



Ministerio de Economía,  
Fomento y Turismo

1200 54713

ORD.: N° 9575 \*25.11.2013

ANT.: 1) D.S. N° 49, de 2013, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

2) Ord. IFOP/DIP/N° 242/2013/DIR N° 741 ✓

3) Informe de evaluación externa

MAT.: Adjunta informe de evaluación externa

Santiago,



**DE : TOMÁS FLORES JAÑA**  
Subsecretario de Economía y Empresas de Menor Tamaño

**A : JOSÉ LUIS BLANCO**  
Director Ejecutivo del Instituto de Fomento Pesquero

Por medio del presente, adjunto remito a Ud., la evaluación externa del segundo informe de avance (final) del proyecto **2.10 "Investigación del estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables merluza de tres aletas, al sur del paralelo 47°S, año 2014"**, que integra el programa de investigación básica o permanente para la regulación pesquera y de acuicultura.

En el informe se señalan observaciones que deberán ser corregidas en el informe final que será entregado en el mes de abril de 2014.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

  
**TOMÁS FLORES JAÑA**  
Subsecretario de Economía y  
Empresas de Menor Tamaño



TFJ/CFS  
Distribución

1. Destinatario
2. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (incluye informe)
3. Gabinete Subsecretario de Economía
4. División Jurídica.
5. Carla Falcón
6. Departamento Administrativo.
7. Oficina de Partes.

## Informe de evaluación técnica de proyectos del programa de investigación básica o permanente para la regulación pesquera y de acuicultura

### I. Antecedentes generales del proyecto

Título proyecto	Investigación del Estatus y Posibilidades de Explotación Biológicamente Sustentables en Merluza de Tres Aletas, al Sur del Paralelo 47° S, Años 2014.
Tipo de informe	Informe final.
Jefe de proyecto	Francisco Javier Contreras Mejías.
Nombre del evaluador	Alejandro Zuleta Villalobos.
Fecha evaluación	3 de Noviembre de 2013.

### II. Evaluación

#### 1) Aspectos formales

Aspecto	Contenido en el informe (sí/no)	Observaciones
Índice general	Si	
Resumen ejecutivo	Si	
Objetivo general	Si	
Objetivos específicos	Si	
Antecedentes	Si	
Metodología de trabajo	Si	Homologado a los capítulos <b>4. Datos e Información</b> y <b>5. Modelo de Evaluación</b> .
Resultados	Si	
Análisis y discusión de resultados	Si	Homologado a los capítulos <b>7. Discusión</b> y <b>8. Conclusiones</b> .
Referencias bibliográficas	Si	
Anexos	Si	

#### Observaciones:

- i) El Objetivo general no responde exactamente a los TTR del proyecto, se refiere genéricamente a "los principales recursos nacionales" y no a la merluza de tres aletas. Sin embargo, esta observación de forma se considera menor por cuanto el contenido del informe alude correctamente a la especie en cuestión.
- ii) Los desembarques y estructuras de tamaños presentadas en las secciones **3.2** y **3.3** del capítulo **3. Antecedentes** quedarían mejor ubicadas en el capítulo **4. Datos e Información**. Los primeros porque son parte de las remociones de captura a considerar en el modelo, y los segundos, porque son fundamentales para generar las composiciones de edades de las capturas.

- iii) El documento necesita ser re-editado para corregir errores de sintaxis y redacción.

2) Aspectos de contenido

a) Desarrollo del proyecto

Objetivo específico n° 1: Implementar procedimientos de evaluación basados en protocolos científicos para la determinación del estatus de los recursos seleccionados con arreglo al nivel de conocimiento, información e incertidumbre correspondiente, conforme a estándares definidos por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura al efecto (DAP, 2013).

Grado de avance: Actividades cumplidas, con observaciones.

Observaciones:

Cubre adecuadamente las etapas de un protocolo estándar de evaluación de stock con las siguientes observaciones:

- i) La unidad de stock no es suficientemente explícita en el informe. En el capítulo **1. Introducción** se afirma que las “... rutas migratorias sugieren la hipótesis de que existe una población en el extremo sur de sudamerica (Lillo et al., 1999)”, mientras en la sección **3.1 Unidad de stock**, se citan los trabajos de Arkhipkin (2009) y Niklitschek et al. (2010) que postulan dos unidades de stock en el Cono Sur, en el Pacífico y el Atlántico, con algún grado de mezcla.
- ii) En la sección **3.2 Desembarques y cuotas** la serie de desembarques totales incluye en ciertos periodos 1987-2004 y 2006-2008 capturas internacionales. Esta serie se incluye posteriormente en las remociones de captura usadas en el modelo (sección **5.1 Datos**). Las capturas internacionales fueron realizadas en la vecindad de las Islas Malvinas, su inclusión sugiere una gran conectividad entre el stock del Pacífico y del Atlántico que no se condice con la rutas migratorias que muestra la figura 1 del informe y con los estudios de Arkhipkin y Nikistchek citados en el párrafo i).

