revisión, además de material de apoyo preparado para los expertos, así como, documentación de publicaciones relevantes por recursos y proyectos.

La revisión externa independiente de la evaluación del stock de bacalao de profundidad, abordando aspectos clave del modelo nacional actual y los datos utilizados. La revisión identificó avances metodológicos importantes desde la evaluación previa del año 2015, pero también deficiencias críticas que comprometen la confiabilidad de las estimaciones poblacionales y recomendaciones. Entre los principales hallazgos se presentan problemas de ajuste y sesgos del modelo con existencia de patrones retrospectivos marcados, indicando una sobre-estimación sistemática de la biomasa y el reclutamiento. Las composiciones de edad, especialmente de la flota industrial, muestran estructuras atípicas, con alta proporción de individuos longevos y escasa variabilidad entre años. Además, el modelo muestra deficiencias en el ajuste a los índices de CPUE, especialmente para la flota artesanal.

En relación con la información base utilizada en el modelo, se observa que la CPUE artesanal presenta un sesgo temporal importante (85,9% de los datos entre 1986-2003 versus 12,5% entre 2017-2023). Adicionalmente, la reconstrucción de capturas históricas no fue plenamente integrada ni evaluada en los modelos actuales. Se carece de índices de abundancia independientes de la pesquería, lo que genera incertidumbre crítica en las estimaciones poblacionales. En los aspectos estructurales y biológicos, persiste incertidumbre sobre la estructura espacial del stock y su conectividad, especialmente en la zona norte (APA). El modelo se basa en datos de crecimiento y madurez con procedimientos indirectos, sin validaciones cruzadas robustas. El reclutamiento muestra variabilidad y patrones cíclicos sin explicación clara.

Los aspectos ecosistémicos destacados, son el positivo trabajo para minimizar la mortalidad de aves marinas, la cual fue mitigada exitosamente en el sector industrial, pero no hay evidencia de medidas equivalentes en el sector artesanal. Por su parte, se identifica la acción de depredación por mamíferos marinos, la cual aunque documentada, no es incorporada explícitamente en la evaluación del stock.

Las recomendaciones de los expertos están orientadas a mejorar la representatividad de los datos, especialmente en el sector artesanal, aplicando protocolos de muestreo cooperativos, cuadernos de bitácora detallados y monitoreo en puerto y a bordo de las embarcaciones. Se señala la importancia de desarrollar un programa de marcaje conforme al estándar de la CCAMLR, con el fin de mejorar la comprensión de la estructura poblacional y los movimientos del stock. La implementación de modelos alternativos basados en datos de longitud parece ofrecer mejor capacidad para detectar dinámicas de cohortes, siendo esta una primera alternativa mientras se avanza en resolver la información basada en edades y resolver la incertidumbre con origen en diseño de muestro, lectura o selectividad del arte de pesca.

Evaluar la viabilidad de generar estimaciones de abundancia independientes de la pesquería, a partir de cruceros de investigación, para reducir la dependencia de índices potencialmente hiper-estables provenientes de la pesquería artesanal e industrial. En relación con el manejo se sigue adoptando un enfoque precautorio, aplicando el percentil 15-20% de la distribución de biomasa estimada y tasas de explotación menores a 0.75 de FMSY. Además, avanzar en establecer un marco de Evaluación de Estrategias de Manejo (MSE), para formalizar y testear alternativas de manejo ante incertidumbres estructurales presentes en el bacalao de profundidad.

Finalmente, sobre la primera etapa de revisión los expertos consideran que la evaluación actual proporciona una base útil para la toma de decisiones, pero presenta riesgos sustanciales debido a inconsistencias en los datos de entrada, supuestos biológicos no verificados y falta de independencia en las fuentes de abundancia. Las características de especie longeva, baja mortalidad natural y vulnerabilidad del bacalao de profundidad requieren a mantener una gestión altamente precautoria, reforzada por inversiones en monitoreo, validación biológica y diseño de estrategias robustas frente a la incertidumbre.

2 EXECUTIVE SUMMARY

This Progress Report describes the actions and progress in the results of the first stage of the FIPA 2024-26 project "Expert Review and Improvement Program (Benchmark) for indirect evaluations of deep-sea cod: artisanal fishery and industrial fishery". The work developed for the realization of the first milestone of the project is explained, represented by the development of Workshop 1 of expert review held between May 6 and 9, 2025 in the city of Viña del Mar. This review workshop was developed with the presence of independent international experts who reviewed the evaluation model used for the assessment of the resource of the year 2025.

Concerning the work developed during the workshop, an independent report was obtained by the international experts, Dr. Jim Ianelli and Dr. Roberto Licandeo with the opinion and analysis regarding the evaluation of the stock evaluations developed by the Fisheries Development Institute. This report contains logistical aspects in the development of the workshop, analysis of the evaluations since the development of the conceptual model, review of the data and information available for its implementation, models of population dynamics and assumptions of the model, providing conclusions regarding the characteristics of these models and their qualification. The experts' document is included without modifications as drafted by the independent reviewers of the project in English and a version translated into Spanish. About the workshop, the information that was available for this review is presented, as well as support material prepared for the experts, as well as documentation of publications relevant to resources and projects.

The independent external review of the deep-sea cod stock assessment addresses key aspects of the current national model and the data used. The review identified important methodological advances since the previous evaluation of 2015, but also critical deficiencies that compromise the reliability of population estimates and recommendations. Among the main findings, there are problems of fit and bias of the model with the existence of marked retrospective patterns, indicating a systematic overestimation of biomass and recruitment. The age compositions, especially of the industrial fleet, show atypical structures, with a high proportion of long-lived individuals and little variability between years. In addition, the model shows deficiencies in the adjustment to CPUE indexes, especially for the artisanal fleet.

Concerning the data used in the model, it is observed that the artisanal CPUE presents a significant temporal bias (85.9% of the data between 1986-2003 versus 12.5% between 2017-2023). In addition, the reconstruction of historical catches was not fully integrated or evaluated in the current models. Independent abundance indices for the fishery are lacking, leading to critical uncertainty in population estimates. In structural and biological aspects, uncertainty persists about the spatial structure of the stock and its connectivity, especially in the northern zone (APA). The model is based on growth and maturity data with indirect procedures, without robust cross-validation. Recruitment shows variability and cyclical patterns with no clear explanation.

The ecosystem aspects highlighted are the positive work to minimise seabird mortality, which was successfully mitigated in the industrial sector, but there is no evidence of equivalent measures in the artisanal sector. On the other hand, the action of predation by

marine mammals is identified, which, although documented, is not explicitly incorporated in the stock assessment.

The recommendations of the experts are aimed at improving the representativeness of the data, especially in the artisanal sector, by applying cooperative sampling protocols, detailed logbooks and monitoring in port and on board vessels. The importance of developing a marking program according to the CCAMLR standard is pointed out, to improve the understanding of the population structure and stock movements.

The implementation of alternative models based on length data seems to offer a better capacity to detect cohort dynamics, this being a first alternative while advancing in solving the age-based information and resolving the uncertainty originating in sampling design, reading or selectivity of the fishing gear.

Assess the feasibility of generating fishery-independent abundance estimates from research survey, to reduce reliance on potentially hyper stable indices from artisanal and industrial fisheries. About management, a precautionary approach should be adopted, applying the 15-20% percentile of the estimated biomass distribution and exploitation rates below 0.75 FMSY. In addition, progress should be made in establishing a Management Strategy Evaluation (MSE) framework to formalize and test management alternatives in the face of structural uncertainties present in deep-sea cod.

Finally, regarding the first stage of review, the experts consider that the current assessment provides a useful basis for decision-making, but presents substantial risks due to inconsistencies in the input data, unverified biological assumptions and lack of independence in the sources of abundance. The characteristics of long-lived species, low natural mortality and vulnerability of deep-sea cod require maintaining a highly precautionary management, reinforced by investments in monitoring, biological validation and design of robust strategies in the face of uncertainty.

3 ANTECEDENTES

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en su documento Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable (FAO, 1997), ha propuesto una definición del Enfoque Precautorio para la pesca y ha establecido directrices detalladas sobre el modo en que se han de llevar a cabo el manejo investigación pesquera, de conformidad con el Principio de la Declaración de Río (CNUMAD, 1992). En este contexto, establece que el proceso de evaluación de poblaciones debe ser transparente e incorporar un examen por pares periódico, independiente, objetivo y profundo. En consideración a ello, durante el año 2011 la División de Administración Pesquera (DAP) de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA) instauró un Programa de Revisión Experta a la Asesoría Científica de las Principales Pesquerías Nacionales. Este consiste en la realización de auditorías científico-técnicas a los estudios de cuantificación y determinación del estado de conservación de los recursos pesqueros que sustentan las principales pesquerías nacionales.

El propósito que busca la Administración Pesquera nacional al impulsar estas revisiones expertas propende a elevar la calidad y confiabilidad de la asesoría científica para la explotación y manejo de las principales pesquerías nacionales. Esto con el fin de contribuir al establecimiento de los estándares científicos y técnicos más apropiados para la determinación del estatus de los principales recursos pesqueros de nuestro país, conforme a los lineamientos establecidos por la FAO para la aplicación del Enfoque Precautorio. La implementación de los Procesos de Revisión de la Asesoría Científica, permite que tanto la Autoridad Pesquera nacional, como los Comités científico Técnico, los Comités de Manejo, y los diversos agentes involucrados en la pesquería, así como, la opinión pública nacional, esté informada sobre la pertinencia, verosimilitud, confiabilidad e incertidumbre involucradas en los estudios y las evaluaciones que forman parte del Proceso de Asesoría Científica que anualmente conduce esta SSPA, para llegar a conocer la cuantía de los recursos pesqueros disponibles y su estado de conservación.

Considerando lo anterior, desde al año 2011 a la fecha se han efectuado numerosos talleres de revisión experta a través del Programa de Revisión Experta a la Asesoría Científica de las Principales Pesquerías Nacionales. En lo específico, se han realizado revisiones expertas de pares para las evaluaciones de los recursos merluza común, merluza del sur, merluza de tres aletas, congrio dorado, sardina común, langostino colorado, entre otros. El primer taller de revisión experta a las evaluaciones se realizó el año 2011 para los recursos merluza común y merluza del sur, realizándose posteriormente el año 2017, lo que da cuenta de la importancia que la SSPA asigna a la recurrencia de estas revisiones cada cierto tiempo. Recientemente, el año 2022 se realiza una revisión de los recursos merluza de cola y congrio dorado, el año 2023 otra revisión para merluza de tres aletas y merluza del sur, ambas en desarrollo. Ahora, considerando los requerimientos de los planes de manejo, se inicia un proceso de concurso para revisar la evaluación del recurso bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*). Considerando el diseño habitual de los programas de revisión experta, se requiere que la revisión sea conducida por expertos internacionales de reconocida trayectoria en evaluación de poblaciones de peces, conforme a la base técnica elaborada por la División de Administración Pesquera de la SSPA.

4 EQUIPO DE TRABAJO

Expertos internacionales y nacional

Profesional	Título	Función
Dr. Jim Ianelli	PhD. Pesquerías	Revisión y mejoramiento de la evaluación de stock de bacalao de profundidad.
Dr. Roberto Licandeo	PhD. Pesquerías	Revisión y mejoramiento de la evaluación de stock de bacalao de profundidad.

Experto Nacional	Título profesional	Función
Dr. Aquiles Sepúlveda	Doctorado en Recursos Naturales, mención Pesquerías, Universidad de Hamburgo. Alemania	Conducción talleres revisión y mejoramiento. Coordinación equipos revisión, agencia, SSPA e IFOP.

Agencia nacional

Personal profesional	Título profesional	Función
Claudio Gatica	M. Sc. Pesquerías	Jefe Proyecto, coordinación, revisión material para expertos. Preparación de documento y datos.
Aquiles Sepúlveda	Dr. Biología. Biólogo Marino	Contenidos para revisión. Conducción talleres
Nicolas Alegría	Biólogo Marino	Revisión información. Preparación documentos. Reportería.
Marcos Arteaga	M.Sc. Pesquerías. Biólogo Marino	Preparación de documento para expertos y datos para expertos. Reportería.
Lilian Cisterna	Biólogo Marino	Parámetros de historia de vida, crecimiento y matrices composición por edad.

5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Efectuar una revisión de pares y Mejora Experta de las evaluaciones indirectas de *stock de stock de bacalao* de profundidad desarrolladas por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en el marco del proceso anual de asesoría científica para el proceso de toma de decisión, con el objeto de presentar al CCT los aspectos necesarios para el procedimiento de manejo base mejorado que se usará en las recomendaciones de estatus y CBA (Captura Biológicamente Aceptable).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Proveer el soporte administrativo, técnico y logístico necesario para el cumplimiento de todas las actividades contempladas dentro del proceso de revisión y mejora experta, en coordinación con IFOP y la Subsecretaría.
2. Gestionar la preparación y realización de talleres de trabajo de revisión experta de las evaluaciones de stock de bacalao de profundidad, en coordinación con IFOP y la Subsecretaría.
3. Gestionar la preparación y realización de talleres de trabajo de mejora experta de las evaluaciones de stock de bacalao de profundidad, en coordinación con IFOP y la Subsecretaría.
4. Asegurar el cumplimiento de la agenda definida por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura e IFOP, tareas y resultados de estas revisiones y mejoras, así como, la entrega oportuna de informes, datos y códigos a los expertos, debidamente traducidos según corresponda.

6 METODOLOGÍA

Los puntos fundamentales para dar cumplimiento al proceso de revisión de bacalao de profundidad han sido:

- a) Asegurar un proceso transparente e independiente de los revisores respecto de los diversos actores que forman parte de la pesquería.
- b) Determinar el tipo de revisión experta que se requiere dados los TTR.
- c) Definir claramente los Términos de Referencia para el revisor, que determine sus obligaciones y límites de trabajo.
- d) Establecer el material bibliográfico sobre el cual se desarrollará la revisión y asegurar su disponibilidad en tiempos y formatos.
- e) Planificar y coordinar la interacción entre el revisor y los investigadores a cargo de la evaluación anual de stock del recurso de interés para clarificar y someter a discusión diversos puntos que sean de interés para el revisor.

- f) Canalizar las revisiones en un formato apropiado para la Subsecretaría de Pesca.

En el desarrollo de esta propuesta, se atendieron estos puntos acordes a la agenda establecida en reunión de coordinación inicial con el FIPA y la SSPA, y posteriormente con el Instituto de Fomento Pesquero para satisfacer los objetivos específicos del proyecto. La agencia nacional abordó tareas de revisión del material para la revisión, documentos de apoyo, organización de datos y modelos para conocimiento y trabajo de los expertos. Sin embargo, la opinión final y de carácter independiente, sobre la evaluación de stock en revisión recayó sobre los expertos independientes del proyecto.

6.1 Objetivo 1. Proveer el soporte administrativo, técnico y logístico necesario para el cumplimiento de todas las actividades contempladas dentro del proceso de revisión y mejora experta, en coordinación con IFOP y la Subsecretaría.

Soporte Administrativo

1. Firma del contrato de proyecto.
2. Firma de boletas de garantía.
3. Consolidar los Términos de Referencia para revisores.
4. Consolidar las Declaraciones de Trabajo de los revisores.
5. Emitir una orden de compra por servicios de cada revisor donde se especifique: (a) declaración de trabajo, (b) Términos de referencia, (c) remuneraciones.
6. Firma de documento por parte de los revisores respecto de la confidencialidad de la información una vez que lleguen al país.
7. Consolidar los pagos a cada uno de los revisores en el formato que estime conveniente y a los investigadores nacionales.

Soporte Técnico

1. Refinar los Términos de Referencia para los revisores en conjunto con la Subsecretaría de Pesca.
2. Inspección de bases de datos, depuración, consolidación de base de datos en un formato genérico y de rápido acceso para revisores.
3. Desarrollo de revisiones bibliográficas, análisis y síntesis de información para generar el material bibliográfico para los revisores (incluyendo traducciones de ser necesario).
4. Coordinación y dirección de los talleres metodológicos para asegurar que se cubran todos los tópicos de los Términos de Referencia para los revisores.
5. Revisión de los informes de los evaluadores por parte del coordinador del proyecto para identificar si todos los puntos requeridos fueron abordados y de formato (incluyendo traducciones inglés-español de ser necesario).

Soporte Logístico

Reuniones con SUBPESCA para:

1. Coordinación general del proyecto.
2. Requerimiento de bases de datos.
3. Definir modificaciones a términos de referencia y Declaraciones de Trabajo para los revisores.
4. Depurar la agenda de los talleres metodológicos y definir la lista de participantes.
5. Envío de datos a los investigadores nacionales a cargo de generar los reportes técnicos de apoyo bibliográfico.
6. Enviar el material bibliográfico que forma parte de la revisión a los revisores internacionales, con al menos 3 semanas de anticipación.
7. Hacer reservaciones de viaje y hospedaje para revisores internacionales
8. Coordinar y desarrollo del taller de revisión # Taller 1.
9. Coordinar y desarrollar el taller de mejoramiento # Taller 2.
10. Coordinar y desarrollar los talleres metodológicos del equipo de trabajo para la implementación de modelo base con cambios estructurales, si este fuese necesario y no viable sólo por modificaciones a actual modelo en uso. Así como, los análisis complementarios de incertidumbre, sensibilidad y simulación de estrategia de explotación.
11. Enviar los informes de los revisores y todo el resto del material que se genere de este proceso de revisión a la SUBPESCA según los plazos acordados.

Contratación de Expertos

Un aspecto clave del proceso de revisión es disponer de expertos internacionales de alto nivel e independientes. Al mismo tiempo, poseer un perfil de evaluador de stock con experiencia comprobable y con oficio en proceso de revisiones. En esta línea, se revisó las opciones actuales y se contactó a destacados expertos internacionales, quienes además ya han realizado revisiones en pesquerías nacionales, participado de talleres y procesos de revisión de evaluaciones de stock en pesquerías internacionales. A continuación, se presentan los expertos seleccionados en la presente revisión:

a) Dr. Jim Ianelli

Universidad de Washington, experto en dinámica cuantitativa de poblaciones, contempla a su haber numerosos informes técnicos de evaluaciones de stock sobre recursos demersales en el mar de Bering e islas Aleutianas. Posee alta habilidad en plataformas computacionales como ADMB, dictando gran cantidad de talleres y cursos en este ambiente de programación. Presenta una alta competencia en revisiones independientes. Ha desarrollado revisiones para la merluza común y merluza del sur junto a la Dra. Anna Parma. El Dr. Ianelli es “chairperson” del Comité Científico en la SPRMFMO, donde conduce y coordina la modelación del jurel. Recientemente, participó en la revisión de la evaluación de stock para la merluza de cola y el congrio dorado.

b) Dr. Roberto Licandeo

Doctor de la Universidad de British Columbia (UBC), Canadá, con grado obtenido en el año 2020. Su principal línea de investigación es la dinámica cuantitativa de poblaciones, evaluación de stocks y evaluación de estrategias de manejo (“MSE”, sigla en inglés). Actualmente trabaja en el Institute for the Oceans and Fisheries de UBC (BC, Canadá) como investigador en el diseño e implementación de modelos de dinámica poblacional de salmones y manejo adaptativo para especies de salmónidos de Oregón, en conjunto con el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos. Destaca su experiencia en modelos de simulación- estimación y simulaciones de circuito cerrado (“closed loop simulations”, sigla en inglés) donde ha evaluado el desempeño de reglas de control (“HCRs”, sigla en inglés) de diversa complejidad para distintas especies, tales como merluzas, anchovetas, rockfishes, arenques (Herring del Pacífico) y salmones. Además, ha evaluado el desempeño de modelos bajo diferentes escenarios de información e incertidumbre, tales como cambios de régimen de productividad, interacciones ecológicas (ej., modelamiento de consumo de predadores), efectos antropogénicos (ej., sistemas de represas), entre otros.

Ha trabajado en la revisión interna y mejoramiento de las evaluaciones de stock para stocks de Canadá (Herring del Pacífico y poblaciones de Redfish del Atlántico) para el Departamento de Pesquerías y Océanos de Canadá (DFO). Además, ha desarrollado modelos innovadores de evaluación para jurel y especies demersales con el propósito de mejorar las estrategias de explotación a largo plazo bajo escenarios de alta incertidumbre.

Durante el año 2014 y 2015, llevó a cabo en Chile un MSE y un plan de recuperación como investigador independiente para la pesquería de merluza común (*Merluccius gayi gayi*). Durante, 2018-2019 realizó el MSE para las pesquerías demersales de redfish (*Sebastes mentella* y *fasciatus*) de la costa Atlántica de Canadá, en conjunto con investigadores de DFO. En 2022, realizó un MSE para la pesquería de anchoveta del Perú en conjunto con el Dr. Carl Walters, Dr. Ray Hilborn, Dr. Villy Christensen e investigadores peruanos. El Dr. Licandeo, es parte de los expertos independientes que participa en la revisión de las evaluaciones de stock de merluza del sur y merluza de tres aletas (FIPA 2023-27).

6.2 Objetivo 2. Gestionar la preparación y realización de talleres de trabajo de revisión experta de las evaluaciones de stock de bacalao de profundidad, en coordinación con IFOP y la Subsecretaría.

Taller # 1 “Revisión Experta”

La base para este objetivo ha sido el desarrollo del taller de trabajo de revisión experta para el bacalao de profundidad. Por lo tanto, las principales acciones realizadas fueron:

1. Revisar críticamente el enfoque de evaluación aplicado, las hipótesis de trabajo y el modelo conceptual respectivo y proponer mejoras.
2. Revisar los datos, indicadores, información y los parámetros de entrada al modelo de evaluación, con especial énfasis en los índices de abundancia empleados y en las claves talla-edad utilizada.
3. Revisar los procedimientos, métodos y modelos de estimación empleados para el tratamiento y estimación de la incertidumbre, con especial énfasis respecto del reclutamiento y proponer mejoras.
4. Revisar los puntos de referencia e indicadores (de estado y flujo) empleados para establecer el estatus de conservación del recurso y proponer mejoras.
5. Recomendar mejoras al proceso de asesoría científica para el manejo en relación con la evaluación y determinación del estatus del recurso, sugerir estudios e investigaciones para elevar el conocimiento del recurso y reducir incertidumbre en la determinación del estatus.
6. Recomendar mejoras asociadas a la incorporación del enfoque ecosistémico en el proceso de asesoría científica para el manejo.
7. El taller de **revisión experta** se desarrolló en la ciudad de Viña del Mar entre los días 6 y 9 de mayo de 2025.
- 8.

Este objetivo implica el desarrollo de un correcto taller de revisión, para lo cual la organización tanto logística como de información fue iniciada durante el primer mes de ejecución del proyecto, con las tareas de coordinación entre instituciones, preparación y coordinación con expertos internacionales para traspaso de información, datos y modelos correspondientes a la revisión específica de asesoría del año 2024, para establecimiento de Cuota de bacalao de profundidad del año 2025. Adicionalmente, fue asegurada la disponibilidad en las fechas acordadas de un recinto adecuado en la ciudad de Viña del Mar correspondiente a Hotel Novotel, seleccionado por la calidad de las instalaciones, además de dispuso de servicio de traducción simultánea, reportería por parte de la agencia, conducción del taller y soporte completo para las tareas de revisión.

6.3 Objetivo 3. Gestionar la preparación y realización de talleres de trabajo de mejora experta de las evaluaciones de stock de bacalao de profundidad, en coordinación con IFOP y la Subsecretaría.

Taller # 2 Mejora Experta

1. Facilitar la implementación de las sugerencias de mejoras priorizadas en el proceso de revisión por pares, en caso de que dicho proceso no sugiera un cambio estructural del enfoque de modelación (sólo mejoras al modelo actual). En su defecto, (si se sugiere un cambio estructural al modelo) contribuir en el desarrollo e implementación del modelo base. En base a esto, se deberá considerar:

- Revisión y/o proposición de un modelo conceptual de los procesos biológicos subyacentes al stock, los procesos de pesca y forzantes ambientales que lo impactan.
- Selección fundada de un subconjunto de modelos que puedan cubrir desde modelos agregados (i.e dynamic pool) hasta modelos estructurados más exigente en cantidad y calidad de la información, respecto a procesos biológicos para evaluar hipótesis estructurales subyacentes al modelo conceptual.
- Análisis de la robustez estadística, sensibilidad, estimación de incertidumbre de la estimación estadística MCMC entre otros. Así como también, revisión del peso relativo de cada una de las piezas de información que son parte del modelo base.
- Análisis retrospectivos u otros afines, para evaluar coherencia entre variables de estado y flujo (Kobe plot), entre evaluaciones consecutivas (simulación) y entre modelos alternativos.
- Con el modelo base seleccionado resultante, evaluación de al menos la estrategia de explotación vigente utilizando indicadores de desempeño estadístico para representar el riesgo en términos probabilísticos, a definir y consensuar con la Subsecretaría de Pesca.
- Desarrollar, acciones y/o recomendaciones que permitan facilitar la implementación de los resultados obtenidos.
- El **taller de mejora experta** deberá realizarse entre los días 6-9 de enero de 2026. Este taller originalmente en formato remoto ha sido modificado para formato presencial por requerimiento directo de la SSPA, para ello ya se realizaron las gestiones administrativas para consolidar tanto fecha como modalidad con el FIPA.

Como resultado del taller de revisión experta, se determinará por parte de los expertos el nivel de mejoramiento y correcciones necesarias al enfoque y proceso de evaluación. En esta línea, finalizado el taller de revisión se consultará con los expertos su opinión referente a los puntos de mejoramiento. Luego, se establecerá un procedimiento para determinar si es suficiente con modificaciones a los actuales modelos en uso, o se requiere de la implementación de un nuevo esquema de modelo que entregue elementos para la evaluación y determinación del estado del recurso bacalao de profundidad.

6.4 Objetivo 4. Asegurar el cumplimiento de la agenda definida por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura e IFOP, tareas y resultados de estas revisiones y mejoras, así como, la entrega oportuna de informes, datos y códigos a los expertos, debidamente traducidos según corresponda.

Agenda del proyecto

Las Declaraciones de Trabajo contienen una agenda tentativa de los talleres y reuniones en Viña del mar, pero su contenido será ajustado en relación con los acuerdos que se convengan entre el coordinador del proyecto y la SUBPESCA a comienzos de la ejecución del proyecto. De estas reuniones nacerá una versión modificada de la Declaración de Trabajo y de los términos de referencia, los cuales serán enviados a los revisores independientes y que ya no sufrirán mayores modificaciones durante la ejecución del proyecto (a menos de que existan cambios de fuerza mayor).

El cronograma del proyecto presenta las siguientes actividades principales:

- a. Coordinación y planificación del proyecto
- b. Recopilación y obtención de información
- c. Análisis de información
- d. Preparación, redacción y envío de reportes para revisores
- e. Coordinación y desarrollo taller revisión en Valparaíso/Viña del Mar o remoto de ser necesario.
- f. Coordinación y desarrollo taller de mejoramiento remoto.
- g. Taller de trabajo en modelación para modelo base o modificaciones de modelos en actual uso para establecer el estado del recurso.
- h. Envío de Reportes Técnicos

Coordinación y planificación del proyecto

En esta primera actividad el coordinador del proyecto se reunió con los profesionales de SUBPESCA que están involucradas en este proyecto, para acordar las modificaciones a los TdR para los revisores, verificar las fechas de los talleres, contenido, los participantes, etc. También se realizaron reuniones de coordinación entre instituciones, para efectos de coordinación y traspaso de información, así como, de los contenidos del Taller 1 y organización del Taller, donde los expertos interaccionan con los especialistas encargados de los estudios en bacalao, seguimiento y evaluación de stock del Instituto de Fomento Pesquero.

Recopilación y obtención de información

En relación a la coordinación con la SUBPESCA para la determinación de plazos y formatos de entrega de la información (Acta 2), fue posible hacer llegar oportunamente informes, modelos y datos a los expertos (fecha envió 31 marzo 2025).

Se revisó y consolidó información bibliográfica disponible que forma parte de la revisión y se ajusta los términos de referencia para los revisores, consolidándose 3 documentos de

parte de la agencia (versión en inglés y español), además del informe de estudio de CTP correspondiente.

Documento 1

Revisión información base de la historia de vida del bacalao de profundidad

Documento 2

Antecedentes generales de la pesquería del bacalao en Chile

Documento 3

Revisión información edad y crecimiento de bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*)

Informes de CTP revisado

- Informe Técnico de Asesoría Científica Convenio de Desempeño 2024. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2025: BACALAO DE PROFUNDIDAD. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Septiembre 2024.

Informes de seguimiento

- Informe Técnico Final Convenio de Desempeño 2023. Programa de Seguimiento de las principales Pesquerías Nacionales, Pesquerías Demersales y de Aguas Profundas, año 2023. Sección VI. Pesquería de Bacalao de Profundidad Subsecretaría de Economía y EMT / junio 2023.

Sobre la base de datos:

Una vez adjudicado el proyecto (8/8/2024), se comenzó con la revisión de la información necesaria para las tareas del proyecto, determinándose los siguientes componentes base para el desarrollo del estudio de revisión de la evaluación de stock de bacalao:

- Datos y parámetros de entrada que se utilizaron en las evaluaciones de stock para el cálculo de cuota.
- Bases de datos de los programas de seguimiento de bacalao de profundidad.

Esto incluye:

- Muestreo Biológico Específico
- Muestreo de Longitudes
- Bitácora de Pesca
- Registro de Actividad Artesanal

Las bases de datos muestreo biológico específico y muestreo de longitudes deben mantener los campos que permiten identificar si el muestreo proviene de la pesca industrial o de la artesanal, e incluir los datos correspondientes a ambas flotas.

Información proveniente de los programas de lectura de edad, incluyendo claves talla-edad e información requerida para calcular las matrices de captura a la edad de cada flota.

Análisis de información

La información para el cumplimiento de los objetivos incluyó la revisión del formato de la información, chequeo de unidades para uso e implementación de modelos de evaluación del

stock. Los análisis incluyeron entre otras actividades de la revisión de las claves talla-edad y composiciones por edad.

Coordinación y desarrollo Taller # 1 Revisión (Viña del Mar).

Los principales hitos del proyecto corresponden a los talleres de revisión y mejoramiento, para el taller 1, como fue detallado en la sección de objetivo 2, se estableció como fecha para su realización los días 6 al 9 de mayo de 2025. La sede del taller fue el Hotel Novotel. En este taller acorde a la agenda del mismo se revisaron: datos (día 1), modelos por área (día 2 y 3), y conclusiones finales (día 4).

Coordinación y desarrollo Taller # 2 de Mejoramiento (Viña del Mar)

Los preparativos para el Taller 2, fueron establecidos para la segunda semana de enero de 2026. Esta fecha ya se encuentra acordada por las diferentes instituciones y los expertos, y es donde se analizar y observaran las mejoras sugeridas por los expertos del proyecto.

Entrega Informe Avance 1 y 2

La entrega de los informes de avance que incluye el reporte independiente de los expertos, está determinada por la fecha de los talleres, siendo el plazo para recepción del informe expertos de 30 días, y el respectivo Informe de avance del proyecto para el FIPA a los 2 meses de transcurrido cada taller. En este esquema la entrega del primer informe de avance se encuentra establecida para el 8 de julio de 2025.

7 RESULTADOS

7.1 Objetivo 1. Proveer el soporte administrativo, técnico y logístico necesario para el cumplimiento de todas las actividades contempladas dentro del proceso de revisión y mejora experta, en coordinación con IFOP y la Subsecretaría.

Soporte administrativo, técnico y logístico

La agencia nacional una vez iniciado del proyecto con fecha 8 de noviembre de 2024, desarrolla 3 bloques de actividades destinadas al logro de los objetivos del proyecto FIPA 2024-26, estas actividades correspondieron a:

Soporte Administrativo

- a) Firma del contrato de proyecto.
- b) Firma y gestión de boletas de garantía.
- c) Revisión de términos de referencia para revisores expertos.
- d) Consolidación de declaraciones de trabajo de revisores.
- e) Consolidar la forma de pagos para los revisores en el formato que estime conveniente.
- f) Preparación y firma de contrato con institución subcontratada.

Soporte Técnico

- a) Revisión de los términos de referencia para los revisores en conjunto con la Subsecretaría de Pesca.
- b) Inspección de bases de datos, depuración, consolidación de base de datos en un formato genérico y de rápido acceso para revisores.
- c) Desarrollo de revisiones bibliográficas, análisis y síntesis para generar el material bibliográfico para los revisores.
- d) Coordinación y dirección de los talleres metodológicos para asegurar que se cubran todos los tópicos de los términos de referencia.
- e) Revisión de los informes de los evaluadores por parte del coordinador del proyecto para identificar si los puntos requeridos fueron abordados.

Soporte Logístico

Reuniones con el FIPA y SSPA destinadas a:

- a) Coordinación general y aclaración de materias a revisar.
- b) Requerimiento de bases de datos y establecimiento de coordinadores (representantes por institución. Por parte de la Subsecretaría de Pesca el coordinador designado fue el sectorialista Sr. Jorge Farías y como coordinador por parte del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), el Sr. Carlos Montenegro (Jefe de División, IFOP).
- c) Definir modificaciones a términos de referencia y Declaraciones de trabajo para los revisores y comunicación a revisores y clarificación de consultas.
- d) Definición de agenda de talleres metodológicos y preparación de lista de participantes en conjunto con la SSPA.
- e) Envío de datos y modelos a los investigadores nacionales a cargo de generar los reportes técnicos de apoyo bibliográfico.

- f) Enviar del material bibliográfico que forma parte de la revisión a los revisores internacionales.
- g) Gestiones para el viaje y alojamiento de expertos internacionales, por medio de reservaciones de viaje y hospedaje para revisores internacionales
- h) Coordinación y desarrollo del # Taller 1 “Revisión de la evaluación de stock de bacalao” en la ciudad de Viña del Mar, entre los días 6 y 9 de mayo de 2025 y gestiones para desarrollar el # Taller 2 “Mejoramiento de la evaluaciones de stock de bacalao” a desarrollarse en la segunda semana de enero de 2026, lo que implicó conversaciones con el equipo de expertos internacionales, el FIPA, la SSPA y el IFOP.

Actividades desarrolladas

En la presenta sección se describen en orden cronológico, las tareas realizadas en relación con los términos de referencia del proyecto FIPA 2024-26 y desarrollo de actividades para cumplimiento de objetivo acorde con agenda del proyecto (Tabla 1).

Tabla 1. Actividades e hitos del proyecto de revisión de la evaluación de stock de bacalao de profundidad.

Nº	actividad	Fecha	Participantes	Objetivo/acciones
1	Inicio proyecto	8/8/2024	FIPA	Adjudicación de Proyecto a Inpesca con resolución 01762/2024
2	correo	6/9/2024	Inpesca-FIPA	Carta 1 (respuesta a observaciones técnicas del proyecto)
3	Reunión coordinación	28/11/2024	SSPA-FIPA-Inpesca	Reunión oficial telemática con representantes Fondo de Investigación Pesquera (FIPA), Subsecretaría de Pesca (SSP), Instituto de Investigación Pesquera, donde se revisan los objetivos del proyecto, los Términos Técnicos de Referencia (TdR), fechas de compromisos del proyecto, las metodologías y alcances técnicos para desarrollo de hitos relevantes asociados con Taller de Revisión (T1) y Taller de Mejoramiento (T2) (Acta 1).
4	remota	2/12/2024	Agencia-expertos	Consulta por fechas disponibles para realización talleres 1 y 2.
5	correo	3/12/2024	Agencia-FIPA	Envío acta 1 por reunión de coordinación inicial
6	correo	10/12/2024	Agencia	Comunica inicio proyecto e hitos asociados a reunión inicial.
7	Reunión coordinación	10/1/2025	SSPA-FIPA-Inpesca-IFOP	Desarrollo reunión de coordinación con Instituto de Fomento Pesquero (Acta 2)

8	correo	13/1/2025	SSPA-FIPA-Inpesca-IFOP	envió de acta 2, relacionada con reunión ampliada de coordinación FIPA 2024-26
9	presencial	12/3/2025	Inpesca	reunión trabajo equipo Inpesca y acciones para taller 1.
10	remoto	17/03/2025	Inpesca-SSPA	Revisión y preparativos de agenda. Contenidos (Acta 3).
11	correo	18/3/2025	Inpesca-IFOP	Envío propuesta de agenda y solicita informes de seguimiento pesquería de bacalao y base dato asociada.
12	correo	21/3/2025	Inpesca-IFOP	Oficio para solicitud de información complementaria a la evaluación de stock.
13	remoto	27/3/2025	SSPA-Agencia-IFOP	Coordinación taller Agenda, participantes, formato taller y modalidad (Acta 4)
14	presencial	6-9/5/2025	Taller 1 Revisión	Desarrollo de Taller de revisión 1 bacalao de profundidad. Novotel Viña del Mar.
15	correo	9/06/2025	Recepción reporte expertos	El reporte experto Independiente Taller 1.

FUNCIONES DE PROFESIONALES OBJETIVO 1

Personal profesional	Título profesional	Función
Claudio Gatica	M. Sc. Pesquerías	Coordinación amplia de actividades con IFOP, FIPA y SSPA. Preparación de material técnico y actas del proyecto. Edición Informes.
Aquiles Sepúlveda	Dr. Biología. Biólogo Marino	Participación en reuniones técnicas de coordinación, revisión de agenda de proyecto en contenidos técnicos. Edición Informes.
Nicolas Alegría	Biólogo Marino	Preparación de insumos para desarrollo de talleres 1 y 2, audiovisual y logística. Generación reportes.
Marcos Arteaga	M. Sc. Pesquerías. Biólogo Marino	Preparación de insumos para desarrollo de talleres 1 y 2, audiovisual y logística. Generación reportes.
Lilian Cisterna	Biólogo Marino	Apoyo en etapa previa de documentos para expertos (T1).

7.2 Objetivo 2. Gestionar la preparación y realización de talleres de trabajo de revisión experta de las evaluaciones de stock de bacalao de profundidad, en coordinación con IFOP y la Subsecretaría.

Acorde con las tareas administrativas, técnicas y logísticas descritas en la sección de resultados del Objetivo 1. La preparación y realización del **Taller # 1** “Revisión experta de la evaluación de stock de bacalao de profundidad se consolidó en el desarrollo del taller acorde a agenda del proyecto entre los días 6 y 9 de mayo de 2025 en el Hotel Novotel en la ciudad de Viña del Mar. Entre las tareas específicas desarrolladas para este taller, se ejecutaron las siguientes acciones:

- a) Preparación y difusión de agenda.
- b) Conformación de listado de participantes en coordinación con SSPA.
- c) Construcción y mantención de un sitio (<https://sites.google.com/view/fipa2024-26/inicio>), para difusión de información y contenidos del proyecto y taller con documentos para expertos internacionales, participantes del taller, agenda y presentaciones por recursos (Fig 1). La totalidad de documentación a expertos, así como, las presentaciones utilizadas están disponibles y habilitadas en el sitio señalado. Las secciones incluidas en la página incluyen:

- Objetivos general y específico.
- Enlace remoto reunión e instrucciones para acceso.
- Documentos suministrados a expertos y presentaciones del taller por recursos.
- Lugar de desarrollo del taller y agenda.
- Equipo de revisores.



Objetivo del proyecto

Desarrollar una revisión y mejora experta benchmark para las evaluaciones indirectas de bacalao de profundidad: pesquería artesanal y pesquería industrial.

REVISORES EXTERNOS INDEPENDIENTES:

Dr. JIM IANELLI; Dr. ROBERTO LICANDEO

Fig 1. Portada de sitio del Taller 1 del proyecto FIPA 2024-26.

- c) Implementación de plataforma para participación de invitados por vía remota en formato de “webinar streaming”. En Google site, se incluyó un enlace e instrucciones para conexión remota por medio de plataforma zoom.

7.2.1 Información taller 1

La información de trabajo para el panel de expertos se presenta en el siguiente árbol que contiene informes, datos y modelos IFOP (códigos de modelos). Parte de esta información fue compartida en el taller y se encuentra en el site del proyecto, pero el material relativo al modelo en esta etapa del proyecto sólo está disponible para el panel de revisores siguiendo los compromisos de confidencialidad de la información requeridos por la SSPA e IFOP.

Datos e informes Taller 1

J:.

| files.txt

+---background_documents

| D2.pdf

| D1.pdf

| D2_ENG.pdf

| D1_ENG.pdf

| D3_ENG.pdf

| D3.pdf

+---Stock_assessment_model

| Informe Técnico de Asesoría Científica_BP_2025 1.pdf

| \---Modelos bacalao 2024

| +---Area de pesqueria artesanal

| | SPiCT.R

| | SPiCT_2024_CPUE_rev.txt

| | \---_MACOSX

| | | _SPiCT.R

| | | _SPiCT_2024_CPUE_rev.txt

| +---Area licitada

| | amak.tpl

| | bacalao01_23.dat

| | logistic-normal.h

| | S0.ctl

| \---Nacional

| | amak.tpl

| | bacalao02_23.dat

```

|         logistic-normal.h
|         S0.ctf
|
+---Per review 2014
|     2015. Review Report TP.pdf
|     2015_Revisi3/4n_Assessment_Bacalao..pdf
|
+---Seguimiento PesquerÍa
|     Inf_Final_SDAP_2023_Seccion VI_Aguas Profundas.pdf
|     Inf final descarte demersal 2024 seccionII corregido.pdf
|
+---English by IA
|     FINAL REPORT BACALAO.docx
|     Stock assessment document.docx
|
+---base datos seguimiento
|     SH_MatrizCompCapt_Bacalao(1991-2024).xlsx
|     Data Bacalao.7z
|
|     +---Data Bacalao
|     |     \---Data Bacalao
|     |         \---Data Bacalao
|     |             Data.accdb
|     |             Descripción de Campos.xls
|
|     \---Extra_data_length
|         art_data.csv
|         palangre_data.csv
|
+---FIPAS
|     articles-89602_informe_final.pdf
|     articles-88972_informe_final.pdf
|     articles-88985_informe_final.pdf
|     articles-89158_informe_final.pdf
|     articles-89361_informe_final.pdf
|     articles-89480_informe_final.pdf
|     articles-89568_informe_final.pdf
|     articles-89576_informe_final.pdf
|     articles-89577_informe_final.pdf
|
\---CPUE
|     +---artesanal
|     |     bit86_23final.csv
|     |     CPUE_art_2023.R
|     |
|     \---industrial
|         bitac23.csv

```

bitacoras_07_22.csv
bitacoras_07_23.csv
cpue_2024FC.R

FUNCIONES DE PROFESIONALES OBJETIVO 2

Personal profesional	Título profesional	Función
Claudio Gatica	M. Sc. Pesquerías	- Coordinación actividades técnicas y logísticas con FIPA, SSPA e IFOP. - Preparación página web y chequeo de datos para trabajo de expertos. - Edición de Informes. - Coordinación en Taller 1 para desarrollo de agenda. - Preparación de agenda en consulta e interacción con contraparte técnica de SSPA e IFOP.
Aquiles Sepúlveda	Dr. Biología. Biólogo Marino	- Conducción Taller 1 - Reuniones de coordinación Agencia. - Edición de Informes.
Nicolas Alegría	Biólogo Marino	- Preparación de insumos para desarrollo de talleres 1 y 2, audiovisual y logística. - Reportería en taller.
Marcos Arteaga	M. Sc. Pesquerías. Biólogo Marino	- Preparación de insumos para desarrollo de talleres 1 y 2, audiovisual y logística. - Reportería en taller.

