



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS FIP

FIP - IT / 95 - 12

INFORME : EVALUACION BIOECONOMICA DE LA
FINAL : PESQUERIA INDUSTRIAL DE JUREL
EN LA ZONA CENTRO-SUR. FASE I

UNIDAD : UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
EJECUTORA



UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

INFORME FINAL :

**“EVALUACION BIOECONOMICA DE LA
PESQUERIA INDUSTRIAL DE JUREL EN
LA ZONA CENTRO-SUR. FASE I”**

**PROYECTO DEL FONDO DE
INVESTIGACION PESQUERA
N° 95-12**

**EJECUTOR: DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**

SUBCONTRATO : INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA S.A.

CONCEPCION, ENERO 1998.



UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

INFORME FINAL :

**“EVALUACION BIOECONOMICA DE LA
PESQUERIA INDUSTRIAL DE JUREL EN
LA ZONA CENTRO-SUR. FASE I”**

**PROYECTO DEL FONDO DE
INVESTIGACION PESQUERA
Nº 95-12**

INVESTIGADORES :

**ARCADIO CERDA URRUTIA (Jefe de Proyecto)
BERNARDO ALIAGA ROSSEL
EUGENIO BOBENRIETH HOCHFARBER
JORGE DRESDNER CID
RENATO QUIÑONES BERGERET
AQUILES SEPULVEDA OROSTICA
MAURICIO GALVEZ LARACH
ALDO HERNANDEZ RODRIGUEZ**

ASISTENTES :

**CIRO IBAÑEZ GERICKE
JAVIERA ARTEAGA RIVERA
MERCEDES RIOFRIO CISNEROS**

1.- RESUMEN EJECUTIVO

Se determinaron y describieron las principales variables biológico-pesqueras, tecnológicas, económicas y sociales de la unidad de pesquería del jurel centro-sur para el período 1985-1994. Se construyeron tres tipos de modelos bioeconómicos y se realizó una estimación econométrica del comportamiento del precio de la harina y el aceite de pescado.

Respecto de las variables biológico-pesqueras, se determinaron los parámetros a y b de la relación somatométrica, para machos y hembras, conjuntamente y por separado. Considerando ambos sexos, el parámetro a varió entre 0,00595 y 0,13293 y el parámetro b varió entre 2,30030 y 3,16582. La mortalidad natural M , fue determinada por 3 metodologías, obteniéndose estimados de varianza más pequeña entorno a $M=0,30 \text{ año}^{-1}$. Este valor fue adoptado como valor de compromiso para M y fue finalmente utilizado tanto en la evaluación de stock como en los modelos bioeconómicos. La tasa de mortalidad por pesca F , determinada mediante el ASP, revela que las edades más vulneradas son la 8 a 11 y que los mayores F se alcanzaron para estos grupos de edad en los años 1987 y 1992 ($F>2,0$). La mortalidad por pesca ejercida para las edades menores a 4 es mínima durante todo el periodo de estudio, mientras que para los grupos de edad 5 a 7 se mantiene en niveles intermedios.

La abundancia del stock 2+, se incrementó sostenidamente desde 1985 hasta alcanzar a más de 80 mil millones de individuos en 1988 y después de un descenso, se estabilizó a niveles de 60 mil millones de individuos para el período 1992-1995, equivalentes a una biomasa por sobre los 19 millones de toneladas. El máximo nivel de reclutamiento se observó en 1987 (> 43 mil millones de individuos).

La distribución mensual de las capturas, viajes con pesca y rendimiento nominal en la zona centro-sur mostró una fuerte tendencia estacional, se observaron altos niveles de captura, esfuerzo y rendimiento, durante los meses de marzo a agosto. A partir de 1991 hay un importante incremento del rendimiento nominal (CPUE). El desembarque total en número de jurel muestra fluctuaciones anuales con máximos en 1988 y 1993, y mínimos en 1986, 1990 y 1994. La distribución de capturas de jurel estimadas por edad entre 1985 y 1995 reveló un

marcado predominio de las edades 3 a 5 durante todo el periodo de estudio. La evolución anual de la talla promedio en las capturas de jurel muestra una tendencia decreciente durante el período analizado, con mínimos en 1993 (34 cm de LH) y 1995 (33 cm de LH).

Respecto a las variables económicas se observa que en promedio la relación Costo Total/Valor Bruto de Producción (CT/VBP) aumentó un 4,5% en el período 1988-1994, sin embargo a partir de 1991 se observa una tendencia a la baja, en el período 1991-1994 la misma relación disminuyó en promedio un 2,2%. es decir, el costo por unidad vendida bajó.

Si se considera el VBP como indicador del tamaño del sector, las participaciones del VBP de cada sector en la pesquería de jurel son 17%, 4% y 80% para la flota, industria productora de conservas y congelados y la industria de harina respectivamente. El crecimiento del producto en el período 1988-1994 por sector se descompone en flota (24,1%); industria de harina (18,7%) e industria de conservas (0,1%). Solo en la industria de conservas disminuye el producto con un crecimiento medio en los años 1991-1994 de -3,5%.

La productividad media del trabajo creció en el período 1988-1994: industria de harina (28,5%); flota (15,9%) e industria de conservas (0,7%). Esta última, tuvo un crecimiento negativo en el período 1991-1994 (-4,1%). La productividad según los energéticos (kilowatt) indican que la industria de harina de la VIII reg. creció en promedio entre los años 1985-1994 - 0,5% y la V reg. 3,1%, la industria de conservas disminuyó en el período 1989-1994 en 13,4%. En el caso de la flota la productividad se midió en función del diesel por unidad de producto : en la VIII reg. se observa un crecimiento medio de 2,5% y en la V reg. de -0,9%.

De las capturas informadas por la encuesta de flota propia (EFP), el mayor crecimiento entre los años 1988-1994 se da en la V reg. que alcanzo un 37,3%, en la VIII reg. se obtuvo un crec. de 21,1%, en promedio para la zona centro-sur las capturas tuvieron un crecimiento de 24,2%.

La estructura de costos de la pesquería de jurel es estable en términos de la participación de los costos salariales (w) y consumo intermedio (ci) en el costo total. La participación de los salarios es de 17% y la del consumo intermedio es de 76%, el coeficiente W/CI tiene un valor medio de 30%. La estructura salarial para la flota en la V y VIII reg. muestra que en promedio

el sueldo 'base' participa en 44% del salario total medio y corresponde al 15% del costo total, por su parte las primas representan el 50% del salario total y el 17% del costo total.

Los salarios reales medios crecen en el período 1988-1994 en 7,9%, 4,9% y 4,1% para la industria de harina, flota e industria de conservas respectivamente, en la industria de conservas en el período 1991-1994 los salarios reales medios disminuyeron en 7,4%. En la flota de la VIII reg. la categoría ocupacional que más aumentó sus salarios fueron los patrones de pesca (17,7%) y la que más disminuyó los pilotos (-3,5%); en la V reg. los tripulantes obtuvieron un mayor aumento de sus salarios (27,2%) y los que disminuyeron fueron los administrativos (-12%). Si observamos los componentes del salario vemos que el salario 'base' disminuye en 4,3% y las primas aumentan 5,1%.

La inversión en la Industria del Jurel representa el 71% de la inversión en la Industria Pesquera en la Zona Centro-Sur durante el período 1985-1994. En términos absolutos la inversión acumulada en el período por la Industria del Jurel alcanzó sobre los 312 mil millones de pesos de 1994. Inicialmente fluctuó entre 4 y 18 mil millones anuales (período de inversión irregular), para luego alcanzar un nivel en torno a los 38 mil millones (período de estabilidad) y finalmente alcanzar sobre los 65 mil millones en 1994 (período de auge en la inversión). La Industria del Jurel creció en promedio 27.5% al año. En 1994, ésta se había incrementado en 793% en relación al año base. Si se considera sólo el período 1988-1994, la inversión de la Industria del Jurel creció en 252%, lo cual corresponde a una tasa de crecimiento anual promedio de 19.7%. Es un signo indudable de la gran expansión que tuvo la Industria del Jurel en el período. La inversión de la Industria Reductora y de Aceites es la más importante de las tres actividades y corresponde al 60% de la inversión total de la Industria del Jurel. De los 312.588 millones de pesos de 1994 en inversión para todo el período 1988-1994, 90.600 millones, es decir el 29% corresponde a las inversiones realizadas para la flota del jurel. La inversión es mucho más importante en la VIII Región (77%) que en la V Región (38%) respecto del sector pesquero total. Aún más, mientras que el 94% de la inversión de la Industria del Jurel (293 mil millones de pesos de 1994) se ubicaba en la VIII Región, sólo el 6% restante (aproximadamente 4,5 mil millones de pesos de 1994) se había realizado en la V Región.

4

Entre 1985 y 1994, se crearon 4.875 nuevos puestos de trabajo ("permanentes"). Cada empleo permanente "costó" 64.1 millones de pesos de 1994. Con esto se demuestra que la Industria del Jurel es intensiva en capital.

La ocupación promedio en la Industria del Jurel comprende aproximadamente el 65% de la ocupación total en la Industria Pesquera en la Zona centro-sur con una participación de un 54% en 1985 hasta un nivel máximo de 72% en 1989-1990, para disminuir a un nivel de 61% en 1994. La ocupación se incrementó desde 2571 puestos de trabajo en 1985 a 7446 puestos de trabajo en 1994. Esto implica una tasa de crecimiento promedio anual de la ocupación de 12.5%. El máximo nivel de ocupación se logró efectivamente el año 1992. En la VIII Región, el 66% de la ocupación es absorbido por la Industria Reductora y de Aceites. El resto, se distribuye entre la Flota (25%) y la Industria de Conservas y Congelados (10%). En la V Región, la ocupación se reparte entre la Industria de Harina y Aceites (56%) y la Flota (44%).

Al comparar los datos de participaciones entre la Pequeña Empresa (PE) y la Gran y Mediana Empresa (GME), se observa un mayor grado de inequidad en la segunda de estas aglomeraciones. Al desglosar la distribución del ingreso por actividad o línea de elaboración, se observa que la distribución del ingreso es relativamente "normal", con participaciones para el factor trabajo sobre el 43%, tanto para la Flota como para la Industria de Conservas y Congelados. En cambio para la Industria Reductora y de Aceites la distribución del ingreso es altamente desigual, con una participación del factor trabajo del orden del 20% y del factor capital del orden del 80%, es decir 1/4.

El análisis exploratorio de los determinantes de la distribución factorial del ingreso indica que las variables productividad laboral (PROD), nivel de valor agregado del establecimiento (VA) y nivel de producto agregado de la economía (PIB) están correlacionadas con la participación laboral en el ingreso del establecimiento. A mayor VA o PIB y menor PROD mayor será la participación del trabajo en el ingreso. Los establecimientos que muestran mayor nivel de productividad laboral (*ceteris paribus*) tienden a presentar una distribución del ingreso más "desigual".

El endeudamiento de la Industria del Jurel que cotiza en bolsa es algo superior a un tercio de los activos totales y tiene una orientación hacia el financiamiento de corto plazo. Ello limita

relativamente la capacidad de futuro endeudamiento de la Industria. Las deudas de largo y corto plazo están compuestas fundamentalmente por obligaciones con el sector financiero, sin representar una carga aparente para la Industria. Existe un nivel importante de obligaciones de corto plazo (cuentas por pagar y provisiones), que probablemente constituyen crédito de otras empresas. Esto podría indicar que los requerimientos de capital de trabajo son relativamente más importantes en esta industria que en otras.

Respecto a los precios, se desarrolló un modelo empírico, con información semanal para el precio de harina de pescado 64/65% CIF Hamburgo (USD/TM), y aceite de pescado CIF Europa N.W. (USD/TM), para el período 7/Enero/1982 - 29/Mayo/1997, sin identificarse tendencias crecientes o decrecientes en la serie de cambio en precios, optándose por estimar los precios a la forma de promedio histórico, en ambos mercados. Se observan fuertes variaciones en torno a esta media, y la magnitud de esta volatilidad es diferenciada en el tiempo de acuerdo a regímenes, los cuales son persistentes. Los resultados de las estimaciones anteriores son consistentes con la información de precios de exportación de harina de pescado en Chile para la zona centro-sur.

Las relaciones funcionales entre los indicadores biológico-pesqueros y económicos fueron establecidas a través de 3 modelos bioeconómicos. Mediante el modelo bioeconómico de **Gordon-Schaefer** modificado por Cunningham et al. (1985) se estimó una curva de rendimientos sustentables y se proyectaron los costos e ingresos totales, medios y marginales. De acuerdo a este modelo, la pesquería se encuentra a la fecha en un punto cercano a lo que hemos estimado como máximo rendimiento sostenible y **más allá del límite en el que actualmente la pesquería parece encontrarse, los indicadores que reflejan la actividad de la flota comenzarían a empeorar a un ritmo acelerado**, así por lo menos lo predicen las curvas de costo marginal, medio y total. En tanto que, los resultados del modelo bioeconómico de **Thompson y Bell** muestran que la rentabilidad del sector extractivo es altamente dependiente de los niveles de captura, los cuales están directamente relacionados con la biomasa explotable. La rentabilidad del sector extractivo en una proyección de 20 años, suponiendo diferentes estados de la naturaleza (reclutamientos constantes, aleatorios y modelados) varían entre 35,71% (TIR) para una táctica de administración de cambio inmediato

6

de F y reclutamiento aleatorio a un 52,98% para una táctica de administración de cambio gradual de F y reclutamiento modelado. El modelo bioeconómico de **simulación estocástica** permitió analizar el comportamiento de la biomasa inexplorada ($B_{F=0}$) para dos diferentes tipos de reclutamiento aleatorio, uno de baja variabilidad (d.e.0,32) y otro de alta variabilidad (d.e.0,80), así como determinar los niveles de F y de capturas óptimas de mínimo riesgo en el largo plazo. Bajo la definición de riesgo basada en los umbrales de biomasa para un resguardo de 40% de la biomasa desovante, el valor óptimo de F se estimó en $F=0,6 \text{ año}^{-1}$ con máximas capturas de 4,0 a 4,7 millones de toneladas para reclutamientos de baja y de alta variabilidad, respectivamente. A su vez, se analizaron otros niveles de resguardo (40% y 50%) y sus efectos económicos a través de la rentabilidad (VAN) del subsistema recurso-flota. Los modelos bioeconómicos permitirán profundizar en la estimación de indicadores (variabilidad en precios, costos y reclutamiento) que pueden ser aplicados en la elaboración de escenarios alternativos de medidas de administración pesquera. Sin embargo, se debe intentar el desarrollo teórico de un modelo que integre los indicadores del subsistema planta y proceso al conjunto de la pesquería (recurso-flota-plantas).

2.- ANTECEDENTES

La pesquería centro-sur del recurso jurel se desarrolla en el litoral de la V a la IX regiones, con un carácter eminentemente industrial. Constituye en volumen el principal recurso pesquero nacional, alcanza en la actualidad alrededor de la mitad del desembarque total, y sostiene a una importante industria pesquera en la VIII y V regiones, conformando entre ambas una amplia capacidad instalada de flota y planta.

Esta pesquería, desde septiembre del año 1991, se encuentra sometida al Régimen de Plena Explotación contenido en el Título III relativo a la Regulación del Acceso a la Pesquería Industrial de la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892, según se establece en el D.S. MINECON N° 430 de 1991. Además, tiene impuesta una talla mínima de captura de 26 cm. (D.S. N° 458 de 1981).

El crecimiento de la pesquería se ha sostenido desde 1980 a la fecha, favorecido por la apertura de nuevos mercados, el aumento de la demanda interna, la innovación tecnológica en flota y planta para productos de mayor calidad, siempre en la línea de producción de piensos animales pero con aumentos de interés en la elaboración de conservas y en menor grado congelados, donde las fluctuaciones de precios de los mercados afectan significativamente los resultados económicos anuales. El desarrollo en flota ha permitido mejorar las condiciones de conservación de las capturas, los rendimientos de pesca y la autonomía de las naves, permitiendo capacidad de pesca más allá de las 200 millas marinas, explotando áreas de pesca que hasta 1992 fueron de uso exclusivo de flotas extranjeras.

Reconociendo que la administración pesquera debe procurar el establecimiento de los excedentes productivos anuales para regular la mortalidad por pesca; y por otra, velar por el desenvolvimiento de una actividad productiva económicamente eficiente, es necesario contar con antecedentes que vinculen los aspectos biológicos y tecnológicos, con los económicos.

3.- OBJETIVO GENERAL

Evaluar a través de indicadores bioeconómicos, el desempeño de la pesquería industrial del recurso jurel en la zona centro-sur (Regiones V a IX).

4.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 4.1. Describir y caracterizar funcionalmente el sistema de la pesquería industrial del recurso jurel en la zona centro-sur.
- 4.2. Identificar y definir los indicadores que expliquen el comportamiento de las principales variables tecnológicas y económicas, a través de los cuales se evaluará el desempeño de la pesquería.
- 4.3. Determinar la distribución de los ingresos generados por la pesquería al interior del sector industrial.
- 4.4. Estimar la inversión y mano de obra, en flota y plantas, de esta pesquería.
- 4.5. Estimar las tendencias futuras de esta pesquería, en base a la evolución y proyección de los mercados nacional e internacional y su proyección oceánica.

5. METODOLOGIA DE TRABAJO

Según Hilborn y Walters (1992) los objetivos de administración y manejo pesquero debieran tener en consideración al menos uno de los siguientes cuatro aspectos o variables: biológico-pesquero, tecnológico, económico, recreacional y social. Los indicadores que se utilizaron en esta propuesta se clasificaron de acuerdo al esquema planteado por estos autores.

5.1. Indicadores de la variable biológico-pesquera y tecnológica

Como principales indicadores del rendimiento biológico se utilizó la **captura en peso, biomasa, esfuerzo de pesca y mortalidad por pesca** y la **captura por unidad de esfuerzo** (CPUE). Estos indicadores, cuando fue posible, se determinaron en forma mensual para el período 1985-1995, utilizando como información los registros diarios de desembarque y esfuerzo recolectados por el Instituto de Investigación Pesquera.

Como indicador del *status* de la población o del riesgo de sobrepesca se utilizó la **talla promedio** en los desembarques mensuales para el período 1985-1995 y alternativa o complementariamente se utilizó la **edad media en las capturas**. Estos indicadores fueron calculados a partir de los datos de distribución de frecuencias de tallas de las capturas comerciales, los que han sido directamente recopilados y analizados por INPESCA en el marco del proyecto FIP 95-09, "Evaluación del stock de jurel a nivel sub-regional". además de informes técnicos e investigaciones rutinarias realizadas por el consultor.

A continuación se indican en forma resumida la forma de cálculo de los diferentes indicadores biológico-pesqueros del jurel.

5.1.1. Peso promedio

Como parte del programa de muestreo semanal que realiza el Instituto de Investigación Pesquera en puertos de la V y VIII Regiones, se resumen mensualmente la estructura de tallas

en la captura así como los parámetros "a" y "b" de la relación longitud-peso de acuerdo a la siguiente forma:

$$w = aLH^b \quad (1)$$

donde w es el peso promedio y LH la longitud horquilla. Esta relación se utilizó para determinar el peso promedio de las clases de talla. Sin embargo, debido a que el peso promedio es el correspondiente a un grupo de peces, se utilizó la ecuación propuesta por Beyer (1991), la cual considera el coeficiente de variación (CV) de los datos de longitud:

$$w = aL^b(1 + 0,5b(b - 1)CV^2) \quad (2)$$

5.1.2. Mortalidad natural

Un análisis completo de la mortalidad natural, en este recurso, se realizó por parte del consultor en el ámbito del proyecto FIP 95-10, "Validación de los métodos aplicados en la estimación de edad y crecimiento, y determinación de la mortalidad en jurel". En ese proyecto se analizó tanto los estimados como la precisión de la tasa de mortalidad natural en jurel. Dentro de los métodos de análisis se consideró el análisis de curvas de captura cuando el stock se encontraba moderadamente explotado (Ricker, 1975), métodos bioanalógicos como los de Pauly (1980), Ricker y Efanov (1976), de la longevidad (Alagaraja, 1984) y de la edad crítica según Alverson y Cartney (1975). La precisión se analizó a través de la generación de valores alternativos e igualmente probables mediante una forma paramétrica del método bootstrap de Efron (1982, 1985), evaluado numéricamente a través de ensayos Monte Carlo.

Debido a que los estimados a través de cada método se consideraron independientes, para obtener un valor de compromiso de la mortalidad natural de *T. s. murphyi* se utilizó un promedio ponderado por el inverso de las varianzas de cada estimado utilizando la siguiente ecuación (Hilborn y Walters, 1992):

$$\hat{M} = \frac{\sum_{n=1}^n \omega_n M_n}{\sum_{n=1}^n \omega_n} \quad (3)$$

donde:

$$\omega_n = \frac{1}{\sigma_n^2} \quad (4)$$

es el inverso de la varianza correspondiente a cada uno de los "n" estimados independientes de la mortalidad natural (M).

5.1.3. Abundancia y mortalidad por pesca

Con el objeto de estimar tanto la abundancia y la biomasa, así como la tasa de mortalidad por pesca de los grupos de edad, se utilizó el algoritmo de análisis secuencial de la población (Gulland, 1965; Megrey, 1989) combinado con la estimación estadística simultánea de la mortalidad por pesca a la edad y de los parámetros que definen el patrón de explotación anual, utilizando un algoritmo de minimización de suma de cuadrados mediante el método de Newton.

Los datos básicos son la captura en número por grupo de edad, la que se estimó multiplicando la captura total en número por un factor de expansión y la tasa instantánea de mortalidad natural. El algoritmo consta de los siguientes pasos:

- (i) Inicialización de los cálculos dando valores iniciales a los parámetros del patrón de explotación temporal, y por ende a la tasa de mortalidad por pesca de cada grupo de edad, a través de:

$$F_t = S_t F_c \quad (4)$$

donde F_t es la mortalidad por pesca en el año t , F_c es la mortalidad por pesca máxima en el año, y S_t es el patrón de explotación temporal, el cual fue definido por el producto de dos ecuaciones logísticas (Methot, 1990), a saber:

$$S1_t = [1 + \exp(-p1(t - p2))]^{-1} \quad (5)$$

$$S2_t = 1 - [1 + \exp(p3(t - p4))]^{-1} \quad (6)$$

y

$$S_t = S1_t S2_t / \max(S1_t S2_t) \quad (7)$$

donde p1 y p3 son parámetros que definen la inflexión de la primera y segunda curva, p2 y p4 son parámetros asociados con la pendiente, t es la edad, S es el patrón de explotación estimado para el año t.

(ii) La abundancia poblacional terminal se estimó con la siguiente ecuación

$$N_T = \frac{C_T (F_T + M)}{F_T (1 - e^{-(F_T + M)})} \quad (8)$$

La abundancia en los años previos al terminal (T) se estimó recursivamente utilizando la ecuación de McCall (1986), de la siguiente forma;

$$N_t = N_{t-1} e^M + \frac{C_t M}{(1 - e^{-M})} \quad (9)$$

(iii) La captura estimada para el año t (C_t^{Est}) se determinó, utilizando la siguiente ecuación de captura:

$$C_t^{Est} = F_c S_t N_t \frac{(1 - e^{-(F_c S_t + M)})}{(F_c S_t + M)} \quad (10)$$

(iv) Los valores de los parámetros p1, p2, p3, p4 y F_c se modificaron iterativamente con el objeto de minimizar la suma de cuadrados de la diferencia entre las capturas estimadas en el punto anterior y las capturas observadas de la cohorte.

$$SSQ = \min(\ln(C_t^{Obs}) - \ln(C_t^{Est}))^2 \quad (11)$$

Para ello, se utilizó un algoritmo de optimización no-lineal del tipo Newton. El procedimiento descrito permitió estimar objetivamente la abundancia de los grupos de edad, las mortalidades por pesca, el patrón de explotación y la biomasa a través de:

$$B_t = w_t \cdot N_t \quad (12)$$

donde w_t es el peso promedio en el año t , N_t es la abundancia en número.

La tasa de mortalidad por pesca anual corresponde a la suma de las mortalidades mensuales durante un año calendario de 12 meses. Con el objeto de validar las estimaciones de mortalidad por pesca, se establecieron regresiones lineales entre éstas y datos de esfuerzo de pesca estándar, que han sido recientemente estimados a través del proyecto FIP N° 95-09 "Evaluación del stock de jurel a nivel subregional" por el equipo de trabajo del Instituto de Investigación Pesquera.

5.1.4. Capturas, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo

Los desembarques mensuales en peso (toneladas) para las flotas de las Regiones V y VIII, así como la actividad de cada embarcación participante en la pesquería, en términos operacionales (días fuera de puerto, viajes totales y viajes con pesca) fueron obtenidos a partir de registros diarios recopilados por el Instituto de Investigación Pesquera en ambas regiones. Esta información fue digitada y procesada, constituyendo un banco de datos en formato DBASE. En los registros que llevan las empresas pesqueras se detalla la operación y descarga de cada embarcación, permitiendo conocer las capturas totales y el esfuerzo de pesca desarrollado por cada embarcación en términos de viajes con pesca.

El esfuerzo nominal de pesca se definió como el conjunto de "medios" utilizados por cada unidad de pesca para obtener una cierta captura durante un período de tiempo determinado. La variable operacional a estandarizar, o medida nominal de esfuerzo, es el número de viajes con pesca (VCP), que está altamente correlacionada con los niveles de desembarque y explica efectivamente la presión de pesca ejercida sobre *T. s. murphyi*. No obstante, la metodología de estandarización del esfuerzo nominal considerada en la propuesta técnica, el Instituto de Investigación Pesquera ha desarrollado técnicas que logran explicar de mejor forma las

14

variaciones estacionales en el rendimiento y la evolución tecnológica e incremento del tamaño de las embarcaciones a lo largo de todo el periodo de estudio. Por lo anterior, el método de estandarización que a continuación se describe permitirá una mejor estimación del poder de pesca de las embarcaciones y del esfuerzo y CPUE estandarizados.

5.1.5. Estandarización del esfuerzo de pesca

El esfuerzo de pesca de una embarcación, se define como el producto entre el poder de pesca y el tiempo de operación desplegado (Caballero *et al.*, 1992). Sin embargo, en la práctica no es posible obtener una medida del poder de pesca absoluto de un barco, por lo que se utiliza el concepto de poder de pesca relativo, definido como la razón entre el rendimiento del barco "i" (R_i) y el rendimiento del barco estándar (R_s).

$$PPR_i = \frac{R_i}{R_s} \quad (13)$$

donde PPR_i es el poder de pesca relativo del barco i, R_i es el rendimiento de pesca del barco i, y R_s es el rendimiento de pesca del barco patrón o estándar.

Debido a que el poder de pesca está en relación directa con el tamaño de la embarcación y sus características físicas, se han incluido para la estimación del rendimiento, las variables que Arancibia *et al.* (1995) consideran de mayor importancia en la caracterización de la flota industrial de cerco de la zona centro-sur, a saber: (1) la Capacidad de Bodega (CB, m^3), (2) el Tonelaje de Registro Grueso (TRG, ton), (3) el Número Cúbico (CUNO, m^3), que es el producto de la eslora, la manga y el puntal de la embarcación y proporciona una estimación del volumen de ésta, (4) la potencia continua del motor principal (HP, Hp) y (5) la Longitud de Relinga Superior de la red de cerco (LRS. m).

La información relativa a desembarques, viajes con pesca y características físicas de las embarcaciones, fue analizada mediante modelos regresivos múltiples logaritmizados (Carlson, 1975; Large, 1992). El procedimiento asume que los niveles de capturas pueden ser explicados mediante funciones de producción que posean como variables explicatorias características técnico-operacionales. Mediante un correcto análisis estadístico (stepwise-regression) es posible definir las variables que aportan significativamente al modelo, que se formula:

$$\ln C = a + b \ln X + c_1 \ln Y_1 + c_2 \ln Y_2 + \dots + c_k \ln Y_k + d_1 \ln Z_1 + d_2 \ln Z_2 + \text{interacciones} \quad (14)$$

donde X representa la variable operacional (VCP); $Y_1 \dots Y_k$ las características físicas de las embarcaciones (CB, TRG, HP, CUNO y LRS); Z_1 y Z_2 definen la periodicidad o estacionalidad de la serie (año, estación, etc.) y a , b , c y d son los coeficientes de la regresión.

Consecuentemente, un modelo que estime el rendimiento de pesca quedará definido según:

$$\ln R = \frac{\ln C}{\ln X} = a + b_1 \ln Y_1 + \dots + b_k \ln Y_k + c_1 \ln Z_1 + c_2 \ln Z_2 + \text{interacciones} \quad (15)$$

Sin embargo, debido a que las características físicas de las embarcaciones normalmente presentan altas correlaciones entre sí, en los modelos así formulados puede producirse una sobreestimación en los resultados obtenidos por la regresión (multicolinealidad). Para solucionar este problema, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) sobre una matriz de correlación (distintas unidades de medida para las variables), extrayéndose la Primera Componente Principal (CP1), que usualmente explica más del 90% de la varianza, e incluyéndola dentro del modelo en vez de las variables físicas. Este análisis logra una mejor caracterización de los barcos a través de la combinación de un conjunto de variables permitiendo una buena descripción de la estructura de dependencia de las variables originales y manteniendo la varianza total luego de sucesivas transformaciones. De esta forma, el modelo final para los desembarques queda definido por:

$$\ln C = a + b \ln X + c \ln(CP1 + k) + d_1 \ln Z_1 + d_2 \ln Z_2 + \text{interacciones} \quad (16)$$

y para el rendimiento:

$$\ln R = \frac{\ln C}{\ln X} = a + b \ln(CP1 + k) + c_1 \ln Z_1 + c_2 \ln Z_2 + \text{interacciones} \quad (17)$$

donde $CP1$ representa los puntajes de la primera componente principal y k es una constante que hace a $CP1 \geq 1$ para ser logaritmizada.

5.1.6. Captura en número de individuos

- **Composición por talla**

La composición por tallas mensuales del desembarque se determinó de acuerdo con la suma ponderada de las frecuencias de tallas obtenidas de cada embarcación muestreada en el mes. En efecto, ya que la estructura de tallas en las capturas de algunas embarcaciones que operan en ciertas áreas puede ser distinta de la estructura de tallas de otras embarcaciones que operan en otras áreas, a la frecuencia de tallas de cada embarcación muestreada se le asignó una ponderación consistente en la razón entre la captura de la embarcación muestreada y el peso de la muestra medida, i.e.

$$FP_i = \frac{C_i}{WM_i} \quad (18)$$

donde FP_i es el factor ponderador para las frecuencias de tallas que se estimó para el barco i , C_i es la captura (toneladas) de la embarcación i muestreada y WM_i es el peso de la muestra obtenida y medida de la embarcación i . Por lo tanto, la frecuencia mensual a una clase de longitud dada se calculó como:

$$f_{jt} = \sum_{i=1}^m f_{ijt} FP_i \quad (19)$$

donde f_{jt} es la frecuencia ponderada de la clase de longitud j en el mes t , f_{ijt} es la frecuencia de la clase de longitud j del barco i muestreada en el mes t ; FP_i es el factor ponderador, y m es el número total de barcos muestreados.

- **Captura por clases de talla**

Una vez obtenida la distribución de frecuencias de tallas ponderadas para el mes t , el número total de peces por clases de longitud en el desembarque mensual se estimó según el siguiente factor de expansión,

$$FE_t = \frac{CP_t}{\sum_{j=1}^m w_{jt} f_{jt}} \quad (20)$$

donde FE_t es el factor de expansión en el mes t , CP_t es la captura total en el mes t (en toneladas), w_{jt} es el peso promedio de los ejemplares de la clase de longitud j en el mes t , y f_{jt} es la frecuencia de los ejemplares de la clase de longitud j en el mes t . El peso promedio de la clase de longitud j se calculó con la ayuda de los parámetros de la relación somatométrica a través de la siguiente expresión (Beyer, 1987):

$$w_{jt} = \frac{1}{L_{j2} - L_{j1}} \frac{a}{b+1} \left(L_{j2}^{(b-1)} - L_{j1}^{(b-1)} \right) \quad (21)$$

donde a y b son los parámetros de la relación somatométrica, L_{j1} y L_{j2} son los límites inferior y superior de la clase de longitud j .

Para obtener la captura por clases de tallas, el factor de expansión se multiplicó por cada una de las frecuencias de los ejemplares de cada clase de longitud. La captura total en número se obtuvo a partir de la suma de la captura en número por clases de longitud.

5.1.7. Indicadores de la variable tecnológica (coef. de capturabilidad)

El indicador de la variable tecnológica que se reporta corresponde al **Coefficiente de capturabilidad**, ya que esta es una medida directa de la eficiencia de la flota, la cual en cierto modo está supeditada a los cambios tecnológicos implementados en la misma. Se informa el cálculo preliminar de esta variable mediante el método de Collie y Sissenwine.

• Coeficiente de capturabilidad

Las fluctuaciones temporales del coeficiente de capturabilidad del recurso jurel en Chile centro-sur para el período 1983-1995, están siendo estudiadas por el Instituto de Investigación Pesquera como parte de un subcontrato del proyecto FIP 96-18: "Análisis de captura y esfuerzo de pesca en la pesquería de jurel de la zona centro-sur (V a IX Regiones)", mediante las siguientes metodologías:

- a) Estimación del coeficiente de capturabilidad asociado al método de Collie y Sissenwine (1983).
- b) Formulación de modelos lineales generalizados para evaluar el efecto de los meses, años, áreas, así como la interacción.
- c) Uso de los resultados del análisis secuencial de la población.

Método de Collie y Sissenwine

Este método puede ser aplicado sin necesariamente disponer de una composición conocida de edades en la captura y permite estimar el coeficiente de capturabilidad considerando errores de medición en el índice de abundancia relativa que se utiliza (Collie y Sissenwine, 1983). Este se basa en la siguiente ecuación de diferencia de primer orden:

$$B_{t+1} = [B_t - C_t + R_t] \cdot e^{-M} \quad (22)$$

donde; la biomasa (B) en el año t+1 se relaciona con la biomasa en el año anterior t, restándole la captura (C) y adicionándole el reclutamiento (R) en ese año. La biomasa resultante se observa además afectada por la mortalidad natural (M). Esta ecuación puede también incrementar su resolución, si es que el año se divide en intervalos de tiempo más pequeños (meses).

La captura por unidad de esfuerzo esperada ($CP\hat{U}E$) se relacionó con la biomasa a través del coeficiente de capturabilidad (q), de tal forma que

$$CP\hat{U}E = qB_t \quad (23)$$

a su vez, la fracción pre-recluta (r_t), asumida como los individuos (edades <3) bajo 30 cm de longitud horquilla (LH), fue determinada desde:

$$r_t = qR_t \quad (24)$$

dicha proporción fue multiplicada por la CPUE y reemplazando en la ecuación de diferencia los índices anteriores, se obtuvo:

$$CP\hat{U}E_{t-1} = [CP\hat{U}E_t - qC_t + r_t] \cdot e^{-M} + \varepsilon_t \quad (25)$$

donde, ε_t corresponde al error o variabilidad natural no considerada por el modelo; estos residuos tienden a distribuirse log-normal.

Error y variabilidad de los estimados

Un índice de abundancia estimado u_t , así como un índice de reclutamiento r'_t , se relacionaron con los índices verdaderos de la siguiente forma:

$$u_t = CP\hat{U}E_t \cdot e^{\delta_t} \quad \text{y} \quad r'_t = r_t \cdot e^{\nu_t} \quad (26)$$

donde d_t y v_t son variables distribuidas normalmente y las capturas se supusieron libres de error. Considerando un período (i) de 10 años de análisis (1985-1994), se generó un total de $m = 3i - 2 = 28$ errores residuales; con $p = 2i = 20$ parámetros a ser estimados; y $m - p = i - 2 = 8$ grados de libertad. Luego, se estimaron los parámetros mediante un criterio de minimización no lineal de la suma de cuadrados (SSQ):

$$SSQ(\theta) = \sum_{t=1}^{i-1} \varepsilon_t^2 + \sum_{t=1}^i d_t^2 + \sum_{t=1}^{i-1} v_t^2 \quad (27)$$

Debido a que se desconoce la varianza real asociada a cada tipo de error, se asumió implícitamente que los términos de error tienen igual varianza. Sin embargo, se examinó la importancia de este supuesto mediante la aplicación de un factor ponderador (w) de los términos de error, y luego se realizó un análisis de sensibilidad de los parámetros estimados, en este caso la ecuación de la sumatoria de cuadrados se expresó como:

$$SSQ(\theta) = SS(\varepsilon_t) + w^2 [SS(d) + SS(v)] \quad (28)$$

Al ponderador se le asignó distintos valores para examinar el supuesto de igualdad de varianzas. La igual ponderación de los errores de medición de los índices de reclutamiento y abundancia, se debe a que éstos provienen de la misma información original. Los límites de confianza de los parámetros estimados, se basaron en la normalidad asintótica de los estimadores de mínimos cuadrados.

5.2. Indicadores de la variable económica

Como indicadores de las variables económicas entre 1985 y 1994, se analizó la evolución y estructura de los **costos**, de los **ingresos**, de la **productividad**, de los **salarios reales**, de la **inversión** y de los **precios** de los productos relevantes (harina y aceite de pescado) de la pesquería del jurel en la zona centro-sur.

A excepción de los precios, estos indicadores se obtuvieron a partir de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) y de la Encuesta de Flota Propia (EFP), ambos del Instituto Nacional de Estadística INE. La información de precios de harina y aceite de pescado proviene de los registros de exportaciones del Servicio Nacional de Aduana, procesados por Instituto de Fomento Pesquero IFOP, del boletín estadístico de FAO INFOPESCA y del Anuario Internacional Oil World.

5.2.1. Análisis de la estructura de costos, capturas y productividad.

Se describe y analiza la evolución de la *estructura de costos* de la industria pesquera dedicada a la extracción y elaboración de productos derivados del jurel, entre los años 1985-1994, que se ubica geográficamente en la V y VIII región. Para efectos de nuestro análisis, la industria pesquera o pesquería de jurel estará compuesta por tres sectores; en primer lugar tenemos la pesca extractiva (CIIU 1301); en segundo lugar la industria dedicada a elaborar conservas, congelados, etc. (CIIU 3114) y por último a la industria dedicada a la elaboración de harina y aceites (CIIU 3115).

Definimos la industria pesquera en base a tres sectores económicos, los cuales, en su conjunto, vienen a conformar una cadena productiva que va desde la extracción de jurel hasta la transformación de éste. Los sectores involucrados son definidos de acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU)¹ y son los siguientes:

PESCA DE ALTURA Y COSTERA, (CIIU 1301): " Pesca comercial de altura, litoral, costera y en estuarios, incluida la que efectúan los barcos-factoría y las flotas que se dedican a la pesca

y a la elaboración del producto de la misma. Comprende la presa o captura de peces, crustáceos y moluscos; la caza de focas; la recolección de algas no cultivadas, conchas, perlas, ostras, almejas, langostas, cangrejos, mariscos, esponjas, tortugas y otros productos de alta mar y de aguas costeras. Los barcos-factoría que se dedican únicamente a la elaboración de pescado y que pueden considerarse como establecimientos aislados, se clasifican en el grupo 3114 (elaboración de pescado, crustáceos y otros productos marinos)".

ELABORACIÓN DE PESCADO, CRUSTÁCEOS Y OTROS PRODUCTOS MARINOS, (CIU 3114) : " Comprende el proceso de salar, secar, deshidratar, ahumar, curar, conservar en salmuera y vinagre, envasar o congelar rápidamente pescado, camarones, ostras, almejas, cangrejos y otros productos marinos. Se incluyen las sopas y especialidades de pescado y de productos marinos, y los barcos-factoría que se dedican a la elaboración de pescado y de productos marinos únicamente, cuando se pueden considerar como establecimientos separados. La conservación en hielo, salazón, preparación en filetes y elaboración de la pesca y de otros productos marinos a bordo de los pesqueros y barcos-factoría, salvo la excepción descrita, se clasifican en el grupo 1301 o en el 1302, según el caso."

FABRICACIÓN DE ACEITES Y GRASAS VEGETALES Y ANIMALES, (CIU 3115) : " Se incluye la producción de aceite crudo, tortas y harinas de semillas oleaginosas y nueces (incluido el aceite de oliva), obtenidos por trituración o extracción; la extracción de aceite de pescado y otros animales marinos y la producción de harina de pescado; la clasificación de aceites y grasas animales no comestibles, y la refinación e hidrogenación (o endurecimiento) de aceites y grasas, excepto la manteca de cerdo y otras grasas comestibles del ganado, y la producción de margarina, grasas compuestas para cocinar y aceites mezclados de mesa o ensalada. La fabricación de manteca de cerdo y otras grasas comestibles animales está incluida en el grupo 3111."

Los tres sectores definidos son considerados en tanto extraigan o elaboren productos derivados del jurel.

¹ Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIU) NU Serie M, Nº 4 Rev. 2.

El *costo total* de producción (CT) será, para nuestros efectos, la suma de gastos en *salarios* (W) (incluye aportes patronales y cargas familiares), en materiales e insumos o *consumo intermedio* (CI) y en consumo de capital fijo o *depreciación*².

Definimos por *estructura de costos* a la participación que cada uno de los componentes mencionados tiene en el CT, para cada año³.

La metodología consiste en un análisis comparativo de la evolución de la *estructura de costos* a nivel regional para cada sector y para la pesquería del jurel como un todo.

El análisis se basa en tres identidades básicas:

$$CT_{it} = W_{it} + CI_{it} + D_{it} \quad (29)$$

$$VBP_{it} = W_{it} + CI_{it} + E_{it} \quad (30)$$

$$VA_{it} = W_{it} + E_{it} \quad (31)$$

para : $i =$ sector económico; $t = 1985 \dots 1994$.⁴

Donde CT_{it} , W_{it} , CI_{it} y D_{it} representan el costo total, costo en salarios, costo en materiales e insumos y depreciación respectivamente para el sector i en el tiempo t ; VBP_{it} y E_{it} representan el valor bruto de la producción y el excedente bruto de explotación respectivamente para el sector i en el tiempo t y VA_{it} el valor agregado del sector y en el tiempo t .

A partir de (29) se obtienen las participaciones de W, CI y D en el CT. Para la obtención de las participaciones en el CT simplemente se divide (29) por CT y nos queda

$$1 = w_{it} + ci_{it} + d_{it} \quad (32)$$

para : $i =$ sector económico; $t = 1985 \dots 1994$.

² No se incluyen impuestos indirectos por falta de datos en la muestra. En el sector de conservas y congelados (3114) sólo se informa en un año, en el sector productor de harina de pescado y aceites (3115) en cuatro años y para el caso de extracción de pescado o flota no existe tal información.

³ En el desarrollo de los resultados se hace énfasis fundamentalmente en los costos laborales y en insumos y materiales o consumo intermedio.

⁴ Para el sector pesca de altura y costera (CIU 1301) sólo se cuenta con información de 1988 a 1994.

Donde w_{it} , ci_t y d_{it} son las participaciones en el CT de los salarios, materiales e insumos y depreciación respectivamente para el sector i en el tiempo t .

Adicionalmente se calcula un coeficiente que relaciona el gasto en salarios y consumo intermedio (W/CI) que nos informa de la evolución de los salarios en relación a los materiales e insumos. También se generan dos indicadores de *productividad*:

1. Valor de la productividad media del trabajo: resulta de dividir el *producto real* por la ocupación media total.
2. Productividad media de la energía: este indicador tiene dos formulaciones, para los sectores productores de harina de pescado (3115) y conservas (3114) resulta de dividir el valor agregado real por los kilowatt consumidos anualmente. Para la flota pesquera la productividad resulta de dividir el valor agregado real por la toneladas de diesel consumidos anualmente.

Finalmente se muestran las capturas de jurel a nivel regional.

Para realizar el análisis de la Pesquería del jurel en su conjunto, procederemos a agregar las correspondientes variables representadas por (29) y (30) , y así aplicar el mismo análisis que a nivel de sector.

Calculo del producto real.

La ENIA informa valores para el VBP, Consumo Intermedio (CI), Remuneraciones (W) y VA, las que están expresadas en precios corrientes, formalmente lo que se tiene es lo siguiente:

$$VA_t = VBP_t - CI_t \quad (33)$$

La expresión (33) está valorada en precios corrientes, para obtener la serie de VA a precios constantes se uso el método de la productividad constante, de acuerdo a Banco Central (1994,

pag. 22), que consiste en mantener constante la relación CI/VBP del año base. A partir de la información del año base, el CI^{00} se extrapola por un índice de cantidad, formalmente:

$$VBP^{t0} = \sum (P_0 \cdot q_0) \cdot Iq^{t,0} = VBP^{00} \cdot Iq^{t,0} \quad (34)$$

$$CI^{t0} = \sum (p_0 \cdot Q_0) \cdot Iq^{t,0} = CI^{00} \cdot Iq^{t,0} \quad (35)$$

De acuerdo a (33)

$$VA^{t0} = Iq^{t,0} \cdot (VBP^{00} - CI^{00}) \quad (36)$$

Donde $Iq^{t,0}$ corresponde a un índice de cantidad de Laspeyres.

Otra forma de expresar (36) es la que asumen Aguilera y Becar (1994), donde expresan el valor agregado real como:

$$VAR_t = \frac{VA_0}{VBP_0} \cdot VBPR_t \quad (37)$$

Donde VAR_t es el valor agregado real en t; VA_0 es el valor agregado en el año base; VBP_0 es el valor bruto de la producción en el año base y $VBPR_t$ es el valor bruto de la producción real en t. Para calcular el VBPR se construyó un deflactor tanto para el sector productor de harina (3115) y el sector de conservas y congelados⁵ (3114), el deflactor usado para la flota es un promedio de los dos anteriores ponderados por el valor agregado de cada uno de los sectores, el año base elegido fue 1989 y cubre el período 1985-1995, el deflactor es del tipo Paasche.

La información utilizada para el sector pesca de altura y costera (CIU 1301) proviene de la Encuesta de Flota Propia (EFP) para los años 1988-1994 que elabora el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). De acuerdo a esta encuesta (Sección II. Empleo y Remuneraciones) definimos el gasto en salario como la suma de:

⁵ El deflactor se comparó con el construido por Yagui (1995) que sólo está disponible hasta el año 1991. Un análisis de las dos metodologías se encuentra en Aliaga e Ibáñez (1997), mimeo Depto. de economía, U. de Concepción.

- Sueldos y jornales: Incluye comisiones, tratos, pagos por horas extraordinarias, semana corrida, bonos por turno, gratificaciones. EXCLUYE PARTICIPACIÓN DE PESCA.
- Prima o participación de pesca.
- Regalías en efectivo o en especies: Incluye aguinaldo, asignaciones de casa, por colación, servicio militar, estudios, productos elaborados, casa habitación, etc.
- Aportes al sistema de previsión.

Los gastos en salario son asignados o pagados a dos agrupaciones de personal:

A. FLOTA:

- A.1. Patrones de pesca.
- A.2. Pilotos.
- A.3. Motoristas.
- A.4. Tripulantes.

B. BAHÍA:

- B.1. Administrativos.
- B.2. Operativos. (mantención, etc.).

El consumo intermedio (Sección III. Valor de los Insumos y Materiales) corresponde a la suma de los siguientes ítems:

COMPRA DE INSUMOS Y MATERIALES.

- Insumos: Costo que ha tenido el barco por concepto de elementos de trabajo, alimentos, aparejos y materiales de pesca.
- Materiales y repuestos para mantención y reparación de flota, efectuada por la misma empresa.
- Material para reparación de redes.

COMPRA DE COMBUSTIBLES PARA LA FLOTA

- Petróleo Combustible.
- Petróleo Diesel.

SERVICIOS DE TERCEROS

- Reparación de la flota en astilleros de terceros.

El Valor Bruto de la Producción (VBP) lo estimamos sumando el valor informado de la captura entregada a establecimientos propios y la entregada a terceros (Sección IV. Destino de la Captura).

Para los sectores 3114 y 3115, la información base proviene de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA), desagregada a seis dígitos (a nivel de establecimiento). En la ENIA se informa explícitamente de los costos salariales (W)⁶, valor agregado (VA) y valor bruto de producción (VBP), por lo tanto, se infiere la variable excedente bruto de explotación (E) y el consumo intermedio (CI).

El excedente bruto de explotación E se obtiene por residuo a través de la siguiente identidad:

$$E_{it} = VA_{it} - W_{it} \quad (38)$$

i = sector económico; t = 1985...1994.

A partir de (38) y (36) se genera la variable CI

$$CI_{it} = VBP_{it} - Va_{it} \quad (39)$$

i = sector económico; t = 1985...1994.

5.2.2. Análisis de las Inversiones.

La información sobre nueva inversión, diferenciada por tipo de inversión, se encuentra disponible en la Encuesta Manufacturera del INE a nivel de seis dígitos (establecimiento) para el período muestral. Los tipos de inversión considerados son : terrenos; edificios; maquinarias, equipos, instalaciones y herramientas; y vehículos. El análisis de esta información permitirá describir la evolución que ha tenido la inversión para la pesca industrial de jurel entre 1985 y 1994. Además, el estudio pormenorizado de la información, a nivel de establecimiento, permitirá diferenciar la

⁶ La ENIA informa de gastos totales por concepto de remuneraciones y aportes patronales y cargas familiares, la suma de estos dos elementos es para nosotros el gasto total en salarios (W).

inversión de flota y de planta. Como control de una correcta distribución de la inversión entre flota y planta se utilizará información disponible de otras fuentes (ver IFOP, INPESCA.).

La información disponible permite estudiar la evolución que ha tenido la inversión en el rubro de la pesca industrial del jurel por tamaño de establecimiento, por líneas de elaboración importantes y por flota/planta en el sector industrial pesquero del jurel. Ello entrega una matriz de información con las siguientes características, para cada año de la muestra:

MATRIZ DE INFORMACION SOBRE INVERSION.

ATRIBUTO	TIPO INVERSION	TERRE NOS	EDIFICIOS	MAQUINARIA S Y OTROS	VEHICULOS
TAMAÑO DE EMPRESA	GRAN Y MEDIANA EMPRESA				
	PEQUEÑA EMPRESA				
LINEA DE ELABORACION	HARINA DE PESCADO				
	CONSERVA				
	CONGELADO				
	SECO-SALADO				
ACTIVIDAD	FLOTA				
	PLANTA				

Se cruzará esta información a nivel de establecimiento con distintas características que presenten las empresas, para intentar identificar factores significativos en la evolución de la inversión. Entre estos factores, fuera del tamaño, línea de elaboración, y actividad, se cuenta con las variables productividad laboral, valor agregado, relación empleados/obreros, la personería jurídica de la empresa (si es que es posible identificar a la empresa), y otras. Toda la información necesaria para realizar este análisis se encuentra disponible en la encuesta manufacturera (a excepción de la persona jurídica).

5.2.3. Situación financiera de la industria del jurel.

La información para analizar la situación financiera de la Industria del Jurel proviene de la información de los Estados Financieros sobre sociedades anónimas que entrega la Superintendencia de Valores y Seguros en la Ficha de Estadísticas Codificada Uniforme (FECU).

Se solicitó toda la información disponible para el período muestral 1985-1994 sobre empresas pesqueras que se dedicaran a la captura y/o procesamiento del Jurel (en forma primordial) y que operaran en la Zona Centro-Sur. El procedimiento tiene el inconveniente que la información está ordenada por **empresa** y no por **establecimiento**, lo cual hace que los resultados son la síntesis para el comportamiento de todos los establecimientos que la empresa tenga, estén éstos ubicados en la Zona Centro-Sur o no, y estén éstos dedicados a la captura y procesamiento del Jurel, parcial o totalmente. Cabe notar por otro lado que si bien la situación financiera que se describe no corresponde exactamente a la Industria del Jurel que opera en la Zona Centro-Sur, probablemente en la práctica es imposible evaluar esto en forma independiente de las actividades que las empresas desarrollan en otras líneas de elaboración o en otras zonas, no sólo porque los sistemas de información no están diseñados de esta forma, sino además porque las decisiones no son tomadas en forma absolutamente separadas.

Por otra parte, este procedimiento deja fuera a todas las empresas que no cotizan en bolsa, que en número son la mayoría. En este sentido, es necesario evaluar la representatividad que las cifras planteadas tienen para la Industria del Jurel en su conjunto. Es muy posible que las cifras no sean representativas de la Industria en su conjunto, porque las empresas que llegan a cotizar en bolsa en alguna medida son empresas con características que se destacan del resto. El sólo hecho de cotizar en bolsa impone requisitos de formalidad en la gestión, solidez de resultados, etc., que hacen que la muestra que se obtiene no sea extrapolable a todo el resto de la Industria. Sin embargo, obtener información financiera de las empresas que no publican balances es prácticamente imposible por la confidencialidad que la empresa asigna a este tipo de información, por lo que debemos operar con la información disponible.

En ese sentido, es preciso considerar las limitaciones de la información al interpretar los resultados.

La información obtenida llegó como máximo a abarcar en los 2 últimos años del período muestral cuatro empresas pesqueras. Estas son: Pesquera Iquique (posteriormente Pesquera Iquique-Guanaye), Pesquera Itata, Pesquera Nacional y Compañía Pesquera San Pedro. Para efectos de mayor representatividad se optó por basar el análisis en estos dos últimos años (1993 y 1994). Sin embargo, en cada caso se analizó toda la información disponible para intentar entregar conclusiones lo más acertadas posibles.

Básicamente, el análisis se orientó a evaluar el grado de endeudamiento de la Industria del Jurel, tanto en el corto como largo plazo; la distribución del endeudamiento entre distintos agentes (específicamente con el sector financiero); y la capacidad de endeudamiento actual de la Industria. Para tener un patrón de comparación de los distintos índices que se calcularon, se usó el conjunto de las empresas que cotizan en bolsa. Este patrón nos permite comparar la situación financiera de la Industria del Jurel con la del promedio de la "Economía bursátil".

Los índices calculados son los siguientes:

LETIT = tasa de endeudamiento total sobre la inversión total.

IETLP = tasa de endeudamiento total de largo plazo,

IELPRP = tasa de endeudamiento de largo plazo sobre recursos permanentes,

IEP = tasa de endeudamiento sobre patrimonio

IEE = tasa de estructura de endeudamiento

Estos índices fueron calculados para cada una de las empresas individuales para cada año. Luego se calculó un índice agregado para el sector, donde los resultados individuales fueron ponderados por la proporción del patrimonio de la empresa en el patrimonio total del conjunto de las empresas. Existen otros tipos de ponderadores posibles de utilizar (proporción de activos totales, proporción de recursos permanentes, etc.), pero exámenes previos indicaron que los resultados no eran muy sensibles a diferentes tipos de ponderadores.

Estos índices han sido calculados tanto para el endeudamiento de corto como largo plazo. A modo de referencia estos índices se han graficado para el período completo. Sin embargo, cabe recordar que la representatividad para los primeros años es muy baja. Por ejemplo hasta 1989 se refieren a la situación financiera de una sola empresa.

5.2.4. Compromiso financiero de la industria del jurel.

En esta sección se analizará el compromiso financiero que la Industria del Jurel presenta en los años 1993 y 1994. Específicamente se desea evaluar el grado de endeudamiento de la Industria del Jurel, tanto en el corto como largo plazo; la importancia que presenta el sector financiero dentro de este endeudamiento; y la capacidad de endeudamiento actual de la Industria. Para poder evaluar si los indicadores muestran comportamientos anómalos, se decidió comparar algunos de los resultados para la Industria del Jurel con resultados que surgen de evaluar los mismos indicadores para todo el sector bursátil. En un sentido limitado, este patrón de referencia da una idea de la evolución del sistema o de la economía en su conjunto (en realidad de la "Economía bursátil").

Los índices presentados son los siguientes:

$$IETIT = (PC + PLP) / AT$$

donde IETIT = índice de endeudamiento total sobre la inversión total, PC = pasivo circulante, PLP = pasivos de largo plazo y AT = activos totales.

$$\text{IELP} = \text{PLP}/\text{AT} \quad (41)$$

donde IELP = índice de endeudamiento de largo plazo.