- iii) Contribuiría a precisar la unidad de stock evaluada y despejar las dudas

mencionadas, incluir en el informe un mapa mostrando los límites de su distribución geográfica. Asimismo, en el caso de incluir capturas internacionales, indicar los criterios para tomar esa decisión.

- iv) Tan importante como el rango geográfico de los datos usados en la evaluación es el período de tiempo a considerar. Las series de datos de composición de tallas y cpue se inician en el año 1990, sin embargo algunas series como las de captura y cpue comienzan el año 1978. Sería conveniente conocer la razón de truncar estas series.
- v) ¿Qué tan comparables son las composiciones de talla/edad de los años en que merluza de tres aletas fue capturada como especie incidental respecto de aquellos en que lo fue como especie objetivo? ¿Es la unimodalidad de los 90 y la bimodalidad con posterioridad al 2000 un fenómeno real o relacionado con la diferente intencionalidad?
- vi) El factor Barco considera tres niveles (18, 400017 y 940034) que no se corresponden con los dos barcos mencionados en el párrafo anterior.
- vii) El modelo de estandarización es un modelo aditivo de factores principales que permitiría interacciones entre los factores. La fórmula del modelo (página 12) sugiere un modelo sin interacciones. La validez del índice de cpue basado en el factor Año es sensible a la presencia de interacciones con el Mes y la Zona, particularmente si la cpue es muy dependiente de la estacionalidad y área de la agregación reproductiva. Por tal razón, es aconsejable incluir en el análisis un modelo con interacciones que despeje esta interrogante. Asimismo, para no dejar dudas se sugiere incluir una tabla de análisis de desviación.
- viii) En relación a los resultados de la cpue estandarizada se observa un aumento notable de esta durante los 90. Dado que la serie en este período representa una transición de una pesquería incidental a una objetivo ¿cuánto del aumento de la cpue estandarizada en los 90 se puede interpretar como un aumento de disponibilidad del recurso y no como un aumento de la eficiencia del esfuerzo de pesca?
- ix) El Comité Científico del año 2012 considero dos escenarios admisibles de biomasa hidroacústica de tres escenarios plausibles. El informe considera el escenario 3 (87.759 t) reconociendo una gran incertidumbre en la evaluación debido a la dificultad en la detección de la agregación reproductiva. Al apostar por uno de los escenarios se está admitiendo una incertidumbre menor que la reconocida, haciéndose necesario que la evaluación considere alguna forma de incorporar esta incertidumbre según lo requerido en este objetivo.

Objetivo específico n° 2: Calcular los Puntos Biológicos de Referencia para cada recurso con la mejor información científica disponible, conforme a lo establecido por la

Ley General de Pesca y Acuicultura, informando su incertidumbre asociada.

Grado de avance: Cumplido, con observaciones mayores.

Observaciones:

Realiza los cálculos necesarios para determinar los PBR con importantes reparos sobre las decisiones metodológicas adoptadas.

- i) El ejecutor para la determinación PBR adopta la metodología desarrollada en un taller realizado el 2012 por el Departamento de Evaluación de Recursos de IFOP. Esta metodología utiliza un modelo con estructura de edades y una relación stock-recluta de Beverton & Holt parametrizada en términos del parámetro  $h$  ("steepness"), utilizando dos valores (0,6 y 0,8) para representar la incertidumbre presente en este parámetro. Esta metodología es la apropiada para abordar este objetivo, sin embargo el PBR correspondiente a la  $BD_{MRS}/BD_0$  que se estima (0,3 en promedio) no se considera aduciendo razones prácticas e incertidumbre en  $h$  y en la evaluación del stock. En sustitución se propone una metodología alternativa basada en la biomasa desovante por recluta y un "proxi" de  $BD_{MRS}/BD_0 = 0,4 \times BD_0$ .
- ii) La justificación de esta decisión no es satisfactoria por varias razones:
  - a) Se justifica usar un PBR "proxi" cuando no es posible identificar la relación stock recluta. El estudio muestra lo contrario, estima series de recluta y biomasa desovante a partir de las cuales es posible identificar la relación stock-recluta.
  - b) Como suele ocurrir en casi cualquier evaluación no existe suficiente información en los datos para estimar  $h$ , por lo que la incertidumbre en este parámetro no es en sí un problema, toda vez que puede evaluarse su efecto sensibilizando en el rango de valores plausibles.
  - c) La incertidumbre en otro parámetro de la relación stock recluta no es tampoco un problema, se puede incorporar propagando la incertidumbre de la evaluación tal como se suele hacer con cualquier parámetro cuando se utiliza ADMB.
- iii) La decisión de usar el PBR "proxi" o sustituto en lugar del PBR original tiene consecuencia notables en la calificación del estatus del recurso según el marco de referencia que interpreta la Ley de Pesca. Empleando el PBR original, basado en la metodología que supuestamente usa "la mejor información disponible", el stock estaría plenamente explotado, mientras con el PBR basado en la metodología aproximada, que desestima la relación stock-recluta, estaría sobreexplotado (ver sección **6.3 Diagnóstico**).
- iv) El PBR para la biomasa desovante donde se alcanza el MRS que resulta de aplicar el método apropiado puede ser modificado por razones relacionadas con la gestión del riesgo u objetivos ecosistémicos. Como se advierte en la figura 33 del informe, el MRS se alcanza a niveles de