7.3 Objetivo 3. Gestionar la preparación y realización de talleres de trabajo de mejora experta de las evaluaciones de stock de bacalao de profundidad, en coordinación con IFOP y la Subsecretaría.

En relación con la gestión para la realización del **Taller # 2** “Mejora experta de la evaluación de stock de bacalao de profundidad”, según se describe en sección de objetivo 1, se han realizado gestiones para desarrollar este taller durante el mes de **enero del año 2026** (días 6 al 8), la modalidad de este taller será en formato remoto y los expertos ya han confirmado su disponibilidad para la fecha y las actividades de preparación del Taller de mejoramiento. Con fecha 13 de junio de 2025, se ha recibido respuesta positiva del FIPA para realizar el taller de mejoramiento en enero de 2026 y en formato presencial, condición que mejora la transferencia de conocimiento e interacción entre los expertos contratados y los investigadores y usuarios del sector.

Se tiene contemplado, una nueva revisión de las actividades y alcances del # Taller 2, a partir del contenido y observaciones de los expertos en relación con el taller 1, para trabajo junto con la Subsecretaría de Pesca e IFOP. Adicionalmente, existe un trabajo interno de la agencia ejecutora nacional y los expertos internacionales para determinar los contenidos y esquema para desarrollo de este taller de mejoramiento.

FUNCIONES PERSONAL OBJETIVO 3

Personal profesional	Título profesional	Función
Claudio Gatica	M. Sc. Pesquerías	- Coordinación actividades técnicas y logísticas con FIPA, SSPA e IFOP. - Preparación página web y chequeo de datos para trabajo de expertos. - Edición de Informes. - Coordinación en Taller 2 para desarrollo de agenda. - Preparación de agenda en consulta e interacción con contraparte técnica de SSPA e IFOP.
Aquiles Sepúlveda	Dr. Biología. Biólogo Marino	- Conducción Taller 2 - Reuniones de coordinación Agencia - Edición de Informes
Nicolas Alegría	Biólogo Marino	- Preparación de insumos para desarrollo de talleres 1 y 2, audiovisual y logística. - Reportería en taller.
Marcos Arteaga	M.Sc. Pesquerías. Biólogo Marino	- Preparación de insumos para desarrollo de talleres 1 y 2, audiovisual y logística. - Reportería en taller.

7.4 Objetivo 4. Asegurar el cumplimiento de la agenda definida por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura e IFOP, tareas y resultados de estas revisiones y mejoras, así como, la entrega oportuna de informes, datos y códigos a los expertos, debidamente traducidos según corresponda.

El objetivo 4, se soporta en el acceso oportuno y organizado del material para la revisión al equipo de expertos independientes. Como consta en objetivo 1 y detalle de actividades desarrolladas (Tabla 1), la totalidad del material fue provisto oportunamente y organizado para el equipo de expertos independientes, quienes tuvieron acceso a:

- a) Informes de CTP de bacalao de profundidad (Informe Técnico de Asesoría Científica Convenio de Desempeño 2024. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2025: BACALAO DE PROFUNDIDAD. SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Septiembre 2024.)
- b) Datos de entrada y modelos implementados para el bacalao de profundidad en sus esquemas: i) nacional (implementación en AMAK); ii) Área licitada (AMAK), y iii) área norte artesanal (modelo data pobre implementado con Spict).
- c) Datos y modelo de estandarización de la CPUE utilizada para la evaluación de stock de bacalao de profundidad por flotas.
- d) Información y base de datos de seguimiento del recurso por flotas.
- e) Información de grupo de edad y crecimiento.
- f) Informes específicos de IFOP, relacionados con seguimiento y crecimiento.

En base a este material y el trabajo previo y posterior al taller de revisión de la evaluación de stock, se consolida el primer Informe de Avance del proyecto que contiene el Informe Independiente de los expertos traducido al español y la versión original en idioma inglés.

FUNCIONES PROFESIONALES OBJETIVO 4

Personal profesional	Título profesional	Función
Claudio Gatica	M. Sc. Pesquerías	- Integración de resultados etapa de revisión y mejoramiento experto a realizarse. - Participación directa en reuniones de coordinación y difusión con el FIPA, SSPA. - Edición Informes - Preparación bases de datos y modelos para entrega al FIPA y la SSPA. -Difusión de resultados.
Aquiles Sepúlveda	Dr. Biología. Biólogo Marino	- Difusión de resultados. - Participación reuniones técnicas. - Edición Informes. - Difusión de resultados.

7.5 Reporte expertos Independientes Taller 1

Revisión Externa Independiente de bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*)

Roberto Licandeo y Jim Ianelli

7.5.1 Resumen ejecutivo reporte experto

Esta revisión externa independiente de la evaluación del stock de bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*), se llevó a cabo en Viña del Mar del 6 al 9 de mayo de 2025. Previamente y durante el período de revisión, fue evaluada la metodología de evaluación, la calidad de los datos, los enfoques analíticos y las recomendaciones de manejo tanto para el área de pesca artesanal (APA) al norte de 47°S como para el área lícitada (AL) al sur de 47°S. A partir de estos, observamos algunos hallazgos clave:

- Los patrones retrospectivos de la biomasa fueron notables, lo que indica un posible sesgo sistemático y una sobre-estimación del tamaño actual del stock
- Los datos sobre la composición por edades muestran patrones atípicos; por ejemplo, varios años consecutivos presentan una alta prevalencia de 20 años.
- El modelo se ajustó mal a la composición de edad de la flota industrial y a los índices de CPUE, con una sobre-estimación y sub-estimación sistemática de grupos de edad específicos.
- El índice CPUE de la flota artesanal, como es común en todos los índices dependientes de la pesca, requiere procedimientos de normalización para tener en cuenta el muestreo preferencial. En concreto, la cobertura temporal está desequilibrada con un 85,9% de los datos de 1986-2003 y solo un 12,5% de los últimos años 2017-2023. Esto y la falta de covariables para la estandarización podrían crear sesgos en las tendencias.
- Las estimaciones de la incertidumbre de la reconstrucción de las capturas necesitan ser refinadas y evaluadas.
- Faltan estimaciones de abundancia independientes de la pesca. Confiar en índices de CPUE potencialmente hiper-estables podría afectar las estimaciones de las tendencias de la población.
- El modelo "modelo nacional" parece ser el más apropiado; los modelos alternativos para zonas específicas parecen carecer de una representación adecuada de la biología de la población (teniendo en cuenta la extensión del desove, etc.).

En relación con las consideraciones del ecosistema, observamos que la flota industrial ha eliminado con éxito la mortalidad de aves marinas a través de la implementación de cachalotera desde 2008. Un programa similar debería ser implementado y verificado para el sector artesanal.

En resumen, si bien la evaluación ha realizado mejoras sustanciales desde la revisión de 2015, persisten incertidumbres fundamentales con respecto a la estructura del stock, la calidad de los datos y la confiabilidad del modelo. Los patrones retrospectivos y las

composiciones de edad inusuales plantean preocupaciones sobre las estimaciones actuales de biomasa y reclutamiento. Se recomienda encarecidamente adoptar un enfoque de gestión precautorio hasta que se resuelvan estos problemas, en particular dada la vulnerabilidad potencial de la especie debido a su longevidad y mortalidad natural relativamente baja.

La evaluación proporciona una base razonable para las decisiones de ordenación, pero requiere atención inmediata a los problemas técnicos identificados para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de este valioso recurso pesquero. De cara al futuro, tenemos las siguientes recomendaciones:

1. Resolver las anomalías de la composición por edades mediante la investigación de los protocolos de muestreo, los efectos de la selectividad de los aparejos y los procesos biológicos.
2. Investigar los problemas de ajuste del modelo mediante el desarrollo de un modelo de evaluación utilizando datos de composición de longitudes (combinados y luego por sexo), para reducir la falta de ajuste de los índices de abundancia, dado que las composiciones de longitud parecen más informativas y pueden representar mejor la dinámica de la cohorte.
3. Abordar los patrones retrospectivos que sugieren que la biomasa actual puede estar sobreestimada.
4. Dada la incertidumbre en las estimaciones de la biomasa y el reclutamiento, se recomienda utilizar el percentil 15-20 (o algún percentil adecuado/razonable utilizando una metodología similar) de la distribución de la biomasa para las decisiones de ordenación y pescar a nivel de 0,75 FRMS o menos para tener en cuenta las incertidumbres de la evaluación y la posible sobre-estimación del tamaño de la población.
5. Mejorar la recopilación de datos de la flota artesanal a través de libros de registro mejorados y protocolos de muestreo representativos a través de programas cooperativos, dadas las dificultades reconocidas de muestrear esta flota dispersa y diversa en áreas operativas extensas.
6. Cuantificar los impactos de la depredación de mamíferos marinos en la tasa de captura.
7. Desarrollar estudios de abundancia independientes de la pesquería para reducir la dependencia de los índices de CPUE.
8. Establecer un programa integral de etiquetado siguiendo las directrices de la CCAMLR, para aclarar la estructura y la conectividad de las existencias.
9. Como prioridad de investigación a largo plazo, recomendamos el desarrollo de un marco de "Evaluación de la Estrategia de Manejo" (MSE), para abordar las incertidumbres estructurales y al mismo tiempo proporcionar una mayor transparencia en las recomendaciones de manejo.

7.5.2 Introducción

El siguiente informe corresponde a la revisión externa de bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) realizada en Viña del Mar del 6 al 9 de mayo de 2025. La revisión se basó en una amplia documentación, incluyendo el Informe Técnico Final, Convenio de Desempeño 2023, Programa de Seguimiento de las principales Pesquerías Nacionales, Pesquerías Demersales y de Aguas Profundas, año 2023, Sección VI. Pesquería

de Bacalao de Profundidad y el Informe Técnico de Asesoría Científica, Convenio de Desempeño 2024, Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2025: BACALAO DE PROFUNDIDAD, junto con presentaciones detalladas brindadas durante el taller.

En las siguientes secciones, se detallan los principales aspectos de mejora y los comentarios que se identificaron a través de la revisión de estos documentos, las presentaciones de datos y los materiales de evaluación de las poblaciones de bacalao de profundidad. Para evaluar la información presentada, los temas se organizaron de manera flexible siguiendo el marco recomendado en revisiones anteriores.

7.5.3 Descripción de la distribución general

La información sobre la distribución de las poblaciones se presentó con claridad y se confirmó que existen lagunas significativas en la estructura espacial y la conectividad del bacalao de profundidad. Este aspecto ya había sido mencionado por Polacheck (2015), en una revisión previa de esta acción. Se reconoce que la comprensión de la estructura del stock es muy difícil dada su amplia distribución. Si bien se han realizado estudios de marcaje y recaptura, estos han sido más como experimentos y todavía no existe un programa de marcaje que permita aclarar la estructura espacial y la conectividad del bacalao. Este aspecto debería abordarse más a fondo en el futuro, puesto que ya forma parte de forma rutinaria de la CCAMLR.

En la actualidad, el manejo se ha abordado en base a las unidades de pesca:

- Área licitada (UPL): Al sur del paralelo 47° S a 57°30' S (industrial y artesanal).
- Área de Pesca Artesanal (APA): Al norte del paralelo 47° S (exclusivamente artesanal).
- Subdivisiones APA: Zona 1 (límite norte hasta 30° S), Zona 2 (30°01' a 41° S), Zona 3 (41°01' a 47° S).

Estas unidades parecen captar la dinámica pesquera donde hay una clara separación de flotas artesanales e industriales, respectivamente.

La información presentada muestra evidencias de que la APA muestra una mayor proporción de juveniles que la presentada por la UPL. Por lo tanto, parece que existe una importante falta de homogeneidad espacial en la distribución de adultos y juveniles. Sin embargo, las distribuciones de tamaño de longitud han sido consistentes a lo largo de los años para la flota artesanal.

Los estudios de marcaje muestran que los individuos marcados en la UPL, pueden moverse hacia el norte. Como se mencionó, se necesita un programa de marcado en la APA para comprender mejor la distribución y el movimiento de la merluza negra. Por ejemplo, en la CCAMLR los peces se marcan a un ritmo de 1 a 5 individuos por tonelada con carácter obligatorio.

7.5.4 Características del ciclo de vida relevantes para las evaluaciones de las poblaciones.

Descripciones detalladas, hacen evidente que se trata de una especie longeva y de madurez tardía. El parámetro M y los parámetros de crecimiento individuales (sexos combinados) utilizados son similares a los valores utilizados en otras evaluaciones de poblaciones (Earl & Readdy, 2023). En cuanto a la edad de madurez, parece haber consenso en que el estudio de Balbontín et al. (2011), parece ser más adecuado porque abarca el ciclo reproductivo, el rango de tallas y los análisis histológicos. Sin embargo, en ese estudio se estimó el tamaño

a la madurez y luego se utilizaron los parámetros de crecimiento de Ojeda (año no mencionado) para calcular la edad a la madurez. Este procedimiento no es el ideal y debe revisarse a corto plazo.

7.5.5 Historia de la pesquería

7.5.5.1 Revisiones en la política de captura y cambios en el acceso a la pesquería.

La pesquería de la población, incluidos los períodos de apertura/cierre de la pesquería. Las fuentes no indican períodos de cierre completo para toda la pesquería, sino más bien cambios en el régimen, el acceso y los límites de captura a lo largo del tiempo.

Se mencionan en el informe de evaluación de poblaciones, pero se necesita una descripción temporal más clara de los hitos para comprender esta sección. La revisión de 2013 de la LGPA introdujo el requisito de incluir los descartes en el CBA. Sin embargo, estos solo se incluyen en la flota industrial.

Actualmente, para las áreas APA y AL, el análisis de la CBA se realiza proyectando el stock bajo diferentes estrategias de mortalidad por pesca constante (multiplicadores, FRMS). No está claro cuáles eran las cuotas para las flotas. Estos deben estar en el informe de evaluación de stock para su análisis. Además, no está claro cómo se determina la cuota de captura para cada sector. No está claro qué medidas se utilizan para controlar las capturas y el esfuerzo pesquero. De las presentaciones, se pudo confirmar que la flota artesanal tiene una restricción en el número de anzuelos por palangre. Aparte de las cuotas de captura, no parece existir otras restricciones para las flotas.

En la actualidad, la pesquería se encuentra bajo Régimen de Explotación Plena (R. Ex N° 57 de 2003), con acceso cerrado y asignación de cuotas separadas para las zonas APA y AL. Hasta el año 2012, la flota artesanal no estaba sujeta a sistemas de posicionamiento satelital, requiriendo únicamente la certificación de desembarco por parte de SERNAPESCA para el Esquema de Documentación de Capturas (CDS) del CCAMLR. Sin embargo, no está claro cómo se está utilizando esta nueva información para el seguimiento y manejo.

7.5.5.2 Datos

7.5.5.2.1 Resumen de la nueva información

Se presentó información actualizada tanto para el seguimiento como para la información actualizada para la evaluación de la población. Esto incluyó datos actualizados sobre desembarques, composiciones de edad, índices de abundancia relativa y descartes (flota industrial).

Sector industrial: El seguimiento del sector industrial se caracteriza por un enfoque intensivo y detallado, centrado en la flota de palangre factoría que opera en la zona autorizada (47°-57°30' S). Las principales fuentes de datos incluyen:

- Observadores científicos a bordo con alta cobertura
- Registros operativos detallados de los cuadernos de bitácora de pesca

Esta información ha permitido un amplio muestreo biológico y de tallas, incluida la recolección de otolitos y la condición reproductiva, estimaciones del rendimiento de la pesca y una distribución detallada del esfuerzo pesquero por área, profundidad y temporada. Además, se han realizado estudios específicos sobre análisis de depredación por mamíferos marinos, estudios de marcaje-recaptura y parasitología, y descartes.

Sector artesanal: El monitoreo del sector artesanal adopta un enfoque adaptativo para abordar la complejidad de una flota dispersa que opera en dos áreas principales: APA (norte del paralelo 47°S) y UPL (porción sur liciada). Las principales fuentes de datos incluyen:

1. Combinación estratégica de muestreo en puerto y viajes limitados, logrando en 2023 una cobertura del 42% en el APA (337 viajes) y del 8% en el UPL (8 viajes)

Cuando los datos se recopilan in situ, hay registros detallados de las operaciones de pesca, incluida la posición exacta de los lances, la profundidad, el esfuerzo aplicado y el rendimiento por set. Sin embargo, la mayor parte de la información proviene de entrevistas a pescadores, donde se recopila información sobre las zonas de pesca, la duración del viaje y los aspectos operativos a través de encuestas estructuradas.

Este sector muestra dificultades logísticas debido a la atomización de la flota, la diversidad de la flota y las extensas áreas operativas. Además, el acceso a la información biológica completa es limitado. Al muestrear principalmente en puerto, muchos especímenes ya están procesados/eviscerados, lo que no permite la determinación del sexo para el muestreo de tamaño y la estimación de la edad. A pesar de estas dificultades, el muestreo por tamaño produce tamaños de muestra significativos y se han realizado esfuerzos para estimar los parámetros reproductivos y la determinación del sexo con un muestreo específico.

7.5.5.2.2 Datos que deben presentarse como series temporales, por sexo y en función de la evaluación.

Captura total, dividida por los estratos utilizados en el modelo de evaluación, si los hubiera. El sector industrial comenzó con capturas mínimas hasta 1988, seguido de un rápido crecimiento que alcanzó un máximo histórico cercano a las 20.000 toneladas en 1992. Luego de este máximo histórico, se observó una primera abrupta contracción hasta 1997, estabilizándose posteriormente en torno a las 2.000 toneladas hasta 2013. En la última década (2014-2023), las capturas industriales se han reducido y estabilizado entre 1.000-2.000 toneladas anuales.

El sector artesanal comenzó con muy bajas capturas (menos de 500 toneladas) hasta 1984, experimentando un crecimiento sostenido hasta llegar aproximadamente a 6.000 toneladas en 1990. Durante el período 1992-2003, esta pesquería mantuvo altos niveles de producción con fluctuaciones cíclicas entre 3.500-5.500 toneladas. Posteriormente (2004-2013), experimentó una contracción gradual hasta estabilizarse entre 1.500-2.000 toneladas. En los últimos años (2014-2023), ha mostrado fluctuaciones entre 1.000-2.500 toneladas, con una disminución notable alrededor de 2020 (posiblemente relacionada con la pandemia de COVID-19) seguida de una recuperación parcial.

En las presentaciones no se mencionaron los problemas con las reconstrucciones de las capturas, pero el informe sostiene que todavía existe "la necesidad de revisar las capturas históricas". Esto sugiere que las series de datos históricos que se utilizan actualmente aún pueden contener posibles problemas o incertidumbres. Estas incertidumbres no se evaluaron en la evaluación de las poblaciones, lo que requiere una descripción más clara del problema. IFOP ha realizado una revisión de los registros oficiales de desembarque de SERNAPESCA para los años 1980 a 2001 y con seguimiento, utilizando sus propios datos de monitoreo y juicio experto para alinearlos con las categorías de la flota. Sin embargo, no está claro si estas reconstrucciones de capturas se incluyeron en la evaluación actual de las poblaciones y de qué manera. Se reconoce que parece haber limitaciones significativas para llevar a cabo estas reconstrucciones, pero éstas podrían evaluarse en posibles escenarios para evaluar su impacto en la evaluación de las poblaciones.

7.5.5.2.3 Información sobre capturas incidentales y descartes.

Los descartes industriales se consideran aplicando los factores de descarte de los estudios disponibles (2015 a 2023) a las capturas retenidas. Sin embargo, los datos utilizados en el modelo de evaluación no incluyen las correcciones por descartes artesanales, que se presumen insignificantes. Para ser coherentes, se debe considerar incluir algunas hipótesis sobre los factores de descarte hasta 2015 para los descartes industriales. Del mismo modo, se debe considerar la aplicación de factores de descarte para la flota artesanal como posibles escenarios de sensibilidad en un futuro cercano. Estos factores podrían ser estimados por el equipo de descartes y luego examinados por los comités pertinentes para su inclusión en la evaluación de stock, de ser necesario.

7.5.5.2.4 Captura en longitud (con tamaños de muestra) para pesquerías, capturas incidentales, descartes y encuestas. En el caso de las encuestas, incluya todas las encuestas conocidas que capturen crustáceos.

Se presentaron composiciones de edad basadas en lecturas de otolitos para las flotas artesanales e industriales. Los tamaños de las muestras parecen ser adecuados, y la estimación de la edad también parece ser razonable dada la historia de vida y los especímenes muestreados.

La estructura de edad/tamaño de la población tiene una influencia directa en la variabilidad del reclutamiento. Una de las principales fuentes de información son las composiciones por edades. Sin embargo, las composiciones de edad de la flota industrial parecen tener patrones inusuales. Por ejemplo, en algunos años (por ejemplo, 2021 y 2022) se observa una estructura de edad inusualmente estable en la población explotada, caracterizada por una alta proporción de individuos en el grupo de edad de 30+ años y poca variación interanual en la representación de las clases de edad entre 15 y 30 años. Esta estabilidad en la composición de las edades sugiere una acumulación sostenida de individuos longevos y pone de manifiesto una estructura de edad persistentemente "plana" o incluso sesgada hacia los individuos de mayor edad, lo cual es atípico en las pesquerías bajo explotación sostenida.

Este patrón contrasta con lo que se esperaría en una pesquería explotada activamente con dinámica poblacional. En condiciones normales, la estructura de edad debería mostrar una alta proporción de peces jóvenes (producto del reclutamiento anual), una disminución progresiva en la proporción de individuos a medida que aumenta la edad (debido a la mortalidad natural y por pesca) y una baja representación de peces muy longevos (25+ o 30+ años). Este tipo de estructura es típicamente lognormal (con una amplia distribución hacia la derecha), lo que refleja un flujo constante de entrada y salida de individuos a lo largo del tiempo.

La persistencia de estas estructuras de edad podría explicarse por varios factores, que deberían ser investigados más a fondo:

- Baja mortalidad por pesca: La acumulación de peces viejos podría reflejar una menor intensidad de explotación en los últimos años, permitiendo que los individuos mayores permanezcan en la población sin ser eliminados.
- Cambios o sesgos en la selectividad de los artes de pesca: La estructura de edad observada podría estar influenciada por el funcionamiento de los artes de pesca. En particular, el palangre podría estar seleccionando tamaños o edades específicas de individuos. Por ejemplo, si el arte favorece la captura de peces más grandes o más

longevos, podría estar generando una representación sesgada de la población. Este efecto puede confundir la interpretación de la estructura de edad a partir de las observaciones.

- Problemas en el muestreo biológico: La cobertura sesgada o no representativa del muestreo en puerto o a bordo podría generar una falsa señal de estabilidad o alternativamente, una cobertura sesgada o no representativa de la estructura etaria a partir de muestreos biológicos.

- Estructura poblacional atípica: La presencia dominante de peces del grupo 30+, podría deberse a cohortes históricamente fuertes que han sobrevivido de manera excepcional.

- Altas tasas de supervivencia natural: Condiciones ambientales particularmente favorables o una disminución en la presión de depredación (por ejemplo, menor presencia de mamíferos marinos), podrían estar contribuyendo a una mayor longevidad de los individuos presentes en la población.

Debido a estas composiciones de edad atípicas, es evidente que el modelo no reproduce las proporciones para ciertos años y sobre-estima las cohortes. Esto podría afectar las estimaciones de reclutamiento y la biomasa futura. Dado que estas condiciones no se ajustan plenamente a la dinámica esperada de una población explotada, se recomienda realizar investigaciones adicionales para aclarar sus causas y evaluar sus implicaciones para la estimación del estado de las poblaciones y las recomendaciones de manejo biológicamente sostenible.

7.5.5.2.5 Series temporales de captura por unidad de esfuerzo (si se utilizaron en la evaluación) y cómo se estandarizaron los datos con tablas/gráficos de diagnóstico.

La evaluación del stock de bacalao de profundidad incorpora tres índices de abundancia relativa: el índice de pesca industrial con palangre español (1992-2006), el índice de pesca industrial con cachalotera (2007-2023) y el índice de pesca artesanal (1986-2023). Para la estandarización del índice industrial, se utilizaron Modelos Lineales Generalizados (GLM) y Modelos Mixtos Lineales Generalizados (GLM) con CPUE medido en kg/(anzuelo x horas caladas) como variable de respuesta. El predictor lineal incluyó los efectos fijos Año, Mes y Zona, evaluando dos estructuras de efectos aleatorios. En general, la base de datos y los filtros aplicados y la metodología parecen ser adecuados y presentan un buen nivel de resolución y parsimonia. Para la estandarización industrial, se aplicó un filtro para incluir solo los datos de los barcos que operaron durante un número mínimo de años y lances y cumplieron con una mediana mínima de capturas por lance, para representar mejor el esfuerzo específico. En el caso de la pesca artesanal, se filtraron los datos de los viajes de más de 30 días fuera del puerto.

El índice artesanal utiliza datos de dos fuentes: el proyecto FIP 96-32 (1986-1997) y el monitoreo IFOP (1998-2023), con CPUE expresado en kg/día fuera de puerto. Se aplicaron GLMM incluyendo efectos fijos de Año, Mes, Zona y Categoría HP, con diferentes estructuras de efectos aleatorios.

Los datos utilizados para estimar estas series de CPUE, provienen de diversas fuentes, incluida la información de la base de datos industrial.

La serie artesanal muestra limitaciones. Alrededor del 30-40% de los viajes anuales de pesca están cubiertos. Parece que el 85,9% de los datos corresponden al periodo 1986-2003, mientras que solo el 12,5% cubre los últimos años (2017-2023), creando una representación desequilibrada de las series temporales. En general, los datos históricos carecen de covariables importantes para la estandarización. Por lo tanto, las variaciones

espaciales/temporales, las variaciones en el registro de diferentes zonas y categorías de buques reflejan cambios en el muestreo más que los patrones reales de pesca. Estos factores pueden generar sesgos en las estimaciones de CPUE que confunden los cambios reales en la abundancia de recursos con los artefactos del proceso de muestreo.

Otra fuente importante de incertidumbre son las interacciones con los mamíferos marinos, que parecen ser importantes en ambas pesquerías. La limitada cobertura de seguimiento en este aspecto podría introducir sesgos en las estimaciones de las CPUE, lo que requeriría futuros análisis formales para evaluar sus impactos.

7.5.5.3 Datos que pueden agregarse a lo largo del tiempo:

Los análisis preliminares de las composiciones de tamaño presentadas en el taller muestran que estas parecen ser más informativas para mostrar cohortes a lo largo de los años en comparación con las estructuras de edad. Se mencionó que estos están disponibles por sexo para la flota industrial, pero no para la flota artesanal, ya que los ejemplares llegan sin vísceras al puerto donde se muestrean.

La estimación de los pesos a la edad no parece haber sido discutida. Sin embargo, se comentó que existen discrepancias en los pesos de longitud utilizados por IFOP y SERNAPESCA en la conversión de pesos para la flota artesanal. Si este fuera el caso, los protocolos/conversiones de ambas instituciones deberían estandarizarse para evitar incluir errores de observación en las estimaciones de desembarco.

7.5.5.3.1 Información sobre las fuentes de datos disponibles, pero que se excluyeron de la evaluación.

En la base de datos de IFOP existen estimaciones de edad y muestreo de madurez a partir de muestreos biológicos. Estas bases de datos podrían ser referenciadas para estimar la edad a la madurez directamente sin utilizar parámetros de crecimiento individuales. Si bien la estimación de la madurez sexual es macroscópica, podría ser una aproximación para corroborar el método actual y si existen discrepancias relevantes, se debe avanzar en el estudio de este parámetro en el corto plazo.

Es posible que se disponga de conjuntos de edad de referencia para *Dissostichus eleginoides* que podrían solicitarse a la CCAMLR (o a algún laboratorio de edad) para estandarizar las lecturas de los otolitos. Esto podría servir para dos propósitos: 1) "validar" las estimaciones de edad con un conjunto de edad "conocida" para dar credibilidad a las estimaciones de edad 2) realizar un análisis de estimación de edad "entre lectores" sobre una muestra que podría controlar los errores de observación interanual para las composiciones de edad. En la actualidad, solo se han realizado estimaciones de edad "dentro del lector", lo que no es del todo ideal. En el sitio web de la CCAMLR solo se encuentran los conjuntos de datos de *Dissostichus mawsoni* (<https://www.ccamlr.org/en/science/otolith-library>).

7.5.5.4 Enfoque analítico

7.5.5.4.1 Historia de los enfoques de modelado para esta acción

Los analistas respondieron en detalle a las recomendaciones de la revisión por pares de 2014 (Polacheck 2015). Específicamente:

1. Casos alternativos sobre la estructura de las poblaciones: el análisis presentado exploró diferentes consideraciones espaciales y de flota:

- a. Stock único entre las plataformas del Pacífico y la Patagonia,
 - b. un caso que incluya únicamente las capturas industriales (AL), y
 - c. un caso que combina capturas chilenas industriales y artesanales (APA + AL).
2. Determinación de la edad y evaluaciones de sesgo, particularmente de escalas. Los datos sobre la composición por edades de las capturas industriales y artesanales se basan ahora principalmente en la lectura de los otolitos. Sin embargo, las consideraciones mencionadas anteriormente sobre el envejecimiento y la reproducibilidad deben examinarse más a fondo.
3. Mejora de la transparencia y el diagnóstico de modelos (análisis de datos estimados frente a observados, gráficos residuales, ajustes de datos de composición y análisis de sensibilidad/incertidumbre). El informe de evaluación describe el uso de estos diagnósticos y análisis de sensibilidad para parámetros como M, stepness y madurez.
4. Puntos de referencia: En el presente informe se establece un marco formal para evaluar el estado de las existencias en relación con los puntos de referencia definidos. En resumen, el proceso de evaluación ha avanzado en la aplicación de algunas recomendaciones, en particular en lo que respecta a la calidad de los datos sobre la edad y la formalización de los puntos de referencia. Sin embargo, la incertidumbre fundamental con respecto a la estructura espacial de la población persiste.
- El informe de evaluación presentó la historia de la metodología de evaluación desde 2012. Observamos que éstas incluían diferentes hipótesis sobre las unidades de población. La actualización del caso de población única (Chile + Argentina, Caso 1), se suspendió después de 2021 debido al cese de los aportes de datos de la pesquería en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) Argentina. Para 2025 se ha adoptado un modelo nacional (APA/AL).
- Observamos que en 2004, IFOP realizó una revisión de los registros oficiales de desembarque de SERNAPESCA de 1980 a 2001 para asignar correctamente las capturas a las flotas artesanales e industriales. Estos registros de captura revisados se han utilizado en los modelos.
- El modelo de evaluación actual ha incluido series de CPUE estandarizadas separadas para la flota industrial, reflejando el cambio de palangre español (1992-2006) a cachalotera (2007-2023), y para la flota artesanal (1986-2023). Por lo tanto, las diferentes eficiencias de estos artes se tienen en cuenta mediante la estimación de diferentes parámetros de capturabilidad en el modelo.
- Desde 2015 se utilizó la plataforma AMAK. Esto incluyó el uso de datos de composición de tamaños. En 2014 se evaluó el impacto de la depredación por mamíferos marinos. El análisis debe actualizarse e incluirse como parte de un impacto adicional de la mortalidad por pesca (la mortalidad por depredación ocurre debido a la actividad de pesca).
- El modelo utilizado fue AMAK, un modelo integrado estructurado por edades. Las ecuaciones se describen en el apéndice 1. Las ecuaciones tienen problemas de formato y algunos parámetros tienen una discrepancia con el valor real utilizado ($h = 0,6$ pero el modelo usó 0,75). Algunos valores de parámetros se describen, mientras que otros no. Se incluye una distribución previa para la longitud mínima, pero no se menciona en el texto. El crecimiento del CV fue estimado, pero no mencionado en la lista de parámetros estimados. Sería mejor tener una tabla estandarizada con las estimaciones de los parámetros y los valores fijos para el caso base. Ni en el texto ni en el apéndice se dan las ponderaciones a las composiciones e índices mencionados. Durante el taller, aplicamos los mismos conjuntos de datos a una versión más desarrollada de AMAK utilizando "JJM". El código y

los archivos de entrada y los scripts rudimentarios de R están disponibles en el siguiente repositorio: <https://github.com/jimianelli/baca>. Además del repositorio para el marco JJM (que se considerará una versión actualizada de AMAK), hay una biblioteca de clases S3 R para evaluar los resultados aquí. Se desarrolló un tutorial sobre la aplicación y está disponible aquí (documentado aquí).

En general, se necesita más cuidado para considerar los datos disponibles (por ejemplo, la información sobre la composición del tamaño parecía estar en conflicto con los datos disponibles sobre la composición por edades). El repositorio mencionado anteriormente también incluye una breve función para ayudar con la visualización y el procesamiento de datos de frecuencia de longitud. En las Figuras 1-4 se muestra un ejemplo de aplicación de la función basado en los datos proporcionados durante el taller. Estos datos (aunque son ejemplos preliminares), sugieren que la extensión de las dimensiones de longitud en el modelo podría reducirse ya que hay muy pocos peces presentes en la captura más allá de los 150 cm.

Observamos que la evaluación actual da como resultado estimaciones muy bajas de la variabilidad del reclutamiento, especialmente cuando se compara con otras especies de peces de fondo. Esto podría deberse al extraño patrón de los datos de composición por edad de que durante varios años, a veces consecutivos, las proporciones de peces a los 20 años se destacan como prominentes sin ninguna progresión aparente en los años posteriores (como los 21, 22 años, etc). Además, un alto valor del reclutamiento parece ocurrir antes de que se disponga de la información sobre la composición por edades. Esta cuestión podría afectar a la escala de la relación subyacente entre la población y el reclutamiento y, en consecuencia de las estimaciones de los efectos de la mortalidad por pesca en la población.

Las estimaciones de mortalidad por pesca revelan patrones significativos que reflejan el desarrollo y posterior regulación de esta pesquería. Entre 1978 y 1990, la presión pesquera sobre este recurso fue extremadamente baja, con valores cercanos a cero. Este período corresponde a las etapas exploratorias e iniciales de la pesquería, cuando el conocimiento sobre el recurso y su potencial comercial era limitado.

A partir de 1991, se observa un aumento dramático en la mortalidad por pesca, coincidiendo con el desarrollo de la demanda en el mercado norteamericano y los incentivos gubernamentales para aumentar la capacidad de pesca artesanal. Este aumento alcanzó su punto máximo alrededor de 1995, cuando la mortalidad total por pesca se acercó a 0.10, un valor significativamente superior al actual, pero aún por debajo de la mortalidad natural de la especie ($M=0.15$).

Posteriormente, entre 1996 y 2006, se evidenció una tendencia decreciente sostenida de la mortalidad por pesca, probablemente debido a la aplicación de medidas reglamentarias más estrictas y al agotamiento parcial de los caladeros más accesibles. Durante este período, la contribución relativa de las flotas industriales y artesanales a la mortalidad total experimentó variaciones importantes, y la flota industrial mostró una marcada reducción después de su pico en 1993-1994.

En el período más reciente, de 2006 a 2023, la mortalidad por pesca se ha estabilizado en niveles moderados, generalmente fluctuando entre 0.02 y 0.05. La mortalidad por pesca actual (2023) se estima en aproximadamente 0.04, distribuida entre flotas industriales y artesanales, con un ligero predominio de las primeras.

Según el informe de evaluación de las poblaciones, la población de bacalao de profundidad se encuentra actualmente en una condición de "plena explotación". La biomasa reproductora se sitúa cercana a la biomasa asociada al Rendimiento Máximo Sostenible

(BMSY), estimada en 72.154 toneladas, y por encima del punto de referencia biológico límite establecido en $0.5BMSY$.

El reclutamiento de bacalao de profundidad, ha mostrado una variabilidad considerable a lo largo del período evaluado y las desviaciones del reclutamiento muestran patrones cíclicos que deben investigarse. Adicionalmente, el reclutamiento muestra mayor incertidumbre al final de la serie que al principio o a la mitad de la serie histórica. Esto se debe, posiblemente, a la falta de ajuste de las composiciones por edades y del índice de CPUE industrial en los últimos años. No se entiende, o no se mencionó, por qué hay un aumento abrupto de un año a otro en la CPUE industrial (Fig. 17).

Los datos históricos de las pesquerías (índices de capturas y abundancia), no proporcionan información para estimar la productividad del stock. Los datos para la relación Stock-recluta confirman esta situación.

7.5.5.4.2 Selección y evaluación de modelos

En los modelos de sensibilidad, se analizaron parámetros de productividad como h y M para entender su impacto en los parámetros poblacionales y de manejo. Aparentemente, la madurez de la ojiva no tiene un impacto significativo en comparación con el caso base. Sin embargo, no está claro cuál es la diferencia entre las ojivas, pero si ambos se derivan de los tamaños, la pregunta sigue siendo sobre el efecto de la madurez estimada directamente a partir de la edad. En la Tabla 9 del informe de evaluación de stock, se muestra el valor FRMS, pero luego $F45\%$ entre paréntesis. No está claro, si los valores corresponden a $FMSY$ o $F45\%$. Es muy importante aclarar esto. Los valores muestran muy poca variabilidad, excepto para el caso S4, incluso cuando la pendiente se estimó como un parámetro libre.

Los escenarios de sensibilidad no incluyen ningún análisis para los índices de abundancia relativa. La CPUE puede ser hiper-estable. Por lo tanto, debe explorarse en mayor detalle. Además, podría ser útil explorar estructuras de modelos alternativas en la estandarización de CPUE, como los efectos de profundidad.

Se mostraron análisis residuales para composiciones de edad e índices. Estos análisis muestran patrones residuales, pero no se muestran umbrales. Carvalho *et al.* (2021), presenta algunas pautas para evaluar los residuos y umbrales. Se sugiere que estos sean incluidos para examinar el desempeño del modelo. Más importante aún, el análisis retrospectivo muestra variaciones importantes en el agotamiento y los cambios en la biomasa, lo que indica incertidumbre en la estimación y una posible sobre-estimación. Una "regla general", propuesta por Hurtado-Ferro *et al.* (2015), sugiere que los valores de pM que caen fuera de $(-0.15$ a $0.20)$ para SSB para especies más longevas indican un patrón retrospectivo indeseable. Parece que los valores estimados para el bacalao están fuera de este rango.

7.5.5.4.3 Proyecciones del stock

Para el enfoque nacional, que integra datos tanto del área de pesca artesanal (APA) como del área licenciada (AL), los aspectos clave de cómo se realizan las proyecciones con el modelo AMAK incluyeron:

- Mediano plazo (5 años) y largo plazo (50 años).
- Diferentes escenarios de tasa constante de mortalidad por pesca.

- El reclutamiento futuro (3 años), se simuló utilizando una relación de Beverton-Holt stock-recluta y especificó el valor del steepness.
- La selectividad se basó en estimaciones del año más reciente (2023) en la evaluación.

Observamos que las proyecciones a largo plazo proporcionan información sobre los resultados relativos de la mortalidad por pesca teniendo en cuenta los supuestos especificados, pero no ilustran una gama realista de incertidumbres.

7.5.5.4.4 Entrega de recomendaciones de captura

Un aspecto especialmente relevante para la gestión sostenible del bacalao de profundidad es la determinación del nivel óptimo de mortalidad por pesca. Según el informe de evaluación de las poblaciones de bacalao de 2025, el valor FRMS es de 0.068. Este valor parece ser razonable. Según Hilborn, la tasa de explotación óptima (empírica) para una población de peces se puede expresar como una proporción de su mortalidad natural (M), a través de la fórmula $u = X \cdot M$, donde X es un multiplicador que varía según las características biológicas de la especie y su patrón de explotación (Walters & Martell, 2020). Sin embargo, el valor de X depende fundamentalmente de la relación entre la edad a la que los peces se vuelven vulnerables a la pesca y su edad de madurez sexual. Para las especies que se capturan sustancialmente antes de alcanzar la madurez reproductiva, Hilborn recomienda valores de X iguales o inferiores a 0.6. Esta recomendación es especialmente pertinente para el bacalao de profundidad en la pesquería chilena, particularmente en el sector artesanal.

La evidencia biológica disponible indica que el bacalao alcanza la madurez sexual entre los 8 y los 12 años para las hembras, y entre los 6 y los 10 años para los machos. Sin embargo, la selectividad de la flota artesanal, se concentra principalmente en individuos entre 6 y 9 años, lo que significa que una proporción importante de los ejemplares capturados, especialmente las hembras, aún no han tenido la oportunidad de reproducirse. Esta situación ejemplifica precisamente el escenario en el que son necesarios valores X bajos.

Aplicando este marco al bacalao de profundidad con su mortalidad natural establecida en $M=0.15$ y considerando un valor X entre 0.4 y 0.5 (apropiado para una especie longeva capturada prematuramente), el nivel de mortalidad por pesca recomendado por Hilborn estaría en el rango de 0.06 a 0.075. Este rango es notablemente congruente con el valor FRMS actualmente estimado para esta pesquería (0.068).