Estos índices muestran la relación entre pasivos y activos en proporciones y miden el porcentaje de fondos de otras instituciones requeridos (en general y en el largo plazo respectivamente) para financiar los activos totales. Mientras mayor sean estos índices más dependiente será la empresa del financiamiento externo.

$$\text{IEE} = \text{PLP}/(\text{PC} + \text{PLP}) \quad (42)$$

donde IEE = índice de estructura de endeudamiento, que muestra la composición del endeudamiento entre el corto y largo plazo. Este índice específico muestra el porcentaje de endeudamiento de largo plazo en relación al endeudamiento total. Como es fácil constatar $1 - \text{IEE} = \text{PC}/(\text{PC} + \text{PLP})$, es decir el porcentaje de endeudamiento de corto plazo en relación al endeudamiento total. Mientras mayor sea IEE menor serán los requerimientos inmediatos sobre la empresa de su deuda total.

$$\text{IEP} = (\text{PC} + \text{PLP}) / \text{PAT} \quad (43)$$

donde IEP = índice de endeudamiento total sobre el patrimonio, PAT = patrimonio. Este indicador muestra la relación entre endeudamiento total y el patrimonio de la empresa, como forma de evaluar la capacidad de obtener recursos de terceros. Mientras más alto sea este índice menor será su capacidad de endeudamiento futuro.

$$\text{IELPRP} = \text{PLP}/(\text{PT} - \text{PC}) = \text{PLP}/(\text{PLP} + \text{PAT}) \quad (44)$$

34

donde IELPRP = índice de endeudamiento de largo plazo sobre recursos permanentes, PT = pasivos totales. Este indicador muestra la proporción de pasivos de largo plazo sobre lo que se puede considerar recursos permanentes de la empresa e indica la posición de endeudamiento de la empresa en una perspectiva de tiempo amplia. A mayor sea el valor del índice mayor será el nivel de endeudamiento de largo plazo.

Todos estos índices se calcularon también sólo considerando los pasivos (de corto y largo plazo) que las empresas tenían con el sector financiero, como una forma de medir el potencial control que tiene este sector sobre las empresas de la industria del Jurel. En todos los casos, a la nominación del índice se le agregó al final el sufijo SF (sector financiero).

5.2.5. Estimación econométrica de precios.

La literatura en formación de precios es heterogénea, tanto en contenido como metodología, destacándose la importancia que tienen los factores aleatorios de oferta como determinantes de la volatilidad de precios. Reconociendo que el jurel es destinado principalmente a la elaboración de harina de pescado y aceite, la demanda por jurel corresponde conceptualmente a una demanda derivada, a partir de estos productos de mayor valor agregado. De esta forma, el mercado del jurel debe ser analizado dentro del contexto de los mercados de harina y aceite, aún cuando se reconoce la existencia de otros productos tales como la conserva, el congelado, el surimi y el ahumado de jurel. En este sentido es preciso señalar que en futuros trabajos deberá contemplarse el conjunto de los productos.

Nuestra proposición es analizar estos mercados utilizando una generalización de los modelos de optimización dinámica estocástica desarrollados por Wright y Williams (1982, 1984), Williams y Wright (1991), y recientemente extendidos en su aplicabilidad práctica en Bobenrieth (1996).

El enfoque básico utilizado en este estudio es el modelo de formación endógena de precios y stocks basado en el análisis del comportamiento dinámico y eficiente de mercados que elimina las posibilidades de arbitraje intertemporal. La idea fundamental es que los precios en cada periodo de tiempo son determinados de tal manera que el precio en el periodo presente es igual al precio esperado para el periodo subsecuente en el futuro, de otra manera sería posible realizar operaciones de arbitraje que el mercado elimina. El modelo conceptual (Bobenrieth, 1996) está diseñado considerando fuentes múltiples de oferta de los productos bajo estudio, con diferentes funciones de probabilidad para diferentes periodos del año, lo cual genera diferentes regímenes de información, con efecto directo en la volatilidad observada en variaciones de precio. El modelo conceptual también supone un calendario aleatorio de disponibilidad del recurso, lo cual implica una igualdad entre precios corrientes y esperados en el tiempo.

La posibilidad de mantener stocks en el tiempo introduce algunas consideraciones en la forma como se debe modelar la formación de precios. Scheinkman y Schechtman (1983) demuestran que modelos basados en procesos autoregresivos tradicionales deben ser descartados, al no reflejar la no-linealidad que resulta de la optimización intertemporal de los participantes en los mercados bajo estudio. Deaton y Laroque (1991, 1992, 1994(a), 1994(b)), Scheinkman y Schechtman (1983), y Williams y Wright (1991) plantean que bajo la hipótesis de comportamiento racional de los participantes en los mercados y formación de expectativas internamente consistentes⁷, el precio de los commodities debe seguir un proceso de submartingale. Bobenrieth (1996) ofrece un modelo estructural que restringe las implicaciones del modelo general de expectativas racionales, para obtener un proceso martingale en diferencias, consistente con la mantención continua de stocks positivos, aunque con diferentes regímenes de volatilidad, dependiendo de los shocks de información a los cuales están afectos los mercados. La hipótesis es que los mercados atraviesan por periodos correspondientes a diferentes escenarios esperados de disponibilidad futura del producto, y por lo tanto el mecanismo generador de precio que filtra estos regímenes de información responde, entregando diferentes funciones de determinación de variaciones en mantención de stocks, generando por lo tanto diferentes regímenes de volatilidad de precios⁸.

El objeto central de estudio es el retorno a la operación en los mercados de harina de pescado y aceite de pescado, definido como $r_t = \frac{p_{t+1} - p_t}{p_t}$, donde p_{t+1} y p_t son los precios en los periodos $t+1$ y t , para cada uno de los mercados en estudio⁹. El funcionamiento de estos mercados asegura que este retorno cumple con la llamada propiedad de diferencia de martingale, de acuerdo a la cual el valor esperado de r_t , condicional en la información disponible en cada periodo de tiempo, es igual a cero. Esta propiedad de diferencia de martingale implica resultados en términos de convergencia a una distribución gaussiana para r_t , condicional en un régimen de volatilidad específico. Los regímenes de volatilidad dependen de la información disponible para los mercados, la cual suponemos se comporta de

⁷ Lo que ha sido denominado expectativas racionales, en el sentido de Muth (1961).

⁸ Bobenrieth (1996) ofrece un planteamiento formal de esta hipótesis, con las implicaciones en términos de regímenes de volatilidad que corresponden.

⁹ se especifica un factor de descuento igual a uno, pues el estudio econométrico se realiza con variaciones de precios de alta frecuencia (variaciones semanales).

acuerdo a un proceso markoviano de primer orden, con una matriz de probabilidades de transición a ser estimada por el modelo empírico.

En un contexto de dos regímenes, la función incondicional de densidad de probabilidad es por lo tanto una combinación de dos funciones gaussianas de densidad.

Considere los regímenes de información en función de la variable de estado H_t^* , con la siguiente propiedad:

$$H_t^* = \begin{cases} 1 & \text{si el conjunto de información es } I_t = I_t^F \\ 2 & \text{si el conjunto de información es } I_t = I_t^G \end{cases}$$

Si H_t^* es markoviana con las siguientes probabilidades de transición:

$$p_{11} = \Pr\{H_t^* = 1 | H_{t-1}^* = 1\}, p_{12} = \Pr\{H_t^* = 2 | H_{t-1}^* = 1\} = 1 - p_{11}, \quad p_{22} = \Pr\{H_t^* = 2 | H_{t-1}^* = 2\}, \\ p_{21} = \Pr\{H_t^* = 1 | H_{t-1}^* = 2\} = 1 - p_{22},$$

La densidad de r_t condicional en el valor de la variable de estado H_t^* es:

$$f(r_t | H_t^* = j; \theta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_j} \exp\left\{-\frac{(r_t - \mu_j)^2}{2\sigma_j^2}\right\}, \quad j = 1, 2: \text{ donde } \theta \text{ representa el vector de}$$

parámetros relevante.

Los parámetros $\sigma_1^2, \sigma_2^2, p_{11}, p_{22}, \mu$ son estimados numéricamente por máxima verosimilitud, usando el procedimiento de Hamilton (1988). Los estados no son directamente observables en cada periodo de tiempo, por lo tanto es necesario realizar una inferencia probabilística de ellos. En particular, las probabilidades de cada estado en el tiempo se obtienen iterativamente de la siguiente forma:

$$\Pr\{H_t^* = j\} = \sum_{i=1}^2 \Pr\{H_t^* = j, H_{t-1}^* = i\},$$

$$\text{con } \Pr\{H_t^* = j, H_{t-1}^* = i\} =$$

$$\Pr\{H_t^* = j | H_{t-1}^* = i\} \times \Pr\{H_{t-1}^* = i\} = p_{ij} \times \Pr\{H_{t-1}^* = i\},$$

y la función condicional de densidad para r_t está dada por $f(r_t; \theta) = \sum_{j=1}^2 f(r_t, H_t^* = j; \theta)$, con $f(r_t, H_t^*; \theta) = f(r_t | H_t^* = j; \theta) \times \Pr\{H_t^* = j\}$, por lo tanto la función de verosimilitud se obtiene como $\log f(r_1, \dots, r_{T-1}, r_T; \theta) = \sum_{t=1}^T \log f(r_t; \theta)$, donde T es el número de observaciones en la muestra.

Esta función de verosimilitud se maximiza numéricamente con respecto a todo el vector de parámetros a estimar en el problema, utilizando para tal efecto un rango de valores iniciales y diversos métodos de búsqueda numéricos para la optimización (Hamilton, 1988, Hamilton y Susmel, 1994). El algoritmo es inicializado con probabilidades ergódicas, y se calculan probabilidades filtradas (de acuerdo al argumento markoviano anterior) para las fechas posteriores¹⁰.

¹⁰ La propiedad de diferencia de martingale implica que el modelo empírico utilizado tiene una interpretación de método generalizado de momentos, donde la condición de momentos está dada por la restricción de cero retorno esperado, condicional en la información disponible en cada periodo de tiempo.

5.3. Indicadores de la variable Social

5.3.1. Ocupación o cantidad de mano de obra.

Este indicador fue calculado en forma anual, y se estimó en base a la información contenida en la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) del INE. La información de la ENIA siguiendo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) clasifica a las empresas pertenecientes a la Industria del Jurel en sus códigos 3114 (Elaboración de Pescados, Crustáceos y Otros Productos Marinos) que corresponde a la Industria Conservera y de Congelados, y código 3115 (Fabricación de Aceites y Grasas Vegetales y Animales) que corresponde a la Industria Reductora y de Aceites. Esta información se encuentra disponible entre los años 1985 y 1994. La información no permite distinguir al interior de estas categorías, por lo que el análisis se desarrollará siguiendo esta división. La información está disponible a nivel de establecimientos industriales, pero no distingue específicamente a la actividad de la Industria del Jurel de la actividad de otras industrias del rubro. Es decir, engloba los datos de la Industria Pesquera en general. Ello hizo necesario distinguir los establecimientos dedicados básicamente a la actividad del jurel del resto de los establecimientos del rubro pesquero, para lo cual se asumió que los establecimientos de la industria reductora (CIIU 3115) que presentan flota propia, más aquellos que adicionalmente a las dos condiciones anteriores presentan establecimientos conserveros o congeladores (CIIU 3114) asociados, corresponden a la "industria del jurel".

Además de la información industrial, se contó con información sobre la actividad de captura de la Flota pesquera (código 1300 CIIU, Agrupación Pesca). Ésta provino de la Encuesta de Flota Propia, que también recoge el INE (complementaria a la anterior) y que se encuentra disponible sólo para el periodo 1988-1994. Esta información también se encuentra a nivel de establecimientos, por lo que hubo que realizar la identificación de la flota dedicada fundamentalmente a la pesca del Jurel mediante el procedimiento arriba descrito.

De tal forma que las categorías básicas del análisis serán la Industria Manufacturera Conservera y Congelados (código 3114), la de Harina y Aceites (código 3115) y la Flota

(código 1300) A la suma de estas tres agrupaciones denominaremos Industria Pesquera, y a los segmentos correspondientes fundamentalmente a la actividad con el jurel, la Industria del Jurel.

5.3.2. Cálculo de la distribución factorial del ingreso.

Las participaciones del ingreso se calculan de la Encuesta Nacional de Industrias Manufactureras (ENIA) de la siguiente forma. Primero se parte de la identidad contable:

$$VBP = RT + EE + IMP + CI + CCF \quad (45)$$

donde VBP = valor bruto de la producción, RT = remuneración al trabajo, EE es el excedente de explotación, IMP = impuestos indirectos, CI = consumo intermedio, CCF = consumo de capital físico (depreciación).

La ecuación (45) básicamente dice que el valor bruto de la producción se puede descomponer en cinco partidas.

La información sobre el valor bruto de la producción puede obtenerse directamente de la encuesta. Los gastos laborales menos impuestos directos de la encuesta se utilizarán como indicador de las remuneraciones totales. También se obtiene directamente de la encuesta información sobre impuestos indirectos, consumo de capital fijo y consumo intermedio. El consumo intermedio se mide como el costo total de los bienes recibidos y pagos por trabajos efectuados por contrato, menos el valor de la electricidad comprada, más el cambio en el valor de las existencias de materias primas en el período. Finalmente el excedente de explotación se calcula en forma residual de la ec.(45).

$$EE = VBP - CCF - RT - IMP - CI \quad (46)$$

De esta forma se obtienen estimaciones del excedente de explotación (EE) y de las remuneraciones al trabajo (RT).

Obsérvese que la siguiente relación también es válida (por definición):

$$Y = RT + EE \quad (47)$$

donde Y = valor agregado de la producción. El valor agregado es igual a

$$Y = VBP - CI - CCF - IMP \quad (48)$$

En la encuesta también existe información sobre el valor agregado de la producción.

Dividiendo (47) por Y se obtienen las participaciones

$$1 = RT/Y + EE/Y \quad (49)$$

cuya suma naturalmente es igual a uno.

Cabe señalar que dada la información disponible en la ENIA, el excedente de explotación EE puede calcularse tanto por la ec.(46) como por la ec.(47). En teoría ambas medidas deben ser iguales, porque están basadas en identidades contables. Sin embargo, en la práctica las medidas no son iguales, porque muchas veces la consistencia lógica de las identidades no se cumple en la información recogida. Por ello, probamos medir la distribución del ingreso de ambas formas. Cuando se utilizó la ec.(46), el ingreso total se calculó como RT + EE. Cuando se utilizó la ec.(47) el ingreso total fue el dato de valor agregado que venía en la encuesta. Las diferencias, al final no fueron demasiado substanciales entre las dos formas de cálculo, por lo que en los resultados se muestra los datos obtenidos con la primera de estas formas (ec.46).

Como el excedente de explotación (EE) se calcula en forma residual, aquellas partidas del valor agregado que no sean remuneración al trabajo serán excedente de explotación. Y estos conceptos en el estudio se utilizarán como sinónimos de "pago al factor trabajo" y "pago al factor capital" del ingreso respectivamente. Sin embargo, cabe señalar que especialmente la participación del factor capital está medida con un grado de inexactitud, producto de la información disponible. Específicamente, existen partidas dentro del EE calculado que no son propiamente ingresos de capital, o por lo menos no son ingreso de capital del establecimiento. Esto se refiere a servicios de terceros (seguros, arriendos, licencias, asesorías, publicidad, gastos de representación, etc.) y gastos financieros (comisiones bancarias, indemnizaciones, multas, etc.), que por el nivel de

agregación en que viene la información de la encuesta, no es posible separar. En otras palabras, los datos sobre ingreso de capital presentados en este estudio es la mejor aproximación a la que se pudo llegar, con la información disponible. Como medida gruesa, no debería distorsionar demasiado los resultados.

Otro problema metodológico que surge con el cálculo de participaciones factoriales del ingreso a nivel agregado es que a lo largo de los años la cantidad de empresas en general, por línea de elaboración y por tamaño de empresa han variado. Idealmente, uno debería escoger sólo empresas que hayan persistido a lo largo de todos los años de la muestra y que no hayan cambiado de *status* (por ejemplo de pequeña a mediana empresa). Sin embargo, seguir este procedimiento habría significado contar con un número muy reducido de empresas para el análisis, lo cual le quitaba representatividad al mismo. Por ello se escogió hacer el análisis con todas las empresas disponibles en cada categoría para cada año, a sabiendas que ello puede también distorsionar los datos. Para minimizar este peligro se analizó con cuidado las cifras anuales, y en los casos que se estimó que las variación en el número de establecimientos podía afectar los resultados, se optó por no considerar estos años en el análisis.

Finalmente, como no existen patrones predeterminados que permitan establecer cuando la distribución del ingreso es "equitativa" o poco "equitativa", hemos optado por hacer comparaciones con la situación de distribución del ingreso general en la economía chilena. Cuando la distribución del ingreso es relativamente similar a la de la economía agregada decimos que la distribución en la Industria del Jurel es "normal". Si existen disparidades grandes con esta distribución, decimos que la distribución es "anormal". Naturalmente que esta normalidad o falta de ella es en relación con la situación general, pero no debe interpretarse como que esta distribución es óptima en algún sentido, ni tampoco "equitativa" en un sentido valórico.

5.3.3. Cálculo de salarios reales

Otro indicador es el salario medio real mensual, que será igual al gasto total en salarios dividido por la ocupación media total del sector (salario nominal mensual) dividido por un deflactor. El deflactor utilizado es el IPC informado por el Banco Central de Chile que tiene como base el año 1989, es decir, el salario real se mide en términos de su capacidad de compra.

5.4. Modelos bioeconómicos

5.4.1. Definición del subsistema bioeconómico

Los subsistemas biológico-pesquero y económico, serán vinculados funcionalmente en base a tres tipos de modelos bioeconómicos, uno clásico de producción global y dos modelos edad-estructurados.

El primer modelo es un modelo tradicional del tipo Gordon-Schaefer con una variante respecto de la variabilidad del precio y con una curva de oferta con inflexión hacia atrás (backward-bending supply curve/variable price model), de acuerdo a Cunningham et al. (1985). El segundo modelo relaciona aspectos económicos a partir de la curva de rendimiento por recluta de Thompson y Bell (1934) y está basado en la concepción económica de una pesquería según Anderson (1977), la que ha sido posteriormente profundizada por Hillis (1993). El tercer modelo bioeconómico, corresponde a una simulación estocástica según Hollowed y Megrey (1993), en la cual se plantean dos tipos de escenarios, evaluando los retornos económicos de una pesquería desde diferentes perspectivas de análisis. Este último modelo se desarrollará en particular para el cumplimiento del objetivo específico 4.5 (estimación de tendencias futuras de la pesquería).

5.4.2. El modelo Gordon-Schaefer modificado por Cunningham et al (1985)

El modelo bioeconómico aplicado a pesquerías de mayor difusión es el así llamado modelo de Gordon-Schaefer, que aunque extremadamente simple, clarifica los problemas básicos de una pesquería, sirve como un instrumento didáctico y ha demostrado su utilidad al confirmarse la validez de algunas de sus conclusiones mediante el uso de modelos más complejos (Gomez-Lobo & Jiles, 1993). Por lo demás, en manejo pesquero se usa con mayor frecuencia los modelos estáticos, familia a la cual pertenece este modelo (Revéret, 1991).

El modelo supone una pesquería monoespecífica, sobre un recurso que tiene un comportamiento poblacional de tipo logístico, esto es, la biomasa de peces crece en el tiempo en función del tamaño de la misma y de la capacidad máxima que puede acoger el ecosistema en el que se desarrolla este proceso de crecimiento. La biomasa es el peso total de todos los peces en un stock u otro agrupamiento, sumados todos sus componentes (Gough & Kenchington, 1995).

Este comportamiento poblacional, descrito por Schaefer (1954) puede representarse por una relación llamada función logística de dinámica poblacional, del siguiente tipo :

$$\frac{dx}{dt} = F(x) = rx\left(1 - \frac{x}{k}\right) \quad (50)$$

En donde dx/dt : tasa de cambio de la biomasa en el tiempo, r : tasa intrínseca de crecimiento de la población, k : capacidad máxima de biomasa que puede albergar el ecosistema.

Existen ejemplos empíricos de funciones de productividad biológica disponibles para el caso pesquero, dos de los cuales nos permiten mostrar gráficamente las implicancias de los supuestos arriba enunciados y su aplicabilidad en casos reales. La Figura 1 representa la curva de capturas sustentables simulada para una pesquería de arenques en Escocia.

FIGURA 1 : Curva de capturas sustentables para una pesquería de arenques en Escocia
(Tomkins & Butlin, 1975): $y=1,299x-0,00198x^2$

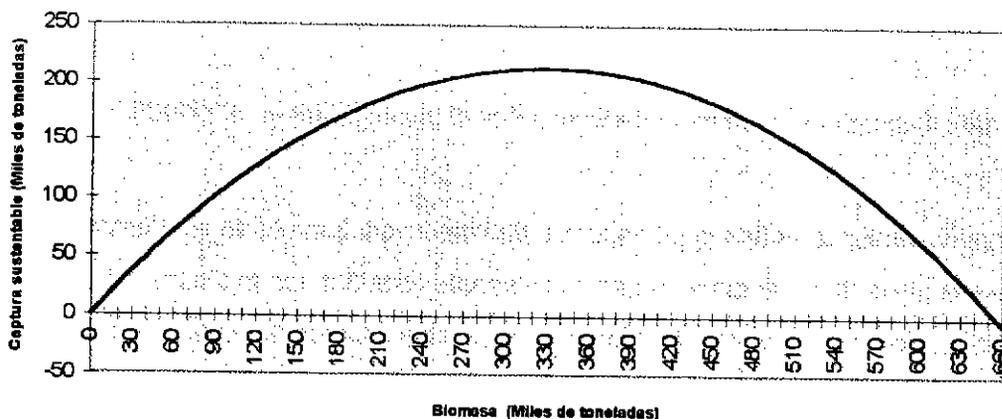
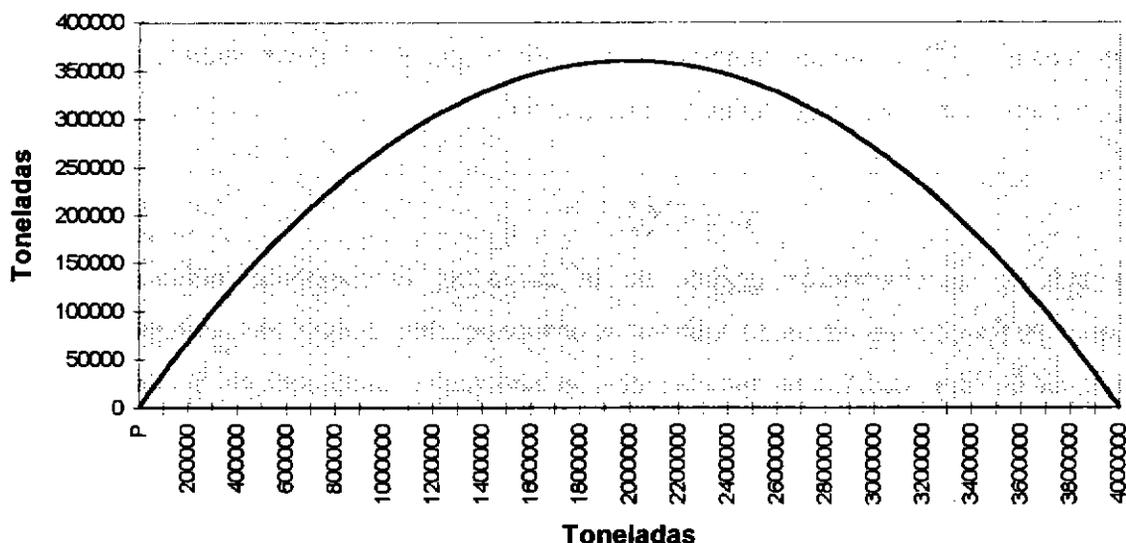


FIGURA 2 : Curva de productividad de Anchoveta de California, (Radovich and MacCall, 1979) : $G=0,36P-0,00000009P^2$



En la Figura 2 se aprecia que, de acuerdo al modelo, la capacidad máxima de anchoveta que soporta el ecosistema del norte de California es 4 millones de toneladas y que la tasa máxima de crecimiento de la población ocurre exactamente a la mitad de ese valor (i.e. 2 millones) , con un incremento anual de 360,000 toneladas a ese nivel de biomasa.

A estos supuestos básicos acerca del comportamiento del crecimiento poblacional, descritos por Schaefer, se incorpora la acción humana a través de la pesca, quedando de la siguiente forma representada la tasa de crecimiento de la población :

$$\frac{dx}{dt} = F(x) - H(x, E) \quad (51)$$

En la ecuación (51), H representa la función de rendimientos de la pesquería, explicado por el nivel de biomasa x existente y por el esfuerzo pesquero E. El esfuerzo pesquero corresponde a un índice de factores productivos aplicados durante el período (trabajo, capital, energía).

Las capturas se desarrollan sobre una base sustentable cuando $\frac{dx}{dt} = 0$, es decir cuando la cantidad capturada coincide con el crecimiento vegetativo de la población. Superado este nivel de capturas la pesquería tenderá a su agotamiento. Esta es la condición de equilibrio biológico que permite despejar la ecuación (51) para obtener :

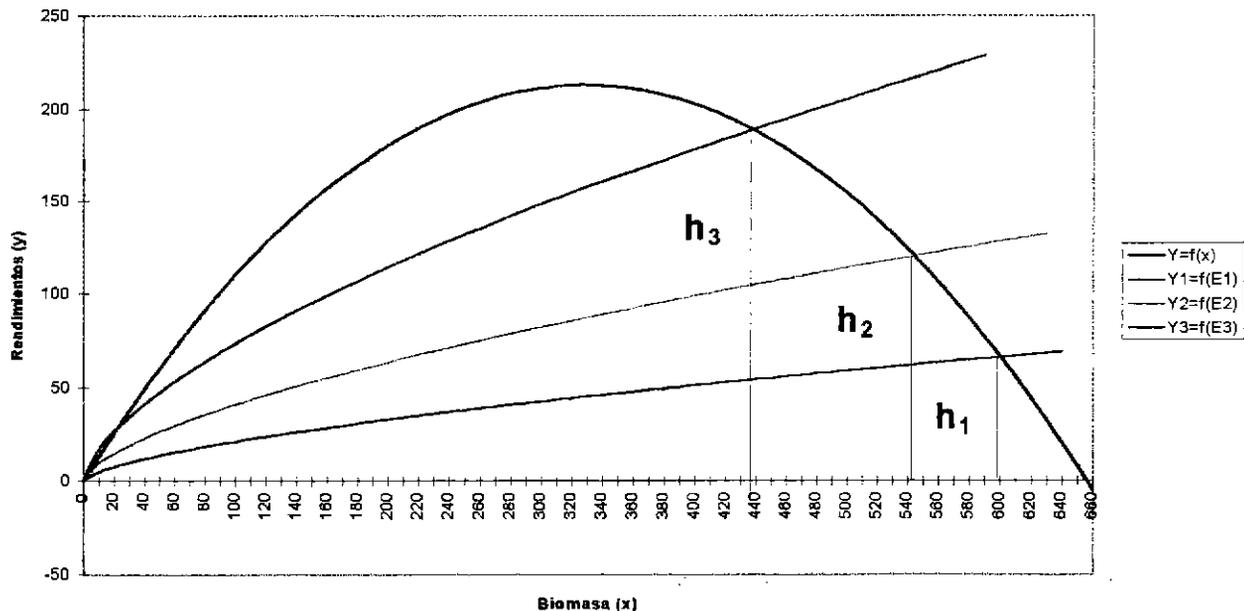
$$F(x) = H(x, E) \quad (52)$$

De la expresión (52) podemos despejar x en función de E , es decir, expresar el stock de biomasa x como una función del esfuerzo pesquero E :

$$x = G(E) \quad (53)$$

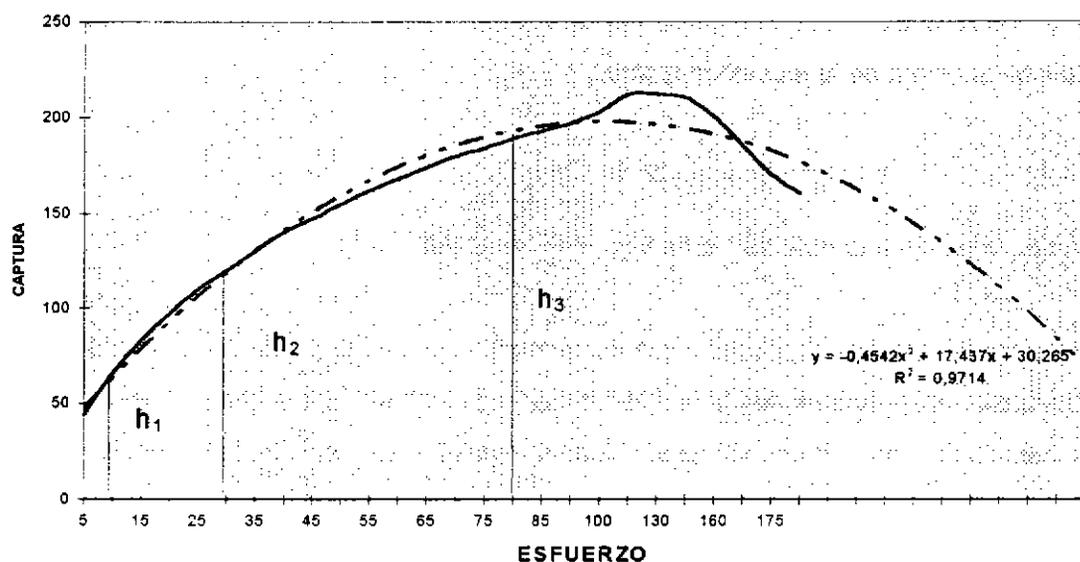
Con lo que la representación gráfica de la curva de rendimientos sustentables puede expresarse en función del esfuerzo aplicado a una pesquería, en lo que usualmente se asocia al modelo de Gordon, cuando en realidad es una derivación del modelo de Schaefer. Para el ejemplo de Tomkins & Butlin (1975) en la Figura 3 las rectas representan cada una un cierto nivel de esfuerzo E y unen todos los puntos que indican la captura a cada nivel de biomasa x , la captura de equilibrio para cada nivel de esfuerzo corresponde a h_3, h_2, h_1 :

FIGURA 3 : Rendimientos a distintos niveles de esfuerzo



La captura o rendimiento de equilibrio para cada nivel de esfuerzo puede entonces graficarse en la como se muestra en la Figura 4, que representa una curva de captura-esfuerzo. Aun cuando esta curva es similar a la de crecimiento, en realidad corresponde a su imagen especular por cuanto la máxima biomasa corresponderá a un nivel de esfuerzo igual a cero o lo que es lo mismo, sin acción humana de pesca (Pearce & Turner, 1990).

FIGURA 4 : La Función captura-esfuerzo (Calculado a partir de Tomkins & Butlin, 1975)



Al disponer de una curva que relaciona esfuerzo con nivel de capturas se facilita la traducción de estos en costos e ingresos, y con ello el análisis económico de una pesquería.

Por simplicidad el modelo tradicional asume que el componente principal de costos en el esfuerzo es el salario, y que el precio del trabajo y el precio del producto (pescado) son constantes, con lo que la función de costos totales y la de ingresos totales se definen como lineales. Del mismo modo, a efectos de simplificar el análisis, se define que Esfuerzo Efectivo y Esfuerzo Nominal son iguales, y que no existen rendimientos decrecientes en relación al esfuerzo o en relación al tamaño de la biomasa.

En lo que sigue, formalizaremos el modelo siguiendo *in literis* a Cunningham et al.(1985), por cuanto evita las simplificaciones *supra* mencionadas y dedica una parte específica del modelo

al análisis del cambio tecnológico, que como veremos más adelante, constituye un elemento central de este estudio.

El esfuerzo nominal y el esfuerzo real se relacionan a través de la siguiente ecuación :

$$F = qf \quad (54)$$

donde f corresponde al esfuerzo nominal, F al esfuerzo efectivo y q es el coeficiente de capturabilidad. Claramente, si q es igual a 1 entonces $F = f$; q traduce el estado de la eficiencia tecnológica de la flota de pesca, por lo que en adelante usaremos el esfuerzo nominal f acompañado de el coeficiente de capturabilidad q . Así, la ecuación de rendimientos en el corto plazo quedará de la siguiente forma :

$$Y = qfP \quad (55)$$

en donde, homologando a la notación anterior, $Y=F(x)=dx/dt$; $P=x$.

La ecuación anterior supone la noción que el rendimiento se incrementará o disminuirá en forma directamente proporcional con el esfuerzo que se aplique. En la realidad esto no tiene sentido por cuanto se aplica la ley de rendimientos decrecientes, que señala que en el corto plazo en la medida que nos acerquemos al tamaño máximo de población el rendimiento se incrementará a una tasa decreciente respecto del aumento en el esfuerzo. Lo anterior queda formalizado en la ecuación siguiente :

$$Y = qf^\beta P \quad (56)$$

en que β representa los retornos variables al esfuerzo (nominal en este caso). Valores de β entre 0 y 1 implican retornos decrecientes en relación al esfuerzo y un valor igual a 1 implica ausencia de retornos más o menos que proporcionales.

De la ecuación (56) y la ecuación (50), homologando en la notación $a=r$; $x=P$, obtenemos la función que representa el rendimiento sustentable Y_s :

$$Y_s = Kqf^\beta \left(1 - \frac{qf^\beta}{a}\right) \quad (57)$$

enfaticamos que esta ecuación muestra la función de rendimientos sustentables y describe los efectos de largo plazo de la pesca, una vez que la población se ha ajustado desde su equilibrio original a otro nuevo. En el corto plazo, el rendimiento que resultará de la aplicación de un nivel particular de esfuerzo lo obtenemos a través de la ecuación (56) de rendimientos de corto plazo, graficada en la página anterior.

Hasta esta parte, el análisis supone que el esfuerzo puede aumentar sin restricciones, en la práctica esto no es así por las limitaciones económicas.

En el modelo básico el precio del pescado se asume constante. Se argumenta que esto es así debido a que la pesquería que se analiza es tomadora y no formadora de precio, esto quiere decir que cambios en su oferta local no alterarán el precio internacional. Por ahora mantendremos esta suposición para definir los ingresos totales TR_f , como una simple multiplicación de los rendimientos sustentables Y_s por el precio constante del pescado p . Por lo que, de la ecuación (57) tenemos :

$$TR_f = pKqf^\beta \left(1 - \frac{qf^\beta}{a}\right) \quad (58)$$

Para obtener las funciones que representen los ingresos promedio AR dividimos los ingresos totales por el esfuerzo total, mientras que para obtener el ingreso marginal MR calculamos la primera derivada de los ingresos totales respecto del esfuerzo. Quedando las expresiones siguientes :

$$AR_f = \frac{TR_f}{f} = pKqf^{\beta-1} \left(1 - \frac{qf^\beta}{a}\right) \quad (59)$$

$$MR_f = \frac{d(TR_f)}{df} = \beta pKqf^{\beta-1} \left(1 - \frac{2qf^\beta}{a}\right) \quad (60)$$

Respecto de los costos, y para completar el modelo Gordon-Schaefer, el análisis se hace respecto del esfuerzo y en el largo plazo : se postula que el esfuerzo se expande por adición

de nueva flota, con embarcaciones de tamaño optimizado. Consecuentemente, el costo del esfuerzo se describirá mediante una función lineal de la cantidad de esfuerzo. Tenemos entonces que :

$$TC_f = cf \quad (61)$$

donde c es una constante, por lo que los costos promedio (AC) y el costo marginal (MC), obtenidos al dividir (61) por f y obtener la primera derivada en (61) respecto de f , serán iguales y en ambos casos equivalentes a c :

$$AC_f = MC_f = c \quad (62)$$

Reunidos los elementos necesarios, es factible efectuar la modelación y obtener los óptimos en situaciones de pesquerías en acceso abierto o en acceso regulado. Por razones de espacio y pertinencia no nos detendremos en estos aspectos, y consideraremos de inmediato un perfeccionamiento de esta formulación en el ámbito puramente económico incorporando variabilidad en el precio del producto (pescado), analizando lo que (Cunningham et al, 1985) llaman un modelo de precio variable y curva de oferta con inflexión hacia atrás.

Intuitivamente, en el largo plazo la curva de costos medios mostrará un incremento consistente a medida que se aumenta la cantidad producida, pero dada la limitante biológica de disponibilidad, cuando se acerque al rendimiento sustentable y más allá de ese límite los costos medios aumentarán a una tasa más que proporcional, de tal forma que la curva de costos medios en función de la captura se volverá sobre sí misma en el punto de Máximo Rendimiento Sustentable y continuará su incremento a tasas mayores (inflexión hacia atrás).

Formalmente, para poder expresar los costos en relación a los niveles de producción, tomamos la ecuación (57) , la reordenamos para expresar el esfuerzo como una función del nivel de producción y luego sustituimos esta expresión de esfuerzo en la función de costos totales (61) para obtener los costos totales en el largo plazo (LRTC_y) :

$$f = \left(\frac{a}{2q} \pm \frac{a}{2q^2 K} \sqrt{(qk)^2 - \frac{4q^2 KY_s}{a}} \right)^{\frac{1}{\beta}} \quad (63)$$

$$LRTC_y = c \left(\frac{a}{2q} \pm \frac{a}{2q^2 K} \sqrt{(qk)^2 - \frac{4q^2 KY_s}{a}} \right)^{\frac{1}{\beta}} \quad (64)$$

Del mismo modo, para poder expresar los costos promedio ($LRAC_y$) y el costo marginal ($LRMC_y$) de largo plazo, en función del producto, dividimos en el primer caso y derivamos en el segundo caso, la ecuación (64) respecto de Y .

$$LRAC_y = \frac{c}{Y} \left(\frac{a}{2q} \pm \frac{a}{2q^2 K} \sqrt{(qk)^2 - \frac{4q^2 KY_s}{a}} \right)^{\frac{1}{\beta}} \quad (65)$$

$$LRMC_y = \frac{c \left(\frac{a}{2q} \pm \frac{a}{2q^2 K} \sqrt{(qk)^2 - \frac{4q^2 KY_s}{a}} \right)^{\frac{1}{\beta} - 1}}{\sqrt{\frac{4q^2 KY_s}{a}}} \quad (66)$$

Habiendo expresado el comportamiento de los costos en términos de su relación con los rendimientos, ahora analizaremos el comportamiento de los ingresos en presencia de precios variables. La función inicial de ingresos totales (TR_y), que asume precios constantes, es una multiplicación directa de los rendimientos por el precio :

$$TR_y = pY \quad (67)$$

Suponiendo que existe un precio máximo en el mercado, mientras mayor sea la cantidad producida menor será el precio respecto de ese máximo, en una función lineal del tipo :

$$p = d - eY \quad (68)$$

en que d e e son valores que responden a las particularidades del producto de la pesca. Sustituyendo (68) en (67) obtenemos una función cuadrática para el comportamiento de los ingresos totales (TR):

$$TR = dY - eY^2 \quad (69)$$

de donde se puede deducir que los ingresos promedio son sinónimo de precio : la división de la ecuación (69) por Y da un algoritmo similar a la ecuación (68). Además, podemos obtener la función de ingreso marginal (MR) dada por :

$$MR = d - 2eY \quad (70)$$

La familia de ecuaciones que hemos compuesto hasta esta parte, permite dar cuenta del desempeño global de una pesquería. Un caso particular de análisis corresponde al cambio tecnológico y sus efectos en la curva de rendimientos, en la curva de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y en la curva de costos promedio.

El cambio tecnológico se puede representar en el modelo desarrollado, mediante el coeficiente de capturabilidad q . Esto es posible debido a que definimos el esfuerzo nominal f como un índice de todos los insumos.

La ecuación (57) representa la función relevante de rendimientos en el largo plazo, que es la escala de tiempo en que opera el cambio tecnológico. Asumiendo un coeficiente $\beta=1$, es decir ausencia de rendimientos decrecientes al esfuerzo, el incremento en productividad debido a cambio tecnológico, y la consecuente variación en la curva de capturas por unidad de esfuerzo pueden ser graficados como se muestra en la Figura 5a (CPUE se obtiene dividiendo la ecuación (57) por f) :

Se ha desarrollado en extenso esta sección del modelo, por atingencia a la pesquería del jurel en el período a analizar de acuerdo a las bases técnicas de este proyecto. Como se muestra en la Figura 5b , entre 1983 y 1995 las características técnicas de la flota que opera sobre la pesquería del jurel han variado, en particular respecto de las dimensiones de las naves, cuestión que ha permitido a una parte relevante de las embarcaciones acceder a áreas más distantes de pesca. Además se han producido innovaciones en el ámbito de la detección de cardúmenes y de las técnicas de mantención de la pesca, que especialmente en el primer caso tienen un efecto directo en la relación flota-recurso.

FIGURA 5 a).- Cambios en coeficiente de capturarabilidad y su efecto en CPUE y curva de rendimientos.

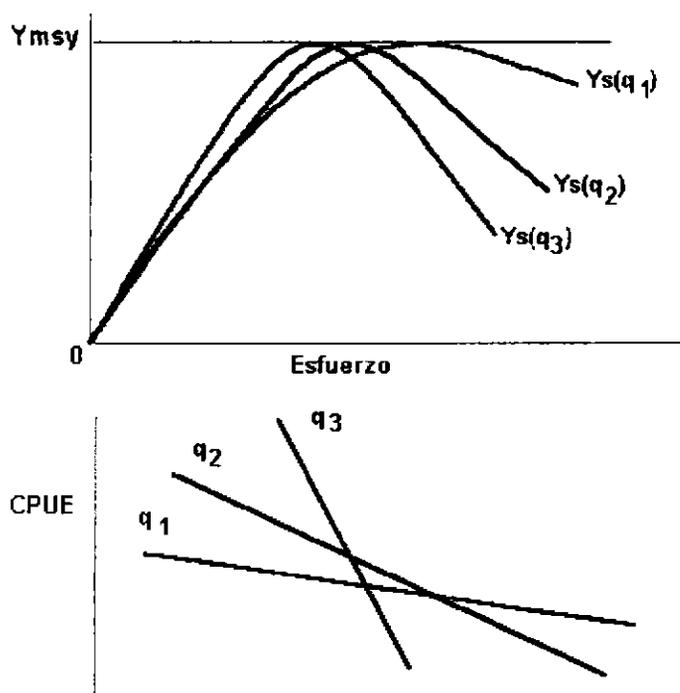
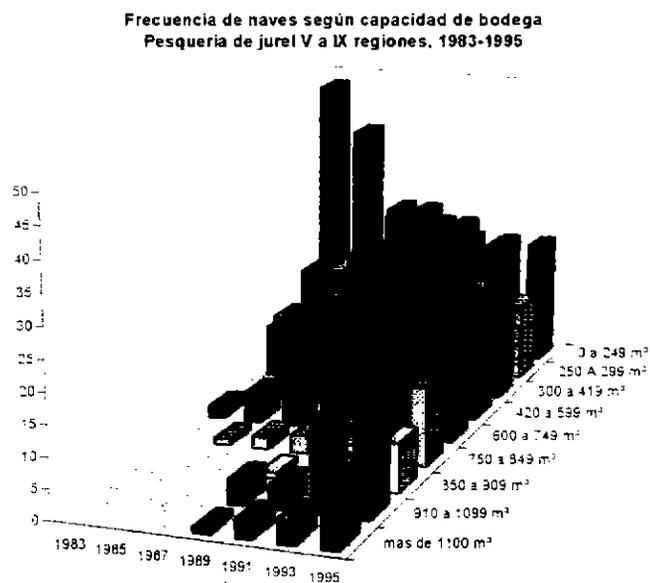


FIGURA 5b).- Evolución de la flota según capacidad de bodega 1983-1995. Fuente : Subsecretaría de Pesca. Depto. de Análisis Sectorial.



5.4.3. Modelo de Thompson-Bell con parámetros económicos

Considerando que la pesquería de jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) se encuentra sometida al Régimen de Plena Explotación (Decreto Supremo N°430 de 1991, MINECON) y que existen restricciones de acceso a la pesquería, el segundo modelo que se aplicará en este proyecto considera un tamaño fijo de flota y tiene dos componentes, ingresos y costos, los que son función del nivel de actividad desarrollado, es decir, de la mortalidad por pesca aplicada. Para tener la estimación de ingresos según los diferentes niveles de mortalidad, el modelo considera las siguientes variables de entrada:

- Pesos medios de jurel a la edad (W_t);
- Precios de venta, en unidades monetarias por unidad de peso a cada peso promedio (v_t);
- Vector de mortalidad por pesca a la edad para 1995 (F_t);
- Estimadores de la mortalidad natural de jurel; y,
- Estimados de Reclutamiento para el período 1985-1995.

Con los valores de mortalidad y reclutamiento se calcula el número de individuos al comienzo de cada edad, de acuerdo al siguiente modelo:

$$N_{t+\Delta t} = N_t * e^{-Z * \Delta t} \quad (71)$$

Posteriormente se estima la captura en número a la edad:

$$C_t = \frac{(N_t - N_{t+\Delta t}) * F_t}{Z_t} \quad (72)$$

y en peso:

$$Y_t = C_t * \bar{w}_t \quad (73)$$

Los ingresos quedan de este modo determinados por la captura en peso y el precio de venta:

$$I_t = Y_t * v_t \quad (74)$$

y el ingreso total:

$$I_{tot} = \sum_{t=R}^{max} I_t \quad (75)$$

Para construir la curva de ingresos, el vector de mortalidades por pesca (F_t) es ponderado por diferentes multiplicadores (mF) para obtener los respectivos ingresos por recluta a diferentes mF . Se utiliza un precio promedio del valor del desembarque obtenido de la información ENIA, a partir del Valor Bruto de Producción y de las capturas informadas por la Flota Propia.

Para estimar el beneficio en la pesquería (ingresos-costos), se considerará la proporción que representan los costos fijos del ingreso total en 1994. Por otro lado, se considerará que los costos variables aumentan linealmente en función del aumento de la mortalidad por pesca, en este caso, el costo variable será cero cuando $F=0$. Se estimarán los costos variables involucrados en la pesquería entre 1994 y 1996 como una proporción del ingreso total y se asociarán al nivel de mortalidad por pesca de cada año.

La mortalidad por pesca óptima F_{opt} , se considerará como el valor en el cual la diferencia entre el ingreso y los costos totales (costos fijos + costos variables) es máxima. La Figura 6 ilustra el análisis a efectuar para determinar el estado de situación actual de la pesquería y los puntos de referencia bioeconómicos de mayor relevancia.

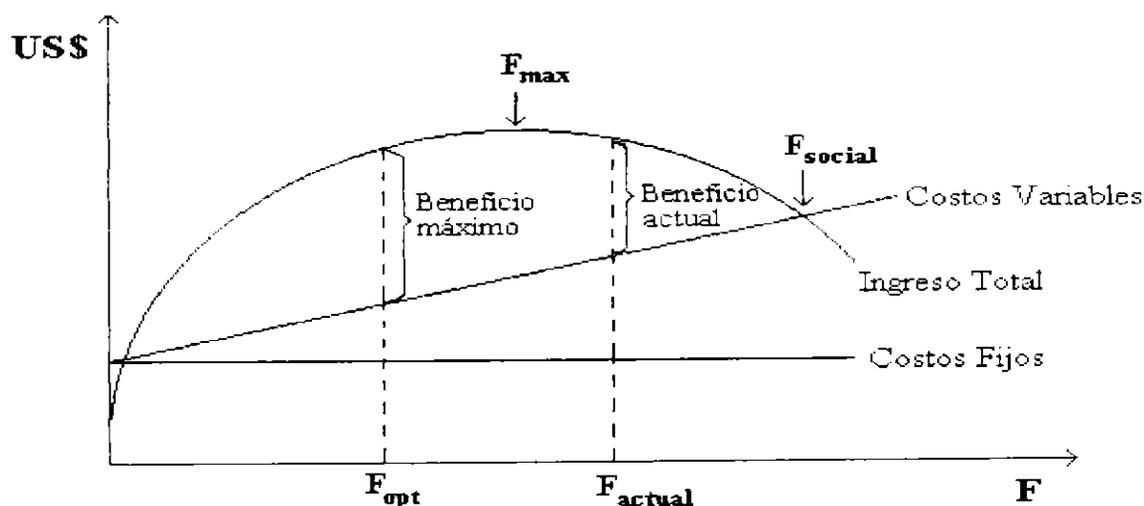


Figura 6. Modelo de la pesquería que se utilizará para evaluar su estado de situación y puntos bioeconómicos de referencia más relevantes.

Predicciones a mediano-largo plazo

Después de analizar el estado de la pesquería entre 1985 y 1995, se proyectarán los retornos generados de ésta, con un horizonte de tiempo de 5 años y teniendo en consideración eventuales cambios en la mortalidad por pesca. El porcentaje de variación de la mortalidad por pesca dependerá de la proporción entre $F_{\text{actual-95}}$ y $F_{\text{opt-95}}$ y se considerarán dos estrategias para alcanzar el F_{opt} . La primera dice relación con un cambio inmediato en el nivel de mortalidad por pesca, mientras que la segunda dice relación con un cambio gradual año a año a una tasa de un 20%, es decir, debiera alcanzarse el F_{opt} en un período de 5 años.

Para sensibilizar, en tiempo presente, los retornos generados en cada una de las pesquerías regionales se utilizarán diferentes valores de tasa de descuento. Los valores se basarán en aquellos utilizados por diferentes autores en otras pesquerías (Fox y Herfindahl, 1964; Clark, 1976, 1980; Anderson, 1977; Hilborn y Walters, 1992; Hillis y Whelan, 1992; Hillis, 1993 y Megrey et al., 1993). La ecuación para actualizar a valor presente (VAN) los beneficios de la pesquería se define como:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{I_t - C_t}{(1+i)^t} \quad (76)$$

donde I_t es el ingreso total en el año t , C_t es el costo total en el año t , i es la tasa de descuento anual y n es el período de evaluación en años.

En la proyección a 20 años de las capturas en peso se considerará tres escenarios de reclutamiento (constante, variable, modelado) y se estimarán de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$C_{(a,t)} = \frac{X \times F_{(a,t)}}{M + X \times F_{(a,t)}} \times N_{(a,t)} \times (1 - e^{-(M - F_{(a,t)})}) \times \bar{w}_t \quad (77)$$

donde X es el factor ponderador para llevar el F_{actual} a F_{opt} en un período de tiempo t y $N(a,t)$ es calculado a partir de la abundancia en número del año anterior, es decir:

$$N_{(a,t)} = N_{(a-1,t-1)} \times e^{[-F_{(a-1,t-1)} + M]} \quad (78)$$

Esta proyección considera estabilizar en el largo plazo las capturas y beneficios generados de la pesquería.

5.4.4. Modelo bioeconómico de simulación estocástica

Este corresponde a una versión adaptada del modelo formulado por Megrey (1989a, 1989b) y ampliado para incorporar los aspectos bioeconómicos de la pesquería de jurel. Combina dos objetivos, la protección biológica del stock de jurel y el uso eficiente del recurso en una función objetivo explícita.

Los principales aspectos del modelo incluyen:

- (1) una descripción explícita de los procesos de error en la estimación del reclutamiento y dimensión del error en los procesos de evaluación de stock,
- (2) un submodelo bioeconómico para convertir el rendimiento en peso a unidades monetarias expresadas como valor actual neto (VAN),
- (3) una función objetivo formal, diseñada para identificar el nivel de mortalidad por pesca óptimo,
- (4) dos rutas simultáneas de evaluación, una considerando la población verdadera y otra la población estimada, y
- (5) el uso de simulación Monte Carlo para evaluar el riesgo asociado (Figura 7).

La función objetivo intenta optimizar el rendimiento para niveles de stock altos y proteger el stock durante periodos de baja abundancia. El submodelo económico incluye los retornos netos de la operación, debido a la captura de la flota y/o a los procesos posteriores. Inicialmente, el modelo consideró la rentabilidad o rendimiento económico generado a partir de la operación de la flota pero en una etapa posterior, este modelo podría considerar los retornos de la actividad y posterior procesamiento en las plantas harineras y de productos para consumo. A modo de ejemplo, el modelo aplicado al sistema industrial de jurel (flota y plantas procesadoras) debiera incluir los principales productos generados de jurel, los que según SERNAP (1995) son: harina, aceite, conserva y en menor porcentaje surimi. Los parámetros económicos requeridos por un modelo de este tipo se detallan en el Cuadro 1.

El modelo de simulación fue formulado en el lenguaje del sistema MATLAB v4.21 y ejecutado para un horizonte de tiempo de 100 años, inicializándose a partir de la composición estimada por edades de la población de jurel en 1995. Se realizaron 100 experimentos de simulación estocástica para cada uno de los 100 años considerados.

Cuadro 1: Parámetros económicos utilizados en el modelo bioeconómico de simulación estocástica según sistema de pesquería analizado.

Sistema Industrial	Unidades
Precio al desembarque	US\$ ton ⁻¹
Costo de extracción	US\$ ton ⁻¹
Prima o Bono de pesca	%
Rendimiento harina de pescado	(factor de conversión)
Precio del mercado harina	US\$ ton ⁻¹
Rendimiento conserva	(factor de conversión)
Precio del mercado aceite	US\$ ton ⁻¹
Rendimiento conserva	
Precio del mercado conserva	US\$ ton ⁻¹
Rendimiento surimi	
Precio del mercado surimi	US\$ ton ⁻¹
Costo de procesamiento	US\$ ton ⁻¹
Tasa de descuento	% año ⁻¹

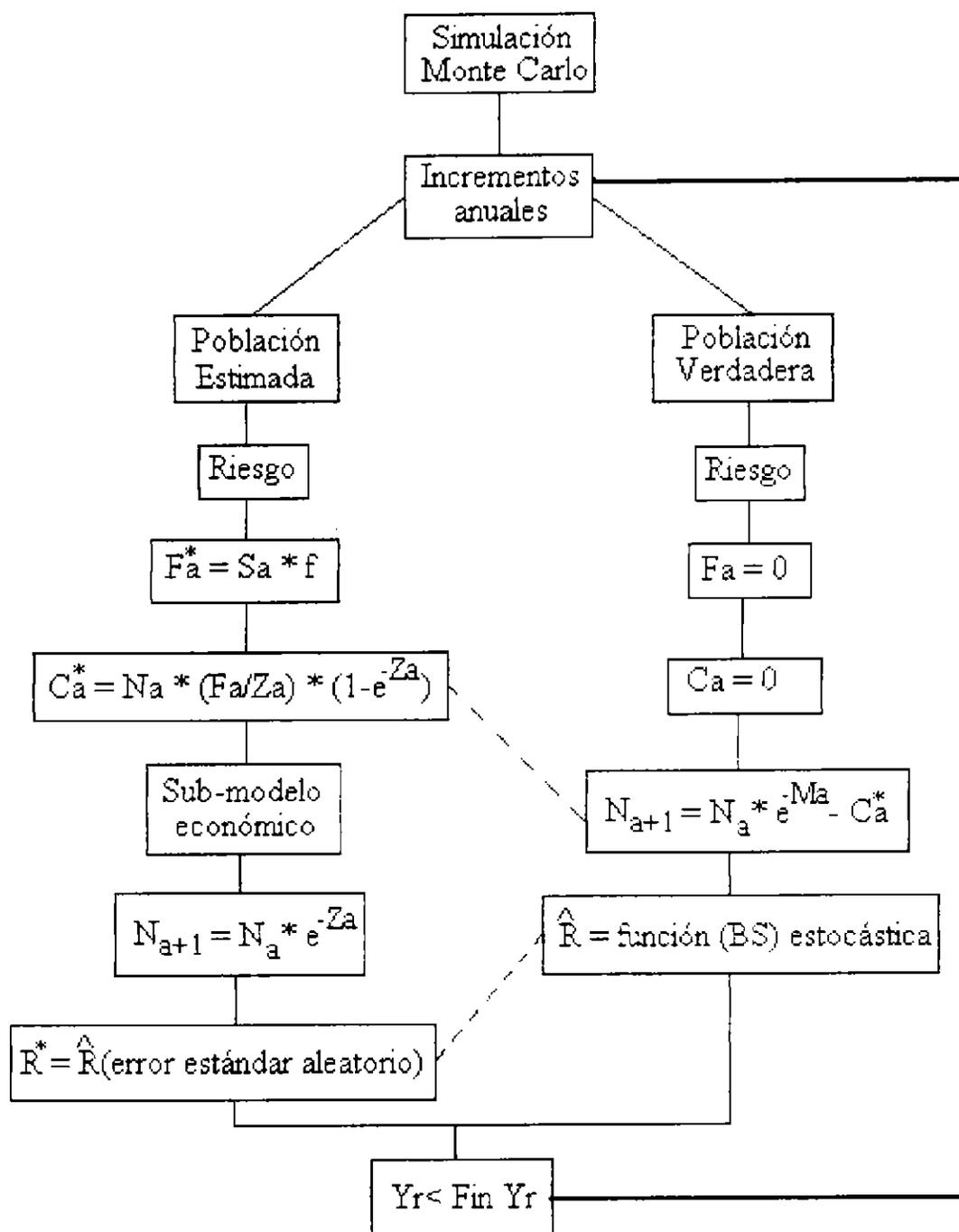


Figura 7. Diagrama de flujo del modelo bioeconómico de simulación estocástica. Las líneas cortadas indican las interconexiones entre las poblaciones simuladas.