reducción de la biomasa desovante, respecto de la biomasa desovante virginal, cercanos al 30%. Por admitir niveles reducidos de stock, debido a la asimetría de la curva de rendimientos, podría ser considerado riesgoso para la sustentabilidad del recurso. En tal caso, dejar más biomasa desovante en el agua, por ejemplo un 40%, podría ser más precautorio o satisfacer mejor algún objetivo ecosistémico, con un sacrificio marginal del rendimiento máximo. La modificación del objetivo no requiere una razón metodológica.

Objetivo específico n° 3: Establecer el estatus actualizado de estos recursos, sobre la base de sus principales indicadores de estado y flujo, estimando la incertidumbre de estimación involucrada, empleando el mejor conocimiento e información disponible a la fecha de ejecución del estudio, acorde con los estándares definidos por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Grado de avance: Cumplido, con observaciones.

Observaciones:

- i) Los datos han sido descritos en los capítulos **3. Antecedentes** y **4. Datos e Información**. Me he referido a ellos en las observaciones al objetivo n° 1. La matriz de pesos no fue tratada en los capítulos mencionados, pero sí mencionada como datos entrada al modelo en el capítulo **5 Modelo de Evaluación**. Al respecto es importante saber de donde provienen estos pesos medios ¿de la captura o de la población? para saber si es correcto su uso en la estimación de las biomazas correspondientes.
- ii) Es deseable reunir en una sola tabla los parámetros fijos (no estimables) que entran al modelo, evitando mezclarlos con parámetros estimados (ver Tabla 3) y así evitar confundir datos de entrada con resultados.
- iii) El modelo utilizado se describe en general en el capítulo **5. Modelo de Evaluación**, pero falta una formulación matemática detallada del mismo que ayudaría al lector a entender mejor los supuestos del modelamiento de la dinámica, las observaciones y la función objetivo. El código del programa presentado en el **Anexo 1** es útil para reproducir los cómputos, si fuera necesario, pero no es un sustituto del modelo matemático.
- iv) Sin perjuicio de lo anterior, al revisar el cálculo de la abundancia inicial del año 1990 surgen dudas que aconsejan verificar si es correcto el código del **Anexo 1**:

```
// poblacion al primer año  
for (i=2;i<=n edades;i++)// perturbacion estocástica  
{N(1,i)=exp(log_Ro+dev_No(i-1));}
```

Según este código, las abundancia para el primer año de la serie desde la segunda edad en adelante se estimarían como parámetros libres. En cambio, en el tercer punto de la sección **5.3 Aspectos generales del modelo**) se indica que la condición inicial en 1990 es de equilibrio y virginal. Si el caso es este último, es decir antes de 1990 el stock estuvo sujeto sólo a mortalidad natural, faltaría considerar desde la edad  $i=2$  hasta

la penúltima factores de sobrevivencia =  $\exp(-(i-1)M)$  y para el grupo de edad plus (A):  $\exp(-(A-1)M)/(1-\exp(-M))$ .

v) En opinión del evaluador la estimación de la condición inicial como parámetro libre implica asumir que tal condición es de no equilibrio, por lo tanto se solicitar revisar este aspecto y resolver entre las dos alternativas: no equilibrio versus equilibrio y virginal, si procede.

vi) Las consecuencias de lo anterior se trasladan a la estimación de  $SSB_0$ . Si efectivamente se asume condición inicial virginal y en equilibrio,  $SSB_0$  debe interpretarse como un parámetro derivado en función de  $R_0$  y  $M$ , que no está sujeto a error de proceso. Sin embargo, el cálculo de  $SSB_0$  que se muestra en código del **Anexo 1**:

```
No(1)=N(1,1);//mean(column(N,1));//exp(log_Ro);
```

Muestra que la abundancia de la primera edad del primer año,  $N(1,1)$  contiene un error de proceso como lo indica el código:

```
for (i=1;j<=nanos;i++)// reclutas anual  
{N(i,1)=exp(log_Ro+dev_Rt(i));}
```

para  $i=1$ .