Sin embargo, no está claro si este valor, es el valor estimado para F_{msy} o su proxy. Si bien la mortalidad por pesca actual ($F = 0.068$) se mantiene en torno al FMSY empírico, debe recordarse que el FMSY es la tasa de mortalidad por pesca que da lugar al BMSY en promedio. Debido a la dificultad de la estimación, ya que es sensible a la variabilidad del reclutamiento y a otros supuestos estructurales utilizados en la evaluación, el FMSY debe considerarse como un límite. Por ejemplo, se descubrió que la pesca a 0,75 FMSY (o incluso menos) daba lugar a un mayor tamaño de la población (125%-131% del BMSY) a "expensas de rendimientos renunciados relativamente pequeños" (94% del MSY o superior) (PEW, 2016). En el caso de las pesquerías de bacalado de profundidad con datos limitados en el Océano Austral, generalmente no hay datos independientes de la pesquería sobre el estado de la población, se utiliza una tasa de captura del 4% (CCAMLR, 2023).

Este amortiguador proporciona un margen de seguridad adicional que podría ser especialmente valioso teniendo en cuenta la historia de la reducción de la población de esta especie y las incertidumbres inherentes en la estimación de la biomasa, ya que hay

evidencia de patrones retrospectivos. Parece prudente mantener un enfoque de precaución, especialmente en vista de la vulnerabilidad del bacalao a la explotación prematura y su limitada capacidad de recuperación, debido a su estrategia de ciclo de vida, caracterizada por un crecimiento lento y una madurez tardía.

La pesquería del bacalao de profundidad se gestiona mediante sistemas de "control de producción" o de cuotas. Un problema con este enfoque es que si se sobre-estima la biomasa actual, se pueden establecer cuotas muy altas a pesar de que la tasa de mortalidad por pesca aplicada sea razonable. Esta cuota puede ser incluso compensatoria, es decir, aumenta incluso cuando el stock disminuye. Esta situación puede pasar desapercibida ya que no existe un índice de abundancia independiente de la pesquería. Por lo tanto, una CPUE "hiper-estable" (Hilborn & Walters, 1992) podría dar la impresión de que el stock se mantiene estable mientras que el stock disminuye. Obsérvese que el ajuste de la CPUE de la flota industrial (Fig. 17 del informe de evaluación de stock) no es particularmente satisfactorio y existen patrones retrospectivos en la estimación de la biomasa a pesar de utilizar una selectividad flexible que se adapta a los errores de proceso.

Además de lo descrito anteriormente, existen algunos métodos empíricos para evitar/remediar la mortalidad compensatoria por pesca. Un enfoque de precaución para el bacalao de profundidad podría basar las decisiones de manejo en estimaciones más conservadoras del tamaño de la población. La literatura científica (Hilborn & Walters, 1992) recomienda utilizar el percentil 15-20% de la distribución de probabilidad para las especies vulnerables. En el caso de la merluza negra, esto significaría adoptar una estimación de biomasa aproximadamente un 15-20% inferior a la estimación puntual. Este enfoque, cuando se multiplica por la tasa de explotación seleccionada (por ejemplo, 0.75FMSY o menos), generaría recomendaciones de captura apropiadamente precautorias. Esto proporcionaría una protección adicional de los recursos contra la incertidumbre de la evaluación. Este enfoque de gestión de riesgos reconoce explícitamente la tendencia de los modelos de evaluación de poblaciones a ser "demasiado confiados" (subestimar la incertidumbre real) por diversas razones metodológicas y prácticas.

Para reducir la necesidad de precauciones adicionales debido a estas incertidumbres se requerirán inversiones (por ejemplo, encuestas de investigación, estudios de marcaje, etc.) o medidas que controlen mejor el esfuerzo pesquero ("control de insumos"). Muchas de ellas están siendo aplicadas en la CCAMLR y deben ser analizadas como posibles medidas complementarias para el manejo de la merluza negra en Chile.

7.5.5.5 Lagunas de datos y prioridades de investigación

Hay que mejorar los cuadernos de bitácora artesanales. El índice actual (kg/días fuera de puerto), se considera no ideal teniendo en cuenta que una fracción importante de la cuota se destina a la flota artesanal. Necesita más resolución para tener en cuenta los efectos espaciales y temporales, el tiempo de calado, etc. Se reconoce la dificultad de seguimiento y muestreo de esta flota. Por lo tanto, se recomienda que se establezcan programas de cooperación de manera estratégica para mejorar la recolección de información.

Es probable que sea necesario revisar los procedimientos de muestreo para garantizar la representatividad del muestreo. En otras palabras, si solo se puede cubrir el 30-40% de los viajes anuales de pesca, esto debe ser un muestreo representativo de la flota en la medida de lo posible. Del mismo modo, es necesario desarrollar un marco y procedimientos para la recopilación conjunta y eficaz de datos biológicos colaborativos (tamaño, sexo y madurez) y la investigación básica (por ejemplo, etiquetado). Este marco debe considerarse de muy

alta prioridad. IFOP ya cuenta con cierta colaboración del sector artesanal y esto necesita ser potenciado.

Como se mencionó anteriormente, se recomienda explorar modelos de evaluación de poblaciones por edad, ya que los datos de longitud pueden ser más informativos para estimar las fortalezas de diferentes cohortes, después de una evaluación cuidadosa (Mintevra *et al.*, 2017). Es necesario resolver las posibles inconsistencias con los datos de envejecimiento y estimación de las capturas por edad a lo largo del tiempo para la flota industrial y evaluar si es apropiado utilizar los datos de composición de longitudes. Esta parece ser una prioridad muy alta y esencial para cualquier evaluación futura.

Parece pertinente establecer un programa de etiquetado cooperativo para ambas flotas. La CCAMLR cuenta con directrices detalladas. Por ejemplo, una tasa de marcaje por tonelada y el pescado marcado deben ser representativos de la captura (es decir, no limitarse a los juveniles). Si bien, ya se han realizado experimentos, se recomienda implementar un programa de marcaje continuo y exhaustivo, ya que es rutinario en todas las subáreas de la CCAMLR.

Dadas las grandes incertidumbres relacionadas con la estructura espacial, los datos y la dinámica de reclutamiento que actualmente están afectando los resultados de la evaluación y las recomendaciones de gestión, se recomienda desarrollar un modelo operativo integral dentro de un marco de MSE. Esto permitiría desarrollar estrategias de captura más robustas ante la incertidumbre y proporcionar mejores recomendaciones de manejo para esta población.

Una debilidad importante en esta evaluación de stock, es la ausencia de estimaciones de abundancia independientes de la pesca. La evaluación se basa completamente en los índices de CPUE, sin embargo, los peligros de confiar únicamente en la CPUE están bien documentados. Además, la interpretación y estandarización de la CPUE es problemática debido a la insuficiencia de datos sobre los factores críticos que afectan las tasas de captura, en particular para la pesca artesanal. La obtención de estimaciones de abundancia independientes de la pesquería es esencial para reducir las incertidumbres estructurales y proporcionar un sólido asesoramiento de gestión, por lo que debe considerarse una prioridad muy alta. De nuevo, esto podría llevarse a cabo con la colaboración de los sectores artesanal e industrial.

7.5.5.6 Consideraciones sobre el ecosistema

Una consideración crítica del ecosistema en la pesquería de bacalao de profundidad es la interacción entre los mamíferos marinos y las operaciones de pesca, en particular la depredación por parte de cachalotes y orcas en las capturas con palangre. Si bien hay abundante evidencia que documenta estas interacciones, parece que no hay datos suficientes para cuantificar la magnitud o las tendencias espacio-temporales de los efectos de la depredación. Se mencionó que las tasas de depredación de las capturas individuales pueden ser muy altas, pero las evaluaciones de impacto general sugieren efectos relativamente pequeños, aunque esto puede confundirse por varios factores, incluidas las observaciones incompletas cuando los peces se retiran por completo de los anzuelos, las respuestas de comportamiento de los pescadores (como el cambio de aparejos, el retraso en el arrastre y la reubicación de las zonas de pesca), y el posible comportamiento de aprendizaje de las orcas que puede reducir la efectividad de las artes de pesca de los cachaloteros con el tiempo

La evaluación actual de las poblaciones no tiene en cuenta directamente la depredación de los mamíferos marinos. Sin embargo, esto representa una fuente sustancial de incertidumbre no contabilizada, ya que ignorar la depredación significa que las tasas reales de mortalidad por pesca y las tasas de captura se subestimarían si se tuvieran debidamente en cuenta las capturas faltantes. La incorporación de hipótesis alternativas sobre la depredación podría incluirse como parte de un marco de modelo operativo y ayudaría a probar las posibles consecuencias de este descuido y mejoraría la solidez de la evaluación. Históricamente, la mortalidad de aves marinas fue una preocupación ambiental significativa en la pesquería de bacalao de profundidad. Los sistemas tradicionales españoles de pesca con palangre planteaban riesgos sustanciales para las aves marinas, que interactuaban con los anzuelos cebados durante el despliegue de los aparejos, lo que provocaba una mortalidad incidental. Sin embargo, la industria pesquera chilena abordó con éxito este problema a través del desarrollo e implementación del sistema de "cachalotera" o palangre. El informe técnico confirma que el sistema de cachalotera demuestra "un excelente rendimiento con respecto a la mortalidad de aves marinas" y ha "eliminado por completo la mortalidad de aves marinas típicamente observada en las operaciones con el sistema español".

Si bien la pesquería industrial de bacalao de profundidad ha eliminado con éxito la mortalidad de aves marinas a través del sistema de cachaloterías desde 2008, el sector artesanal parece representar un problema no examinado que requiere atención inmediata. Por ejemplo, no hay una implementación documentada de medidas de mitigación de aves marinas en operaciones artesanales. Esto debe aclararse, ya que la flota artesanal sigue utilizando artes de palangre tradicionales sin tecnología de mitigación probada, y la cobertura limitada de observadores crea posibles interacciones de aves marinas no declaradas.

7.5.6 Bibliografía citada

- Carvalho, F., Winker, H., Courtney, D., Kapur, M., Kell, L., Cardinale, M., Schirripa, M., Kitakado, T., Yemane, D., Piner, K. R., Maunder, M. N., Taylor, I., Wetzel, C. R., Doering, K., Johnson, K. F. & Methot, R. D. (2021). Un libro de recetas para el uso de diagnósticos de modelos en evaluaciones integradas de existencias. *Investigación Pesquera*, 240, 105959. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.105959>
- CCRVMA. (2023). El enfoque de la CCRVMA para las pesquerías exploratorias de merluza negra con datos limitados: el análisis de tendencias. CCRVMA.
- Earl, T., & Readdy, L. (2023). Evaluación de la merluza negra (*Dissostichus eleginoides*) en la subárea 48.3. Secretaría de la CCRVMA.
- Hilborn, R., & Walters, C. (1992). Evaluación cuantitativa de las poblaciones de peces: elección, dinámica e incertidumbre (p. 1992). Chapman y Hall, Nueva York. xv.
- Hurtado-Ferro, F., Szuwalski, C. S., Valero, J. L., Anderson, S. C., Cunningham, C. J., Johnson, K. F., Licandeo, R., McGilliard, C. R., Monnahan, C. C., Muradian, M. L., Ono, K., Vert-Pre, K. A., Whitten, A. R., & Punt, A. E. (2015). Mirando por el espejo retrovisor: Sesgos y patrones retrospectivos en modelos de evaluación de acciones integrados y estructurados por edad. *Revista CIEM de Ciencias del Mar*, 72(1), 99–110. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu198>
- Minte-Vera, C. V., Maunder, M. N., Aires-da-Silva, A. M., Satoh, K., & Uosaki, K. (2017). Obtenga la biología correcta o use los datos de composición de tamaño bajo su propio riesgo. *Investigación Pesquera*, 192, 114–125. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.01.014>

BANCO. (2016). Medición de puntos de referencia: éxito en la gestión de pesquerías.

Polacheck, T. 2015. Informe de Revisión de la Evaluación de Poblaciones de Lubina Chilena (Merluza Nueva Patagónica 2014) (*Dissostichus eleginoides*). 64 págs. En: Ernst, B., C. Parada, J. Porovic, N. Mermoud y M. Rubio. Programa anual de revisión experta a la asesoría científica de las principales pesquerías nacionales, año 2013: bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) y camarón nailon (*Heterocarpus reedi*). Proyecto N° 2013-90-DAP-23. 54 págs.

Walters, C., & Martell, S. (2020). Ecología y Manejo Pesquero. En Ecología y Ordenación Pesquera. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9780691214634>

7.5.6.1 Apéndice

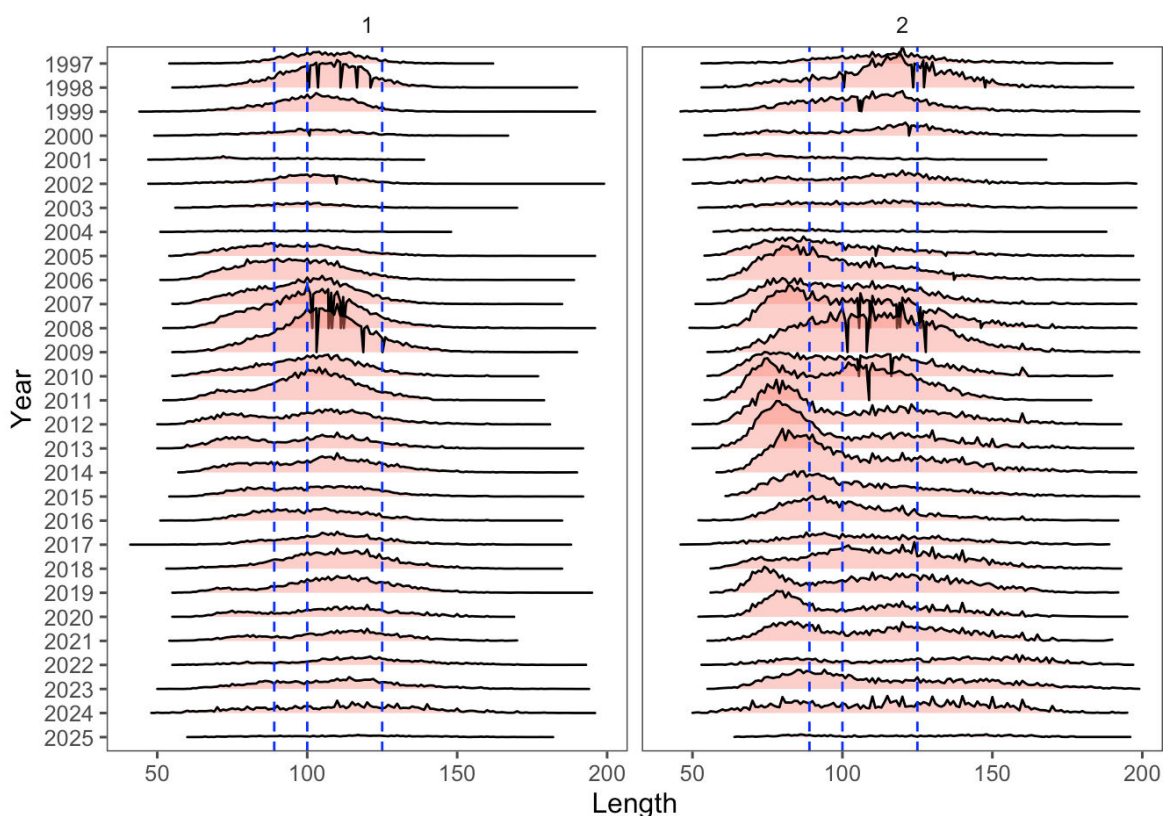


Figura 1. Ejemplo de parcela de frecuencia de longitud de bacalao de la flota artesanal. La escala vertical es el número de muestras. Los datos se agregaron por intervalos de 1 cm.

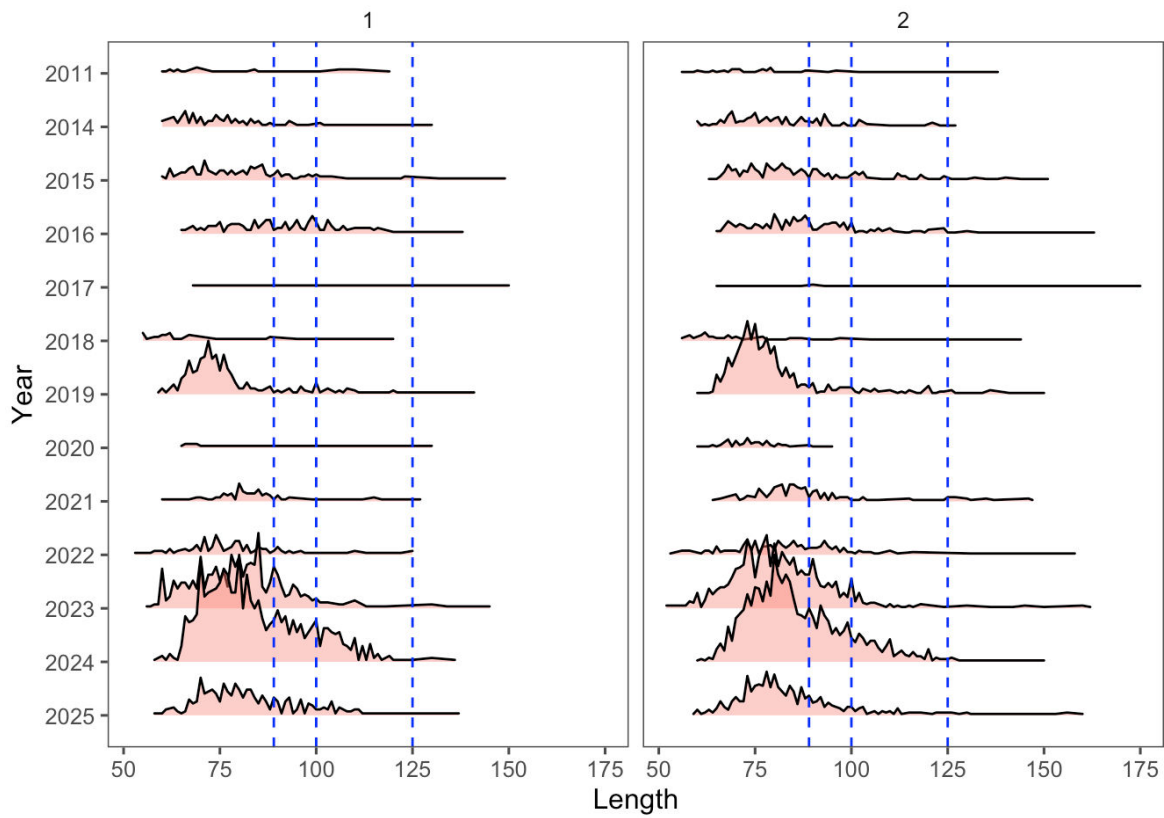


Figura 2. Ejemplo de parcela de frecuencia de longitud bacalao de la flota artesanal. La escala vertical es el número de muestras. Los datos se agregaron por intervalos de 1 cm.

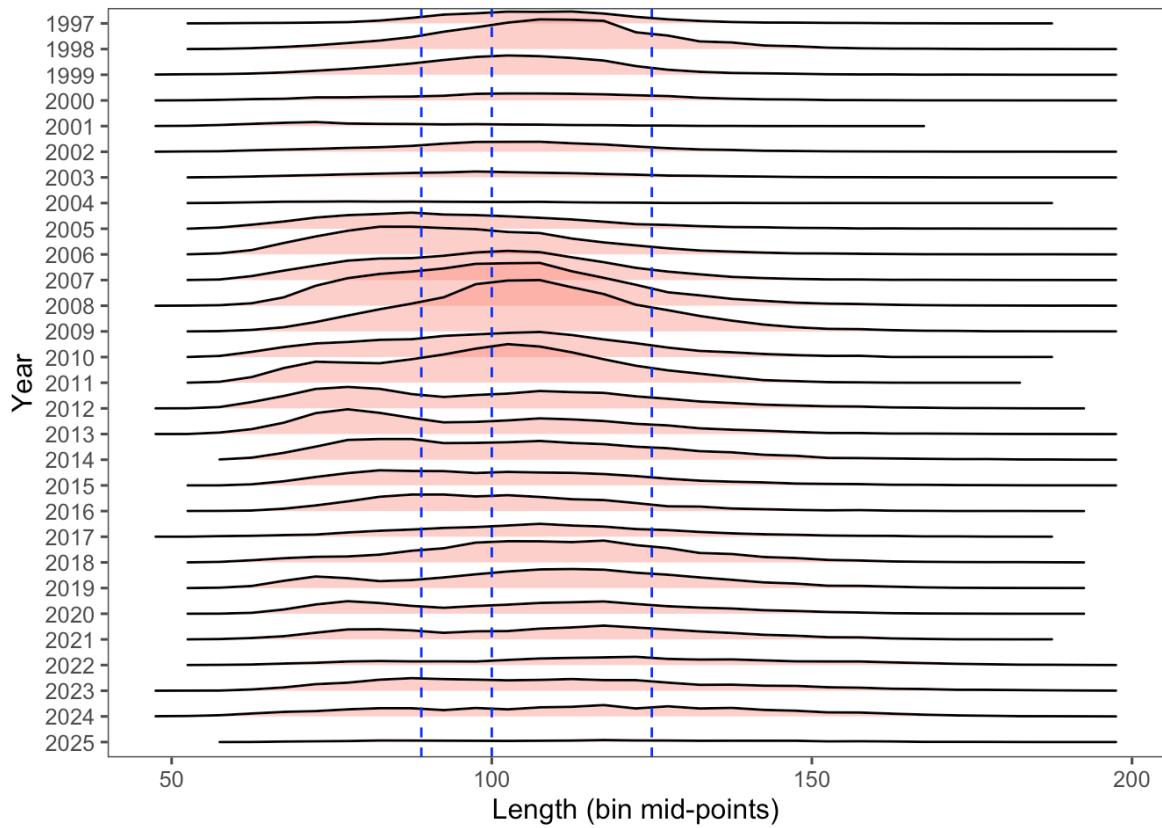


Figura 3. Ejemplo de gráfico de la frecuencia de longitud de bacalao de la flota industrial. La escala vertical es el número de muestras. Los datos se agregaron en intervalos de 5 cm.

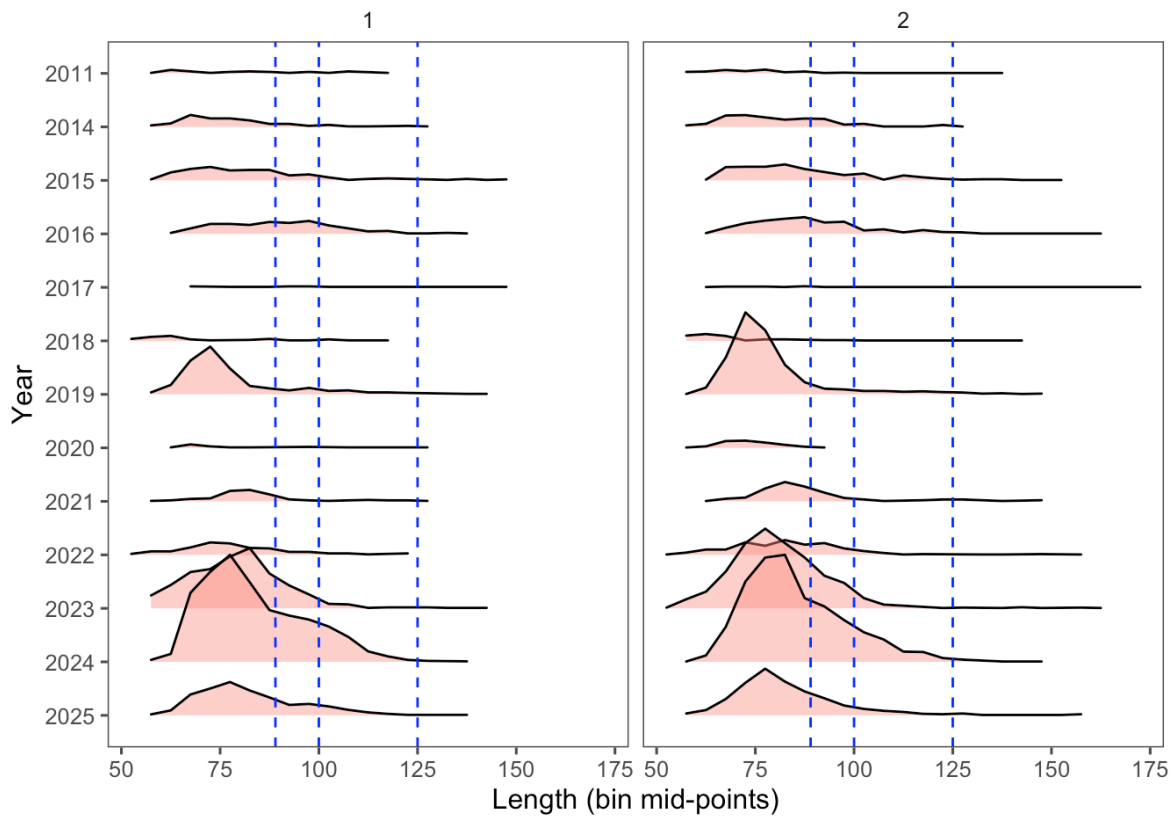


Figura 4. Ejemplo de parcela de frecuencia de longitud de bacalao de la flota artesanal. La escala vertical es el número de muestras. Los datos se agregaron en intervalos de 5 cm.

7.5.6.1.1 Anexo Reporte:

Ejemplo de recomendación de Hilborn para cálculo de la tasa de explotación óptima:

$$u = X \times M$$

donde, u = tasa de explotación óptima, X = multiplicador que varía según las características de la especie, M = mortalidad natural

El valor de X depende fundamentalmente de cuándo los peces se vuelven vulnerables a la pesca en relación con su edad de madurez sexual:

$X \leq 0.6$: Para especies capturadas "bastante antes" de alcanzar la madurez sexual

$X \sim 0.8$: Para especies demersales en general

$X = 1.0$: Esta es sugerido por análisis de rendimiento por recluta ($F_{0.1}$), pero a menudo demasiado optimista

Desde la literatura sabemos la edad madurez de bacalo y que los datos indican que una proporción significativa se captura antes de la madurez (artesanal)

Edad de madurez: 8-12 años (hembras), 6-10 años (machos)

Edad de reclutamiento a la pesquería artesanal: 6-9 años

Entonces para el bacalao con $M = 0.15$

Para $X = 0.4$: $F \text{ óptimo} = 0.4 \times 0.15 = 0.060$

Para $X = 0.5$: $F \text{ óptimo} = 0.5 \times 0.15 = 0.075$

Para $X = 0.6$: $F \text{ óptimo} = 0.6 \times 0.15 = 0.090$

El FRMS estimado/calculado para bacalao (0.068) está dentro del rango recomendado por Hilborn (0.060-0.075).

Note que no sabemos de donde salio el 0.068 en reporte (del modelo o de SPR45).

7.6 Reporte Agencia (INPESCA)

REPORTE EJECUTIVO TALLER 1

Programa de revisión y mejora experta (benchmark) para la evaluación indirecta de bacalao de profundidad: pesquería artesanal y pesquería industrial (FIPA 2024-26).

Fecha: 6-9 de mayo de 2025

Lugar: Hotel Novotel (6 Norte 745, Viña del Mar)

MARTES 6 DE MAYO

SESIÓN DE LA MAÑANA

Hora: 09:06

El taller inició con las palabras de bienvenida del Sr. Claudio Gatica, jefe de proyecto, quien agradeció la presencia de los asistentes, destacando especialmente la participación de los representantes de SUBPESCA e IFOP. Señaló que el objetivo principal del encuentro era revisar la evaluación del stock de bacalao de profundidad correspondiente al año 2025, en el marco de un proceso técnico con participación de expertos internacionales. Explicó que el taller se desarrollaría a lo largo de la semana, destinando el primer día a la revisión de datos, los días segundo y tercero al análisis de modelos, y la última jornada a la discusión y conclusiones. A continuación, cedió la palabra al Dr. Aquiles Sepúlveda, quien tendría a su cargo la conducción del taller.

El Dr. Sepúlveda dio la bienvenida a todos los participantes, tanto a quienes asistieron de forma presencial como a los que se conectaron en modalidad virtual. Explicó aspectos logísticos y detalló el contenido programático del taller. Posteriormente, solicitó guardar un minuto de silencio en memoria de las siete personas desaparecidas en el accidente de la lancha *Bruma*.

Acto seguido, se dio inicio a una ronda de presentaciones de los participantes. Previamente, los señores Jorge Farías y Darío Rivas, representantes de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), ofrecieron unas palabras en el contexto del proceso de revisión y fortalecimiento técnico de la evaluación del bacalao de profundidad.

Hora: 09:35

Presentador: Patricio Gálvez.

Presentación: Programa de seguimiento de las pesquerías nacionales, pesquería de demersales (pesquería artesanal).

El investigador Patricio Gálvez, del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), presentó el estado actual de la pesquería artesanal de bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*), en el marco del Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales. La presentación abarcó aspectos técnicos y biológicos, así como la estructura operativa y los resultados del monitoreo de esta pesquería en áreas artesanales y licitadas del litoral chileno.

La exposición tuvo como objetivo principal informar sobre el comportamiento y evolución de los principales indicadores pesqueros y biológicos de la actividad artesanal, para apoyar

a la autoridad pesquera y a los comités técnicos en la regulación, ordenamiento y manejo sustentable del recurso. Se explicó que el área de estudio comprende desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Magallanes, incluyendo aguas interiores y exteriores, y se divide en tres zonas operacionales más la Unidad de Pesquería Licitada (UPL).

La flota artesanal está compuesta mayoritariamente por lanchas de hasta 18 metros de eslora, que operan utilizando espineles verticales con retenida, configurados con entre 2 y 8 anzuelos por línea. Esta técnica se ha mantenido constante, aunque con variaciones estacionales. El análisis de los desembarques mostró que la actividad artesanal se distribuye de manera amplia a lo largo del país, con aportes significativos desde las tres zonas definidas, y una contribución menor desde la UPL, donde también operan embarcaciones artesanales.

Respecto al monitoreo, se destacó el uso de un diseño de muestreo mixto: muestreo en tierra al momento del desembarque y observación directa mediante científicos embarcados. Esta estrategia ha mejorado notablemente la cobertura espacial y la calidad de la información, aunque se advirtió que persiste incertidumbre, especialmente en lo relativo al origen geográfico declarado por los pescadores, siendo esta menor al sur de los 36° LS.

En cuanto a los indicadores de rendimiento pesquero, se observó un gradiente latitudinal positivo, con rendimientos menores en el norte y mayores hacia el sur. En el área artesanal (APA), estos indicadores han mejorado en todas las subzonas en los últimos años. Por su parte, en la UPL, el rendimiento muestra alta variabilidad interanual, atribuida a la baja cobertura de muestreo y a la amplia dispersión de las operaciones.

Desde el punto de vista biológico, se informó que la composición de tamaños en las capturas presenta una alta proporción de ejemplares por debajo de la talla media de madurez sexual (90 cm LT), lo cual es característico de esta pesquería. No obstante, también se detectó un patrón inverso al esperado: las tallas medias de los ejemplares capturados disminuyen hacia el sur, siendo mayores en la zona norte del APA.

Finalmente, se presentaron comparaciones entre las estructuras de tallas obtenidas en muestreos en tierra, en embarcaciones con observador científico a bordo y en estudios piloto recientes. Estas comparaciones evidenciaron diferencias relevantes que podrían estar asociadas al tipo de muestreo, la localización geográfica y el tamaño de muestra. Se concluyó que es necesario continuar fortaleciendo la cobertura de observadores científicos en la pesquería artesanal y mejorar la trazabilidad del origen de las capturas, para reducir las incertidumbres existentes y asegurar un manejo más efectivo del recurso.

Hora: 11:40

Presentador: Renato Céspedes.

Presentación: Programa de seguimiento de las pesquerías nacionales, pesquería de demersales (pesquería industrial).

El investigador Renato Céspedes Michea presentó un análisis actualizado del estado de la pesquería industrial de bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) operativa en el área licitada entre los 47° y 57° de latitud sur. La exposición abordó aspectos históricos, operacionales, biológicos y de monitoreo de esta pesquería, que constituye una de las más relevantes del sector demersal austral chileno.

Durante el periodo 2016-2024, la flota palangrera tipo fábrica ha mantenido un promedio de desembarques en torno a las 1.300 toneladas anuales. Para el año 2024, se estimó un consumo del 99% de la cuota efectiva asignada (1.512 t), y para el año 2025, la cuota

preliminar total alcanza las 2.516 t, de las cuales 1.726 t corresponden al sector industrial. La flota industrial actualmente operativa está compuesta por cinco naves: *Globalpesca I*, *Globalpesca II*, *Puerto Ballena*, *Puerto Toro* y *Cisne Blanco*, en contraste con años anteriores donde se operaban hasta 12 embarcaciones, evidenciando una reducción sostenida en la capacidad operativa.

En cuanto a la distribución espacio-temporal del esfuerzo, los datos muestran una marcada concentración de la actividad pesquera al sur del paralelo 54° S, en proximidad al límite con Argentina. Esta concentración ha sido constante entre los años 2019 y 2024, aunque se han registrado incursiones ocasionales a zonas más septentrionales (47°-53° S).

El rendimiento pesquero nominal, expresado en gramos por anzuelo y por barandillo, ha mostrado una tendencia positiva desde 2013, alcanzando en 2024 los valores más altos desde la implementación del aparejo tipo “cachalotero”, a pesar de la interacción recurrente con mamíferos marinos como orcas y cachalotes, que afectan la eficiencia de captura. Se destacó que el diseño de muestreo biológico ha sido tri-etápico estratificado, con una mejora progresiva en la cobertura de observadores científicos, alcanzando el 100% de cobertura en 2024.

En términos biológicos, se observó un cambio progresivo en la estructura de tallas a partir de 2018, con un aumento en la proporción de ejemplares adultos de mayor tamaño (≥ 120 cm) y una presencia relevante de juveniles en los últimos años. Este cambio ha sido más notable en la zona sur (54°-57° S), mientras que en la zona norte (47°-53° S) predominan ejemplares más pequeños. Asimismo, los análisis de composición por edad sugieren un buen reclutamiento derivado de posibles eventos de desove ocurridos entre 2011 y 2014, reflejados en el ingreso de grupos etarios VIII, IX y X entre 2021 y 2023.

Finalmente, se hizo énfasis en la necesidad de fortalecer el monitoreo pesquero y biológico mediante la mantención de cobertura total de observadores científicos en los viajes de pesca, dado que persisten fuentes de incertidumbre asociadas a la interacción con mamíferos marinos y a los patrones migratorios del recurso, especialmente en contextos de conectividad biogeográfica con el Atlántico sur.

SESIÓN DE LA TARDE (6 DE MAYO)

Hora: 15:07

Presentador: Guillermo Moyano.

Presentación: Edad y crecimiento de bacalao de profundidad.

El investigador Guillermo Moyano, presentó los antecedentes y resultados de la evaluación del componente de edad y crecimiento del recurso bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*).

La presentación comenzó con una contextualización histórica de los métodos utilizados para la determinación de edad. Desde el año 1991 hasta aproximadamente 2006, se utilizó predominantemente el análisis de escamas, con procedimientos estandarizados que incluían hidratación por 24 horas y montaje en portaobjetos para su lectura microscópica. A partir del año 2007, se incorporaron de manera sistemática los otolitos como estructura principal para la lectura de edad, marcando un cambio metodológico relevante.

Se mostraron resultados de análisis comparativos entre ambas estructuras (escamas y otolitos), los cuales arrojaron diferencias no significativas en la determinación de edad en algunos períodos ($p > 0,05$). No obstante, se reconoció que los otolitos ofrecen mayor precisión, razón por la cual han sido el método estándar desde 2007 hasta la actualidad.

En cuanto al tamaño de muestra, se reportaron cifras desagregadas por flota (industrial y artesanal), destacando un esfuerzo significativo en la recolección de otolitos en ambas áreas (Unidad de Pesquería Licitada y Área de Pesca Artesanal). Además, se presentó una comparación de los pesos medios de los ejemplares analizados por flota, observándose diferencias esperadas debido a los patrones operacionales diferenciados entre ambas pesquerías.

Respecto a los desembarques por grupo de edad, se expusieron datos recientes que evidencian la composición etaria de las capturas tanto en la flota industrial como en la artesanal. Asimismo, se incluyó una serie histórica de desembarques (1996–2023) por grupo de edad, la cual sirve de insumo clave para los modelos de evaluación de stock y proyecciones de manejo del recurso.

Finalmente, se destacó la importancia de continuar con los esfuerzos de estandarización, validación y comparación de métodos de lectura, así como el fortalecimiento de la cobertura muestral para garantizar la representatividad de los datos. En este contexto, se planteó una observación crítica respecto a la supuesta equivalencia entre escamas y otolitos como estructuras para la determinación de edad, lo que pone en duda la similaridad entre ambos métodos. En virtud de ello, se propuso realizar un ejercicio de correlación utilizando los datos actuales, a fin de evaluar cuantitativamente dicha relación. Se acordó avanzar con este análisis, considerando que los cambios en las edades estimadas impactan directamente sobre la identificación de cohortes y, en consecuencia, sobre la evaluación de la estructura poblacional. Asimismo, se mencionó que las estructuras de edades presentadas llamaron la atención, especialmente al ser comparadas con datos provenientes de la pesquería de bacalao en Argentina.

Hora: 16:00

Presentador: Cristian Vargas

Presentación: Programa de investigación y monitoreo del descarte y la captura de pesca incidental en pesquerías demersales.

El investigador Cristian Vargas, del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), presentó los principales resultados del programa de monitoreo del descarte y captura incidental en la pesquería de bacalao de profundidad, correspondiente al período 2015–2023. Esta iniciativa se enmarca en lo establecido por la Ley N° 20.625 y sus planes de reducción de descarte, junto con los compromisos internacionales sobre contaminación marina (Convenio MARPOL Anexo V).

El objetivo del programa ha sido estimar las capturas y descartes de la especie objetivo y fauna acompañante, caracterizar su composición faunística, registrar indicadores biológicos clave, y documentar la captura incidental de especies protegidas, como aves, mamíferos y tortugas marinas. También se ha realizado un seguimiento de la implementación normativa en torno a la retención obligatoria de capturas.

Durante el periodo analizado, se evidenció una importante disminución en el número de embarcaciones industriales activas, pasando de 12 a 5 naves, de las cuales tres fueron sistemáticamente monitoreadas. La cobertura promedio alcanzó un 60% de los viajes y un 41% de los lances observados, cifras que reflejan un esfuerzo constante de observación en condiciones de flota limitada. El patrón espacial de operación confirmó una concentración del esfuerzo pesquero al sur del paralelo 53°S.

En cuanto a la metodología, la estimación de capturas se realizó mediante un diseño de muestreo estratificado bi-etápico, considerando viajes y lances como unidades de muestreo,

con estratificación por tipo de nave y año. La captura total se estimó como la suma de las fracciones retenida y descartada. Para 2023, la fracción descartada del bacalao de profundidad representó apenas un 1,2% del total estimado, mientras que el factor de corrección por descarte alcanzó un valor de 1,01, en tendencia decreciente en los últimos años.

Respecto a la composición faunística, la captura acompañante incluyó principalmente peces óseos y condriktios. Especies como granaderos, rayas, merluzas y tiburones fueron identificadas tanto en la fracción retenida como descartada. La estructura de tamaño de las capturas descartadas resultó similar a la de las retenidas, aunque con alta proporción de ejemplares dañados, principalmente por interacción con mamíferos marinos odontocetos (depredación en el arte de pesca).

En relación con la normativa vigente, se explicó que desde 2018 no está permitido descartar bacalao de profundidad, salvo excepciones establecidas en el artículo 7°B de la Ley General de Pesca y Acuicultura, como daños por depredación, pérdida de calidad, motivos de seguridad, o fallas mecánicas. Este marco regulatorio ha impulsado mejoras significativas en la retención a bordo, tanto del bacalao como de especies acompañantes, contribuyendo a la disminución global del descarte en la pesquería.

Por último, se informó que la pesquería no presenta Captura Incidental Adversa de Mamíferos Marinos (CIAMT), aunque se registraron, en 2023, eventos aislados de captura de aves marinas pertenecientes a dos especies distintas. En conclusión, el programa ha evidenciado mejoras sostenidas en la retención, una reducción significativa del descarte y un manejo más eficiente de la fauna acompañante, en coherencia con la normativa nacional y las buenas prácticas pesqueras.

Hora: 17:10

Discusión general.

El primer día concluye con una discusión sobre la estructura de edad de las capturas de bacalao en diferentes áreas, comparando Chile con Argentina, Falklands y Georgia del Sur. Se debate sobre las posibles razones de las diferencias observadas, incluyendo el tamaño de los peces y los métodos de asignación de edad. Se propone realizar más investigación para validar los métodos de determinación de edad y entender mejor la estructura poblacional. También se menciona la importancia de estimar la depredación por mamíferos marinos y su impacto en las capturas. La próxima reunión se programó para el día siguiente a las 9:00 AM, donde se discutirán modelos, ojivas y aspectos de la historia de vida del recurso.

Hora: 17:30

Cierre de la primera jornada.

Resumen del primer día de taller.

El taller de revisión de la evaluación del bacalao de profundidad en Chile reunió a expertos para analizar datos de la pesquería artesanal e industrial, incluyendo desembarques, rendimientos y estructura de tallas. Se discutieron metodologías de determinación de edad, cambios en la dinámica poblacional y el impacto de la depredación por mamíferos marinos en las capturas. Los participantes debatieron sobre las diferencias observadas en la estructura de edad entre áreas y propusieron realizar más investigación para validar los métodos y comprender mejor la población de bacalao.

MIERCOLES 7 DE MAYO

SESIÓN DE LA MAÑANA

Hora de inicio: 09:15

Comienza el segundo día de taller con la bienvenida de Claudio Gatica y palabras de Aquiles Sepúlveda, quien anuncia un cambio de agenda y saluda a los asistentes. Además, hace un resumen de lo presentado el primer día, principalmente las limitaciones que tiene la pesquería tanto artesanal como industrial y las dudas que tienen los expertos.

Se solicita incluir en las presentaciones las medidas administrativas de la pesquería.