Evaluación del riesgo

El riesgo, en este modelo, es definido como la probabilidad de lograr un predeterminado evento final. También puede ser clasificado de acuerdo al tipo de meta que el manejo de la pesquería requiere satisfacer. En este modelo se consideró al riesgo como función de la mortalidad por pesca, a modo de ejemplo (Figura 8) en la situación A (curva A) el riesgo sería bajo para bajos niveles de F, sin embargo se incrementa cada vez que F es incrementado, hasta alcanzar una probabilidad de 1. En la situación B (curva B), el riesgo sería alto para bajos valores de F y decrece con el incremento de F hasta un mínimo y luego aumenta nuevamente. La mortalidad por pesca óptima es entonces obtenida a partir de la máxima diferencia entre la curva de rendimiento y la curva de riesgo. En otras palabras, la mortalidad por pesca óptima es la que entrega el máximo rendimiento con el mínimo de riesgo.

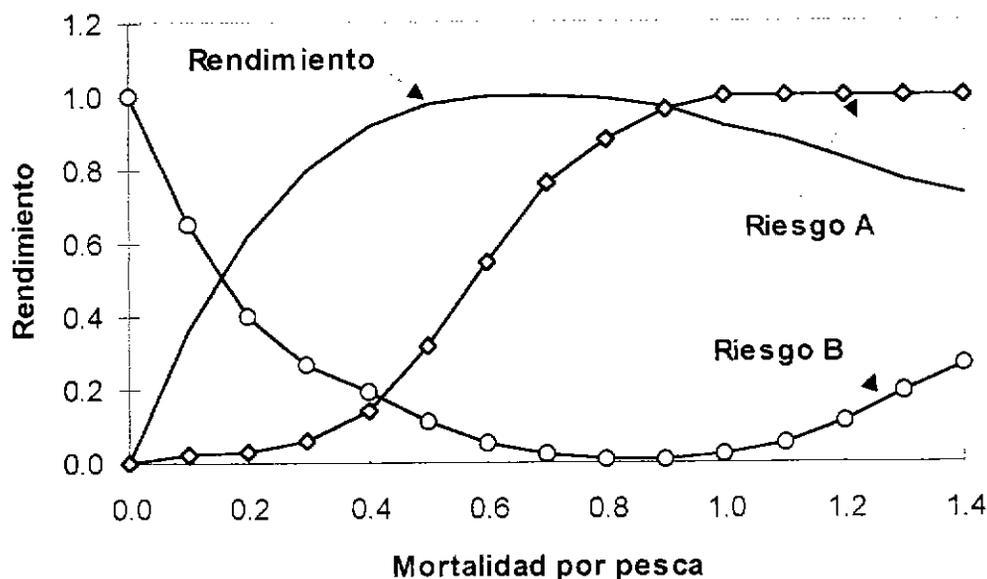


Figura 8. Relación generalizada entre riesgo y rendimiento. Las curvas de riesgo A y B muestran dos posibles relaciones entre el riesgo y el rendimiento.

En el presente modelo se exploraron tres definiciones de riesgo, la primera está enfocada a los **aspectos biológicos del stock**. En este sentido se ha definido el riesgo como la probabilidad de que la biomasa desovante decrezca hasta bajo un umbral predeterminado. Esta es una definición común de riesgo y esta basada en argumentos biológicos

convencionales. El umbral será definido como el nivel de la población debajo del cual se afecta la posibilidad del stock de recuperarse en un horizonte de tiempo aceptable. Un umbral demasiado bajo no proveería demasiada protección al stock y puede ocasionar la no recuperación del mismo, mientras que un umbral demasiado alto disminuye los ingresos generados de la pesquería. La función objetivo que se utilizará para determinar la mortalidad por pesca óptima considerando la definición de riesgo basada en el umbral de biomasa es:

$$MAX \left[(Y_F / Max Y) - (\Pr (BS < \alpha) / F) \right] \quad (79)$$

con: $(Y_F / Max Y) > [\Pr (BS < \alpha) / F]$

donde el promedio Y_F es igual al rendimiento en un período de 50 años para un nivel de F dado, $Max Y$ es el máximo rendimiento promedio observado para todos los niveles de F , \Pr es la probabilidad de lograr el evento dado un nivel de F y α es el umbral de biomasa. En este modelo el umbral de biomasa será fijado en un 20% de la biomasa inicial estimada en 1985. El forzamiento de la función objetivo será impuesto para excluir situaciones de bajo rendimiento y alto riesgo como una posible solución. El valor óptimo de F será determinado iterativamente mediante maximizar la diferencia entre el índice de rendimiento y la curva de probabilidad.

La segunda definición de riesgo será enfocada a un aspecto de la pesquería. En este sentido, se definirá el riesgo como la probabilidad de que la captura decaiga bajo un nivel determinado para la pesquería industrial. La función objetivo que se utilizará para determinar la mortalidad por pesca óptima considerando este esquema de riesgo es:

$$MAX \left[(Y_F / Max Y) - (\Pr (Captura < \phi) / F) \right] \quad (80)$$

con: $(Y_F / Max Y) > [\Pr (Captura < \phi) / F]$

donde ϕ es el nivel de captura en peso que hace sustentable la pesquería.

La tercera definición de riesgo es tomada de Quinn *et al.* (1990). Esta definición esta basada en la premisa: "el **manejo de la pesquería** debiera proveer protección a la población, resultando en un alto rendimiento y evitando grandes variaciones anuales en el mismo". En este sentido la función objetivo busca balancear el incremento en el rendimiento y la estabilidad del mismo, es decir:

$$MAX[(1-l) \times Y_F - l \times DE_F] \quad (81)$$

donde DE_F es la desviación estándar del rendimiento para una mortalidad por pesca F y λ es un factor de penalización que representa el costo de una unidad de incremento en la desviación estándar relativo a una unidad de incremento en el rendimiento.

Para cada definición de riesgo se ejecutará el modelo de simulación considerando dos suposiciones diferentes sobre el reclutamiento, un reclutamiento promedio alto y uno bajo, tal como las que se definen en Hollowed y Megrey (1993). Las combinaciones utilizadas para la ejecución del modelo de simulación y los principales resultados esperados del mismo quedan resumidas en la siguiente tabla:

ANALISIS A EFECTUAR			RESULTADOS ESPERADOS		
<i>Suposición de reclutamiento</i>	<i>Definición de Riesgo</i>	<i>Función objetivo</i>	<i>Rendimiento (ton)</i>	<i>F óptimo</i>	<i>VAN (US\$)</i>
Alta	Umbral de biomasa	1			
Baja	Umbral de biomasa	1			
Alta	Captura	2			
Baja	Captura	2			
Alta	Rendimientos estables	3			
Baja	Rendimientos estables	3			

6. RESULTADOS

6.1. Indicadores de la variable biológico-pesquera y tecnológica.

De acuerdo a Hilborn y Walters (1992) se consideraron como principales indicadores del rendimiento biológico la captura en peso y número, talla media en las capturas, biomasa y abundancia, esfuerzo de pesca y mortalidad por pesca y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). La determinación de estos parámetros fue realizada mensualmente para el período 1985-1995, cuando fue posible, utilizando como información los registros diarios de desembarque y esfuerzo recolectados por el Instituto de Investigación Pesquera desde 1990.

Los indicadores antes mencionados fueron determinados debido a que cumplen un doble propósito, a saber: i) sirven como indicadores biológicos *per se* y ii) según Seijo *et al.* (1996), sirven como variables de entrada y variables relacionales entre los modelos biológico-pesqueros y bioeconómicos.

6.1.1. Peso promedio

A través de los registros mensuales de talla-peso, recolectados por el Instituto de Investigación Pesquera, se determinaron los parámetros de la relación somatométrica, tanto para machos como para hembras, y considerando ambos sexos (Cuadros 2, 3 y 4). En base a estos resultados, se observó que el parámetro *a*, de dicha relación, varió entre 0,00566 y 0,12165 en el caso de los machos; entre 0,00447 y 0,17505 en el caso de las hembras; y, entre 0,00595 y 0,13293 cuando se consideraron ambos sexos en conjunto. Por otro lado, el estimado del parámetro *b* de dicha relación varió entre 2,32163 y 3,18614 (machos); entre 2,22864 y 3,22298 (hembras); y, entre 2,30030 y 3,16582 (ambos sexos) (Cuadros 2, 3 y 4).

Al analizar la estacionalidad mensual de los parámetros de la relación somatométrica (gráficos 1 a 4) se puede observar que existe una clara proporción inversa, es decir, mientras el parámetro *a* aumenta, el parámetro *b* disminuye y viceversa. Además, se puede observar en la

serie mensual y anual (gráficos 2 y 4) que el parámetro b de las hembras es mayor o igual que el de los machos, mientras que los valores del parámetro a de hembras pueden ser mayor o menor que los de machos en una escala anual o mensual.

Los resultados de las estimaciones somatométricas anuales, sin considerar sexos, revelan que la mayoría de las curvas trazadas mediante los parámetros entregados en el cuadro 2 describen el mismo comportamiento (gráfico 5), siendo los años 1992 y 1994, los únicos que se alejan parcialmente de esta tendencia. Al respecto, y como se verá en la Sección 3.2.6., el comportamiento de los parámetros de la relación longitud-peso para esos años puede deberse simplemente a un incremento en los niveles de capturas de ejemplares de mayor tamaño, lo que daría un mayor peso a la sección terminal de la curva (ejemplares mayores) provocando el efecto observado.

Los pesos medios por edad y año entre 1985 y 1995 (cuadro 5), fueron los utilizados en el Análisis Secuencial de la Población. Se puede observar consistencia en el seguimiento de estos registros por cohorte o por vector etario en cualquier año, con leves fluctuaciones entre edades a través del tiempo (años) sin manifestar una tendencia fija.

Cuadro 2: Resumen de los parámetros de la relación somatométrica en ambos sexos de jurel, por mes y año. Período 1990-1996.

Año	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic		Año	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1990	0,096	2,390	0,036	2,657	0,104	2,371	0,107	2,365	0,038	2,660	0,040	2,616	0,022	2,779	0,009	3,025	0,038	2,628	0,029	2,703	0,023	2,760	0,133	2,300	0,056	2,806
1991	0,029	2,712	0,020	2,831	0,048	2,587	0,085	2,398	0,019	2,832	0,036	2,654	0,032	2,674	0,032	2,676	0,105	2,352	0,006	3,038	0,020	2,813	0,018	2,855	0,039	2,702
1992	0,013	2,931	0,027	2,732	0,011	2,961	0,014	2,882	0,013	2,924	0,008	3,041	0,007	3,100	0,014	2,919	0,020	2,831	0,014	2,914	0,068	2,493	0,114	2,365	0,027	2,841
1993	0,011	2,987	0,006	3,166	0,022	2,798	0,012	2,983	0,014	2,920	0,011	2,973	0,025	2,741	0,009	3,028	0,008	3,158	0,020	2,834	0,020	2,834	0,035	2,687	0,016	2,926
1994	0,016	2,900	0,011	3,008	0,038	2,672	0,007	3,114	0,011	3,003	0,007	3,130	0,012	2,961	0,027	2,735	0,060	2,531	0,017	2,881	0,008	3,073	0,022	2,798	0,020	2,900
1995	0,016	2,698	0,022	2,817	0,028	2,765	0,020	2,829	0,008	3,082	0,009	3,037	0,034	2,980	0,026	2,752	0,025	2,777	0,034	2,698	0,016	2,903	0,013	2,980	0,021	2,850
1996	0,023	2,782	0,009	3,063	0,022	2,815	0,010	3,013	0,012	3,030	0,024	2,779	0,008	3,094	0,006	3,140	0,025	2,808	0,014	2,959	0,020	2,812	0,013	2,968	0,015	2,939
Media	0,029	2,900	0,019	2,896	0,039	2,710	0,038	2,798	0,016	2,921	0,019	2,890	0,020	2,861	0,018	2,896	0,040	2,726	0,020	2,861	0,025	2,816	0,050	2,705	0,028	2,823
D.E.	0,030	0,203	0,011	0,188	0,031	0,190	0,043	0,299	0,008	0,142	0,014	0,205	0,011	0,187	0,010	0,177	0,033	0,258	0,009	0,127	0,020	0,173	0,051	0,272	0,015	0,124

Cuadro 3: Resumen de los parámetros de la relación somatométrica en machos de jurel, por mes y año. Período 1990-1996.

Año	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic		Año	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1990	0,120	2,328	0,038	2,841	0,067	2,490	0,119	2,334	0,031	2,680	0,045	2,577	0,027	2,723	0,009	3,025	0,029	2,701	0,022	2,787	0,019	2,332	0,122	2,322	0,054	2,620
1991	0,030	2,709	0,025	2,769	0,041	2,630	0,064	2,505	0,017	2,856	0,035	2,658	0,036	2,826	0,033	2,860	0,070	2,462	0,008	3,058	0,014	2,906	0,021	2,819	0,033	2,722
1992	0,015	2,885	0,022	2,783	0,013	2,916	0,015	2,867	0,014	2,909	0,009	3,012	0,008	3,043	0,014	2,903	0,023	2,780	0,015	2,902	0,052	2,585	0,089	2,396	0,025	2,831
1993	0,013	2,939	0,006	3,186	0,022	2,790	0,019	2,943	0,020	2,819	0,014	2,903	0,028	2,735	0,009	3,016	0,007	3,113	0,018	2,855	0,018	2,355	0,029	2,730	0,016	2,907
1994	0,018	2,866	0,009	3,045	0,027	2,781	0,009	3,060	0,011	2,978	0,005	3,135	0,012	2,953	0,028	2,722	0,009	3,048	0,021	2,827	0,008	3,085	0,021	2,806	0,018	2,905
1995	0,016	2,896	0,021	2,821	0,028	2,753	0,020	2,819	0,009	3,042	0,010	3,004	0,040	2,830	0,027	2,739	0,028	2,742	0,034	2,690	0,015	2,893	0,013	2,953	0,022	2,832
1996	0,022	2,792	0,009	3,055	0,026	2,762	0,010	3,004	0,013	3,045	0,028	2,726	0,007	3,100	0,008	3,136	0,027	2,773	0,017	2,897	0,020	2,812	0,014	2,932	0,017	2,920
Media	0,033	2,773	0,019	2,900	0,032	2,729	0,036	2,790	0,017	2,904	0,021	2,359	0,022	2,831	0,018	2,888	0,032	2,748	0,019	2,860	0,021	2,847	0,046	2,708	0,026	2,820
D.E.	0,039	0,211	0,011	0,196	0,017	0,134	0,041	0,270	0,007	0,192	0,015	0,203	0,013	0,197	0,011	0,182	0,019	0,196	0,008	0,114	0,014	0,149	0,045	0,251	0,014	0,112

Cuadro 4: Resumen de los parámetros de la relación somatométrica en hembras de jurel, por mes y año. Período 1990-1996.

Año	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic		Año	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1990	0,045	2,597	0,029	2,724	0,175	2,229	0,070	2,485	0,026	2,727	0,034	2,668	0,017	2,845	0,009	3,036	0,046	2,574	0,036	2,649	0,030	2,712	0,110	2,355	0,052	2,633
1991	0,026	2,749	0,011	3,001	0,053	2,560	0,129	2,315	0,019	2,933	0,027	2,736	0,020	2,907	0,029	2,708	0,148	2,252	0,010	3,005	0,023	2,726	0,011	2,996	0,042	2,724
1992	0,009	3,035	0,023	2,777	0,008	3,058	0,013	2,922	0,012	2,940	0,007	3,083	0,004	3,215	0,011	2,995	0,015	2,915	0,018	2,885	0,086	2,504	0,080	2,467	0,022	2,900
1993	0,005	3,036	0,006	3,180	0,019	2,839	0,009	3,045	0,009	3,045	0,008	3,079	0,022	2,786	0,009	3,043	0,005	3,225	0,022	2,806	0,022	2,806	0,050	2,592	0,016	2,956
1994	0,014	2,935	0,011	2,964	0,043	2,843	0,006	3,196	0,009	3,046	0,007	3,136	0,010	3,003	0,023	2,781	0,096	2,405	0,013	2,973	0,008	3,095	0,022	2,801	0,022	2,917
1995	0,015	2,918	0,020	2,839	0,028	2,779	0,019	2,844	0,007	3,124	0,008	3,087	0,024	2,776	0,020	2,620	0,023	2,804	0,031	2,727	0,011	3,001	0,012	2,994	0,018	2,993
1996	0,024	2,776	0,009	3,085	0,018	2,881	0,010	3,033	0,011	3,001	0,019	2,841	0,008	3,077	0,008	3,139	0,017	2,913	0,006	3,209	0,020	2,812	0,012	2,995	0,013	2,960
Media	0,020	2,862	0,016	2,943	0,049	2,713	0,037	2,834	0,013	2,959	0,016	2,948	0,015	2,929	0,015	2,981	0,053	2,708	0,019	2,893	0,026	2,808	0,042	2,743	0,027	2,858
D.E.	0,013	0,163	0,009	0,168	0,058	0,268	0,046	0,320	0,007	0,138	0,011	0,194	0,008	0,172	0,009	0,181	0,058	0,334	0,011	0,189	0,019	0,195	0,040	0,272	0,015	0,129

Gráfico 1: Evolución anual (1990-1996) de los parámetros de la relación somatométrica a y b promedio, en ambos sexos de jurel.

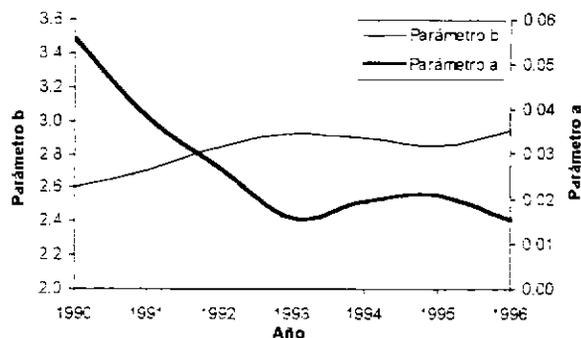


Gráfico 2: Evolución anual (1990-1996) de los parámetros de la relación somatométrica a y b promedio, en machos y hembras de jurel.

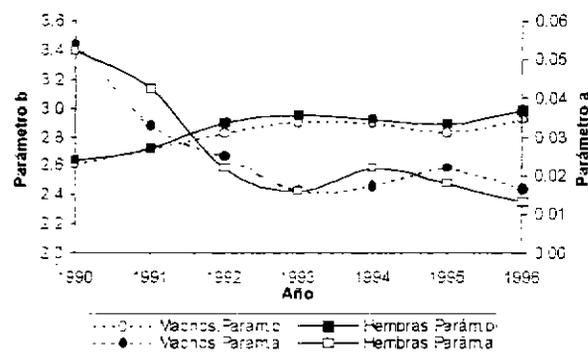


Gráfico 3: Estacionalidad de los parámetros de la relación somatométrica a y b promedio, en ambos sexos de jurel.

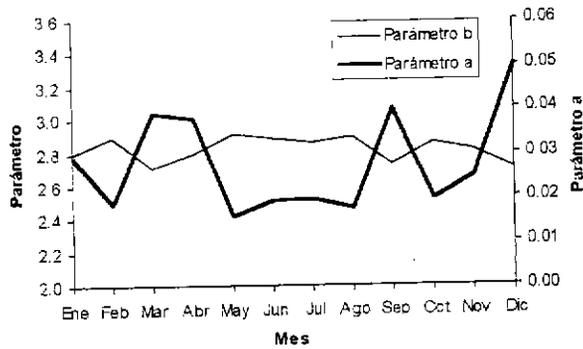


Gráfico 4: Estacionalidad de los parámetros de la relación somatométrica a y b promedio, en machos y hembras de jurel.

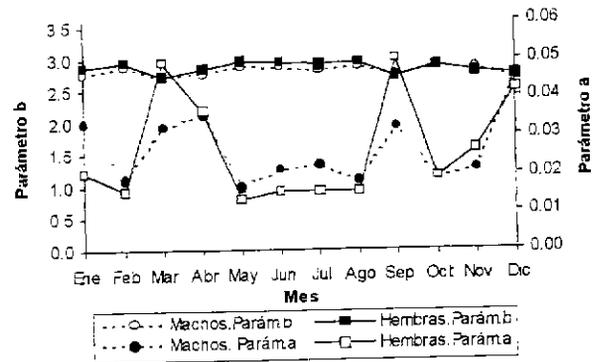
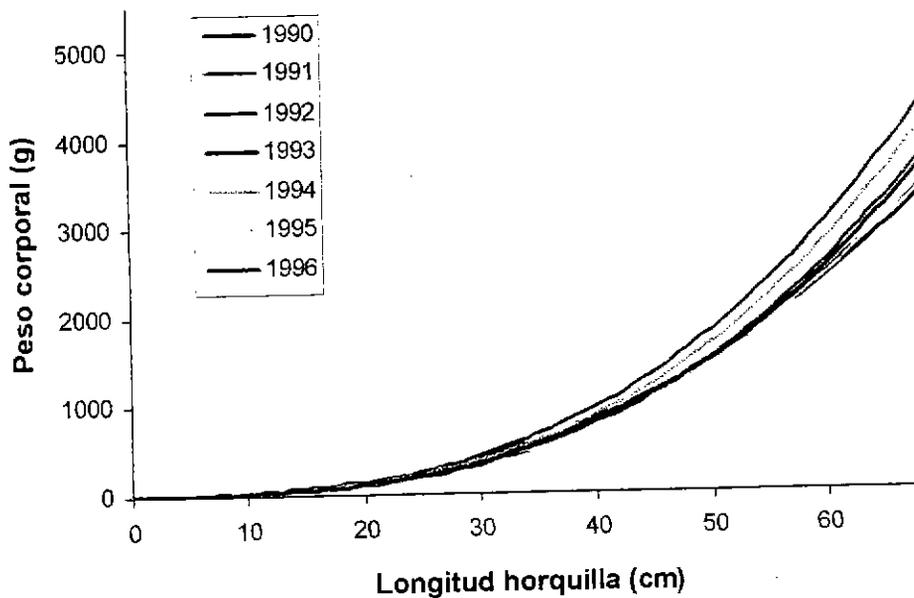


Gráfico 5: Resultado de la estimación de las relaciones somatométricas anuales entre 1990 y 1996 para *T. s. murphyi*.



Cuadro 5: Pesos medios (gr.), por edad y año, utilizados en el Análisis Secuencial de Poblaciones. Período 1985-1995.

Edad	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2	163,0	128,6	143,0	191,2	176,7	89,1	141,3	163,1	182,8	122,4	183,0
3	230,6	212,1	211,2	233,6	246,2	247,2	222,4	245,7	222,7	180,4	211,7
4	327,4	307,7	338,6	326,3	321,3	352,3	357,1	330,0	330,9	358,5	333,3
5	438,8	404,8	442,8	457,5	443,4	430,8	438,1	431,1	455,4	501,0	471,5
6	569,3	529,1	568,5	581,5	561,7	549,0	529,1	504,4	591,9	668,1	624,5
7	746,4	662,7	715,7	720,6	705,5	695,3	711,7	615,2	736,4	858,4	784,7
8	893,8	829,7	885,1	861,2	868,6	805,7	846,4	729,8	885,0	1071,6	946,8
9	1158,6	896,7	1079,2	993,2	1107,5	1003,6	1106,1	845,3	1034,5	1306,7	1107,0
10	1319,0	1323,4	1241,0	1157,0	1202,8	1218,3	1283,0	960,5	1182,4	1562,2	1262,7
11	1637,6	1317,6	1573,3	1390,2	1255,5	1376,5	1543,9	1073,9	1326,8	1836,7	1411,8

6.1.2. Mortalidad natural

A continuación se presentan los estimados de mortalidad natural basados en dos diferentes grupos de líneas metodológicas. El primer enfoque utilizado en la estimación de la mortalidad natural se basa en el análisis de las curvas de captura (Ricker, 1975). El segundo grupo de metodologías lo integran los métodos bio-analógicos (Pauly, 1980; Rickther y Efanov, 1976) y el método de la edad crítica de Alverson y Cartney (1975).

a) Mortalidad natural a partir de la curva de captura

Este método considera analizar la distribución de tamaños del jurel para una época donde el stock se encontraba moderadamente explotado, o en estado de explotación incipiente. Para estos efectos, se analizó la distribución de frecuencias de tallas con el programa MIX, condicionando la búsqueda de las longitudes promedio a cada uno de los modelos de crecimiento disponibles en la literatura. Las tallas promedio por grupo de edad se basaron en los resultados del modelo *ad hoc* planteado en el FIP 95-10, dejando sin restricciones las proporciones y la desviación estándar (que se consideró constante entre grupos de edad).

Solo cuatro modelos de crecimiento permitieron una explicación satisfactoria de la estructura de tallas del jurel obtenida por el B/I Academic Knipovich (Gráfico 6), siendo las longitudes promedio de los modelos de crecimiento de Nekrasov (1987), Shcherbich (1991), Kochkin (1994) y Araya *et al.* (1993), los más satisfactorios en orden decreciente.

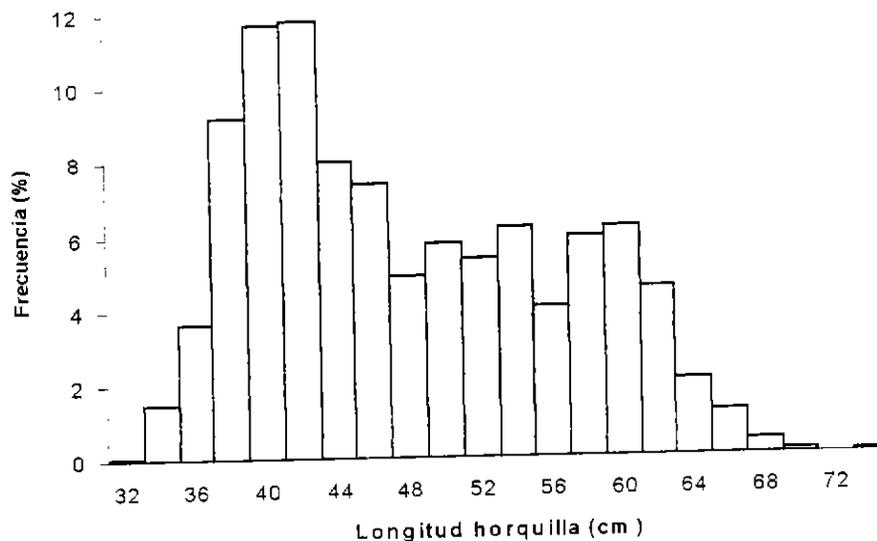


Gráfico 6. Distribución de frecuencia de tallas de *T. s. murphyi*, obtenidas a partir de la pesca exploratoria realizada por el B/I Academic Knipovich en 1973.

Multiplicando la proporción de cada grupo de edad por el tamaño de muestra ($n=2.725$), se obtiene el número de individuos por edad. El logaritmo de este número graficado versus la edad, genera una disminución cuya pendiente es un estimador de la tasa de mortalidad. El resumen de las distintas tasas de mortalidad se muestra en el **Cuadro 6**, apreciándose en base a los límites de confianza al 95% que no existen diferencias significativas entre las diferentes estimaciones. La estimación más precisa ocurre con los parámetros de Kochkin (1994), mientras que la de menor precisión es la efectuada con los parámetros de Nekrasov (1987).

b) Mortalidad natural a partir de los métodos bioanalógicos

Considerando los parámetros de crecimiento seleccionados para *T. s. murphyi* a partir de la literatura científica en informes finales de proyectos (**Cuadro 7**), la tasa de mortalidad natural

se estimó para cada uno de ellos utilizando métodos empíricos, cuya varianza de cada uno se obtuvo generando valores alternativos e igualmente probables, en base a la distribución de error de los parámetros de crecimiento y de los coeficientes de los modelos empíricos. Los resultados se presentan en la Cuadro 6, según los modelos empíricos de Pauly (1980), Rickter y Efanov (1976) y Alverson y Cartney (1975).

El coeficiente de variación de los valores de M para *T. s. murphyi* obtenidas con el método de Pauly (1980) fluctúa entre 35% y 54%, siendo más preciso el método de Rickther y Efanov (1976) con coeficientes de variación que fluctúan entre 15% y 33%. El método de Alverson y Cartney (1975) presenta coeficientes de variación entre 30% y 41%.

Los límites de confianza de 95% indican que las estimaciones de mortalidad natural con el modelo empírico de Pauly (1980) y Rickther y Efanov (1976) no son estadísticamente diferentes entre los distintos parámetros de crecimiento utilizados. Solamente en las estimaciones de M con el método de Alverson y Cartney (1975) ocurren algunas diferencias significativas que dependen de los parámetros de crecimiento utilizados, tal es el caso de la estimación de M con los parámetros de Gili *et al.* (1995a) respecto de los parámetros de Araya *et al.* (1993) y los parámetros obtenidos en el FIP 95-10, según la edad estimada con el peso del otolito.

Cuadro 6: Valores de mortalidad natural, coeficiente de variación y varianza de M , según diferentes enfoques metodológicos y en base a diferentes fuentes de datos.

Autor	Pauly (1980)			Rickther & Efanov			Alverson & Carney			Rickter (1975)		
	M	CV	VAR	M	CV	VAR	M	CV	VAR	M	CV	VAR
Abramov & Kotlyar (1980)	0.22	0.43	0.0089	0.67	0.16	0.0115	0.20	0.30	0.0036			
Nekrasov (1982)	0.21	0.42	0.0078	0.62	0.15	0.0086	0.19	0.30	0.0032			
Nekrasov (1987)	0.16	0.54	0.0075	0.56	0.33	0.0342	0.14	0.41	0.0033	0.18	0.41	0.0055
Kochkin (1984)	0.25	0.42	0.0110	0.55	0.16	0.0077	0.28	0.33	0.0085	0.22	0.24	0.0027
Araya <i>et al.</i> (1993)	0.31	0.41	0.0162	0.61	0.15	0.0084	0.45	0.36	0.0262	0.35	0.28	0.0098
Shcherbithch (1991)	0.26	0.42	0.0119	0.52	0.17	0.0078	0.36	0.38	0.0177	0.26	0.40	0.0110
Nosov <i>et al.</i> (1987)	0.19	0.43	0.0067	0.47	0.17	0.0064	0.19	0.32	0.0037			
FIP 95-10 (1997)	0.39	0.35	0.0186	0.64	0.16	0.0105	0.47	0.30	0.0199			
Gili <i>et al.</i> (1994)	0.18	0.43	0.0060	0.51	0.16	0.0067	0.16	0.31	0.0025			
Gili <i>et al.</i> (1996)	0.22	0.42	0.0085	0.56	0.16	0.0080	0.20	0.30	0.0036			

Cuadro 7: Selección de los parámetros de crecimiento de *T. s. murphyi* a partir de estudios de edad y crecimiento disponibles en la literatura.

En paréntesis se indica el error estándar. (*) parámetros comunicados por los autores sobre la base de 1137 observ.

Autor	L_{∞} (cm)	K (año ⁻¹)	T_0 (año)	ϕ'
Abramov & Kotlyar (1980)	72.0 (2.661)	0.0094 (0.009)	-2.201 (0.275)	2.687
Nekrasov (1982)	74.3 (1.475)	0.087 (0.005)	-2.206 (0.173)	2.681
Nekrasov (1987)	96.0 (23.429)	0.060 (0.022)	-2.617 (0.444)	2.743
Nosov <i>et al.</i> (1989)	77.8 (0.144)	0.077 (0.00031)	-1.613 (0.00985)	2.668
Kochkin (1994)	74.2 (0.374)	0.111 (0.00109)	-0.809 (0.01332)	2.786
Gili <i>et al.</i> (1995) enteros (*)	79.8 (0.312)	0.086 (0.00049)	-2.369 (0.01456)	2.637
Gili <i>et al.</i> (1995) cortes (*)	70.7 (0.149)	0.088 (0.000404)	-2.107 (0.01023)	2.644
Araya <i>et al.</i> (1993)	73.68 (fijo)	0.157 (0.006)	0.086 (0.1446)	2.942
Shcherbich (1991)	79.5 (4.599)	0.122 (0.014)	-0.033 (0.139)	2.887
Promedio	77.55	0.098	-1.585	2.741
Desviación estándar	7.614	0.028	1.071	0.109
Coefficiente de variación (%)	9.818	29.068	-67.568	3.992

c) Mortalidad natural de compromiso

Dado el amplio espectro de valores de M obtenidos al considerar diferentes enfoques metodológicos y fuente de datos de varios autores (distribuciones de frecuencia de tallas y parámetros de crecimiento), se consideró determinar un valor de M de compromiso. Este valor se generó mediante la ecuación propuesta por Hilborn y Walters (1992). Esta fórmula plantea un promedio aritmético de los valores de M , otorgándole mayor importancia a los estimados de M con una varianza pequeña (Gráfico 7).

Los resultados de este cálculo entregan un valor de compromiso para M de 0,2903. El valor fue aproximado a 0,3, en consideración a los altos valores de M calculados mediante el procedimiento de Rickther y Efanov (1976), producto de que es posible que el jurel alcanza la edad de primera madurez sexual a una edad más temprana. En los restantes análisis, tanto en la estimación de la mortalidad por pesca, abundancias y biomásas del stock tras la aplicación de Análisis Secuencial de Poblaciones (con ADAPT) y en la evaluación de los modelos bio-económicos, se utilizó el valor de M igual a 0,3 año⁻¹.

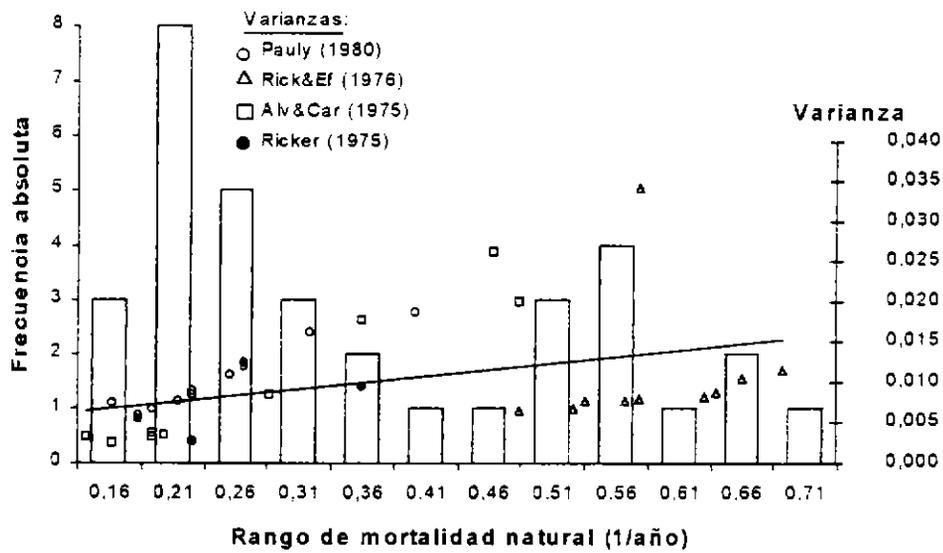


Gráfico 7. Frecuencia de los valores de mortalidad natural de *Trachurus s. murphyi* y varianzas asociada a cada uno de los estimados, según los diferentes enfoques metodológicos utilizados.

6.1.3. Abundancia, biomasa del stock y mortalidad por pesca

La abundancia del stock 2+, que corresponde a individuos de 2 años de edad y más viejos, se incrementó sostenidamente desde 1985 hasta 1988, alcanzando a más de 80 mil millones de individuos. Posteriormente, la abundancia declinó hasta 1991, año en que se registró una abundancia de 55 mil millones de individuos. Desde 1992 hasta 1995, la abundancia de jurel experimentó un nuevo aumento manteniéndose a niveles superiores a los 60 mil millones de individuos (Cuadro 8 y Figura 11).

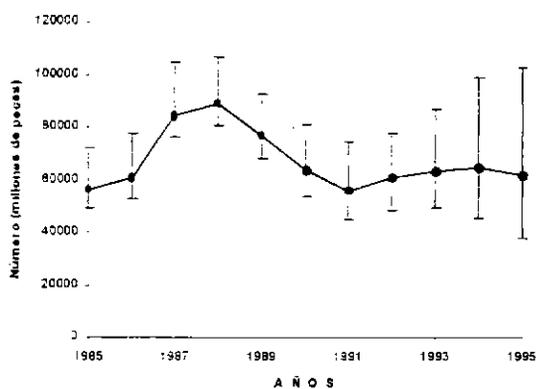
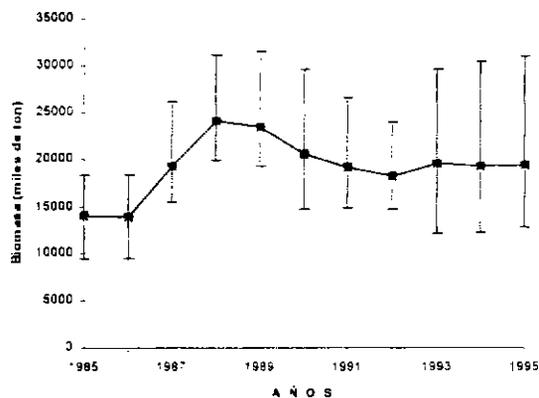
Cuadro 8: Número de peces (en miles) en el stock de jurel, por edad y año. Período 1985-1995

Edad	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2	22769963	24814491	43634751	32456284	18769953	13559283	14714279	25541975	23565008	23837079	19368780
3	15451356	16843121	18227667	30586572	22468323	13785284	10019393	10327432	18655384	16852219	17594802
4	13295575	10711868	12417213	12839016	19863335	15548413	9787412	7085665	6423886	12293803	11949386
5	3026659	6479342	7185685	8645797	9298999	11681149	10590878	6627095	4875823	3303403	7344868
6	1018375	1198465	1997748	2642686	4450914	5785103	6013985	7210580	4700397	3109500	1651565
7	376354	570381	377600	1013385	1284140	2006697	3017515	2221208	3448901	2416640	1772854
8	126450	173694	245814	171088	554286	646728	816266	1253326	707862	1709971	798077
9	26813	59048	75473	107798	81396	306478	361079	189351	640423	493023	777460
10	20739	7152	30657	36605	46671	40785	172312	174392	40479	364229	202444
11	6233	1942	1791	2273	25823	32948	16612	78840	70251	1995	24277
12	4086	1414	745	449	1195	14990	16606	6182	4465	56308	2998
Total	56122603	60860918	84195144	88501953	76865035	63407858	55526337	60716046	63132899	64438170	61487511
L.Inf.(2.5%)	49159765	52466122	76206366	80423012	68082177	53639278	44653230	48284219	49167453	45146086	37574082
L.Sup.(97.5%)	72032603	77380918	104379144	106572044	92715103	80869150	74356410	77498046	86932048	98885281	102573352
Adultos	25622876	27623453	31445815	40751934	46849726	42940943	35785756	30004173	30226076	32118674	33536827

La biomasa de la fracción 2+ de jurel se incrementó sostenidamente desde 1985 hasta 1988, alcanzando en éste último año 24 millones de toneladas (Cuadro 9 y Gráfico 9). Posteriormente y hasta 1992 los niveles de biomasa decrecen lentamente para luego incrementarse durante el período 1993-1995, años en los que las biomásas registradas fueron de 19 millones de toneladas

Cuadro 9: Biomasa (ton) de jurel (ambos sexos), por edad y año. Período 1985-1995

Edad	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2	3711504	3191144	6239769	6205642	3316651	1208132	2079128	4165896	4307683	2917658	3544487
3	3563083	3572426	3849683	7145023	5536625	3407722	2228313	2537450	4154554	3046881	3724820
4	4352971	3296042	4204468	4189371	6382090	5477706	3485085	2338269	2125664	4407328	3982730
5	1328098	2622838	3181821	3955452	4123176	5032239	4639864	2856941	2220450	1655005	3463105
6	579761	634108	1135720	1536722	2500078	3176022	3181999	3637017	2782165	2077457	1031402
7	280911	377991	270248	730245	905961	1395256	2147565	1366487	2539771	2074444	1391159
8	113021	144114	217570	147341	481453	521069	690888	914677	626476	1832405	755619
9	31066	58263	81450	107065	90146	307581	399389	160058	662518	644233	860648
10	27355	9465	38045	42352	56136	49688	221076	167504	47862	568999	255626
11	10207	2559	2818	3160	32421	45353	25647	84666	93209	3664	34274
12	8255	2210	1185	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	14006231	13911159	19222779	24062373	23424736	20620769	19108955	18228965	19560351	19228075	19043871
L.inf. (2,5%)	9400857	9401010	15446229	19945107	19207001	14678146	14821080	14650622	12137862	12223029	12755270
L.Sup. (97,5%)	18367857	18368363	26154229	31115107	31513001	29572230	26557080	23979622	29566186	30454192	30903886
Adultos	8505628	8931349	11057235	14285797	17338585	17708556	15915512	12794244	13168501	14786545	13945281

**Gráfico 8.** Abundancia (millones de peces) de jurel por año, límite inferior (2,5%) y límite superior (97,5%). Período 1985-1995.**Gráfico 9.** Biomasa (miles de ton) de jurel por año, límite inferior (2,5%) y límite superior (97,5%). Período 1985-1995.

Los resultados de la determinación de la tasa de mortalidad por pesca (F) mediante el Análisis Secuencial de Población, revelan que las mayores mortalidades se registraron durante 1985, 1987 y 1992 para las edades 8 a 11 (Cuadro 10; Gráfico 10). La mortalidad por pesca ejercida para las edades menores a 4 es mínima durante todo el período de estudio, mientras que para los grupos de edad 5 a 7 se mantiene en niveles intermedios. Un análisis de la relación existente entre los mayores valores de F (F_{\max}) y el promedio de F alcanzado en los grupos de edad 4+ (Gráfico 11), muestra que los valores de F promedio exhiben la misma tendencia que los valores de F_{\max} , alcanzando niveles que representan aproximadamente 2/3 de los niveles máximos observados en el período analizado y correspondiendo el máximo valor de F observado, al de la edad 9 en el año 1992.

Cuadro 10: Tasa de mortalidad por pesca de jurel (ambos sexos), por edad y año. Período 1985-1995

Edad	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2	0,001	0,008	0,055	0,067	0,009	0,003	0,054	0,014	0,035	0,004	0,025
3	0,066	0,005	0,05	0,132	0,069	0,043	0,046	0,175	0,117	0,044	0,174
4	0,419	0,099	0,062	0,023	0,231	0,084	0,090	0,074	0,365	0,215	0,423
5	0,626	0,877	0,700	0,364	0,175	0,364	0,084	0,044	0,150	0,393	0,382
6	0,28	0,855	0,379	0,422	0,497	0,351	0,696	0,437	0,365	0,262	0,453
7	0,473	0,542	0,492	0,303	0,386	0,600	0,579	0,844	0,402	0,808	0,412
8	0,462	0,534	0,524	0,443	0,293	0,283	1,161	0,371	0,062	0,488	0,875
9	1,022	0,355	0,424	0,537	0,391	0,276	0,428	3,546	0,264	0,590	0,424
10	2,068	1,084	2,302	0,049	0,048	0,598	0,482	0,286	0,407	0,106	0,263
11	1,184	0,658	1,083	0,343	0,244	0,385	0,688	1,396	0,244	0,393	0,511
F_{\max}	2,068	1,084	2,302	0,537	0,497	0,600	1,161	3,546	0,407	0,808	0,875
$F_{4-11, \text{prom}}$	0,817	0,626	0,746	0,311	0,283	0,368	0,526	0,875	0,282	0,407	0,468
L.I.-2,5%	0,016	0,006	0,051	0,029	0,018	0,012	0,048	0,021	0,041	0,013	0,059
L.S.-97,5%	1,869	1,037	2,028	0,516	0,473	0,600	1,056	3,062	0,406	0,759	0,793
D.S.-(F4-11)	0,594	0,315	0,692	0,184	0,141	0,171	0,350	1,167	0,126	0,224	0,179

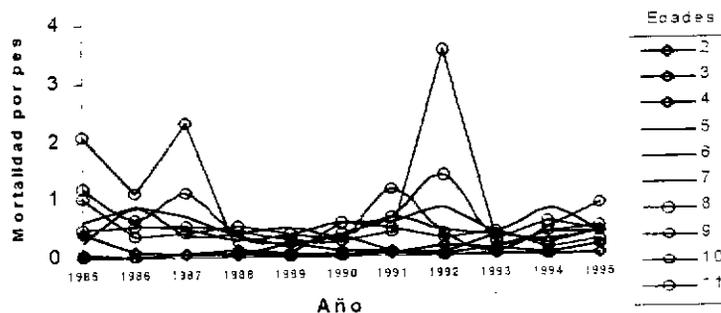


Gráfico 10. Resultados de mortalidad por pesca por edad, entre 1985 y 1995, del análisis secuencial de la población.

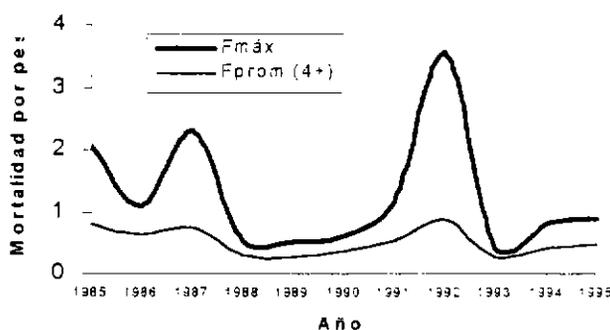


Gráfico 11. Tasa de mortalidad por pesca máxima y de la edad 4+, para el período 1985-1995.

6.1.4. Variabilidad en el reclutamiento anual

En el Cuadro 11 se presentan los estimados de reclutamiento (individuos de la edad 2 y una fracción de edad 3) para los años 1985 a 1995, como resultado del Análisis Secuencial de Poblaciones. Se puede observar que en esta parte de la serie de reclutamiento, en 1987 se registró un reclutamiento superior a 40 mil millones de individuos, para luego declinar a niveles bajo 15 mil millones de individuos en 1990-1991 y después aumentar a valores cercanos a los 20 mil millones de individuos (Gráfico 12). La menor variabilidad en las estimaciones del número de reclutas se produjo en 1985, 1991 y 1992, mientras que las estimaciones de los años 1993, 1994 y 1995, son las que presentan mayor variabilidad (Cuadro 11 y Gráfico 12).

Cuadro 11: Variabilidad en el reclutamiento anual de jurel (Período 1985-1995)

Año	Reclutas (mill.)	Mediana (mill.)	Límite inferior (2,5%)	Límite superior (97,5%)	D.E.	C.V. (%)
1985	22770	22750	15267	36545	1133	22,2
1986	24814	24820	17099	40288	2935	30,1
1987	43635	43495	31201	68031	11882	25,6
1988	32456	31575	17956	57945	10868	28,4
1989	18770	17529	8352	43644	10734	32,1
1990	13560	13486	5788	31127	13655	32,5
1991	14714	15118	9249	24208	4002	25,4
1992	25542	24690	19099	35197	6977	25,3
1993	23565	24232	8541	77704	27481	64,0
1994	23837	23803	9269	76953	21156	58,8
1995	19369	22474	10000	92906	31383	62,5
MEDIA	23912	21998	12651	48720	11850	36,8

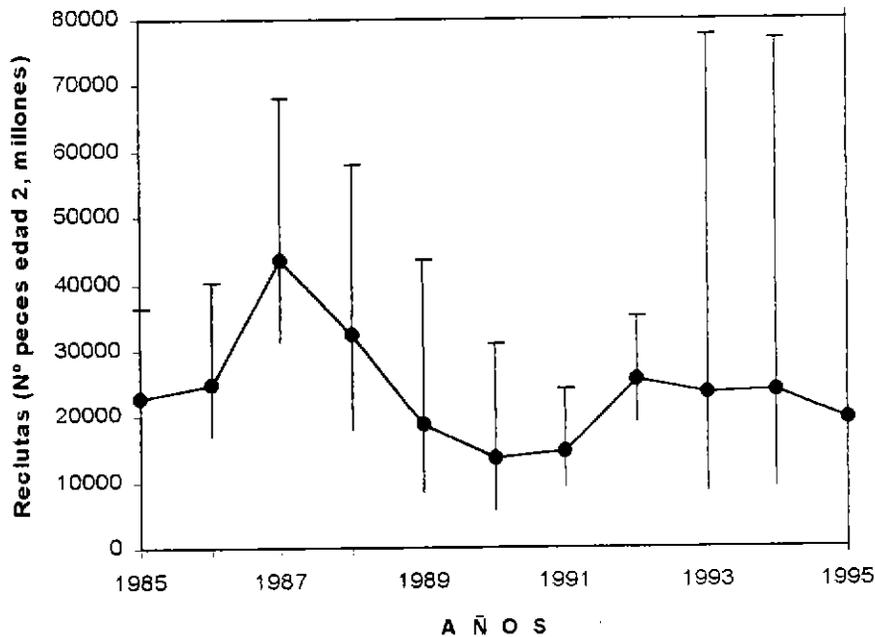


Gráfico 12. Reclutamiento anual de *T. s. murphyi* (período 1984-1995).

6.1.5. Capturas, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo

Se presentan los resultados de la estandarización del esfuerzo y CPUE realizada para el período 1987-1996. La distribución mensual de las capturas, viajes con pesca y rendimiento nominal en la zona centro-sur muestra una fuerte tendencia estacional, observándose altos niveles de captura, esfuerzo y rendimiento, durante los meses de marzo a agosto a lo largo de toda a serie (Gráfico 13). A partir de 1991 se visualiza un importante incremento del rendimiento nominal (c.p.u.e) debido a una disminución de los viajes con pesca y a un aumento en los niveles de captura, producto del ingreso de embarcaciones de mayor calado y mayor autonomía.

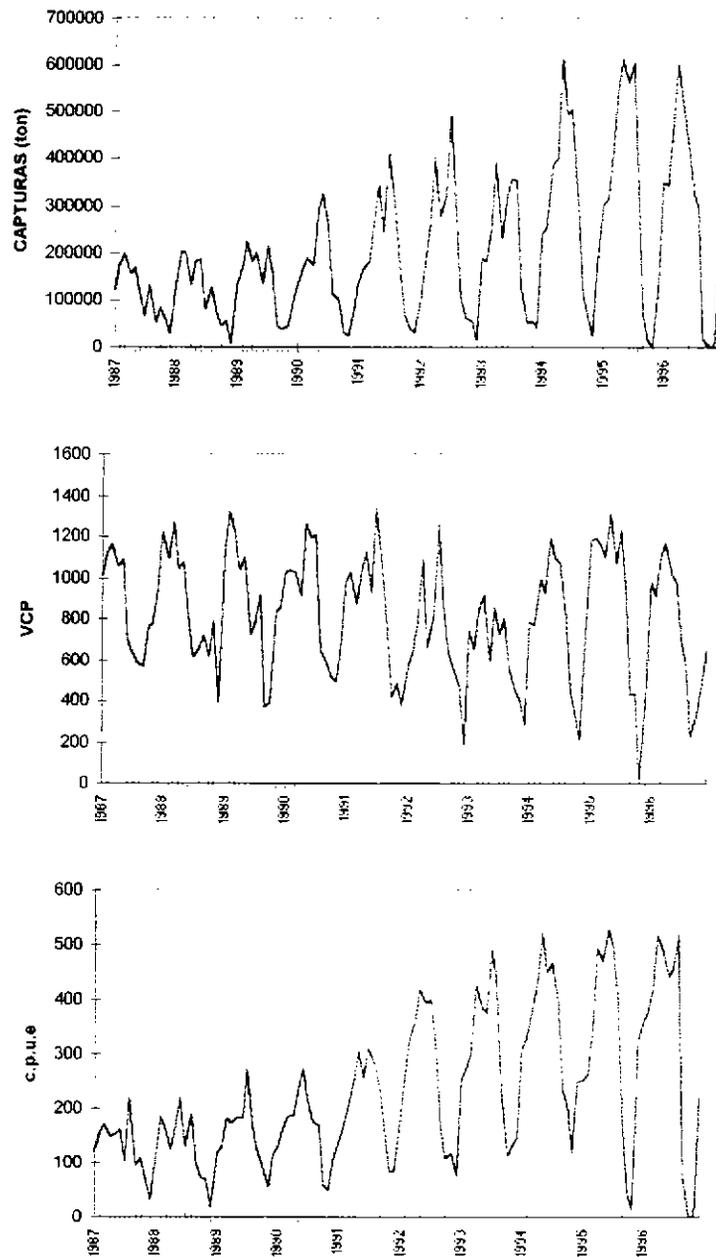


Gráfico 13. Distribución mensual de las capturas, esfuerzo (VCP) y rendimiento de pesca nominal para el recurso jurel en la zona centro-sur entre 1987 y 1996.

6.1.6. Estandarización del esfuerzo de pesca

Elección del barco estándar

Se consideró como embarcación patrón o estándar una nave de 500 m³ de capacidad de bodega, debido a que esta categoría de barco registra constancia en la operación durante el período analizado y presenta a lo largo de toda la serie una cobertura espacio-temporal adecuada del área de pesca. Para evitar sesgos en la elección del barco patrón se optó por generar una embarcación virtual de 500 m³ de capacidad de bodega; las demás características físicas de esta embarcación fueron determinadas mediante las relaciones señaladas en la Gráfico 14.

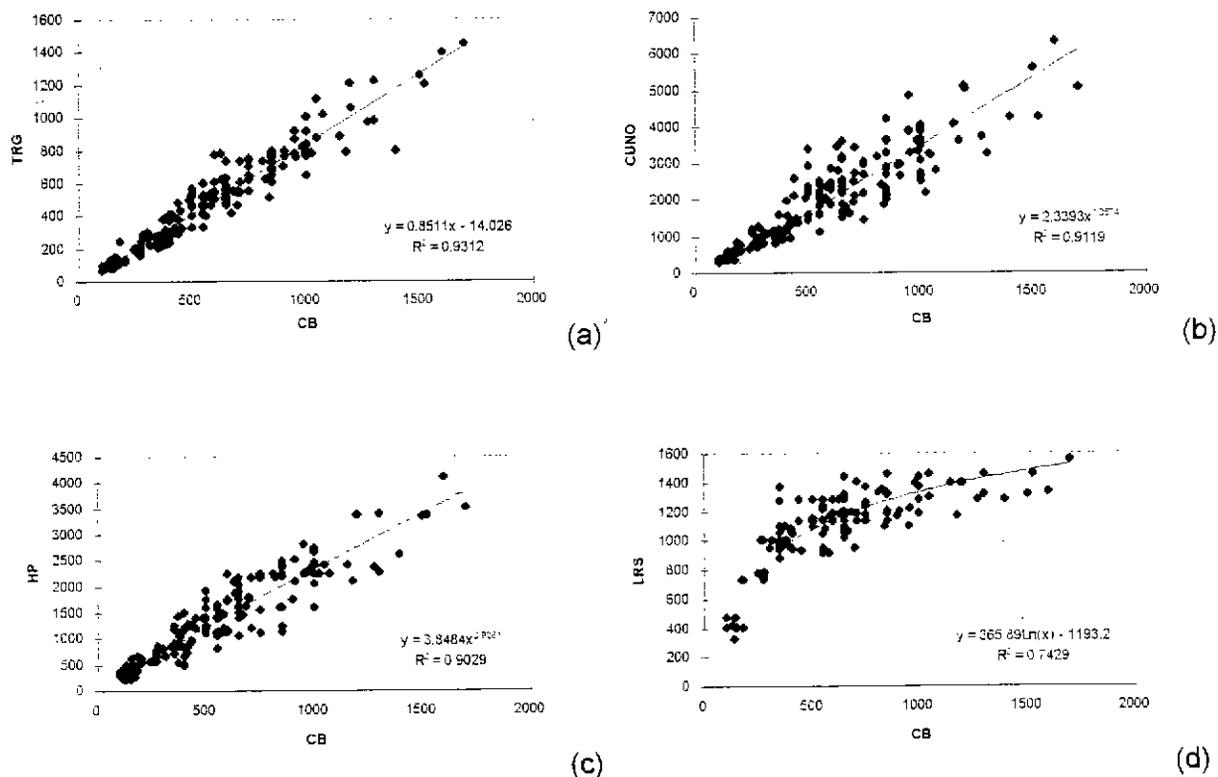


Gráfico 14. Principales relaciones entre las características físicas de las embarcaciones de cerco de la zona centro-sur.

- (a) Capacidad de bodega vs Toneladas de Registro Grueso, (b) Capacidad de bodega vs número cúbico, (c) Capacidad de bodega vs potencia de motor, (d) Capacidad de bodega vs longitud de relinga superior.

Análisis de Componentes Principales

Los resultados de un Análisis de Componentes Principales (ACP) realizado sobre cinco características físicas para el total de las embarcaciones con desembarques de jurel en la zona centro-sur entre 1987 y 1996, más la embarcación estándar, revelan que la Primera Componente Principal (CP1) explica más del 91% de la varianza. Los componentes de carga muestran altas correlaciones positivas con la primera componente principal (CP1) para todas las variables, lo que indica que CP1 es una componente que describe el tamaño de la embarcación y confirma el uso de esta función multivariada como parte de la determinación del poder de pesca (**Cuadro 12**).