Por otra parte, si la condición inicial es de no equilibrio, como lo indica el código citado en el párrafo iv) ¿cuál sería la manera de estimar  $SSB_0$ ?

vii) El cálculo de la verosimilitud asociada a la variabilidad de proceso de la estructura de edades del stock inicial se recomienda revisarla en caso de ser habilitada. El código:

```
// like(6)=1/(2*2square(lambda(6)))*sum(square(log(N(1))-log(No)));
```

sugiere que  $\text{square}(\log(N(1))-\log(No))$  produce por cada edad, exceptuando el grupo plus, desvíos aleatorios ponderados por potencias de  $M$ .

viii) Al referirse a la estructura del modelo se indica que este contempla la estimación de dos patrones de selectividad para el período incidental y objetivo de la pesquería, no así para la capturabilidad de la cpue que también podría ser afectada por la intencionalidad.

ix) En las funciones *Eval\_mortalidades* y *Eval\_abundancia* del **Anexo 1** no se aprecia la estructura de mortalidad por pesca que se describe en la sección **5.2 Estructura del modelo**. Si se considerara mortalidad por pesca solo en el mes de agosto debería asumirse que en los meses previos y posteriores solo ocurre mortalidad natural y durante agosto ocurre la mortalidad por pesca más  $M/12$ . Sería importante aclarar este punto.

- x) El ajuste del modelo propone un procedimiento para estimar iterativamente los coeficientes de variación que ponderan las series de cpue y de la biomasa acústica, a partir de una estimación inicial basada en los desvíos de las observaciones de un ajuste polinomial. Según se describe, este método parece apropiado para seleccionar un valor inicial que permita partir no demasiado lejos de la solución y evitar problemas de convergencia, sin embargo existe un método basado en la estimación por máxima verosimilitud de los cv y su reemplazo en la función de verosimilitud de cada fuente de información que realiza lo que se desea de un modo más eficiente y apegado a la teoría estadística que se recomienda.
- xi) El informe presenta 3 escenarios de evaluación: caso base, caso 1 y caso 2. Los escenarios están bien elegidos y entregan resultados interesantes. Para lograr una cobertura más completa de los escenarios posibles se sugiere un escenario adicional semejante al caso base, pero con una ojiva de madurez más desplazada hacia edades mayores que permita ver el efecto que significa aproximarse más a un stock desovante de la fracción migratoria del stock.
- xii) Sin perjuicio de lo indicado en el párrafo anterior, se solicita confirmar si las constancias de las biomazas desovante virginal ( $SSB_0$ ) de los casos 1 y 2 están correctas. Lo mismo para  $R_0$  y la biomasa total actual (Tabla 5 del informe).
- xiii) En la sección **6.3 Diagnóstico** del recurso se propone dos índices de reducción,  $BD/BD_0$  y  $BD/BD_v$  que entregan valores parecidos del 32% y 30% respectivamente. Esta reducción se interpreta primero como causada por la pesca y luego por el reclutamiento. Debido a la poca claridad de la redacción y de las evidencias entregadas como causales de esta, es difícil formarse una interpretación clara, por lo tanto se sugiere mejorar la redacción y fundamento del diagnóstico.
- xiv) En relación al diagrama de fase, dado que el objetivo de cálculo de PBR no fue logrado de forma satisfactoria, tiene observaciones fundamentales como marco de referencia para definir el estatus.

Objetivo específico n° 4: Calcular los niveles de Captura Biológicamente Aceptable para cada uno de los recursos pesqueros considerados en este proyecto, al año 2014, con su análisis de incertidumbre y riesgo asociado, debidamente informado en tablas de decisión, considerando las directrices de explotación establecidas por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (DAP, 2013) o el Plan de Manejo o de Recuperación respectivo, según corresponda. Analizar estocásticamente las posibilidades de explotación de estos recursos en el mediano plazo y el riesgo de no alcanzar los objetivos de conservación, considerando la incertidumbre de estimación de sus indicadores y los probables estados de la naturaleza. Conforme a las directrices de explotación establecidas por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (DAP, 2013), o el Plan de Manejo o de Recuperación respectivo, según corresponda.