Hora: 09:30

Palabras de la Sra. Claudia Urrutia (Presidenta de la Asociación Gremial de Bacaladeros del Maule).

En su intervención, la Sra. Claudia Urrutia destacó la realización de actividades de capacitación lideradas por Pedro Rubilar y Alejandro Zuleta en la Región del Maule, centradas principalmente en técnicas de marcaje y recaptura de ejemplares. Relató además la experiencia de un estudio impulsado por la propia flota artesanal, orientado a mejorar la calidad de la información científica disponible mediante el marcaje de bacalao de profundidad. Señaló que esta pesquería tuvo sus inicios con la participación exclusiva de la flota artesanal y que, posteriormente, a través de iniciativas de pesca con fines de investigación, se dio paso a la incorporación de la pesca industrial. Asimismo, informó que en su momento se solicitó a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura la posibilidad de autorizar operaciones extractivas en fechas distintas a las habituales, particularmente en el mes de octubre. Finalmente, hizo hincapié en la variabilidad observada en el tamaño de los peces según la zona de pesca —dependiendo del lugar de calado— y manifestó la importancia de realizar mediciones de talla en todas las embarcaciones, con el fin de contar con una caracterización más representativa del recurso.

Hora: 10:05

Presentador: Heide Heredia.

Presentación: Modelo conceptual de Bacalao.

La presentación abordó los principales componentes biológicos, ecológicos y pesqueros del bacalao de profundidad, estructurados en torno a los siguientes ejes: distribución, hipótesis de unidad de stock, estructura poblacional, áreas y épocas de desove, madurez, patrones migratorios y movimientos, parámetros de crecimiento, mortalidad natural y consideraciones ecosistémicas.

Se destacó que la distribución del bacalao de profundidad es circumpolar y se extiende de manera continua entre las plataformas del Pacífico y Atlántico del Cono Sur de América, incluyendo las Islas Malvinas. El hábitat abarca profundidades de hasta 3850 metros y temperaturas $> 1.4^{\circ}\text{C}$ ($2-11^{\circ}\text{C}$), siendo los adultos más profundos y los juveniles más superficiales.

Respecto a la hipótesis de unidad de stock, se revisaron antecedentes genéticos y ecológicos que sustentan la idea de un solo stock sudamericano. Sin embargo, se consideraron dos enfoques en la evaluación de 2023: uno nacional, que asume independencia del reclutamiento desde el Atlántico; y otro restringido al Área Licitada, tratándola como una población cerrada. Ambos enfoques continúan vigentes para las evaluaciones actuales.

La estructura poblacional, sustentada en marcadores genéticos y morfometría de otolitos, indica que no existe diferenciación genética significativa entre plataformas Pacífica y Patagónica, lo que sugiere continuidad del hábitat. A su vez, el Frente Polar Antártico actúa como una barrera que define agrupamientos poblacionales más amplios.

Se identificaron zonas de desove principales en el sur de Chile, con eventos importantes entre julio y agosto, y secundarios en mayo. Estas zonas podrían estar conectadas con otras áreas del Atlántico sur, como Burdwood Bank. La madurez sexual del bacalao muestra diferencias entre sexos y una variabilidad geográfica considerable en talla y edad.

En cuanto a los movimientos, si bien la mayoría de los adultos presentan fidelidad espacial (desplazamientos menores a 50 km), existe una fracción significativa (al menos 10%) que realiza migraciones de larga distancia, superando incluso los 1000 km. Estas migraciones, junto con el transporte de huevos y larvas, explicarían la conectividad entre las plataformas. Se resaltó el rol emergente de las Áreas Marinas Protegidas (AMP) en la dinámica de esta especie. Aunque aún no se pueden cuantificar plenamente sus efectos debido al corto tiempo desde su implementación, se espera un impacto positivo en la abundancia y reproducción del recurso, particularmente en zonas como Namuncurá-Burdwood Bank, Yaganes y el Parque Marino Diego Ramírez-Paso Drake.

Finalmente, se analizaron parámetros biológicos esenciales como la función de crecimiento de von Bertalanffy y la mortalidad natural en diversas regiones, así como aspectos tróficos y de interacción ecológica. La dieta del bacalao presenta cambios ontogenéticos y geográficos, siendo considerada oportunista y en ocasiones canibal. Sus depredadores varían según el estadio de vida, destacando los cetáceos como orcas y cachalotes en interacción con la pesquería.

Hora: 11:30

Presentador: Francisco Contreras.

Presentación: Estimaciones de índices de abundancia relativa de bacalao de profundidad soportadas en datos de las pesquerías industrial y artesanal de Chile.

Durante la sesión, el investigador Francisco Contreras expuso el trabajo realizado para estimar índices de abundancia relativa de bacalao de profundidad mediante la estandarización de las tasas de captura (CPUE) tanto en la flota artesanal como en la industrial, utilizando datos históricos y actuales comprendidos entre los años 1986 y 2023.

Para la flota artesanal, se señaló que el análisis de CPUE se construyó a partir de dos fuentes de datos principales: el proyecto FIP 96-32 (1986–1997) y los registros de seguimiento del IFOP (1998–2023). A fin de garantizar la continuidad metodológica en la serie de datos, los registros del IFOP fueron ajustados a la estructura del proyecto FIP 96-32, lo que permitió armonizar las variables de captura y esfuerzo. Los datos fueron estratificados según zonas latitudinales y categorías de potencia de motor, siendo las categorías 3, 5 y 6 (90–250 HP) las más representativas, concentrando un 64% de las operaciones.

Se destacó que el 92,6% de los datos corresponde al periodo 1986–2003, con una significativa disminución del monitoreo a partir de 2004, reflejando cambios en la cobertura de muestreo más que variaciones en la actividad pesquera. En 2023, se observó un aumento considerable en los registros, destacando la predominancia de embarcaciones de categoría 9 (>300 HP), lo cual se asocia a operaciones en zonas de mayor latitud y condiciones más exigentes.

La estandarización del esfuerzo se realizó considerando viajes de menos de 30 días fuera de puerto, eliminando valores atípicos que podrían distorsionar los análisis. Los resultados indicaron una fuerte disminución de las tasas de captura desde 1986 (252 kg/viaje) hasta 1998 (56 kg/viaje), seguida por una tendencia general estable. Sin embargo, a partir de 2021 se observó una recuperación con tasas superiores a 150 kg/viaje, y en 2023 se estimó un rendimiento de 117 kg/viaje. Se identificó el modelo GLMM 3 como el más adecuado para representar esta variabilidad, con mejor ajuste estadístico según los criterios AIC y BIC.

En cuanto a la pesquería industrial, los datos utilizados abarcaron el periodo 2007–2023, siendo provistos por CEPES (2007–2013) y por el IFOP a través de bitácoras de tripulaciones y observadores científicos. La operación industrial se concentró mayoritariamente en los caladeros más australes (áreas 6 y 7), y desde 2008 se operó exclusivamente con el arte de pesca "cachalotera".

La estandarización de la CPUE industrial se basó en un subconjunto de barcos con actividad constante y significativa, para asegurar representatividad del esfuerzo dirigido. Se aplicaron modelos GLMM incorporando efectos aleatorios de barco y zona, resultando el modelo 2 como el más adecuado. Las series mostraron una reducción de la abundancia relativa del recurso en un 50% entre 2007 y 2014, seguida de una estabilización entre 2014 y 2020. A partir de 2021 se observó un incremento sostenido, alcanzando en 2023 una CPUE de 0,059 kg/barandillo·hora, 2,27 veces superior al promedio del periodo 2012–2020.

En resumen, tanto para la flota artesanal como industrial, las series estandarizadas muestran evidencia de una recuperación parcial del stock de bacalao de profundidad en los últimos años, aunque las tasas actuales aún no alcanzan los niveles históricos más altos. Estos resultados son fundamentales para informar las futuras recomendaciones de manejo y conservación de este recurso de alto valor ecológico y económico.

MIÉRCOLES 7 DE MAYO

SESIÓN DE LA TARDE

15.00

Modelo Evaluación de stock Nacional y AL

Presenta: Francisco Contreras

Comentarios generales del modelo evaluación de stock nacional como preámbulo. El modelo consta de 3 objetivos específicos, 1) Implementar el procedimiento de manejo vigente, determinando el estatus del recurso y la captura biológicamente aceptable (CBA), 2) valorar bajo incertidumbre la probabilidad de alcanzar los objetivos de manejo y 3) Asesorar a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, al Comité Científico Técnico y a los Comités de Manejo en las materias técnicas. La modelación es por medio del modelo AMAK, el cual tiene las siguientes características:

Modelo integrado (estructurado por edades) que proyecta la población hacia adelante a partir de una condición inicial, resolviendo los parámetros mediante máxima verosimilitud. La plataforma permite ajustar los parámetros de un máximo de siete componentes de una función de máxima verosimilitud penalizada, incluyendo los parámetros correspondientes a los índices de abundancia, selectividad, reclutamiento, capturas, proporciones por edad, mortalidad por pesca, distribuciones a priori para la mortalidad natural y la capturabilidad de los índices de abundancia. Las selectividades se pueden modelar usando una selectividad

logística o usando coeficientes que son penalizados para lograr que la curvatura de la selectividad por edades pueda adoptar diferentes formas (i.e., logístico, domo). Además, es posible permitir que los parámetros que definen la selectividad varíen a través del tiempo a través de una caminata aleatoria.

La composición de edades/longitudes de la captura es modelada en AMAK usando distribuciones multinomiales, requiriendo ésta de una medida del tamaño efectivo de muestra para cada año con información de edad/longitud. La incertidumbre de los parámetros estimados puede ser aproximada usando Markov chain Monte Carlo (MCMC) o a través de método delta (Magnusson et al. 2013). AMAK modela la captura a la edad con la ecuación de Baranov (1918).

Además, la dinámica de la población sigue el número de individuos por edades a través de la historia de las capturas con la mortalidad natural y por pesca actuando sobre los 28 grupos de edad que son modelados (3 a 30+). En cada año, los reclutamientos de edad 3 son estimados como desviaciones desde el valor medio esperado de una curva de stock-reclutas de Beverton y Holt (1957).

Término de la colaboración con el INIDEP en bacalao de profundidad. Al menos mientras los datos argentinos se estén empleando para el manejo en Chile). Separación del Comité de Manejo en dos (Artesanal e Industrial) mueve el interés hacia modelos conceptuales que sugieran una conectividad reducida entre el área de pesca artesanal (APA) y el área sujeta a licitación (UPL).

Se detalla la evolución metodológica del modelo para estatus y posibilidades de explotación desde el 2012 en adelante, con cambios en la plataforma de modelación y otros componentes de la modelación.

Se indica que en ausencia de un PM de la pesquería el CCT acordó que el proceso de evaluación de stock y manejo:

Use un modelo que integra toda la información disponible tanto del área de pesca artesanal como del área licitada (APA + AL). Este caso, que se ha implementado hasta la evaluación del año 2022 y durante el año 2024, se condiciona considerando que el bacalao de profundidad que estaría distribuido en el Pacífico sur oriental corresponde a una población cerrada con relación a los individuos desovantes y al reclutamiento y de este modo que éste es independiente de las capturas realizadas en el Atlántico.

Uso de un modelo que considera solo la información disponible para el área licitada (AL). En este caso se condiciona considerando que el bacalao de profundidad estaría distribuido en el área licitada corresponde a una población cerrada con relación a los individuos desovantes y al reclutamiento, y de este modo que ésta es independiente de las capturas realizadas en el área de pesca artesanal y en el Atlántico.

Utilizar un modelo que analice mediante un enfoque de datos pobres la condición del recurso al norte de la latitud 47°S, con la finalidad de analizar de la condición del recurso bajo un enfoque menos exigente en información, que permita conocer e integrar las particularidades de la flota artesanal.

Modelo Evaluación de stock área Norte APA

Presenta: Selim Musleh

El modelo se basa en SPiCT un modelo de dato pobre que incorpora capturas e índices, se asume que la población es cerrada. Posee un enfoque bayesiano donde el modelo estado-espacio separa la variabilidad estocástica de la dinámica y de la observación (índice). Este

modelo se solicita por Subpesca con fines de manejo en la zona norte de la distribución de bacalao. (norte de los 47° LS)

Se muestra la historia de los desembarques y del índice estandarizado (modelo mixto con interacción). Ambos indicadores son utilizados en la modelación.

El modelo asume que la población es cerrada y que la distribución por tamaño, edad y sexo es constante. Se asume una capacidad de captura y selectividad constante. La mortalidad natural está incluida en la tasa de crecimiento poblacional y la captura y esfuerzo se asumen sin subreporte.

Se muestra un detalle de los principales parámetros del modelo y el ajuste del índice de CPUE estandarizado con bajo nivel de autocorrelación y residuales normales.

Muestra la biomasa relativa (Bt/BMSY), mortalidad por pesca relativa (Ft/FMSY), la biomasa absoluta y las capturas. En gran parte del período se observa que la biomasa se ubica por sobre el objetivo.

Se muestra el diagrama de fases que describe el estatus de bacalao zona norte. Destaca las diferencias en el estatus desde el año 2023 al 2024 y esto se debe al uso de los índices de CPUE seleccionados.

Se muestra las proyecciones de corto y mediano plazo basado en el tiempo hacia el BMSY bajo cierto nivel de FMSY

Los análisis retrospectivos muestran que aumenta la incertidumbre en los años terminales con leves patrones retrospectivos.

Se discute que el actual modelo permite realizar estimaciones para estatus y CBA y no se revelan problemas con el diagnósticos del modelo. Se concluye que el modelo es sensible a las piezas de información (Captura e Índice de CPUE).

Se observan amplios intervalos de confianza en la estimación de parámetros y el modelo no utiliza parámetros de historia de vida ni estructura de edades/tallas

Se sugiere que las evaluaciones con datos limitados deben ser miradas con cautela, especialmente debido a sus supuestos.

Se consultan por las priors para la CPUE y que estas deben ser reportadas para ser evaluadas por los revisores. Para revisar el grado de información que agregan.

Qué tan informativa es la prior del reclutamiento el cual va a impactar el estatus basado en el MSY

Se discuten respecto de las priors en FMSY es coherente entre la prior y la posterior, no así el caso de alfa y beta. El revisor pide ver los valores de los parámetros actualizados.

Se discute del cambio del estatus del 2023 a 2024 y q es por efecto del cambio en el índice de CPUE. ¿Qué motiva las diferencias en la tendencia de la CPUE hacia la recuperación?

Los cambios deberían ser lentos por lo longevo de la especie. El evaluador indica que puede ser por migración u otro aspecto biológico. Al analizar el diagnostico se puede observar el sesgo en los residuos del índice CPUE, donde al final de la serie se aprecia altos residuos positivos.

Modelo Evaluación de stock área lícitada (AL)

Presenta: Francisco Contreras

Modelo considera sólo la plataforma Pacífica (latitudes 47°00' a 57° S. aproximadamente). Incluye la fracción artesanal y la pesquería industrial al sur de 47°S. Se asume que el stock distribuido en el AL es cerrado con respecto a los desovantes y el reclutamiento (i.e. no existe una migración significativa de larvas, juveniles o adultos desde y hacia lado Atlántico y desde y hacia el APA).

Datos de flota industrial palangre y cachalotera. El desembarque artesanal AL se observa desde 1978. Por su parte la flota industrial se observa desde 1988.

Se muestra la estructura de edades

Se muestra la abundancia relativa (CPUE) desde 2007 y se detallan los parámetros de crecimiento utilizados en el modelo.

Ajustes, desembarque artesanal e industrial presentan buen desempeño debido al bajo valor de CV.

Ajuste de las estructuras industrial entre 2007-2023 tiene buen desempeño, salvo el grupo plus de los últimos años. Se discute respecto del grupo de edad 20 años que aparece en las estructuras. No se da una respuesta frente a esta condición.

Los niveles de mortalidades se encuentran por debajo de M

Los reclutamientos muestran desvíos positivos y negativos en la tendencia con un alto grado de dispersión que da cuenta de alta incertidumbre.

Las biomásas desovante y total muestra una declinación sostenida, pero estabilizándose en los últimos 7 años.

La reducción del stock se ubica en 50% respecto de B_0 .

El estatus muestra que bacalao se encuentra subexplotado hasta el año 2023, donde la mayor parte de las trayectorias se ubica en zona de altas biomásas.

DIA 3

JUEVES 8 DE MAYO

Aspectos de la frecuencia de edad y claves edad-talla

Expone: Guillermo Moyano

El día 2 se discutió respecto del grupo de edad 20 años que aparece en las estructuras. Se explica que la mayor frecuencia de esta edad se debe a un mayor número de muestras para dicho grupo etario.

Una de las causas de porque se aplana la frecuencia de edades más viejas. Las primeras edades evidencian una progresión modal, pero desde la edad 18 muchos grupos de edades conforman un estrecho rango de tallas, debido al traslapamiento de las edades respecto de las tallas.

Modelo evaluación de stock nacional

Expone: Francisco Contreras

Muestra el ajuste del modelo a las capturas industriales (1989-2023) y artesanales (1978-2023). Modelo escala nacional (APA + AL). El ajuste presenta buen desempeño.

Ajuste del modelo a los índices de abundancia relativa. A): ajuste de los índices estimados con datos de la pesca de palangre (1992-2006) y cachalotera (2007-2023). B): ajuste del índice estimado con datos de la pesca artesanal (1986-2022).

El ajuste del índice de abundancia artesanal e industrial. El ajuste del 2021 y 2022 obtiene un bajo ajuste. En el caso de la industria, solo el año 2021 al 2023 el ajuste bajo.

El ajuste de las estructuras industrial es capaz de seguir la tendencia, pero algunos años no se logra el ajuste con problemas en la edad 20 y en el grupo plus.

Ajuste de edades medias es bueno recogiendo la tendencia positiva. El ajuste global de la flota industrial no logra ajustar en las edades 14 y 19 con una sobreestimación de importancia.

En la flota artesanal se recoge la tendencia de las edades medias, y al contrario de lo industrial la estructura de edades es bien recogida

Las mortalidades por pesca se ven por debajo de mortalidad natural.

Los Reclutamientos tienen alta dispersión y con desvíos negativos y positivos respecto de R_0

La biomasa indica un decaimiento desde 1992 y llegando el ultimo periodo en 140 mil ton. La biomasa desovante tiene una tendencia similar a la biomasa total, salvo algunos años donde se estabilizó.

La reducción del stock respecto B_0 parte en 80% y llega a 2023 cerca del 40%

El diagrama de fases de explotación muestra una población que parte de 1978 superando el RMS en varios años en subexplotación. En la actualidad se encuentra en plena explotación.

Desde el análisis retrospectivo se observan tendencias en la biomasa total, desovante y en el agotamiento. Existe una importante subestimación.

Se muestran los escenarios en el análisis de sensibilidad, destacando ensayos en steepness (h), M , madurez. Destaca que cuando h es estimado de manera libre llega a 0,41 (más bajo que el escenario base), lo que impacta en una mayor B_0 y en consecuencia el agotamiento se incrementa.

Se consulta respecto de la ojiva de madurez, se busca respuesta a la razón de no contar con una propia ojiva. Se responde que es factible volver a visitar y escoger una nueva ojiva. No obstante, el valor utilizado tiene sustento metodológico, y por lo tanto, es adecuado utilizarlo. Pese a lo anterior, y en virtud de los cambios que puede experimentar el stock, se reconoce la necesidad de revisar la madurez.

Análisis demostrativo

Expone: Jim Ianelli

Se muestra el reclutamiento del modelo nacional con un reclutamiento alto al comienzo de la serie y con alta variabilidad dado por el valor de sigma R.

Se mostraron escenarios con focos en edades 20 y grupo plus.

Se sugiere considerar los bloques de grupos de edad sobre todo focalizado desde el grupo 20 en adelante.

Se consulta por los parámetros de crecimiento dentro del modelo. No se estima la longitud asintótica (L_∞) ni la tasa de crecimiento (k) (asumidos de Ojeda). t_0 no se estima y no aparece en el código de datos.

Se muestra diagrama de fases con escenarios 20 y 30+ y las tendencias de biomasa total, desovante y reclutamiento.

El experto indica que generalmente, la variación del reclutamiento es muy baja. Existe una extraña compensación entre la varianza del reclutamiento (Sigma R) y steepness, la selectividad en la flota artesanal y la estimación anómalamente alta del reclutamiento temprano.

Se debería intentar ajustar la composición por edad y talla con diferentes tamaños de muestra de entrada. Se sugiere observar la matriz de error de edades.

JUEVES 8 MAYO

SESION TARDE

PBR y normativa

Presenta: Francisco Contreras

Especifica el marco biológico de referencia para este stock y como se enmarca en el manejo pesquero actual.

Detalla la normativa asociado a los PBRs y el diagrama de fases que determina el estatus, realizado por medio del proyecto de revisión de PBRs nacional. Las pesquerías se clasificaron por niveles o tiers en base a la información disponible.

Para bacalao F_{RMS} equivale al sustituto de la mortalidad por pesca al 45% de la biomasa desovante por recluta ($F_{45\%SPR}$) y la biomasa en el RMS (B_{RMS}) equivale a un 45% del producto entre la media geométrica del reclutamiento y la biomasa desovante por recluta virginal.

Se muestra el tipo de diagrama de fases en colores y los límites en el RMS

Entre las medidas administrativas destaca:

Párrafo 1°, Artículo 3°, letra c) En la determinación de la cuota global de captura se deberá;

- a) Mantener o llevar la pesquería hacia el rendimiento máximo sostenible, considerando las características biológicas de los recursos explotados.
- b) Fijar su monto dentro del rango determinado por el Comité Científico Técnico en su informe técnico y
- c) Cualquier modificación de la cuota global de captura, que implique un aumento o disminución de la misma, deberá sustentarse en nuevos antecedentes científicos, debiendo someterse al mismo procedimiento establecido para su determinación.

CBA y proyecciones

Presenta: Francisco Contreras

Especifica la estrategia de explotación en la proyección del stock considerando los descartes

Detalla el protocolo de la estimación de CBA. Para evaluar este objetivo bajo el enfoque de pesquería nacional y en la zona AL, se realizarán proyecciones de la población en un horizonte de mediano plazo (5 años) y largo plazo (50 años), este último periodo corresponde con un período generacional (Horn 2002), el cual es un período apropiado para juzgar la probabilidad de alcanzar los objetivos de manejo bajo las estrategias de mortalidad por pesca constante aplicadas para los cálculos de CBA.

Se muestra tabla con el desempeño de las proyecciones con todos los escenarios de F_{RMS} y fracciones de ella para el corto plazo (5 años) y largo plazo (40 años).

Las proyecciones muestran que F_{RMS} genera un baja del nivel de B_{RMS} , el resto de los escenarios de F con menor nivel de F_{RMS} generan mayor niveles de biomasa desovante en todo el tiempo de proyección.

La F_{RMS} establece un nivel estimado de Captura Biológicamente Aceptable (CBA) de 6.846 toneladas de bacalao de profundidad para el año 2025.

Aspectos relacionados con las estructuras de tallas

Presenta: Patricio Bernal

Se muestra la base de datos de bacalao artesanal e industrial histórica. Compuesta por; biológico artesanal, biológico palangre, bitácora palangre, bitácora artesanal, especies, longitud artesanal, longitud palangre y puertos.

Se sugiere en base a lo observado, que se ajuste los modelos a las estructuras de tallas tanto para sexos combinados como separados. Filtrar error de la asignación de edad.

Ver asignación de edad por el comportamiento de la clave

Aspectos de mejora en el seguimiento de peces de fondo e interacción con otras especies (mamíferos marinos) y como esto puede afectar el índice de CPUE.

VIERNES 9 DE MAYO

Hora de inicio 10:10

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES DEL TALLER.

El señor Claudio Gatica inició la sesión informando sobre las fechas e hitos relevantes del proyecto. En particular, destacó que el Taller 2 se realizará entre los días 8 y 12 de enero del 2026.

A continuación, Aquiles Sepúlveda tomó la palabra para realizar una síntesis de lo avanzado hasta la fecha, destacando las posibles mejoras que se han identificado durante el proceso. Aprovechó la instancia para agradecer a Francisco Contreras y al equipo del IFOP por el esfuerzo y compromiso demostrado en la organización y desarrollo del taller. Asimismo, presentó parte de la agenda del día, proponiendo que los asistentes aprovechen la instancia para realizar preguntas y plantear inquietudes a los expertos presentes.

Durante la ronda de intervenciones, Darío Rivas agradeció la realización del taller y expresó su satisfacción al constatar que, hasta el momento, no se han identificado grandes problemas en la evaluación del bacalao. En la misma línea, Carlos Techeira agradeció al equipo del IFOP por el trabajo desarrollado. Por su parte, Francisco Contreras valoró positivamente estas instancias, señalando que permiten avanzar tanto a nivel institucional como nacional. Agradeció a los expertos invitados y a sus colegas del IFOP por el trabajo colaborativo.

El señor Jorge Farías también expresó su agradecimiento al IFOP, destacando que estas instancias son muy enriquecedoras. Agradeció particularmente a INPESCA por liderar y fomentar este tipo de espacios de intercambio técnico-científico. A su vez, Claudia Urrutia recalcó que estos encuentros no solo fortalecen el componente científico, sino que también permiten un mejoramiento continuo en aspectos sociales del manejo pesquero.

En una segunda parte de la jornada, Roberto Licandeo realizó una síntesis preliminar de los aspectos que deberían ser mejorados. Entre ellos, destacó la necesidad de ajustar el diseño de muestreo, ya que en algunas zonas se registra una mayor proporción de juveniles en las capturas. Propuso considerar medidas similares a las adoptadas por la CCAMLR, como restringir la pesca a profundidades superiores a los 600 o 700 metros.

Pedro Rubilar coincidió en la observación, indicando que en la pesca industrial también se han detectado zonas con alta proporción de juveniles, valorando positivamente la sugerencia de Roberto. En tanto, Patricio Gálvez añadió que existen distintas tácticas de pesca según la zona: por ejemplo, en el norte los calados suelen ser más profundos que en el centro-sur, y en ocasiones se pesca más cerca de la costa debido a condiciones climáticas adversas.

Roberto Licandeo recalcó que el objetivo central debe ser evitar la captura de juveniles. En esa línea, Aquiles propuso considerar la implementación de la regla del “move on”, que

implica cambiar de zona cuando se detecta una alta proporción de juveniles. Claudia Urrutia complementó indicando que todavía faltan estudios para definir con mayor certeza la talla de primera madurez. Roberto propuso como tarea para SUBPESCA recopilar las normativas de la CCAMLR y evaluar cuáles podrían ser aplicables en el contexto nacional. Claudia añadió que también corresponde esta tarea a SERNAPESCA.

Posteriormente, Alejandro Zuleta se comprometió a presentar un ejemplo de estudio colaborativo que permita una evaluación directa del bacalao mediante el uso de palangre. En la misma línea, Roberto indicó que sería muy valioso realizar un estudio orientado a estimar la abundancia del bacalao.

Patricio Gálvez expresó ciertas reservas respecto de las ideas planteadas, cuestionando la viabilidad de su implementación en el corto plazo. Aquiles respondió indicando que se requiere un esfuerzo conjunto entre los sectores artesanal, industrial y el IFOP para mejorar la calidad de los datos de entrada en los modelos de evaluación.

Roberto señaló además que hay aspectos del modelo que deben revisarse, proponiendo en particular el desarrollo de un modelo separado por sexos. En ese contexto, Alejandro destacó que los compradores finales están exigiendo cada vez más condiciones asociadas a la sustentabilidad, lo que refuerza la necesidad de un trabajo colaborativo. Señaló que se encuentran trabajando en una bitácora que contribuya a mejorar el conocimiento sobre el bacalao.

Finalmente, Jim indicó que el tamaño del pez es una variable crítica, por lo que es necesario mejorar los cálculos de talla-edad para evitar sesgos en el modelo. Citó como ejemplo la pesquería de halibut del Pacífico en Alaska, donde los peces de mayor tamaño son hembras, destacando la importancia de diferenciar por sexo. También sugirió realizar estudios de reclutamiento y mejorar la medición de frecuencia de talla, así como tener en cuenta otras pesquerías como la del sea bass. Francisco Contreras cerró destacando que ha estado revisando estos puntos con Jim, reconociendo la importancia de sus observaciones y la necesidad de implementar dichas sugerencias en el proceso evaluativo.

Se discute respecto de los protocolos de muestreo en las flotas artesanales e industriales, como obtener la mejor toma de muestra y obtener la procedencia de las muestras. Los revisores consultan si es posible obtener la proporción sexual a partir del muestreo de tallas. Se responde que es posible y se debe coordinar con los operadores y marcar solo las hembras para distinguir (como procedimiento simple).

Cuando hay sobreposición de datos desde distintas fuentes y distribución. Se discute de la sensibilidad del modelo spict a los índices de CPUE y la necesidad de mejorar el modelo. Sin embargo, el avance va condicionado a las prioridades y los tiempos de desarrollo.

8 Conclusiones Informe de Avance 1

La evaluación actual del stock de bacalao de profundidad en Chile, estructurada sobre un modelo integrado por edades, presenta avances metodológicos destacados desde la pasada revisión de la evaluación de stock en 2013. No obstante, persisten deficiencias estructurales que comprometen la confiabilidad de las estimaciones y, por ende, la solidez de las recomendaciones de manejo. Un aspecto central que limita la confianza en los resultados del modelo es la fuerte presencia de patrones retrospectivos, los cuales indican una tendencia sistemática a sobre-estimar tanto la biomasa desovante como el reclutamiento. Esta tendencia es especialmente preocupante para una especie longeva y de madurez tardía, cuya recuperación frente a una sobreexplotación es naturalmente más lenta.

Las composiciones de edad utilizadas en el modelo, particularmente las provenientes de la flota industrial, muestran una estructura atípica, con una marcada acumulación de individuos longevos (30+ años) y escasa variabilidad interanual en las clases de edad intermedias. Este patrón, se aparta de la estructura esperada en poblaciones explotadas bajo mortalidad por pesca constante, sugiriendo problemas en la representatividad del muestreo, sesgos en la selectividad de los artes de pesca o deficiencias en los procedimientos de lectura de otolitos. En contraste, las composiciones de longitud parecen contener señales de cohorte más consistentes, lo que plantea la necesidad de considerar modelos alternativos basados en datos de longitud, especialmente como herramienta exploratoria o complementaria.

Una limitación crítica es la ausencia de estimaciones de abundancia independientes a la pesquería. Actualmente, la evaluación se sustenta exclusivamente en índices de CPUE, los cuales pueden presentar características de hiper-estabilidad, particularmente en el caso de la flota industrial. Esto es especialmente problemático dado que el modelo no logra ajustar adecuadamente los índices de abundancia disponibles, y la CPUE artesanal, a pesar de su cobertura temporal, ha disminuido en calidad y representatividad en los últimos años. El 85,9% de los datos corresponden al período 1986-2003, mientras que apenas un 12,5% proviene del período 2017-2023. Además, la ausencia de covariables claves en la estandarización compromete la utilidad de este índice como descriptor confiable de tendencias poblacionales. La escasa cobertura espacial y la variabilidad metodológica adicionalmente reducen su poder diagnóstico.

A nivel estructural de la población de bacalao, persiste considerable incertidumbre sobre la organización espacial del stock. Si bien la separación operativa entre las áreas de pesca artesanal (APA) y lícita (AL) ha sido útil para el diseño de estrategias de monitoreo y evaluación, no existe aún un marco empírico robusto que determine con claridad la conectividad entre estas zonas. Los datos de marcaje disponibles son insuficientes y no se ha implementado un programa sistemático de recaptura que permita cuantificar el intercambio entre unidades geográficas. Esta incertidumbre compromete la validez de los modelos que asumen estructura única o segmentada, y destaca la necesidad de desarrollar un programa de etiquetado conforme a los lineamientos de la CCAMLR, el cual permita evaluar la fidelidad espacial y movimiento de los ejemplares capturados.

Desde el punto de vista biológico, el modelo se apoya en una caracterización de parámetros de crecimiento y madurez que, si bien están en línea con otras evaluaciones de bacalao de profundidad, se construyen mediante procedimientos indirectos. Por ejemplo, la edad de madurez se estima a partir de la talla de madurez combinada con parámetros de crecimiento, en lugar de derivarse directamente de datos histológicos o de muestreo reproductivo específico. Este enfoque introduce una fuente adicional de error estructural, en especial si los parámetros de crecimiento utilizados no reflejan fielmente la variación intra e interanual de la población explotada.

En cuanto al tratamiento de la mortalidad por pesca, se reconoce que la tasa estimada actualmente ($F \approx 0.068$), se encuentra dentro del rango sugerido por modelos empíricos basados en la mortalidad natural ($M = 0.15$). Sin embargo, dadas las múltiples fuentes de incertidumbre señaladas, se recomienda explícitamente que las decisiones de manejo adopten un enfoque precautorio. El uso del percentil 15–20% de la distribución de biomasa proyectada, junto con tasas de explotación del orden de $0.75 \times F_{MSY}$ o menores, permitiría compensar los potenciales sesgos del modelo y reducir el riesgo de sobrepesca en un escenario de escasa resiliencia poblacional. Esta estrategia también sería coherente con enfoques adoptados en pesquerías comparables con información limitada, como las del Océano Austral bajo la CCAMLR.

Otro punto de atención reside en el tratamiento de la interacción entre el bacalao de profundidad y su entorno ecológico. Si bien se han documentado con detalle las interacciones entre mamíferos marinos y operaciones pesqueras, estas no han sido incorporadas formalmente en la evaluación del stock. La depredación por orcas y cachalotes puede generar pérdidas significativas no contabilizadas, sesgando tanto las estimaciones de CPUE como las de mortalidad por pesca. Adicionalmente, aunque el sector industrial ha eliminado la mortalidad de aves marinas desde 2008 por medio de la implementación del sistema de palangre tipo “cachalotera”, no se ha documentado un esfuerzo equivalente en el sector artesanal, lo que plantea dudas sobre el cumplimiento de estándares ambientales entre sectores.

Finalmente, se observa una debilidad estructural relacionada con la inexistencia de un marco formal de Evaluación de Estrategias de Manejo (MSE), lo cual limita la capacidad del sistema de evaluación para explorar y cuantificar riesgos asociados a distintas fuentes de incertidumbre. El desarrollo de un modelo operativo de simulación bajo MSE permitiría no solo testear medidas precautorias bajo distintos escenarios de reclutamiento, estructura espacial y disponibilidad de datos, sino también generar recomendaciones de manejo más robustas y transparentes frente a la variabilidad natural de la población.

En resumen, si bien la evaluación actual representa un esfuerzo sustantivo de integración de información y mejoramiento metodológico, las fuentes de incertidumbre tanto en la calidad de los datos como en los supuestos del modelo requieren atención inmediata. El fortalecimiento del monitoreo pesquero, la inclusión de fuentes de información independientes, la validación biológica y el desarrollo de estrategias de manejo basadas en riesgo son elementos fundamentales para asegurar la sostenibilidad de esta pesquería a largo plazo.

9 Anexos Informe de Avance 1

9.1 Documentos de la agencia para expertos

9.1.1 D1. Revisión información base de la historia de vida del bacalao de profundidad.

Distribución y Ecología del Bacalao de Profundidad

El bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) es una especie catalogada como abiso-bentónica (Pavéz *et al.*, 1983) y/o bento-demersal (Salas *et al.*, 1987). En el Pacífico, su distribución abarca desde Ecuador hasta las islas Diego Ramírez (Chile) e islas Shetland del Sur (Antártica). En el Atlántico, se extiende desde el sur de Brasil hasta Argentina, incluyendo las islas Falkland/Malvinas, Georgias del Sur, Sándwich del Sur y Orcadas. En el Océano Índico, habita en aguas de las islas Marion, Prince Edward, Crozet, Kerguelen, Heard, Amsterdam y San Paul (Salas *et al.*, 1987; Trites *et al.*, 1997; Arana & Vega, 1999; González, 2003; Kaschner & Pauly, 2005; Söffker *et al.*, 2015).

El bacalao es una especie de crecimiento lento con una edad de madurez relativamente tardía (8-12 años de edad) y tiene un ciclo de vida sobre los 30 años.

Durante su ciclo de vida, el bacalao de profundidad ocupa un amplio rango batimétrico. Su reclutamiento se concentra en áreas reducidas, y la fase juvenil transcurre en aguas someras donde los individuos permanecen por 4 a 5 meses. En la plataforma Patagónica, la Isla de los Estados es la principal área de reclutamiento, aunque también se han registrado en menor cantidad en la plataforma sur de la Patagonia (Collins *et al.*, 2010). Existe una gran cantidad de información genética y datos relacionados acerca de los peces a lo largo de esta área. Los datos y la información son congruentes. Indican que existe una población única en estas áreas y que esta población es distinta de otras poblaciones de bacalao, incluyendo la más cercana en el área de Georgia del Sur. Resultados recientes indican que podría existir cierta estructuración espacial dentro de esta población en la plataforma Sudamericana/Patagónica, pero con una mezcla e intercambio importante (Ferrada, 2014).

Pesquería del Bacalao de Profundidad en Chile

La pesquería de *Dissostichus eleginoides* en Chile es explotada principalmente por el sector artesanal, desde la Región de Tarapacá hasta la Región de Los Lagos. La especie se distribuye entre los 50 y 3.800 metros de profundidad, siendo más común entre los 1.200 y 1.800 metros. Es conocida comercialmente como "chilean sea bass" o "merluza negra". Su explotación comercial comenzó entre las décadas de 1970 y 1980, con un incremento sostenido en los desembarques, desde 38 toneladas en 1978 hasta 7.000 toneladas en 1986. Este crecimiento fue impulsado por la apertura del mercado externo, la creación de empresas abastecidas por el sector artesanal y el financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo, que facilitó la modernización de embarcaciones y equipos, incrementando el esfuerzo pesquero (Salas *et al.*, 1987).

A pesar de su importancia socioeconómica, el conocimiento sobre la especie y su pesquería en Chile es limitado. Hasta 1987, se identificaba erróneamente a los ejemplares del litoral central como *Dissostichus amissus*, hasta que se determinó que este nombre era un sinónimo inválido de *D. eleginoides* (Oyarzún & Campos, 1987). Diversos estudios han abordado aspectos tróficos y biológico-pesqueros de la especie (Movillo & Bahamonde, 1971; Martínez, 1975; Yáñez & Pizarro, 1984; Flores & Rojas, 1987; Arrizaga *et al.*,

1996). Oyarzún *et al.* (1988) publicaron el único estudio sobre adaptaciones fisiológicas en el talud continental de Chile.

Mortalidad natural

En relación con la tasa de mortalidad natural (M), Yáñez & Pizarro (1984) aplican un $M = 0,1$ y $0,2$ año⁻¹, sobre la base de estimaciones con métodos empíricos. Al sur de la latitud 47°S, Zuleta & Moreno, (1992) estiman $M = 0,15$ año⁻¹, a partir de datos de captura a la edad. En el Atlántico Sur, Shust *et al.* (1990), muestran valores de $0,16$ y $0,18$ año⁻¹ para la población de las islas Georgia del Sur, Moreno & Rubilar (1992) estimaron $M = 0,14$ año⁻¹ $\pm 0,03$, en tanto Arana *et al.* (1994) informa valores entre $0,1$ y $0,2$ año⁻¹, indicando que el valor más probable es de $0,11$ año⁻¹. En las islas Malvinas, Des Clers *et al.* (1996) utilizan $M = 0,1$ año⁻¹ para evaluar el stock de bacalao de profundidad. Ahora, Cubillos & Araya, 2007 estiman la tasa instantánea de mortalidad natural (M), utilizando métodos empíricos, y comparan con estimaciones por clases de edad obtenidas por un método analítico. Estos utilizaron parámetros de crecimiento y talla media de madurez sexual disponible para el recurso con el objeto de considerar el error en los parámetros de entrada, para luego incorporar el error de predicción en la determinación de la varianza. Las estimaciones de M fueron poco precisas, con coeficientes de variación que fluctuaron entre 41 y 60%, y límites de confianza de 95% que fluctuaron entre $0,04$ y $0,39$ año⁻¹. La mediana fluctuó entre $0,1$ y $0,14$ año⁻¹, y fueron comparables con el valor promedio por clases de edad ($M = 0,11$ año⁻¹).

Madurez y Fecundidad

Estudios en el Océano Austral indican que el bacalao de profundidad alcanza la madurez sexual entre los 9 y 10 años de edad, con una longitud de aproximadamente 90-100 cm. En el mar Argentino, la especie se reproduce entre septiembre y octubre, y hembras de 85-95 cm pueden producir cerca de 500.000 huevos. Sin embargo, en Chile no existen estudios detallados sobre la reproducción de la especie. Un estudio preliminar realizado por Collado (1994) al sur del paralelo 47°, basado en el análisis histológico de 26 hembras y una estimación de fecundidad en 40 hembras, sugiere un ciclo ovárico prolongado con un desove anual en primavera. Esto contrasta con estudios internacionales que indican desoves entre marzo y mayo en otras áreas del Océano Austral (Duhamel, 1981; Chikov & Melnikov, 1990; Zhivov & Krivoruchko, 1990).

Administración de la Pesquería

La pesquería del bacalao en Chile está dividida y es administrada como dos componentes espaciales distintas pero contiguas (es decir, un componente artesanal norte de los 47°S y un componente comercial al sur de este lugar— todo esto ocurre dentro de la zona económica exclusiva (ZEE) de Chile). En Chile, la gestión de la pesquería del bacalao de profundidad varía según la ubicación geográfica. Al sur del paralelo 47° S, la pesquería es considerada en desarrollo incipiente y se regula mediante cuotas de captura individual transferibles. Al norte de esta latitud, las restricciones incluyen limitaciones en el tamaño de las embarcaciones (menos de 18 metros de eslora). En la actualidad la pesquería tiene acceso restringido a nuevos operadores. Con cuotas anuales globales de captura, asignadas en forma individual a la flota industrial, mediante subastas anuales. Además, se aplica una limitación al número de total de anzuelos según tipo de embarcación y área geográfica y

está sujeta a veda en las regiones XI a XII (junio-agosto). Desde el año 2019, el recurso es calificado en condición del sobre-pesca.