Cuadro 12: Componentes de Carga resultado de un ACP realizado sobre cinco características físicas de las embarcaciones de cerco de la zona centro-sur;
C_{pi}=i-ésima Componente Principal; V.E%=Porcentaje de varianza explicada por componente

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
CB	0,973	0,078	0,116	-0,163	0,079
TRG	0,985	0,097	0,034	-0,061	-0,129
CUNO	0,957	0,126	-0,261	0,015	0,029
HP	0,966	0,104	0,123	0,203	0,023
LRS	0,900	-0,436	-0,017	0,010	-0,000
V.E%	91,481	4,645	1,958	1,433	0,483

Poder de pesca

Previo al análisis de los modelos propuestos en la sección 5.1.5. se realizaron pruebas exploratorias que lograron identificar un total de 60 puntos atípicos dentro del total de la serie analizada, los que fueron descartados del análisis final representando una remoción del 2,5% de la información disponible para el análisis ($n_{total}=2.425$).

Los resultados de la evaluación *stepwise* del modelo aditivo logaritmizado descrito en la sección 5.1.5. , utilizando como variable dependiente los desembarques de jurel en la VIII Región y 12 variables explicatorias (**Cuadro 12**) revelan que al incluir todas las variables en el modelo, 7 resultan estadísticamente significativas con un criterio de remoción $\alpha=0,05$. El

modelo presenta un alto coeficiente de determinación ($r^2=0,95$; $n=2.365$) y queda expresado según:

$$\ln C = 3,451 + 1,08 \ln a - 0,696b - 0,167e + 0,668bc + 1,869be + 0,199bcd - 0,16bcde \quad (82)$$

donde la simbología se muestra en el **Cuadro 13** y el parámetro c representa la "fase" que subdivide la serie en: fase 1, que va desde 1987 a 1990 y fase 2 desde 1991 en adelante y da cuenta del crecimiento de la flota industrial a partir de este último año.

Cuadro 13: Parámetros de entrada y simbología utilizada en modelos para la evaluación de las capturas y cpue en la VIII Región entre 1987-1995

Variable Dependiente		
$\ln(\text{Captura})$	$\ln(\text{c.p.u.e})$	
Variables explicatorias		Simbología
constante	constante	
$\ln(\text{VCP})$		a
$\ln(\text{CP1})$	$\ln(\text{CP1})$	b
$\ln(\text{FASE})^1$	$\ln(\text{FASE})^1$	c
$\ln(\text{AÑO})$	$\ln(\text{AÑO})$	d
$\ln(\text{ESTAC})$	$\ln(\text{ESTAC})$	e
$\ln(\text{CP1}) * \ln(\text{FASE})$	$\ln(\text{CP1}) * \ln(\text{FASE})$	
$\ln(\text{CP1}) * \ln(\text{AÑO})$	$\ln(\text{CP1}) * \ln(\text{AÑO})$	
$\ln(\text{CP1}) * \ln(\text{ESTAC})$	$\ln(\text{CP1}) * \ln(\text{ESTAC})$	
$\ln(\text{CP1}) * \ln(\text{FASE}) * \ln(\text{AÑO})$	$\ln(\text{CP1}) * \ln(\text{FASE}) * \ln(\text{AÑO})$	
$\ln(\text{CP1}) * \ln(\text{FASE}) * \ln(\text{ESTAC})$	$\ln(\text{CP1}) * \ln(\text{FASE}) * \ln(\text{ESTAC})$	
$\ln(\text{CP1}) * \ln(\text{AÑO}) * \ln(\text{ESTAC})$	$\ln(\text{CP1}) * \ln(\text{AÑO}) * \ln(\text{ESTAC})$	
$\ln(\text{CP1}) * \ln(\text{FASE}) * \ln(\text{AÑO}) * \ln(\text{ESTAC})$	$\ln(\text{CP1}) * \ln(\text{FASE}) * \ln(\text{AÑO}) * \ln(\text{ESTAC})$	

1=**fase1**: 1987-1990/ **fase2**: 1991-1995.

La evaluación stepwise del modelo propuesto en la ecuación 17 para el rendimiento de pesca nominal revela que sólo 4 de las 11 variables explicatorias de entrada resultan significativas en la regresión. El modelo presenta un coeficiente de determinación significativo ($r^2=0,83$; $n=2.365$) y una autocorrelación de primer orden muy baja ($r=0,067$), quedando expresado según:

$$\ln R = \frac{\ln C}{\ln \text{VCP}} = 3,725 - 0,402 \ln \text{CP1} - 0,270 \ln \text{fase} + 0,976 \ln \text{CP1} \ln \text{fase} + 1,461 \ln \text{CP1} \ln \text{estac} \quad (83)$$

Un posterior análisis de residuos revela que no existe heterocedasticidad aparente en la estimación del rendimiento (**Gráfico 15**).

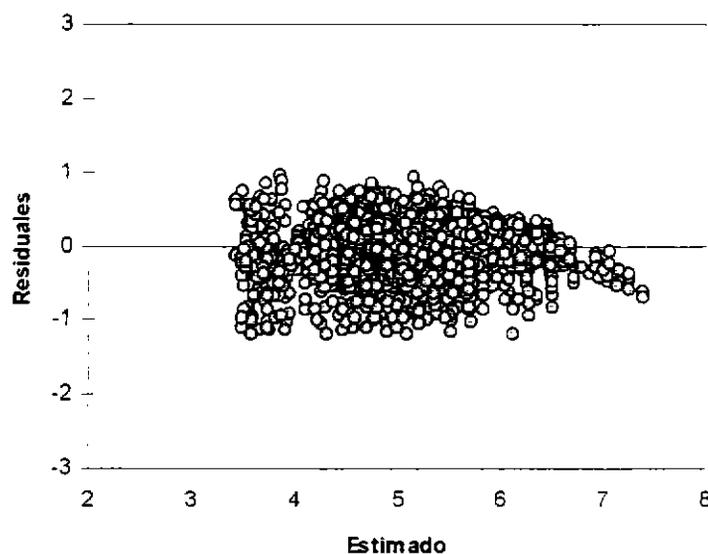


Gráfico 15. Resultado del análisis de residuos para el modelo de rendimiento.

De esta manera se define el poder de pesca relativo como la razón entre el rendimiento de pesca de la embarcación i y el rendimiento de la embarcación estándar. La función revela que el PPR_i varía según la estación del año y según la fase de desarrollo de la pesquería, según:

$$PPR_i = \frac{R_i}{R_s} = \frac{\exp(-0.402 \ln CP1_i + 0.976 \ln CP1_i \ln fase + 1.461 \ln CP1_i \ln est)}{\exp(-0.402 \ln CP1_s + 0.976 \ln CP1_s \ln fase + 1.461 \ln CP1_s \ln est)} \quad (84)$$

Al estandarizar el esfuerzo y rendimiento de pesca, mediante la función anterior, se observa un incremento significativo en los viajes con pesca estandarizados a lo largo de la serie (**Gráfico 16**). Lo anterior se debe a un importante aumento en la capacidad de bodega movilizada por la flota durante la serie temporal analizada. El rendimiento de pesca estandarizado tiende a mantenerse entre 1987 y 1991, aumentando levemente en 1992 y disminuyendo hacia 1995.

Finalmente, los resultados obtenidos revelan que la metodología aplicada en la estandarización del esfuerzo y rendimiento de pesca, mediante modelos de regresión múltiple incluyendo componentes multivariadas (CP1), permite un correcto entendimiento de la dinámica de la flota cerquera de la zona centro-sur. Además, explican que el aumento en los niveles de capturas durante el periodo estudiado se debe principalmente a un incremento en el esfuerzo estandarizado a través de las características físicas de las embarcaciones.

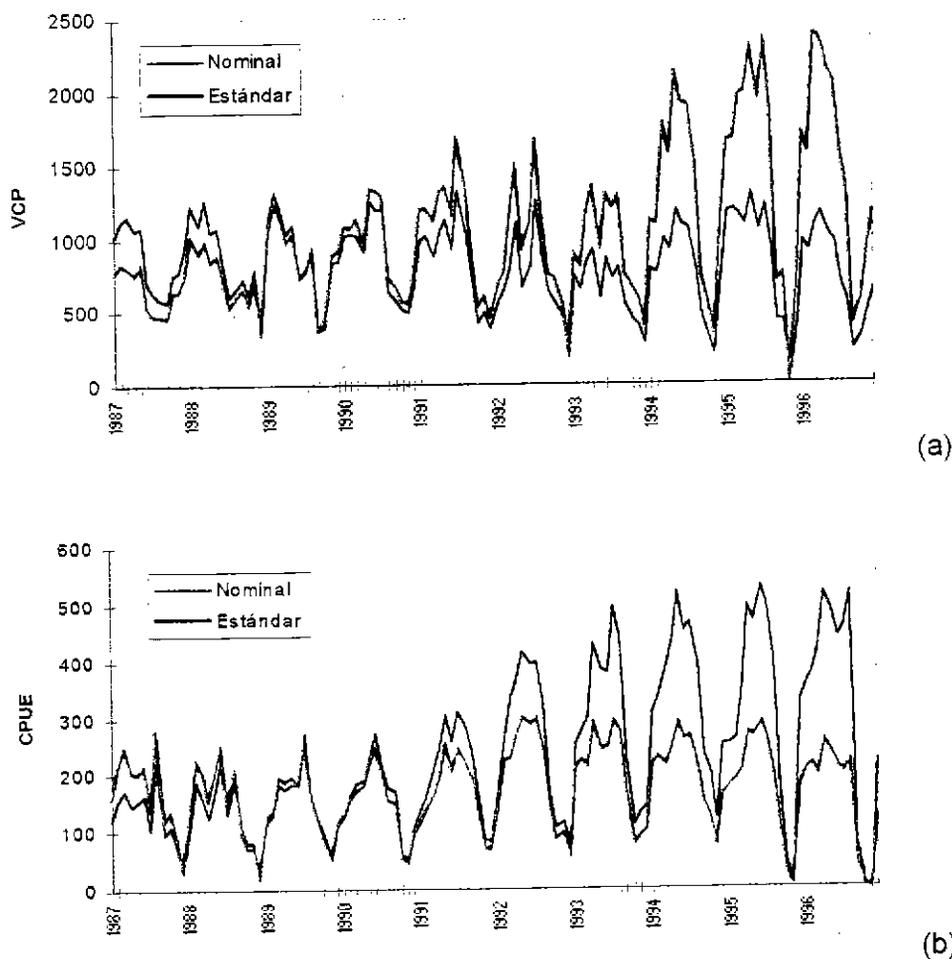


Gráfico 16. Distribución mensual del (a) esfuerzo y (b) CPUE nominal y estandarizado de la flota industrial de cerco aplicado al recurso jurel en la zona centro-sur.

6.1.7. Captura en número de individuos

La distribución de capturas de jurel estimadas por edad entre 1985 y 1995 revela un marcado predominio de las edades 3 a 6 durante todo el periodo de estudio (**Cuadro 14**). Los aportes

más importantes en el número de individuos de 3 años de edad fueron en 1988 y 1989, y desde el año 1992; esto, producto de los fuertes reclutamientos observados en los años 1987-1988, y la mantención de niveles altos de reclutamiento en los años 1992-1993 y 1995. Durante el periodo 1989 a 1995, es posible observar un mayor número de ejemplares de las edades 5 a 7.

El desembarque total en número de jurel muestra fluctuaciones anuales sin tendencia definida, con máximos en 1988 y 1995, y mínimos en 1985 - 1986. 1992 y 1994.

Cuadro 14: Capturas estimadas (miles de individuos) de jurel, por edad y año. Período 1985-1995

Edad	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2	29485	181219	2030636	1817496	139787	29822	669335	310990	706366	74808	414600
3	858315	70538	775764	3271120	1298282	496133	393329	1437008	1785338	624650	2440592
4	3971443	876654	646023	247813	3558604	1084113	728871	436221	1712895	2066583	3598409
5	1236174	3338911	3180501	2299501	1292820	3106269	742488	244088	588321	936994	2034053
6	216136	607646	549269	793824	1523746	1491913	2650416	2231491	1253907	622971	526062
7	124032	208889	128254	230832	358627	793402	1161825	1116312	995352	1180295	522940
8	40849	62869	87787	53470	122343	138617	498197	339052	36662	577584	410915
9	15198	15397	22754	39221	22980	64268	109733	170849	129372	192641	234363
10	16416	4199	25111	1511	1899	16099	57608	37782	1181	31635	40685
11	3845	822	1051	575	4858	9187	7264	52986	18269	566	84965
Total	6511893	5367144	7447150	8755363	8323946	7229823	7019066	6376779	7227663	6308727	10307584

Talla promedio en las capturas

En el presente informe se presenta la estimación de tallas promedio realizadas entre 1991 y 1996.

Los resultados de la estimación de las tallas promedio en las capturas de jurel entre 1991 y 1996 muestran que, en términos generales, no existen diferencias en la distribución de tamaños medios entre machos y hembras (**Cuadros 15, 16 y 17**). La evolución anual de la talla promedio en las capturas de jurel muestra una tendencia decreciente durante el periodo analizado, con mínimos en 1993 y 1995 (**Gráfico 17**).

Cuadro 15: Talla promedio (LH, cm) en las capturas de jurel (machos), por mes y año. Período 1991-1996

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1991								39,0	36,9	35,0	35,5	42,2
1992	39,0	40,7	38,8	36,1	34,2	35,6	37,0	36,6	38,1	36,3	39,0	41,1
1993	33,0	34,9	33,2	32,4	31,0	34,1	33,9	36,3	34,1	34,5	32,7	38,3
1994	38,5	32,8	40,7	35,2	33,8	35,7	39,4	39,4	39,4*	36,1	29,9	30,2
1995	32,8	30,2	30,1	30,7	31,0	30,6	37,2	38,1	32,8	37,7	35,3	30,2
1996	29,2	32,5	33,3	30,0	32,9	32,0	33,4	33,0	45,2	43,5	30,9	30,9

Cuadro 16: Talla promedio (LH, cm) en las capturas de jurel (hembras), por mes y año. Período 1991-1996

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1991								37,4	36,1	35,0	35,3	39,7
1992	37,3	39,0	37,5	36,5	34,8	35,7	36,5	35,8	37,3	35,8	38,0	39,6
1993	32,7	34,3	32,6	32,4	31,1	33,5	33,4	35,8	33,7	34,2	32,4	37,9
1994	37,4	32,4	39,6	34,8	33,7	35,7	38,4	38,6	38,6*	35,8	29,8	29,8
1995	31,7	30,1	30,6	30,8	30,9	31,0	36,8	37,7	33,5	37,4	35,0	30,0
1996	29,6	32,8	33,4	30,9	33,0	32,8	33,6	32,9	42,8	41,5	32,4	32,4

Cuadro 17: Talla promedio (LH, cm) en las capturas de jurel (ambos sexos), por mes y año. Período 1991-1996

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1991								38,3	36,5	35,0	35,4	41,1
1992	38,3	40,0	38,2	35,9	34,4	35,6	36,7	36,2	37,7	36,1	38,5	40,3
1993	32,9	34,6	32,9	32,4	31,0	33,8	33,7	36,0	33,9	34,4	32,5	38,1
1994	38,0	32,6	40,2	35,0	33,8	35,3	39,0	39,0	39,0*	36,0	29,8	30,0
1995	32,3	29,7	30,3	30,7	30,9	30,8	37,1	37,9	33,0	37,6	35,1	30,1
1996	29,4	32,6	33,1	30,4	32,9	32,4	33,5	32,9	44,3	42,6	31,5	31,5

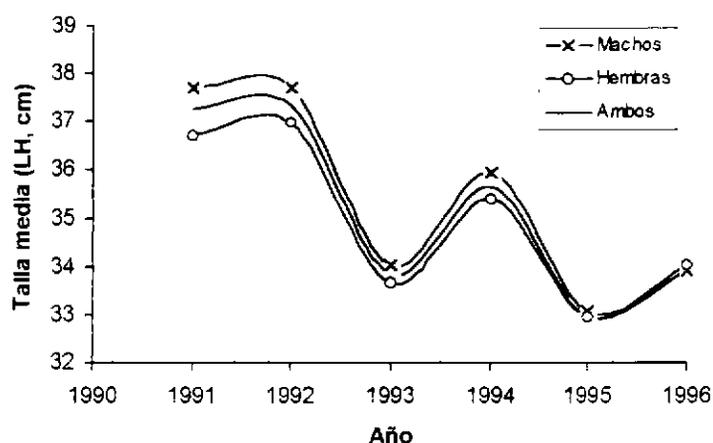


Gráfico 17. Evolución anual de la talla promedio (LH, cm) en las capturas de jurel, por sexo. Período 1991-1996.

El comportamiento estacional de la talla media, sin considerar el año de muestreo, revela que los mayores ejemplares son capturados durante las estaciones de invierno y primavera (julio-diciembre), mientras que los de menor tamaño se capturan entre los meses de abril y junio (**Gráfico 18**). Dicho patrón tiende a repetirse a lo largo de toda la serie analizada, observándose la misma tendencia en la distribución de tallas promedio de machos y hembras (**Gráfico 19**). Un análisis de tendencia realizado mediante una función polinómica de cuarto grado, muestra que entre 1991 y 1995, existe un evidente patrón decreciente en la talla promedio de los individuos capturados, sin embargo, durante 1996 se observa un cambio en la tendencia general, producto del desembarque de ejemplares de 42 a 45 cm de longitud horquilla promedio durante los meses de septiembre y octubre de este año.

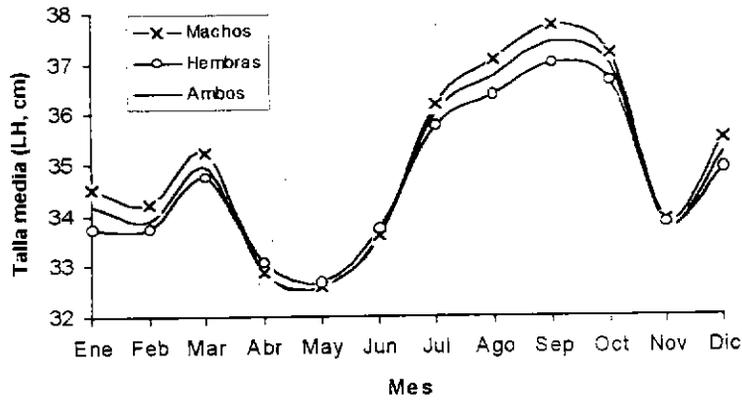


Gráfico 18. Estacionalidad de la talla promedio (LH, cm) en las capturas de jurel, por sexo. Período 1991-1996.

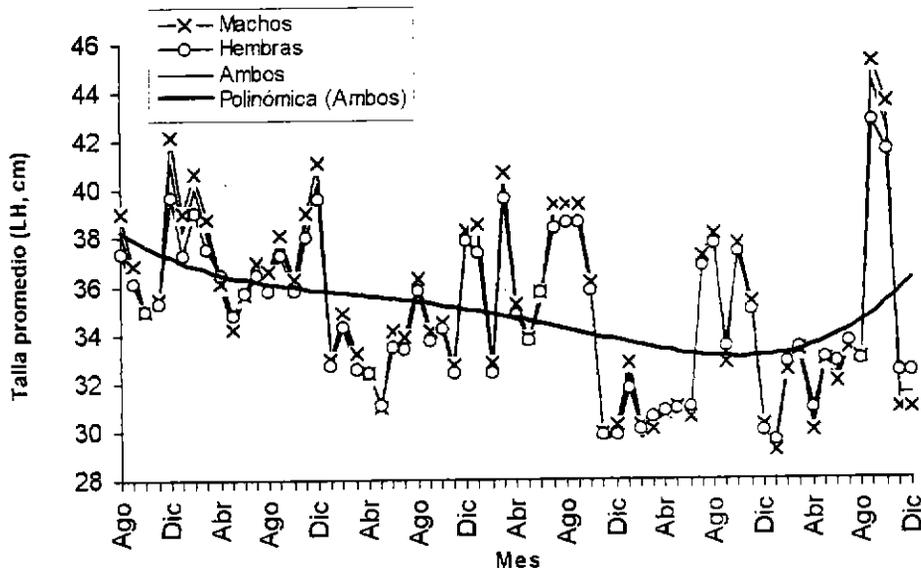


Gráfico 19. Talla media mensual (LH, cm) en las capturas de jurel, por sexo y tendencia ajustada para la talla promedio de ambos sexos. Período: agosto de 1991 a diciembre de 1996.

6.1.8. Indicadores de la variable tecnológica (coeficiente de capturabilidad)

Este parámetro, en la práctica, es el resultado del grado de desarrollo tecnológico de la flota, así como el comportamiento de la misma y el del recurso. Este último factor se consideró constante en el tiempo, es decir, se asume que el recurso no varía su comportamiento o no

muestra algún grado de aprendizaje durante el periodo de análisis y sus estrategias de evasión al arte de pesca se han mantenido constantes. Teniendo en cuenta estas consideraciones, las variaciones del coeficiente de capturabilidad se deben exclusivamente al comportamiento (conductual) de la flota y su grado de tecnología.

El análisis y estimación del coeficiente de capturabilidad para el período 1987-95 fue realizado a partir de los resultados de dos proyectos del fondo de investigación pesquera FIP. Primeramente, el análisis desarrollado en el proyecto FIP 95-09: "Evaluación del stock de jurel a nivel subregional", proyecto que permitió agrupar la información de capturas y actividad tanto de la flota cerquera chilena del norte y centro-sur de Chile así como la actividad de la flota de arrastre de media agua extranjera que operó en el Pacífico Sur. De este modo, los estimados del coeficiente combinan las variaciones en la capturabilidad sobre el recurso por parte de ambas flotas de pesca. La segunda fuente en consideración la constituyen los análisis generados por el proyecto FIP 96-18: "Análisis de captura y esfuerzo de pesca en la pesquería de jurel en la zona centro-sur (V a IX Regiones)". En este caso se estimó el coeficiente de capturabilidad y su variabilidad para los años 1994 y 1995 por medio del método de Collie y Sissenwine (1983) y a partir de los resultados del ASP, por el procedimiento de Laurec-Shepherd. Cabe destacar que los estimados obtenidos mediante estos últimos análisis, son los que posteriormente se utilizaron como base de análisis para la generación de los modelos bioecómicos de la pesquería.

6.1.8.1. Método de la Biomasa media

Al analizar las variaciones interanuales del coeficiente de capturabilidad, determinado a partir de las estimaciones anuales de la biomasa media y el esfuerzo de pesca, para las flotas nacionales y extranjeras agrupadas, se observó que este coeficiente disminuyó drásticamente entre 1987 y 1988 de $9,32 \cdot 10^{-5}$ a $3,54 \cdot 10^{-5}$, manteniéndose relativamente estable a partir de 1989 en un valor que osciló en torno a $2,60 \cdot 10^{-5}$ (Gráfico 20 y Cuadro 18). La excepción la constituye el año 1992, el cual se puede considerar out-layer, puesto que el modelo ADAPT forzó q a un nivel alto para justificar las capturas de la clase de edad 9 de 1992, y la clase de edad 10 de 1993. Al observar la distribución por edades de este coeficiente, la disminución de

q que se observó entre 1987 y 1988 se debió principalmente a la disminución de este parámetro en las edades 10 y 11 (Gráfico 21 y Cuadro 18).

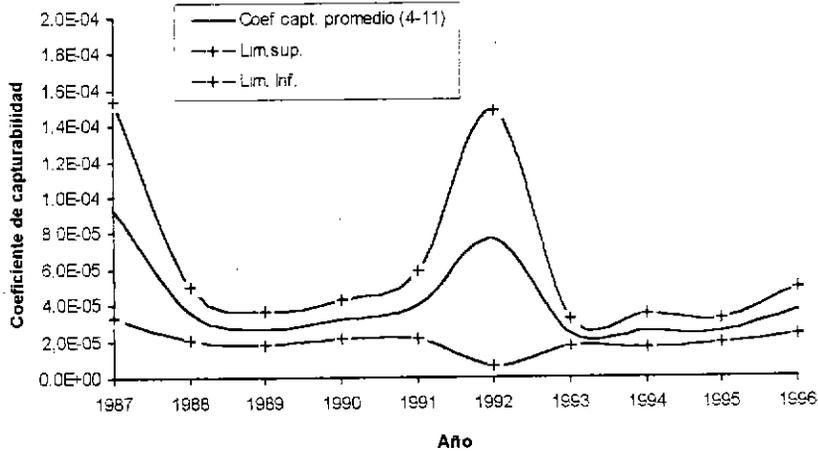


Gráfico 20. Tendencia anual del coeficiente de capturabilidad en la pesquería de jurel. Período 1987-1995.

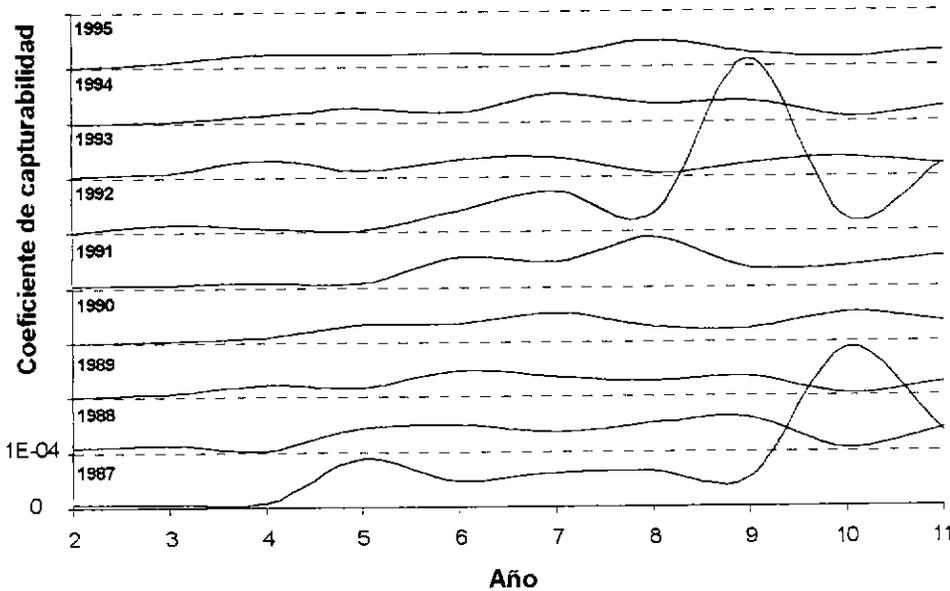


Gráfico 21. Variación del coeficiente de capturabilidad por año y edad, en la pesquería de jurel a nivel subregional.

Cuadro 18: Coeficiente de capturabilidad en la pesquería de jurel. por edad y año. Período 1987-1995

Edad	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
2	6,88E-06	7,64E-06	8,60E-07	2,63E-07	4,17E-06	1,23E-06	3,04E-06	2,50E-07	1,35E-06
3	6,25E-06	1,50E-05	6,59E-06	3,77E-06	3,55E-06	1,54E-05	1,02E-05	2,75E-06	9,43E-06
4	7,75E-06	2,62E-06	2,21E-05	7,36E-06	6,94E-06	6,51E-06	3,17E-05	1,34E-05	2,29E-05
5	8,75E-05	4,15E-05	1,67E-05	3,19E-05	6,48E-06	3,87E-06	1,30E-05	2,45E-05	2,07E-05
6	4,74E-05	4,81E-05	4,75E-05	3,07E-05	5,37E-05	3,84E-05	3,17E-05	1,63E-05	2,45E-05
7	6,15E-05	3,45E-05	3,69E-05	5,26E-05	4,47E-05	7,42E-05	3,49E-05	5,04E-05	2,23E-05
8	6,55E-05	5,05E-05	2,80E-05	2,48E-05	8,95E-05	3,26E-05	5,38E-06	3,05E-05	4,74E-05
9	5,30E-05	6,12E-05	3,74E-05	2,42E-05	3,30E-05	3,12E-04	2,29E-05	3,68E-05	2,30E-05
10	2,88E-04	5,59E-06	4,59E-06	5,24E-05	3,72E-05	2,51E-05	3,53E-05	6,61E-06	1,43E-05
11	1,35E-04	3,91E-05	2,33E-05	3,37E-05	5,31E-05	1,23E-04	2,12E-05	2,45E-05	2,77E-05
Prom (4-11)	9,32E-05	3,54E-05	2,71E-05	3,22E-05	4,06E-05	7,69E-05	2,45E-05	2,54E-05	2,54E-05
Lsup	1,53E-04	4,99E-05	3,64E-05	4,26E-05	5,93E-05	1,48E-04	3,21E-05	3,51E-05	3,21E-05
Linf	3,32E-05	2,09E-05	1,77E-05	2,19E-05	2,19E-05	5,82E-06	1,69E-05	1,57E-05	1,86E-05

6.1.8.2. Estimación de q por medio del método de Collie y Sissenwine

Para la aplicación del método de Collie y Sissenwine (1983), se utilizó el reclutamiento (en peso) estimado partir del Análisis Secuencial de la Población (ASP) y cuyos resultados fueron presentados en secciones previas. El reclutamiento en peso a la edad 2, se dividió por el promedio observado en el período 1983-1995; y de los análisis anteriores relativos a las estimaciones de mortalidad natural M , se consideró pertinente utilizar un valor compromiso de $M = 0,30 \text{ año}^{-1}$. Además, se tuvo en consideración para la aplicación de este método, la evolución de la captura por unidad de esfuerzo, CPUE, estimada a partir de los modelos de estimación del poder de pesca relativo de las embarcaciones y la metodología de estandarización del esfuerzo.

Los resultados obtenidos por este método se presentan en el **Cuadro 19**. Al igualar a cero los errores de medida de la CPUE y del reclutamiento ($w(d_i)=0$ y $w(v_i)=0$), la suma de cuadrados totales (SSQ) alcanza su valor más bajo, lo que implica un mayor efecto del error de observación por sobre los errores de medida de la CPUE y del reclutamiento. Si se considera $w(d_i)=1$, el proceso de ajuste minimiza los errores de medida de la CPUE en forma significativa y la suma de cuadrados totales se incrementa en un 7,21%, mientras que el valor del coeficiente de capturabilidad se incrementa en un 9,04%.

Al considerar los ponderadores de igual varianza para la CPUE y el reclutamiento ($w(vt)=1$), el coeficiente de capturabilidad disminuye su valor de 0,01267 a 0,00547 (**Cuadro 19**). A partir de estos resultados se puede inferir diferencias en el coeficiente de capturabilidad si se considera el efecto de la CPUE y del índice de reclutamiento. Se destaca que cuando se da mayor ponderación a los errores de medida de la CPUE, el coeficiente de capturabilidad no cambia mucho, aspecto que indica la estimación de este parámetro es relativamente insensible a la influencia de los errores de medida de la CPUE.

Cuadro 19: Método de Collie & Sissenwine (1983). Coeficiente de capturabilidad (q) y fuentes de error asociadas con el error de observación ($SS(e_t)$);

error de medida de la CPUE ($SS(d_t)$) y de índice de reclutamiento ($SS(v_t)$) según distintos factores de ponderación $w(x)$

q	SSQ	SS(e_t)	Ponderación	SS(d_t)	SS(v_t)
0.01162	5,1965E-15	5,1965E-15	w(dt)=0; W(vt)=0	2.7453E-03	244,4762
0.01267	5,5715E-15	4,0124E-16	w(dt)=1; W(vt)=0	5.1702E-15	245,7391
0.00547	80,699	0,0006	w(dt)=1; W(vt)=1	24,2481	56,4503
0.01160	121,2055	0,0865	w(dt)=100; w(vt)=0.5	0,0212	237,9967
0.01162	247,4144	1,1088E-07	w(dt)=1000; w(vt)=1	0,0018	245,6153

6.1.8.3. Estimación de q por medio del método de Laurec-Shepherd

El coeficiente de capturabilidad obtenido a partir de los resultados generados por el ASP y mediante el procedimiento de Laurec-Shepherd, se presenta en el **Cuadro 20**. La varianza estimada para este índice se determinó previa transformación de los valores a la forma logarítmica, esto debido a que se supone que los errores de esta variable tienden a distribuirse de forma lognormal.

Cuadro 20: Tasa de mortalidad por pesca aplicada en 1995, coeficiente de capturabilidad promedio por grupos de edad (años 1992-1994), varianza y coeficiente de variación del coeficiente de capturabilidad

Grupos de Edad	Fa,n	qSa	Var(qSa)
2	0,05485	1,7583E-06	1,9976
3	0,33430	1,0716E-05	0,1191
4	0,45117	1,4462E-05	0,2881
5	0,68263	2,1882E-05	0,0806
6	0,99513	3,1899E-05	0,0648
7	0,92611	2,9687E-05	0,1282
8	0,97691	3,1315E-05	0,1965
9	1,18095	3,7856E-05	0,2073
10	1,21416	3,8920E-05	0,1306
11	1,11889	3,5866E-05	0,1074
Promedio 4-11	0,94324	3,0200E-05	0,1504

Los valores más altos en la varianza del coeficiente de capturabilidad, descompuesto por edades, se observan en la edad 2 debido a la incertidumbre de la abundancia de los reclutas en los años más recientes; mientras que este coeficiente muestra las menores varianzas a

partir del grupo de edad 5+, posiblemente debido a que a partir de esas edades, los individuos de jurel tienen aproximadamente la misma probabilidad de ser capturados.

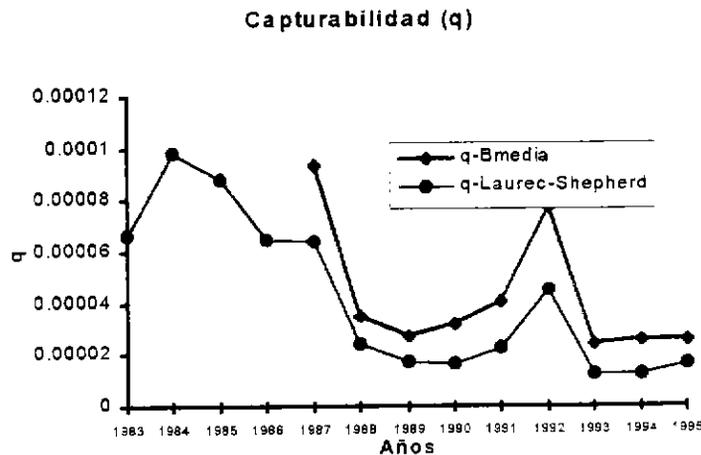


Gráfico 22. Variación interanual en el coeficiente de capturabilidad q , estimado por el método de la biomasa media y por el procedimiento de Laurec-Shepherd.

Se destaca que el coeficiente de capturabilidad estimado con el método de Laurec-Shepherd se basa en un modelo distinto al utilizado en el caso del método de Collie y Sissenwine (1983). En el procedimiento de Laurec-Shepherd, la tasa de mortalidad por pesca está basada en las variaciones en el número de ejemplares estimados a partir del ASP; mientras que en el método de Collie y Sissenwine se basa en las variaciones de la biomasa y la suposición de proporcionalidad entre la CPUE y la biomasa. Al aplicar el método de Laurec-Shepherd para el período 1983-1995, se observa que este coeficiente muestra un patrón interanual similar al del q determinado a partir de las variaciones de la biomasa media pero con valores levemente más bajos.

En conclusión, un valor de compromiso adecuado para este coeficiente, que podría ser representativo de la capturabilidad en los años más recientes (1992-1995), sería el generado por el procedimiento de Biomasa Media para las edades 4 y superiores; es decir, se podría adoptar para la generación de los modelos bioeconómicos de la pesquería un valor cercano a $2,50 E^{-5}$.

6.2. Indicadores de Variables económicas

6.2.1. Aspectos generales: Ingresos, costos y productividad.

La pesquería de jurel entre los años 1988 y 1994 se caracterizará en términos generales en base a tres aspectos:

i) Ingresos y costos. En primer lugar consideremos al valor bruto de producción¹¹, este indicador tuvo un crecimiento medio anual entre 1988 y 1994 de 34,1%, en este lapso de tiempo distinguimos dos períodos: en el primero, de 1988 a 1991, el crecimiento medio anual es de 39,2%; en el segundo, de 1991 a 1994, el crecimiento es de 13,4%, en igual período el costo total tuvo un crecimiento de 64,7% y 10,1% respectivamente, notemos que el aumento en el primer período es causado fundamentalmente por la depreciación que registró un crecimiento de 183,9% disminuyendo en el segundo período a 1,2%. De la comparación del crecimiento medio del VBP y del CT se explica la evolución de la razón CT/ VBP que crece en promedio un 12,1% en el primer período para disminuir su crecimiento en el segundo a -2,2%, es decir, la razón CT/VBP aumenta hasta el año 1991, desde ese año la relación CT/VBP tiende a la baja, es decir, el costo por venta generada disminuye. (Cuadro 21).

Cuadro 21: Evolución Pesquería del jurel, 1988-1994¹². (valores monetarios en miles de pesos corrientes).

AÑO	VBP	VA	W	CI	DEP	CT	OMT	VPMe	CT/VBP
1988	80592991	45311061	7545174	35281930	1804446	44631550	6807	6657	0.55
1989	89555015	44861627	10789888	44693388	2371000	57854276	7121	6300	0.65
1990	109636018	56933904	13392413	52702114	8603205	74697732	6970	8168	0.68
1991	175304416	75760270	19906561	99544146	11758556	131209263	8165	9279	0.75
1992	207687389	94814379	25409744	112873010	10719480	149002234	8478	11184	0.72
1993	199775140	91807446	25477817	107967694	14900635	148346146	7353	12486	0.74
1994	245620005	113446952	26689551	132173053	12166207	171028811	6680	16916	0.70
crec. medio anual 88-91	39,2	22,4	54,6	60,7	183,9	64,7	6,7	13,1	12,1
crec. medio anual 91-94	13,4	16,6	11,4	10,9	1,2	10,1	-6,1	27,4	-2,2
crec. medio anual 88-94	34,1	25,1	42,3	45,8	95,7	47,2	-0,3	25,7	4,5

¹¹ El VBP se puede considerar un proxy de los ingresos totales de la industria provenientes de su producto principal.

¹² La interpretación de las tasas de crecimiento hay que tomarlas con cautela, debido a que ellas se calculan en este cuadro en base a variables en términos nominales.

Al realizar cualquier análisis de la pesquería de jurel tal como la hemos definido conviene tener presente que el comportamiento o evolución de ella estará influenciado por los tres sectores que la componen y particularmente por aquellos de mayor peso relativo. Si el peso relativo se mide por las ventas generadas o VBP encontramos que el mayor peso relativo lo tiene la industria productora de harina y aceites seguida de la flota y finalmente la industria de conservas que tienen una participación media en el VBP total de la pesquería de 80%, 17% y 4% respectivamente (ver **Cuadro 22**).

Cuadro 22: Participación del VBP sectorial en el VBP de la pesquería del jurel.

AÑO	vbpf	vbp3114	vbp3115
1988	0,12	0,00	0,88
1989	0,16	0,05	0,78
1990	0,20	0,04	0,76
1991	0,16	0,04	0,80
1992	0,22	0,03	0,75
1993	0,18	0,04	0,78
1994	0,14	0,03	0,83
Participación media 1988-94	0,17	0,04	0,80

Si nos concentramos en los valores expresados en precios constantes, podemos observar que el producto¹³ de la pesquería del jurel aumentó en el período considerado a una tasa promedio anual de 20%, el período 88-91 registra una tasa de crecimiento medio de 21,7% y un 11,7 entre los años 91-94. La flota pesquera muestra un crecimiento mayor que la industria reductora creciendo en promedio un 24,1% contra un 0,1% de la industria conservera y un 18,7 de la industria productora de harina entre los años 1988-1994. En el período 1988-1991 el producto de la flota registra la mayor tasa de crecimiento que alcanza a 36,6% en relación a la industria de harina con 16,3% y la industria de conservas con 6,3%. Notemos que el crecimiento del producto de la industria conservera entre los años 1991-1994 es negativo alcanzando una tasa de -3,5%; la flota crece a una tasa media de 5,5% y la industria de harina tiene el mayor crecimiento con 14,2% (ver **Cuadro 23**).

¹³ El concepto de producto es igual al de valor agregado informado por la ENIA y representa una aproximación al concepto de producto interno bruto PIB usado en el sistema de cuentas nacionales.

Cuadro 23: Valor agregado y productividad del trabajo en la industria pesquera, 1988-1994.
(miles de pesos de 1989).

AÑO	Flota		3114		3115		Pesquería del jurel	
	VA	PMef	VA	Pme3114	VA	PMe3115	VA	PMe
1988	5426022	3932			28704449	5289	34130472	5014
1989	9187647	4770	1972478	2736	33701502	7533	44861627	6300
1990	12123411	6621	1698631	2102	35606463	8221	49428505	7092
1991	11384884	4617	2220402	3232	42783662	8536	56388948	6906
1992	16588950	6010	1986686	4054	42897311	8205	61472946	7251
1993	14591255	5915	1933196	3528	48644977	11214	65169428	8863
1994	13260215	7687	1983955	2834	60968506	14329	76212676	11409
crec. medio anual 88-91	36,6	5,8	6,3*	9,1*	16,3	20,5	21,7	12,6
crec. medio anual 91-94	5,5	22,2	-3,5	-4,1	14,2	22,6	11,7	21,7
crec. medio anual 88-94	24,1	15,9	0,1**	0,7**	18,7	28,5	20,5	21,3

(*) corresponde al período 89-91

(**) corresponde al período 89-94

ii) Valor de la productividad media. La productividad media del trabajo para la pesquería del jurel tuvo un crecimiento medio anual de 21.3% entre los años 1988-1994, este crecimiento tiene su origen en el crecimiento experimentado por la industria productora de harina que en el mismo período creció en promedio un 28,5%, la industria productora de harina tiene un peso considerable en la industria del jurel, si este peso relativo lo medimos por el valor bruto de la producción observamos que esta tiene un peso promedio de 80% de la producción total de la industria del jurel (ver Cuadro 22). El crecimiento medio anual de la productividad media del trabajo en la flota es de 15,9% en el período 1988-1994. Un aspecto que llama la atención es la evolución de la productividad media del trabajo en la industria conservera el cual sólo crece un 0,7% en el período 1988-1994 y -4,1% en el período 1991-1994 (ver Cuadro 23).

Si analizamos la evolución de la productividad en la industria de harina¹⁴ en función del tamaño¹⁵ de las firmas encontramos que en el período 1985-94 la productividad media del

¹⁴ Se analiza sólo la industria productora de harina debido a la falta de información en la industria de conservas.

trabajo para las firmas de menos de 99 trabajadores crece 21,6% y para las con más de 100 trabajadores se observa un crecimiento de 11,6%. Para el período 1985-1988 observamos una disminución en la productividad para ambos tipos de industria, en el período 1989-1994 se alcanzan las mayores tasas de crecimiento siendo estas de 25,9% y 14% para las firmas con 99 ó menos trab. Y 100 ó más trabajadores respectivamente.(ver Cuadro 24)

Cuadro 24: Índice de productividad laboral y de energéticos por tamaño industrial para la industria de harina (3115), 1985-1994. (1989=100).

Año	3115	OMT<=99		OMT>=100	
		PMeT	PMeE	PMeT	PMeE
85		0,78	1,09	0,83	0,95
86		0,99	0,97	0,76	0,83
87		0,88	1,38	0,92	1,06
88		0,72	0,80	0,70	0,88
89		1,00	1,00	1,00	1,00
90		1,09	0,95	1,09	0,91
91		1,37	0,90	1,11	0,87
92		1,01	0,93	1,10	1,05
93		1,55	0,70	1,46	1,13
94		2,30	0,79	1,70	1,00
tasa media de crec. 85-88		-2,56	-8,81	-5,13	-2,47
tasa media de crec. 89-94		25,90	-4,28	14,02	0,04
tasa media de crec. 85-94		21,58	-3,12	11,58	0,56

Otra forma de ver la productividad es analizarla desde el punto de vista de los insumos, en particular nos concentraremos en los energéticos, los kilowatts en la industria reductora y el petróleo diesel en la flota.

En la industria reductora observamos una disminución en la productividad la que es drástica en el sector productor de conservas que muestra tasas de crecimiento negativas en los tres períodos considerados, el crecimiento medio entre los años 1989-1994 para este sector fue de -13,4%. En el sector productor de harina de pescado vemos un crecimiento negativo de -0,5% en el período 1985-1994 para la octava región y un crecimiento medio de 3,1% en la quinta, en general podemos apreciar que la productividad de los energéticos es mayor en la quinta región (ver Cuadro 25).

¹⁵ El criterio utilizado es el número de trabajadores. la estimación se realizó para firmas con 99 trabajadores o menos y para firmas con 100 o más trabajadores.

El análisis por tamaño industrial muestra que el crecimiento medio es bajo para firmas con más de 100 trabajadores alcanzando un crecimiento medio de 0,6%, en el caso de firmas con menos de 99 trabajadores se observa un crecimiento de -3,1% en el período 1985-1994, notemos que la disminución en la productividad de los energéticos es persistente en todo el lapso de tiempo considerado. (ver Cuadro 24)

Cuadro 25: Índice de productividad de la energía en los sectores productores de harina de pescado (3115) y conservas (3114) en la V y VIII región, 1985-1994. (1989=100).

AÑO	3115		3114
	PmeE. VIII reg.	PMeE, V reg.	PMeE
1985	0,98	0,86	
1986	0,83	1,21	
1987	1,06	1,75	
1988	0,87	0,97	
1989	1,00	1,00	1,00
1990	0,91	1,30	0,58
1991	0,85	1,48	0,51
1992	1,02	1,34	0,43
1993	1,06	0,87	0,31
1994	0,94	1,10	0,33
crec. medio anual 1985-1991	-2,3	12,1	-24,6
crec. medio anual 1991-1994	3,7	-8,6	-11,6
crec. medio anual 1985-1994	-0,5	3,1	-13,4

(*) Corresponde al período 1989-1991.

(**) Corresponde al período 1989-1994.

En la flota encontramos un resultado distinto desde el punto de vista de las regiones, en la VIII región vemos un crecimiento medio de 2,5% en el período 1988-1994 en cambio la V región registra un crecimiento medio de -0,9% en el período 1989-1994. Para los períodos considerados la tendencia es contraria en las dos regiones así entre 1988-1991 en la VIII región la productividad crece en promedio 9,8% y en la V se registra un crecimiento medio de -21,3%, en el período siguiente de 1991-1994 se revierte la tendencia registrando la VIII un crecimiento de -3,7 y la V de 22,0% (ver Cuadro 26).

Cuadro 26: Índice de productividad de la energía en la flota, V y VIII región, 1985-1994.
(1989=100)

AÑO	Flota	
	PMeE, VIII reg.	PMeE, V reg.
1988	0,79	
1989	1,00	1,00
1990	1,52	0,52
1991	1,02	0,57
1992	1,26	0,97
1993	1,07	0,78
1994	0,91	0,95
crec. medio anual 1988-1991	9,8	-21,3
crec. medio anual 1991-1994	-3,7	22,0
crec. medio anual 1988-1994	2,5	-0,9

(*) Corresponde al período 1989-1991.

(**) Corresponde al período 1989-1994.

iii) Capturas de jurel¹⁶. Si consideramos la captura total informada por la encuesta de flota propia (EFP) y por SERNAP vemos que el crecimiento medio anual para el período 1988-1994 no varía considerablemente, sin embargo para el período 1991-1994 la EFP informa un crecimiento medio de 25,9% y SERNAP sólo 15,5% lo que corresponde a un aumento y a una baja con respecto al período 1988-1991 respectivamente.

En base a EFP vemos que la captura de jurel de la flota que opera en la zona centro-sur tiene un crecimiento medio anual de 24,2% entre los años 1988-1994. Si comparamos el crecimiento de las capturas de la V con la VIII región vemos que es en la V reg. donde se registra un mayor aumento llegando a triplicar el volumen de capturas si consideramos las del año 1989 con las de 1994. El crecimiento medio anual en la V reg. para el período 1989-1994 es de 37,3% y de 44,9% en el período 1991-1994 que contrasta con el 21,1% y 24,7% en la VIII reg. respectivamente, además se aprecia claramente que en las dos regiones la captura aumenta considerablemente desde el año 1991 (ver Cuadro 27 y Gráfico 23).

¹⁶ Capturas referidas exclusivamente a la informada por la flota incluida en la Encuesta de Flota Propia del INE, por lo que tiene comparabilidad perfecta con las variables económicas bajo análisis. La representatividad de las capturas informadas es en promedio del 61% respecto a las capturas informadas por SERNAP.

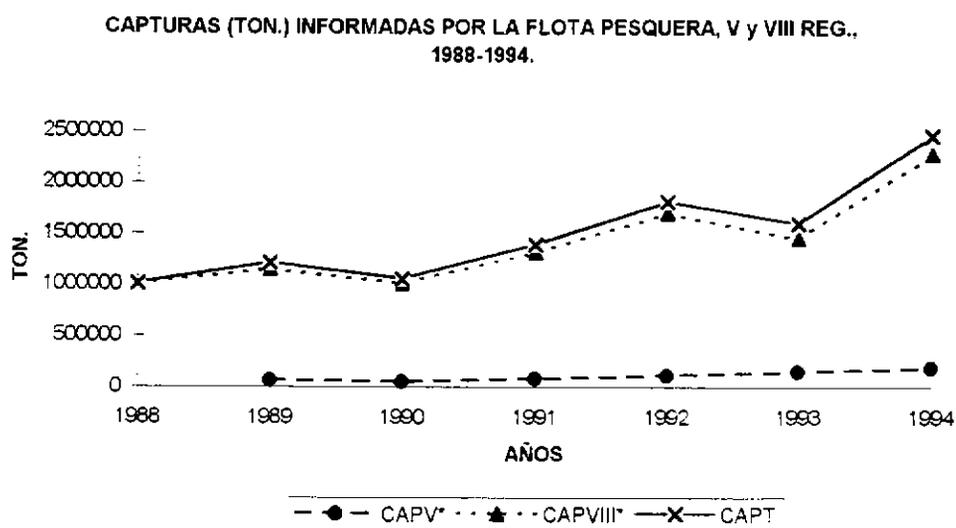
Cuadro 27¹⁷: Capturas informadas por EFP y sernap, V y VIII Reg. 1988-1994. (ton.)

AÑOS	CAPV	CAPVIII	CAPT	sernap	CAPT/sernap (%)
1988		1005108	1005108	1.629.028	62
1989	64623	1141333	1205956	1.848.754	65
1990	48404	1003495	1051899	1.972.527	53
1991	78942	1307679	1386621	2.513.465	55
1992	113401	1700925	1814326	2.717.441	67
1993	148796	1448167	1596963	2.734.010	58
1994	185244	2278168	2463412	3.685.617	67
crec. medio anual 1988-1991	11,1*	10,0	12,7	18,1	
crec. medio anual 1991-1994	44,9	24,7	25,9	15,5	
crec. medio anual 1988-1994	37,3**	21,1	24,2	21,0	

(*) corresponde al período 1989-1991.

(**) corresponde al período 1991-1994.

Gráfico 23. Capturas informadas por la flota (EFP, V y VIII Regiones) 1988-94

¹⁷ ídem.

6.2.2. Estructura de costos

Participación de salarios y consumo intermedio en los costos totales.

La estructura de costos de la pesquería de jurel se muestra bastante estable en el tiempo si la consideramos en términos de la participación de los costos correspondientes a salarios (w) y consumo intermedio (ci) en el costo total. En promedio, la participación de los salarios es de 17% y la del consumo intermedio de 76%, el coeficiente W/CI tiene un valor medio anual de 22% (ver Cuadro 28).

Cuadro 28 : Participación de W y CI en el costo total en la Pesquería del jurel, 1988-1994.

AÑO	w	ci	W/CI
1988	0,17	0,79	0,21
1989	0,19	0,77	0,24
1990	0,18	0,71	0,25
1991	0,15	0,76	0,20
1992	0,17	0,76	0,23
1993	0,17	0,73	0,24
1994	0,16	0,77	0,20
Participación media anual 1988-1994	0,17	0,76	0,22

Sin embargo, los sectores componentes de lo que hemos llamado pesquería de jurel, como son la industria de conservas y congelados (3114); la industria de harina y aceites (3115) y la flota, tienen claramente *estructuras de costos* distintas. Se aprecia que la industria conservera es más intensiva en trabajo, lo que se refleja en un coeficiente W/CI de 30%, la explicación de ello puede provenir del particular *proceso de producción*, entendiendo por éste a la forma que asume la combinación de materias primas y trabajo para llegar al producto final, que en este caso está dado por los procesos de limpieza y corte de pescado intensivos en mano de obra. El coeficiente W/CI de la industria conservera (3114) contrasta con el bajo coeficiente W/CI que muestra la industria de harina y aceites el que sólo alcanza un 15%, la razón de ello la explicamos en los mismos términos, es decir, *por el proceso de producción*, que en esta industria presenta un mayor grado de mecanización. En el caso de la flota vemos que existe un importante componente de trabajo que se refleja tanto en la participación del trabajo en los costos totales (w) que alcanza un valor de 41%, como en el coeficiente W/CI que llega al 70% dando cuenta de la gran importancia del trabajo en la faena de extracción de jurel.

Cuadro 29 :Participación media (1985-1994) de W y CI en el costo total por línea de elab.

	w	ci	W/CI
FLOTA	0,34	0,48	0,70
3114	0,22	0,73	0,30
3115	0,12	0,83	0,15

Al observar la evolución de la participación de los salarios y del consumo intermedio en el período 1985-1994 en la V y VIII región, constatamos un comportamiento distinto a través del tiempo entre las dos regiones. Se observa un cambio en la *estructura de costos* en la industria de harina de la V región a partir de 1989, que se manifiesta en una disminución en el coeficiente W/CI de 20% a 10%; este cambio podría indicar la adopción de tecnología menos intensiva en mano de obra en la industria de la Vª región, notemos que este cambio no ocurre en la industria de la VIII región. Este cambio se puede interpretar como un "ajuste" de la estructura de costos de la industria de la Vª región en relación a la industria de la VIII región inducido por "mejoras" tecnológicas. Sin embargo observamos que en promedio la participación del consumo intermedio es igual 0,83 en ambas regiones y los salarios tienen una mayor participación en la V reg. (0,14) que en la VIII (0,12) que se manifiesta a su vez en el coeficiente W/CI que en la V reg. es de 0,17 y en la VIII de 0,15 (Cuadro 30).

Cuadro 30: Participación de W y CI en el costo total, Industria de harina (3115), V y VIII reg., 1985-1994.

3115	V reg.			VIII reg.		
	AÑO	w	ci	W/CI	w	ci
1985	0,23	0,68	0,33	0,12	0,84	0,14
1986	0,19	0,76	0,24	0,12	0,79	0,16
1987	0,13	0,87	0,14	0,12	0,88	0,13
1988	0,21	0,79	0,26	0,14	0,85	0,17
1989	0,16	0,83	0,20	0,13	0,86	0,16
1990	0,09	0,88	0,10	0,13	0,77	0,17
1991	0,10	0,87	0,12	0,10	0,82	0,12
1992	0,07	0,90	0,08	0,13	0,84	0,15
1993	0,10	0,84	0,12	0,11	0,81	0,14
1994	0,09	0,85	0,11	0,12	0,83	0,14
Promedio	0,14	0,83	0,17	0,12	0,83	0,15

Si se compara la estructura de costos en función del tamaño industrial observamos una participación media de los salarios superior en las firmas de más de 100 trab. en relación a las con menos de 99 trab. siendo estas de 0,13 y 0,1 respectivamente, a su vez el consumo intermedio tiene una participación de 0,82 y 0,86. (ver **Cuadro 31**).

Cuadro 31: Participación de W y CI en el costo total, Industria de harina (3115) según tamaño industrial, 1985-1994.

3115	OMT<=99			OMT>=100		
Año	w	ci	w/ci	w	ci	w/ci
85	0,13	0,84	0,15	0,13	0,83	0,15
86	0,07	0,81	0,08	0,14	0,79	0,17
87	0,11	0,88	0,13	0,12	0,88	0,13
88	0,12	0,88	0,13	0,15	0,85	0,17
89	0,14	0,86	0,16	0,14	0,86	0,16
90	0,10	0,87	0,11	0,13	0,77	0,17
91	0,10	0,87	0,11	0,10	0,82	0,12
92	0,10	0,84	0,12	0,12	0,84	0,15
93	0,07	0,89	0,07	0,12	0,80	0,15
94	0,06	0,89	0,07	0,14	0,80	0,18
Promedio	0,10	0,86	0,11	0,13	0,82	0,16

La estructura de costos de la flota de la V reg. es similar a la existente en la VIII reg., en términos de los materiales y repuestos (MATYREP), materiales y redes (MATRED) y diesel (DIESVAL) la diferencia más importante está en la participación del consumo intermedio que tiene una participación media de 0,57 y 0,47 en la V y VIII reg. respectivamente (ver **cuadro 32** y **33**).

Cuadro 32 : Estructura de costos, flota VIII reg., 1988-1994.