Grado de avance: Cumplido, con observaciones mayores.



Observaciones:

- i) El texto asume tácitamente que la persona que define la estrategia de explotación para la recuperación es el evaluador de stock. En opinión de este revisor, la estrategia de recuperación es parte del plan de recuperación y la debe proponer la autoridad administrativa en algún grado de interacción con los grupos de interés. Este debería ser el rol que le corresponde al Comité de Manejo. Complementando esta idea, el rol del evaluador de stock debería ser evaluar si la estrategia propuesta logra el objetivo de recuperación.
- ii) Las estrategias consideradas son:  $F$  constante ( $F=0$ ,  $F=F_{MRS}$  y  $F=F_{sq}$ ) y  $F$  variable en función del stock desovante ( $F$  rampa). En las estrategias de  $F$  constantes dos de ellas,  $F=F_{MRS}$  y  $F=F_{sq}$  no parecen compatibles con el objetivo de recuperación del stock y la pregunta que podemos hacer antes de cualquier análisis cuantitativo es ¿cuán pertinentes son? si sabemos que con los niveles actuales de mortalidad por pesca, dado los reclutamientos observados, el stock ha llegado al estado actual que merece precisamente una política de recuperación. En cuanto a  $F=0$ , esta parece coherente con el objetivo de recuperar, pero sin especificar el tiempo en que se lograría tiene poco valor operacional, dado que la industria podría verse seriamente afectada.
- iii) Por otra parte, el diagnóstico manifiesta que la pesca, comparada con el reclutamiento, tiene poca influencia en la dinámica del stock ¿significa esto acaso que regular  $F$  tiene poco sentido o es muy poco probable que se recupere el stock? O como lo señala Murawsky (2010) estamos frente a un problema de recuperación "ugly". De ser así, ¿cómo se incorpora este factor en la evaluación de las estrategias de explotación?
- iv) En cuanto a la estrategia de  $F$  variable, tipo rampa, es interesante como mecanismo de regulación porque ofrece varias alternativas de respuesta de  $F$  a cambios en el indicador de biomasa desovante. La posibilidad de diseñar una opción potencialmente útil depende del nivel máximo de  $F$  que se desea aplicar cuando  $BD$  es igual o mayor que  $BD_{obj}$ , de la velocidad a la cual  $F$  debe disminuir cuando  $BD$  se acerca al umbral considerado crítico para la sustentabilidad (ej.:  $0,2BD_0$ ), de la posibilidad de dejar un escape de biomasa desovante, etc. A este respecto por ejemplo ¿qué consideraciones se tuvo para proponer un  $F$  máximo igual a  $F_{40\%}$  y no  $F_{MRS}$  como sugiere la Ley? ¿por qué se eligió una pendiente que implica a los niveles actuales de reducción de stock valores de  $F$  sustancialmente mayores que los actuales? ¿por qué la estrategia rampa permite  $F$  superiores al doble de los actuales aún en el nivel que se considera el recurso con riesgo de colapso?
- v) En la etapa de desarrollo que se encuentra la evaluación de estrategias en esta especie es de mucho valor contar con una descripción matemática detallada del modelo de proyección, los supuestos, parámetros utilizados y especialmente la manera cómo se incorpora y propaga la incertidumbre de la evaluación y el reclutamiento. Para formarse una idea cabal de los méritos y limitaciones del análisis de riesgo utilizado se insta al ejecutor a

que proporcione el detalle solicitado.

Objetivo específico n° 5: Informar el avance del Programa de Mejoramiento Continuo de la Calidad de la Asesoría Científica (PMCCAC) realizado durante el presente proyecto.

Grado de avance: No evaluado por falta de antecedentes.

Observaciones:

i) El revisor no tiene antecedentes acerca de los compromisos del PMCCAC y resultados específicos en este informe que le permitan verificarlos. Es posible que en los Anexos 2 y 3 contengan material a este respecto, pero no es posible asegurarlo.

ii) Se sugiere incluir en el informe un capítulo dedicado a este objetivo.

b) Plan de actividades

Grado de avance: Cumplido, con las observaciones ya detalladas en los objetivos específicos.

Observaciones:

3) Base de datos

Observaciones/Comentarios:

4) Calificación del informe

Calificación:	Informe sin observaciones	
	Informe con observaciones	X

Observaciones/Comentarios:

El informe cumple las actividades, pero el logro de los objetivos está condicionado a la respuesta satisfactoria a las observaciones en un nuevo informe.