Alimentación y Papel Ecológico

El bacalao de profundidad es un depredador tope en su ecosistema. Su dieta incluye peces, cefalópodos y crustáceos, desempeñando un papel crucial en la regulación de las poblaciones de estas especies y en el equilibrio del ecosistema marino. Adicionalmente, se conoce que la pesquería del bacalao tiene una fuerte interacción operacional con orcas y cachalotes, existiendo varios estudios que explican la naturaleza de esta interacción en aguas de Chile, situación que también se produce en otras pesquerías mundiales de bacalao (Cáceres et al., 2016). En este caso, los cetáceos depredan sobre las líneas de palangre, en especial con orcas, siendo estas interacciones conocidas hace décadas.

Referencias

- Arana, P., Arredondo, M. & Venturini, V. 1994. Pesca del bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*), efectuada por la flota chilena en torno a la isla Georgia del Sur (1991/1992). Investigaciones Marinas, Valparaíso 22: 67-84.
- Arana, P. M. & Vega, R. 1999. Exploratory for *Dissostichus* spp. in the Antarctic Region (Subarea 48.1, 48.2 and 88.3). CCAMLR Science, 6, 1-17.
- Arrizaga, A., Fuentealba, M., Yañez, V. & Soto, V. 1996. Observaciones sobre la alimentación de *Dissostichus eleginoides* Smitt 1898 (Perciformes, Nototheniidae) en el sur de Chile. Gayana Oceanología, 4(1): 13-19.
- Cáceres, B., Aguayo-Lobo, A. & Acevedo, J. 2016. Interacción entre la pesquería del bacalao de profundidad, *Dissostichus eleginoides* (Nototheniidae), con el cachalote y la orca en el sur de Chile: revisión del estado de conocimiento. Anales Instituto Patagonia (Chile), 2016. Vol. 44(3):21-38.
- Chikov, V.N. & Melnikov, Y.S. 1990. On the question of fecundity of the Patagonian Toothfish, *Dissostichus eleginoides*, in the Region of the Kerguelen Islands. J. of Ichthyology 30 (8): 19-125.
- Collado, S. 1994. Ovogénesis, ciclo reproductivo y fecundidad del Bacalao de Profundidad, *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 (Perciformes-Nototheniidae), capturado en el talud continental del extremo sur de Chile. Seminario de Título presentado al Depto. de Oceanografía de la U. de Concepción para optar al título de Biólogo Marino, Manuscrito 47 p.
- Collins, M. A., Brickle, P., Brown, J. & Belchier, M. 2010. The Patagonian Toothfish: Biology, Ecology and Fishery. In: M Lesser (Ed.) Advances in Marine Biology, Volume 58, pp. 229–289. Academic Press.
- Des Clers, S., Nolan, C.P., Baranowski, R. & Pompert, J. 1996. Preliminary stock assessment of the Patagonian toothfish longline fishery around the Falkland Islands. Journal of Fish Biology 49 (Suppl. A): 145-156.
- Duhamel, 1981. Caractéristiques biologiques des principales espèces de poissons du plateau continental des Iles Kerguelen. Cybium 5, 19-32.
- Ferrada, S. 2014. Chilean Sea Bass Genetics. Presentation at the Chilean Sea Bass Review Workshop. Programa Taller de Revisión Experta de Evaluaciones de stock de Bacalao de profundidad y Camarón nylon 2014. Valparaíso, Chile.
- Flores, H. & Rojas, P. 1987. Contenido gástrico de *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 capturado frente a Valparaíso (Perciformes-Nototheniidae). Investigaciones Marinas, Valparaíso. 15: 33-40.

- González, N.E.F. 2003. Interacciones entre la pesquería artesanal del bacalao de profundidad, *Dissostichus eleginoides*, y cetáceos en aguas del Centro (28°S) – Sur (46°S) de Chile. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar. Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.
- Hureau, J. C. & Ozouf-Costaz, C. 1980. Age determination and growth of *D. Eleginoides* Smitt 1898, from Kerguelen and Crozet Island. *Cybiurn* 3^a. Serie 8: 23-32.
- Kaschner, K. & Pauly, D. 2005. Competition between marine mammals and fisheries: Food for thought. En D.J. Salem & A. N. Rowan (Eds.), *The state of the animals III: 2005* (pp. 95-117). Washington, DC: Humane Society Press.
- Martínez, C. 1975. Análisis biológico del "Bacalao de Profundidad" *Dissostichus amissus* (Gill & Townsend). Instituto de Fomento Pesquero, Chile. Serie Informes Pesqueros (59): 16 p.
- Moreno, C.A. & Rubilar, P.S. 1992. Notas sobre la mortalidad de *Dissostichus eleginoides* de la subarea 48.3. CCAMLR Selected Scientific Papers 9: 21-30.
- Movillo, J. & Bahamonde, N. 1971. Contenido gástrico de *Dissostichus amissus* Gill & Townsend en San Antonio. Noticiario Mensual, Museo Nacional de Historia Natural, 175: 9-11.
- Oyarzún, C. & Campos, P.W. 1987. *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898; consideraciones sobre su determinación taxonómica e implicancias biogeográficas (Pisces, Perciformes, Nototheniidae). *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso, 23(2): 173-192.
- Oyarzún, C., Campos, P.W. & Valeria, H. 1988. Adaptaciones para la flotabilidad en *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 (Pisces, Perciformes, Nototheniidae). *Investigaciones Pesqueras (España)*, 52(4): 455- 466.
- Pávez, P., Yáñez, E., Salas, N., Tarky, W., Rojas, P. & Flores, H. 1983. Estudio del bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) como recurso pesquero en la región de Valparaíso. Evaluación biológica, tecnológica y económica. Estudios y Documentos Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ciencias del mar. Valparaíso, Chile. N°1, 83-136.
- Rubilar, P., Moreno, C. & Zuleta, A. 1999. Edad y crecimiento de *Dissostichus eleginoides* (Pisces: Notheniidae) en la costa centro-sur de Chile (38°19' a 43°). *Rev. Chilena de Hist. Nat.* 72: 285-296.
- Salas, R., Robotham, H. & Lizama, G. 1987. Investigación del Bacalao en la VIII región. Intendencia región del Bío-Bío, Instituto de Fomento Pesquero.
- Shust, R.R., Gasiukov, P.S., Dorovkikh, R.S. & Kenzhin, B.A. 1990. The state of *Dissostichus eleginoides*. Stock and TAC for 1990/91 in Subarea 48.3 (South Georgia). CCAMLR WG-FSA-90/34: 1-27.
- Söffker, M., Trathan, P., Clark, J., Collins, M.A., Belchier, M. & Scott, R. 2015. The impact of predation by marine mammals on Patagonian toothfish longline fisheries. *PLoS ONE*, 10 (3), e0118113.
- Trites, A., Villy, C. & Pauly, D. 1997. Competition between fisheries and marine mammals for prey and primary production in the Pacific Ocean. *Journal of Northwestern Atlantic Fisheries*, 22: 173-187.
- Yáñez, E. & Pizarro, L. 1984. Análisis del rendimiento por recluta del bacalao de profundidad (*Dissostichus amissus*, Gill & Towsend, 1901) en la región de Valparaíso (33°S-72°W). *Investigaciones Marinas*, Valparaíso 12: 87-92.
- Young, Z., Gili, R. & Cid, L. 1995. Prospección de Bacalao de profundidad entre las latitudes 43° y 47° S. *Inf. técn. IFOP/SUBPESCA*. 47P.

- Zuleta, A., Moreno, C., Rubilar, P. & Guerra, J. 1998. Modelo de estrategias de explotación del bacalao de profundidad bajo incertidumbre del tamaño y rendimiento sustentable del stock. Informes Técnicos FIP, FIP – IT/96-41: 1-158.
- Zhivov, V.V. & Krivoruchko, M. 1990. On the biology of the Patagonian Toothfish, *Dissostichus eleginoides*, of the Antarctic part of the Atlantic. J. of Ichthyology 30(7): 142-146.

9.1.2 D1_e. Review of base information of the life history of deep-sea cod.

Distribution and Ecology of Deep-Sea Cod

Deep-sea cod (*Dissostichus eleginoides*) is a species classified as abyssal-benthic (Pavéz *et al.*, 1983) and/or benthic-demersal (Salas *et al.*, 1987). In the Pacific, its distribution ranges from Ecuador to the Diego Ramírez Islands (Chile) and the South Shetland Islands (Antarctica). In the Atlantic, it extends from southern Brazil to Argentina, including the Falkland Islands, South Georgia, South Sandwich Islands and Orkney. In the Indian Ocean, it inhabits waters off the Marion, Prince Edward, Crozet, Kerguelen, Heard, Amsterdam, and St. Paul Islands (Salas *et al.*, 1987; Trites *et al.*, 1997; Arana & Vega, 1999; González, 2003; Kaschner & Pauly, 2005; Söffker *et al.*, 2015).

Cod is a slow-growing species with a relatively late maturity age (8-12 years of age) and has a life cycle of around 30 years.

During its life cycle, deep-sea cod occupies a wide bathymetric range. Their recruitment is concentrated in small areas, and the juvenile phase takes place in shallow waters where individuals remain for 4 to 5 months. In the Patagonian shelf, Isla de los Estados is the main recruitment area, although they have also been recorded in smaller numbers on the southern Patagonian shelf (Collins *et al.*, 2010). There is a wealth of genetic information and related data about fish throughout this area. The data and information are consistent. They indicate a unique population in these areas, and that this population is distinct from other cod stocks, including the closest in the South Georgia area. Recent results indicate that there could be some spatial structuring within this population in the South American/Patagonian shelf, but with an important mixture and exchange (Ferrada, 2014).

Deep-Sea Cod Fishery in Chile

The *Dissostichus eleginoides* fishery in Chile is exploited mainly by the artisanal sector, from the Tarapacá Region to the Los Lagos Region. The species is distributed between 50 and 3,800 meters deep, being most common between 1,200 and 1,800 meters. It is commercially known as "Chilean sea bass" or "black toothfish". Its commercial exploitation began between the 1970s and 1980s, with a sustained increase in landings, from 38 tons in 1978 to 7,000 tons in 1986. This growth was driven by the opening of the foreign market, the creation of companies supplied by the artisanal sector, and financing from the Inter-American Development Bank, which facilitated the modernisation of vessels and equipment, increasing the fishing effort (Salas *et al.*, 1987).

Despite its socioeconomic importance, knowledge about the species and its fisheries in Chile is limited. Until 1987, the specimens of the central coast were erroneously identified as *Dissostichus amissus*, until it was determined that this name was an invalid synonym of

D. eleginoides (Oyarzún & Campos, 1987). Various studies have addressed trophic and biological-fishery aspects of the species (Movillo & Bahamonde, 1971; Martínez, 1975; Yáñez & Pizarro, 1984; Flores & Rojas, 1987; Arrizaga *et al.*, 1996). Oyarzún *et al.* (1988) published the only study on physiological adaptations on the continental slope of Chile.

Natural mortality

About the natural mortality rate (M), Yáñez & Pizarro (1984) apply an $M = 0.1$ and 0.2 year⁻¹, based on estimates with empirical methods. South of latitude 47°S, Zuleta & Moreno, (1992) estimate $M = 0.15$ year⁻¹, based on age-capture data. In the South Atlantic, Shust *et al.* (1990) show values of 0.16 and 0.18 yr⁻¹ for the population of South Georgia, Moreno & Rubilar (1992) estimated $M = 0.14$ yr⁻¹ ± 0.03 , while Arana *et al.* (1994) report values between 0.1 and 0.2 yr⁻¹, indicating that the most likely value is 0.11 yr⁻¹. In the Falkland Islands, Des Clers *et al.* (1996) use $M = 0.1$ yr⁻¹ to assess the stock of deep-sea cod. Now, Cubillos & Araya, 2007 estimate the instantaneous rate of natural mortality (M) using empirical methods and compare it with estimates by age classes obtained by an analytical method. They used parameters of growth and average height of sexual maturity available for the resource to consider the error in the input parameters and then incorporate the prediction error in the determination of variance. M's estimates were imprecise, with coefficients of variation ranging from 41 to 60%, and 95% confidence limits ranging from 0.04 to 0.39 year⁻¹. The median ranged from 0.1 to 0.14 year⁻¹, and was comparable to the mean value by age class ($M = 0.11$ year⁻¹).

Maturity and Fertility

Studies in the Southern Ocean indicate that deep-sea cod reach sexual maturity between 9 and 10 years of age, with a length of approximately 90-100 cm. In the Argentine Sea, the species breeds between September and October, and females of 85-95 cm can produce about 500,000 eggs. However, in Chile, there are no detailed studies on the reproduction of the species. A preliminary study carried out by Collado (1994) south of the 47th parallel, based on histological analysis of 26 females and an estimate of fecundity in 40 females, suggests a prolonged ovarian cycle with annual spawning in spring. This contrasts with international studies that indicate spawning between March and May in other areas of the Southern Ocean (Duhamel, 1981; Chikov & Melnikov, 1990; Zhivov & Krivoruchko, 1990).

Fisheries Management

The cod fishery in Chile is divided and managed into two components, distinct but contiguous spatial areas (i.e., an artisanal component north of 47°S and a commercial component south of this place— all of this occurs within Chile's exclusive economic zone (EEZ). In Chile, the management of the deep-sea cod fishery varies according to geographical location. South of the 47° S parallel, the fishery is considered to be in incipient development and is regulated by transferable individual catch quotas. North of this latitude, restrictions include limitations on the size of vessels (less than 18 meters in length). At present, the fishery has restricted access to new operators. With global annual catch quotas assigned individually to the industrial fleet through annual auctions. In addition, a limitation is applied to the total number of hooks according to the type of vessel and geographical area and is subject to closure in regions XI to XII (June-August). Since 2019, the resource has been classified as overfished.

Food & Ecological Paper

Deep-sea cod is a top predator in its ecosystem. Their diet includes fish, cephalopods and crustaceans, playing a crucial role in regulating the populations of these species and in the

balance of the marine ecosystem. Additionally, it is known that the cod fishery has a strong operational interaction with killer whales and sperm whales, and several studies explain the nature of this interaction in Chilean waters, a situation that also occurs in other global cod fisheries (Cáceres *et al.*, 2016). In this case, cetaceans prey on longline lines, especially with killer whales, which has been known for decades.

References

- Arana, P., Arredondo, M. & Venturini, V. 1994. Pesca del bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*), efectuada por la flota chilena en torno a la isla Georgia del Sur (1991/1992). Investigaciones Marinas, Valparaíso 22: 67-84.
- Arana, P. M. & Vega, R. (1999). Exploratory for *Dissostichus* spp. in the Antarctic Region (Subarea 48.1, 48.2 and 88.3). CCAMLR Science, 6, 1-17.
- Arrizaga, A., Fuentealba, M., Yañez, V. & Soto, V. 1996. Observaciones sobre la alimentación de *Dissostichus eleginoides* Smitt 1898 (Perciformes, Nototheniidae) en el sur de Chile. Gayana Oceanología, 4(1): 13-19.
- Cáceres, B., Aguayo-Lobo, A. & Acevedo, J. 2016. Interacción entre la pesquería del bacalao de profundidad, *Dissostichus eleginoides* (Nototheniidae), con el cachalote y la orca en el sur de Chile: revisión del estado de conocimiento. Instituto Patagonia (Chile), 2016. Vol. 44(3):21-38 .
- Chikov, V.N. & Melnikov, Y.S. 1990. On the question of fecundity of the Patagonian Toothfish, *Dissostichus eleginoides*, in the Region of the Kerguelen Islands. J. of Ichthyology 30 (8): 19-125.
- Collado, S. 1994. Ovogénesis, ciclo reproductivo y fecundidad del Bacalao de Profundidad, *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 (Perciformes-Nototheniidae), capturado en el talud continental del extremo sur de Chile. Seminario de Título presentado al Depto. de Oceanografía de la U. de Concepción para optar al título de Biólogo Marino, Manuscrito 47 p.
- Collins, M. A., Brickle, P., Brown, J. & Belchier, M. 2010. The Patagonian Toothfish: Biology, Ecology and Fishery. In: M Lesser (Ed.) Advances in Marine Biology, Volume 58, pp. 229–289. Academic Press.
- Des Clers, S., Nolan, C.P., Baranowski, R. & Pompert, J. 1996. Preliminary stock assessment of the Patagonian toothfish longline fishery around the Falkland Islands. Journal of Fish Biology 49 (Suppl. A): 145-156.
- Duhamel, 1981. Caractéristiques biologiques des principales espèces de poissons du plateau continental des Iles Kerguelen. Cybium 5, 19-32.
- Ferrada, S. 2014. Chilean Sea Bass Genetics. Presentation at the Chilean Sea Bass Review Workshop. Programa Taller de Revisión Experta de Evaluaciones de stock de Bacalao de profundidad y Camarón nylon 2014. Valparaíso, Chile.
- Flores, H. & Rojas, P. 1987. Contenido gástrico de *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 capturado frente a Valparaíso (Perciformes-Nototheniidae). Investigaciones Marinas, Valparaíso. 15: 33-40.
- González, N.E.F. 2003. Interacciones entre la pesquería artesanal del bacalao de profundidad, *Dissostichus eleginoides*, y cetáceos en aguas del Centro (28°S) – Sur (46°S) de Chile. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar. Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

- Hureau, J. C. & Ozouf-Costaz, C. 1980. Age determination and growth of *D. Eleginoides* Smitt 1898, from Kerguelen and Crozet Island. *Cybium* 3^a. Serie 8: 23-32.
- Kaschner, K. & Pauly, D. 2005. Competition between marine mammals and fisheries: Food for thought. En D.J. Salem & A. N. Rowan (Eds.), *The state of the animals III: 2005* (pp. 95-117). Washington, DC: Humane Society Press.
- Martínez, C. 1975. Análisis biológico del "Bacalao de Profundidad" *Dissostichus amissus* (Gill & Townsend). Instituto de Fomento Pesquero, Chile. Serie Informes Pesqueros (59): 16 p.
- Moreno, C.A. & Rubilar, P.S. 1992. Notas sobre la mortalidad de *Dissostichus eleginoides* de la subarea 48.3. CCAMLR Selected Scientific Papers 9: 21-30.
- Movillo, J. & Bahamonde, N. 1971. Contenido gástrico de *Dissostichus amissus* Gill & Townsend en San Antonio. *Noticiario Mensual, Museo Nacional de Historia Natural*, 175: 9-11.
- Oyarzún, C. & Campos, P.W. 1987. *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898; consideraciones sobre su determinación taxonómica e implicancias biogeográficas (Pisces, Perciformes, Nototheniidae). *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 23(2): 173-192.
- Oyarzún, C., Campos, P.W. & Valeria, H. 1988. Adaptaciones para la flotabilidad en *Dissostichus eleginoides* Smitt, 1898 (Pisces, Perciformes, Nototheniidae). *Investigaciones Pesqueras (España)*, 52(4): 455- 466.
- Pávez, P., Yáñez, E., Salas, N., Tarky, W., Rojas, P. & Flores, H. 1983. Estudio del bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) como recurso pesquero en la región de Valparaíso. Evaluación biológica, tecnológica y económica. Estudios y Documentos Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ciencias del mar. Valparaíso, Chile. N°1, 83-136.
- Rubilar, P., Moreno, C. & Zuleta, A. 1999. Edad y crecimiento de *Dissostichus eleginoides* (Pisces: Notheniidae) en la costa centro-sur de Chile (38°19' a 43°). *Rev. Chilena de Hist. Nat.* 72: 285-296.
- Salas, R., Robotham, H. & Lizama, G. 1987. Investigación del Bacalao en la VIII región. Intendencia región del Bío-Bío, Instituto de Fomento Pesquero.
- Shust, R.R, Gasiukov, P.S., Dorovkikh, R.S. & Kenzhin, B.A. 1990. The state of *Dissostichus eleginoides*. Stock and TAC for 1990/91 in Subarea 48.3 (South Georgia). CCAMLR WG-FSA-90/34: 1-27.
- Söffker, M., Trathan, P., Clark, J., Collins, M.A., Belchier, M. & Scott, R. 2015. The impact of predation by marine mammals on Patagonian toothfish longline fisheries. *PLoS ONE*, 10 (3), e0118113.
- Trites, A., Villy, C. & Pauly, D. 1997. Competition between fisheries and marine mammals for prey and primary production in the Pacific Ocean. *Journal of Northwestern Atlantic Fisheries*, 22: 173-187.
- Yáñez, E. & Pizarro, L. 1984. Análisis del rendimiento por recluta del bacalao de profundidad (*Dissostichus amissus*, Gill & Townsend, 1901) en la región de Valparaíso (33°S-72°W). *Investigaciones Marinas, Valparaíso* 12: 87-92.
- Young, Z., Gili, R. & Cid, L. 1995. Prospección de Bacalao de profundidad entre las latitudes 43° y 47° S. Inf. técn. IFOP/SUBPESCA. 47P.
- Zuleta, A., Moreno, C., Rubilar, P. & Guerra, J. 1998. Modelo de estrategias de explotación del bacalao de profundidad bajo incertidumbre del tamaño y rendimiento sustentable del stock. *Informes Técnicos FIP, FIP – IT/96-41*: 1-158.

Zhivov, V.V. & Krivoruchko, M. 1990. On the biology of the Patagonian Toothfish, *Dissostichus eleginoides*, of the Antarctic part of the Atlantic. J. of Ichthyology 30(7): 142-146.

9.1.3 D2. Antecedentes generales de la pesquería del bacalao en Chile

1. Revisión historia de la pesquería

El primer reporte de capturas de este recurso en Chile data del año 1888 frente al Archipiélago de los Chonos (De Witt, 1962). En 1955, prospecciones pesqueras realizadas en la costa de Valparaíso capturaron bacalao junto con congrio dorado. Posteriormente, investigaciones pesqueras realizadas principalmente en la Región de Valparaíso en la década de los 60s y 70s analizaron el desempeño del arrastre y del espinel de fondo en la pesca de bacalao, probando diferentes diseños, numeración de anzuelos y tiempos de reposo. En la Región del Biobío, se estudió incluso el desempeño del enmalle. Estas investigaciones establecieron que entre las latitudes 18°20' y 41° S el rango de distribución batimétrica del recurso se encontraba entre los 500 m y 2.500 m de profundidad. Los antecedentes de la actividad pesquera indicaban entonces que la distribución del bacalao en el talud no era continua, sino presentaba focos de abundancia en donde se localizaban los caladeros (Salas *et al.*, 1987).

La pesquería del bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*, Smitt 1898) es básicamente desarrollada por el sector artesanal entre las regiones I a X. En Chile el desarrollo de esta pesquería se inició en la década del 80. En este período, se produjo un aumento sostenido de los desembarques desde 38 toneladas en 1978 a casi 7.000 toneladas en 1986. Este desarrollo, se debió en gran medida al aumento en la demanda producida por la apertura del mercado externo. Esta situación permitió el surgimiento de medianas empresas que eran abastecidas por el sector artesanal. Otro factor que impulsó el desarrollo de esta pesquería fue el aporte crediticio proporcionado por el Banco Interamericano de Desarrollo (Salas *et al.*, 1987), que permitió la incorporación de nuevas embarcaciones, renovación de equipos y equipamiento de las embarcaciones, produciéndose un notorio incremento del esfuerzo pesquero.

A partir del año 1986 se observa una leve disminución en los niveles de desembarque (años 1987-1988) para luego presentar un repunte progresivo hasta el máximo histórico de la pesquería el año 1992 con más de 30 mil toneladas. Posterior a este año se observa una fuerte caída de los desembarques hasta el año 1996 con cerca de 12 mil toneladas (Figura 1). En un contexto general de las pesquerías demersales en Chile, al inicio de los años 90s los stocks de merluza del sur y congrio dorado explotados en la pesquería demersal austral, que se había desarrollado entre la segunda mitad de los años 70s y primera mitad de los 80s, se encontraban severamente reducidos (Aguayo *et al.*, 1991). En consecuencia, los barcos arrastreros fábrica comenzaron a orientar un mayor esfuerzo de pesca hacia la merluza de cola y los buques arrastreros hieleros intensificaron sus operaciones de pesca sobre la merluza común. En contraste, la pesca con espinel con barcos hieleros y buques fábrica, que se había desarrollado en la zona sur austral desde el año 1986, se encontró sin un recurso alternativo que les permitiera continuar operando. Para proveer una solución, la Subsecretaría de Pesca de Chile impulsó el desarrollo de políticas orientadas a diversificar

la explotación pesquera demersal de la región austral hacia otras especies, a fin de disminuir la presión de pesca sobre la merluza del sur y el congrio dorado y estimular el aprovechamiento de recursos alternativos que permitieran a las flotas operar durante todo el año (Aguayo *et al.*, 1991, Young *et al.*, 1997).

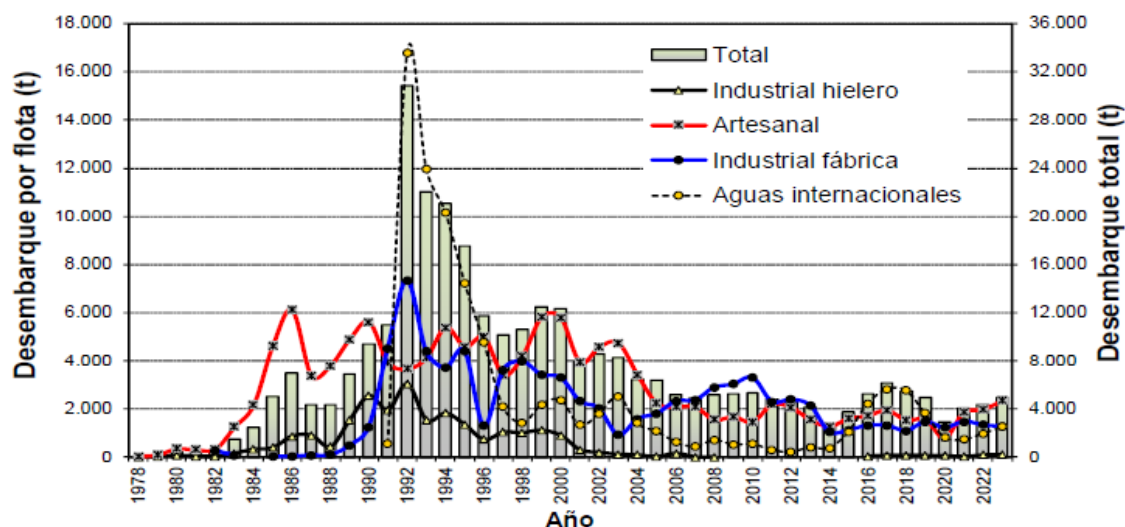


Figura 1. Desembarques anuales de bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) en Chile y aguas internacionales. (Fuente: SERNAPESCA, IFOP).

El bacalao de profundidad emergió entonces como la alternativa para materializar esta política de diversificación en la flota espinelera. Su alto valor comercial y la posibilidad de captura selectiva, lo convertían en una opción con claras perspectivas para el desarrollo de una nueva pesquería. En consecuencia, entre los años 1990 y 1991 la Subsecretaría de Pesca autorizó pescas exploratorias de bacalao en las Regiones de Aysén y Magallanes, las que permitieron comprobar que el recurso se encontraba disponible en el área (Young *et al.* 1997). Los resultados obtenidos posibilitaron abrir la pesquería del bacalao al sur del paralelo 47° bajo un Régimen de Pesquería Incipiente, la que es manejada sobre la base de cuotas de captura individuales transferibles. De esta manera la pesquería chilena de bacalao quedó dividida en dos zonas: la zona norte (18° - 47° S), reservada exclusivamente para la pesca artesanal y la zona sur (47° S - 57° S), que corresponde al área de pesca industrial (Tascheri, 2022)

2. Característica de flotas

La pesquería chilena de bacalao de profundidad ha sido el origen de innovaciones en los aparejos de pesca, tales como los experimentos con espinel de fondo en la Región de Valparaíso durante los años 80s (Salas *et al.*, 1987) y posteriormente, el desarrollo de la cachalotera (Moreno *et al.*, 2008). Se han empleado dos tipos de espineles: el sistema español (doble línea) y la cachalotera o sistema trotline, este último normalmente incluyendo redes de exclusión de cetáceos (cachaloterías). El sistema trotline es una modificación del sistema español, en el cual la línea madre (en donde se disponen los anzuelos) se elimina y los anzuelos son puestos en líneas secundarias que llevan peso. Esto produce un incremento en la velocidad de hundimiento del aparejo durante su calado,

reduciendo completamente la mortandad de aves regularmente observada en las operaciones con el sistema español (Moreno *et al.*, 2008, Goetz *et al.*, 2011).

En Chile, la cachalotera fue introducida en el año 2006 (Moreno *et al.*, 2008) y su adopción fue gradual entre los años 2006 (26% de las operaciones) y 2007 (41%). A partir del año 2008 todos los barcos emplean la cachalotera. En Argentina, la cachalotera fue introducida en el año 2009 y hasta el año 2012 se encontraba en uso en el 50% de la flota, representando entre el 42% y 60% de las operaciones. En el presente, la captura de bacalao en Argentina se realiza casi exclusivamente con red de arrastre de fondo (Troccoli *et al.*, 2021). Reducciones significativas en la depredación por parte de mamíferos marinos y su excelente desempeño con respecto a la mortandad de aves marinas (Moreno *et al.*, 2008), condujo a su adopción generalizada en la pesquería chilena y en años recientes también se usó en la pesquería argentina.

Respecto al tamaño de la flota, desde el año 1991 a 2000 hubo 15 naves promedio de palangre fábrica y con una menor participación de naves con palangre hielero. Desde el año 1994 se comienza a observar una tendencia declinante en la participación de naves industriales. Durante el periodo 2010–2023, el número de naves industriales descendió de 12 a 5 barcos palangreros fábricas, lo cual evidencia un importante retiro de naves de la pesquería (Fig. 2). Esta disminución de la flota industrial generaría una menor presión de pesca al recurso (Gálvez *et al.*, 2024). No obstante, la actividad pesquera artesanal que se desarrolla en la Unidad de Pesquería Licitada (UPL), comenzó gracias a las modificaciones a la Ley de Pesca y Acuicultura del año 2012 e implementadas a partir del 2013. En estas, se abrieron las cuotas de pesca licitadas de bacalao al sur del paralelo 47° LS, donde tenían acceso solo las flotas industriales. Esta apertura buscó dinamizar la actividad con el fin de buscar una mayor eficiencia pesquera, mayor recaudación de fondos públicos y la incorporación de nuevos actores en dicha unidad, poniendo la atención en la incorporación de operadores artesanales.

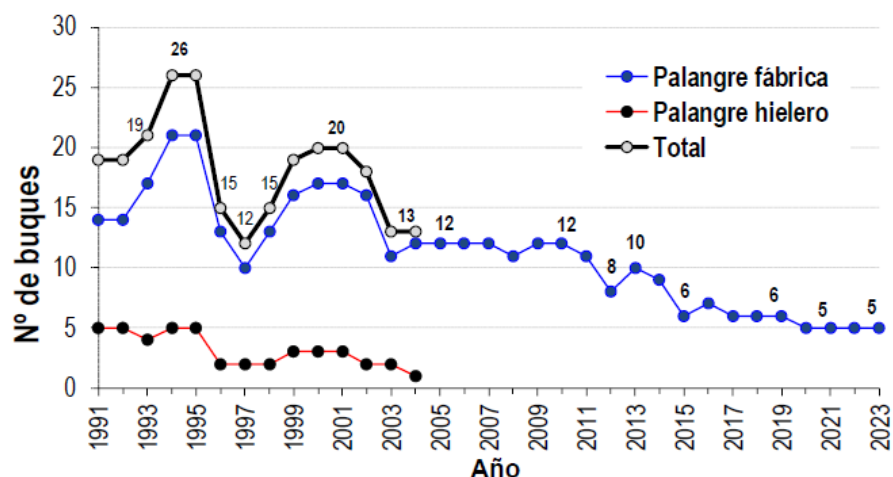


Figura 2. Número de naves anuales en la flota palangre bacaladera por tipo de buque. Periodo 1991-2023. (Gálvez *et al.*, 2024)

En la pesquería artesanal inicialmente el aparejo empleado era un espinel de fondo horizontal y se calaban líneas de 6 a 14 mil metros de longitud de línea madre, con reinales separados entre 0,7 y 1,8 m. En esta pesquería se empleaban anzuelos de diseño recto, en un número que fluctuaba entre 3.000 y 10.000 unidades por lance calando la línea muy próxima al fondo (Young *et al.*, 1997). Hacia el final de los años 80s, se introdujo el uso de anzuelos curvos con un impacto positivo en los rendimientos de pesca y el diseño del aparejo artesanal se modificó, pasando de un diseño horizontal a uno mixto (horizontal y vertical; el denominado sistema trotline) de tamaño notablemente menor, lo que permite operar con un mayor control del aparejo en sectores de más difícil acceso. Este diseño del espinel se generalizó en la pesquería artesanal a partir del año 1992, donde durante las operaciones de pesca se comenzó a calar entre dos a cuatro líneas diarias (Young *et al.*, 1997). El aparejo de pesca artesanal en actual uso consta de una línea principal o línea madre de unas 300 a 500 brazas (555 a 926 m) de longitud, la cual lleva intercalado a intervalos de 3 brazas, las líneas secundarias o patas de longitud variable (1 a 4 m) (Oyarzún *et al.*, 2003).

Las capturas internacionales representadas por la pesquería argentina de bacalao de profundidad han operado dos conjuntos de barcos, una flota que opera con palangre y otra que emplea el arrastre de fondo. Desde sus inicios, en el año 1990, la operación con palangre constituyó una pesca dirigida efectivamente hacia el recurso y su área de operación cubría prácticamente todo el rango de distribución del recurso en la plataforma argentina. Esta pesquería fue también la responsable del mayor desembarque histórico de bacalao en Argentina, registrado en el año 1995, luego de lo cual las capturas y los rendimientos de pesca de esta flota se redujeron notablemente (Fig. 1). La flota que opera con arrastre de fondo inició su operación en 1980, pero sus capturas no fueron significativas sino hasta 1987. La mayor parte de los lances de esta pesca se realizaban entre 100 m y 500 m de profundidad con un gran impacto sobre la fracción juvenil de la población (Gálvez, 2024)

3. Evolución de los desembarques

La pesquería comercial se inició en 1970 con la actividad de una flota artesanal de la Región de Valparaíso (Guerrero & Arana 2009), incorporándose luego la Región del Biobío. A mediados de los años 80s, la pesca ya se había extendido entre las Regiones de Tarapacá y del Biobío. Este desarrollo fue en respuesta a una fuerte demanda en el mercado norteamericano, lo que facilitó la formación de numerosas pequeñas y medianas empresas, orientadas a la exportación de bacalao. De esta manera, la pesquería de bacalao de profundidad experimentó un crecimiento explosivo en la década de los años 80s, pasando de desembarques del orden de 38 toneladas en 1978 a casi 7.000 toneladas en 1986 (Fig. 1)

Entre los años 1986 a 1996, los rendimientos de pesca presentaban un patrón latitudinal, con menores rendimientos en la zona de Caldera a Constitución, rendimientos intermedios en el área de Lebu y mayores rendimientos en la zona de Valdivia (Young *et al.*, 1997). Estos autores también describen un desplazamiento del esfuerzo de pesca hacia la zona sur del país, en particular al puerto de Valdivia, que hacia el final de este período experimentó una importante inmigración de embarcaciones desde otros puertos. El estudio de Young *et al.* (1997) también describe una significativa reducción de los rendimientos de pesca durante este periodo. En años más recientes la pesquería artesanal de bacalao de

profundidad se ha desarrollado en aguas de la Región de Los Lagos, con el puerto de Quellón como el principal centro de desembarque (Oyarzún *et al.*, 2003). Esta situación corresponde con la etapa final del progresivo desplazamiento de la flota artesanal hacia el sur, descrito en Young *et al.* (1997), que tuvo lugar desde el inicio de esta pesquería y que se caracterizó por una búsqueda constante del recurso, a fin de mejorar o mantener los rendimientos de pesca.

La Tabla 1 muestra los desembarques de bacalao en la última década destacando que la flota artesanal contiene los mayores niveles seguidos de los desembarques industrial fábrica. En aguas internacionales el desembarque ha venido mostrando una declinación desde el año 2019. El total de desembarque a nivel país actualizado muestra que desde el año 2021 se promedian 4500 toneladas.

Tabla 1. Desembarque de bacalao por flota anual en territorio nacional y en aguas internacionales, años 2012 – 2023 (Gálvez *et al.*, 2024)

Año	Flota (t)			Total Aguas chilenas (t)	Aguas Internacionales (t)	Total País (t)
	Industrial hielero	Artesanal	Industrial fábrica			
2012		2.064	2.383	4.447	209	4.656
2013		1.558	2.128	3.686	404	4.090
2014		1.280	1.036	2.316	375	2.691
2015		1.609	1.117	2.726	1.042	3.768
2016	32	1.721	1.301	3.054	2.217	5.271
2017	64	1.946	1.301	3.311	2.806	6.117
2018	70	1.540	1.083	2.693	2.774	5.467
2019	58	1.571	1.458	3.087	1.819	4.906
2020	48	803	1.209	2.060	816	2.876
2021	11	1.850	1.467	3.328	728	4.056
2022	80	1.983	1.323	3.386	971	4.357
2023	93	2.342	1.259	3.694	1.247	4.941

4. Referencias

- Aguayo, M., Paya, I., Vera, C., Ojeda, V., Céspedes, I. & Donoso, J. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1990. Pesquerías demersales “Peces” zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP. 83 pp.
- De Witt, M. 1962. On the probable identity of *Macrias amissus* a deepwater nototheniid fish from the chilean coast. Copeia 1962 (3): 657-659.
- Gálvez. 2024. Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales, Año 2023. Pesquerías Demersales y de Aguas Profundas. Sección VI. Pesquería de Bacalao de Profundidad. Subsecretaría de Economía y EMT. 112 pp.

- Guerrero, A. & Arana, P. 2009. Fishing yields and size structures of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) caught with pots and longlines off far southern Chile. *Latin Am. J. Aqua. Res.* 37, 361–370.
- Goetz, S., Laporta, M., Martínez Portela, J., Santos, M. B. & Pierce, G. J. 2011. Experimental fishing with an “umbrella-and-stones” system to reduce interactions of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) and seabirds with bottom-set longlines for Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) in the Southwest Atlantic. – *ICES Journal of Marine Science*, 68: 228–238.
- Moreno, C., Castro, R., Mujica, L. J. & Reyes, P. 2008. Significant conservation benefits obtained from the use of a new fishing gear in the Chilean Patagonian toothfish fishery. *CCAMLR Sci.* 15, 78–79.
- Oyarzún, C., Gacitúa, S., Araya, M., Cubillos, L., Salamanca, M., Pino, C., Galleguillos, R., Aedo, G. & Lamilla, J. 2003. Asignación de edades y crecimiento de bacalao de profundidad. Informe Final, Proyecto FIP 2001-17. 130 pp.
- Salas, R. A., Robotham, H. & Lizama, G. 1987. Investigación del bacalao. VIII Región. Informe Intendencia Región del Bio Bio. Secretaría Regional de Planificación y Coordinación de la Región del Bio Bio. Instituto de Fomento Pesquero. Informe Técnico. 107 pp.
- Tascheri. 2022. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2022: bacalao de profundidad. Subsecretaría de Economía y EMT. 166 pp.
- Tróccoli, G., Martínez, P., Di Marco, E. & Wholer, O. 2021. Síntesis de la evolución de la pesquería argentina de merluza negra *Dissostichus eleginoides*. Periodo 2000-2020. Informe Técnico 020. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). 11 pp.
- Young, Z., Robotham, H. & Gili, R. 1997. Evaluación de la pesquería y del stock de bacalao de profundidad al sur del paralelo 47° L.S. Informe final (FIP). IFOP. 40 pp.

9.1.4 D2_e. General Background of the Cod Fishery in Chile

1. Review of the history of the fishery

The first report of catches of this resource in Chile dates back to 1888 off the Chonos Archipelago (De Witt, 1962). In 1955, fishing surveys carried out off the coast of Valparaíso caught cod along with golden conger eel. Subsequently, fisheries research carried out mainly in the Valparaíso Region in the 60s and 70s analysed the performance of trawling and bottom spinel in cod fishing, testing different designs, hook numbering and resting times. In the Biobío Region, the performance of the gill net was even studied. These investigations established that between latitudes 18°20' and 41° S the bathymetric distribution range of the resource was between 500 m and 2,500 m deep. The history of fishing activity indicated then that the distribution of cod on the slope was not continuous but presented pockets of abundance where the fishing grounds were located (Salas *et al.*, 1987).

The deep-sea cod fishery (*Dissostichus eleginoides*, Smitt 1898) is developed by the artisanal sector between regions I and X. In Chile, the development of this fishery began in

the 80s. During this period, landings increased steadily from 38 tons in 1978 to almost 7,000 tons in 1986. This development was largely due to the increase in demand produced by the opening of the foreign market. This situation allowed the emergence of medium-sized companies that were supplied by the artisanal sector. Another factor that boosted the development of this fishery was the credit provided by the Inter-American Development Bank (Salas *et al.*, 1987), which allowed the incorporation of new vessels, renewal of equipment and equipment of the vessels, producing a notable increase in fishing effort.

From 1986 onwards, a slight decrease in landing levels was observed (1987-1988), and then there was a progressive rebound until the fishery's all-time high in 1992, with more than 30,000 tonnes. After this year, a sharp drop in landings was observed until 1996 with about 12 thousand tons (Figure 1). In a general context of demersal fisheries in Chile, at the beginning of the 90s the stocks of southern hake and golden conger eel exploited in the southern demersal fishery, which had developed between the second half of the 70s and the first half of the 80s, were severely reduced (Aguayo *et al.*, 1991). As a result, factory trawlers began to direct greater fishing effort towards tailed hake and ice trawlers intensified their fishing operations for hake. In contrast, spinel fishing with iceboats and factory ships, which had been developed in the southern zone since 1986, found itself without an alternative resource that would allow them to continue operating. To provide a solution, the Chilean Undersecretariat of Fisheries promoted the development of policies aimed at diversifying the exploitation of demersal fishing in the southern region towards other species, to reduce fishing pressure on southern hake and golden conger eel and to stimulate the use of alternative resources that would allow fleets to operate throughout the year (Aguayo *et al.*, 1991, Young *et al.*, 1997).