AÑO	INS	MATYREP	MATRED	PETVAL	DIESVAL	REPARFLOT	DEP	W	CI
1988	0,09	0,10	0,11	0,02	0,11	0,09	0,21	0,27	0,52
1989	0,06	0,13	0,06	0,00	0,12	0,08	0,18	0,37	0,45
1990	0,03	0,11	0,06	0,01	0,13	0,07	0,24	0,37	0,41
1991	0,04	0,18	0,05	0,02	0,11	0,09	0,17	0,34	0,49
1992	0,04	0,21	0,05	0,05	0,09	0,08	0,17	0,32	0,50
1993	0,05	0,17	0,04	0,02	0,11	0,07	0,17	0,37	0,45
1994	0,04	0,13	0,04	0,05	0,16	0,08	0,16	0,34	0,50
Part. media anual	0,05	0,15	0,06	0,02	0,12	0,08	0,19	0,34	0,47

Elementos diferenciadores entre las *estructuras de costos* de las dos regiones son la participación de los insumos (INS) y la reparación de flota (REPARFLOT) que tienen una participación en la V región de 0,12 y 0,1 mayor a la participación media que se observa en la VIII región de 0,05 y 0,08 respectivamente. Esta diferencia puede estar indicando la presencia

de una flota de barcos más antigua en la V reg. en relación a la VIII. Además observamos una notable diferencia en la participación de la depreciación de 0,19 y 0,1 en la VIII y V reg. respectivamente.

Cuadro 33: Estructura de costos, flota V reg., 1988-1994.

AÑO	INS	MATYREP	MATRED	PETVAL	DIESVAL	REPARFLOT	DEP	W	CI
1988									
1989	0,13	0,14	0,07	0,00	0,11	0,10	0,05	0,41	0,54
1990	0,07	0,16	0,04	0,03	0,19	0,07	0,07	0,38	0,55
1991	0,07	0,21	0,07	0,00	0,14	0,10	0,07	0,34	0,58
1992	0,32	0,11	0,04	0,00	0,11	0,06	0,16	0,19	0,65
1993	0,08	0,16	0,04	0,00	0,14	0,10	0,16	0,31	0,53
1994	0,04	0,18	0,08	0,00	0,10	0,17	0,07	0,37	0,57
Part. media anual	0,12	0,16	0,06	0,01	0,13	0,10	0,10	0,33	0,57

Si consideramos la participación de los costos laborales por categoría de personal observamos que en general se tiene la misma estructura de 0,33 y 0,34 en la V y VIII reg., sin embargo existen diferencias en la participación de los patrones de pesca (WTP) y en los operarios (WTOP), notemos también que en los años 1993 y 1994 no se registra participación de los administrativos (WTAD) en la V reg. En ambas regiones la mayor participación la tienen los tripulantes (WTT) y la menor los pilotos (WTPIL) que participan con 0,12 y 0,01 en la V y 0,13 y 0,02 en la VIII reg. respectivamente (ver Cuadros 34 y 35).

Cuadro 34: Participación de salarios por categorías de personal en el costo total. Flota pesquera V reg. (1989-1994).

AÑO	WTP	WTPIL	WTM	WTT	WTAD	WTOP	WT
1989	0,07	0,01	0,04	0,16	0,02	0,12	0,41
1990	0,05	0,00	0,04	0,14	0,04	0,12	0,38
1991	0,05	0,01	0,03	0,10	0,06	0,09	0,34
1992	0,04	0,01	0,02	0,06	0,03	0,03	0,19
1993	0,05	0,02	0,04	0,13	0,00	0,07	0,31
1994	0,07	0,01	0,04	0,13	0,00	0,12	0,37
Part. media	0,06	0,01	0,04	0,12	0,02	0,09	0,33

Cuadro 35: Participación de salarios por categorías de personal en el costo total. Flota pesquera VIII reg. (1988-1994).

AÑO	WTP	WTPIL	WTM	WTT	WTAD	WTOP	WT
1988	0,07	0,00	0,00	0,15	0,00	0,05	0,27
1989	0,07	0,02	0,04	0,12	0,02	0,11	0,37
1990	0,06	0,02	0,04	0,14	0,02	0,09	0,37
1991	0,06	0,02	0,04	0,13	0,02	0,07	0,34
1992	0,07	0,02	0,04	0,10	0,02	0,07	0,32
1993	0,07	0,03	0,05	0,13	0,02	0,06	0,37
1994	0,08	0,03	0,05	0,13	0,01	0,04	0,34
Part. media	0,07	0,02	0,04	0,13	0,02	0,07	0,34

Al analizar más en profundidad la estructura de salarios en la flota observamos que las primas corresponden en promedio al 50% del salario y a un 17% del costo total. A su vez el sueldo 'base' corresponde al 44% del salario total y a un 15% del costo total. Por otra parte también observamos que el sueldo 'base' tiende a disminuir su participación, pues en 1989 tenía una participación de 51% y en 1994 participa en un 39%, y las primas a aumentar, ya que en 1989 las primas correspondían a un 44% y en 1994 a un 54% del salario total medio (Cuadro 36).

Cuadro 36: Estructura de costos salariales en la flota de la V y VIII región 1989-1994.

AÑO	SUE/WT	SUE/CT	PRIM/WT	PRIM/CT	REG/WT	REG/CT	APOR/WT	APOR/CT
1989	0,51	0,19	0,44	0,16	0,05	0,02	0,00	0,00
1990	0,53	0,20	0,41	0,15	0,05	0,02	0,00	0,00
1991	0,43	0,15	0,51	0,17	0,05	0,02	0,02	0,01
1992	0,34	0,10	0,59	0,18	0,05	0,01	0,03	0,01
1993	0,41	0,15	0,49	0,18	0,03	0,01	0,06	0,02
1994	0,39	0,13	0,54	0,19	0,01	0,00	0,05	0,02
Part. media	0,44	0,15	0,50	0,17	0,04	0,01	0,03	0,01

6.2.3. La inversión en la industria del jurel, 1985-1994.

La inversión en la Industria del Jurel fue aproximadamente el 71% de la inversión en la Industria Pesquera en la Zona Centro-Sur durante el período 1985-1994. Ello indica el papel preponderante que tiene esta Industria dentro de la actividad pesquera general. En términos absolutos la inversión acumulada en el período por la Industria del Jurel alcanzó sobre los 312 mil millones de pesos de 1994 (ver Cuadro 37). Al analizar el comportamiento temporal de esta inversión se puede observar que ésta fue irregular en los primeros años del período, fluctuando entre cuatro y dieciocho mil millones anuales, para luego alcanzar un nivel en torno a los treinta y ocho mil millones y posteriormente nuevamente recibir un impulso adicional en los últimos años de la muestra alcanzando sobre los sesenta y cinco mil millones en 1994 (ver Cuadro 37). Este patrón muestra que existe una clara tendencia positiva en la evolución de la inversión anual en la Industria del Jurel para el período considerado. Además, permite identificar distintos períodos en la actividad de inversión. El período 1985-1988, como un período de inversión irregular, el período 1989-1992 como un período de estabilidad, y el período 1993-1994 como un período de auge en la inversión¹⁸.

Cuadro 37: Inversión en la industria del jurel, 1985-1994. (miles de pesos de 1994).

REGIÓN	V	VIII	TOTAL
1985	195271	7102332	7297603
1986	686263	14595375	15281637
1987	165717	3745032	3910749
1988	377132	18149299	18526515
1989	449528	36242779	36692311
1990	557662	38602044	39159706
1991	319969	37963412	38283381
1992	2743715	36616260	39359976
1993	4724415	44196394	48920809
1994	8938472	56216345	65154817
TOTAL	19158144	293429272	312587504

¹⁸ Este resultado se debe tomar con precaución, por la falta de información sobre actividad de inversión en Flota durante el período 1985-1987. Sin embargo, independientemente de los montos, la evidencia apunta a que la clasificación en los períodos mencionados en el texto central se mantiene aún cuando se excluya la inversión en flota.

Si se analiza la inversión real por línea de elaboración, se puede constatar que la Industria de Harina y Aceites y la Flota son las que concentran en conjunto el 89% de la inversión total de la Industria del Jurel.

La inversión de la Industria Reductora y de Aceites es la más importante de las tres actividades y corresponde al 60% de la inversión total de la Industria del Jurel. Esta inversión tiende a mostrar la misma evolución que muestra la inversión total. Muestra niveles erráticos los primeros años, y luego tiende a crecer paulatinamente hasta alcanzar los mayores niveles en los últimos dos años del período muestral.

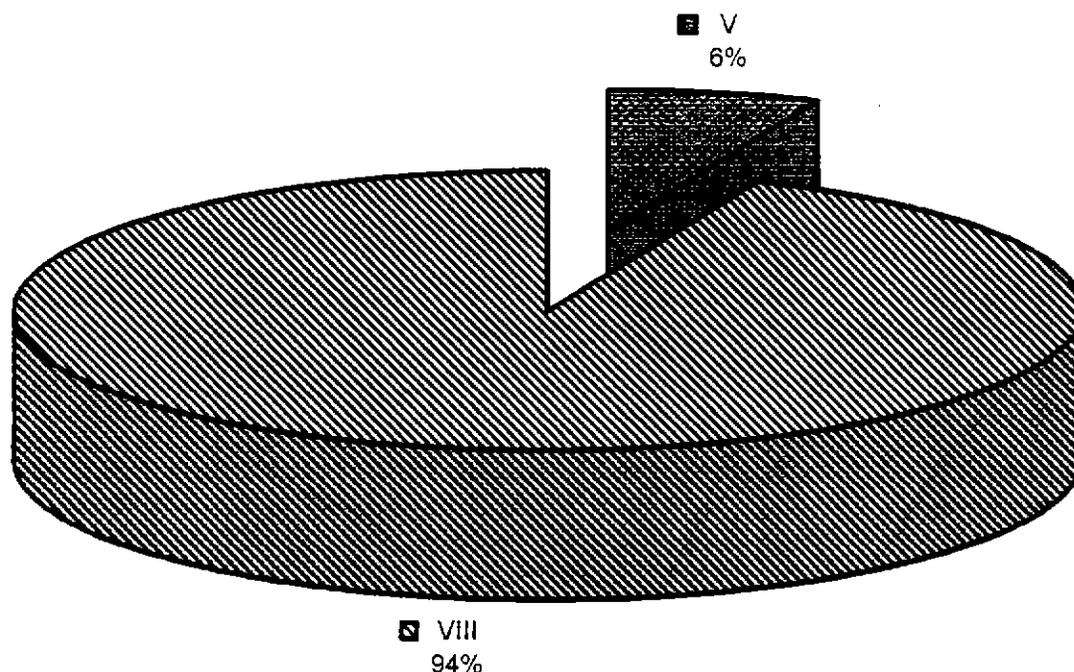
La inversión en flota, es relativamente estable para el período 1988-1994, con dos excepciones: el año 1991, donde de acuerdo a los datos disponibles la inversión en flota se detiene absolutamente; y el año 1994, donde la inversión en flota "salta" a niveles el doble de los años anteriores. Es muy probable que la detención de las actividades de inversión en 1991 haya estado estrechamente relacionadas con la indefinición legal que existía en ese momento en el sector, producto de la tramitación inconclusa de la Ley General de Pesca y Acuicultura. Por otra parte, el inusitado alto nivel de inversión en 1994 parece relacionarse con la fuerte inversión ese año especialmente en la V Región, como producto de la Ley especial 19.245. En resumen, de los 312.588 millones de pesos de 1994 en inversión para todo el período 1988-1994, 90.600 millones, es decir el 29% corresponde a las inversiones realizadas para la flota del jurel.

Al descomponer geográficamente esta inversión entre la V y VIII región, se puede observar que tanto en participación como en volúmenes la inversión es mucho más importante en la VIII Región. En efecto, mientras que en la VIII Región la inversión de la Industria del Jurel responde por el 77% de la inversión total del sector pesquero, en la V Región esta participación alcanza sólo el 38% para el período total. Aún más, mientras que el 94% de la inversión de la Industria del Jurel (293 mil millones de pesos de 1994) se ubicaba en la VIII Región, sólo el 6% restante (aproximadamente 4,5 mil millones de pesos de 1994) se había realizado en la V Región (ver **Gráfico 24**). Incluso en algunos años (1989-1991) la participación de la V Región descendió a un 1% de la inversión total (ver **Gráfico 25**). Cabe consignar, sin embargo, que a partir del 1992 se observa una fuerte tendencia a incrementar la

inversión en la V Región. Tanto es así que en 1994, la participación de la inversión de la Industria del Jurel en la inversión de la Industria Pesquera se elevó a 82% (ver Gráfico 25). Desde otra perspectiva, del total de la inversión anual de la Industria del Jurel en 1994, el 14% correspondió a inversión realizada en la V Región.

Gráfico 24. Distribución regional de la inversión en la industria del jurel, promedio 1985-1994.

**Distribución de la inversión en la Industria del Jurel.
Promedio 1985-1994**

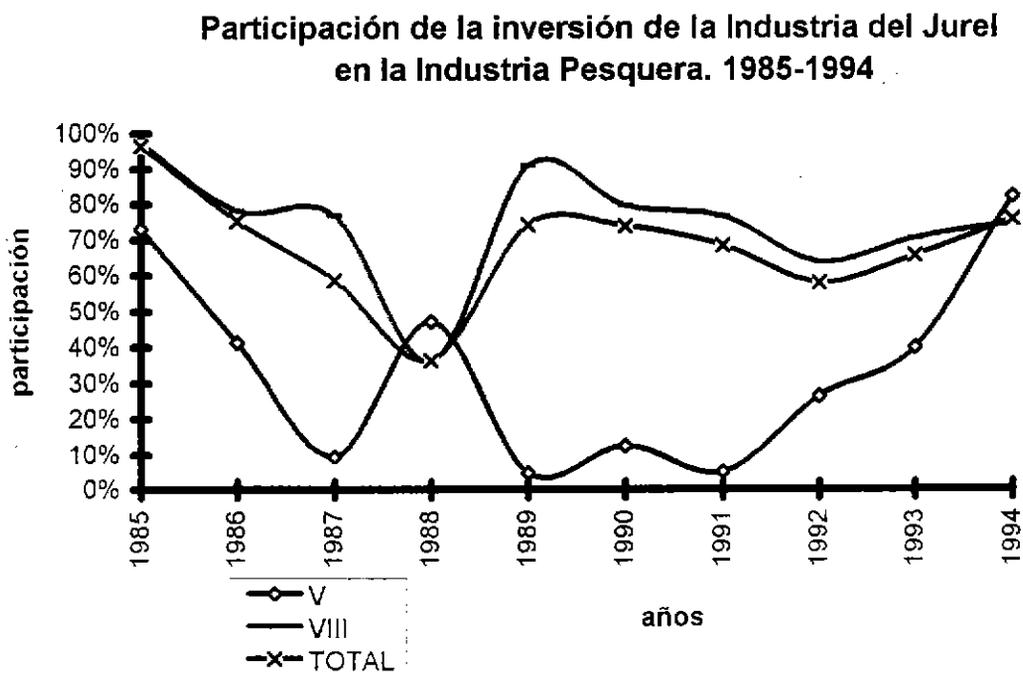


La distribución de la inversión por tipo de bienes permite detectar diferencias entre las distintas líneas de elaboración. Mientras que la Industria de Harina y Aceites tiende a concentrar su inversión en maquinaria en primer lugar, la Industria de Conservas y Congelados la orienta a inversión en terrenos. En efecto, en promedio para el período 1985-1994 el 68% de la inversión total de la Industria de Harina y Aceites estuvo dirigido hacia maquinaria. Para la

Industria de Conservas y Congelados esta cifra fue de sólo 22%. En contraste, la inversión total promedio para terrenos fue 5% y 74% respectivamente en estas industrias (Cuadro 38).

Para la Flota en cambio, la inversión se concentró básicamente en la compra de bienes nuevos¹⁹. Se observa en el Cuadro 38 que el 83% de la inversión es lo que se denomina inversión en bienes nuevos, es decir bienes que no han sido utilizados previamente en el país. Es obvio que en esta actividad el grueso de la inversión se canaliza a la adquisición de embarcaciones y equipos de pesca. Por ello, estas estadísticas muestran que más que transacciones a nivel de mercados secundarios o renovaciones de equipo disponible, el gran esfuerzo en inversión se ha dirigido a adquirir equipos y barcos nuevos. Ello es indicio de un fuerte dinamismo en el sector en el período.

Gráfico 25. Participación de la inversión de la industria del jurel en la industria pesquera



¹⁹ Por la forma en que se recoge la información para la Flota no es posible realizar una división de la inversión similar a la que se puede efectuar para las otras industrias.

Cuadro 38: Distribución de la inversión por línea de elaboración, 1985-1994.

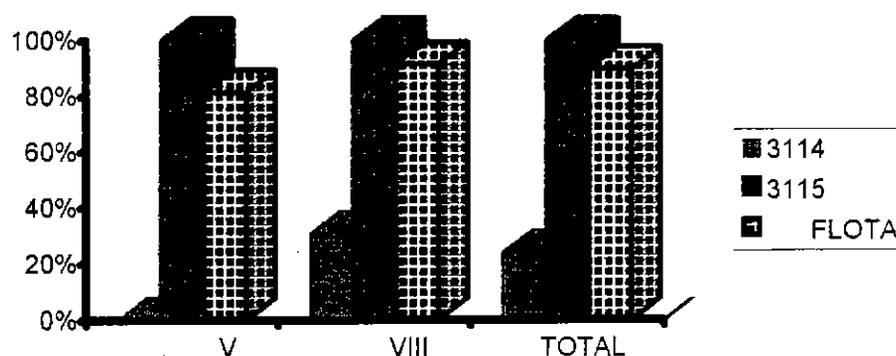
LINEA	TIPO DE INVERSIÓN					
	EDIFICIOS	TERRENOS	MAQUINAS	VEHICULOS	TOTAL	
3114	4%	74%	22%	0%	100%	
3115	13%	5%	68%	14%	100%	
	COMPRA BN	COMPRA BU	REFORMA	BS NUEVOS	VENTA	TOTAL
1300	83%	20%	3%	3%	-9%	100%

Notas: COMPRA BN = compra de bienes nuevos (no usados en el país), COMPRA BU = compra de bienes usados (en el país), REFORMA = reformas y mejoras hechas por terceros, BS NUEVOS = valor de bienes nuevos terminados y sin terminar realizado por trabajadores de la propia flota. VENTA = venta de bienes usados por el establecimiento.

La evolución de la inversión anual en la Industria del Jurel fue muy rápida en el período muestral. Ésta creció en promedio 27.5% al año. De tal manera que en 1994 ésta se había incrementado en 793% en relación al año base. Aún descontando el efecto de la falta de información sobre inversión en Flota para los primeros años de la muestra, si se considera sólo el período 1988-1994, la inversión de la Industria del Jurel creció en 252%, lo cual corresponde a una tasa de crecimiento anual promedio de 19.7%. Es un signo indudable de la gran expansión que tuvo la Industria del Jurel en el período.

La importancia relativa de la inversión de la Industria del Jurel en la inversión total de la Industria Pesquera, en las distintas actividades/líneas de elaboración varió fuertemente. Mientras que en la Industria de Conservas y Congelados la participación en la inversión total fue modesta (24% del total), en la Industria de Harina de Pescado y Aceites fue un 100% y en la Flota un 90% de la inversión total (ver **Gráfico 26**). La inversión en la Industria de Conservas y Congelados se concentró exclusivamente en la VIII Región.

Gráfico 26: Participación de la inversión de la industria del jurel en la industria pesquera por línea de elaboración. Promedio 1985-1994.



Una forma de medir la eficacia de la inversión en la Industria del Jurel es preguntarse cual es la dimensión del empleo que los montos de inversión han sostenido. Una primera aproximación indica que 47.040 jornadas/año fueron sostenidas con una inversión de 312.588 millones de pesos de 1994, es decir una razón aproximada de 6.65 millones de pesos por cada empleo/año. Sin embargo, esta comparación no parece ser la más adecuada, porque no toma en cuenta inversión de períodos anteriores que podrían haber contribuido a generar empleo, ni el efecto sobre el empleo posterior a 1994 de la inversión dentro del período muestral. Por ello, se analizó la relación entre el **cambio** en el nivel de empleo y la inversión del período. En el periodo se crearon 4.875 nuevos puestos de trabajo ("permanentes"²⁰), calculados sobre la base del nivel de empleo prevaeciente en 1994 en relación al existente en 1985. Sobre la base del nivel de inversión total ejecutado en el período obtenemos que cada empleo permanente "costó" 64.1 millones de pesos de 1994. Esta cifra entrega un orden de magnitud de los montos de inversión que se requieren para aumentar el nivel de empleo en forma permanente en la Industria del Jurel. Como esta cifra indica, generar un nuevo empleo

²⁰ La idea implícita es que la nueva inversión permitirá sostener en forma permanente un nivel de empleo superior al existente. Naturalmente, esta es una simplificación que permite analizar el tema de forma relativamente simple.

en la industria del Jurel requiere una suma importante de recursos. Otra forma de decir lo mismo es que la Industria del Jurel es **intensiva en capital**.

Naturalmente, el costo de los nuevos empleos no necesariamente es homogéneo entre regiones o entre actividades. Por ello, es interesante calcular los coeficientes nuevo empleo/inversión para cada una de las regiones y por línea de elaboración o actividad. Sin embargo, como la información para la flota está disponible sólo a partir de 1988, se realizó este cálculo para el período 1988-1994.

En el período 1988-1994 se generaron 384 empleos netos ("permanentes"), con una inversión acumulada de 286.098 millones de pesos de 1994. El "costo" de producir estos empleos permanentes fue de 745 millones de pesos cada uno (ver Cuadro 39). Se observa, como el coeficiente inversión/empleo aumenta radicalmente en relación al período muestral completo. Este cambio se debe en parte a que en este subperíodo muestral se incluye la actividad de la flota, la cual es intensiva en inversión, pero en parte a que efectivamente el nivel de requerimientos de inversión por puesto de trabajo creado ha ido aumentando en la Industria del Jurel en su conjunto. En otras palabras, se percibe un fuerte proceso de intensificación de capital en esta industria.

Si se compara la evolución de la V y VIII Región en este sentido, se puede observar que la VIII Región presenta un coeficiente de inversión/empleo más de 11 veces superior al de la V Región (ver Cuadro 39). Generar un nuevo empleo en la VIII Región cuesta casi 1.235 millones de pesos de 1994, mientras que en la V Región "sólo" cuesta 108 millones de pesos. Esto va asociado al hecho que durante el período 1988-1994 el volumen de nuevo empleo generado en la VIII Región fue muy bajo en comparación con su participación en el empleo total. Apenas 217 nuevos empleos en comparación con los 167 de la V Región.

El Cuadro que emerge del análisis de la intensidad de inversión por empleo cuando se descompone por línea de elaboración es aún más interesante. Se puede observar que la Industria Reductora y de Aceites (código 3115) reduce su nivel de ocupación absoluto en el período. Efectivamente, la cantidad de puestos de trabajo en esa industria disminuye en 1163

plazas (ver Cuadro 39). Por otra parte, la fuerte inversión de la industria hace que el coeficiente inversión empleo sea negativo, indicando que no sólo no se crean empleos, sino que para preservar el menor nivel de empleo existente se requiere una fuerte inversión. Indudablemente la intensidad de capital ha aumentado fuertemente en esta actividad. Por otra parte, en las otras líneas de elaboración se constata también un importante requerimiento de inversión por cada nuevo empleo (96 millones de pesos en la Flota y 55 millones en la Industria de Conservas y Congelados), indicando que en general la Industria del Jurel es altamente intensiva en capital y que los requerimientos de inversión por cada nuevo empleo generado son altos.

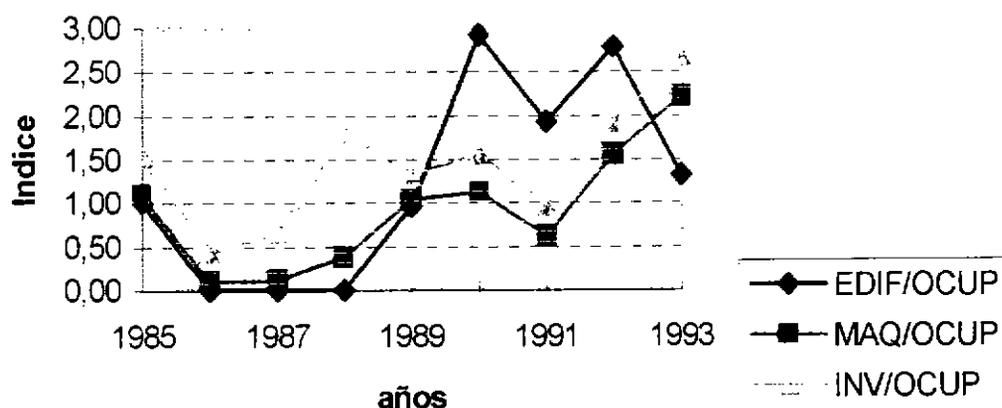
Cuadro 39: Cambio en la ocupación, inversión real y coeficiente de inversión en la industria del jurel, 1988-1994.

	REGION			LINEA DE ELABORACIÓN			TOTAL
	V	VIII	TOTAL	3114	3115	1300	
OCUP	167	217	384	614	-1163	933	384
INVERS.	18110893	267986529	286097514	34080188	162387458	89629868	286097514
COEFIC.	108448	1234961	745046	55505	-139628	96066	745046

Al analizar el coeficiente de inversión/ocupación por tipo de inversión y línea de elaboración, en la Industria de Conservas y Congelados no se puede percibir ningún patrón claro en su evolución. Ello probablemente por el carácter discontinuo que presenta la inversión en ese sector, que genera la concentración del esfuerzo de inversión en muy pocos años de la muestra, lo cual impide un análisis claro de los resultados. En cambio en la Industria Reductora y de Aceites se observa una tendencia clara al aumento de la intensidad de inversión tanto para Edificios como Maquinaria (ver Gráfico 27).

Gráfico 27. Coeficiente de inversión/ocupación por tipo de inversión, sector 3115

COEFICIENTE DE INVERSION/OCUPACIÓN POR TIPO DE INVERSION. 3115



6.2.4. Análisis financiero de la industria de jurel

El análisis se orienta a evaluar el grado de endeudamiento de la Industria del Jurel, tanto en el corto como largo plazo; la distribución del endeudamiento entre distintos agentes (específicamente con el sector financiero); y la capacidad de endeudamiento actual de la Industria. Para tener un patrón de comparación de los distintos índices que se calcularon, se usó el conjunto de las empresas que cotizan en bolsa. Este patrón nos permite comparar la situación financiera de la Industria del Jurel con la del promedio de la "Economía bursátil".

Los índices calculados son los siguientes:

IETIT = tasa de endeudamiento total sobre la inversión total,

IETLP = tasa de endeudamiento total de largo plazo,

IELPRP = tasa de endeudamiento de largo plazo sobre recursos permanentes,

IEP = tasa de endeudamiento sobre patrimonio

IEE = tasa de estructura de endeudamiento

Estos índices fueron calculados para cada una de las empresas individuales para cada año. Luego se calculó un índice agregado para el sector, donde los resultados individuales fueron ponderados por la proporción del patrimonio de la empresa en el patrimonio total del conjunto de las empresas. Existen otros tipos de ponderadores posibles de utilizar (proporción de activos totales, proporción de recursos permanentes, etc.), pero exámenes previos indicaron que los resultados no eran muy sensibles a diferentes tipos de ponderadores.

Estos índices han sido calculados tanto para el endeudamiento de corto como largo plazo. A modo de referencia estos índices se han graficado para el período completo a continuación. Sin embargo, cabe recordar que la representatividad para los primeros años es muy baja. Por ejemplo hasta 1989 se refieren a la situación financiera de una sola empresa.

Gráfico 28 : Tasa de endeudamiento total sobre la inversión de la industria del jurel.

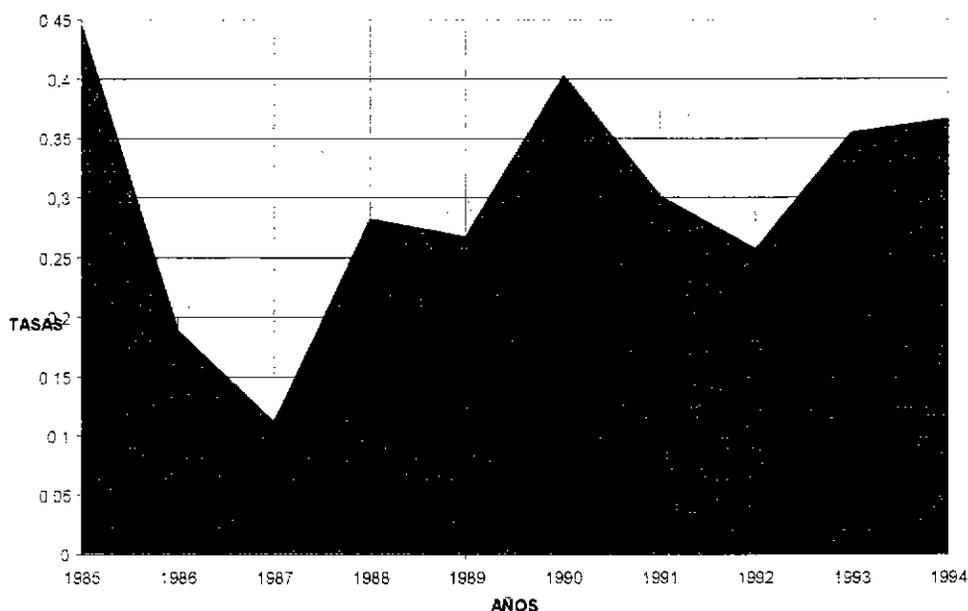


Gráfico 29: Tasa de endeudamiento total de largo plazo en la industria del jurel.

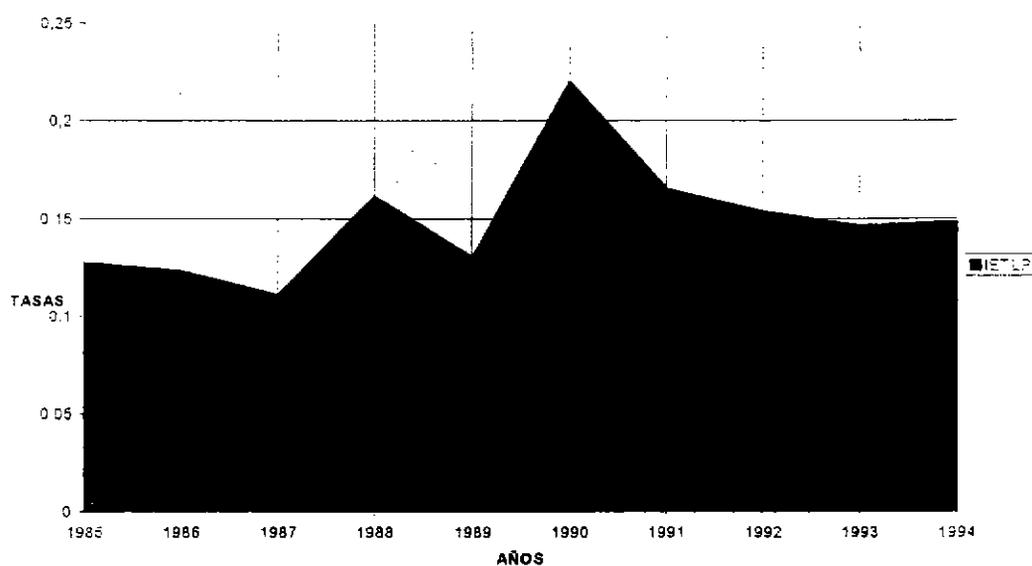


Gráfico 30: Tasa de endeudamiento de largo plazo sobre los recursos permanentes de la industria del jurel.

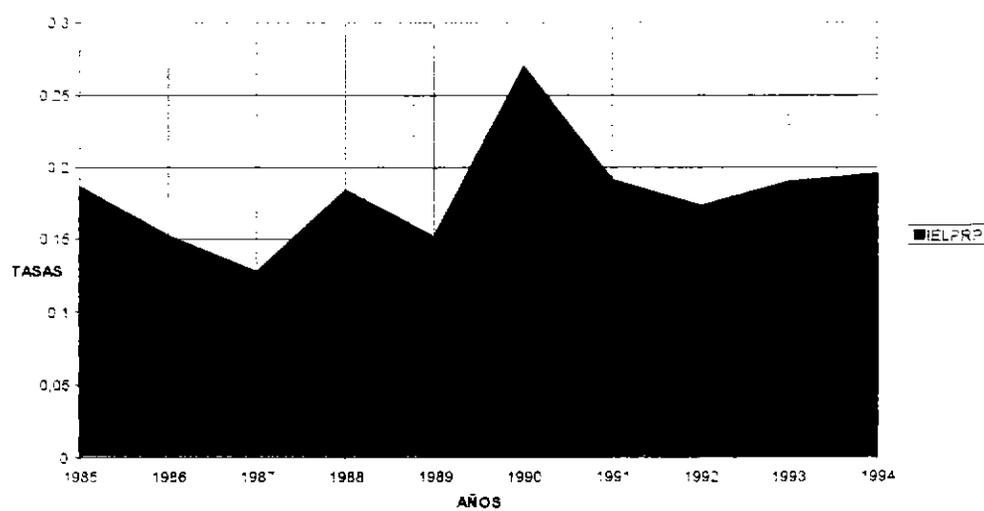


Gráfico 31: Tasa de estructura de endeudamiento de la industria del jurel.

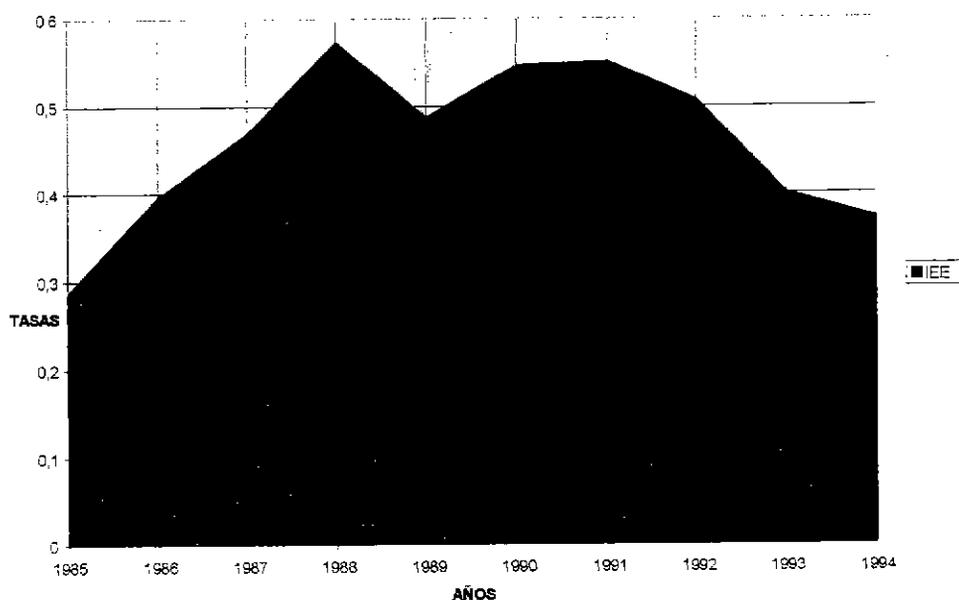
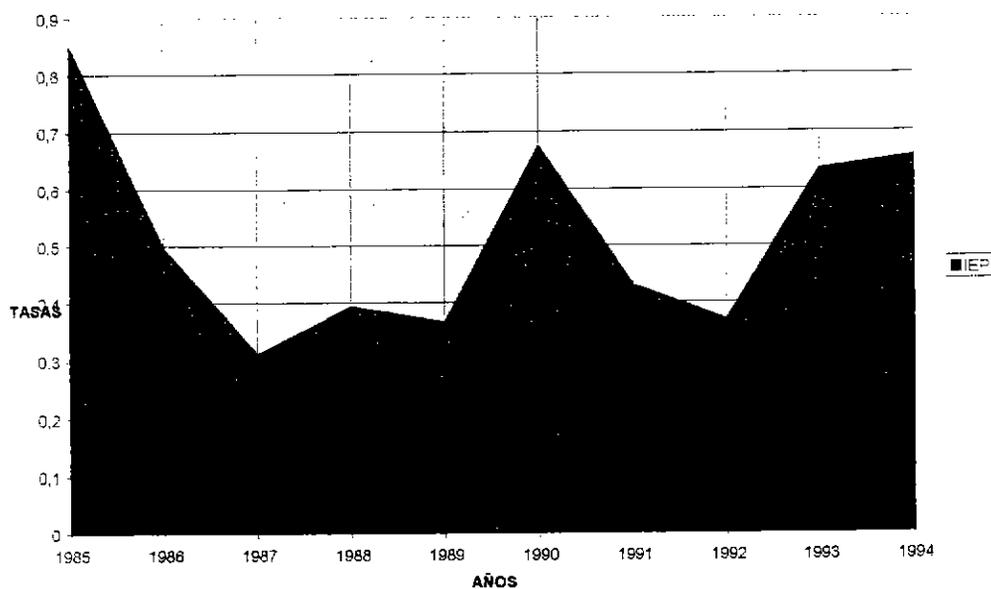


Gráfico 32: Tasa de endeudamiento sobre el patrimonio de la industria del jurel.



6.2.5. Compromiso financiero de la industria del jurel.

En esta sección se analizará el compromiso financiero que la Industria del Jurel²¹ presenta en los años 1993 y 1994. Específicamente se desea evaluar el grado de endeudamiento de la Industria del Jurel, tanto en el corto como largo plazo; la importancia que presenta el sector financiero dentro de este endeudamiento; y la capacidad de endeudamiento actual de la Industria. Para poder evaluar si los indicadores muestran comportamiento anómalos se decidió comparar algunos de los resultados para la Industria del Jurel con resultados que surgen de evaluar los mismos indicadores para todo el sector bursátil. En un sentido limitado, este patrón de referencia da una idea de la evolución del sistema o de la economía en su conjunto (en realidad de la "Economía bursátil").

Los índices presentados son los siguientes:

$$\text{IETIT} = (\text{PC} + \text{PLP}) / \text{AT} \quad (85)$$

donde IETIT = índice de endeudamiento total sobre la inversión total. PC = pasivo circulante, PLP = pasivos de largo plazo y AT = activos totales.

$$\text{IELP} = \text{PLP} / \text{AT} \quad (86)$$

donde IELP = índice de endeudamiento de largo plazo.

Estos índices muestran la relación entre pasivos y activos en proporciones y miden el porcentaje de fondos de otras instituciones requeridos (en general y en el largo plazo respectivamente) para financiar los activos totales. Mientras mayor sean estos índices más dependiente será la empresa del financiamiento externo.

²¹ En este caso, la representatividad de la muestra está limitada, como se mencionó anteriormente a 4 empresas que cotizaron en bolsa en los años 1993 y 1994 (ver sección 5.2.4.)

$$IEE = PLP/(PC+PLP), \quad (87)$$

donde IEE = índice de estructura de endeudamiento, que muestra la composición del endeudamiento entre el corto y largo plazo. Este índice específico muestra el porcentaje de endeudamiento de largo plazo en relación al endeudamiento total. Como es fácil constatar $1 - IEE = PC/(PC + PLP)$, es decir el porcentaje de endeudamiento de corto plazo en relación al endeudamiento total. Mientras mayor sea IEE menor serán los requerimientos inmediatos sobre la empresa de su deuda total.

$$IEP = (PC + PLP) / PAT \quad (88)$$

donde IEP = índice de endeudamiento total sobre el patrimonio, PAT = patrimonio. Este indicador muestra la relación entre endeudamiento total y el patrimonio de la empresa, como forma de evaluar la capacidad de obtener recursos de terceros. Mientras más alto sea este índice menor será su capacidad de endeudamiento futuro.

$$IELPRP = PLP/(PT - PC) = PLP/(PLP + PAT) \quad (89)$$

donde IELPRP = índice de endeudamiento de largo plazo sobre recursos permanentes, PT = pasivos totales. Este indicador muestra la proporción de pasivos de largo plazo sobre lo que se puede considerar recursos permanentes de la empresa e indica la posición de endeudamiento de la empresa en una perspectiva de tiempo amplia. A mayor sea el valor del índice mayor será el nivel de endeudamiento de largo plazo.

Todos estos índices se calcularon también sólo considerando los pasivos (de corto y largo plazo) que las empresas tenían con el sector financiero, como una forma de medir el potencial control que tiene este sector sobre las empresas de la Industria del Jurel. En todos los casos, a la nominación del índice se le agregó al final el sufijo SF (sector financiero).

En el **Cuadro 40** se muestran los resultados de endeudamiento total de la industria del Jurel en la Zona Centro-Sur para los años 1993 y 1994.

Cuadro 40: Compromiso financiero de la industria del jurel en la zona centro-sur, 1993 y 1994.

	IETIT	IELP	IEP	IELPRP	IEE
1993	0,35	0,15	0,63	0,19	0,40
1994	0,37	0,15	0,66	0,19	0,37

En general no se observan grandes variaciones a través de los dos años. El IETIT nos indica que el endeudamiento total de la Industria se sitúa en 1994 en 37% del valor de los activos totales. De este 37%, como la indica el IELP, 15 puntos porcentuales son de endeudamiento de largo plazo y el resto es de corto plazo. Otra forma de considerar la distribución de los fondos entre endeudamiento de corto y largo plazo es observar el IEE, el cual muestra que el 37% de la deuda es de largo plazo, lo cual deja una deuda de corto plazo de 63%. Es decir, la deuda de la Industria del Jurel es preponderantemente de corto plazo. Si consideramos cifras agregadas para las 135 empresas anónimas que cotizan en bolsa en 1994, el IETIT era de 26%, mientras que el IEE alcanzaba 63%. Vemos que tanto el nivel como la estructura de endeudamiento de la Industria del Jurel difiere en forma substancial del promedio de la "Economía bursátil". Primero, el nivel de endeudamiento es 11 puntos porcentuales mayor, al promedio de las empresas que cotizan en bolsa. Esta diferencia es considerable y refleja un alto nivel de endeudamiento en la Industria del Jurel. Segundo, esta Industria tiene una orientación mucho mayor al endeudamiento de corto plazo. La razón de ello puede ser que los requerimientos de capital de trabajo sean proporcionalmente mayores en esta Industria que en el promedio.

Si observamos el nivel de endeudamiento en relación al patrimonio, se puede observar de acuerdo al IEP que este nivel alcanza el 66% en la Industria del Jurel en 1994. Si comparamos este resultado con el de la "Economía Bursátil" se llegará a la conclusión que este índice es relativamente elevado en la Industria del Jurel. Efectivamente, de acuerdo a las cifras disponibles en 1994 el IEP para el sistema era de 35%. Es decir, casi la mitad del nivel de endeudamiento de la Industria del Jurel. Además, al comparar la situación con el año 1993, no se visualiza ningún cambio en la posición ni del sistema ni de la Industria del Jurel. Esta situación confirma que la posición de endeudamiento en esta Industria es alta y que por tanto está relativamente limitada en su capacidad de endeudamiento futuro.

Se observa que el endeudamiento de largo plazo sobre recursos permanentes, mostrado por el IELPRP no es inquietante. Éste es 19% tanto en 1993 como en 1994. Ello tiende a ratificar la impresión previa de que la Industria del Jurel tiene una estructura de endeudamiento muy orientada al corto plazo, y que es fundamentalmente esta situación la que presenta una carga importante y la limita en su endeudamiento futuro.

En el **Cuadro 41** se presentan algunos de los indicadores para analizar el endeudamiento con el sector financiero. La tasa de endeudamiento con el sector financiero (IETITSF) indica que en 1994 existía un 29% de deuda sobre los activos totales. Ello es 8 puntos porcentuales bajo el endeudamiento total. Es claro, que la principal fuente de financiamiento externo es el sector financiero, aunque no exclusivo. Sobre todo en el corto plazo existe financiamiento adicional, por parte de empresas (probablemente) de suministro.

Cuadro 41: Compromiso financiero de la industria del jurel con el sector financiero, 1993 y 1994.

	IETITSF	IETLPSF	IEPSF	IELPRPSF
1993	0,33	0,13	0,55	0,19
1994	0,29	0,14	0,46	0,17

Que el financiamiento adicional es fundamentalmente de corto plazo puede observarse al considerar la tasa de endeudamiento de largo plazo con el sector financiero (IETLPSF), el cual en ambos años es ligeramente inferior a la correspondiente tasa total (**Cuadro 40**, columna 2).

La capacidad de endeudamiento con el sector financiero es naturalmente mayor que la total, dado que la tasa de endeudamiento sobre el patrimonio del sector financiero (IEPSF) es significativamente menor que la tasa total. Como puede verse de la comparación del **Cuadro 41** y **40**, en 1994, esta tasa con el sector financiero era 46%, mientras que la total era 66%.

La tasa de endeudamiento sobre recursos permanente no varía mucho entre la total y la con el sector financiero. Efectivamente, los guarismos en 1994 son respectivamente 19% y 17%. Ello confirma la impresión que el endeudamiento de largo plazo se produce casi exclusivamente con el sector financiero.

6.2.6. Estimación econométrica de precios

Las estimaciones del modelo probabilístico se realizaron con información semanal para el precio de harina de pescado 54/64% C&F Hamburgo (USD/TM), y aceite de pescado CIF Europa N.W. (USD/TM), para el periodo 7/Enero/82-29/Mayo/97²², y el retorno se calcula como

$$\left(\frac{p_{t-1} - p_t}{p_t} \right) \times 100, \text{ donde } p_{t-1}, p_t, \text{ son los correspondientes precios.}$$

Las principales características de las series de precios se muestran en el **Cuadro 42**, en la que destaca el significativo valor de la desviación estándar, indicando alta volatilidad de las series de precios, una característica común en series de precios de commodities (Deaton y Laroque, 1992). La información para la serie de retornos se muestra en el **Cuadro 43**: las medias muestrales de los retornos son cercanas a cero, y son estadísticamente no significativas. La mediana, un estimador robusto de localización, es también cercana a cero para ambos productos.

Cuadro 42: Características de las Series de Precios

1. Harina de Pescado 64/65% C&F Hamburgo (USD/TM)		2. Aceite de Pescado CIF Europa N.W. (USD/TM)	
<u>Estadístico:</u>	<u>Valor:</u>	<u>Estadístico:</u>	<u>Valor:</u>
Media	423.63	Media	333.62
Desviación Estándar	90.82	Desviación Estándar	85.65
Mediana	416	Mediana	330

Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de Oil World.

²² Fuente de información: Anuarios Oil World. Corresponde al más bajo representativo precio ofertado, para el punto de embarque siguiente más cercano. En el caso de la harina, de cualquier origen y correspondiente al precio mayorista de Hamburgo. En el caso del Aceite, de cualquier origen.

Cuadro 43: Características de las Series de Retornos

1. Harina de Pescado 64/65% C&F Hamburgo		2. Aceite de Pescado CIF Europa N.W.	
<u>Estadístico:</u>	<u>Valor:</u>	<u>Estadístico:</u>	<u>Valor:</u>
Media	0.07	Media	-0.03
Desviación	2.39	Desviación	3.83
Estándar		Estándar	
Mediana	0	Mediana	-0.12

Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de Oil World.

Presentamos ahora las estimaciones del modelo markoviano con combinaciones de funciones de densidad gaussianas. Los estimadores de máxima verosimilitud se presentan en los **Cuadros 44 y 45**. La matriz de covarianzas de los parámetros estimados es positiva definida en todos los casos.

Alternativamente, con el objeto de probar la hipótesis de estabilidad del precio en el largo plazo, se realizaron estimaciones alternativas de modelos que implican proyecciones de cambio en el precio esperado, obteniendo resultados estadísticamente no-significativos para los parámetros relevantes.

Cuadro 44: Estimadores de Máxima Verosimilitud y Errores Estándar Asintóticos, Retorno Para El Precio de la Harina de Pescado, Hamburgo.

	<u>Estimador:</u>	<u>Error Estándar:</u>
Media	-0.08	0.07
Varianza 1	2.45	0.34
Varianza 2	15.53	2.87
P_{11}	0.89	0.04
P_{22}	0.67	0.12
Logaritmo de la función de Verosimilitud	-1028.04	
Numero de Observaciones	794	

Cuadro 45: Estimadores de Máxima Verosimilitud y Errores Estándar Asintóticos, Retorno Para El Precio de Aceite de Pescado, Europa N.W.

	<u>Estimador:</u>	<u>Error Estándar:</u>
Media	-0,015	0.11
Varianza 1	2.24	0.29
Varianza 2	31.01	3.15
p_{11}	0.81	0.04
p_{22}	0.76	0.05
Logaritmo de la función de Verosimilitud	-1329.49	
Numero de Observaciones	794	

Los valores obtenidos en las estimaciones son significativos, excepto por la media, que no es estadísticamente diferente de cero. Los resultados muestran dos regímenes de volatilidad en precios, con alto grado de persistencia cada uno de ellos.

En base a los resultados empíricos, no es posible identificar tendencias crecientes o decrecientes en la serie de cambio en precios, por lo que nuestra proyección de precios es una mantención del promedio histórico de precios, en ambos mercados. Sin embargo, los resultados implican la presencia de fuertes variaciones en torno a esta media, y la magnitud de esta volatilidad está sujeta a fluctuaciones en el tiempo.

Los diferentes niveles de variabilidad que se han identificado para cada producto permiten construir escenarios probables de precios, cada uno de ellos caracterizado por su correspondiente probabilidad. Este estudio de escenarios de precios se realiza en la siguiente sección.

Los resultados de las estimaciones anteriores son consistentes con la información de precios de exportación de harina de pescado en Chile para la zona centro-sur. A continuación se analizan los precios de exportación de harina de pescado en base a información de precios generada por Aduanas de Chile y procesada por IFOP. La cantidad de información disponible

en este caso no permite realizar estimaciones econométricas como las presentadas en la sección anterior, por lo que presentamos un análisis de las principales características estadísticas de la muestra.

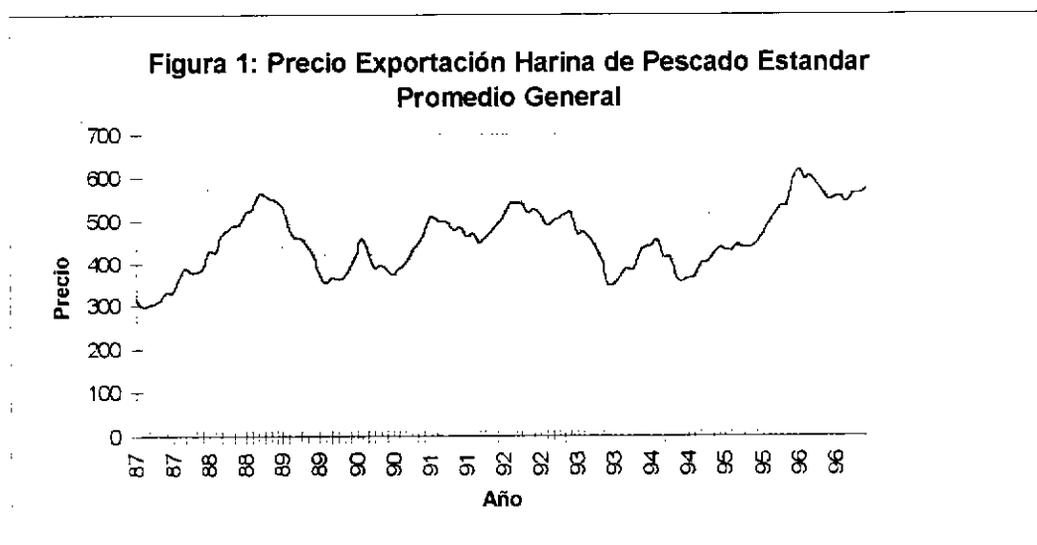
Para exportaciones de harina de pescado estándar procedente de la zona centro-sur, Cuadro 46 entrega las estadísticas básicas de precio y retorno. El promedio de precios muestra una importante variabilidad y el retorno no es significativamente diferente de cero (tanto la media como la mediana). Gráfico 33 confirma las observaciones anteriores: la serie de precios no muestra evidencias de tendencia.

Cuadro 46: Características de las Series de Precios de Exportación (FOB) y Retornos Harina de Pescado Estándar Procedente de Zona Centro-Sur.

1. Precio Harina de Pescado Estándar (USD/TM)		2. Retorno	
<u>Estadístico:</u>	<u>Valor:</u>	<u>Estadístico:</u>	<u>Valor:</u>
Media	453.51	Media	0.61
Desviación Estándar	74.57	Desviación Estándar	4.74
Mediana	455.23	Mediana	0.883

Fuente: Elaboración propia en base a información de aduanas, procesada por IFOP. Precios FOB de exportación promedio, ponderado por las cantidades exportadas a cada destino.

Gráfico 33. Precio exportación de harina de pescado estándar 1987-1996



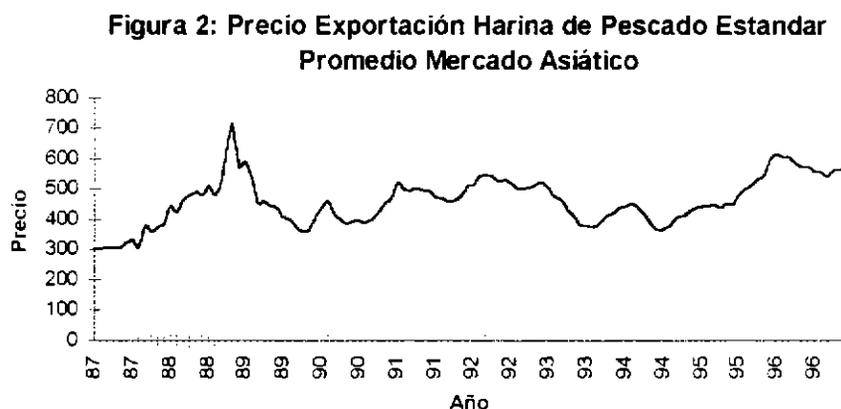
Cuadro 47 y Gráfico 34 muestran la evidencia empírica específica para el importante mercado asiático: las volatilidad es mayor si se considera solo este mercado, y no existe evidencia de tendencia en los precios.

Cuadro 47: Características de las Series de Precios de Exportación para El Mercado Asiático (FOB) y Retornos Harina de Pescado Estándar Procedente de Zona Centro-Sur.

1. Precio Harina de Pescado Estándar		2. Retorno	
Mercado Asia USD/TM		Mercado Asia	
<u>Estadístico:</u>	<u>Valor:</u>	<u>Estadístico:</u>	<u>Valor:</u>
Media	460.21	Media	0.71
Desviación Estándar	79.64	Desviación Estándar	6.08
Mediana	455.47	Mediana	0.74

Fuente: Elaboración propia en base a información de aduanas, procesada por IFOP. Precios FOB de exportación promedio, ponderado por las cantidades exportadas a cada destino.

Gráfico 34. Precio exportación harina de pescado estándar. Mercado asiático.



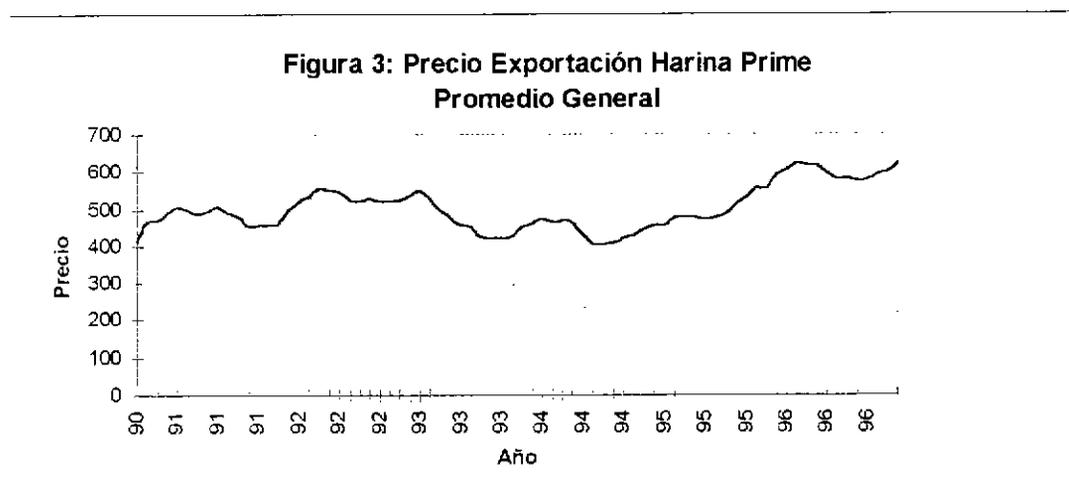
Para harina "prime" se cuenta con información a partir de 1990. Cuadros 48 y 49, y Gráficos 35 y 36 muestran la información agregada para todos los mercados de destino y para el mercado asiático en particular, destacándose el diferencial positivo de localización en el precio de la harina prime vs. el precio de la harina estándar. La volatilidad de precios es menor para este producto, y al igual que para el caso de la harina estándar, no existe una tendencia clara en el comportamiento de los precios.