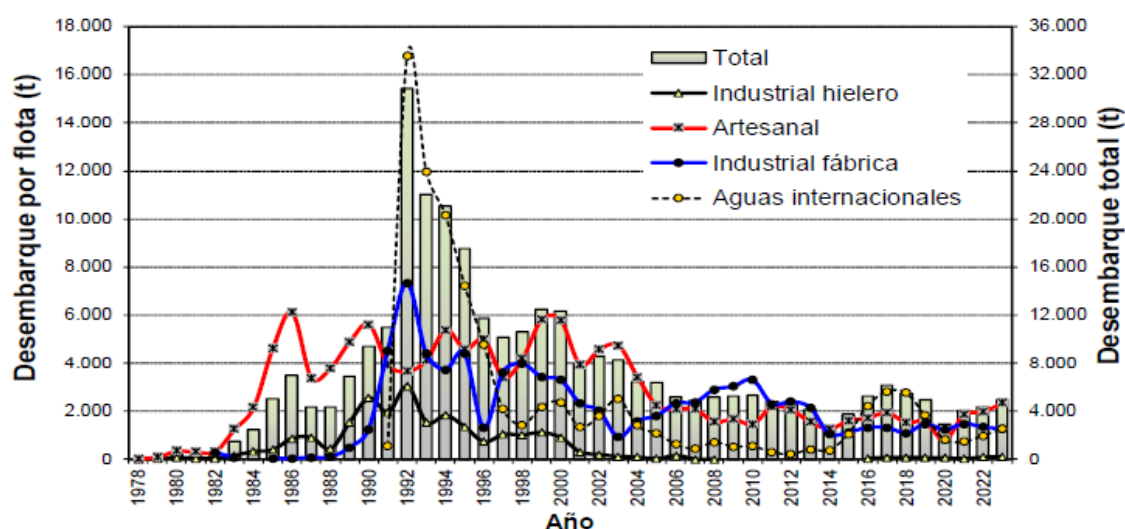


Figure 1. Annual landings of deep-sea cod (*Dissostichus eleginoides*) in Chile and international waters. (Source: SERNAPESCA, IFOP).

Deep-sea cod then emerged as the alternative to materialize this diversification policy in the spinel fleet. Its high commercial value and the possibility of selective capture made it an option with clear prospects for the development of a new fishery. Consequently, between

1990 and 1991, the Undersecretariat of Fisheries authorized exploratory cod fishing in the Aysén and Magallanes Regions, which made it possible to verify that the resource was available in the area (Young *et al.* 1997). The results obtained made it possible to open the cod fishery south of the 47th parallel under an Incipient Fishery Regime, which is managed based on individual transferable catch quotas. In this way, the Chilean cod fishery was divided into two zones: the northern zone (18° - 47° S), reserved exclusively for artisanal fishing, and the southern zone (47° S - 57° S), which corresponds to the industrial fishing area (Tascheri, 2022)

2. Fleet Feature

The Chilean deep-sea cod fishery has been the origin of innovations in fishing gear, such as experiments with bottom spinel in the Valparaíso Region during the 80s (Salas *et al.*, 1987) and later, the development of the sperm whale (Moreno *et al.*, 2008). Two types of spinels have been used: the Spanish system (double line) and the sperm whale or trotline system, the latter usually including cetacean exclusion nets (sperm whales). The trotline system is a modification of the Spanish system, in which the mother line (where the hooks are arranged) is removed and the hooks are placed on secondary lines that carry weight. This produces an increase in the sinking speed of the rig during its draft, completely reducing the bird mortality regularly observed in operations with the Spanish system (Moreno *et al.*, 2008, Goetz *et al.*, 2011).

In Chile, the sperm whale was introduced in 2006 (Moreno *et al.*, 2008) and its adoption was gradual between 2006 (26% of operations) and 2007 (41%). Since 2008, all boats have been using the sperm whale. In Argentina, the sperm whale was introduced in 2009 and until 2012 it was in use in 50% of the fleet, representing between 42% and 60% of operations. At present, cod fishing in Argentina is carried out almost exclusively with bottom trawls (Troccoli *et al.*, 2021). Significant reductions in predation by marine mammals and its excellent performance concerning seabird mortality (Moreno *et al.*, 2008), led to its widespread adoption in the Chilean fishery, and in recent years, it was also used in the Argentine fishery.

Regarding the size of the fleet, from 1991 to 2000, there were 15 average factory longline vessels and with a lower participation of vessels with icy longlines. Since 1994, a declining trend in the participation of industrial warehouses has been observed. During the period 2010–2023, the number of industrial vessels decreased from 12 to 5 factory longline vessels, which shows a significant withdrawal of vessels from the fishery (Fig. 2). This decrease in the industrial fleet would generate less fishing pressure on the resource (Gálvez *et al.*, 2024). However, the artisanal fishing activity that takes place in the Tendered Fisheries Unit (UPL), began thanks to the modifications to the Fisheries and Aquaculture Law of 2012 and implemented from 2013. In these, the tendered cod fishing quotas were opened south of the 47° LS parallel, where only industrial fleets had access. This opening sought to boost the activity to seek greater fishing efficiency, greater public fundraising and the incorporation of new actors in said unit, focusing on the incorporation of artisanal operators.

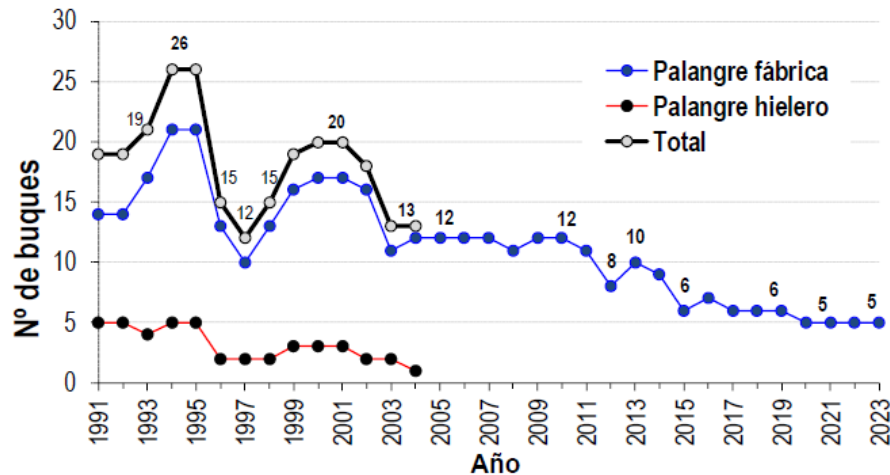


Figure 2. Number of vessels per year in the cod longline fleet by vessel type. Period 1991-2023. (Gálvez *et al.*, 2024)

In artisanal fisheries, initially, the gear used was a horizontal bottom spinel and lines of 6 to 14 thousand meters in length of mother line were set, with reins separated between 0.7 and 1.8 m. In this fishery, straight hooks were used, in a number that fluctuated between 3,000 and 10,000 units per set, setting the line very close to the bottom (Young *et al.*, 1997). Towards the end of the 80s, the use of curved hooks was introduced with a positive impact on fishing yields and the design of artisanal gear was modified, going from a horizontal design to a mixed one (horizontal and vertical; the so-called trotline system) of significantly smaller size, which allows operating with greater control of the gear in sectors that are more difficult to access. This spinel design became widespread in the artisanal fishery from 1992, where during fishing operations between two and four lines per day began to be set (Young *et al.*, 1997). The artisanal fishing gear in current use consists of a main line or mother line of about 300 to 500 fathoms (555 to 926 m) in length, which is interspersed at intervals of 3 fathoms, the secondary lines or legs of variable length (1 to 4 m) (Oyarzún *et al.*, 2003).

The international catches represented by the Argentine deep-sea cod fishery have operated two sets of vessels, one fleet operating with longlines and another using bottom trawling. From its beginnings in 1990, the longline operation constituted a fishery effectively directed towards the resource and its area of operation covered practically the entire distribution range of the resource on the Argentine shelf. This fishery was also responsible for the largest historical landing of cod in Argentina, recorded in 1995, after which the catches and fishing yields of this fleet were significantly reduced (Fig. 1). The bottom trawl fleet began operations in 1980, but its catches were not significant until 1987. Most of the casts of this fishery were made between 100 m and 500 m deep, with a great impact on the juvenile fraction of the population (Gálvez, 2024)

3. Evolution of landings

The commercial fishery began in 1970 with the activity of an artisanal fleet from the Valparaíso Region (Guerrero & Arana 2009), later incorporating the Biobío Region. By the mid-1980s, fishing had already spread between the Tarapacá and Biobío regions. This development was in response to a strong demand in the North American market, which

facilitated the formation of numerous small and medium-sized companies oriented to the export of cod. Thus, the deep-sea cod fishery experienced explosive growth in the 1980s, going from landings of around 38 tonnes in 1978 to almost 7,000 tonnes in 1986 (Fig. 1)

Between 1986 and 1996, fishing yields presented a latitudinal pattern, with lower yields in the area from Caldera to Constitución, intermediate yields in the Lebu area and higher yields in the Valdivia area (Young *et al.*, 1997). These authors also describe a shift in fishing effort to the southern part of the country, in particular to the port of Valdivia, which, towards the end of this period, experienced a significant immigration of vessels from other ports. The study by Young *et al.* (1997) also describes a significant reduction in fishing yields during this period. In more recent years, the artisanal deep-sea cod fishery has developed in the waters of the Los Lagos Region, with the port of Quellón as the main landing center (Oyarzún *et al.*, 2003). This situation corresponds to the final stage of the progressive southward movement of the artisanal fleet, described in Young *et al.* (1997), which took place from the beginning of this fishery and was characterized by a constant search for the resource, to improve or maintain fishing yields.

Table 1 shows cod landings in the last decade, highlighting that the artisanal fleet contains the highest levels, followed by industrial factory landings. In international waters, landings have been showing a decline since 2019. The total landings at the country level updated show that since 2021, they have averaged 4500 tons.

Table 1. Cod landings by annual fleet in national territory and in international waters, years 2012 – 2023 (Gálvez *et al.*, 2024)

Año	Flota (t)			Total Aguas chilenas (t)	Aguas Internacionales (t)	Total País (t)
	Industrial hielero	Artisanal	Industrial fábrica			
2012		2.064	2.383	4.447	209	4.656
2013		1.558	2.128	3.686	404	4.090
2014		1.280	1.036	2.316	375	2.691
2015		1.609	1.117	2.726	1.042	3.768
2016	32	1.721	1.301	3.054	2.217	5.271
2017	64	1.946	1.301	3.311	2.806	6.117
2018	70	1.540	1.083	2.693	2.774	5.467
2019	58	1.571	1.458	3.087	1.819	4.906
2020	48	803	1.209	2.060	816	2.876
2021	11	1.850	1.467	3.328	728	4.056
2022	80	1.983	1.323	3.386	971	4.357
2023	93	2.342	1.259	3.694	1.247	4.941

4. References

- Aguayo, M., Paya, I., Vera, C., Ojeda, V., Céspedes, I. & Donoso, J. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1990. Pesquerías demersales “Peces” zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP. 83 pp.
- De Witt, M. 1962. On the probable identity of *Macrias amissus* a deepwater nototheniod fish from the chilean coast. Copeia 1962 (3): 657-659.
- Gálvez. 2024. Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales, Año 2023. Pesquerías Demersales y de Aguas Profundas. Sección VI. Pesquería de Bacalao de Profundidad. Subsecretaría de Economía y EMT. 112 pp.
- Guerrero, A. & Arana, P. 2009. Fishing yields and size structures of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) caught with pots and longlines off far southern Chile. Latin Am. J. Aqua. Res. 37, 361–370.
- Goetz, S., Laporta, M., Martínez Portela, J., Santos, M. B. & Pierce, G. J. 2011. Experimental fishing with an “umbrella-and-stones” system to reduce interactions of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) and seabirds with bottom-set longlines for Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) in the Southwest Atlantic. – ICES Journal of Marine Science, 68: 228–238.
- Moreno, C., Castro, R., Mujica, L. J. & Reyes, P. 2008. Significant conservation benefits obtained from the use of a new fishing gear in the Chilean Patagonian toothfish fishery. CCAMLR Sci. 15, 78–79.
- Oyarzún, C., Gacitúa, S., Araya, M., Cubillos, L., Salamanca, M., Pino, C., Galleguillos, R., Aedo, G. & Lamilla, J. 2003. Asignación de edades y crecimiento de bacalao de profundidad. Informe Final, Proyecto FIP 2001-17. 130 pp.
- Salas, R. A., Robotham, H. & Lizama, G. 1987. Investigación del bacalao. VIII Región. Informe Intendencia Región del Bio Bio. Secretaría Regional de Planificación y Coordinación de la Región del Bio Bio. Instituto de Fomento Pesquero. Informe Técnico. 107 pp.
- Tascheri. 2022. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2022: bacalao de profundidad. Subsecretaría de Economía y EMT. 166 pp.
- Tróccoli, G., Martínez, P., Di Marco, E. & Wholer, O. 2021. Síntesis de la evolución de la pesquería argentina de merluza negra *Dissostichus eleginoides*. Periodo 2000-2020. Informe Técnico 020. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). 11 pp.
- Young, Z., Robotham, H. & Gili, R. 1997. Evaluación de la pesquería y del stock de bacalao de profundidad al sur del paralelo 47° L.S. Informe final (FIP). IFOP. 40 pp.

9.1.5 D3. Revisión información edad y crecimiento de bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*)

Antecedentes generales

El bacalao es una especie de crecimiento lento con una edad de madurez relativamente tardía (8-14 años). Análisis radiométricos realizados en otolitos, derivados de la razón $^{210}\text{Pb}/^{226}\text{Ra}$ presente en estas estructuras (Oyarzún *et al.*, 2003b), datan que peces menores a 60 cm de longitud total tienen alrededor de 6 a 8 años, mientras que peces adultos de 130 cm de longitud total pueden llegar a los 44 años.

Los otolitos de esta especie presentan una estructura robusta, la que en muchos casos es extremadamente opaca, lo cual dificulta la observación y lectura de anillos anuales sin un tratamiento adecuado. Es por ello por lo que en la década de los 90', la mayoría de las estimaciones de edad en bacalao, se basaron en el análisis de escamas (Young *et al.* 1992; Cassia, 1998; Rubilar *et al.*, 1999). Un problema que se presentó con la lectura de edades en escamas es que en los peces más viejos la periferia de la estructura no permite discernir los anillos de crecimiento, por lo que la edad de esos peces fue subestimada, problema que no se presenta al analizar otolitos. A partir de los 2000' se realizó varios estudios para comparar edades estimadas con otolitos y escamas, mejorando así la técnica de preparación y observación de anillos de crecimiento anual en los otolitos (Oyarzún *et al.*, 2003a; Oyarzún *et al.*, 2003b; Ashford *et al.*, 2001). A partir de las recomendaciones emanadas de los estudios mencionados anteriormente, se acordó realizar estimaciones de la edad usando otolitos y no escamas (Ashford *et al.*, 2001). En conclusión, dado el sesgo introducido en las edades más viejas cuando se usaba escamas para determinar la edad de *D. eleginoides*, las estimaciones de los parámetros de crecimiento que han usado edades determinadas a partir de lectura en otolitos son las consideradas en la evaluación de stock.

Para el bacalao de profundidad, existe un número de estimaciones de los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy. En la Tabla 1, se presenta parámetros de la ecuación de von Bertalanffy determinados en las últimas dos décadas para esta especie, considerando estimaciones realizadas en aguas frente a las costas de Chile, y algunas estimaciones realizadas en otras áreas dentro de la amplia distribución geográfica que tiene esta especie.

Tabla 1. Parámetros de crecimiento en longitud individual estimados para bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) en Chile, y otras áreas de distribución geográfica.

Sexo	Parámetro			Método de determinación	Área	Autores	Año
	L_{∞} (cm)	K (años)	t_0 (años)				
Machos	181,5	0,060	-0,533	Escamas	Pacífico, Chile Centro Sur	Rubilar <i>et al.</i>	1999
Hembras	223,1	0,048	-0,658	Escamas	Pacífico, Chile Centro Sur	Rubilar <i>et al.</i>	1999
Combinados	218	0,048	-0,664	Escamas	Pacífico, Chile Centro Sur	Rubilar <i>et al.</i>	1999
Combinados	180,6	0,038	-3,860	Escamas	Pacífico, Chile Centro Sur	Oyarzún <i>et al.</i>	2003 a
Combinados	152,2	0,085	-0,590	Otolitos	Pacífico, Chile Centro Sur	Oyarzún <i>et al.</i>	2003 b
Combinados	156,4	0,053	-2,350	Escamas	Pacífico, Chile Centro Sur	Oyarzún <i>et al.</i>	2003 b
Combinados	212,6	0,066	-0,477	Escamas	Pacífico, Chile Sur Austral	Young <i>et al.</i>	1992
Machos	134,3	0,118	0,080	Otolitos	Pacífico, Nueva Zelanda	Horn	2002
Hembras	158,7	0,085	-0,350	Otolitos	Pacífico, Nueva Zelanda	Horn	2002
Combinados	184,7	0,065	-0,386	Escamas	Atlántico, Argentina	Martínez y Wöhler	2013
Combinados	207	0,075	-0,290	Escamas	Atlántico, Georgia del sur	Cassia	1998
Machos	95,9	0,120	-4,600	Otolitos	Índico, Kerguelen	Ashford <i>et al.</i>	2005
Hembras	103,5	0,110	-4,700	Otolitos	Índico, Kerguelen	Ashford <i>et al.</i>	2005

Información de edades en la evaluación

A partir del año 2015, las evaluaciones de bacalao de profundidad se implementan usando el modelo de Evaluación para Alaska” (AMAK, en AD Model Builder). AMAK es un

modelo estructurado por edades que proyecta la población hacia adelante a partir de una condición inicial, resolviendo los parámetros mediante máxima verosimilitud. AMAK modela la captura a la edad con la ecuación de Baranov (1918). La dinámica de la población sigue el número de individuos por edades a través de la historia de las capturas con la mortalidad natural y por pesca actuando sobre los 28 grupos de edad que son modelados (3 a 30+). En cada año, los reclutamientos de edad 3 son estimados como desviaciones desde el valor medio esperado de una curva de stock-reclutas de Beverton y Holt (1957).

El modelo de evaluación actual considera los sexos combinados, a pesar de que varios autores reportan diferencias significativas en los datos de longitud a la edad entre machos y hembras (Ashford *et al.*, 2005; Horn, 2002; Rubilar *et al.*, 1999). Los parámetros de crecimiento empleados fueron los estimados por Oyarzún *et al.* (2003b), los cuales fueron estimados a través de lectura de otolitos (Tabla 1).

La información de edad utilizada en la evaluación proviene de estas tres fuentes distintas. Para la pesquería chilena, la determinación de la edad de las capturas entre 1991-2006 están basadas en la lectura de anillos de las escamas mientras que desde 2007, se ha basado en las lecturas de otolitos (Tascheri, 2022).

Datos disponibles para la estimación de parámetros.

Flota artesanal (18° 21' L.S.- 47° L.S.)

- Composiciones de edad 2007 – 2020 (otolitos).
- Pesos medios a la edad 1995 – 2020.

Flota industrial (palangre; 47° S – 57° L.S.)

- Pesos medios a la edad 1991 – 2006.

Flota industrial (trotline con cachaloteras; 47° S – 57° L.S.)

- Composiciones de edad 2007 – 2020 (otolitos).
- Pesos medios a la edad 2007 – 2020

Pesquería Argentina de bacalao de profundidad

Dos flotas, arrastre y palangue, no se maneja información respecto a edades. Los datos de composición de tamaño de las capturas se emplean en reemplazo de los datos de composición de edades de la pesca argentina originalmente utilizados por Tascheri *et al.* (2015)

Referencias

- Ashford, J.R., Duhamel, G., Jones, C. & Bobko, S. 2005. Age, growth and mortality of patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) caught off Kerguelen. CCAMLR Sci. 12, 29-41.
- Ashford, J.R. 2001. In support of a rationally managed fishery: Age and growth in patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*). A Dissertation submitted to the Faculty of Old Dominion University in Partial Fulfilment of the Requirement for the Degree of Doctor of Philosophy.
- Cassia, M.C. 1998. Comparisons of age readings from scales and otoliths of the patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) from South Georgia. CCAMLR Sci. 5, 191-203.
- Beverton R.J.H. & Holt S. J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. U.K. Ser. II; 19:1–533.
- Horn, P. L. 2002. Age and growth of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) and Antarctic toothfish (*D. mawsoni*) in waters from the New Zealand sub-Antarctic to the Ross Sea, Antarctica. Fish. Res. 56, 275–287.

- Martínez, P. & Wöhler. 2016. Hacia la recuperación de la pesquería de merluza negra (*Dissostichus eleginoides*) en el Mar Argentino: un ejemplo de trabajo conjunto entre el sector de la administración, la investigación y la industria. Frente Marítimo, Vol. 24: 115-124.
- Oyarzún, C., Gacitúa, S., Araya, M., Cubillos, L., Galleguillos, R., Pino, C., Aedo, G., Salamanca, M., Pedraza M. & Lamilla, J. 2003a. Monitoreo de la pesquería artesanal de bacalao de profundidad entre la VIII y XI Regiones. Informe Final, Proyecto FIP 2001-16. 222 pp.
- Oyarzún, C., Gacitúa, S., Araya, M., Cubillos, L., Salamanca, M., Pino, C., Galleguillos, R., Aedo, G. & Lamilla, J. 2003b. Asignación de edades y crecimiento de bacalao de profundidad. Informe Final, Proyecto FIP 2001-17. 130 pp.
- Rubilar, P., Moreno, C. & Zuleta, A. 1999. Edad y crecimiento de *Dissostichus eleginoides* (Pisces: Notheniidae) en la costa centro-sur de Chile (38°19' a 43°). Rev. Chilena de Hist. Nat. 72: 285-296.
- Tascheri, R. 2022. Convenio de Desempeño 2021: Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2022: Bacalao de profundidad, 2022. DOCUMENTO TÉCNICO N°2. Subsecretaría de Economía y EMT - IFOP. 166 p.
- Tascheri, R., Canales, C., Céspedes R. & Chong, A. 2015. Convenio de Desempeño 2014: Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2015: Bacalao de profundidad, 2015. DOCUMENTO TÉCNICO N°2. Subsecretaría de Economía y EMT - IFOP. 141 p.
- Young, Z., Zuleta, A., Robotham, H., Aguayo, M. & Cid, L. 1992. Evaluación del stock de bacalao de profundidad entre las latitudes 47° y 57°S. Informe Técnico IFOP-SUBPESCA: 1-63.

9.1.6 D3.e. Review of information, age and growth of deep-sea cod (*Dissostichus eleginoides*).

General background

Cod is a slow-growing species with a relatively late age of maturity (8-14 years). Radiometric analyses performed in otoliths, derived from the 210Pb/226Ra ratio present in these structures (Oyarzún *et al.*, 2003b), date that fish less than 60 cm in total length are around 6 to 8 years old, while adult fish with a total length of 130 cm can reach 44 years. The otoliths of this species have a robust structure, which in many cases is extremely opaque, which makes it difficult to observe and read annual rings without adequate treatment. That is why in the 90's, most age estimates in cod were based on scale analysis (Young *et al.* 1992; Cassia, 1998; Rubilar *et al.*, 1999). A problem that arose with the reading of ages in scales is that in older fish, the periphery of the structure does not allow the growth rings to be discerned, so the age of these fish was underestimated, a problem that does not arise when analyzing otoliths. From the 2000s onwards, several studies were carried out to compare estimated ages with otoliths and scales, thus improving the technique of preparation and observation of annual growth rings in otoliths (Oyarzún *et al.*, 2003a; Oyarzún *et al.*, 2003b; Ashford *et al.*, 2001). Based on the recommendations emanating from the studies mentioned above, it was agreed to make estimates of age using

otoliths and not scales (Ashford *et al.*, 2001). In conclusion, given the bias introduced in older ages when scales were used to determine the age of *D. eleginoides*, the estimates of the growth parameters that have used ages determined from reading in otoliths are those considered in the stock assessment.

For deep-sea cod, there are a number of estimates of the parameters of the von Bertalanffy growth function. Table 1 presents parameters of the von Bertalanffy equation determined in the last two decades for this species, considering estimates made in waters off the coast of Chile, and some estimates made in other areas within the wide geographical distribution of this species.

Table 1. Estimated individual length growth parameters for deep-sea cod (*Dissostichus eleginoides*) in Chile and other geographic ranges.

Sex	Parameter			Method of determination	Area			Authors	Year
	L_{∞} (cm)	K (years)	T0 (years)						
Males	181,5	0,060	-0,533	Scales	Pacific, Central	Chile	South	Rubilar <i>et al.</i>	1999
Females	223,1	0,048	-0,658	Scales	Pacific, Central	Chile	South	Rubilar <i>et al.</i>	1999
Combined	218	0,048	-0,664	Scales	Pacific, Central	Chile	South	Rubilar <i>et al.</i>	1999
Combined	180,6	0,038	-3,860	Scales	Pacific, Central	Chile	South	Oyarzún <i>et al.</i>	2003 to
Combined	152,2	0,085	-0,590	Otoliths	Pacific, Central	Chile	South	Oyarzún <i>et al.</i>	2003 b
Combined	156,4	0,053	-2,350	Scales	Pacific, Central	Chile	South	Oyarzún <i>et al.</i>	2003 b
Combined	212,6	0,066	-0,477	Scales	Pacific, Southern Chile			Young <i>et al.</i>	1992
Males	134,3	0,118	0,080	Otoliths	Pacific, New Zealand			Horn	2002
Females	158,7	0,085	-0,350	Otoliths	Pacific, New Zealand			Horn	2002
Combined	184,7	0,065	-0,386	Scales	Atlantic, Argentina			Martinez and Wöhler	2013
Combined	207	0,075	-0,290	Scales	Atlantic, South Georgia			Cassia	1998
Males	95,9	0,120	-4,600	Otoliths	Indian Ocean, Kerguelen			Ashford <i>et al.</i>	2005
Females	103,5	0,110	-4,700	Otoliths	Indian Ocean, Kerguelen			Ashford <i>et al.</i>	2005

Age information in the evaluation

As of 2015, deep-sea cod assessments are implemented using the Alaska Assessment Model (AMAK, in AD Model Builder). AMAK is an age-structured model that projects the population forward from an initial condition, resolving the parameters through maximum plausibility. AMAK models capture at age with the Baranov equation (1918). Population dynamics follow the number of individuals by age throughout the history of catches with natural and fishing mortality acting on the 28 age groups that are modeled (3 to 30+). In each year, age 3 recruitments are estimated as deviations from the expected mean value of a stock-recruit curve by Beverton and Holt (1957).

The current assessment model considers the combined sexes, although several authors report significant differences in length-to-age data between males and females (Ashford *et*

al., 2005; Horn, 2002; Rubilar *et al.*, 1999). The growth parameters used were those estimated by Oyarzún *et al.* (2003b), which were estimated through otolith reading (Table 1).

The age information used in the assessment comes from these three different sources. For the Chilean fishery, the determination of the age of catches between 1991-2006 is based on the reading of scale rings, while since 2007, it has been based on otolith readings (Tascheri, 2022).

Data available for parameter estimation.

Artisanal fleet (18° 21' L.S.- 47° L.S.)

- Compositions of age 2007 – 2020 (otolitos).
- Average weights at the age 1995 – 2020.

Industrial fleet (longline; 47° S – 57° L.S.)

- Average weights at the age 1991 – 2006.

Industrial fleet (trotline with sperm whales; 47° S – 57° L.S.)

- Compositions of age 2007 – 2020 (otolitos).
- Average weights at age 2007 – 2020

Argentine deep-sea cod fishery

Two fleets, trawler and palangue, and no information is handled regarding ages. Catch size composition data are used to replace the age composition data of Argentine fisheries originally used by Tascheri *et al.* (2015)

References

- Ashford, J.R., Duhamel, G., Jones, C. & Bobko, S. 2005. Age, growth and mortality of patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) caught off Kerguelen. CCAMLR Sci. 12, 29-41.
- Ashford, J.R. 2001. In support of a rationally managed fishery: Age and growth in patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*). A Dissertation submitted to the Faculty of Old Dominion University in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Doctor of Philosophy.
- Cassia, M.C. 1998. Comparisons of age readings from scales and otoliths of the patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) from South Georgia. CCAMLR Sci. 5, 191-203.
- Beverton R.J.H. & Holt S. J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. U.K. Ser. II; 19:1–533.
- Horn, P. L. 2002. Age and growth of Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) and Antarctic toothfish (*D. mawsoni*) in waters from the New Zealand sub-Antarctic to the Ross Sea, Antarctica. Fish. Res. 56, 275–287.
- Martínez, P. & Wöhler. 2016. Hacia la recuperación de la pesquería de merluza negra (*Dissostichus eleginoides*) en el Mar Argentino: un ejemplo de trabajo conjunto entre el sector de la administración, la investigación y la industria. Frente Marítimo, Vol. 24: 115-124.
- Oyarzún, C., Gacitúa, S., Araya, M., Cubillos, L., Galleguillos, R., Pino, C., Aedo, G., Salamanca, M., Pedraza M. & Lamilla, J. 2003a. Monitoreo de la pesquería artesanal de bacalao de profundidad entre la VIII y XI Regiones. Informe Final, Proyecto FIP 2001-16. 222 pp.

- Oyarzún, C., Gacitúa, S., Araya, M., Cubillos, L., Salamanca, M., Pino, C., Galleguillos, R., Aedo, G. & Lamilla, J. 2003b. Asignación de edades y crecimiento de bacalao de profundidad. Informe Final, Proyecto FIP 2001-17. 130 pp.
- Rubilar, P., Moreno, C. & Zuleta, A. 1999. Edad y crecimiento de *Dissostichus eleginoides* (Pisces: Notheniidae) en la costa centro-sur de Chile (38°19' a 43°). Rev. Chilena de Hist. Nat. 72: 285-296.
- Tascheri, R. 2022. Convenio de Desempeño 2021: Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2022: Bacalao de profundidad, 2022. DOCUMENTO TÉCNICO N°2. Subsecretaría de Economía y EMT - IFOP. 166 p.
- Tascheri, R., Canales, C., Céspedes R. & Chong, A. 2015. Convenio de Desempeño 2014: Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales al año 2015: Bacalao de profundidad, 2015. DOCUMENTO TÉCNICO N°2. Subsecretaría de Economía y EMT - IFOP. 141 p.
- Young, Z., Zuleta, A., Robotham, H., Aguayo, M. & Cid, L. 1992. Evaluación del stock de bacalao de profundidad entre las latitudes 47° y 57°S. Informe Técnico IFOP-SUBPESCA: 1-63.

9.2 Actas del Proyecto

9.2.1 Acta 1. Reunión de coordinación inicial proyecto FIPA 2024-26

FIPA 2024-26 “Programa de revisión y mejora experta benchmark para las evaluaciones indirectas de bacalao de profundidad: pesquería artesanal y pesquería industrial”

1 ANTECEDENTES REUNIÓN

Fecha: 28/11/2024

Hora: 14.00-15.00

Proyecto: FIPA 2024-26 “Programa de revisión y mejora experta Benchmark para las evaluaciones indirectas de bacalao de profundidad: pesquería artesanal y pesquería industrial”

Asistentes:

- Sra. Daniela Balboran (Directora, FIPA),
- Sr. Jorge Farías (Sectorialista, Subsecretaría de Pesca)
- Sr. Dario Rivas (Sectorialista, Subsecretaria de Pesca)
- Sr. Aquiles Sepúlveda (INPESCA)
- Sr. Claudio Gatica (Jefe de Proyecto)

Lugar Reunión: Fondo de Investigación Pesquera, Valparaíso.

2 TEMARIO DE LA REUNIÓN

- a) Presentación y contexto inicial del proyecto (Sr. Jorge Farias)
- b) Presentación del proyecto FIPA 2024-26 (Jefe de Proyecto)
- c) Desarrollo de acuerdos en relación a términos de referencia.

3 MATERIAL DE APOYO A REUNION

Como material de apoyo de la reunión se adjunta:

- i) Oferta Técnica FIPA 2023-27
- ii) Presentación formato PPT

4 PRESENTACIONES

4.1 Presentación Subsecretaría de Pesca (Sr. Jorge Farias)

El sectorialista da la bienvenida a los participantes de la reunión, destaca la importancia del presente proyecto por la trascendencia que tienen las evaluaciones de recursos para el manejo de diferentes pesquerías nacionales, donde los procedimientos de revisión experta de las evaluaciones cumplen un rol fundamental para desarrollarse en un estándar científico de calidad para la toma de decisión. En relación con la revisión de bacalao se indica, que la evaluación a revisar corresponde a un solo recurso, con el objetivo de favorecer la revisión considerando las complejidades que presente el recurso y la pesquería. Se destaca además, que el nuevo ciclo de revisiones comenzó con el FIPA 2022 -12, para merluza de cola y

congrio dorado, y que se espera continuar con esta línea de proyectos el 2025 con el llamado a revisión de otras evaluaciones.

4.2 Presentación INPESCA (Jefe proyecto, Sr. Claudio Gatica Molina)

El Sr. Claudio Gatica, presenta los objetivos generales y específicos relacionados con el proyecto FIPA 2024-26, orientado a una revisión y mejoramiento de las evaluaciones de stock de bacalao de profundidad: pesquería industrial y artesanal. Se revisan los hitos principales del proyecto relacionado con el tipo de revisión y que se refieren al modelo conceptual y de evaluación del stock, utilizado para determinar el estado del recurso y generar asesoría para su administración. Se presenta el equipo de evaluadores externos independientes, correspondientes al Dr. Roberto Licandeo, Dr. Jim Ianelli y Dr. Aquiles Sepúlveda (experto nacional), así como, el equipo de investigadores de la agencia nacional. En la presentación, además de la coordinación inicial de fechas para la realización del taller de revisión (Taller 1), se clarifica la necesidad de determinar sobre que informe y modelo será realizada la evaluación, los suministros y formatos necesarios de implementación de modelos, datos e informes, para efectuar la revisión y suministrar contenidos específicos de forma oportuna a los expertos independientes. Otro aspecto es la coordinación con la Subsecretaría de Pesca, cuyo representante técnico para los fines del proyecto será el Sr. Jorge Farías. En el transcurso de la presentación se realizan consultas, acuerdos y sugerencias que son detalladas a continuación.

5 RESUMEN INDICACIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Fechas del proyecto:

El proyecto FIPA 2024-26, se inicia administrativamente con la aprobación del contrato del proyecto. Luego, en relación con el contrato, donde se indica la fecha de entrega de 2 informes de avance, un informe pre-final y otro final. Las fechas indicadas para cada una de las actividades correspondería a:

FECHAS PROYECTO FIPA 2024-26

Inicio del proyecto: 8 de noviembre de 2024.

- Informes y Talleres
- Primer informe de avance
- Fecha de entrega: 8 de julio de 2025.
- Taller # 1 (2 meses antes): del 5 al 9 de mayo de 2025.
- Segundo informe de avance
- Fecha de entrega: 9 de febrero de 2026.
- Taller # 2 (2 meses antes): del 8 al 12 de diciembre de 2025.
- Informe prefinal
- Fecha de entrega: 8 de julio de 2026.
- Informe final
- Fecha de entrega: 8 de septiembre de 2026.

OBSERVACIONES:

- Es clarificado que estas fechas se corresponde con la fecha de aprobación del contrato, que es considerado como fecha inicial de partida del proyecto (8 noviembre de 2024), luego se debe verificar la disponibilidad de agenda por parte de los expertos para las fechas señaladas, y coordinar con IFOP por sus tiempos, ya que también se requiere de su participación para preparación de información y consultas, así como, de participación en el desarrollo del taller.

- En relación con la fecha del Taller 2 para diciembre de 2025, es señalado por los profesionales de la Subsecretaría de Pesca que se debe considerar un cambio hacia enero de 2026, por compromisos de Instituciones como la SSPA e IFOP.

5.2 Locación y formato:

Se acuerda que el Primer Taller (taller de revisión), tendrá modalidad presencial y se efectuará en la ciudad de Viña del Mar. Se propone el hotel Novotel, por la calidad de sus instalaciones, entorno seguro y buen desempeño en talleres desarrollados con anterioridad para diferentes proyectos. El Segundo Taller (taller de mejoramiento), tendrá una modalidad remota, acorde a Oferta Técnica.

En relación con el formato en modalidad remota del segundo taller, el sectorialista Sr. Jorge Farias, solicita a la agencia que independiente de la Oferta Técnica, el taller 2 sea desarrollado en formato presencial, por lo tanto solicita que se revise la posibilidad de ello tanto en su componente logística como económica por parte de la agencia. Por parte de la agencia, se indica que la oferta adjudicada fue diseñada con un taller 1 presencial y un taller 2 telemático, sin embargo, cambios al formato son posibles de desarrollar y son dependientes de la posibilidad de requerir un incremento de presupuesto, debidamente justificado y que será evaluado para dar una respuesta a la Subsecretaría de Pesca y al Fondo de Investigación Pesquera.

En relación con los talleres, estos son públicos con participantes requeridos por parte de la Subsecretaría de Pesca, considerando que son talleres de carácter técnico en temáticas específicas relacionadas con la evaluación de stock. Adicionalmente, se trata de un proceso transparente, donde son los expertos quienes de manera independiente realizan la revisión de la evaluación de stock.

5.3 Idioma de taller:

El taller será desarrollado en idioma español e inglés, con la debida participación de traducción simultanea y soporte técnico

5.4 Documentos base de evaluación:

Se determina que las evaluaciones a revisar tanto en su implementación (datos y códigos) como en los resultados (informes), sean aquellas utilizadas para asesorar la tarea del Comité Científico Técnico en octubre de 2024; esto es, el informe técnico de asesoría de las evaluaciones para bacalado de profundidad año 2024, y que es el utilizado para asesorar al comité científico en la recomendación de cuotas para el año 2025. Por lo tanto, será esta configuración y sus resultados la que será la evaluada, requiriéndose la colaboración del Instituto de Fomento Pesquero y sus investigadores para compartir por medio de la Subsecretaría de Pesca, los Informes correspondientes en versiones Word editables para fines de edición que correspondan, el modelo implementado base del informe y casos a través de códigos utilizados en formato de la evaluación (i.e. archivos tpl, dat, control, etc) y todo aquel elemento necesario para correr los modelos asociados al informe respectivo. Adicionalmente, se solicitará información referente al monitoreo a partir del cual se construye el archivo de entrada al modelo y toda información necesaria como claves talla edad y base de datos de entrada en el análisis del índice de abundancia (estandarización CPUE). En el caso de la CPUE, será además requerido compartir la base utilizada para la estandarización documentada, así como, datos filtrados u otro que requieran los expertos acompañado de los correspondientes códigos de análisis.

5.5 Reuniones de coordinación iniciales de partida del proyecto

En relación con la primera etapa del proyecto (puesta en marcha), se determinó efectuar un mínimo de 2 reuniones iniciales, a saber:

5.5.1 Reunión inicial coordinación FIPA-SSP-Agencia Nacional

Esta reunión es aquella destinada a la coordinación inicial entre la agencia, el FIPA y la Subsecretaría de Pesca, estableciéndose los alcances de los TTR y fechas de hitos claves. Además, se establecerá el tipo de revisión y el material base a ser utilizado.

5.5.2 Reunión coordinación y trabajo SSP-IFOP-Agencia Nacional

Con el objetivo se atender consultas de IFOP y permitir el traspaso de datos y modelos para los fines de revisión. Así como, dar cuenta de la metodología base del proyecto y fechas hitos de actividades. Esta actividad tendrá un carácter presencial de parte de la agencia. La coordinación de esta reunión será realizada por la Subsecretaría en Pesca quién solicitará al IFOP la reunión correspondiente.

5.6 Tareas principales del proyecto

La naturaleza y experiencia de diferentes revisiones, y las características de las bases técnicas determinan que prácticamente la totalidad de las tareas principales del proyecto se concentran en los primeros meses con especial concentración en el período previo a los talleres, durante el desarrollo de estos y el trabajo posterior donde los expertos en su conocimiento e independencia determinan sus recomendaciones y/o corrección o mejora en las evaluaciones.

5.7 Difusión

Por solicitud del FIPA se establece que exista una fuerte difusión para tener talleres lo más amplio posibles en sus aspectos técnicos, y que la difusión de resultados se haga también extensiva a los comités de manejo y sus representantes. En este contexto, el Instituto de Investigación Pesquera se compromete en apoyar esta tarea y preparar material para difusión.

Por parte de la Subsecretaría de Pesca, se solicita se realice grabación del desarrollo del taller.

9.2.2 Acta 2. Reunión de coordinación Inicial ampliada

FIPA 2024-26 “Programa de revisión y mejora experta benchmark para las evaluaciones indirectas de bacalao de profundidad: pesquería artesanal y pesquería industrial”

1 ANTECEDENTES REUNIÓN

Fecha: 10/1/2025

Hora: 9.00-10.30

Proyecto: FIPA 2024-26 “Programa de revisión y mejora experta benchmark para las evaluaciones indirectas de bacalao de profundidad: pesquería artesanal y pesquería industrial”

Asistentes:

- Sra. Daniela Balboran (Directora, FIPA),
- Sr. Jorge Farías (Sectorialista, Subsecretaría de Pesca)
- Sr. Dario Rivas (Sectorialista, Subsecretaría de Pesca)
- Sr. Aquiles Sepúlveda (INPESCA)

- Sr. Claudio Gatica (Jefe de Proyecto, INPESCA)
- Sr. Roberto Licandeo (experto Independiente)
- Sra. Lilian Troncoso (Jefa división administración pesquera)
- Sr. Carlos Montenegro (Jefe división investigación pesquera, IFOP)
- Sr. Francisco Contreras (evaluador de stock, IFOP)
- Sr. Nicolas Alegría (INPESCA)

Lugar Reunión: Sala de reuniones, Novotel, Viña del Mar.

2 TEMARIO DE LA REUNIÓN

- a) Presentación y contexto inicial del proyecto (Sr. Jorge Farías)
- b) Presentación del proyecto FIPA 2024-26 (Jefe de Proyecto)
- c) Desarrollo de acuerdos en relación a términos de referencia.