Cuadro 48: Características de las Series de Precios de Exportación (FOB) y Retornos Harina de Pescado Prime Procedente de Zona Centro-Sur.

1. Precio Harina de Pescado Prime USD/TM		2. Retorno	
<u>Estadístico:</u>	<u>Valor:</u>	<u>Estadístico:</u>	<u>Valor:</u>
Media	500.86	Media	0.61
Desviación Estándar	59.45	Desviación Estándar	3.43
Mediana	489.61	Mediana	0.53

Fuente: Elaboración propia en base a información de aduanas, procesada por IFOP. Precios FOB de exportación promedio, ponderado por las cantidades exportadas a cada destino.

Gráfico 35. Precio exportación harina prime

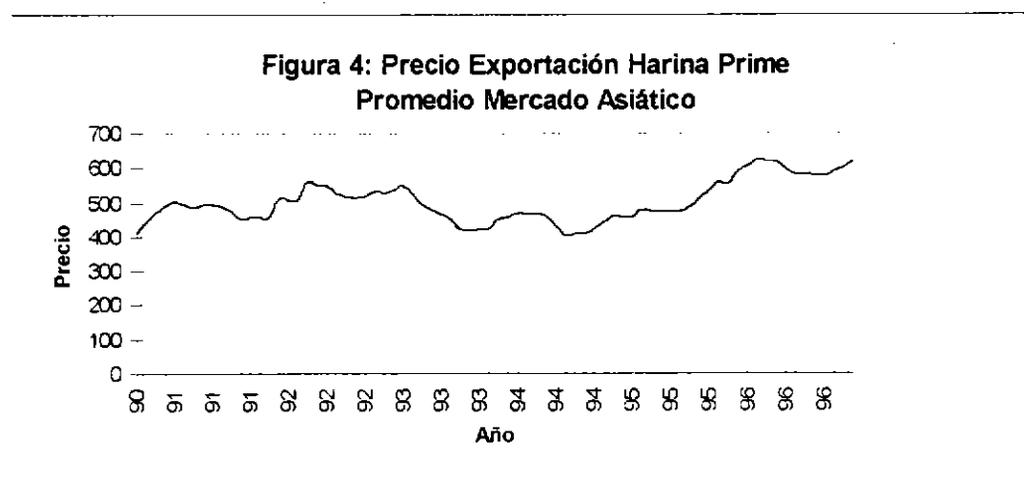


Cuadro 49: Características de las Series de Precios de Exportación para El Mercado Asiático (FOB) y Retornos Harina de Pescado Prime Procedente de Zona Centro-Sur.

1. Precio Harina de Pescado Prime		2. Retorno	
Mercado Asia USD/TM		Mercado Asia	
Estadístico:	Valor:	Estadístico:	Valor:
Media	500.56	Media	0.62
Desviación Estándar	59.50	Desviación Estándar	3.53
Mediana	488.32	Mediana	0.20

Fuente: Elaboración propia en base a información de aduanas, procesada por IFOP. Precios FOB de exportación promedio, ponderado por las cantidades exportadas a cada destino.

Gráfico 36. Precio exportación harina prime. Mercado asiático



En base a lo anterior, la desagregación de información de precios obtenida de Aduanas de Chile y procesada por IFOP por tipo de producto (dentro de las categorías harina y aceite), permite distinguir niveles diferenciados de precios para harina de pescado estándar y prime. Específicamente, el precio promedio obtenido para harina de pescado prime es 10% mayor que el promedio de la harina de pescado estándar. Este diferencial de precios está explicado

por las distintas funciones de demanda implícitas en la generación de los precios para cada producto, y por lo tanto es un diferencial estructural, que proyectamos estable en el tiempo.

Escenarios Probables de Precios:

Los resultados que se detallan en la sección anterior permiten obtener escenarios probables de precios con sus respectivas probabilidades. Estos escenarios están basados en los modelos estructurales estimados, de acuerdo a la oferta técnica. En particular, las referencias que se citan en la oferta técnica como la base de construcción del modelo de precios (Wright y Williams 1982, 1984, Williams y Wright 1991, Bobenrieth 1996, Deaton y Laroque 1992) construyen los modelos empíricos basados en la información disponible de series de tiempo para precios. Lo anterior no implica que otras variables (fundamentales) no influyan en la determinación del precio, sino que implica que el precio es una consecuencia endógena de los variados shocks a los cuales está sujeto el mercado. La imposibilidad de obtener información apropiada y con la periodicidad requerida con respecto a variaciones reales y probables para el futuro en producción, stocks, y shocks de demanda a nivel internacional no permite incorporar estas variables en forma explícita en la estimación del modelo. Sin embargo, el equilibrio dinámico en el mercado de la harina de pescado y aceite implica que el efecto de estas variables está internalizado en el precio.

Las matrices de probabilidades de transición estimada por nuestro modelo probabilístico permite calcular las probabilidades incondicionales (ergódicas) de ocurrencia de los diferentes regímenes. Utilizando los valores de variabilidad calculados, estas probabilidades incondicionales permiten realizar las siguientes proyecciones de corto plazo para cambios de precio para harina de pescado²³:

Probabilidad de aumento de un 5% en el precio de la harina de pescado: 0.126

Probabilidad de disminución de un 5% en el precio de la harina de pescado: 0.126

Probabilidad de variaciones positivas o negativas de menos de un 5% en el precio de la harina de pescado: 0.748

23 En base a la metodología utilizada en nuestras estimaciones, estas probabilidades deben ser interpretadas como cotas superiores de probabilidad.

Con respecto a aceite de pescado, las probabilidades de variación de corto plazo en precios son:

Probabilidad de aumento de un 5% en el precio del aceite de pescado: 0.217

Probabilidad de disminución de un 5% en el precio del aceite de pescado: 0.217

Probabilidad de variaciones positivas o negativas de menos de un 5% en el precio de la harina de pescado: 0.566

La naturaleza estable de los procesos de precios estimados, y los valores de las probabilidades de aumento o disminuciones en precios implica que en el plazo de un año o más la probabilidad de variaciones significativas de precio en harina de pescado y aceite de pescado es cercana a cero.

En esta sección se han presentados resultados de estimaciones empíricas para el proceso de formación de precios de harina de pescado y aceite, a partir de los cuales no es posible rechazar la hipótesis de comportamiento estacionario en precios. Sin embargo, estas conclusiones están sujetas a una mantención en las características globales de disponibilidad del recurso en el tiempo. Cambios estructurales en cuanto a oferta disponible del recurso y/o costos pueden implicar un aumento en los precios de interés. Adicionalmente, características específicas de los mercados de harina de pescado y aceite y sus correspondientes sustitutos pueden además tener una relevancia puntual en la determinación temporal de estos precios.

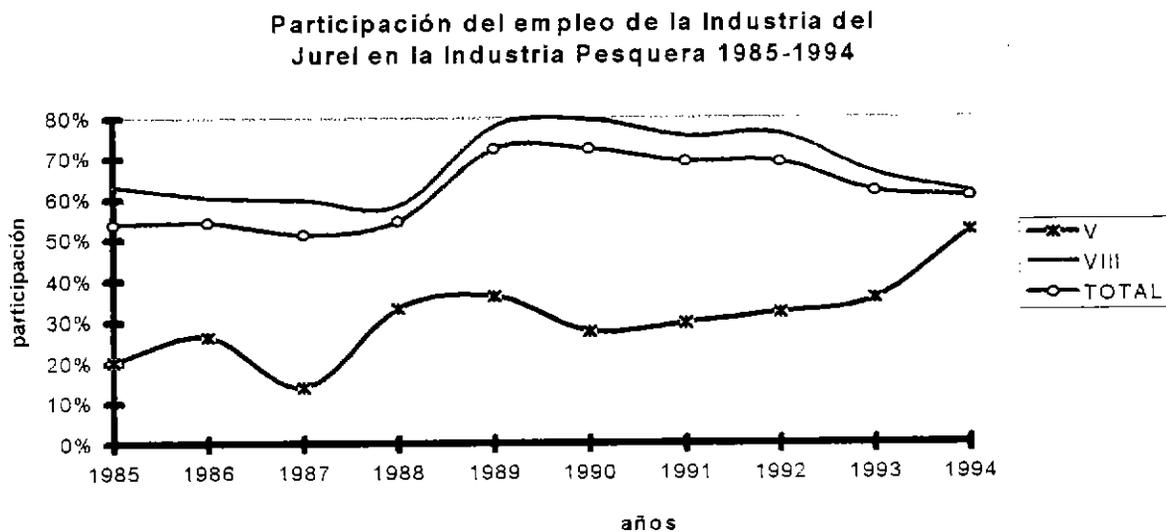
Una continuación lógica de esta línea de investigación es la del estudio de la determinación simultánea de precios spot y futuros para los productos considerados. El funcionamiento eficiente de mercados futuros implica que el precio de estos contratos entrega información relevante con respecto a las señales del mercado para condiciones futuras de precio y disponibilidad.

6.3. Indicadores de la variable social

6.3.1. La ocupación en la industria del jurel, 1985-1994.

Para el período 1985-1994, la ocupación promedio en la Industria del Jurel comprende aproximadamente el 65% de la ocupación total en la Industria Pesquera en la Zona centro-sur. Esta participación muestra una tendencia a crecer en los primeros años de la muestra de un nivel de 54% en 1985 hasta un nivel máximo de 72% en 1989-1990, para luego disminuir paulatinamente hasta alcanzar un nivel de 61% en 1994 (ver Gráfico 37). Esta participación es un indicador de la importancia que esta actividad tiene dentro del sector pesquero. Bajo esta perspectiva, uno debería considerar el período 1989-1990 como el período de mayor auge de la Industria del Jurel, al menos del punto de vista de la ocupación.

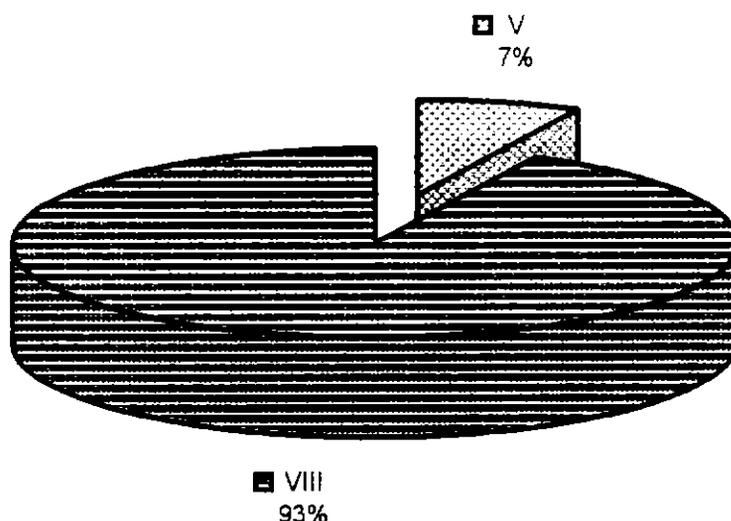
Gráfico 37: Participación del empleo de la industria del jurel en la industria pesquera, 1985-1994.



Sin embargo, esta importancia se distribuye de distinta forma entre las regiones V y VIII. Mientras que en la V región la Industria del Jurel responde por sólo un 31% de la ocupación total, en promedio, de las actividades pesqueras del período, en la VIII Región esta Industria abarca el 70% de esta ocupación total. En este sentido, la VIII Región puede catalogarse como una Región cuya industria pesquera está fundamentalmente abocada a la actividad del Jurel. Otra forma de considerar esto es que de la ocupación total en la Industria del Jurel en la Zona centro-sur, en promedio para el período 1985-1994, el 93% del empleo estuvo localizado en la VIII Región y el 7% en la V Región (ver **Gráfico 38**). De ahí que la importancia para la marcha de la economía regional que tiene la Industria del Jurel es muy superior en la VIII Región que en la V Región.

Gráfico 38: Distribución regional de la ocupación en la industria del jurel.

**Distribución de la ocupación de la Industria del Jurel.
Promedio 1985-1996 entre las regiones V y VIII.**



En términos absolutos, la ocupación en la Industria del Jurel se incrementó desde 2571 puestos de trabajo en 1985 a 7446 puestos de trabajo en 1994, es decir casi se triplicó.

En términos porcentuales esto implica una tasa de crecimiento promedio anual de la ocupación de 12.5%, la cual debe calificarse como muy elevada²⁴. Sin embargo, esta tasa de crecimiento no fue estable a través del tiempo.

Durante la segunda mitad de los años ochenta la tasa de incremento en la ocupación fue muy elevada, pero durante los años noventa el crecimiento de ésta ha sido bastante más moderada, incluso con decrementos importantes en los últimos dos años de la muestra (ver **Cuadro 50**). El máximo nivel de ocupación se logró efectivamente el año 1992, luego del cual la cantidad total de empleados en la Industria tendió a disminuir. Este comportamiento es explicado básicamente por la importancia que tiene la ocupación en la VIII Región en el total, porque el empleo en esta región mostró un comportamiento similar (ver **Cuadro 50**). Ello significó que la participación del empleo en la Industria del Jurel, en relación al empleo pesquero total aumentó de un 54% en 1985, alcanzando un tope de 72% en 1990, para luego bajar a 61% en 1994.

Lo anterior podría reflejar que la industria alcanzó un grado de madurez que ya no permite expandir mucho más la actividad "extensiva", y que ahora sería más importante la actividad que genere mayor valor agregado. Sin embargo, de ser correcta esta hipótesis, los niveles de captura deberían haber reducido su ritmo de crecimiento y las actividades que aportan mayor valor agregado deberían haber aumentado su importancia en la producción total en los últimos años. La otra hipótesis es que la actividad más importante en términos absolutos (industria reductora) esté reduciendo su nivel de empleo al tiempo que intensifica el uso de capital, y esto tenga un efecto en las cifras agregadas.

²⁴ Cabe recordar que la información para la Flota (código CIU 1300) sólo se incorpora a partir del año 1988. Por ello, las cifras de crecimiento de ocupación para todo el período están sobre-estimadas. Una estimación de la tasa de crecimiento del empleo sólo para los códigos 3114 y 3115 (que no sufre de esta sobre-estimación, pero es incompleta) indica que la ocupación aumentó en promedio 8% entre 1985 y 1994, lo cual es de todas formas muy elevado, considerando que en el mismo período la economía nacional creció en torno a un 6%.

Cuadro 50: Ocupación en la industria del jurel, valores absolutos y tasas de crecimiento, 1985-1994.

REGION	V		VIII		TOTAL	
AÑO	VALORES	TASAS %	VALORES	TASAS %	VALORES	TASAS %
1985	208		2363		2571	
1986	309	49%	3222	36%	3531	37%
1987	188	-39%	3581	11%	3769	7%
1988	509	171%	5159	44%	5668	50%
1989	501	-2%	7043	37%	7544	33%
1990	397	-21%	7107	1%	7504	-1%
1991	488	23%	7888	11%	8376	12%
1992	653	34%	8146	3%	8799	5%
1993	636	-3%	7102	-13%	7738	-12%
1994	676	6%	6770	-5%	7446	-4%
1985-1994		225%		187%		190%

La ocupación en la VIII Región mostró un crecimiento porcentual inferior al de la V Región (ver Cuadro 50). Efectivamente, mientras que para la primera la tasa de incremento fue de 187% para todo el período 1985-1994, para la segunda ésta fue de 225%. Este comportamiento más dinámico de la Industria del Jurel en la V Región se refleja en la evolución que tuvo la participación del empleo de esta industria en el empleo del sector pesquero en total. En 1985, esta participación era 20%. En 1994 ésta había aumentado a 52% (ver Gráfico 37). Es decir mientras que en 1985 1/5 empleos pertenecían a la Industria del Jurel, en 1994 esta relación era sobre 1/2. En cambio en la VIII Región esta participación no había variado substancialmente, a pesar de haber sufrido variaciones dentro del período.

Sin embargo, este mayor dinamismo de la Industria del Jurel en la V Región es, en un sentido, ficticio. Lo que sucede es que en general la Industria Pesquera en la V Región tuvo un desarrollo mucho menos dinámico que en la VIII Región. De hecho, mientras que en 1985 uno de cada 5 empleos que generaba la actividad pesquera global estaba en la V Región, en 1994 este guarismo había descendido a uno de cada 10 empleos. Por ello, la situación en la V Región es una donde la Industria del Jurel adquiere una mayor participación de una actividad

que en general crece mucho más lento que en la VIII Región. Es más, al considerar las cifras absolutas el cuadro que surge es que, mientras que en la VIII Región se generaron 58.321 empleos/año en la Industria del Jurel en la V Región sólo se crearon 4.565 empleos/año, es decir una relación de menos de 1/12.

Al analizar la evolución del empleo por actividad/línea de elaboración, se puede constatar que la Industria del Jurel tiene una participación de un 100% en la Industria Reductora y de Aceites (código CIIU 3115) (ver Cuadro 51). En cambio la Flota (código CIIU 1300) muestra una participación algo menor, de 85%, y la Industria de Conservas y Congelados (código CIIU 3114) bastante menor, de 16%. Las diferencias inter-regionales también pueden encontrarse a nivel de estas actividades. La mayor diferencia dice relación con el empleo en la Industria de Conservas y Congelados. Mientras que en la VIII Región el 21% del empleo en esta Industria es atribuible a la Industria del Jurel, esta participación en la V Región es nula. Es decir no existen empresas activas en el procesamiento del Jurel para otros fines que no sea Harina de Pescado y/o Aceites en la V Región.

Cuadro 51 : Participación de la ocupación de la industria del jurel en la industria pesquera por línea de elaboración. Promedio 1985-1994.

REGIÓN	V	VIII	TOTAL
3114	0%	21%	16%
3115	100%	100%	100%
FLOTA	70%	88%	85%

Desde otra perspectiva, la actividad más importante de la Industria del Jurel, en términos de ocupación, es indudablemente la Industria Reductora y de Aceites. esta Industria abarca dos terceras partes, es decir el 66%, de toda la ocupación (ver Cuadro 52). El restante tercio se distribuye entre la Flota (25%) y la Industria de Conservas y Congelados (10%). A nivel regional esta distribución refleja bastante bien lo que sucede en la VIII Región. No así en la V Región, donde la ocupación de la Industria del Jurel se reparte sólo entre la Industria de Harina y Aceites (56%) y la Flota (44%).

Cuadro 52: Distribución de la ocupación en la industria del jurel por línea de elaboración. Promedio 1985-1994.

REGIÓN	V	VIII	TOTAL
3114	0%	10%	10%
3115	56%	66%	66%
FLOTA	44%	23%	25%
TOTAL	100%	100%	100%

En el Cuadro 53 puede observarse la distribución de la ocupación por categoría ocupacional. En la Industria de Conservas y Congelados (código 3114) en promedio el 83% de los ocupados eran obreros en el período 1985-1994. El resto de los ocupados eran fundamentalmente empleados (16%). Es decir, la relación obreros/empleados era superior a 5 obreros por cada empleado. El ritmo de crecimiento de los empleados en esta industria en el período fue superior al de los obreros, por lo que esta relación tendió a reducirse. Sin embargo, no es posible observar una clara tendencia, dado que de un nivel algo inferior a 8 en 1985, la relación cayó a 4 en 1990, para luego aumentar a sobre 6 en 1994 (ver Gráfico 39). Estos cambios pueden corresponder a cambios en los procesos productivos de las distintas actividades participantes de esta Industria (que requieren una "mezcla" distinta de calificaciones en la ocupación), pero también pueden deberse a cambios en la composición de actividades con distintas relaciones obrero-empleado al interior de la industria.

Cuadro 53: Distribución del empleo por línea de elaboración, 1985-1994 (%).

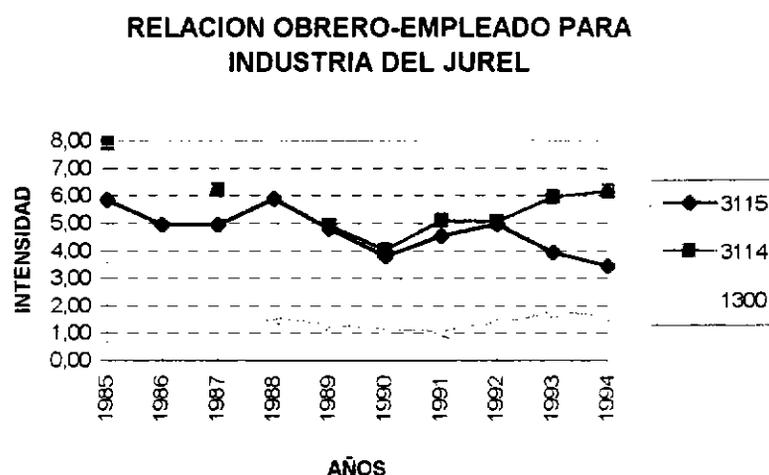
DISTRIBUCION DEL EMPLEO POR LINEAS DE ELABORACION 1985-1994 (%)												
AÑOS	3115			3314			1300					
	EMPL	OBR.	OTR	TOT	EMPL	OBR.	OTR	TOT	PATR	EMB	TIER	TOT
1985	15%	85%	1%	100%	11%	85%	5%	100%				
1986	16%	79%	5%	100%	0%	100%	0%	100%				
1987	17%	83%	0%	100%	13%	82%	5%	100%				
1988	15%	85%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	7%	54%	40%	100%
1989	17%	82%	0%	100%	17%	83%	0%	100%	4%	52%	44%	100%
1990	21%	79%	0%	100%	20%	80%	0%	100%	4%	49%	48%	100%
1991	18%	82%	0%	100%	16%	84%	0%	100%	4%	48%	48%	100%
1992	17%	83%	0%	100%	17%	83%	0%	100%	4%	53%	43%	100%
1993	20%	79%	0%	100%	14%	86%	0%	100%	6%	58%	37%	100%
1994	23%	77%	0%	100%	14%	86%	0%	100%	4%	58%	38%	100%
TOT	18%	81%	1%	100%	16%	83%	0%	100%	4%	53%	43%	100%

En la Industria de Harina de Pescado y Aceites (código 3115), los obreros correspondieron al 81% de la ocupación total en promedio para el período. El resto se distribuyó entre 18% de empleados y 1% de otros (ver Cuadro 53). La relación obrero/empleado fue en promedio de 4,5, algo inferior a lo observado en la Industria de Conservas y Congelados anteriormente, pero básicamente de la misma magnitud. Al revisar estas cifras desagregando por región, se puede observar que a pesar que a grandes rasgos la división de la ocupación por categoría ocupacional se mantiene, la Industria de la Harina de Pescado y Aceites en la VIII región es más intensiva en mano de obra obrera, mientras que en la V región es más intensiva en empleados. En la V región existe una proporción de empleados en el proceso productivo (12% promedio) el doble que en la VIII región (6% promedio). Dado que la forma de clasificar la mano de obra es la misma (se trata de la misma encuesta), esta diferencia indica distintos procesos productivos entre la V y la VIII región. Como en general los empleados poseen una mayor calificación que los obreros, este dato podría indicar además que el grado de calificación exigido por la Industria de Harina de Pescado y Aceites en la V región es mayor que en la VIII región.

En concordancia con lo que ocurrió en la Industria de Conservas y Congelados, en la Industria Reductora la ocupación de obreros creció más lento que la ocupación de empleados. La diferencia entre estas dos Industrias fue que en el segundo caso, la tasa de crecimiento de los obreros fue muy inferior a la de los obreros. De hecho la relación obrero/empleado mostró una

marcada tendencia a caer a lo largo del período (ver **Gráfico 39**). De un nivel de 5,8 en 1985 esta relación se redujo a 3,4 en 1994. De tal forma que en 1994 la intensidad obrero/empleo era en la Industria de la Harina de Pescado y Aceites la mitad de lo que era en la Industria de Conservas y Congelados. Esta reducción parece mostrar una clara tendencia a reducir el número de obreros por cada empleado en la Industria, lo cual puede interpretarse como que el nivel de calificación laboral en esta Industria aumentó en el período.

GRÁFICO 39. Relación obrero/empleo en la industria del jurel



En la Flota del Jurel (código 1300), la división básica de la ocupación no es entre empleados y obreros, sino entre personal embarcado y en tierra. Se observa en el **Cuadro 53** que en promedio para el período 1988-1994 el 57% de todos los empleados trabajan embarcados y el 43% en tierra. Estas relaciones no muestran signos de cambiar en forma significativa durante el período, amén de fluctuaciones transitorias a lo largo de los años. Como puede observarse en el **Gráfico 39** la relación tripulante (incluido capitán)/personal de tierra se ha mantenido estable en torno a 1,3.

En **resumen**, la Industria del Jurel se perfila como la actividad ocupacional más importante en la Zona Centro-Sur. Por si sola responde por el 65% de la ocupación en el período muestral. Sin embargo su importancia es mayor en la VIII Región que en la V Región. Por cada empleo

que genera esta Industria en la V Región, genera 12 en la VIII Región. Además, el procesamiento del Jurel presenta una diversificación mayor en la VIII Región, donde no sólo se utiliza para Harina de Pescado, sino también para la Industria de Congelados y Conservas. En relación con la flota, en forma preponderante esta está orientada a la pesca del Jurel. Sin embargo, la actividad que agrupa al mayor contingente laboral sigue siendo en forma clara la Industria Reductora. La ocupación en la Industria del Jurel tuvo un crecimiento muy rápido en el período, aunque a finales de éste se observó un agotamiento en su ritmo de crecimiento, que hace prever un crecimiento más moderado en los años futuros. En 1994 esta Industria generaba 7446 puestos de trabajo/año. En 1994, en el agregado en la Industria Procesadora (excl.Flota) por cada empleado existían cinco obreros. Esta proporción era menor en la V Región que en la VIII Región, connotando un mayor grado de calificación de la mano de obra en la V región. A nivel de línea de elaboración, mientras que en la Industria Reductora en términos generales se mantuvo durante el período la proporción obreros-empleados en la Industria de Conservas y Congelados ésta tendió a decrecer, indicando esto último un proceso de calificación laboral en esta industria. Finalmente, en la Flota se observó una relación estable entre personal embarcado y de tierra, siendo esta relación en torno a 1.3.

6.3.2. Distribución factorial del ingreso en la industria del jurel, 1985-1994.

En el período 1985- 1994 la distribución factorial del ingreso en la Industria del Jurel de la Zona Centro-Sur (V y VIII Región), de acuerdo a la información contenida en la Encuesta Manufacturera (ENIA) del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), fue que en promedio el factor capital respondía por un 74.5% del ingreso total, mientras que el factor trabajo respondía por el 25.5% restante²⁵. En términos simples, la relación era 3/1. Esta distribución contrasta significativamente con la existente a nivel nacional para toda la economía. De acuerdo a cifras provisionales la distribución factorial del ingreso para el período 1985-1993 mostraría que el 54% del ingreso iría al factor capital y el 46% al factor trabajo. Naturalmente, la fuente y calidad de la información es distinta en ambos casos, pero de todas maneras esta

²⁵ Como se discute en la sección metodológica, se probaron dos formas alternativas para calcular la distribución del ingreso. Sin embargo, las diferencias en los resultados obtenidos fueron mínimas. A modo de ejemplo se puede mencionar que las participaciones entre capital y trabajo, de acuerdo a la forma de cálculo alternativo, fueron 75.5% y 24.5% respectivamente. Desde esta perspectiva, uno puede catalogar los resultados obtenidos como robustos. Naturalmente, como cualquier resultado, son dependientes de la calidad de la información básica.

comparación entrega un orden de magnitud que permite dimensionar el grado de "inequidad" de la distribución del ingreso en el caso de la Industria del Jurel.

En general la participación en el ingreso del trabajo mostró una evolución irregular, sin poder identificar una clara tendencia a través del tiempo. Fluctuó entre valores extremos de 17.3% en 1988 y 31.6% en 1993, con una desviación estándar de 4.9%. Sin embargo, estas cifras son poco confiables, porque están basadas en una suma ponderada de los resultados que se obtuvieron entre distintas líneas de elaboración dentro de la Industria del Jurel. Específicamente, los datos para la Flota (código CIU 1300) sólo están disponibles a partir del año 1988, por lo cual la serie antes de ese año no es homogénea. Además, por falta de información la serie para la Industria de Conservas y Congelados tiene un vacío justo el año 1988. Por ello, parece más seguro considerar el año 1989 como el año base, para análisis de tendencias en la distribución agregada del ingreso en la Industria del Jurel.

Si se observan los datos sólo para el período 1989-1994, se obtiene que la distribución factorial del ingreso en la Industria del Jurel se torna más estable con una participación del factor trabajo ligeramente superior (ver **Cuadro 54**). Efectivamente, la desviación estándar se reduce a 1.6% y la participación aumenta a 29% para el trabajo. Por consecuencia, la participación del factor capital se reduce a 71%. De todas maneras la relación es 2,5/1, lo cual sigue mostrando una alta desigualdad en la distribución en relación al promedio nacional. Tampoco se observa ninguna tendencia clara en la evolución de las participaciones del ingreso en este subperíodo.

Cuadro 54: Distribución del ingreso en la industria del jurel, V y VIII reg., 1989-1994.

AÑO	RT/Y	EE/Y
1989	28,2%	71,8%
1990	27,0%	73,0%
1991	29,2%	70,8%
1992	28,0%	72,0%
1993	31,6%	68,4%
1994	27,8%	72,2%
promedio	28,6%	71,4%
desv estándar	1,6%	1,6%

Fuente: Tabulaciones propias a partir de ENIA.

Notas: RT/Y = participación del trabajo en ingreso, EE/Y = participación del capital en el ingreso.

Al dividir la muestra entre pequeñas empresas (PE) y empresas grandes y medianas (GME), se puede constatar que la distribución del ingreso es más "inequitativa" y estable en la GME que en la PE. En el **Cuadro 55** se muestra esta información para los años 1989-1994. Como puede observarse, el factor trabajo en la PE en la Industria del Jurel muestra una participación promedio para el período de 35%, mientras que para el factor capital esta es 65%, es decir menos que 2/1. En cambio para la GME estas participaciones son 26% y 74% respectivamente, o sea casi 3/1. Los resultados para la PE deben, sin embargo, ser considerados con mucha precaución dado que están basados en una muestra con una cantidad muy reducida de datos. Esto es debido a que las empresas que cumplían con el requisito de tener entre 10 y 49 trabajadores en el período fueron muy pocas y cambiantes a través de los años.

La estabilidad de las participaciones factoriales es relativamente baja en la PE, lo cual puede ser consecuencia de la reducida muestra. La desviación estándar (en puntos porcentuales) es de 23%. Si uno observa los datos anuales puede constatarse que efectivamente estos fluctúan en forma importante. De una participación laboral de un 12% en 1989, hasta una de 66% en 1993.

Por otra parte, la desviación estándar para la GME es relativamente reducida, de sólo 1.2%. Ello indica que no han existido mayores variaciones en las participaciones durante el período,

por lo cual los resultados podrían considerarse como relativamente representativos de la distribución del ingreso en este segmento de la industria²⁶.

Cuadro 55: Distribución del ingreso en la pequeña y gran y mediana empresa en la industria del jurel de la zona centro-sur, 1989-1994.

AÑO	PEQUEÑA		MEDIANA Y GRANDE	
	RT/Y	EE/Y	RT/Y	EE/Y
1989	12,4%	87,6%	26,7%	73,3%
1990	n.d.	n.d.	25,2%	74,8%
1991	n.d.	n.d.	26,0%	74,0%
1992	22,6%	77,4%	25,1%	74,9%
1993	66,2%	33,8%	27,8%	72,2%
1994	35,0%	65,0%	24,6%	75,4%
PROMEDIO	34,1%	65,9%	25,9%	74,1%
DESV. ESTANDA R	23,4%	23,4%	1,2%	1,2%

FUENTE: Tabulaciones propias en base a ENIA

Notas: RT/Y = participación laboral en el ingreso, EE/Y = participación del capital en el ingreso
n.d. = no disponible

Al comparar las distribución del ingreso por línea de elaboración es posible constatar que ésta difiere en forma importante entre las distintas líneas. En la Flota (código CIIU 1300) y para el promedio del período 1988-1994, las participaciones en el ingreso fueron 47.6% y 52.4% para el factor trabajo y factor capital respectivamente (ver **Cuadro 56**). Este orden de magnitud está relativamente en concordancia con los resultados a nivel nacional para toda la economía. En este sentido, uno podría decir que es una distribución relativamente "normal". Las participaciones no son muy estables a través del tiempo, como puede observarse por la desviación estándar de 10.7%, pero no se observa ninguna tendencia clara en la serie en algún sentido.

²⁶ Si consideramos el período completo 1985-1994, la distribución es más desigual en ambos segmentos de la industria, con un aumento de la dispersión en la GME y una reducción en la PE. Sin embargo, todos los resultados cualitativos discutidos en el texto central se mantienen.

La información para la Industria de Conservas y Congelados (código CIU 3114) no es continua para todo el período. Por ello se escogió realizar la comparación desde el año en que la serie existe en forma continua (1989)²⁷. La participación del factor trabajo en el ingreso es en promedio 43%. Por consecuencia la participación del factor capital es 57%. Estas cifras, en términos gruesos están relativamente acordes con lo que sabemos de la distribución factorial del ingreso a nivel nacional para toda la economía. Por otra parte, en términos de estabilidad, las participaciones en esta industria muestran un comportamiento muy parecido a la de la Flota. Las participaciones fluctúan a través del tiempo sin ninguna tendencia clara. La desviación estándar es 9.9% para el período 1989-1994.

Cuadro 56: Distribución del ingreso industria del jurel V y VIII reg. por línea de elaboración, 1985-1994.

AÑO	1300		3114		3115	
	RT/Y	EE/Y	RT/Y	EE/Y	RT/Y	EE/Y
1985	nd	nd	12,0%	88,0%	18,1%	81,9%
1986	nd	nd	nd	nd	26,6%	73,4%
1987	nd	nd	32,0%	68,0%	20,8%	79,2%
1988	31,0%	69,0%	nd	nd	14,7%	85,3%
1989	55,5%	44,5%	32,6%	67,4%	19,2%	80,8%
1990	42,4%	57,6%	50,1%	49,9%	20,1%	79,9%
1991	48,0%	52,0%	47,1%	52,9%	21,4%	78,6%
1992	40,0%	60,0%	57,0%	43,0%	21,2%	78,8%
1993	62,5%	37,5%	33,3%	66,7%	20,4%	79,6%
1994	54,0%	46,0%	38,0%	62,0%	19,8%	80,2%
PROMEDIO	47,6%	52,4%	43,0%*	57,0%*	20,2%	79,8%
DESV. EST.	10,7%	10,7%	9,9%*	9,9%*	3,0%	3,0%

Fuente: Tabulaciones propias en base a Encuesta ENIA.

Notas: RT/Y = participación laboral en el ingreso, EE/Y = participación del capital en el ingreso, El asterisco(*) indica que el estadístico corresponde al período 1989-1994.

nd = no disponible

Para la Industria Reductora y de Aceites la información es más completa, por lo cual se puede analizar el período muestral completo (1985-1994)²⁸. Se observa una gran diferencia entre esta industria y las otras de la industria del Jurel, tanto en términos de la distribución promedio del ingreso como en la estabilidad de éste en el tiempo. Efectivamente, la participación promedio laboral para el período fue de 20.2% del ingreso. El factor capital por su parte captó

²⁷ Antes de 1989 los registros muestran la existencia de un establecimiento en este rubro en algunos años. Posterior a 1989 se identifican dos establecimientos que se mantienen a lo largo de todo el período.

²⁸ En general se mantienen los establecimientos a través de los años con una tendencia a aumentar. De 15 establecimientos en 1985 hasta 24 en 1994.

el 79.8% del ingreso. Es decir una relación de 4/1. Esta implica una distribución del ingreso muy "desigual" en esta Industria. Es obvio, que una parte de la explicación radica en que es una industria muy capital intensiva, es decir que por cada hora de trabajo contratada emplea relativamente mucho capital. El segundo aspecto distintivo de esta distribución es su relativa estabilidad en el tiempo. La desviación estándar es sólo 3% para todo el período, y si uno calcula la desviación estándar para un período comparable con las otras Industrias, por ejemplo el período 1989-1994, la desviación estándar se reduce aún más a 0.8%. Esto significa que uno puede decir con relativa confiabilidad que esta es una distribución estable que no varía significativamente en el período.

6.3.3. Análisis exploratorio de los determinantes de la distribución del ingreso en la industria del jurel.

En esta sección se analiza, con método exploratorio, algunas hipótesis sobre los factores que podrían estar determinando la distribución del ingreso en la Industria del Jurel de la zona Centro-Sur, para el período comprendido entre los años 1985 y 1994. El carácter de exploratorio del análisis está dado por la falta de un marco teórico riguroso donde se puedan testear, en forma estricta, hipótesis sobre la distribución del ingreso. El método utilizado se basa en regresiones econométricas sencillas que permiten identificar relaciones en forma clara entre las distintas variables.

En general, uno supone que la distribución factorial del ingreso en cualquier industria está relacionada con el nivel de la productividad laboral o la tasa de cambio de esta productividad. Mientras mayor sea la productividad laboral o su ritmo de crecimiento uno esperaría una mayor participación laboral en el ingreso. Ello tanto porque la productividad laboral en general se encuentra positivamente asociada a la remuneración real al trabajo, como porque la productividad media está directamente asociada con la participación del factor trabajo en la distribución del ingreso.

Una segunda noción (no excluyente con la anterior) es que la distribución del ingreso está asociada con el ingreso total o producto de la industria. Las industrias de mayor tamaño desde

el punto de vista del producto podrían tener una distribución menos regresiva del ingreso, si son precisamente estas industrias las más formales, que requieren mano de obra más calificada, y que por ende remuneran mejor el factor trabajo. Desde el punto de vista teórico no existe un argumento general para esperar un efecto definido en algún sentido, pero la pregunta en sí es interesante de investigar. Una pregunta igualmente interesante es si existe relación entre distribución del ingreso y la tasa de crecimiento del producto.

Una tercera relación es la correlación temporal que podría existir entre el nivel de producto y la coyuntura económica nacional. Es decir, si por ejemplo cuando la economía está en alza, la distribución del ingreso mejora o viceversa. Esto está relacionado con cómo se distribuye el ingreso a lo largo del ciclo económico.

Estas tres preguntas fueron analizadas. Para realizar esto se utilizaron "proxies" para medir las variables relevantes. La productividad laboral se estimó con la productividad media del establecimiento (PROD). El ingreso o producto del establecimiento se midió por el valor agregado (VA) de éste. Finalmente, para mostrar la situación económica general de la economía se utilizó el producto interno bruto (PIB). En general se probó correr la participación del factor trabajo (PART) contra el nivel de la productividad laboral media (PROD), el valor agregado (VA) de la empresa y el nivel del producto interno bruto (PIB), por separado y en conjunto y además contra la tasa de cambio de estas variables.

La fuente de información para PART, PROD y VA fue la misma encuesta ENIA. En cambio para el PIB, la fuente de información fueron las Cuentas Nacionales del Banco Central. Para armar la base de datos, se escogieron todos los establecimientos que existen en la ENIA con al menos 10 trabajadores y para los cuales existía toda la información requerida²⁹. En total quedaron 185 observaciones para las variables en niveles y 148 para las que incluyen la tasa de cambio de la variable. Con estas se corrió una regresión de corte transversal con serie de tiempo (pooled regression) para todos los establecimientos disponibles en los 10 años de la muestra. El método de estimación fue mínimos cuadrados ordinarios.

La ecuación estimada fue la siguiente:

²⁹ Existía numerosos establecimientos para los cuales la encuesta no presentaba información. Estos fueron eliminados de la muestra utilizada en las regresiones.

$$LPART_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 LPROD_{it} + \alpha_2 LVA_{it} + \alpha_3 LPIB_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (90)$$

donde las variables están en logaritmos (L). Los subíndices i e t señalan el establecimiento y año respectivamente, mientras que ε es un error aleatorio.

Los resultados finales fueron los siguientes:

$$LPART = -36.775 - 0.893* LPROD + 2.713* LPIB + 0.164* LVA \quad (91)$$

(-11.186) (-15.740) (11.809) (3.417)

R^2 ajustado = 0.6029, D.W. = 1.65

donde los estadígrafos t se encuentran entre paréntesis.

La ecuación estimada en general muestra resultados adecuados. El coeficiente de determinación es alto para este tipo de estimación y los coeficientes para las variables relevantes son significativamente distintos de cero. Los errores no presentan signos de autocorrelación.

En general, los resultados mostraron que las variables LPROD, LPIB y LVA eran significativas. Las variables en tasas de cambio también alcanzaban significancia, pero cuando se corrían en conjunto con la variable en niveles (log), perdían su significancia. Por eso se optó por incluir sólo los niveles en las regresiones finales. Un segundo resultado general es que tanto LPIB como LVA mostraron una correlación positiva con LPART, mientras que la correlación LPROD era negativa. La interpretación es que la participación del factor trabajo en el ingreso tenderá a ser mayor a mayor sea el nivel de ingreso del establecimiento y el nivel de actividad económica nacional y a ser menor a mayor sea el nivel de productividad laboral del establecimiento. Este último resultado es claramente contraintuitivo, pero todas las regresiones y tests realizados indican en forma robusta esta relación. Los resultados mostrados en la ec. (91), indican justamente lo que se ha señalado.

Sin embargo, y a pesar que los coeficientes son significativamente distintos de cero, también es interesante evaluar el efecto que tendrán cambios en las variables relevantes sobre la participación del factor trabajo. Dado que el modelo está expresado en logaritmos, la interpretación de los coeficientes puede hacerse directamente en términos de elasticidades.

Los resultados indican que por cada 10% de incremento en la productividad laboral media, la participación laboral se verá reducida en un 8.9%, *ceteris paribus*. Indudablemente este resultado resulta extraño, pero como se mencionó anteriormente es robusto a distintas especificaciones. Es más, al hacer un análisis estadístico de la serie de participación laboral en el ingreso se pudo comprobar que existe una clara e importante correlación negativa con el nivel y la tasa de cambio de la productividad laboral media en el periodo. Es decir, los establecimientos que presentan mayores niveles de productividad laboral y/o donde la productividad crece más rápido tienen una distribución del ingreso más "desigual".

El nivel (log) del producto mostró estar positivamente correlacionado con la participación laboral (en log.). Un incremento de un 10% en el producto nacional tiende, de acuerdo a los resultados a incrementar la participación del trabajo en un 27%. Es decir, que si el promedio de la participación laboral era 0.225 en promedio, un 10% de incremento en el producto nacional incrementa esta participación a 0.285, *ceteris paribus*. Este efecto aparece como muy fuerte, pero cabe recordar que se trata de un análisis exploratorio de los datos y que no debería asignársele demasiado importancia a los resultados específicos. Lo importante de este resultado es la existencia de una correlación positiva entre participación y producto nacional. De ser esta una relación estable ello significaría que en la fase expansiva del ciclo económico tiende a mejorar la distribución del ingreso en la Industria del Jurel y que lo contrario pasa en la fase recesiva del ciclo económico.

Finalmente, los resultados también indican que el valor agregado del establecimiento está positivamente relacionado con la participación laboral. Un establecimiento que muestra un valor agregado 10% sobre el promedio debería tener una participación laboral del ingreso 1.6% mayor que el promedio. Este resultado confirma la noción que los establecimientos mayores (desde el punto de vista del producto) tienden a tener distribuciones del ingreso "más equitativas", aunque el efecto no parece ser demasiado importante. En términos absolutos, un

establecimiento con un valor agregado 10% sobre el promedio, mostrará una participación laboral en el ingreso de 0.229 en vez del promedio de 0.225.

En resumen, el análisis exploratorio indica que las variables productividad laboral (PROD), nivel de valor agregado del establecimiento (VA) y nivel de producto agregado de la economía (PIB) están correlacionadas con la participación laboral en el ingreso del establecimiento. A mayor VA o PIB y menor PROD mayor será la participación del trabajo en el ingreso. Estos resultados llaman la atención, fundamentalmente, por la asociación negativa entre productividad y participación, la cual parece tener un fundamento empírico firme. Ello indica que los establecimientos que muestran mayor nivel de productividad laboral (*ceteris paribus*) tienden a presentar una distribución del ingreso más "desigual". Por otra parte, el efecto estimado para el PIB parece sumamente elevado. Todo ello, sirve para enfatizar la importancia de desarrollar un análisis posterior sobre el tema, pero con un marco teórico riguroso que permita probar hipótesis y finalmente contribuir a identificar los determinantes de la distribución del ingreso. Esta tarea excede las pretensiones del presente trabajo.

6.3.4. Evolución de salarios reales.

Los salarios reales medios mensuales se han comportado en forma distinta dependiendo del sector. El mayor crecimiento se ha registrado en la industria de harina donde los salarios reales crecieron en promedio un 7,9% entre los años 1988-1994, después sigue la flota con un crecimiento medio anual de 4,9%, el menor crecimiento medio anual se registra en la industria conservera el que sólo llega a 4,1% en igual período, hay que destacar que en esta industria se tuvo un crecimiento medio anual entre los años 1991-1994 de -7,4% que contrasta con el 9,5% de la industria de harina y el 2% en la flota en igual período, sin embargo en el período 1989-1991 esta industria registró el más alto crecimiento medio llegando a 27,4% muy superior al 4,8% y 7,3% en la industria de harina y flota respectivamente (ver Cuadro 57).

Cuadro 57: Salarios reales mensuales promedio por línea de elaboración 1988-1994. (miles de pesos de 1989)

AÑO	WR3114	WR3115	WRF
1988		92	145
1989	60	103	183
1990	74	107	171
1991	92	105	177
1992	109	111	182
1993	74	109	201
1994	72	135	188
crec. medio anual 88-91	27,4*	4.8	7.3
crec. medio anual 91-94	-7,4	9.5	2.0
crec. medio anual 88-94	4,1*	7.9	4.9

(*)Corresponde al período 89-91

(**) Corresponde al período 89-94

A pesar de que el mayor crecimiento medio se registra en la industria de harina, si vemos lo que ocurre a nivel regional encontramos que ese crecimiento esconde un crecimiento substancialmente menor en la V reg. el que sólo alcanza en el período 1988-1994 a 1,8% y es negativo entre los años 1991-1994 llegando a -3,1%. Igual fenómeno ocurre en la flota para la VIII reg. que en ese período tiene un crecimiento medio de -0,3 que contrasta notablemente con el crecimiento de 32,0% en la V reg.. Así, desde una perspectiva regional, observamos que el mayor crecimiento medio anual de los salarios para el período 1988-1994 se registra en

la flota de la V reg. llegando a 14% seguido por los salarios de la industria de harina de la VIII reg. con 8,4% y un 1,8% en la V reg (ver Cuadro 58).

Cuadro 58: Salarios reales mensuales promedio por línea de elaboración y región 1988-1994. (miles de pesos de 1989)

AÑO	3115		3114	Flota	
	WRVIII	WRV	WRVIII	WRVIII	WRV
1988	92	88		145	
1989	102	117	60	191	118
1990	107	105	74	180	100
1991	105	107	92	188	102
1992	112	92	109	195	112
1993	109	108	74	209	157
1994	139	98	72	186	200
crec. medio anual 88-91	4,6	7,4	27,4*	9,8	-6,5*
crec. medio anual 91-94	10,7	-3,1	-7,4	-0,3	32,0
crec. medio anual 88-94	8,4	1,8	4,1**	4,7	14,0**

(*)Corresponde al período 89-91

(**) Corresponde al período 89-94

Al observar la evolución de los salarios reales por tamaño industrial en la industria de harina encontramos que en las firmas con menos de 99 trab. los salarios son menores y además tienen en el período considerado un crecimiento menor en relación a la evolución de los mismos en firmas de más de 100 trab. teniendo incluso tasas de crecimiento negativas como se observa en el período 1985-88 donde los salarios reales medios disminuyen en 2,7% y en las firmas con más de 100 trab. estos aumentan en 15,3%, en el período 1985-1994 se observa un crecimiento medio substancialmente menor en las firmas de menos de 99 trab. en relación a las con más de 100 trab. las tasas de crecimiento son de 2,7% y 14,5 respectivamente. (ver Cuadro 59)

Cuadro 59: Salarios reales medios mensuales en la industria de harina por tamaño industrial, 1985-1994. (miles de pesos de 1989).

3115	OMT<=99	OMT>=100
Año	WRm	WRm
85	74	64
86	58	86
87	60	83
88	68	93
89	88	104
90	88	109
91	98	106
92	86	113
93	86	112
94	93	147
tasa media de crec. 1985-88	-2,73	15,34
tasa media de crec.1989-94	0,95	8,40
tasa media de crec. 1985-94	2,72	14,54

Si observamos las categorías laborales en flota, vemos que el mayor crecimiento entre 1988 y 1994 lo han registrado los patrones de pesca cuyos salarios reales crecieron en promedio un 17,7%, seguidos de los operarios con un 4,9% y los tripulantes con un 0,3%. En igual período los pilotos, motoristas y administrativos registraron una disminución salarial de -3,5%, -0,6% y -1,3% respectivamente. Todas las categorías registran aumentos en los salarios reales entre los años 1988-1991 a excepción del personal administrativo (**Cuadro 60**).

Cuadro 60: Salarios reales medios mensuales por categoría laboral en la flota pesquera, V y VIII reg., 1988-1994. (miles de pesos de 1989).

AÑO	WmeP	WmePIL	WmeM	WmeT	WmeAD	WmeOP
1988	490	0	0	139	0	77
1989	933	359	295	143	168	130
1990	773	338	313	173	115	97
1991	815	401	327	167	89	108
1992	1060	356	293	142	235	95
1993	654	355	318	166	268	108
1994	1010	296	286	142	158	99
crec. medio anual 88-91	22,1	5,8*	5,5*	6,7	-23,7*	13,9
crec. medio anual 91-94	8,0	-8,8	-4,2	-5,0	25,9	-3,0
crec. medio anual 88-94	17,7	-3,5**	-0,6**	0,3	-1,3**	4,9

(*)Corresponde al período 89-91

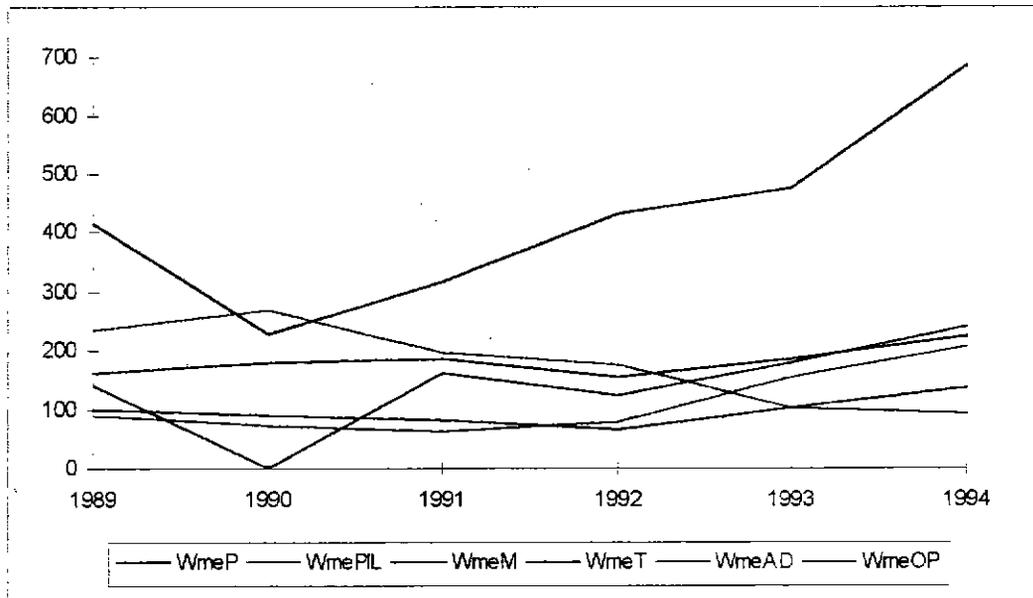
(**) Corresponde al período 89-94

Si analizamos gráficamente lo que sucede con los salarios medios de las dos regiones consideradas, apreciamos un importante quiebre en la curva de salarios medio de los patrones de pesca entre los años 1989-1990 en la V región. Este cambio está influenciado

fundamentalmente por la disminución de las capturas en la V región. Otro elemento que llama la atención es la clara tendencia a la baja en los salarios reales del personal administrativo a partir de 1990, el crecimiento medio anual para esta categoría ocupacional es negativo en los tres períodos considerados. A partir del año 1992 podemos apreciar una tendencia a subir de los salarios en todas las categorías ocupacionales a excepción del personal administrativo. El mayor crecimiento se observa en los tripulantes que alcanza en el período 1988-1994 a 27,2% y la más baja en el personal administrativo con -12%, en el período 1991-1994 el mayor aumento lo registran los tripulantes y los patrones de pesca llegando a 76,7% y 39,3% respectivamente. Tales aumentos están directamente relacionados con las capturas que tienen su mayor aumento en igual período llegando a 44,9% (ver Gráfico 23 y cuadro 27 y 61).

Cuadro 61: Salarios reales medios mensuales por categoría laboral en la flota pesquera, V reg., 1988-1994. (miles de pesos de 1989).

AÑO	WmeP	WmePIL	WmeM	WmeT	WmeAD	WmeOP	Wme
1989	415	140	162	88	232	101	118
1990	227	0	179	73	266	88	100
1991	316	160	185	63	195	83	102
1992	432	124	154	80	173	65	112
1993	476	177	184	154	102	103	157
1994	688	239	222	207	93	137	200
crec. medio anual 89-91	-12,0	7,1	6,9	-14,2	-8,1	-8,9	-6,5
crec. medio anual 91-94	39,3	16,3	6,7	76,7	-17,5	21,9	32,0
crec. medio anual 88-94	13,1	14,0	7,3	27,2	-12,0	7,3	14,0

Gráfico 40: Salarios reales medios en flota por categoría ocupacional, V región. (1989-1994).

En la VIII región observamos dos quiebres en la curva de salarios. La primera el año 1989 y la segunda más pronunciada el año 1992. Ambos años corresponden a bajas en la captura. A partir del año 1991 se observa una leve tendencia a la baja en los salarios de los pilotos, motoristas, tripulantes y operarios pero es menos pronunciada que en la V región. En general en esta región observamos cierta constancia en los salarios reales que se ve reflejado en tasas de crecimiento medias muy pequeñas entre los años 1988-1994, la más baja corresponde a los pilotos con -4,1%, motoristas -1%, administrativos -0,9%, tripulantes -0,3% y operarios 2,9%; la más alta tasa de crecimiento la tienen los patrones de pesca con 19,4% (gráfico 40 y cuadros 35 y 62).

Cuadro 62: Salarios reales medios mensuales por categoría laboral en la flota pesquera, VIII reg., 1988-1994. (miles de pesos de 1989).

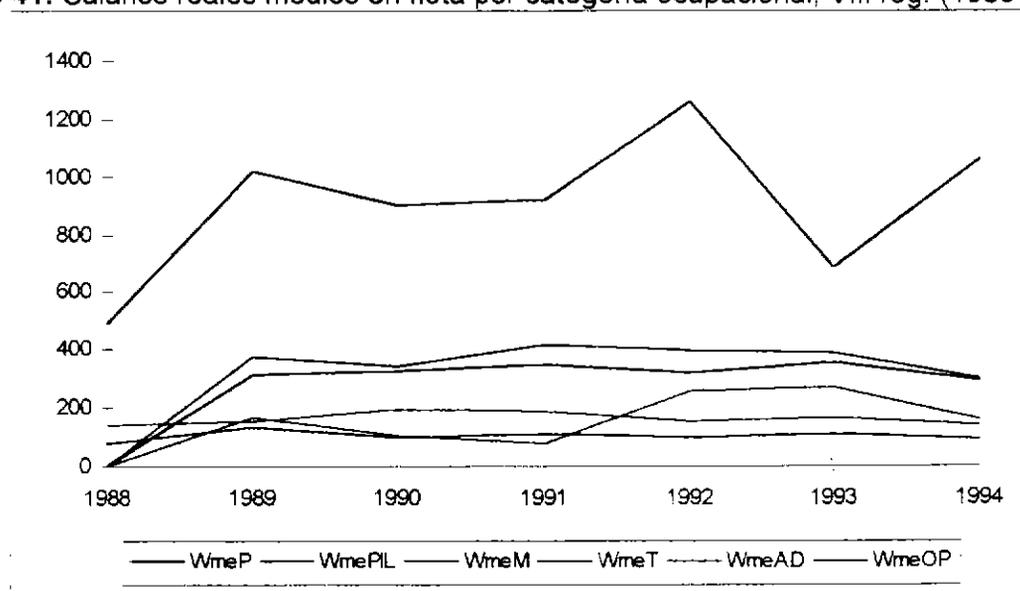
AÑO	WmeP	WmePIL	WmeM	WmeT	WmeAD	WmeOP	WmePond
1988	490	0	0	139	0	77	145
1989	1019	375	310	151	166	133	191
1990	898	338	329	191	106	98	180
1991	921	419	344	186	78	112	188
1992	1260	396	321	155	259	99	195
1993	684	386	351	168	273	109	209
1994	1059	298	294	137	158	90	186
crec. medio anual 88-91	29,4	5,9*	5,5*	11,2	-26,4*	15,3	9,8
crec. medio anual 91-94	5,0	-9,6	-4,8	-8,9	34,3	-6,5	-0,3
crec. medio anual 88-94	19,4	-4,1**	-1,0**	-0,3	-0,9*	2,9	4,7

(*)Corresponde al período 89-91

(**)Corresponde al período 89-94

En cuanto a los componentes del salario para la flota de la V y VIII región, el mayor crecimiento medio real corresponde a las primas, que aumentaron en 5,1%, por el contrario el sueldo 'base' disminuyó en 4,3% y las regalías en 13,8%. todo ello en el período 1989-1994. El sueldo 'base' disminuye en los dos períodos considerados 1989-91 y 1991-94 en 9,5% y 1,0% respectivamente, esto es de suma importancia, ya que evidentemente constituye un incentivo a aumentar las capturas (ver cuadro 63).