3 MATERIAL DE APOYO A REUNION

Como material de apoyo de la reunión se adjunta:

- Presentación formato PPT

4 PRESENTACIONES

4.1 Presentación Subsecretaría de Pesca (Sr. Jorge Farías)

El sectorialista da la bienvenida a los participantes de la reunión, destaca la importancia del presente proyecto por la trascendencia que tienen las evaluaciones de recursos para el manejo de diferentes pesquerías nacionales, donde los procedimientos de revisión experta de las evaluaciones cumplen un rol fundamental para desarrollar un estándar científico de calidad para la toma de decisión. En relación con la revisión de bacalao se indica, que la evaluación a revisar corresponde a un solo recurso, con el objetivo de favorecer la revisión considerando las complejidades que presenta el recurso y la pesquería. El profesional indica que el objetivo principal es generar interacción y coordinación entre las instituciones participantes, y conocer por parte de IFOP, la viabilidad en disponibilidad de sus profesionales para ser parte del proceso de revisión y poder compartir con antelación acorde a agenda el material base para la revisión, así como, participar de forma activa en los talleres de revisión y mejoramiento. En el área administrativa, conocer quien será la contraparte técnica por parte de IFOP para fines de coordinación e interacción técnica.

4.2 Presentación INPESCA (Jefe proyecto, Sr. Claudio Gatica Molina)

El Sr. Claudio Gatica, presenta los objetivos generales y específicos relacionados con el proyecto FIPA 2024-26, orientado a una revisión y mejoramiento de las evaluaciones de stock de bacalao de profundidad: pesquería industrial y artesanal. Se revisan los hitos principales del proyecto relacionado con el tipo de revisión y que se refieren al modelo conceptual y de evaluación del stock, utilizado para determinar el estado del recurso y generar asesoría para su administración. Se presenta el equipo de evaluadores externos independientes, correspondientes al Dr. Roberto Licandeo, Dr. Jim Ianelli y Dr. Aquiles Sepúlveda (experto nacional), así como, el equipo de investigadores de la agencia nacional. En la presentación, además de la coordinación inicial de fechas para la realización del taller de revisión (Taller 1), se clarifica la necesidad de determinar sobre que informe y modelo será realizada la evaluación, los suministros y formatos necesarios de implementación de modelos, datos e informes, para efectuar la revisión y suministrar contenidos específicos de forma oportuna a los expertos independientes. Otro aspecto es la coordinación con la Subsecretaría de Pesca, cuyo representante técnico para los fines del proyecto será el Sr. Jorge Farías. En el transcurso de la presentación se realizan consultas, acuerdos y sugerencias que son detalladas a continuación.

5 RESUMEN INDICACIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Fechas del proyecto:

El proyecto FIPA 2024-26, se inicia administrativamente con la aprobación del contrato del proyecto. Luego, en relación con el contrato, donde se indica la fecha de entrega de 2 informes de avance, un informe pre-final y otro final. Las fechas indicadas para cada una de las actividades correspondería a:

FECHAS PROYECTO FIPA 2024-26

Inicio del proyecto: 8 de noviembre de 2024.

- Informes y Talleres
- Primer informe de avance
- Fecha de entrega: 8 de julio de 2025.
- Taller # 1 (2 meses antes): del 5 al 9 de mayo de 2025.
- Segundo informe de avance
- Fecha de entrega: 9 de febrero de 2026.
- Taller # 2 (2 meses antes): del 8 al 12 de diciembre de 2025.
- Informe prefinal
- Fecha de entrega: 8 de julio de 2026.
- Informe final
- Fecha de entrega: 8 de septiembre de 2026.

OBSERVACIONES:

- Es clarificado que estas fechas se corresponde con la fecha de aprobación del contrato, que es considerado como fecha inicial de partida del proyecto (8 noviembre de 2024), luego se debe verificar la disponibilidad de agenda por parte de los expertos para las fechas señaladas, y coordinar con IFOP por sus tiempos, ya que también se requiere de su participación para preparación de información y consultas, así como, de participación en el desarrollo del taller. En este sentido, la agencia nacional previamente consulto a ambos expertos sobre su disponibilidad en relación a estas fechas, señalando estos su disponibilidad para participar en las fechas señaladas comenzado con el hito 1, taller de revisión en la semana del 5 al 9 de mayo de 2025. Posteriormente, y previo a este taller se revisará con SSPA e IFOP la agenda correspondiente, siendo posible que por tratarse de un solo recurso, la duración de taller sea de 3 días, condición que será evaluada e informada oportunamente.
- En relación con la fecha del Taller 2 para diciembre de 2025, fue señalado por los profesionales de la Subsecretaría de Pesca en reunión del 28 de noviembre de 2024, que se debe considerar un cambio de fecha de este taller 2, para el mes de enero de 2026, por compromisos de Instituciones como la SSPA e IFOP, proponiéndose inicialmente la segunda semana de enero de 2026.

5.2 Locación y formato:

Se acuerda que el Primer Taller (taller de revisión), tendrá modalidad presencial y se efectuará en la ciudad de Viña del Mar. Se propone el hotel Novotel, por la calidad de sus instalaciones, entorno seguro y buen desempeño en talleres desarrollados con anterioridad para diferentes proyectos. El Segundo Taller (taller de mejoramiento), tendrá una modalidad remota, acorde a Oferta Técnica.

En relación con el formato en modalidad remota del segundo taller, el sectorialista Sr. Jorge Farías, solicitó a la agencia que independiente de la Oferta Técnica, el taller 2 sea desarrollado en formato presencial, por lo tanto solicita que se revise la posibilidad de ello tanto en su componente logística como económica por parte de la agencia. Por parte de la

agencia, se indica que la oferta adjudicada fue diseñada con un taller 1 presencial y un taller 2 telemático, sin embargo, cambios al formato son posibles de desarrollar y son dependientes de la posibilidad de requerir un incremento de presupuesto, debidamente justificado y que será evaluado para dar una respuesta a la Subsecretaría de Pesca y al Fondo de Investigación Pesquera. Por ello, se puede indicar que la agencia realizará las gestiones para que ambos talleres tengan un carácter presencial, justificado en la complejidad de las materias a revisar y la calidad de interacción y conocimiento que se logra en la forma presencial de estas tareas.

En relación con los talleres, estos son públicos con participantes requeridos por parte de la Subsecretaría de Pesca, considerando que son talleres de carácter técnico en temáticas específicas relacionadas con la evaluación de stock. Adicionalmente, se trata de un proceso transparente, donde son los expertos quienes de manera independiente realizan la revisión de la evaluación de stock para bacalao.

5.3 Idioma de taller:

El taller será desarrollado en idioma español e inglés, con la debida asistencia de traducción simultánea y soporte técnico

5.4 Documentos base de evaluación:

Se determina que las evaluaciones a revisar tanto en su implementación (datos y códigos) como en los resultados (informes), sean aquellas utilizadas para asesorar la tarea del Comité Científico Técnico en octubre de 2024; esto es, el informe técnico de asesoría de las evaluaciones para bacalado de profundidad año 2024, y que es el utilizado para asesorar al comité científico en la recomendación de cuotas para el año 2025. Por lo tanto, será esta configuración y sus resultados la que será la evaluada, requiriéndose la colaboración del Instituto de Fomento Pesquero y sus investigadores para compartir por medio de la Subsecretaría de Pesca, los Informes correspondientes en versiones Word editables para fines de edición que corresponda, el modelo implementado base del informe y casos a través de códigos utilizados en formato de la evaluación (i.e. archivos tpl, dat, control, etc), y todo aquel elemento necesario para correr los modelos asociados al informe respectivo. Adicionalmente, se solicitará información referente al monitoreo a partir del cual se construye el archivo de entrada al modelo y toda información necesaria como claves talla edad y base de datos de entrada en el análisis del índice de abundancia (estandarización CPUE, códigos, etc). En el caso de la CPUE, será además requerido compartir la base utilizada para la estandarización documentada, así como, datos filtrados u otro que requieran los expertos acompañado de los correspondientes códigos de análisis.

5.5 Contraparte técnica de IFOP

Por parte de IFOP, participan el Sr. Carlos Montenegro y el Sr. Francisco Contreras, indicándose por parte de IFOP que en relación al presente proyecto la contraparte técnica designada es el Sr. Montenegro. En las materias específicas del proyecto, se manifiesta que es necesario clarificar que en las materias de recomendaciones y mejoras para los fines de la asesoría que desarrolla el IFOP, sea considerado para estos fines el Informe Final del proyecto, con el objeto de conocer adecuadamente los contenidos y no interferir en procesos como la asesoría anual en materias de evaluaciones de stock y recomendaciones de cuota, indicando además que la adopción de cambios debe ser realizada en forma gradual dependiendo de las materias que estas atiendan. Adicionalmente, solicitan se mantenga la confidencialidad de la información, datos y otros para garantizar un proceso ordenado y transparente. En lo correspondiente a los Informes de expertos independientes,

se indica que estos sean conocidos previamente tanto por la SSPA como por IFOP, para conocer de forma adecuada sus contenidos antes que el público general en el marco administrativo del proyecto.

Un tema destacado por el Sr. Montenegro, es solicitar en el desarrollo de proyectos de revisión que documentos de contribución como los presentados por CEPES, posean un estandar científico y sean puestos a disposición con antelación para conocer de sus contenidos, porque el objetivo principal de este tipo de proyectos es revisar las evaluaciones de stock que realiza el IFOP, para lo cual son meses de preparación de material y coordinación. Además, las agendas y contenidos son conocidas y aceptadas previamente a la realización de los talleres, por lo que indica la aparición de presentaciones u otro debe cumplir con lo indicado. En esta materia, la SSPA señala que concuerda con exigir un estandar formal y oportuno a instituciones o investigadores que deseen contribuir en el marco de los talleres de revisión y mejoramiento.

En relación con las fechas de los talleres, por parte de IFOP indican que antes de confirmar su disponibilidad para las fechas indicadas en la reunión requieren reunirse con su equipo de investigadores para revisar sus compromisos y agenda institucional. Por ello, señalan que durante la semana del 13 de enero de 2025, darán respuesta e informarán al respecto para fines de coordinación de agenda del proyecto y compromisos institucionales de la SSPA, FIPA e INPESCA en el marco del proyecto. Por parte de la agencia, se indica que estas fechas son establecidas por contrato del FIPA, soportadas por las fechas de adjudicación y firmas de contratos, y en lo posible se debe cumplir con ellas para dar continuidad a los procesos de asesoría y agenda de proyectos.

Otra consulta, realizada por IFOP fue saber si las revisiones previas eran consultadas y consideradas en cada proceso de revisión, sobre este punto el Sr. Roberto Licandeo indica que en las revisiones toda la información disponible es revisada y que por lo tanto, revisiones previas, también son materia de consideración para realiza una revisión independiente de las materias consultadas.

5.6 Utilización del producto de las revisiones

La representante de la SSPA, Sr. Lilian Troncoso, señala en relación a la adopción de recomendaciones de los expertos, que el producto de los proyectos de revisión debe ser incorporado en las asesorías (i.e. estudios de CTP), ya que se destinan recursos importantes que deben ser utilizados en la mejora del conocimiento. Por ello, sugiere dependiendo de las materias señaladas que estas sean incluidas por el Instituto en sus asesorías en un calendario oportuno y gradual que atienda a los compromisos que adopta la SSPA al fomentar los proyectos de revisión y mejoras.

5.7 Reuniones de coordinación iniciales de partida del proyecto

En relación con la primera etapa del proyecto (puesta en marcha), se determinó efectuar un mínimo de 2 reuniones iniciales, a saber:

5.8 Tareas principales del proyecto

La naturaleza y experiencia de diferentes revisiones, y las características de las bases técnicas determinan que prácticamente la totalidad de las tareas principales del proyecto se concentran en los primeros meses con especial concentración en el período previo a los talleres 1 y 2, durante el desarrollo de estos y el trabajo posterior donde los expertos en su conocimiento e independencia determinan sus recomendaciones y/o corrección o mejora en las evaluaciones.

5.9 Difusión

Por solicitud del FIPA se establece que exista una fuerte difusión para tener talleres lo más amplios posibles en sus aspectos técnicos, y que la difusión de resultados se haga también extensiva a los comités de manejo y sus representantes. En este contexto, el Instituto de Investigación Pesquera se compromete en apoyar esta tarea y preparar material para difusión.

Por parte de la Subsecretaría de Pesca, se solicita se realice grabación del desarrollo del taller.

9.2.3 Acta 3. Reunión de coordinación Agencia-SSPA por temáticas de la administración

FIPA 2024-26 “Programa de revisión y mejora experta benchmark para las evaluaciones indirectas de bacalao de profundidad: pesquería artesanal y pesquería industrial”

1 ANTECEDENTES REUNIÓN

Fecha: 17/3/2025

Hora: 15.00-16.00

Proyecto: FIPA 2024-26 ” FIPA 2024-26 “Programa de revisión y mejora experta benchmark para las evaluaciones indirectas de bacalao de profundidad: pesquería artesanal y pesquería industrial”

Asistentes:

- Sr. Jorge Farías (Sectorialista, Subsecretaría de Pesca)
- Sr. Darío Rivas (Sectorialista, Subsecretaría de Pesca)
- Sr. Aquiles Sepúlveda (INPESCA)
- Sr. Claudio Gatica (Jefe de Proyecto)

Lugar Reunión: Reunión desarrollada de forma remota

2 TEMARIO DE LA REUNIÓN

a) Revisión agenda y coordinación reunión con IFOP-

3 DESARROLLO

3.1.1 Acta de Reunión

Dando inicio a la reunión, el Sr. Claudio Gatica informa que el objetivo principal es revisar los contenidos de la agenda del Taller 1 de Revisión, programado para los días 6 al 9 de mayo de 2025 en el Hotel Novotel, Viña del Mar. Se destaca que el primer día estará dedicado completamente al monitoreo de la pesquería y los datos, mientras que los días 2 y 3 abordarán la conceptualización de modelos, datos de entrada, implementación y resultados de la evaluación.

3.1.2 Contenidos sobre Datos

El Sr. Darío Rivas enfatiza la importancia de comprender claramente la información que sustenta los modelos implementados en cada zona, por lo que sugiere que los datos sean presentados de manera segmentada por área geográfica. Además, resalta la necesidad de clarificar el método de estimación de edad del bacalao, cómo se utiliza esta información en distintas áreas o sectores, y cómo se describe su crecimiento.

Se menciona que hay una abundante cantidad de información en el área sur, principalmente proveniente del sector industrial, mientras que en el área norte los datos son escasos, lo que

impacta la capacidad de los modelos para representar adecuadamente la situación en esa región. Se destaca que el modelo nacional se basa fundamentalmente en datos del área sur.

3.1.3 Evaluación de Stock

Se discute el uso de modelos estructurados y otros basados en datos escasos, enfatizando la necesidad de evaluar si las hipótesis empleadas son razonables y si los modelos estiman con suficiente confianza los efectivos presentes en cada área evaluada.

El Sr. Claudio Gatica recuerda que la revisión previa del bacalao, realizada por Tom Polacheck, contiene información relevante sobre el modelo conceptual aplicado en evaluaciones pasadas. Sugiere que los interesados revisen estos antecedentes para mejorar la comprensión de los aspectos a evaluar.

El Sr. Jorge Farías plantea la necesidad de realizar evaluaciones y conocer las abundancias por área, además de considerar un enfoque nacional. Se sugiere que este análisis también se aborde mediante un modelo por flotas. Estos aspectos serán consultados con los expertos del proyecto, quienes, de manera independiente, podrán realizar observaciones sobre la evaluación existente y sugerir mejoras o reconsideraciones.

3.1.4 Migración y Desplazamiento

Se destaca la información disponible a partir de estudios de marcaje realizados por CEPES. Se considera valioso profundizar en estos antecedentes.

Por otro lado, el Sr. Jorge Farías menciona que la representante del sector artesanal del Comité de Manejo desea exponer la posición y problemáticas de este sector. En respuesta, el chair del proyecto, Sr. Aquiles Sepúlveda, sugiere dar un espacio a estos representantes dentro del taller. También enfatiza la importancia de estructurar el taller de manera que se logre un equilibrio entre la revisión técnica de la evaluación de stock y la incorporación de perspectivas del sector pesquero.

El Sr. Claudio Gatica informa que, en una reunión de coordinación con FIPA, SSPA e IFOP, IFOP expresó que cualquier documento o presentación debe ser compartido con anticipación, ya que el objetivo principal del proyecto es revisar la evaluación de stock de IFOP y recomendar mejoras. IFOP necesita estar preparado para estas discusiones y, por ello, se espera que cualquier tema adicional se maneje de manera ordenada, manteniendo el foco en la evaluación revisada. Los representantes de SSPA se comprometieron a revisar este tema y consultar a las partes involucradas sobre la necesidad de presentar documentos en el taller.

3.1.5 Modificaciones a la Agenda

El Sr. Claudio Gatica indica que realizará algunas modificaciones en la agenda para incluir de manera más clara las temáticas discutidas en esta reunión. Estas modificaciones serán presentadas a IFOP para conocer su postura sobre la mejor manera de abordar estos temas. Posteriormente, la agenda podrá ser ajustada según la opinión de los investigadores de IFOP.

3.1.6 Reunión con expertos

El Sr. Aquiles Sepúlveda, recuerda que es necesario previo al taller desarrollar una reunión de coordinación con los expertos del proyecto, Sr. Jim Ianelli y Sr. Roberto Licandeo, para que la SSPA exponga sus principales intereses de conocimiento en la revisión, en esta línea Claudio Gatica, señala que esto podrá realizarse una vez que se tenga la agenda del taller para que así los expertos también conozcan los tiempos y contenidos presentados. Además, próximamente, podrá ser enviado a los expertos los modelos a revisar que tienen en agenda fecha 31 de marzo de 2025.

1. Objetivo de la reunión: Revisión de la agenda del Taller 1 de Revisión, programado para mayo de 2025.
2. Datos y monitoreo: Necesidad de segmentar la información por zona y clarificar la metodología de estimación de edad del bacalao.
3. Evaluación de stock: Importancia de revisar modelos y evaluar la validez de sus hipótesis. Se sugiere consultar trabajos previos.
4. Migración y desplazamiento: Interés en conocer los estudios de marcaje de CEPES.
5. Participación del sector artesanal: Se propone dar espacio a sus representantes en el taller, con la condición de compartir documentos con anticipación.
6. Modificaciones a la agenda: Se realizarán ajustes para reflejar los temas discutidos, en consulta con IFOP.

4.1.1 ANEXO (Agenda revisada)

Agenda Taller Bacalao (6-9 mayo de 2025)

DIA 1 (Monitoreo y generación de datos)

9.00-9.20

Bienvenida/ logística /introducción (Claudio Gatica)

9.20-9.40

Conducción meeting/agenda/modalidad (Aquiles Sepúlveda)

9.40-9.45

Importancia revisiones y manejo (Sectorialista)

9.50-10.50

Monitoreo y seguimiento Bacalao de profundidad (IFOP)

11.00-11.20 (Café)

11.30-12.10

Consultas e interacción por información (expertos)

12.10-12.40

Opinión de expertos respecto a datos y diseño (Jim Ianelli, Roberto Licandeo)

12.40-14.30 (pausa almuerzo)

14.30-15.45

Índices y datos para la evaluación de stock de bacalao (IFOP)

15.45-16.15

Consultas y discusión general (Jim Ianelli, Roberto Licandeo, Aquiles Sepúlveda)

16.15-16.30 (pausa café)

16.30-17.30

Opinión expertos con respecto a información observada .

DIA 2 (Modelo conceptual bacalao y por áreas)

9.00-9.20

Bienvenida/ logística /introducción (Claudio Gatica)

9.20-9.40

Conducción meeting/agenda/modalidad (Aquiles Sepúlveda)

9.40-10.30

Modelo conceptual área 1 (Evaluador)

10.30-11.00

Consultas expertos

11.00-11.20 (Café)

11.30-12.10

Datos e información en modelo evaluación stock área 1 (Evaluador)

12.10-12.40

Consultas expertos /discusión/ consultas público (Jim Ianelli, Roberto Licandeo)

12.40-14.30 (pausa almuerzo)

14.30-15.30

Modelo Evaluación de stock y PBR área 1 (Evaluador)

15.30-16.00

Consultas y discusión general (Jim Ianelli, Roberto Licandeo, Aquiles Sepúlveda)

16.00-16.20 (pausa café)

16.20-17.20

Comentarios de expertos y público al modelo y/datos

DIA 3

9.00-9.20

Bienvenida/ logística /introducción (Claudio Gatica)

9.20-9.40

Conducción meeting/agenda/modalidad (Aquiles Sepúlveda)

9.40-10.30

Modelo conceptual área 1 (Evaluador)

10.30-11.00

Consultas expertos

11.00-11.20 (Café)

11.30-12.10

Datos e información en modelo evaluación stock área 1 (Evaluador)

12.10-12.40

Consultas expertos /discusión/ consultas público (Jim Ianelli, Roberto Licandeo)

12.40-14.30 (pausa almuerzo)

14.30-15.30

Modelo Evaluación de stock y PBR área 1 (Evaluador)

15.30-16.00

Consultas y discusión general (Jim Ianelli, Roberto Licandeo, Aquiles Sepúlveda)

16.00-16.20 (pausa café)

16.20-17.20

Comentarios de expertos y público al modelo y/datos

DIA 4

9.00-9.20

Resumen ejecutivo jornada previa (Aquiles Sepúlveda)

9.20-10.20

Status del recurso y proyecciones por áreas 1, 2, otra (Evaluador)

10.20-11.00

Consultas expertos , aclaraciones a modelos implementados (Roberto Licandeo, Jim Ianelli)

11.00-11.30

Pausa cafe

11.30-12.30

Discusión general, comentarios (Roberto Licandeo)

12.30-14.30

Resumen temáticas y apreciación general (Roberto Licandeo; Jim Ianelli; A. Sepúlveda)

9.2.4 Acta 4. Reunión coordinación previa de Taller 1 FIPA 2024-26

FIPA 2024-26 “Programa de revisión y mejora experta benchmark para las evaluaciones indirectas de bacalao de profundidad: pesquería artesanal y pesquería industrial”

1 ANTECEDENTES DE LA REUNIÓN

Fecha: 27/03/2024

Hora: 15:00 - 16:00

Proyecto: FIPA 2024-26: "Programa de revisión y mejora experta de benchmark para las evaluaciones indirectas de bacalao de profundidad: pesquería artesanal e industrial".

Asistentes:

- Sr. Jorge Farías (Sectorialista, Subsecretaría de Pesca)
- Sr. Darío Rivas (Sectorialista, Subsecretaría de Pesca)
- Sr. Danilo de la Rosa (Sectorialista, Subsecretaría de Pesca)
- Sr. Carlos Montenegro (IFOP)
- Sr. Carlos Techeira (IFOP)
- Sr. Francisco Contreras (IFOP)
- Sra. Patricia Zárate (IFOP)
- Sr. Patricio Gálvez (IFOP)
- Sr. Claudio Gatica (Jefe de Proyecto)

Lugar de la reunión: Reunión desarrollada de forma remota

2 TEMARIO DE LA REUNIÓN

- a) Revisión de la agenda para la distribución de las temáticas principales del taller.
- b) Recordatorio de fechas y horarios del taller.
- c) Listado de participantes en el taller.
- d) Formato general del taller y modalidad.

3 MATERIAL COMPLEMENTARIO

Para el desarrollo de la reunión, se compartió previamente una presentación en formato PPT que incluye los contenidos principales del proyecto, junto con la agenda preestablecida y la propuesta de distribución por días. Además, se proporcionó el enlace al sitio web del proyecto, donde se puede consultar información relevante, fechas, agenda, y material para los participantes del taller: <https://sites.google.com/view/fipa2024-26/inicio>.

4 DESARROLLO

4.1 Inicio de la reunión y objetivos del proyecto

El Sr. Jorge Farías (SSPA) dio la bienvenida a los participantes y agradeció la disposición y colaboración del IFOP y sus investigadores para el desarrollo del FIPA 2024-26, en especial a los grupos encargados de proporcionar la información para la modelación del

bacalao, el seguimiento de su edad y crecimiento, y la evaluación del stock. En relación con el proyecto, el sectorialista destacó la importancia de las revisiones independientes por pares, señalando que, en este caso, la pesquería involucra tanto a los sectores industrial como artesanal, lo que tiene implicancias en la evaluación del stock y en la calidad de la asesoría. Asimismo, se destacó la calidad de los expertos encargados de la revisión: el Dr. Roberto Licandeo y el Dr. Jim Ianelli.

4.2 Temas revisados

4.2.1 Características del proyecto, fechas y logística

El Sr. Claudio Gatica (Jefe de Proyecto) agradeció la participación y detalló los objetivos principales del proyecto, las etapas asociadas con el Taller 1 de revisión y el Taller 2 de mejora, así como los aspectos logísticos del taller, incluyendo la disponibilidad de traducción, entre otros. Además, informó sobre el requerimiento de la SSPA para permitir que el centro de estudios CEPES y un representante del Comité de Manejo puedan compartir contenido en el taller. En este punto, C. Gatica señaló que, según lo acordado en la reunión inicial entre el IFOP y la SSPA, los contenidos aportados por actores externos al IFOP deben ser presentados con suficiente antelación y claridad, para mantener el enfoque en el objetivo del proyecto: revisar la evaluación de stock del bacalao realizada por el IFOP.

4.2.2 Coordinación entre el IFOP y la participación de externos al Instituto

El Sr. Carlos Montenegro (Jefe de la División Pesquera de IFOP) agradeció la oportunidad de coordinar el desarrollo del proyecto, destacando que las secciones involucradas son numerosas y requieren una adecuada organización para responder eficientemente. El investigador señaló la necesidad de establecer límites claros en los alcances del proyecto para garantizar que todos comprendan bien el objetivo de la revisión, manteniendo el enfoque en la evaluación de stock, el modelo conceptual subyacente y la calidad de la información. En cuanto a la participación de grupos como CEPES, indicó que, siempre que la participación se enmarque en un contexto científico con un estándar adecuado y una entrega oportuna de la información, no deberían surgir inconvenientes. Sin embargo, destacó que se debe preservar la agenda principal del taller.

4.2.3 Observaciones a la agenda del taller

Respecto a la agenda, los participantes no presentaron observaciones inmediatas sobre los contenidos ni los tiempos asignados para las presentaciones y la interacción con los expertos. No obstante, señalaron la necesidad de reunirse internamente como IFOP para revisar detalladamente los contenidos y tiempos. Indicaron que podrían hacer observaciones a la agenda durante la primera semana de abril. El Jefe de Proyecto reiteró que la agenda es flexible y puede adaptarse en función de las observaciones recibidas. También recordó que el IFOP puede presentar sus contenidos en el formato que considere más adecuado para transmitir a los expertos su esquema de monitoreo y evaluación del stock de bacalao.

4.2.4 Revisión científica del modelo conceptual y delimitación de contenidos

Una de las solicitudes planteadas por los investigadores del IFOP fue que el presidente del taller garantice el cumplimiento de la agenda y mantenga el enfoque en el objetivo del proyecto. Subrayaron la importancia de evitar exposiciones no acordadas o información presentada fuera del contexto científico previamente establecido, para asegurar la coherencia en la secuencia de contenidos y el foco de la revisión. Expresaron su confianza

en INPESCA, dado que en proyectos recientes ha habido una buena coordinación, aunque en ocasiones la agenda se ha desviado debido a intervenciones que no cumplían con los estándares establecidos. También se planteó la pregunta sobre la posibilidad de realizar cambios al modelo conceptual y de evaluación, y sobre los límites de la revisión en este sentido. El Jefe de Proyecto explicó que la revisión tiene carácter independiente, lo que significa que podrían producirse cambios en cualquier aspecto relacionado con la evaluación en revisión, siempre basados en el conocimiento y las opiniones de los expertos. Añadió que no existen pautas específicas que deban seguir o evitarse, sino que las observaciones pueden abarcar temas como el modelo conceptual, la información de entrada, los procesos biológicos, la implementación de modelos, entre otros.

4.3 Acuerdos

- El IFOP revisará la agenda propuesta como grupo y enviará sus observaciones a la mayor brevedad posible. El Jefe de Proyecto aclaró que la agenda es general y puede modificarse si es necesario.
- INPESCA indicó que a principios de abril se enviará una invitación abierta al taller, basada en el listado preparado por la SSPA. Además, se proporcionará un enlace para aquellos que participen de forma remota. Toda la información relevante para el taller será compartida en el sitio web del Taller 1.
- Se acordó que la agencia compartirá un acta con los principales temas tratados para asegurar una mejor comunicación sobre los temas de interés y los avances del taller.
- El IFOP determinará quiénes serán los encargados de las presentaciones, de acuerdo con la agenda presentada, buscando utilizar los tiempos asignados de manera eficiente para transmitir a los expertos su esquema de asesoría sobre la evaluación del stock de bacalao.

9.3 Listado de participantes

LISTADO DE ASISTENCIA TALLER # 1 "Revisión y mejoramiento de las evaluaciones de stock de bacalao de profundidad"

Lugar: Hotel Novotel Viña del Mar, Fecha: 6 al 9 mayo de 2025.

Nota: por favor marcar con ticket asistencia diaria

NRO	NOMBRE	INSTITUCION	correo	6 may	7 may	8 may	9 may
1	Alejandro Zuleta	COMITÉ MANEJO	azuleta@cepes.cl				
2	Aquiles Sepulveda	INPESCA	asepulveda@inpesca.cl				
3	Aurora Guerrero	SSPA	aguerrero@subpesca.cl				
4	Carlos Bustamante	CCT-RDAP					
5	Carlos Montenegro	IFOP	carlos.montenegro@ifop.cl				
6	Carlos Techeira	IFOP	carlos.techeira@ifop.cl				
7	Claudio Bernal	IFOP	claudio.bernal@ifop.cl				
8	Claudio Gatica	INPESCA	cgatica@inpesca.cl				
9	Daniela Bolbaran	FIPA	dbolbaran@subpesca.cl				
10	Daniilo De La Rosa	SSPA	ddelarosa@subpesca.cl				
11	Dario Rivas	SSPA	draburto@subpesca.cl				
12	Eduardo Infante	COMITÉ MANEJO					
13	Enrique Gutierrez	COMITÉ MANEJO	enrique.gutierrez@pescachile.cl				
14	Francisco Contreras	IFOP	francisco.contreras@ifop.cl				
15	Francisco Contreras	IFOP	francisco.contreras@ifop.cl				
16	Guillermo Moyano	IFOP	guillermo.moyano@ifop.cl				
17	Jim Ianelli	EXPERTO	jim.ianelli@gmail.com				
18	Jorge Farias	SSPA	jfarias@subpesca.cl				
19	Lilian Troncoso	SSPA	ltroncoso@subpesca.cl				
20	Lorenzo Flores	SSPA	lflores@subpesca.cl				

NRO	NOMBRE	INSTITUCION	correo	06-may	07-may	08-may	09-may
21	MANUEL URIARTE	COMITÉ MANEJO					
22	MARCELO OLIVA	CCT-RDAP					
23	MARCOS ARTEAGA	INPESCA	mariteaga@inpesca.cl				
24	NICOLAS ALEGRIA	INPESCA	nalegria@inpesca.cl				
25	NICOLE MERMOUD	SSPA	mmermoud@subpesca.cl				
26	PATRICIA RUIZ	COMITÉ	pruiz@cepes.cl				
27	PATRICIA ZARATE	IFOP	patricia.zarate@ifop.cl				
28	PATRICIO GALVEZ	IFOP	patricio.galvez@ifop.cl				
29	PEDRO RUBILAR	COMITÉ MANEJO	prubilar@cepes.cl				
30	RENATO CESPEDES	IFOP	renato.cespedez@ifop.cl				
31	ROBERTO LICANDEO	EXPERTO	robertolicandeo@gmail.com				
32	RODOLFO SERRA	CCT-RDAP	rodolfo.serra@gmail.com				
33	ROMINA PAILLAN	SSPA	rpaillan@subpesca.cl				
34	RUBEN ALARCON	CCT-RDAP	ruben.alarcon.munoz@gmail.com				
35	SARA HOPF	COMITÉ	shopf@cepes.cl				
36	VICTOR ESPEJO	SSPA	vespejo@subpesca.cl				
37	HEIDE HEREDIA	IFOP	heide.heredia@ifop.cl				
38	SELIM MUSLEH	IFOP	selim.musleh@ifop.cl				
39	LUIS ADASNE	IFOP	LUIS.ADASNE@IFOP.CL				
40	Claudia Urrutia M.	Comite Manejo APA	Claudia.urrutia@gmail.com				

9.4 Agenda taller 1

DÍA 1 (Monitoreo y generación de datos)

9:00 - 9:20

Bienvenida / logística / introducción (Claudio Gatica)

9:20 - 9:40

Conducción meeting / agenda / modalidad (Aquilés Sepúlveda)

9:40 - 9:45

Proceso revisión y mejora en Bacalao (Sectorialista)

9:50 - 10:30

Monitoreo de la pesquería – Área Norte y Sur, Sector Artesanal e Industrial (IFOP)

10:30 - 11:00

Monitoreo artesanal – continuación (IFOP)

11:00 - 11:20

(Pausa Café)

11:30 - 12:10

Monitoreo Industrial (IFOP)

12:10 - 12:40

Consultas e interacción sobre información presentada (Expertos)

12:40 - 14:30

(Pausa Almuerzo)

14:30 - 15:00

Edad y crecimiento (IFOP)

15:00 - 15:45

Análisis del Descarte (IFOP)

15:45 - 16:15

Consultas y discusión general (Jim Ianelli, Roberto Licandeo, Aquiles Sepúlveda)

16:15 - 16:30

(Pausa Café)

16:30 - 17:30

Opinión de expertos sobre la información observada

DÍA 2 (Modelos por área: Norte y Sur)

9:00 - 9:20

Bienvenida / logística / (Claudio Gatica)

9:20 - 9:40

Resumen contenidos día 1 (Aquiles Sepúlveda)

9:40 - 10:30

Modelo conceptual bacalao de profundidad (Evaluador)

10:30 - 11:00

Consultas de expertos

11:00 - 11:20

(Pausa Café)

11:30 - 12:10

Indices de abundancia (CPUE), análisis de la CPUE por flotas.

12:10 - 12:40

Continuación índices de abundancia (Evaluador)

12:40 - 14:30

(Pausa Almuerzo)

14:30 - 15:00

Modelo Evaluación de stock área Norte APA (Evaluador)

15:00 - 15:30

Consultas y discusión general (Jim Ianelli, Roberto Licandeo, Aquiles Sepúlveda)

15:30 - 16:00

(Pausa Café)

16:00 - 16:30

Modelo Evaluación de stock norte y Sur (Evaluador)

16:30 - 17:20

Comentarios de expertos y público sobre modelos y datos

DÍA 3 (Modelo Nacional)

9:00 - 9:20

Bienvenida / logística / (Claudio Gatica)

9:20 - 9:40

Resumen contenidos día 2 (Aquiles Sepúlveda)

9:40 - 10:30

Modelo Evaluación de stock Nacional (Evaluador)

10:30 - 11:00

Consultas de expertos

11:00 - 11:20

(Pausa Café)

11:30 - 12:10

PBR y proyecciones (Evaluador)

12:10 - 12:40

Consultas de expertos / discusión / consultas del público (Jim Ianelli, Roberto Licandeo)

12:40 - 14:30

(Pausa Almuerzo)

14:30 - 15:30

Consultas y discusión general (Jim Ianelli, Roberto Licandeo, Aquiles Sepúlveda)

15:30 - 16:00

(Pausa Café)

16:00 - 17:20

Comentarios de expertos y público sobre modelos y datos

DÍA 4 (Conclusiones y Discusión Final)

9:00 - 9:20

Resumen ejecutivo de la jornada previa (Aquiles Sepúlveda)

9:20 - 10:20

Estado del recurso por áreas Norte, Sur y Nacional (Evaluador)

10:20 - 11:00

Consultas de expertos, aclaraciones sobre modelos implementados (Roberto Licandeo, Jim Ianelli)

11:00 - 11:30

(Pausa Café)

11:30 - 12:30

Discusión general y comentarios finales (Roberto Licandeo)

12:30 - 14:30

Resumen de temáticas y apreciación general (Roberto Licandeo, Jim Ianelli, Aquiles Sepúlveda)

Cierre del taller

9.5 Reporte experto Independiente Taller 1 (Versión original Inglés)

Independent External Review of Patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides*

Roberto Licandeo and Jim Ianelli

Executive Summary

This independent external review of the Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) stock assessment was conducted in Viña del Mar from May 6-9, 2025. Prior to and during the review period we evaluated the assessment methodology, data quality, analytical approaches, and management recommendations for both the artisanal fishing area (APA) north of 47°S and the licensed area (AL) south of 47°S. From these, we noted some key findings:

- Retrospective patterns in biomass were notable, indicating potential systematic bias and overestimation of current stock size
- The data on age compositions show atypical patterns; e.g., several consecutive years with 20-yr old being highly prevalent.
- The model fit the industrial fleet age composition and CPUE indices poorly with consistent over- and under-estimation of specific age groups
- The CPUE index from the artisanal fleet, as is common in all fishery-dependent indices, requires standardization procedures to account for preferential sampling. In particular, the temporal coverage is unbalanced with 85.9% of the data from 1986-2003 and only 12.5% from recent years 2017-2023). This and the lack of covariates for standardization could create biases in trends
- Catch reconstruction uncertainty estimates need refinements and evaluation
- Fishery-independent abundance estimates are lacking. Relying on potentially hyperstable CPUE indices could affect estimates of population trends.
- The “national model” model appears to be most appropriate; the alternative area-specific models appear to lack the appropriate representation of the biology of the stock (considering spawning extent etc.).

Relative to ecosystem considerations, we note that the industrial fleet has successfully eliminated seabird mortality through cachalotera gear implementation since 2008. A similar program should be implemented and verified within the artisanal sector.

In summary, while the assessment has made substantial improvements since the 2015 review, fundamental uncertainties regarding stock structure, data quality, and model reliability persist. The retrospective patterns and unusual age compositions raise concerns about current biomass estimates and recruitment. A precautionary management approach is strongly recommended until these issues are resolved, particularly given the species' potential vulnerability due to their longevity and relatively low natural mortality.

The assessment provides a reasonable basis for management decisions but requires immediate attention to the identified technical issues to ensure long-term sustainability of this valuable fishery resource. Moving forward, we have the following recommendations:

1. Resolve age composition anomalies through investigation of sampling protocols, gear selectivity effects, and biological processes
2. Investigate model fit issues by developing an assessment model using length composition data (combined and then by sex) to reduce the lack of fit of abundance indices, given that length compositions appear more informative and may better represent cohort dynamics.
3. Address retrospective patterns which suggest current biomass may be overestimated
4. Given the uncertainty in biomass and recruitment estimates, it is recommended to use the 15-20th percentile (or some adequate/reasonable percentile using similar methodology) of the biomass distribution for management decisions and fish at 0.75FMSY or lower to account for assessment uncertainties and potential overestimation of stock size.
5. Enhance artisanal fleet data collection through improved logbooks and representative sampling protocols via cooperative programs, given the acknowledged difficulties of sampling this dispersed and diverse fleet across extensive operational areas
6. Quantify marine mammal depredation impacts on catch rate.
7. Develop fishery-independent abundance surveys to reduce reliance on CPUE indices
8. Establish comprehensive tagging program following CCAMLR guidelines to clarify stock structure and connectivity
9. As a research priority in the longer term, we recommend the development of a “Management Strategy Evaluation” (MSE) framework to address structural uncertainties while providing improved transparency in management recommendations.

Introduction

The following report corresponds to the external review of toothfish (*Dissostichus eleginoides*) conducted in Viña del Mar from May 6-9, 2025. The review was based on comprehensive documentation including the *Informe Técnico Final, Convenio de Desempeño 2023, Programa de Seguimiento de las principales Pesquerías Nacionales, Pesquerías Demersales y de Aguas Profundas, año 2023, Sección VI. Pesquería de Bacalao de Profundidad* and the *Informe Técnico de Asesoría Científica, Convenio de Desempeño 2024, Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2025: BACALAO DE PROFUNDIDAD*, along with detailed presentations provided during the workshop.

The following sections detail the main improvement aspects and comments that were identified through the review of these documents, data presentations, and toothfish stock assessment materials. To evaluate the information presented, topics were loosely organized following the framework recommended in previous reviews.

Description of general distribution

The information on stock distribution was presented clearly and it was confirmed that there are significant gaps in the spatial structure and connectivity of toothfish. This aspect had already been mentioned by Polacheck (2015) in a previous review of this stock. It is recognized that understanding the stock structure is very difficult given the wide distribution of the stock. While tagging and recapture studies have been conducted, these have been more like experiments and there is still no tagging program that allows clarification of the spatial structure and connectivity of toothfish. This aspect should be addressed more thoroughly in the future as it is already a routine part of CCAMLR.

Currently, management has been approached based on fishing units:

- Licensed Area (UPL): South of parallel 47° S to 57°30' S (industrial and artisanal)
- Artisanal Fishing Area (APA): North of parallel 47° S (exclusively artisanal)
- APA Subdivisions: Zone 1 (northern limit to 30° S), Zone 2 (30°01' to 41° S), Zone 3 (41°01' to 47° S)

These units seem to capture the fishing dynamics where there is clearly separation of artisanal and industrial fleets, respectively.

The information presented shows evidence that the APA shows a higher juvenile proportion than that presented by the UPL. Thus, it seems that there is significant spatial non-homogeneity in the distribution of adults and juveniles. However, the length size distributions have been consistent across years for the artisanal fleet.

Tagging studies show that individuals tagged in the UPL can move northward. As mentioned, a tagging program is needed in the APA to better understand the distribution and movement of toothfish. For example, in CCAMLR fish are tagged at a rate of 1-5 individual per ton on a mandatory basis. Life history characteristics relevant to stock assessments.