Gráfico 41: Salarios reales medios en flota por categoría ocupacional, VIII reg. (1989-1994).



Cuadro 63: Salarios reales por componentes, flota pesquera 1989-1994. (miles de pesos de 1989).

<i>ANO</i>	<i>SUE</i>	<i>PRIM</i>	<i>REG</i>	<i>APOR</i>	<i>WT</i>
1989	93	81	9	0	183
1990	91	70	9	0	171
1991	76	90	8	4	177
1992	62	107	8	5	182
1993	83	99	6	12	201
1994	73	102	3	10	188
crec. medio 1989-1991	-9,5	5,1	-1,2		-1,6
crec. medio 1991-1994	-1,0	4,6	-22,7	54,7	2,0
crec. medio 1989-1994	-4,3	5,1	-13,8		0,5

6.4. Modelos bioeconómicos

Estructura de las relaciones funcionales de los modelos bioeconómicos

La estructura de los modelos bioeconómicos que aquí se plantean (Gráfico 42) presentan dos componentes o submodelos principales: el SUBMODELO BIOLÓGICO TECNOLÓGICO y el SUBMODELO ECONOMICO.

Los modelos permiten estudiar las consecuencias biológicas y económicas de la aplicación de diferentes medidas de manejo, bajo diferentes escenarios de administración (por ejemplo los reclutamientos futuros). Las medidas de manejo están referidas básicamente a aumento o disminución de esfuerzos de pesca. No obstante, los modelos permiten evaluar medidas tales como imposición de cuotas de captura y/o aplicación de impuestos y subvenciones al sector extractivo.

El submodelo biológico/tecnológico establece las relaciones entre el esfuerzo de pesca y la captura o rendimiento. Para establecer las relaciones que vinculan a las variables mencionadas anteriormente, este modelo considera la utilización de parámetros tales como mortalidad natural, mortalidad por pesca a la edad, capacidad de carga del sistema, tasa de crecimiento individual y poblacional y parámetros de crecimiento.

Los resultados inmediatos del submodelo biológico/tecnológico son determinación del estado de la pesquería, puntos biológicos de referencia (PBR), proyección de los niveles de captura en base al nivel de esfuerzo aplicado, proyección de biomásas y reclutamientos. Estos resultados pueden ser analizados en esta etapa, o bien, sirven para alimentar al submodelo económico. Las variables de decisión del submodelo biológico/tecnológico son los PBR y/o niveles umbrales u objetivos de biomasa, capturas o rendimientos de pesca. Según sea la variable de decisión que se adopte como mejor o más adecuada, será la apreciación bio-pesquera que se tenga de la pesquería.

Las relaciones matemáticas que sustentan el submodelo biológico/tecnológico son aquellas formulaciones matemáticas desarrolladas por Schaefer (1954), Thompson y Bell (1934) y Megrey (1989a, 1989b) y que se describieron en el capítulo de materiales y métodos.

La parte económica del modelo bioeconómico (**Gráfico 42**) introduce costos relacionados con la actividad extractiva solamente, dada la extrema complejidad que significa involucrar la parte de procesamiento y comercialización. De la misma forma, incorpora los precios de venta de la pesca "en playa". Los parámetros involucrados en este submodelo, además de los que se derivan del modelo bio-tecnológico, son precio de la tonelada de jurel, inversión total en flota, costos de operación, costos por concepto de bono de pesca, depreciación, valor residual de la inversión, intereses, impuestos y costos de oportunidad del esfuerzo de pesca, entre otros.

Las variables de decisión que se introdujeron en este submodelo son los llamados puntos bioeconómicos de referencia (PBER), tiempos involucrados en la decisión de manejo y niveles umbrales de biomasa, captura y CPUE. Para cada una de estas herramientas de administración (variables de decisión) que se considere aplicar, existirán diferentes percepciones económicas de la pesquería, las que se manifiestan como salidas del submodelo en Tasas Internas de Retorno (TIR), Valores Actuales Netos (VAN), Ingresos, Costos, Rentas, entre otros.

Las relaciones matemáticas que sustentan el submodelo económico están relacionadas con curvas de ingreso y costo total, marginal y medio, las que se evalúan gráfica o analíticamente para determinar los PBER y las posiciones micro-económicas del sector.

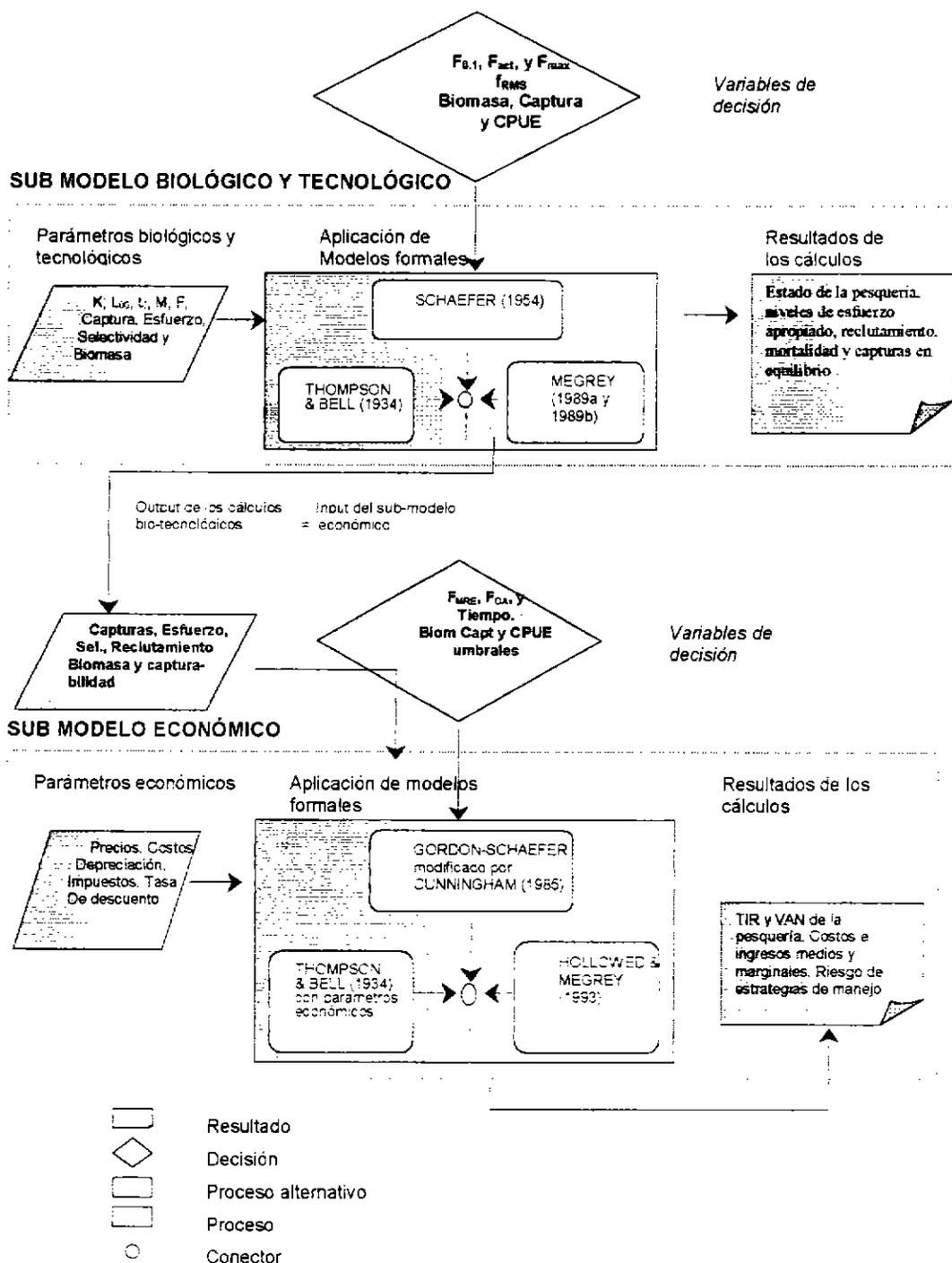


Gráfico 42. Flujo de la información en los dos componentes del modelo bioeconómico, de la pesquería industrial de jurel en la zona centro-sur.

6.4.1. El modelo Gordon-Schaefer modificado por Cunningham et al (1985)

Se consideró la información biológico pesquera de la sección 6.1., en particular la relativa a la estimación de Biomasa, de esfuerzo nominal estándar y del coeficiente de capturabilidad. Además, se consideró la información económica de la sección 6.2., en particular la referida a los costos totales y desagregados de la flota, y a los ingresos totales de la misma. La capacidad de carga (K) y la tasa intrínseca de crecimiento (a) fueron calculados expresamente para el desarrollo de la modelación.

De acuerdo a las especificaciones teóricas del modelo, solamente se consideraron las relaciones FLOTA-RECURSO (ver Sección 5.4.2.).

6.4.1.1. Estimación de la capacidad de carga del ecosistema ($K = B_{\infty}$) y de la tasa intrínseca de crecimiento ($r = a$) del stock de jurel

Para la aplicación del modelo bioeconómico de Gordon-Schaefer modificado por Cunningham et al (1985), se debió obtener estimados de la capacidad de carga (K) o máxima biomasa (B_{∞}) que puede sustentar el ecosistema en el cual la población de jurel crece, y de la tasa intrínseca de crecimiento de la población ($r = a$). Para estos efectos, se asume que la dinámica poblacional del jurel se puede representar a través de la función logística.

Hilborn y Walters (1976) utilizaron para la estimación de estos parámetros una ecuación de diferencia para la resolución del modelo logístico propuesto por Schaefer (1954). Este modelo sería de la forma:

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

donde B_t es la biomasa en el año t, r y B_{∞} ($=K$), tienen el mismo significado que la ecuación diferencial del modelo de Schaefer y C_t es la captura durante el tiempo t, definida como:

$$C_t = qB_tE_t$$

donde q es el coeficiente de capturabilidad y E_t representa el esfuerzo ejercido en el año t.

De acuerdo a Hilborn y Walters (1992), esta ecuación de diferencia es esencialmente idéntica a la ecuación diferencial de Schaefer. El procedimiento de estimación de los parámetros de este modelo de diferencia fue realizado mediante el ajuste no-lineal del tipo Gauss-Newton, para el período comprendido entre 1976 y 1996. El modelo definitivo quedaría de la siguiente forma ($R^2=0,947$, $p<0,001$):

$$B_{t-1} = B_t + 0,515 \left(1 - \frac{B_t}{27.363.200} \right) - C_t$$

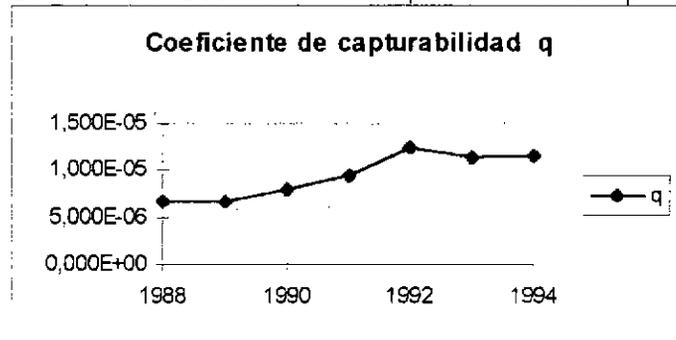
La estimación de parámetros ajustados a este modelo permitió determinar los parámetros r y B_{∞} (=K). El obtenido para la tasa intrínseca de crecimiento poblacional es $r = 0,515 \text{ año}^{-1}$, mientras que la capacidad de carga (K) sería igual a $B_{\infty} = 27.363.200$ toneladas.

6.4.1.2. Estimación del coeficiente de capturabilidad.

Se estimó el coeficiente de capturabilidad bajo condiciones de Biomasa, Captura y Esfuerzo conocidos, sin asumir la relación depensatoria entre esfuerzo y captura. vale decir con $\beta = 1$. La información y los resultados se muestran en Cuadro 64 y Gráfico 43.

Cuadro 64. Estimación de q , dados B , Y y f , con $\beta = 1$

Y=qfB					
año	q	f	B	Y _{calc}	Y _{obs}
1988	6,589E-06	8.773	24.062.373	1.390.864	1.395.611
1989	6,641E-06	10.466	23.424.736	1.628.167	1.633.375
1990	7,938E-06	11.415	20.620.769	1.868.553	1.873.696
1991	9,472E-06	12.965	19.108.955	2.346.653	2.345.727
1992	1,232E-05	11.374	18.228.965	2.555.088	2.557.773
1993	1,132E-05	11.523	19.560.351	2.550.862	2.548.129
1994	1,165E-05	16.025	19.228.075	3.591.202	3.591.229

Gráfico 43. Coeficiente de capturabilidad con $\beta = 1$ 

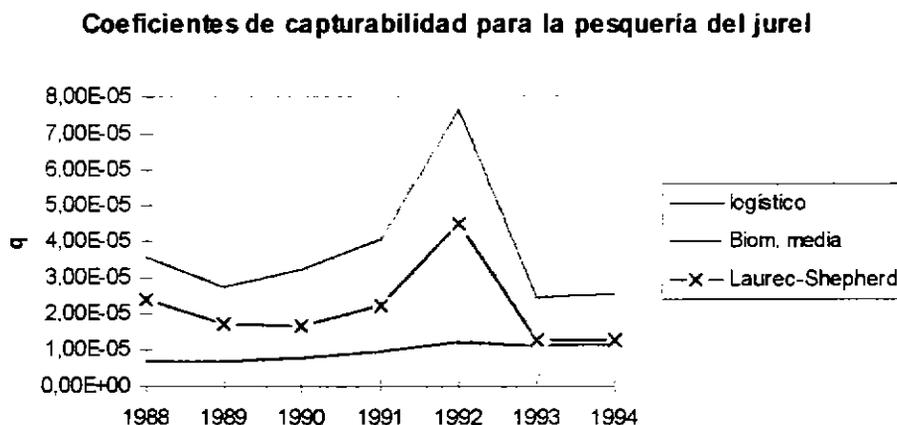
El comportamiento del índice de capturabilidad descrito en **Gráfico 43**, con un incremento entre los años 1990 y 1992, corresponde al que se espera de una flota que ha invertido fuertemente en técnicas de detección en los años de la muestra, pues como lo afirma (Cunningham & al, 1985 : p.15), en muchos casos la efectividad de un cierto método de pesca es altamente dependiente de la existencia de alguna otra tecnología o equipamiento.

Este resultado es en parte coincidente con los valores y tendencias del coeficiente de capturabilidad encontrados en la sección 6.1.8. En el **Cuadro 65** y **Gráfico 44** se muestran los distintos coeficientes de capturabilidad disponibles.

Cuadro 65. Coeficientes de capturabilidad calculados para la pesquería del jurel

año	logístico	Biom. media	Laurec-Shepherd
1988	6,59E-06	3,54E-05	2,38192E-05
1989	6,64E-06	2,71E-05	1,72115E-05
1990	7,94E-06	3,22E-05	1,64809E-05
1991	9,47E-06	4,06E-05	2,24305E-05
1992	1,23E-05	7,69E-05	4,51700E-05
1993	1,13E-05	2,45E-05	1,28327E-05
1994	1,17E-05	2,54E-05	1,28327E-05

Gráfico 44. Coeficientes de capturabilidad calculados para la pesquería del jurel

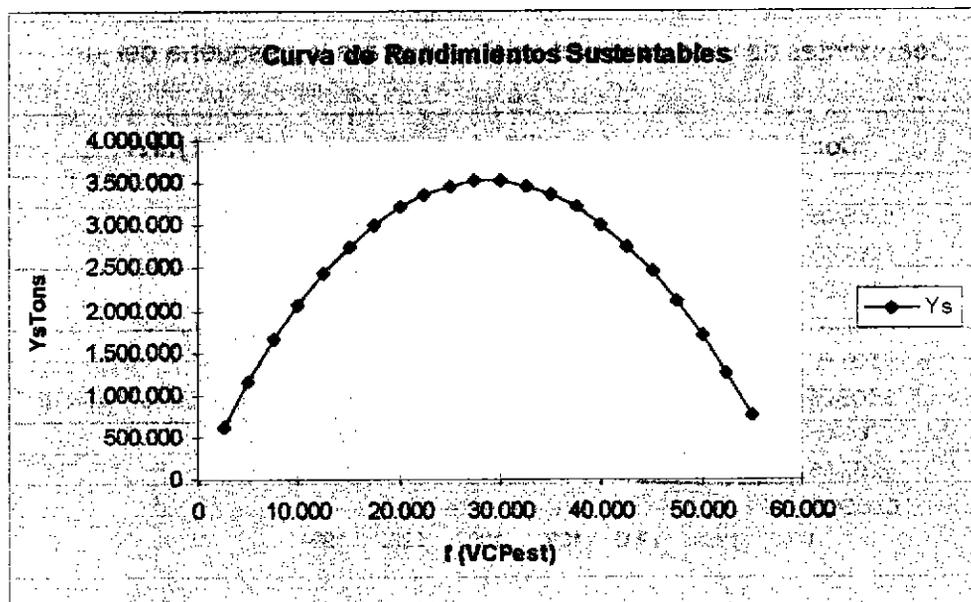


Con la excepción del año 1992, los valores del coeficiente de capturabilidad para la pesquería del jurel de la zona centro-sur se encuentran en el rango de 1 a 3 E-05. Respecto de las tendencias, parece más consistente la estimación del modelo logístico dado que estaría reflejando mejor la incorporación del cambio tecnológico. Una explicación posible a esta superioridad puede residir en que los resultados de la sección 6.1.8. responden al conjunto de la flota que actúa sobre el jurel, en cambio el del modelo logístico sólo representa a la flota centro-sur. Se volverá sobre este punto en la Discusión (Sección 7.1.)

6.4.1.3. Estimación de la curva de rendimientos sustentables

De acuerdo a las especificaciones del modelo, el coeficiente de capturabilidad es constante, con un factor dependiente β , por lo que se escoge el valor de q correspondiente a 1994 para evaluar el modelo en equilibrio. Considerados los tres valores disponibles de q , se escoge el del modelo logístico, por su mejor grado de explicabilidad del cambio tecnológico. En el **Gráfico 45a** se presentan la estimación de la curva de rendimientos sustentables, sobre la base de los parámetros y algoritmos informados en **Cuadro 66**. Al respecto, es necesario considerar este resultado con precaución por cuanto se obtiene con información relativa sólo a un segmento de la población, y sólo a una de las pesquerías que operan sobre el recurso.

Gráfico 45a. Resultados de la estimación de la curva de rendimientos sustentables.



Cuadro 66. Parámetros y resultados estimación de curva de Rendimientos Sustentables

	f	Ys
	2.500	622.956
	5.000	1.166.691
	7.500	1.647.941
	10.000	2.070.839
	12.500	2.437.573
	15.000	2.749.558
	17.500	3.007.817
	20.000	3.213.131
	22.500	3.366.132
	25.000	3.467.341
	27.500	3.517.202
	30.000	3.516.101
	32.500	3.464.375
	35.000	3.362.326
	37.500	3.210.226
	40.000	3.008.319
	42.500	2.756.831
	45.000	2.455.970
	47.500	2.105.926
	50.000	1.706.879
	52.500	1.258.994
	55.000	762.428

$$Y_s = Kqf^a(1 - (qf^a/a))$$

6.4.1.4. Modelo con curva de oferta con inflexión hacia atrás y precio variable.

Los resultados de aplicar la variante del modelo con curva de oferta con inflexión hacia atrás y precio variable se presentan en los **Gráficos 46, 47, 48 y 49**, sobre la base de los parámetros y valores informados en **Cuadro 67**. La estimación de los parámetros c (costo unitario), d y e se realizó a partir de los valores reales informados por la flota en la Encuesta de Flota Propia de INE.

Se encontró mayor consistencia en los valores unitarios (relativos a esfuerzo o a captura) obtenidos a partir de la ENIA para el año 1993 y anteriores. Esto puede deberse a que el año 1994 es el último de la serie disponible en el INE y por lo tanto su proceso de depuración no está terminado.

El valor de c corresponde al valor promedio del costo variable de un viaje con pesca para 1993, e incluye : Mantenimiento y reparaciones de la embarcación efectuada por el armador, reparación y reemplazo de artes y equipos de pesca. Combustible, Víveres y Prima o Bono de Pesca.

Contrariamente a lo sostenido en el modelo teórico (Cunningham et al., 1985, p: 51), el precio no se comporta de manera inversa a la oferta en el caso del jurel. Al contrario, para los años de la muestra el precio al desembarque ha aumentado paulatinamente y en forma sostenida, de manera paralela al desembarque (**Gráfico 45b**). De este modo los estimados de d y e explican una curva de precio variable ascendente.

Grafico 45b. Captura y Precio al desembarque de jurel en la zona centro-sur, 1988-1993
Fuente : ENIA

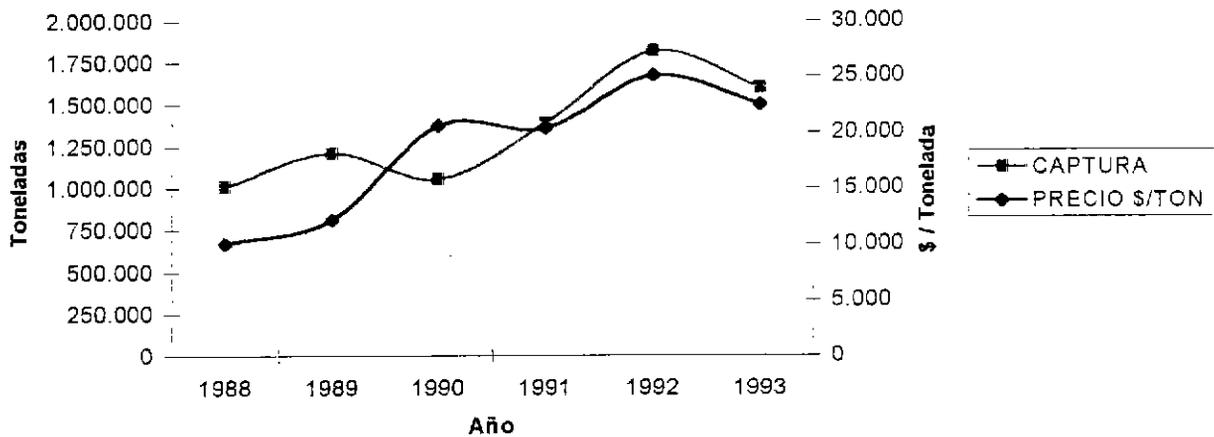
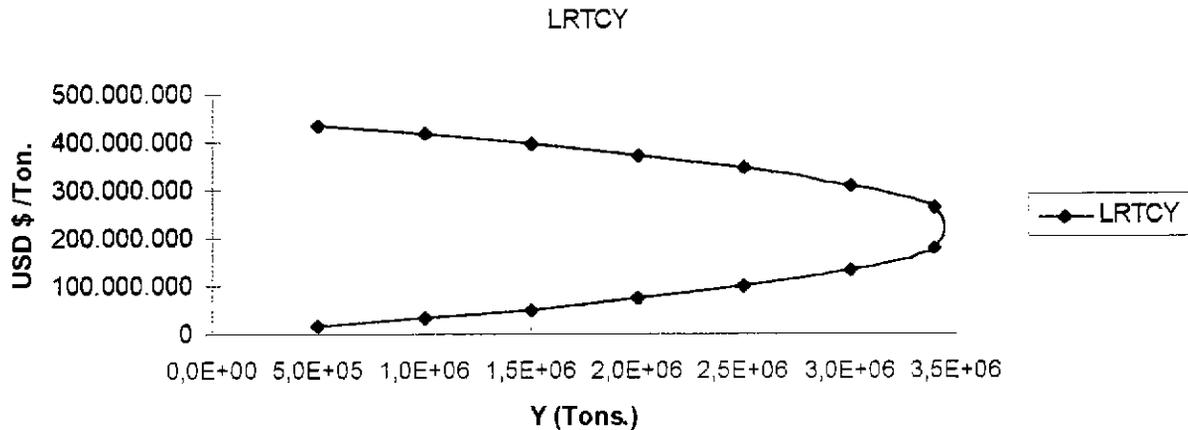


Gráfico 46 . Costos totales en el largo plazo en función de la captura



El **Gráfico 46** nos informa el comportamiento de los costos totales en ausencia de cambios estructurales, y como una función dependiente de la disponibilidad del recurso en condiciones de libre acceso (es decir sin limitación al esfuerzo). Como se observa, la captura de alrededor de 3,5 millones de toneladas, se hace a un costo total cercano a los 200 millones de dólares. El modelo predice que de aumentarse el esfuerzo la captura disminuirá pero los costos totales seguirán aumentando.

Gráfico 47. Ingresos y costos totales en el largo plazo en función de la captura.

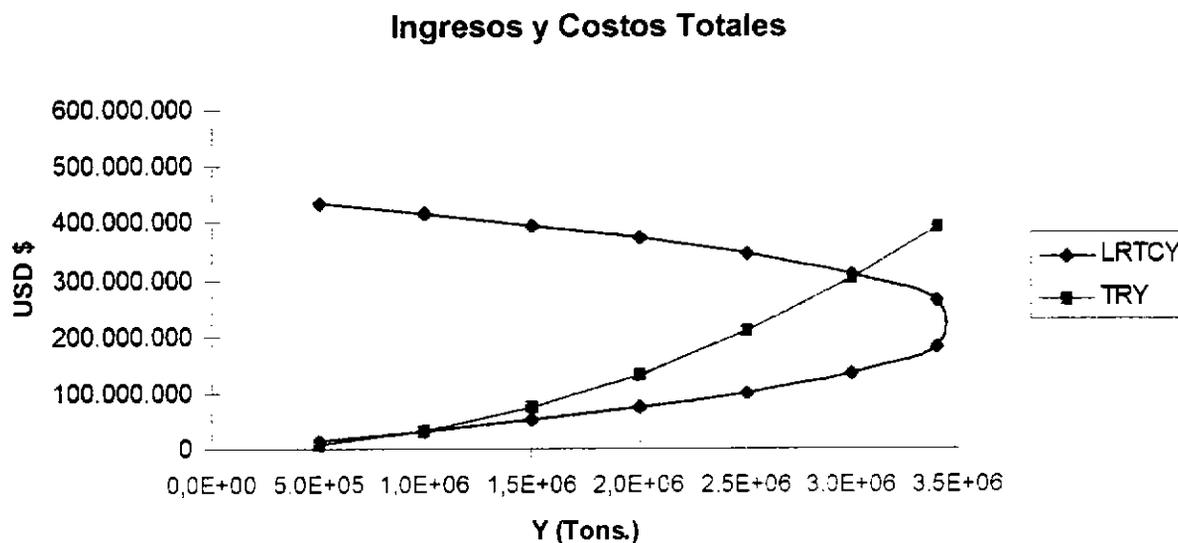


Gráfico 47 nos indica, bajo condiciones de precio variable, el comportamiento conjunto de los ingresos y los costos totales en libre acceso. El modelo muestra que en condiciones de libre acceso, existe incentivo económico para aumentar el esfuerzo aún cuando se haya alcanzado el máximo rendimiento sostenible y aún cuando la captura total disminuya, hasta alrededor de 3 millones de toneladas. Los costos totales igualan en ese punto a los ingresos totales y desaparece el incentivo para aumentar el esfuerzo.

Gráfico 48. Ingresos y Costos Medios en el largo plazo en función de la captura

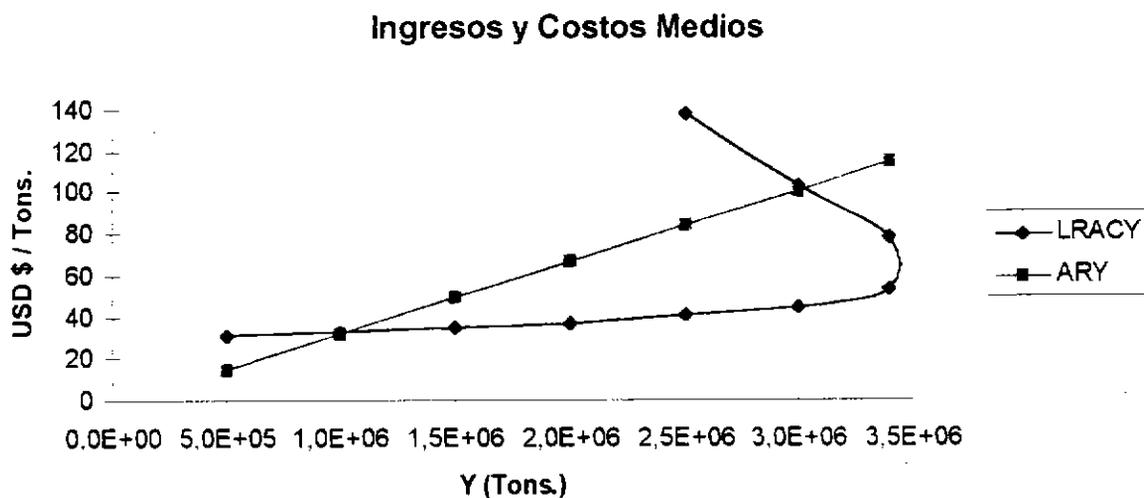
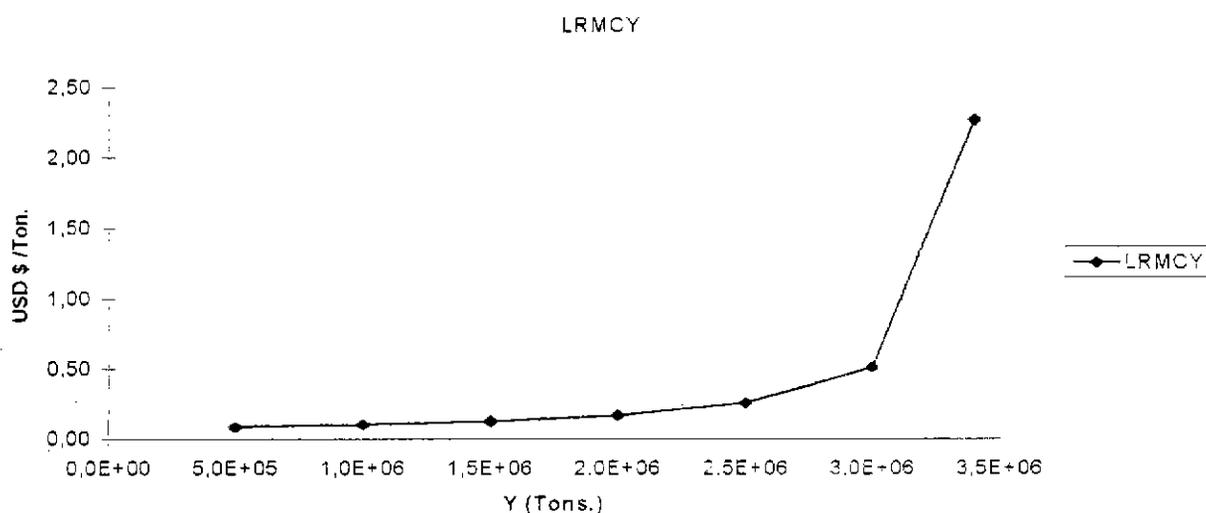


Gráfico 48. muestra la relación entre los costos medios y los ingresos medios, en el largo plazo y en función de los niveles de captura. Cuando los costos medios de la flota pasan de los US\$ 80 por tonelada de captura, igualan a sus ingresos medios. **Gráfico 49.** informa al igual que en las situaciones anteriores, es decir en equilibrio y bajo condiciones de libre acceso, precio variable y curva de oferta con inflexión hacia atrás, el comportamiento de los costos marginales que como se observa tienden a ser asintóticos al acercarse al máximo rendimiento sostenible.

Gráfico 49. Costos Marginales en el largo plazo en función de la captura.



Cuadro 67. Parámetros y resultados de estimaciones al largo plazo.

	Y	LRTC _Y	LRAC _Y	LRMC _Y	TR _Y	AR _Y
	500.000	15.266.100	31	0.07982	7.429.818	15
	1.000.000	32.474.651	32	0.09796	32.063.424	32
	1.500.000	51.775.414	35	0.12435	73.900.817	49
	2.000.000	73.876.344	37	0.16791	132.941.997	66
	2.500.000	100.240.328	40	0.25457	209.186.964	84
	3.000.000	134.630.779	45	0.51056	302.635.719	101
	3.400.000	179.399.709	53	2.27098	389.781.449	115
	3.400.000	264.452.910	78	2.27098	389.781.449	115
	3.000.000	309.918.433	103	0.51056	302.635.719	101
LRTC _Y = cf	2.500.000	345.222.119	138	0.25457	209.186.964	84
	2.000.000	372.557.153	186	0.16791	132.941.997	
LRAC _Y = cf/Y	1.500.000	395.704.207		0.12435	73.900.817	
	1.000.000	416.156.124		0.09796	32.063.424	
TR = dY - eY ²	500.000	434.685.506		0.07982	7.429.818	
AR = d - eY						
MR = d - 2eY						
		d = -2.344150439				
		e = -3.44076E-05				

No parece pertinente extraer mayores conclusiones de los resultados presentados, toda vez que ellos se refieren solamente a la relación FLOTA-RECURSO, en condiciones de equilibrio y bajo libre acceso. Sin embargo, es necesario destacar que los resultados muestran una gran cercanía con los datos globales de la Encuesta de Flota Propia del INE, y con los indicadores generales de desempeño real de la flota (desembarques, rendimientos, costos unitarios, precios al desembarque) por lo que hechas algunas correcciones a la formulación del modelo éste podría ser de gran utilidad a pesar de su relativa simpleza.

Desde luego, aparece con claridad que la pesquería se encuentra a la fecha en un punto cercano a lo que hemos estimado como máximo rendimiento sostenible y por lo tanto resultaría aventurado aplicar más esfuerzo sobre el recurso. Por lo demás, el desempeño económico del sistema parece estar un poco por encima de lo aconsejable empinándose por encima de los 60 dólares de costo directo a la tonelada.

Lo más importante de estos resultados es la indicación de que más allá del límite en el que actualmente la pesquería parece encontrarse, los indicadores que reflejan la actividad de la flota comenzarían a empeorar a un ritmo acelerado, así por lo menos lo predicen las curvas de costo marginal, medio y total.

6.4.2. Modelo de Thompson & Bell con parámetros económicos

6.4.2.1. Modelo biológico-pesquero

Para la aplicación del modelo se utilizaron básicamente los datos bio-pesqueros de 1994, y se tomó este año como base para realizar las proyecciones futuras de cambios en el esfuerzo. Los datos base de entrada para la aplicación del modelo se resumen en el **Cuadro 68**. El vector de pesos medios fue estimado como el observado en 1994. El valor de mortalidad natural utilizado fue $0,30 \text{ año}^{-1}$, mientras que los ponderadores o multiplicadores del vector de mortalidad por pesca (mF) estuvieron comprendidos entre 0,0 y 5,0.

Para estimar el esfuerzo de pesca desplegado en viajes con pesca estándar (**VCP est**) a cada nivel de mF , fue necesario disponer de un valor de coeficiente de capturabilidad (q), para tal efecto se siguió el siguiente procedimiento. Se consideraron como edades completamente reclutadas a la pesquería las edades 4 a 11, y se determinó la tasa de mortalidad por pesca promedio para ese rango de edades, $F(r)$, en el año 1995. Una vez obtenido este valor ($F_{95}(r)=0,40688$) y considerando que la cantidad de VCP estándar para 1994 fue de 16.025, se determinó q tal que $VCP=F(r)/q=16.025$, es decir $q=0,40688/16.025=0,00002539$.

Cuadro 68. Parámetros de entrada del modelo bio-pesquero

Edad	Peso medio 94 (kg)	F	Z
2	0,12240	0,00400	0,30400
3	0,18080	0,04400	0,34400
4	0,35850	0,21500	0,51500
5	0,50100	0,39300	0,69300
6	0,66810	0,26200	0,56200
7	0,85840	0,80800	1,10800
8	1,07160	0,48800	0,78800
9	1,30670	0,59000	0,89000
10	1,56220	0,10600	0,40600
11	1,83670	0,39300	0,69300

Los principales resultados del análisis de Thompson y Bell se grafican en el **Gráfico 50**. Para efectuar los posteriores análisis, se consideraron tres puntos de referencia como objetivos que, de alguna forma, tienen relación con aspectos socioeconómicos de la pesquería. Estos puntos de referencia fueron:

$F_{0.1}$: posición económica óptima para la cual el rendimiento marginal es el 10% de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) inicial (Gulland y Boerema, 1973).

F_{\max} : tasa de mortalidad por pesca que maximiza el rendimiento por recluta para una edad de entrada a la pesquería dada (Deriso, 1987). Este punto de referencia podría ser considerado como uno social, dado que se utiliza el máximo esfuerzo de pesca biológicamente aceptable.

F_{95} : tasa de mortalidad por pesca ejercida durante 1995.

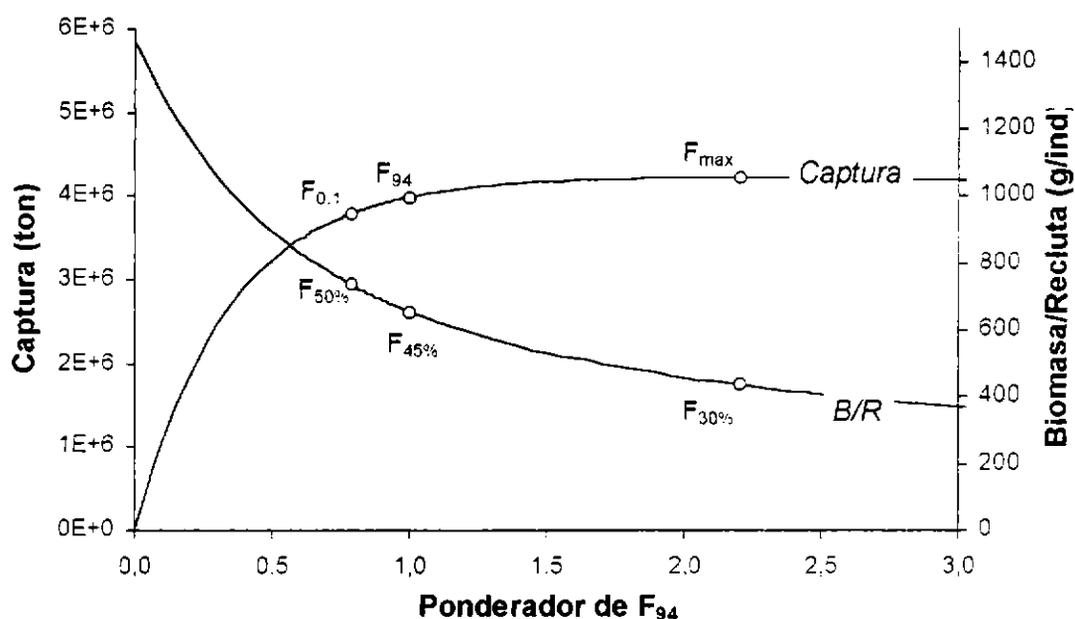


Gráfico 50. Captura (ton) y biomasa por recluta (g/ind) de jurel (*Trachurus s. murphy*) determinados con el modelo de Thompson & Bell. Se indican algunos puntos biológicos de referencia.

De los resultados obtenidos, es posible indicar que en 1994 el recurso estaba sometido a niveles de explotación aceptables, ya que la mortalidad por pesca de ese año de las edades completamente reclutadas era $F_{95}=0,4069$, valor muy cercano a $F_{0,1}=0,3214$ y bastante distante de $F_{max}=0,8951$.

Como ya se indicó, la mortalidad por pesca para 1994 era equivalente a 16.025 viajes con pesca estándar y representó una captura de 3.995.000 ton. La mortalidad por pesca $F_{0,1}$ era equivalente a 12.660 VCP estándar y representaba una captura de 3.800.220 ton. Finalmente, para ejercer la mortalidad por pesca máxima (F_{max}) era necesario ejercer un esfuerzo de pesca superior en 120% al de 1994 y sólo era posible obtener algo más de 5,6% de la captura registrada en el mismo año.

Desde la perspectiva de la biomasa del recurso, se observó que con los niveles de explotación de 1994, se mantuvo la biomasa por recluta en un 41% de su valor inicial, mientras que con la explotación en $F_{0,1}$ se mantendría en un 46% de su valor virginal. Finalmente, al aplicar un nivel de explotación de F_{max} , la biomasa por recluta se reduciría a 21% de su valor inicial (Gráfico 50).

6.4.2.2. Modelo bioeconómico

6.4.2.2.1. Consideraciones y parámetros utilizados

Para determinar los costos e ingresos generados por la pesquería se consideraron solamente aquellos derivados de la actividad de la flota. Esto se realizó debido a que resulta extremadamente complejo integrar los subsectores de procesamiento (planta) y comercialización.

Dado que la información económica de 1994 obtenida de la ENIA no refleja la tendencia de los años anteriores, se consideró poco confiable. En consecuencia, se desestimó esta información y se utilizó la de 1993 para representar 1994. Estos registros se relacionaron con los datos bio-pesqueros de 1994. Los parámetros económicos utilizados se observan en el Cuadro 69.

Cuadro 69. Parámetros económicos utilizados en el modelo bio-económico de la pesquería de jurel.

Dolar=\$420

Precio de venta jurel (US\$/ton):	53.53	Valores para 1993
COSTOS FIJOS		
Salario base (US\$):	12.517.877	12.517.877
Otros (US\$):	7.065.370	7.065.370
COSTOS VARIABLES:		
Costo viaje con pesca (US\$/viaje):	2.888	33.283.269
Bono de peca (US\$/ton):	4,74	14.844.732
COSTOS TOTALES:		67.711.248
<hr/>		
Costo de extracción:		8.133
Costo de oportunidad (US\$/viaje con pesca):		3.512

El precio de venta (p) considerado ($\text{US\$ } 53,53 \text{ ton}^{-1}$) representa la venta de 1 tonelada de jurel entero puesto en puerto, y fue determinado con datos de la ENIA (Encuesta Nacional Industrial Anual) como el valor bruto de la producción en 1993 dividido por la captura en 1993. El ingreso total (TR) fue determinado de la multiplicación de la captura total y el precio de venta de una tonelada de jurel.

$$TR = \text{Captura Total} * p \quad (92)$$

Se consideraron como costos fijos (FC) los salarios base y otros. El primero contempla las erogaciones por concepto de sueldos, salarios y leyes sociales, mientras que el segundo contempla las erogaciones por reparaciones mayores en astilleros, carena anual y otros. Como se puede observar estos corresponden a los costos de los factores fijos de la empresa y, por tanto, a corto plazo son independientes del nivel de producción. Estos costos al no depender del nivel de producción, sólo se pueden evitar dejando de producir.

Se consideraron como costos variables (VC) a los derivados de las erogaciones por concepto del pago de la prima o bono de pesca y por concepto de costo del viaje con pesca estándar. El bono de pesca es un costo que varía con relación a la producción o captura lograda, mientras que en el costo del viaje con pesca se incluyen erogaciones por concepto de mantención y

reparaciones propias de embarcación, reparación y reemplazo de artes y equipos de pesca, combustible y viveres.

Dado que la renta que se pretende determinar en el modelo bio-económico es la renta económica y no la contable se consideró el cálculo del costo de oportunidad (OC). Como lo indican Hannesson (1988) y Anderson (1977, 1982) entre otros, el costo de oportunidad es el valor que los bienes y servicios usados en la pesquería (esfuerzo de pesca) podrían producir si son usados en otra vía alternativa. En términos económicos, el concepto es determinar el valor de los factores de producción utilizados en el siguiente "mejor" propósito. Al considerar esto se puede tener una visión correcta de la rentabilidad comparativa del sector con respecto a otras industrias o sectores.

Siguiendo los razonamientos expuestos en el párrafo anterior, ajustándose a la definición de Seijo *et al.* (1996) y considerando que los factores de producción son variables se consideró calcular un costo de oportunidad variable. El costo de oportunidad fue calculado como el valor del costo del viaje con pesca puesto en la siguiente mejor oportunidad. Es decir, se consideró invertirlo a una tasa de 21.6% anual, tasa que representa la rentabilidad promedio anual máxima del sistema bursátil sobre capital y reserva de las empresas pesqueras que cotizan en la bolsa. Como se indica en el **Cuadro 69**, este valor fue de US\$3.512 VCP⁻¹.

Para determinar la renta económica se consideró la siguiente formulación:

$$Renta = TR - VC - OC \quad (93)$$

Como se puede observar, solamente se consideraron los costos variables, ya que según Maddala y Miller (1993) los costos variables son los costos que se deben considerar al tomar decisiones sobre qué nivel de producto producir.

Para determinar el ingreso medio (AR) y el ingreso marginal (MR) del esfuerzo se utilizó los conceptos descritos por Cunningham *et al.* (1985). Este autor indica que AR es simplemente el ingreso total dividido por el esfuerzo de pesca, mientras que el MR muestra los *cambios* en el ingreso total derivados de un *cambio* en el esfuerzo total. Luego,

$$AR = \frac{TR}{VCP_{estandar}} \quad MR = \frac{\Delta TR}{\Delta VCP_{estandar}} \quad (94)$$

Con relación a los costos, bajo condición de precios y costos constantes el costo medio (AC) es igual al costo marginal (MC) e igual al costo unitario (c). Esta situación se da solamente cuando los costos totales son dependientes únicamente y en forma directa del esfuerzo de pesca. Dado que en la pesquería de jurel los principales costos se derivan del esfuerzo de pesca (49,2% de los costos totales) y del nivel de captura generado (21,9% de los costos totales), se consideraron los costos marginales y medios del esfuerzo como:

$$AC = \frac{TC}{VCP_{estandar}} \quad MC = \frac{\Delta TC}{\Delta VCP_{estandar}} \quad (95)$$

Dado que el modelo de Thompson & Bell tiene una resolución numérica, los ingresos marginales y los costos marginales fueron calculados como división de diferencias y no como división de ecuaciones diferenciales.

6.4.2.3 Resultados del análisis de Thompson-Bell

En el **Gráfico 51** se puede apreciar la evolución del ingreso total, costo variable, costo de oportunidad y costo variable total para varios niveles de mortalidad por pesca. En esta misma figura se indican, además, los principales puntos biológicos y bioeconómicos de referencia (**Cuadros 70 y 71**). Se observa que el ingreso total aumenta a tasas decrecientes hasta niveles de mF inferiores a 2. Posteriormente, para niveles de $mF \geq 2$, los ingresos totales se mantienen relativamente constantes en alrededor de US\$220 millones.

El costo de oportunidad aumenta en forma lineal, dado que es directamente proporcional del número de viajes con pesca realizados, mientras que la curva de costo variable presenta una forma similar a la de los ingresos, ya que al igual que estos los CV dependen de los niveles de producto (captura). Para un nivel de mortalidad por pesca entre 0 y $2,1 * F_{94}$ (35.000 viajes con pesca estándar), el costo de oportunidad es inferior al costo variable, mientras que para

niveles de mortalidad superior a $2,1 \cdot F_{94}$ el costo de oportunidad es cada vez mayor que el costo variable.

Cuadro 70. Resultados económicos del análisis de Thompson & Bell, según puntos biológicos (PBR) y puntos bioeconómicos de referencia (PBER)

PBR/PBER	mF	Ingreso Total (US\$)	Costo Variable	Costo de	Costo Variable	Renta
			Variable (US\$)	Oportunidad (US\$)	Total (US\$)	Económica (US\$)
FMRE	0,602	187.044.898	44.427.416	33.883.540	78.310.956	108.733.942
F0.1	0,790	203.411.309	54.578.597	44.465.111	99.043.707	104.367.601
F94	1,000	213.837.121	65.222.056	56.284.950	121.507.006	92.330.115
FOA	2,000	225.787.806	112.567.245	112.569.901	225.137.145	650.661
FMAX	2,200	225.907.996	121.835.280	123.826.891	245.662.171	-19.754.175

Cuadro 71. Resultados bio-pesqueros del análisis de Thompson y Bell, según puntos biológicos de referencia (PBR) y puntos bioeconómicos de referencia (PBER)

PBR/PBER	F prom (4-11)	Captura (ton)	Esfuerzo (VCP estándar)	Bio/Recluta (g/ind)
FMRE	0,2449	3.494.456	9.647	830,09
F0.1	0,3214	3.800.220	12.660	735,24
F94	0,4069	3.995.000	16.025	656,04
FOA	0,8138	4.218.268	32.050	458,69
FMAX	0,8951	4.220.513	35.255	436,27

Los resultados que se derivan del modelo indican que la situación actual (1994) se caracteriza por una rentabilidad económica positiva cercana a los US\$92 millones, con un esfuerzo de pesca de 16.025 viajes con pesca estándar y una captura cercana a 4 millones de toneladas (**Cuadros 70 y 71**). No obstante, esta situación no es la óptima desde el punto de vista económico ni desde la perspectiva del $F_{0.1}$. Para alcanzar la situación de Máximo Rendimiento Económico (MRE), la mortalidad por pesca de 1994 se debiera reducir en un 39,8%; mientras que para alcanzar la situación en $F_{0.1}$, la F_{94} se debiera reducir en 21% (**Gráfico 51**).

Según los resultados encontrados, el costo variable total (**Gráfico 51**) aumenta, inicialmente, a tasas decrecientes y posteriormente a tasas constantes. Cuando $mF=2$, el costo variable total se iguala al ingreso total y este punto representa en teoría la situación de equilibrio de libre acceso (OA, Open Access). El libre acceso, esta definido entonces por una captura de equilibrio de 4,2 millones de ton, 32.050 VCP estándar y renta económica de US\$0 (**Cuadros 70 y 71**).

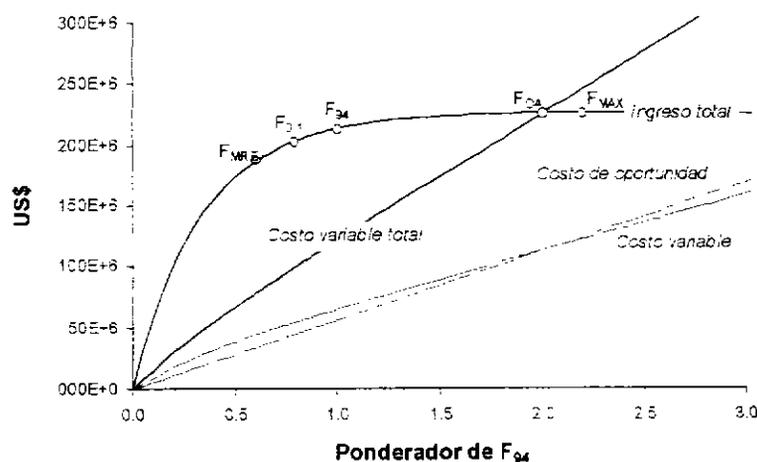


Gráfico 51. Modelo bioeconómico de la pesquería de jurel a partir del modelo de rendimiento por recluta. Se indican algunos puntos bioeconómicos de referencia.

En el **Gráfico 52** se representa la evolución del costo marginal del esfuerzo (MC), o lo que es similar, el costo marginal de la mortalidad por pesca. Para niveles de mF reducidos (menores que 1), el costo marginal disminuye cuando se incrementa el esfuerzo, es decir, cada unidad adicional de esfuerzo o mortalidad por pesca eleva los costos totales de producción en una cantidad inferior a la anterior. No obstante, para $mF \geq 1$ el costo marginal se mantiene prácticamente constante en US\$100 millones, debido a que aumentos en el nivel de esfuerzo no son significativos en el nivel de producción.

El costo medio del esfuerzo, o lo que es lo mismo en este caso, el costo variable medio del esfuerzo (AC, Average Cost) decrece hasta niveles de $mF=1,2$ 1,5 y para niveles de mortalidad por pesca superiores a este, se mantiene relativamente constante en valores cercanos a US\$130 millones. Por otro lado, se observa que el AC es, para todos los niveles de mF considerados, siempre superior al MC (Figura 29). La curva de AC, consistente con la teoría económica, es siempre decreciente dado que para la ventana de mF analizada los MC son siempre inferiores a los AC. Los costos medios empezarán a ser crecientes a partir de un nivel de mF tal que $MC \geq AC$.

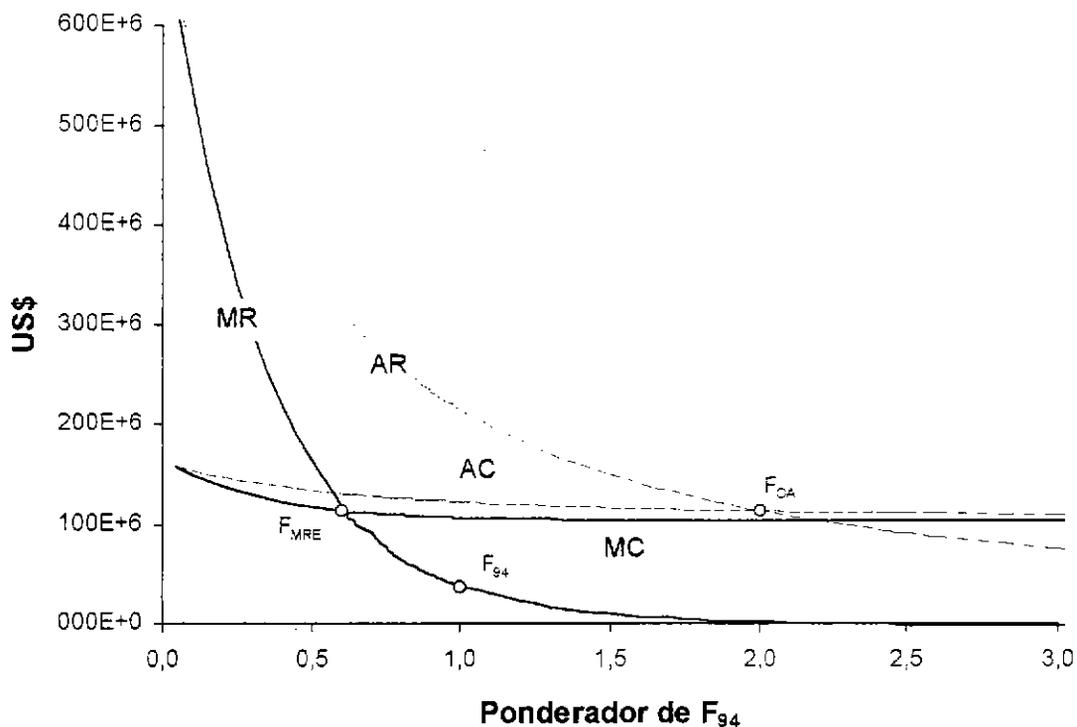


Gráfico 52. Representación del ingreso marginal (MR), ingreso medio (AR), costo marginal (MC) y costo medio (AC) del esfuerzo para la pesquería de jurel (*Trachurus s. murphyi*). La flecha indica el cambio de esfuerzo a efectuar, de F_{94} a F_{MRE} , para alcanzar el Máximo Rendimiento Económico (MRE).

Las curvas de ingreso marginal (MR) y medio (AR) son similares a las de producto marginal y medio, dado que dependen directamente de la curva de producción y del precio, el cual en este caso es constante (Gráfico 52). Al aumentar el nivel de esfuerzo o mortalidad por pesca, el ingreso marginal disminuye y se hace cero en un nivel de $mF = F_{MAX} = 2,2$. En el rango de $mF = 0$ a $0,602$, los ingresos marginales son mayores que los costos marginales. En consecuencia, si la pesquería presentará niveles de esfuerzo correspondientes a las mortalidades del rango antes indicado, convendría aumentar el nivel de esfuerzo, ya que una unidad más de esfuerzo reportaría ingresos proporcionalmente mayores a los costos generados de este mismo aumento. Para niveles de mF superiores a $0,602$, si bien hay rentabilidad positiva, es conveniente reducir el esfuerzo de pesca para lograr el punto de MRE.