Detailed descriptions, and it is evident that this is a long-lived species with late maturity. The M parameter and the individual growth parameters (sexes combined) used are similar to values used in other stock assessments (Earl & Readdy, 2023). Regarding the age at maturity, there seems to be consensus that the study by Balbontín et al. (2011) appears to be more

adequate because it covers the reproductive cycle, size range, and histological analyses. However, that study estimated the size at maturity and then used the growth parameters from Ojeda (year not mentioned) to calculate the age at maturity. This procedure is not ideal and should be reviewed in the short term.

Fishery history

Revisions in harvest policy, and changes in access to the fishery.

The fishery for the stock, including periods of opening/closure of the fishery. The sources do not indicate periods of complete closure for the entire fishery, but rather changes in regime, access, and catch limits over time.

They are mentioned in the stock assessment report, but a clearer temporal description of the milestones is needed to understand this section. The 2013 revision of the LGPA introduced the requirement to include discards in CBA. However, these are only included in the industrial fleet.

Currently, for the APA and AL areas, the analysis of the CBA is conducted by projecting the stock under different constant fishing mortality strategies (FMSY multipliers). It is not clear what the quotas were for the fleets. These should be in the stock assessment report for analysis. Furthermore, it is not clear how the catch quota is determined for each sector. It is not clear what measures are used to control catch and fishing effort. From the presentations it could be confirmed that the artisanal fleet has a restriction on the number of hooks per longline. Apart from catch quotas there appear to be no other restrictions for the fleets.

Currently, the fishery is under Full Exploitation Regime (R. Ex No. 57 of 2003), with closed access and separate quota allocation for the APA and AL areas. Until 2012, the artisanal fleet was not subject to satellite positioning systems, requiring only landing certification by SERNAPESCA for CCRVMA Catch Documentation Scheme (CDS). However, it is not clear how this new information is being used in either monitoring or management.

Data

Summary of new information

Updated information was presented for both monitoring and for the updated information for the stock assessment. This included updated data on landings, age compositions, relative abundance indices, and discards (industrial fleet).

Industrial sector: The monitoring of the industrial sector is characterized by an intensive and detailed approach, focused on the factory longline fleet operating in the licensed area (47°-57°30' S). The main data sources include:

- Onboard scientific observers with high coverage
- Detailed operational records from fishing logbooks

This information has enabled extensive biological and size sampling, including otolith collection and reproductive condition, fishing yield estimates, and detailed distribution of fishing effort by area, depth, and season. Additionally, specific studies have been conducted on predation analysis by marine mammals, mark-recapture and parasitology studies, and discards.

Artisanal sector: The monitoring of the artisanal sector adopts an adaptive approach to address the complexity of a dispersed fleet operating in two main areas: APA (north of parallel 47°S) and UPL (southern licensed portion). The main data sources include:

1. Strategic combination of port sampling and limited trips, achieving in 2023 a coverage of 42% in the APA (337 trips) and 8% in the UPL (8 trips)

When data are collected in situ, there are detailed records of fishing operations, including exact position of sets, depth, effort applied, and yield per set. However, most of the information comes from fisherman interviews where information on fishing zones, trip duration, and operational aspects is collected through structured surveys.

This sector shows logistical difficulties due to fleet atomization, fleet diversity, and extensive operational areas. Additionally, there is limited access to complete biological information. By sampling mainly in port, many specimens are already processed/eviscerated which does not permit sex determination for size sampling and age estimation. Despite these difficulties, size sampling shows significant sample sizes and efforts have been made to estimate reproductive parameters and sex determination with specific sampling.

Data which should be presented as time series, separately by sex and, depending on the assessment.

Total catch, partitioned by strata used in the assessment model, if any.

The industrial sector began with minimal catches until 1988, followed by rapid growth that reached a historic peak near 20,000 tons in 1992. After this historic maximum, an abrupt first contraction was observed until 1997, subsequently stabilizing around 2,000 tons until 2013. In the last decade (2014-2023), industrial catches have reduced and stabilized between 1,000-2,000 tons annually.

The artisanal sector began with very low catches (less than 500 tons) until 1984, experiencing sustained growth until reaching approximately 6,000 tons in 1990. During the period 1992-2003, this fishery maintained high production levels with cyclical fluctuations between 3,500-5,500 tons. Subsequently (2004-2013), it experienced a gradual contraction until stabilizing between 1,500-2,000 tons. In recent years (2014-2023), it has shown fluctuations between 1,000-2,500 tons, with a notable decrease around 2020 (possibly related to the COVID-19 pandemic) followed by a partial recovery.

The presentations did not mention problems with the catch reconstructions but the report states that there is still "the need to revise the historical captures". This suggests that the historical data series currently used may still contain potential issues or uncertainties. These uncertainties were not evaluated in the stock assessment, and this needs a clearer description of the problem. IFOP has conducted a review of official SERNAPESCA landing records for the years 1980 to 2001 and with follow up, using their own monitoring data and expert judgment to align them with fleet categories. However, it is unclear if these catch reconstructions were included in the current stock assessment and how. It is acknowledged that there seem to be significant limitations for performing these reconstructions, but these could be assessed under possible scenarios to evaluate their impact in the stock assessment.

Information on bycatch and discards.

Industrial discards are considered by applying discard factors from available studies (2015 to 2023) to retained catches. However, the data used in the evaluation model does not include corrections for artisanal discards, which are presumed to be insignificant. To be consistent, it needs to be considered to include some hypothesis about discard factors back to 2015 for the industrial discards. Similarly, it needs to be considered to apply discard factors for the artisanal fleet as possible sensitivity scenarios in the near future. These factors could be estimated by the discard team and then discussed by the relevant committees for their inclusion in the stock assessment if necessary.

Catch-at-length (with sample sizes) for fisheries, bycatch, discards, and surveys. For surveys include all known surveys that catch crab.

Age compositions based on otolith readings were presented for the artisanal and industrial fleets. The sample sizes appear to be adequate, and the age estimation also appears to be reasonable given the life history and the specimens sampled.

The age/size structure of the stock has a direct influence on recruitment variability. One of the main sources of information are the age compositions. However, the age compositions of the industrial fleet appear to have unusual patterns. For example, in some years (e.g., 2021 and 2022) an unusually stable age structure is observed in the exploited population, characterized by a high proportion of individuals in the 30+ year age group and little interannual variation in the representation of age classes between 15 and 30 years. This stability in age compositions suggests a sustained accumulation of long-lived individuals and highlights a persistently "flat" or even biased age structure toward older individuals, which is atypical in fisheries under sustained exploitation.

This pattern contrasts with what would be expected in an actively exploited fishery with population dynamics. Under normal conditions, the age structure should show a high proportion of young fish (product of annual recruitment), a progressive decrease in the proportion of individuals as age increases (due to natural and fishing mortality), and low representation of very long-lived fish (25+ or 30+ years). This type of structure is typically lognormal (with a wide distribution to the right), reflecting a constant flow of entry and exit of individuals over time.

The persistence of these age structures could be explained by several factors, which should be investigated more thoroughly:

- Low fishing mortality: The accumulation of old fish could reflect lower exploitation intensity in recent years, allowing older individuals to remain in the stock without being removed.
- Changes or biases in fishing gear selectivity: The observed age structure could be influenced by how fishing gears operate. In particular, the longline could be selecting specific sizes or ages of individuals. For example, if the gear favors the capture of larger or longer-lived fish, it could be generating a biased representation of the population. This effect can confound the interpretation of the age structure from the observations.

- Problems in biological sampling: Biased or non-representative coverage of port or onboard sampling could generate a false signal of stability. Or alternatively, biased or non-representative coverage of the age structure from biological sampling.
- Atypical population structure: The dominant presence of fish from the 30+ group could be due to historically strong cohorts that have survived exceptionally.
- High natural survival rates: Particularly favorable environmental conditions or a decrease in predation pressure (for example, lower presence of marine mammals) could be contributing to greater longevity of individuals present in the population.

Because of these atypical age compositions, it is evident that the model does not reproduce the proportions for certain years and overestimates cohorts. This could affect recruitment estimates and future biomass. Given that these conditions do not fully conform to the expected dynamics of an exploited population, it is recommended to conduct additional research to clarify their causes and evaluate their implications for stock status estimation and biologically sustainable management recommendations.

Catch-per-unit effort time-series (if used in the assessment) and how the data were standardized with diagnostics tables/plots.

The toothfish stock assessment incorporates three relative abundance indices: the industrial fishing index with Spanish longline (1992-2006), the industrial fishing index with cachalotera (2007-2023), and the artisanal fishing index (1986-2023). For the industrial index standardization, Generalized Linear Models (GLM) and Generalized Linear Mixed Models (GLMM) were used with CPUE measured in kg/(hooks x soaking hours) as the response variable. The linear predictor included the fixed effects Year, Month and Zone, evaluating two random effects structures. In general, the database and applied filters and the methodology appear to be adequate and present a good level of resolution and parsimony. For the industrial standardization, a filter was applied to include only data from boats that operated for a minimum number of years and hauls and met a minimum median catch per haul, to better represent targeted effort. For the artisanal fishery, data from trips longer than 30 days outside port were filtered out.

The artisanal index uses data from two sources: the FIP 96-32 project (1986-1997) and IFOP monitoring (1998-2023), with CPUE expressed in kg/day outside port. GLMM were applied including fixed effects of Year, Month, Zone and HP Category, with different random effects structures.

The data used for estimating these CPUE series come from various sources, including information from the industrial database.

The artisanal series shows limitations. Around 30-40% of annual fishing trips are covered. It seems that 85.9% of the data corresponds to the period 1986-2003, while only 12.5% covers recent years (2017-2023), creating an unbalanced representation of the time series. In general, historical data lack important covariates for standardization. Thus, spatial/temporal variations, variations in the recording of different zones and vessel categories reflect changes in sampling more than real fishery patterns. These factors can generate biases in CPUE estimates that confound real changes in resource abundance with sampling process artifacts.

Another important source of uncertainty is interactions with marine mammals which appear to be important in both fisheries. The limited monitoring coverage in this aspect could

introduce biases in CPUE estimations, requiring future formal analyses to evaluate their impacts.

Data which may be aggregated over time:

Preliminary analyses of the size compositions presented in the workshop show that these appear to be more informative in showing cohorts through the years compared to age structures. It was mentioned that these are available by sex for the industrial fleet but not for the artisanal fleet since specimens arrive without viscera at port where they are sampled.

The estimation of weights at age do not appear to have been discussed. However, it was commented that there are discrepancies in the weights at length used by IFOP and SERNAPESCA in the weight conversion for the artisanal fleet. If this were the case, the protocols/conversions of both institutions should be standardized to avoid including observation error in the landing estimates.

Information on any data sources that were available, but were excluded from the assessment.

In the IFOP database there are age estimates and maturity sampling from biological sampling. These databases could be cross-referenced to estimate age at maturity directly without using individual growth parameters. While the sexual maturity estimation is macroscopic, it could be an approximation to corroborate the current method and if there are relevant discrepancies, progress must be made in studying this parameter in the short term.

It is possible that reference age sets are available for *Dissostichus eleginoides* that could be requested from CCAMLR (or some age laboratory) to standardize otolith readings. This could serve two purposes: 1) "validate" age estimates with a "known" age set to give credibility to the age estimates 2) conduct a "between readers" age estimation analysis over a sample which could control inter-annual observation errors for the age compositions. Currently only "within reader" age estimates have been performed, which is not entirely ideal. On the CCAMLR website only the datasets for *Dissostichus mawsoni* are found (<https://www.ccamlr.org/en/science/otolith-library>).

Analytic Approach

History of modeling approaches for this stock

The analysts responded in detail the recommendations from the 2014 peer review (Polacheck 2015). Specifically:

1. Alternative cases on stock structure: analysis presented explored different spatial and fleet considerations:
 - a. Single stock between the Pacific and Patagonian platforms,
 - b. a case including only industrial catches (AL), and
 - c. a case combining industrial and artisanal Chilean catches (APA + AL).
2. Age determination and bias evaluations, particularly from scales. Age composition data for industrial and artisanal catches are now mostly based on the reading of otoliths. However, the considerations mentioned above about ageing and reproducibility should be examined further.

3. Improved transparency and model diagnostics (analysis of estimated versus observed data, residual plots, composition data fits, and sensitivity/uncertainty analyses). The assessment report describes the use of these diagnostics and sensitivity analysis for parameters like M , steepness, and maturity.
4. Reference points: The current report established a formal framework for evaluating the stock status against defined reference points.

In summary, the assessment process has made progress in addressing some recommendations, particularly concerning age data quality and the formalization of reference points. However, the fundamental uncertainty regarding the population's spatial structure remains.

The assessment report presented the history of assessment methodology since 2012. We noted these included different hypotheses on population units. The update of the single stock case (Chile + Argentina, Case 1) was discontinued after 2021 due to the cessation of data contributions from the fishery in the Argentine Exclusive Economic Zone (EEZ). For 2025, a national model (APA/AL) has been adopted.

We noted that a review of official SERNAPESCA landing records from 1980 to 2001 was conducted by IFOP in 2004 to correctly assign catches to artisanal and industrial fleets. These revised catch records have been utilized in the models.

The current assessment model has included separated standardized CPUE series for the industrial fleet, reflecting the change from Spanish longline (1992-2006) to cachalotera (2007-2023), and for the artisanal fleet (1986-2023). Thus, the different efficiencies of these gears are accounted for by estimating different catchability parameters in the model.

Since 2015 the AMAK platform was used. This included the use of size composition data. The impact of depredation by marine mammals was evaluated in 2014. The analysis should be updated and included as part of an additional fishing mortality impact (depredation mortality occurs due to the activity of fishing).

The model used was AMAK, an integrated age-structured model. The equations are described in appendix 1. The equations have formatting issues, and some parameters have a mismatch with the actual value used ($h=0.6$ but the model used 0.75). Some parameter values are described while others are not. A prior distribution for the minimum length is included but not mentioned in the text. The CV growth was estimated but not mentioned in the list of estimated parameters. It would be better to have a standardized table with the parameter estimates and fixed values for the base case. Neither in the text nor in the appendix are the weightings given to the compositions and indices mentioned. During the workshop, we applied the same datasets to a more developed version of AMAK using “JJM”. The code and input files and rudimentary R scripts are available at the following repository: <https://github.com/jimianelli/baca>. In addition to the repository for the [JJM framework](#) (to be considered an updated version of AMAK), there is an S3 R class library to evaluate results [here](#). A tutorial on the application was developed and is available [here](#) (documented [here](#)).

In general, more care is needed to consider the available data (e.g., the size composition information seemed in conflict with the available age-composition data). The above-mentioned repository also includes a short function to help with viewing and processing length frequency data. An example application of the function is shown in Figures 1-4 below

based on data provided during the workshop. These data (although preliminary examples), suggest that extending the length dimensions in the model could be reduced since very few fish are present in the catch beyond 150 cm.

We noted that the current assessment results in very low estimates of recruitment variability, especially when compared to other groundfish species. This could be due to the strange pattern of age composition data that for several, sometimes consecutive, years the proportions of fish at age 20 stand out as being prominent without any apparent progression in subsequent years (as age 21, 22, etc). Also, one high value of recruitment seems to occur prior to when age-composition information becomes available. This issue could affect the scale of the underlying stock-recruit relationship and consequently, estimates of fishing mortality impacts on the population

Fishing mortality estimates reveals significant patterns that reflect the development and subsequent regulation of this fishery. Between 1978 and 1990, fishing pressure on this resource was extremely low, with values close to zero. This period corresponds to the exploratory and initial stages of the fishery, when knowledge about the resource and its commercial potential was limited.

Starting in 1991, a dramatic increase in fishing mortality is observed, coinciding with the development of demand in the North American market and government incentives to increase artisanal fishing capacity. This increase reached its peak around 1995, when total fishing mortality approached 0.10, a value significantly higher than the current one but still below the species' natural mortality ($M=0.15$).

Subsequently, between 1996 and 2006, a sustained decreasing trend in fishing mortality is evident, likely reflecting the implementation of stricter regulatory measures and partial depletion of the most accessible fishing grounds. During this period, the relative contribution of industrial and artisanal fleets to total mortality experienced important variations, with the industrial fleet showing a marked reduction after its peak in 1993-1994.

In the most recent period, from 2006 to 2023, fishing mortality has stabilized at moderate levels, generally fluctuating between 0.02 and 0.05. Current fishing mortality (2023) is estimated at approximately 0.04, distributed between industrial and artisanal fleets, with a slight predominance of the former.

According to the stock assessment report, the toothfish stock is currently in a condition of "full exploitation". The spawning biomass is situated very close to the biomass associated with Maximum Sustainable Yield (B_{MSY}), calculated at 72,154 tons, and above the limit biological reference point established at $0.5B_{MSY}$.

Toothfish recruitment has shown considerable variability throughout the evaluated period and the recruitment deviations show cyclical patterns that need to be investigated. Additionally, recruitments show greater uncertainty at the end of the series than at the beginning or middle of the historical series. This is possibly due to the lack of fit of the age compositions and the industrial CPUE index in recent years. It is not understood or was not mentioned why there is an abrupt increase from one year to the next in the industrial CPUE (Fig. 17).

The fishery history data (catches and abundance indices) provide no information to estimate stock productivity. The stock-recruitment data confirmed this situation.

Model Selection and Evaluation

In the sensitivity models, productivity parameters such as h and M were analyzed to understand their impact on management and population parameters. Apparently, the maturity ogive does not have a significant impact compared to the base case. However, it is not clear what the difference is between ogives, but if both are derived from sizes, the question remains about the effect of maturity estimated directly from age. In Table 9 from the stock assessment report, the F_{MSY} value is shown but then $F_{45\%}$ in parentheses. It is not clear if the values correspond to F_{MSY} or $F_{45\%}$. This is very important to clarify. The values show very little variability except for case S4, even when steepness was estimated as a free parameter.

The sensitivity scenarios do not include any analysis for the relative abundance indices. The CPUE may be hyperstable. Thus, this needs to be explored more thoroughly. In addition, it could be useful to explore alternative model structures in CPUE standardization such as depth effects.

Residual analyses for age compositions and indices were shown. These analyses show residual patterns, but no thresholds are shown. Carvalho et al., (2021) show some guidelines to assess residuals and thresholds. It suggests that these should be included to examine the performance of the model and give advice.

More importantly, the retrospective analysis shows important variations in depletion and biomass changes, indicating uncertainty in the estimation and possible overestimation. A “rule of thumb”, proposed by Hurtado-Ferro et al., (2015), suggests that values of ρ_M that fall outside (-0.15 to 0.20) for SSB for longer-lived species indicate an undesirable retrospective pattern. It seems that the values estimated for toothfish are outside of this range.

Stock projections

For the national approach, which integrates data from both the artisanal fishing area (APA) and the licensed area (AL), key aspects of how projections are performed with the AMAK model included:

- Medium term (5 years) and the long term (50 years).
- Different scenarios of constant fishing mortality rate
- Future recruitment (age 3) was simulated using a Beverton-Holt stock-recruit relationship and specified value of steepness, and
- The selectivity was based on estimates from the most recent year (2023) in the assessment.

We note that the long-term projections provide insights on relative fishing mortality results *given the assumptions specified* but fail to illustrate a realistic range of uncertainties.

Provision of catch advice

A particularly relevant aspect for the sustainable management of toothfish is the determination of the optimal level of fishing mortality. According to the 2025 toothfish stock assessment report, the F_{MSY} value is 0.068. This value appears to be reasonable. According to Hilborn, the optimal exploitation rate (empirical) for a fish population can be expressed as a proportion of its natural mortality (M), through the formula $u = X \cdot M$, where X is a multiplier that varies according to the biological characteristics of the species and its exploitation pattern (Walters & Martell, 2020). However, the value of X depends

fundamentally on the relationship between the age at which fish become vulnerable to fishing and their age of sexual maturity. For species that are captured substantially before reaching reproductive maturity, Hilborn recommends X values equal to or less than 0.6. This recommendation is especially pertinent for toothfish in the Chilean fishery, particularly in the artisanal sector.

The available biological evidence indicates that toothfish reaches sexual maturity between 8 and 12 years for females, and between 6 and 10 years for males. However, the selectivity of the artisanal fleet is concentrated mainly on individuals between 6 and 9 years, which means that a significant proportion of captured specimens, especially females, have not yet had the opportunity to reproduce. This situation exemplifies precisely the scenario where low X values are necessary.

Applying this framework to toothfish with its natural mortality established at $M=0.15$ and considering an X value between 0.4 and 0.5 (appropriate for a long-lived species captured prematurely), the fishing mortality level recommended by Hilborn would be in the range of 0.06 to 0.075. This range is notably congruent with the F_{MSY} value currently estimated for this fishery (0.068).

However, it is unclear if this value is the estimated value for F_{msy} or its proxy.

While the current fishing mortality ($F=0.068$) remains around the empirical F_{MSY} , it should be remembered that F_{MSY} is the fishing mortality rate that results in B_{MSY} on average. Due to difficulty in estimation because it is sensitive to recruitment variability and other structural assumptions used in the assessment, F_{MSY} should be considered as a limit. For example, fishing at $0.75F_{MSY}$ (or even lower) was found to result in higher stock size (125%-131% of B_{MSY}) at "the expense of relatively small forgone yields" (94% of MSY or higher) (PEW, 2016). For data-limited toothfish fisheries in the Southern Ocean there are generally no fishery-independent data on the status of the stock a harvest rate of 4% is used (CCAMLR, 2023).

This buffer provides an additional safety margin that could be especially valuable considering the history of population reduction of this species and the inherent uncertainties in biomass estimation since there is evidence of retrospective patterns. Maintaining a precautionary approach seems prudent, particularly in view of the vulnerability of toothfish to premature exploitation and its limited recovery capacity due to its life history strategy characterized by slow growth and late maturity.

The toothfish fishery is managed using "output control" or quota systems. A problem with this approach is that if current biomass is overestimated, very high quotas can be set despite the applied fishing mortality rate being reasonable. This quota can even be compensatory, meaning it increases even when the stock declines. This situation can go unnoticed since there is no fishery-independent abundance index. Thus, a "hyperstable" CPUE (Hilborn & Walters, 1992) could give the impression that the stock remains stable while the stock declines. Note that the fit of the industrial fleet CPUE (Fig. 17 of the stock assessment report) is not particularly satisfactory and there are retrospective patterns in biomass estimation despite using flexible selectivity that accommodates process error.

In addition to what is described above, there are some empirical methods to avoid/remedy compensatory fishing mortality. A precautionary approach for toothfish could base

management decisions on more conservative estimates of population size. The scientific literature (Hilborn & Walters, 1992) recommends using the 15-20% percentile of the probability distribution for vulnerable species. For toothfish, this would mean adopting a biomass estimate approximately 15-20% lower than the point estimate. This approach, when multiplied by the selected exploitation rate (such as 0.75FMSY or lower), would generate appropriately precautionary catch advice. This would provide added resource protection against assessment uncertainty. This risk management approach explicitly recognizes the tendency of stock assessment models to be "overconfident" (underestimate real uncertainty) for various methodological and practical reasons.

To reduce the need for added precaution due to these uncertainties will require investment (e.g., research surveys, tagging studies, etc.) or measures that better control fishing effort ("input control"). Many of these are being applied in CCAMLR and should be analyzed as possible complementary measures for toothfish management in Chile.

Data Gaps and Research Priorities

Artisanal logbooks need to be improved. The current index (kg/days out of port) is considered not ideal considering that an important fraction of the quota is allocated to the artisanal fleet. It needs more resolution to take into account spatial and temporal effects, soaking time, etc. The difficulty of monitoring and sampling for this fleet is acknowledged. Therefore, it is recommended that cooperation programs be strategically established to improve the collection of information.

It is likely that sampling procedures need to be reviewed to ensure representative sampling. In other words, if only 30-40% of annual fishing trips can be covered, this needs to be representative sampling of the fleet as much as possible. Similarly, it is necessary to develop a framework and procedures for joint and effective collaborative biological data collection (size, sex and maturity), and basic research (e.g., tagging). This framework should be considered a very high priority. IFOP already has some collaboration from the artisanal sector and this needs to be enhanced.

As mentioned above, it is encouraged to explore age-length stock assessment models as the length data may be more informative for estimating the strengths of different cohorts, after careful evaluation (Minte-Vera et al 2017). It is necessary to resolve the possible inconsistencies with aging and estimating catch-at-age data across time for the industrial fleet and evaluate whether using length composition data is appropriate. This appears to be a very high priority and essential for any future assessment.

It seems relevant to establish a cooperative tagging program for both fleets. CCAMLR has detailed guidelines. For example, a rate of tagging per ton and the fish tagged need to be representative of the catch (i.e., not limited to juveniles). Experiments have already been done but implementing an ongoing and comprehensive tagging program is recommended as it is routine in all CCAMLR subareas.

Given the large uncertainties involving spatial structure, data, and recruitment dynamics that are currently impacting assessment results and management recommendations, it is recommended to develop a comprehensive operating model within an MSE framework. This

would allow for developing harvest strategies that are more robust to uncertainty and providing better management recommendations for this stock.

A major weakness in this fishery assessment is the absence of fishery-independent abundance estimates. The assessment relies entirely on CPUE indices, yet the dangers of relying solely on CPUE are well documented. Additionally, CPUE interpretation and standardization are problematic due to insufficient data on critical factors affecting catch rates, particularly for the artisanal fishery. Obtaining fishery-independent abundance estimates is essential for reducing structural uncertainties and providing robust management advice, so it should be considered a very high priority. Again, this could be carried out with collaboration from the artisanal and industrial sectors.

Ecosystem Considerations

A critical ecosystem consideration in the toothfish fishery is the interaction between marine mammals and fishing operations, particularly depredation by sperm and killer whales on longline catches. While abundant evidence documents these interactions, it seems that there is insufficient data exists to quantify the magnitude or spatiotemporal trends of depredation effects. It was mentioned that individual haul depredation rates can be very high, but the overall impact assessments suggest relatively small effects, though this may be confounded by several factors including incomplete observations when fish are entirely removed from hooks, behavioral responses by fishermen (such as gear switching, delayed hauling, and relocating fishing grounds), and the potential learning behavior of killer whales that may reduce cachalotera gear effectiveness over time

The current stock assessment does not directly account for marine mammal depredation. However, this represents a substantial source of unaccounted uncertainty, as ignoring depredation means actual fishing mortality rates and catch rates would be underestimated if missing catches were properly accounted for. Incorporating alternative hypotheses about depredation could be included as part of an operating model framework and would help test the potential consequences of this oversight and improve assessment robustness.

Historically, seabird mortality was a significant environmental concern in the Patagonian toothfish fishery. Traditional Spanish longline fishing systems posed substantial risks to seabirds, which would interact with baited hooks during gear deployment, resulting in incidental mortality. However, the Chilean fishing industry successfully addressed this issue through the development and implementation of the "cachalotera" or trotline system. The technical report confirms that the cachalotera system demonstrates "excellent performance with respect to seabird mortality" and has "completely eliminated seabird mortality typically observed in operations with the Spanish system".

While the industrial Patagonian toothfish fishery has successfully eliminated seabird mortality through the cachalotera system since 2008, the artisanal sector appears to represent an unexamined issue that requires immediate attention. For example, there is no documented implementation of seabird mitigation measures in artisanal operations. This should be clarified as the artisanal fleet still uses traditional longline gear without proven mitigation technology, and limited observer coverage creates potential unreported seabird interactions.

Literature Cited

- Carvalho, F., Winker, H., Courtney, D., Kapur, M., Kell, L., Cardinale, M., Schirripa, M., Kitakado, T., Yemane, D., Piner, K. R., Maunder, M. N., Taylor, I., Wetzel, C. R., Doering, K., Johnson, K. F., & Methot, R. D. (2021). A cookbook for using model diagnostics in integrated stock assessments. *Fisheries Research*, 240, 105959. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.105959>
- CCAMLR. (2023). CCAMLR's Approach to Data-limited Exploratory Toothfish Fisheries: The Trend Analysis. CCAMLR.
- Earl, T., & Readdy, L. (2023). Assessment of Patagonian Toothfish (*Dissostichus eleginoides*) in Subarea 48.3. CCAMLR Secretariat.
- Hilborn, R., & Walters, C. (1992). Quantitative fisheries stock assessment: Choice, dynamics and uncertainty (p. 1992). Chapman and Hall, New York. xv.
- Hurtado-Ferro, F., Szuwalski, C. S., Valero, J. L., Anderson, S. C., Cunningham, C. J., Johnson, K. F., Licandeo, R., McGilliard, C. R., Monnahan, C. C., Muradian, M. L., Ono, K., Vert-Pre, K. A., Whitten, A. R., & Punt, A. E. (2015). Looking in the rear-view mirror: Bias and retrospective patterns in integrated, age-structured stock assessment models. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 99–110. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu198>
- Minte-Vera, C. V., Maunder, M. N., Aires-da-Silva, A. M., Satoh, K., & Uosaki, K. (2017). Get the biology right, or use size-composition data at your own risk. *Fisheries Research*, 192, 114–125. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.01.014>
- PEW. (2016). Reference Points Measuring: Success in fisheries management.
- Polacheck, T. 2015. Review Report on the 2014 Stock Assessment of the Chilean Sea Bass (Patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides*). 64 p. In: Ernst, B., C. Parada, J. Porovic N. Mermoud y M. Rubio. Programa anual de revisión experta a la asesoría científica de las principales pesquerías nacionales, año 2013: bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*) y camarón nailon (*Heterocarpus reedi*). Proyecto N° 2013-90-DAP-23. 54 p
- Walters, C., & Martell, S. (2020). Fisheries Ecology and Management. In Fisheries Ecology and Management. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9780691214634>

Appendix

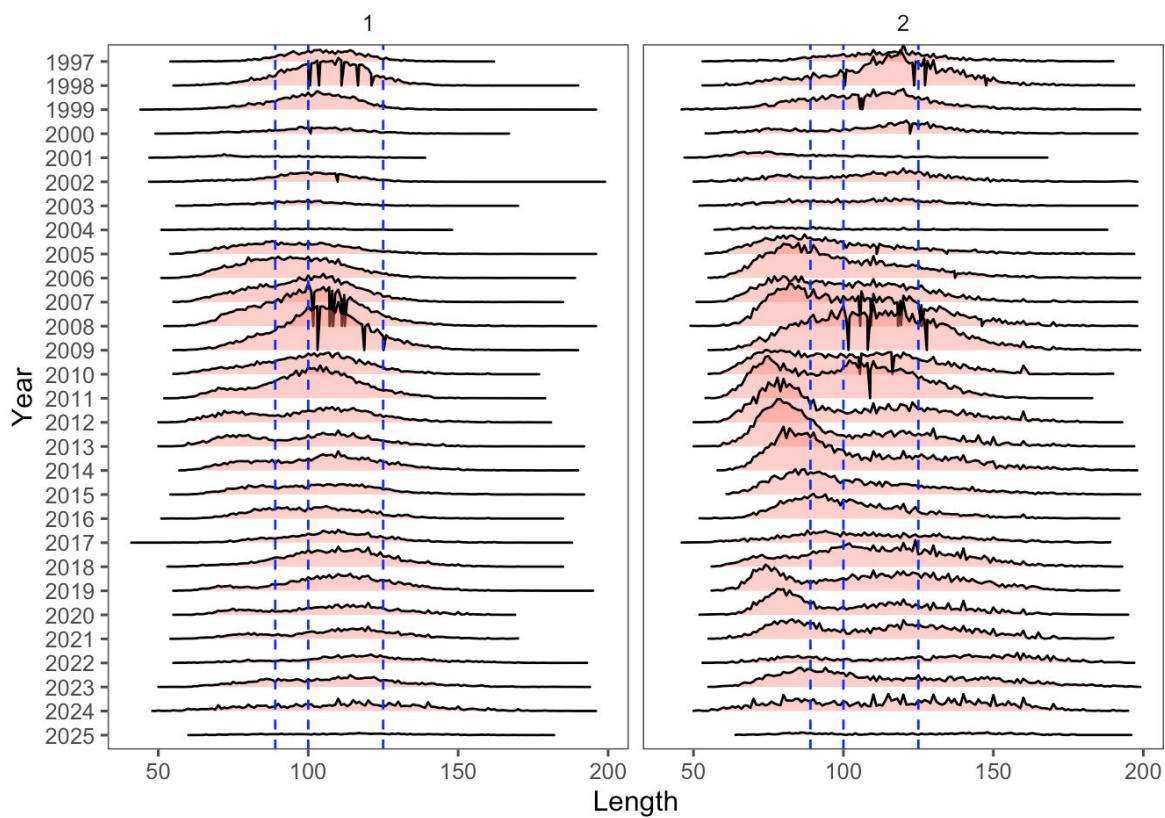


Figure 1. Example plot of Chilean sea bass length frequency from the artisanal fleet. Vertical scale is the number of samples. Data were aggregated by 1-cm bins.

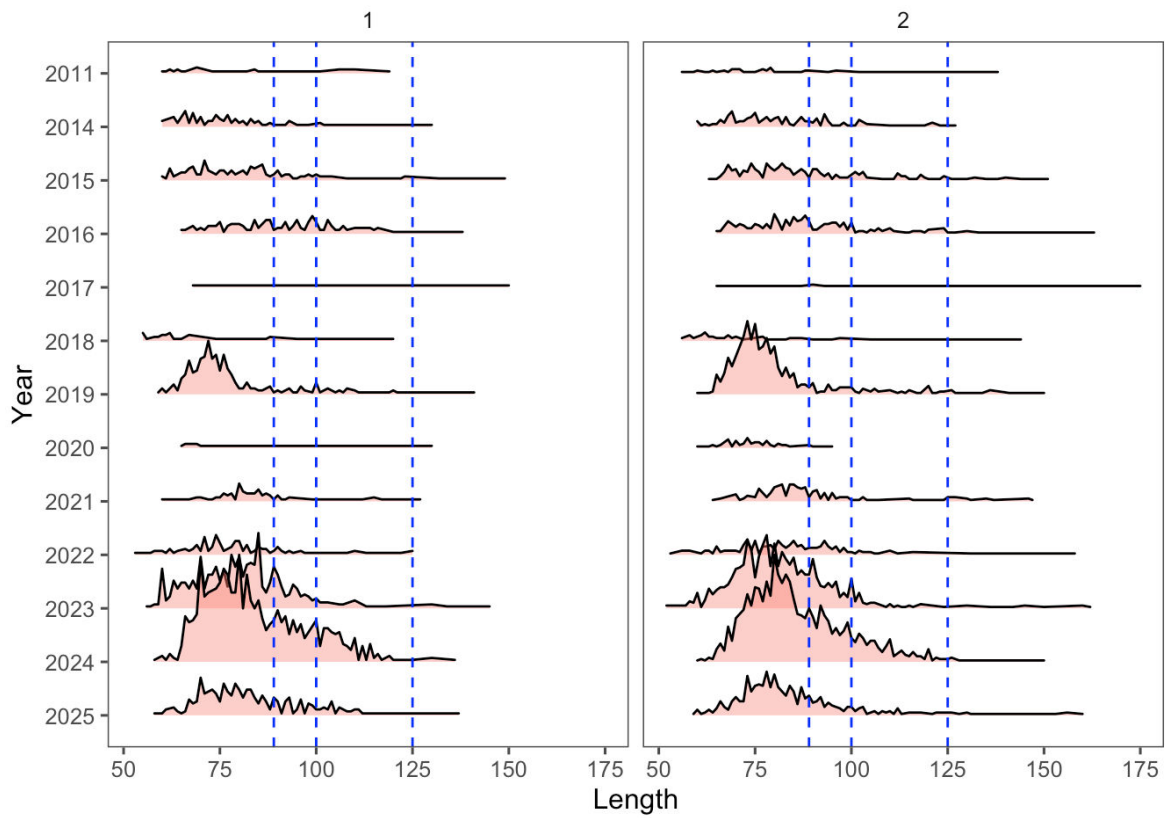


Figure 2. Example plot of Chilean sea bass length frequency from the artisanal fleet. Vertical scale is the number of samples. Data were aggregated by 1-cm bins.

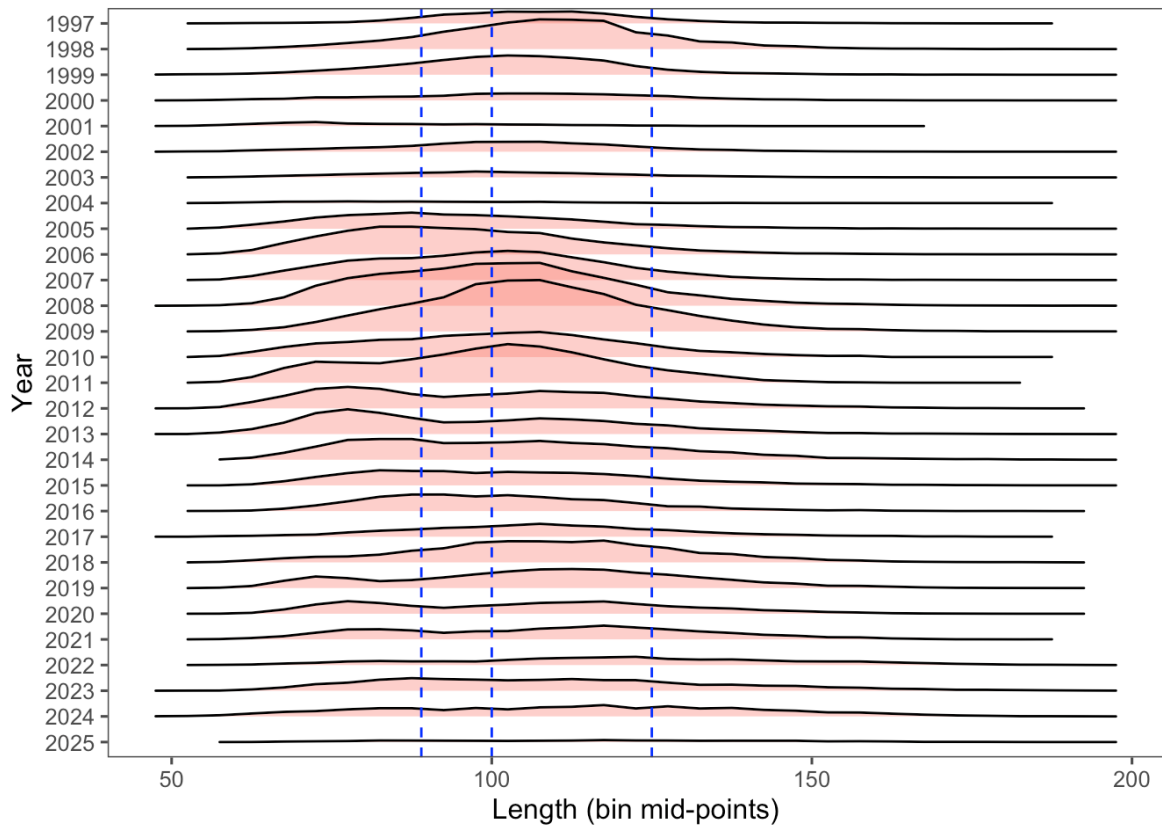


Figure 3. Example plot of Chilean sea bass length frequency from the industrial fleet. Vertical scale is the number of samples. Data were aggregated by 5-cm bins.

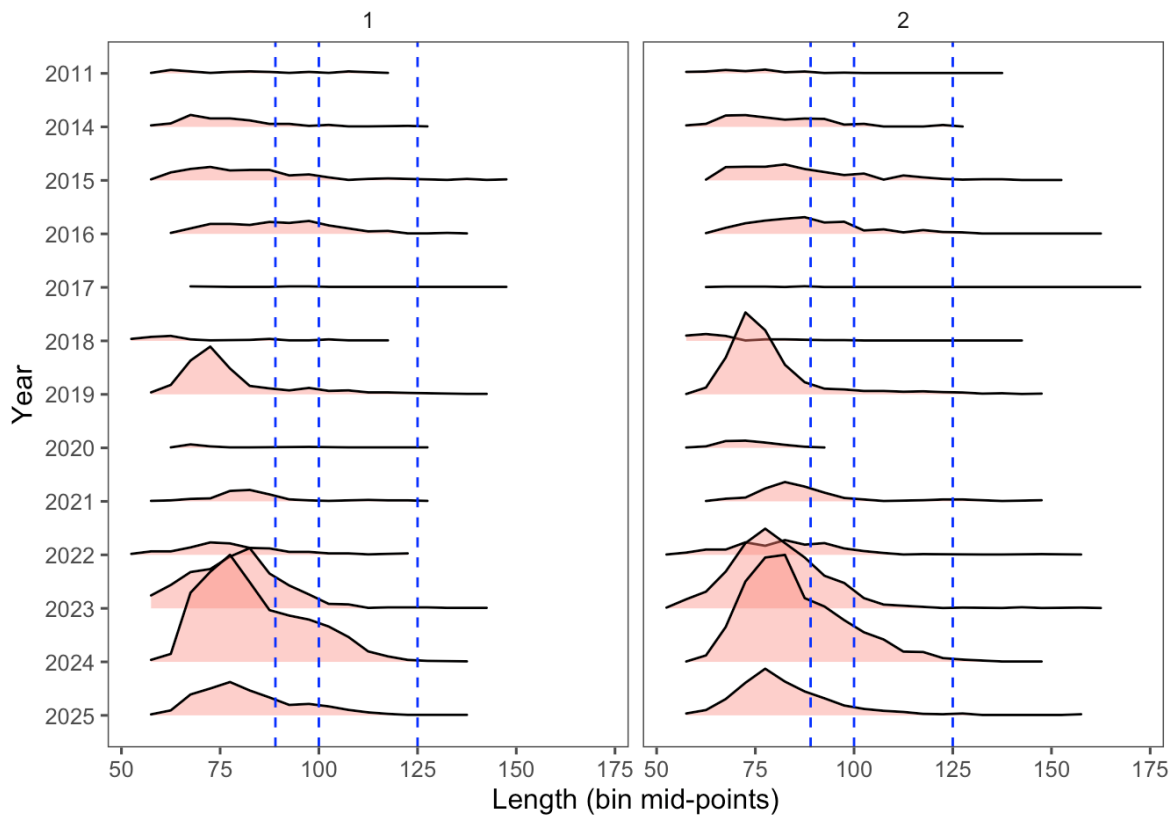


Figure 4. Example plot of Chilean sea bass length frequency from the artisanal fleet. Vertical scale is the number of samples. Data were aggregated by 5-cm bins.