Lo anterior se ve más claramente en el Gráfico 53, en que la renta económica aumenta entre niveles de mF de 0 a $0,602$ (0 a 9.647 VCP estándar) y disminuye para niveles de mF entre

0,602 y 2,00 (9.647 a 32.050 VCP estándar). Para valores superiores a $mF=2,00$ la renta económica se hace negativa, o lo que es lo mismo, se producen pérdidas.

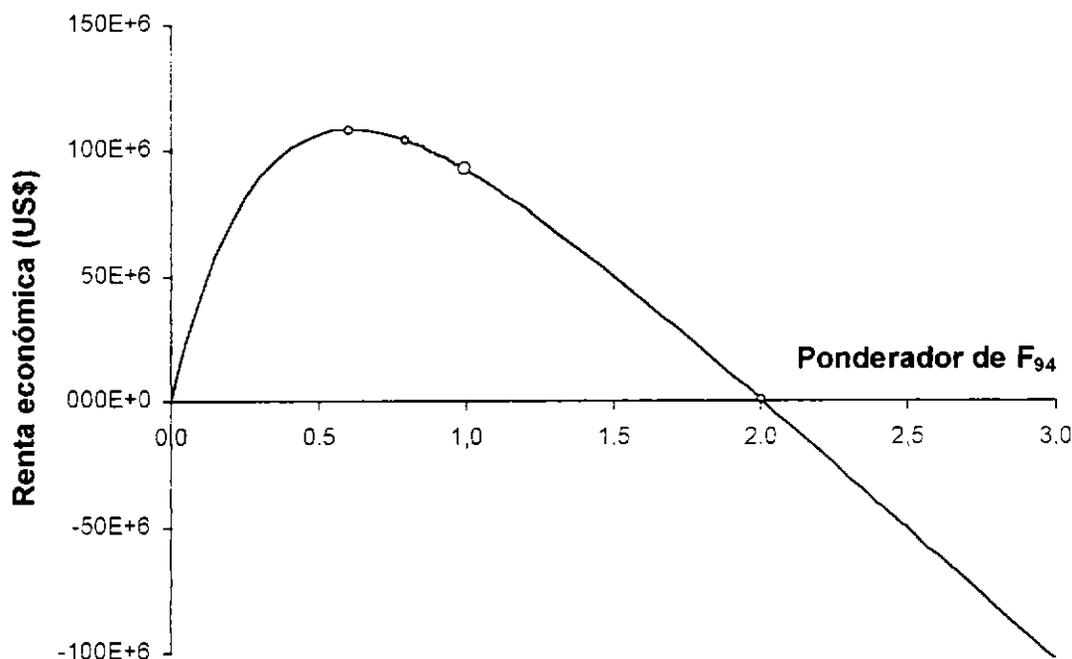


Gráfico 53. Renta económica de la pesquería de jurel (*Trachurus s. murphy*) para diferentes niveles de mortalidad por pesca.

Con el objeto de resumir todos los análisis anteriores y representar en una sola figura el modelo bioeconómico de la pesquería, se diseñó un diagrama de cuatro cuadrantes (**Gráfico 54**). El primer y cuarto cuadrante representan el modelo bioeconómico, mientras que el segundo representa el modelo bio-pesquero. El primer cuadrante (+; +), grafica para diferentes niveles de captura la renta económica, el costo marginal del esfuerzo (MC) y el ingreso marginal del esfuerzo (MR). El segundo cuadrante (+; -) muestra la relación entre el esfuerzo de pesca y la captura total, a la vez que se observan los principales puntos de referencia. El tercer cuadrante (-; -) es auxiliar y entrega la relación lineal del esfuerzo *versus* el esfuerzo. El cuarto cuadrante (-; +) indica los costos totales (TC) asociados a diferentes niveles de esfuerzo de pesca.

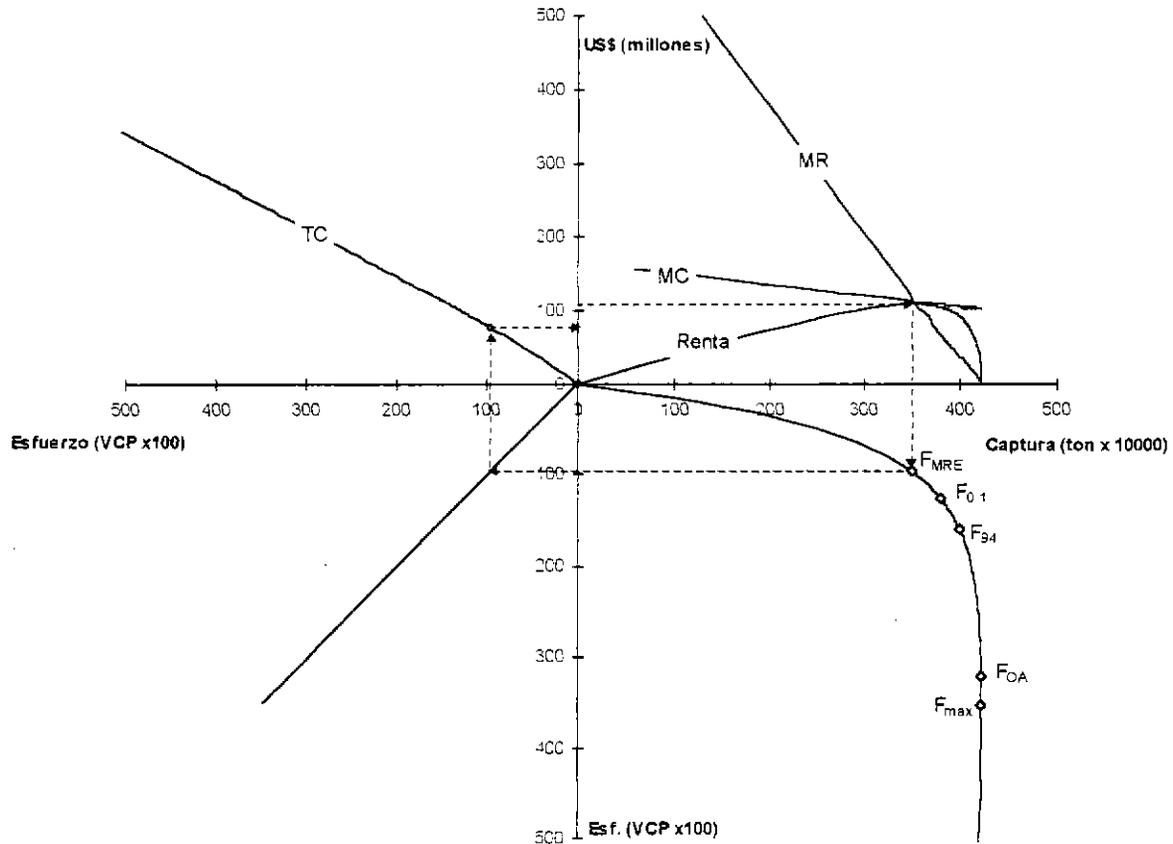


Gráfico 54. Modelo bioeconómico de cuatro cuadrantes de la pesquería de jurel (*Trachurus s. murphyi*) en Chile centro-sur. Se indican algunos puntos bioeconómicos de referencia.

6.4.2.4. Proyección a mediano-largo plazo

Como lo indica la Oferta Técnica, se realizaron proyecciones de los retornos generados por la pesquería con un horizonte de 20 años a partir de 1994. Para realizar estas proyecciones se consideraron dos aproximaciones al Rendimiento Máximo Económico (MRE) y tres situaciones posibles de proyección de los reclutamientos futuros.

Como ya se indicó anteriormente, para alcanzar el MRE a partir de la situación de 1994, se requiere efectuar una disminución de la mortalidad por pesca de 1994 en un 39,8%. Primero se consideró alcanzar este porcentaje de reducción en el período de cinco años y, posteriormente se consideró alcanzarlo al cabo de un año.

En cuanto a la proyección del reclutamiento, se consideraron tres casos, a saber, i) reclutamiento constante, ii) reclutamiento variable aleatoriamente, alrededor de 30% del promedio en el periodo 1982-1994, y, iii) reclutamiento modelado mediante una función *ad hoc*.

Proyección del reclutamiento

En el caso en que se consideró el reclutamiento constante, se determinó utilizar el calculado por APV en 1994, el cual representa en términos generales al valor promedio de la serie y equivale a 23.837.079.000 individuos (**Gráfico 55**).

La segunda proyección se realizó determinando, en primera instancia, el reclutamiento promedio observado para la serie 1982-1994. El reclutamiento promedio fue calculado como:

$$R_{prom} = e^{\frac{1}{15} \sum_{i=1982}^{1994} \ln(R_i)} \quad (96)$$

Este valor resultó ser 22.247.216 individuos. Con este valor como base se generó una serie aleatoria en una planilla de cálculo mediante la fórmula:

$$= 0.7 R_{prom} - \text{aleatorio}() (0.6 R_{prom}) \quad (97)$$

Finalmente se modeló el reclutamiento a partir de la serie de datos observados en el período 1982-1996 (**Gráfico 55**). La mejor ecuación determinada presenta básicamente dos componentes, uno de tendencia y otro de estacionalidad. El componente de tendencia fue modelado mediante una ecuación sigmoídea de tres parámetros (A_0 , A_1 y A_2), ya que se observa que el reclutamiento, en términos generales, ha aumentado. No obstante, sería poco razonable pensar que seguirá aumentando.

El componente de estacionalidad fue modelado con una función sinusoidal del tipo multiplicación de senos. El primer componente de esta parte de la función sinusoidal ($A_3 * \text{sen}(\text{año})$) es de mayor frecuencia que el segundo, lo que se ve graficado por un período

estacional de 6 años aproximadamente. El segundo componente de la función sinusoidal, $\text{sen}((\text{año}-A_4)*A_5)$, es de baja frecuencia y se representa por un período (distancia entre valle y valle) de 20 años. Como es natural, el componente de estacionalidad se sumó al de tendencia por lo que la ecuación resultante fue:

$$R_{\text{est}} = \text{SIGMOID}_{(A_0, A_1, A_2)} + A_3 \text{sen}(\text{año}) * \text{sen}((\text{año} - A_4) A_5) \quad (98)$$

La ecuación $\text{SIGMOID}_{(A_0, A_1, A_2)}$ utilizada fue la que proporciona el programa de ajuste de curvas *TableCurve 2D* para Windows versión 2.01. De la misma forma, el ajuste se realizó con este software, utilizando el procedimiento de *LevMarqdt* y asumiendo una distribución del error de tipo gaussiano. Los principales resultados del ajuste fueron $r^2=0.7622$, $\text{SSE}=1.653e^{14}$ y $\text{SSR}=1.26e^{15}$. Mientras que el valor de los parámetros, para la estimación de R(miles) fue:

$A_0=$	37.000.000,0000	(1.442.620)
$A_1=$	1.976,9935	(110,56)
$A_2=$	17,1180	(136,68)
$A_3=$	-19.693.000,0000	(4.004.080)
$A_4=$	-953,4445	(348,06)
$A_5=$	0,3177	(0,0376)

Con esta función (**Gráfico 55**) se procedió a realizar la tercera opción de estimación del reclutamiento para los 20 siguientes años a partir de 1995.

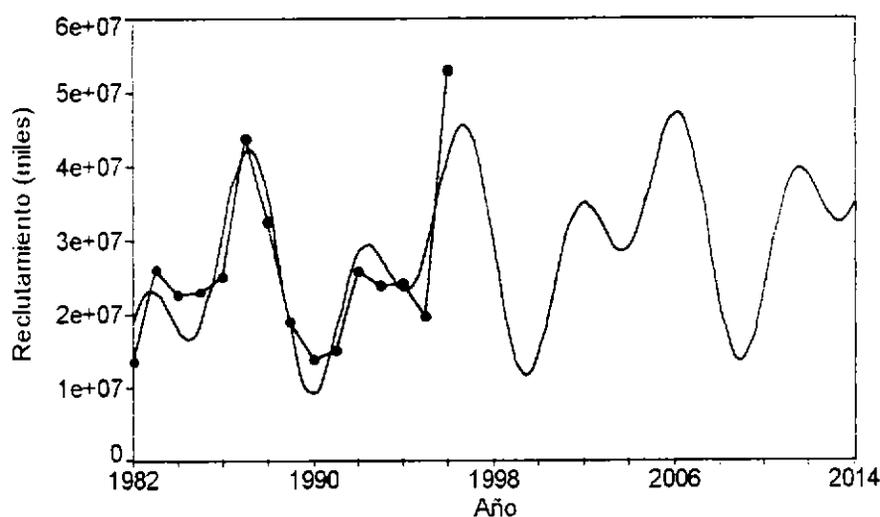


Gráfico 55. Serie anual del reclutamiento calculado a través de APV y serie modelada del reclutamiento.

Proyección económica con cambio gradual en F

Al analizar la proyección de los indicadores bio-pesqueros y económicos, considerando un cambio gradual en F y un reclutamiento constante (**Gráfico 56**), se observa que la abundancia se incrementa estabilizándose cerca de 75 mil millones de individuos. No obstante, a pesar del incremento en la abundancia, las capturas disminuyen debido a la disminución implantada al esfuerzo de pesca, pero se estabilizan al cabo de 10 años en 5.5 millones de toneladas. Finalmente, la renta económica sigue una tendencia similar a la de las capturas en peso, y se estabiliza cercana a US\$200 millones.

De los resultados obtenidos con reclutamiento aleatorio (**Gráfico 57**), se observa que la abundancia oscila alrededor de 60 mil millones de individuos. De igual forma, la captura decrece durante los primeros seis años de 4 millones de toneladas a 3 millones de toneladas, para mantenerse oscilando cercana a 3.000.000 ton. La renta económica sigue una tendencia semejante a la de las capturas en peso, y se estabiliza en el largo plazo en US\$180 millones.

Al considerar el modelo determinado para proyectar el reclutamiento, se observan oscilaciones decrecientes en los niveles de abundancia para el período considerado. En tanto, la captura decrece de 4 millones de toneladas a 3 millones de ton (año 1996) y continúa oscilando en un promedio de 4 millones de ton. La renta económica decrece en un principio y luego oscila cercana a US\$230 millones (Gráfico 58).

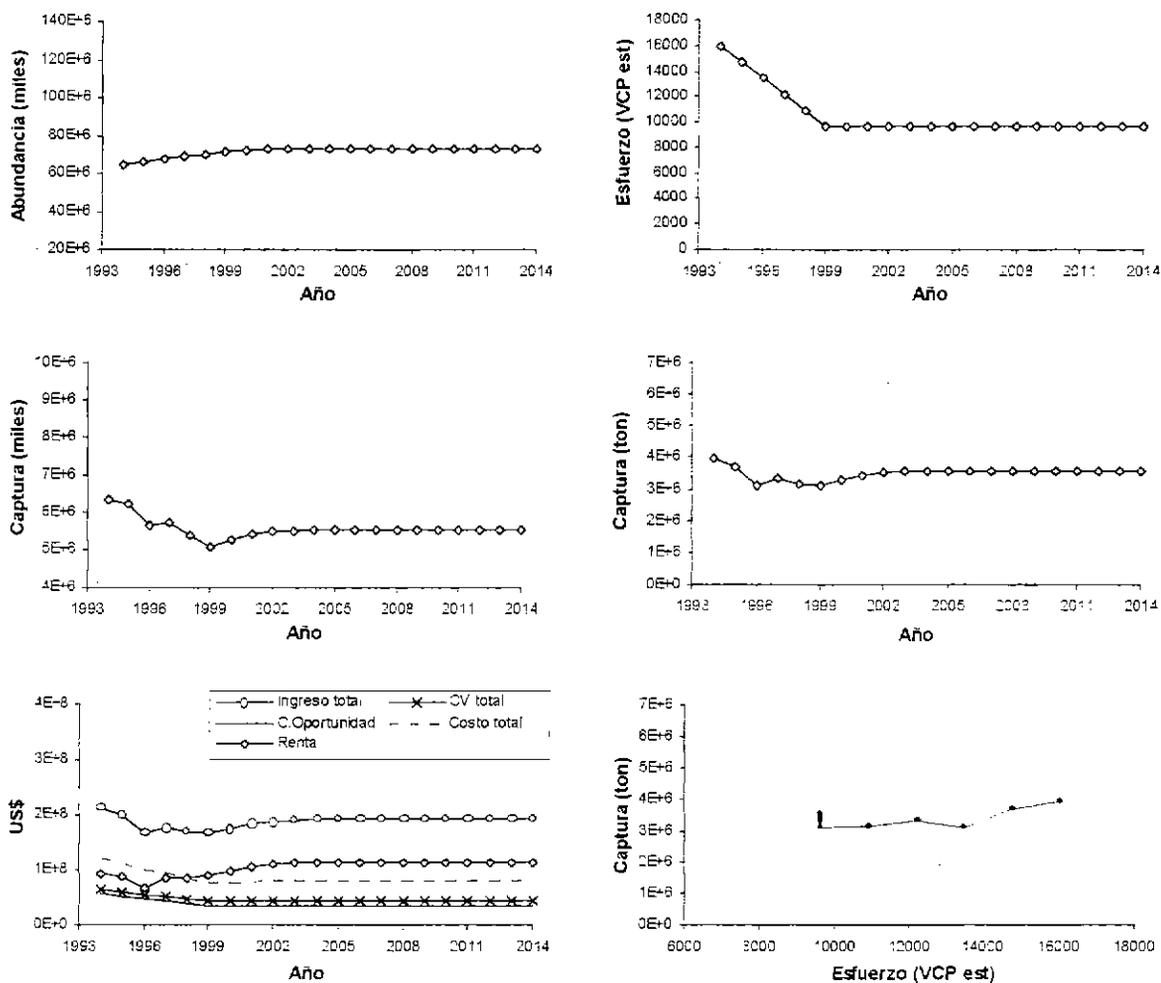


Gráfico 56. Series biológicas de abundancia, esfuerzo, captura y series económicas de ingreso, costo y renta económica, para una proyección a 20 años con un cambio gradual de F (20% anual) y reclutamiento constante.

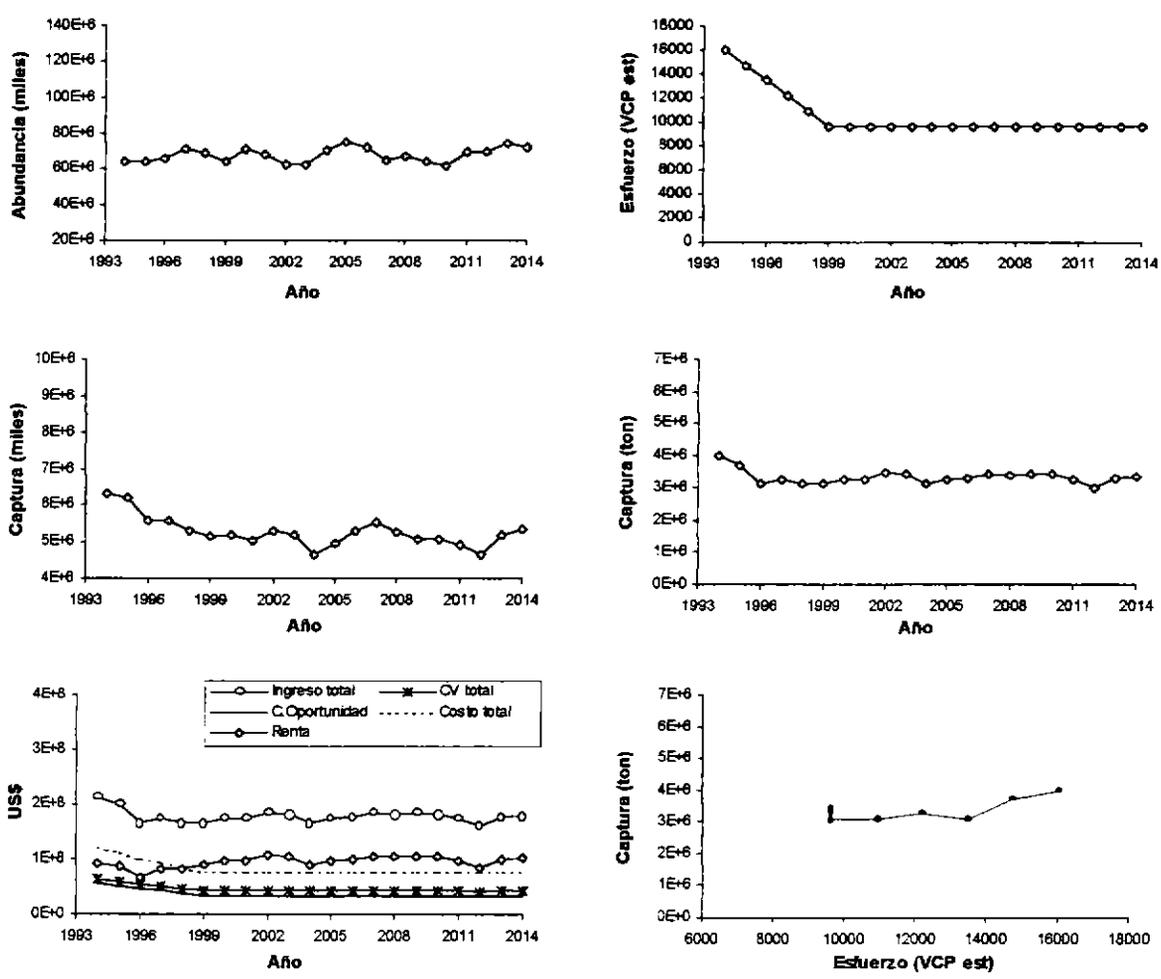


Gráfico 57. Series biológicas de abundancia, esfuerzo, captura y series económicas de ingreso, costo y renta económica, para una proyección a 20 años con un cambio gradual de F (20% anual) y reclutamiento variable aleatoriamente, alrededor de 30% del promedio en el período 1985-1995.

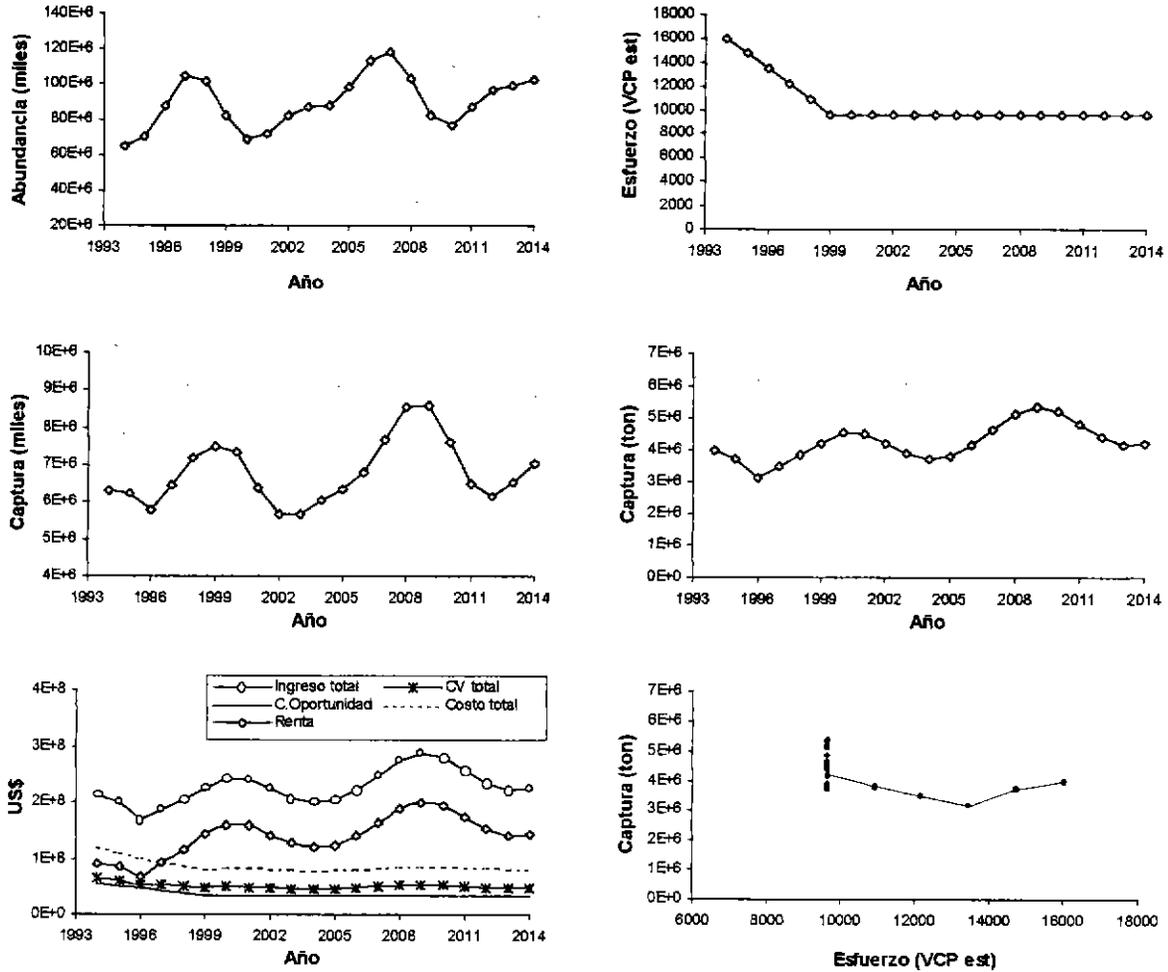


Gráfico 58. Series biológicas de abundancia, esfuerzo, captura y series económicas de ingreso, costo y renta económica, para una proyección a 20 años con un cambio gradual de F (20% anual) y reclutamiento modelado.

Proyección económica con cambio inmediato en F

Para cada una de las alternativas de reclutamiento consideradas, un cambio inmediato de F (o esfuerzo de pesca) produce los mismos efectos que un cambio gradual, en el largo plazo (Gráficos 59 a 61). No obstante, en el corto plazo, y según los resultados obtenidos, con un cambio inmediato en F se alcanzan más rápidamente las capturas y rentas económicas máximas. Esto se explica porque se asume una condición de equilibrio estable en los modelos utilizados, es decir, se espera que el recurso responda de igual forma ante similares variaciones en el nivel de esfuerzo ejercido o en el nivel de mortalidad por pesca aplicado.

Tomando en cuenta la consideración anterior, se estima que resulta conveniente considerar y analizar los resultados de las proyecciones bioeconómicas en el largo plazo. Además, si ambas tácticas de administración (cambio gradual y cambio inmediato de F) producen similares efectos en el largo plazo, parece más razonable efectuar disminuciones graduales del esfuerzo de pesca, para que el recurso alcance a reaccionar a los cambios efectuados. Por otro lado, como se verá más adelante, esta táctica provoca, en términos financieros, a la pesquería una mayor rentabilidad.

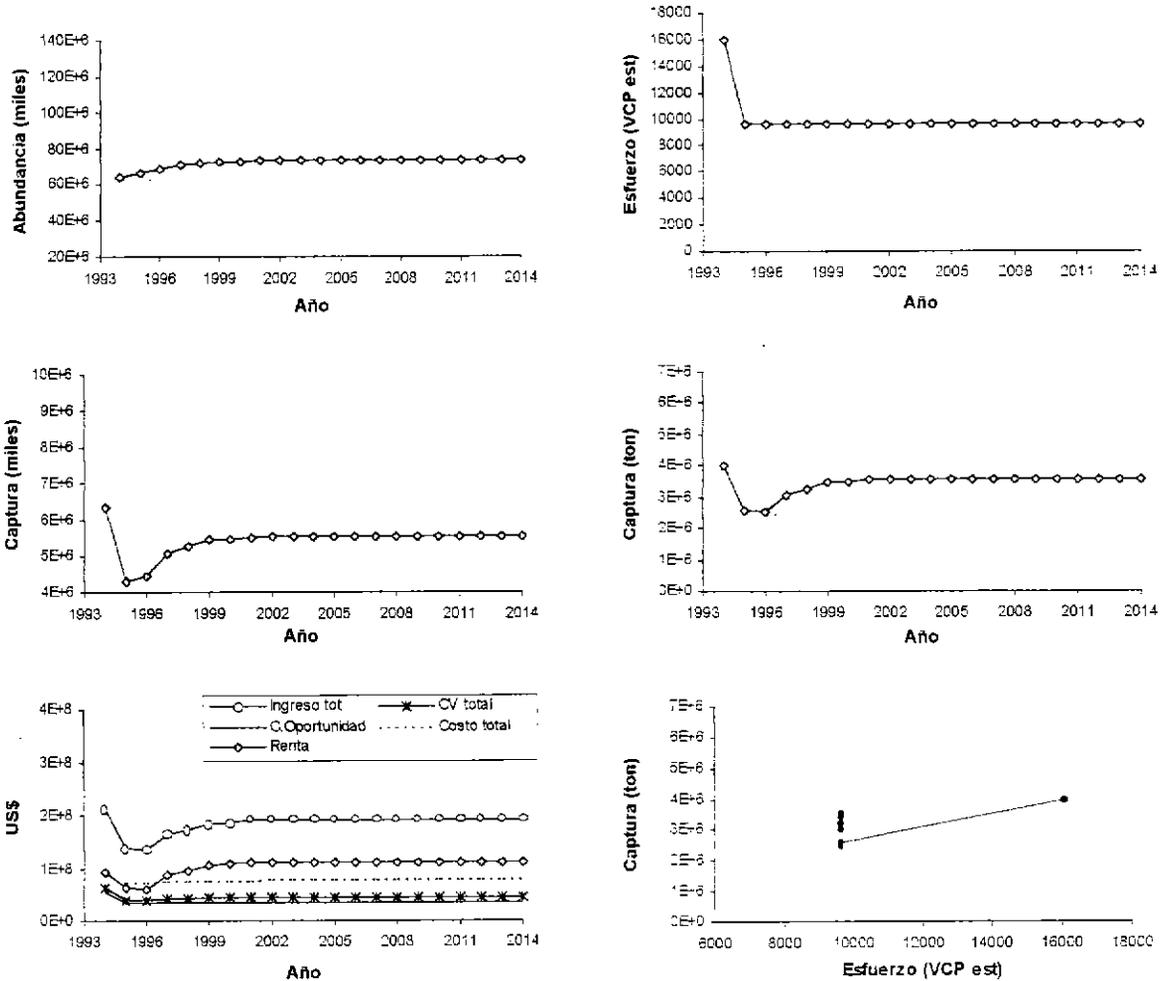


Gráfico 59. Series biológicas de abundancia, esfuerzo, captura y series económicas de ingreso, costo y renta económica, para una proyección a 20 años con un cambio inmediato de F y reclutamiento constante.

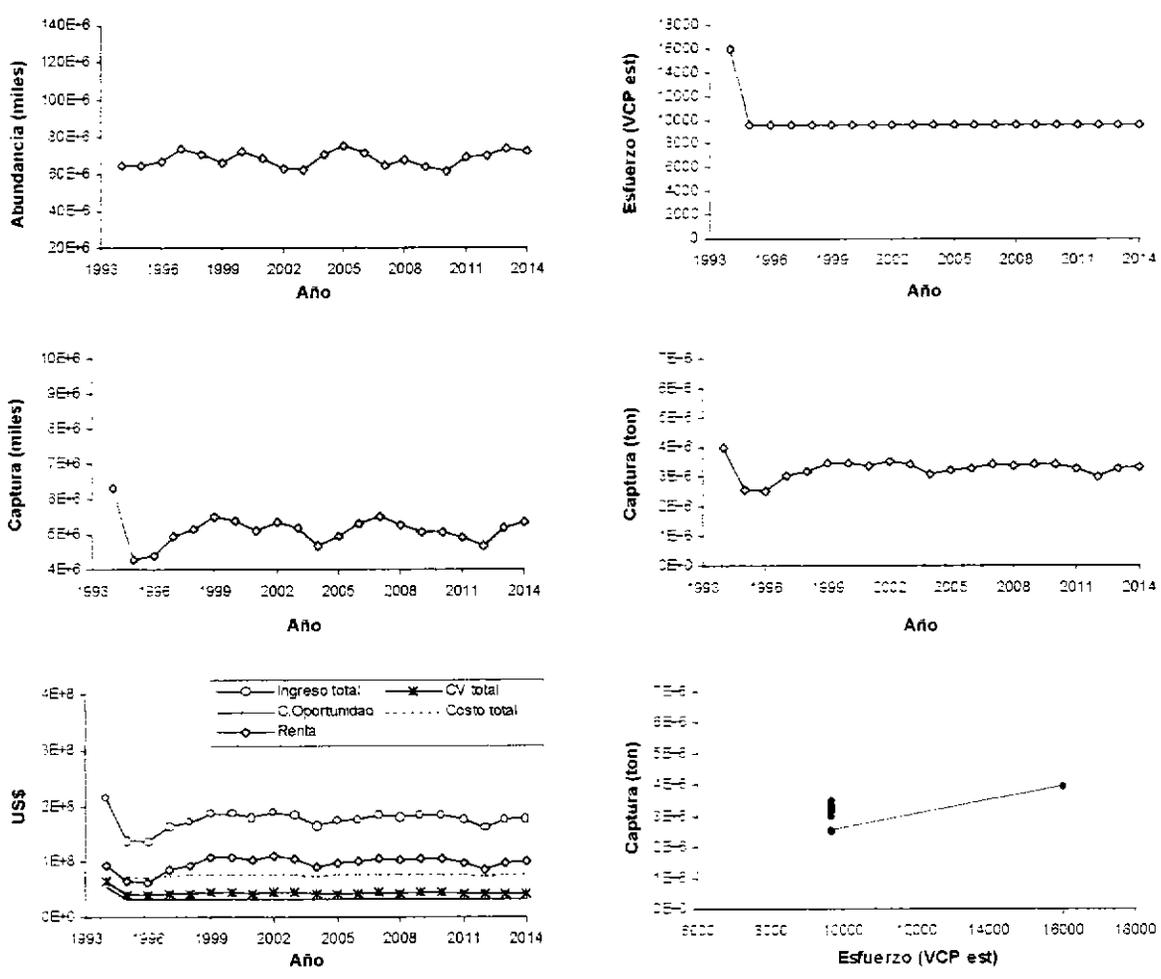


Gráfico 60. Series biológicas de abundancia, esfuerzo, captura y series económicas de ingreso, costo y renta económica, para una proyección a 20 años con un cambio inmediato de F y reclutamiento variable aleatoriamente, alrededor de 30% del promedio en el período 1985-1995.

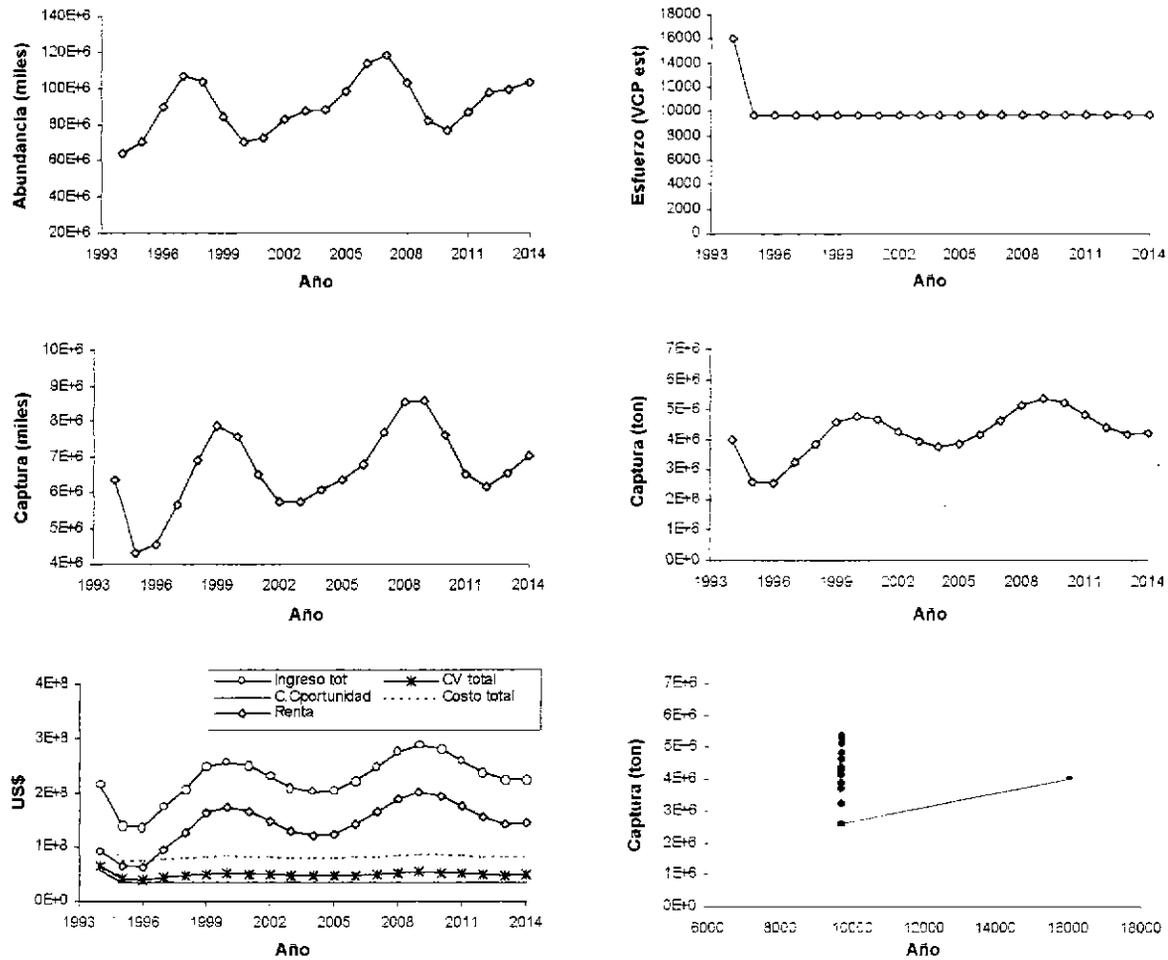


Gráfico 61. Series biológicas de abundancia, esfuerzo, captura y series económicas de ingreso, costo y renta económica, para una proyección a 20 años con un cambio inmediato de F y reclutamiento modelado.

6.4.2.5. Proyecciones contables o financieras

Con el objeto de determinar la rentabilidad de la pesquería de jurel en términos contables, durante los siguientes 20 años a partir de 1994, se procedió a realizar un flujo de caja contable con los ingresos (TR) y costos variables (VC) descritos en el capítulo anterior. Además, se utilizaron las siguientes cantidades para confeccionar el flujo de caja:

(INV) Inversión de 1995: US\$215.714.286 (\$90.600.000.000)

(VR)	Valor residual	US\$151.000.000	(\$63.420.000.000)
(D)	Depreciación anual:	US\$ 3.235.715	(\$ 1.359.000.000)
(FC)	Costos Fijos:	US\$ 15.515.979	(\$ 6.516.711.000)

Se consideró un inversionista hipotético que compra la pesquería, para tal efecto solicita un préstamo por el valor de la inversión a una tasa anual de 19,5% (Banco de Santiago, 18/07/97), con lo cual debe pagar una cuota anual de US\$43 millones, por lo que al flujo de caja entra el pago del préstamo.

(P)	Pago cuota anual:	US\$ 43.291.861	(\$18.182.581.636)
(i%)	Impuesto a la renta:	15%.	

La renta bruta (RB) fue calculada como:

$$RB = -INV - P - FC - VC - D + VR + TR \quad (99)$$

mientras que la renta líquida (RL) fue calculada como:

$$RL = (RB - RB i\%) - D \quad (100)$$

Cuando la renta bruta fue menor o igual a cero no se aplicó impuesto sobre la renta (i%). Finalmente, se consideró efectuar la inversión el primer año y se consideró el valor residual para el último año de evaluación.

El Valor Actual Neto (VAN, US\$) de estos análisis se muestra en los **Cuadros 72 a 74**. Se observa que la táctica de administración más efectiva desde el punto de vista económico, para todos los estados posibles de la naturaleza (reclutamientos), es producir un cambio gradual en la mortalidad por pesca o esfuerzo de pesca aplicado. Por otro lado, el VAN de las rentas contables generadas por la pesquería se ve más favorecido al considerar un reclutamiento constante, mientras que los VAN más bajos se observan al considerar un reclutamiento aleatorio.

Al observar la deseabilidad o rentabilidad de la pesquería (**Cuadro 75**) a través de la Tasa Interna de Retorno (TIR, tasa a la cual el VAN es nulo), se aprecia nuevamente que la mayor rentabilidad se obtiene al efectuar un cambio gradual de F. La TIR de la pesquería (solamente

la componente flota) para las diferentes posibilidades de reclutamiento y considerando un cambio gradual de F varía entre 42,98% y 52,98%.

Cuadro 72. Valor actual neto (US\$) de la renta generada en la proyección de 20 años, al aplicar la estrategia de F_{MRE} , utilizando dos tácticas y tres estados de la naturaleza. Se utiliza una tasa de descuento social de 12%

Estados de la Naturaleza	Tácticas de administración	
	Cambio gradual de F	Cambio inmediato de F
Reclutamiento constante	304.493.670	283.038.544
Reclutamiento aleatorio	274.014.466	252.749.871
Reclutamiento modelado	472.641.629	450.149.796

Cuadro 73. Valor actual neto (US\$) de la renta generada en la proyección de 20 años, al aplicar la estrategia de F_{MRE} , utilizando dos tácticas y tres estados de la naturaleza. Se utiliza una tasa de descuento correspondiente a la rentabilidad mínima del sistema bursátil, sobre capital y reserva, de las empresas pesqueras que cotizan (9,7%)

Estados de la Naturaleza	Tácticas de administración	
	Cambio gradual de F	Cambio inmediato de F
Reclutamiento constante	388.958.752	368.185.137
Reclutamiento aleatorio	349.392.902	328.811.229
Reclutamiento modelado	598.165.375	576.379.204

Cuadro 74. Valor actual neto (US\$) de la renta generada en la proyección de 20 años, al aplicar la estrategia de F_{MRE} , utilizando dos tácticas y tres estados de la naturaleza. Se utiliza una tasa de descuento correspondiente a la rentabilidad máxima del sistema bursátil, sobre capital y reserva, de las empresas pesqueras que cotizan (21,6%)

Estados de la naturaleza	Tácticas de administración	
	Cambio gradual de F	Cambio inmediato de F
Reclutamiento constante	116.994.033	94.928.697
Reclutamiento aleatorio	105.280.011	83.385.367
Reclutamiento modelado	194.288.471	171.241.066

Cuadro 75. Tasa interna de retorno (TIR) generada a partir de los flujos contables proyectados a 20 años, al aplicar la estrategia de F_{MRE} , utilizando dos tácticas y tres estados de la naturaleza

Estados de la Naturaleza	Tácticas de administración	
	Cambio gradual de F	Cambio inmediato de F
Reclutamiento constante	44,14%	36,71%
Reclutamiento aleatorio	42,98%	35,57%
Reclutamiento modelado	52,98%	44,91%

6.4.3. Modelo bioeconómico de simulación estocástica

Como se indicó en la metodología este modelo combina aspectos poblacionales del stock de jurel y aspectos económicos de la pesquería, mediante la determinación de estrategias de manejo de largo plazo para la pesquería bajo diferentes estados futuros.

6.4.3.1. Definición de variables y parámetros de entrada

Las simulaciones fueron inicializadas utilizando como datos de entrada las estimaciones del ASP basándose principalmente en: 1) el número de individuos del stock de jurel distribuidos por edades (2 - 11+) en su estado inexplorado o en ausencia de mortalidad por pesca ($F=0$), 2) el vector de pesos promedio por edades (2 - 11+) para el período 1992-1995, 3) el vector de selectividad edad-específico, 4) la tasa de mortalidad natural (estimada en $M=0,3$) y 5) los parámetros de la relación stock-recluta.

6.4.3.2. Parámetros de la relación stock-reclutamiento

Esta relación fue establecida a partir de los valores de reclutamiento y de biomasa del stock adulto del jurel, obtenidos desde el ASP para el período de años entre 1978 y 1996, con una mortalidad natural de $M = 0,3 \text{ año}^{-1}$. Se exploró el ajuste a estos datos, tanto del modelo de Beverton y Holt como el modelo formulado por Ricker. Sin embargo solo este último modelo, el cual fue estimado mediante un ajuste no-lineal por el método de Gauss-Newton, mostró un ajuste significativo para los datos analizados (Gráfico 62, $R^2 = 0.55$). De este modo el modelo de stock-reclutamiento ajustado es descrito por la siguiente ecuación:

$$R_t = \alpha B_{t-2} \exp(-\beta B_{t-2}) \quad (101)$$

donde, R_t es el reclutamiento en el año t , B_{t-2} es la biomasa de la fracción adulta en el año $t-2$ y α y β son parámetros estimados por ajuste no-lineal. Los valores obtenidos para estos parámetros, son $\alpha = 8,2785$ y $\beta = 0,000108$.

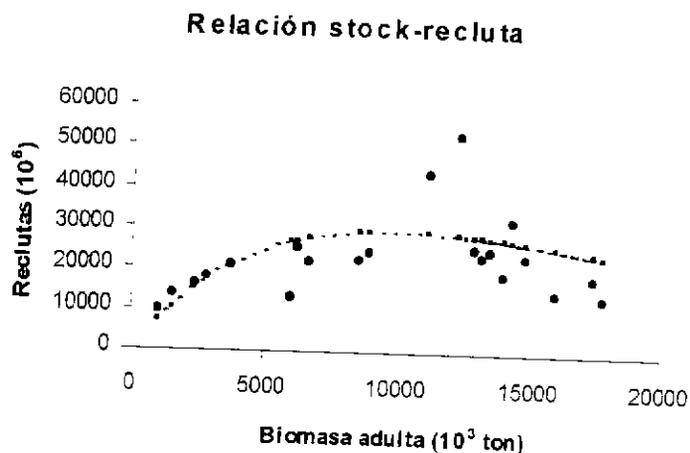


Gráfico 62. Relación stock-recluta obtenida para la población de jurel.

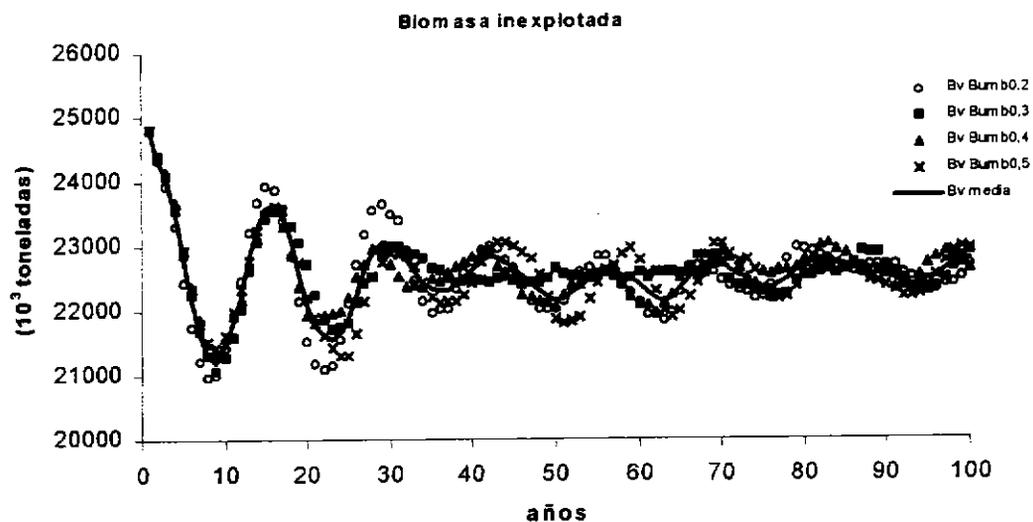
6.4.3.3. Horizonte de proyección

La población de jurel fue proyectada estocásticamente con un horizonte de tiempo de 100 años y para cada año de estimación, se generaron 100 realizaciones estocásticas. El análisis consideró 6 diferentes escenarios de proyección, primeramente basados en 3 niveles o umbrales para la biomasa desovante (30, 40 y 50% de resguardo) y 2 diferentes tipos de variabilidad en el reclutamiento: uno altamente variable con desviaciones estándar de 0,80 (d.e.0,80) y otro de baja variabilidad con desviaciones estándar de 0,32 (d.e.0,32). Cabe destacar, que los reclutamientos se distribuyen de forma log-normal con una desviación típica de 0,32.

Debido a que la biomasa adulta en su fase inexplorada muestra altas inestabilidades aproximadamente durante los primeros 20 años de simulación, el análisis de riesgo y estimación de las biomazas y rendimientos medios por año fue realizado para el período entre el año 21 y el año 100, es decir los 80 años posteriores. El **Gráfico 63** muestra diferentes proyecciones de la biomasa adulta inexplorada ($B_{F=0}$) para dos diferentes condiciones de variabilidad en el reclutamiento. En condiciones de reclutamiento estable (d.e.R=0,32), $B_{F=0}$ decae de valores superiores a 24 millones de toneladas a niveles cercanos a los 22,5 millones de toneladas mostrando poca variación o diferencias entre los estimados a diferentes niveles umbrales de biomasa (**Gráfico 63a**). Sin embargo, en condiciones de alta variabilidad en el reclutamiento (d.e. 0,80), la biomasa adulta virginal se incrementa a niveles superiores a los

25,5 millones de toneladas (Gráfico 63b), observándose mayores fluctuaciones u oscilaciones en la $B_{F=0}$ con valores entre 23 y 28 millones de toneladas.

a)



b)

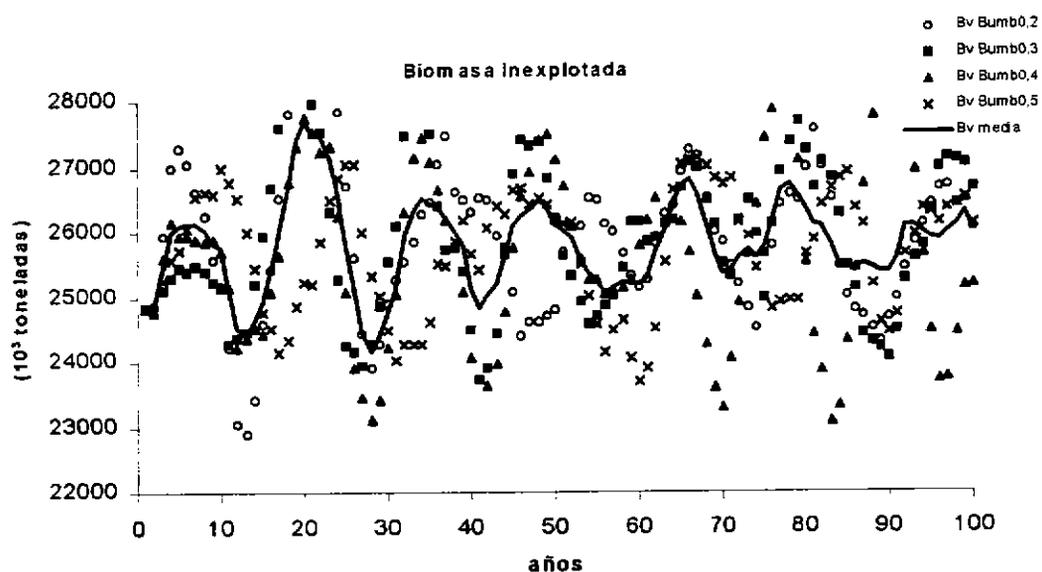


Gráfico 63. Biomasa inexplorada ($B_{F=0}$) del stock de jurel estimada para 100 años, obtenida a partir de 100 simulaciones estocásticas y determinada para 4 diferentes umbrales de biomasa desovante (20-50%). a) con una baja fuente de variabilidad en el reclutamiento (d.e.R=0,32) y b) con reclutamientos variables (d.e.R=0,8).

6.4.3.4. Estimación de los niveles de mortalidad de mínimo riesgo

En esta etapa de la modelación, se determinaron los niveles de mortalidades por pesca que representan un mínimo riesgo a la pesquería, bajo 3 tipos de riesgo.

- 1) Riesgo tipo A: orientado a un aspecto biológico del stock, definido como la probabilidad que la biomasa desovante decaiga a niveles por debajo de un umbral. En otras palabras, se previene que la biomasa desovante, dado un nivel de explotación, no disminuya de un valor umbral o de resguardo ($BD | F > B_{umb}$). Para estos efectos, se utilizaron 3 niveles de biomasa de resguardo ($B_{umb} = 30\%, 40\% \text{ y } 50\%$);
- 2) Riesgo tipo B dirigido a un aspecto de la pesquería, definido como la probabilidad que las capturas decaigan a niveles bajo 2 millones de toneladas; y
- 3) Estabilidad en las capturas, bajo la premisa que el manejo de la pesquería debe otorgar protección a la población, evitando fuertes variaciones anuales en las capturas. El coeficiente de penalidad, que representa el costo de incrementar una unidad de desviación estándar respecto del incremento de una unidad en las capturas, fue fijado a un valor $\lambda = 0,5$.

Los resultados de los experimentos de simulación se presentan resumidamente en los **Gráficos 64 a 67** y en los **Cuadros 76 a 78**. Al considerar la definición de riesgo basada en los umbrales de biomasa para un resguardo de 30% de la biomasa desovante (**Gráfico 64a**), el valor óptimo de F se estimó en $F = 1,0 \text{ año}^{-1}$ para reclutamientos de poca variabilidad (d.e.0,32). Al considerar otros umbrales de resguardo de la biomasa desovante como fracción de la biomasa inicial (40 y 50%), se obtienen valores de F óptimos de mínimo riesgo de $0,6 \text{ año}^{-1}$ y $0,4 \text{ año}^{-1}$ respectivamente (**Gráficos 64b y 64c**). Las capturas óptimas varían desde 4,4 millones de toneladas para el caso de biomasa umbral de 30% y reclutamientos de baja variabilidad (**Gráfico 64a, Cuadro 76**), pasando por 4,0 millones de toneladas para un 40% de resguardo (**Gráfico 64b y Cuadro 77**), hasta llegar a 3,3 millones de toneladas para un 50% de resguardo de la biomasa desovante (**Gráfico 64c, Cuadro 78**).

Si se considera una alta variabilidad en los reclutamientos (d.e.0,80), para la definición de riesgo basada en los umbrales de biomasa con un resguardo de 30% de la biomasa desovante (**Gráfico 64a**), el valor óptimo de F sería de $F = 0,7$, mientras que al utilizar otros

umbrales de resguardo de la biomasa desovante como fracción de la biomasa inicial (40 y 50%), se obtienen valores de F óptimos de mínimo riesgo en $F=0,6$ y $F=0,4$ respectivamente (Gráficos 65b y c). Las capturas óptimas varían desde 5,0 millones de toneladas para el caso de biomasa umbral de 30% y reclutamientos de alta variabilidad (Gráfico 65a, Cuadro 76), pasando por 4,7 millones de toneladas para un 40% de resguardo (Gráfico 65b y Cuadro 77), hasta llegar a 3,7 millones de toneladas para un 50% de resguardo de la biomasa desovante (Gráfico 65c, Cuadro 78).

El Gráfico 66 considera las estimaciones de riesgo bajo la definición basada en el umbral de capturas, donde se buscan los valores de mínimo riesgo para F mediante los cuales las capturas no decaigan de 2 millones de toneladas. En el caso de baja variabilidad en el reclutamiento (d.e.R=0,32), el F óptimo sería de $1,0 \text{ año}^{-1}$, con rendimientos de 4,5 millones de toneladas (Cuadro 76), independiente de los niveles de biomasa que se consideren como resguardo. Si bien la forma de la curva de riesgo cambia con los umbrales de biomasa al considerar la situación de reclutamientos altamente variables (d.e.R=0,8), los valores óptimos se mantienen a niveles muy similares. Es así como para $B_{umb}=30\%$, el valor óptimo de F sería de $1,2 \text{ año}^{-1}$ con capturas óptimas de 5,5 millones de toneladas (Cuadro 76, Gráfico 66b). Al incrementar el umbral de resguardo de la biomasa desovante tanto a un 40% como a un 50%, el F óptimo es obtenido a $1,0-1,1 \text{ año}^{-1}$ y capturas cercanas a los 5,5 millones de toneladas (Cuadro 77 y 78, Gráficos 66c y d).

Finalmente, en el Gráfico 67 se presentan resultados de la simulación estocástica bajo el criterio de estabilidad en las capturas. El valor de mínimo riesgo en el rendimiento para d.e.R=0,32 se alcanza toda vez que las capturas no superen de 4,5 millones de toneladas con un $F=0,9 \text{ año}^{-1}$ (Cuadro 76, Gráfico 67a). Al igual que lo ocurrido con los umbrales de captura, se producen algunas diferencias en la forma de las curvas de d.e. de las capturas al incrementarse los umbrales de biomasa desovante (Gráficos 67b, c y d), pero las capturas óptimas son cercanas a los 4,5 millones de toneladas. Los valores óptimos de F son de $F=1 \text{ año}^{-1}$ para el caso de reclutamiento estable y cercanos a $1,4 \text{ año}^{-1}$ en condiciones de reclutamiento variable (d.e.R=0,80; Cuadros 76 a 78).

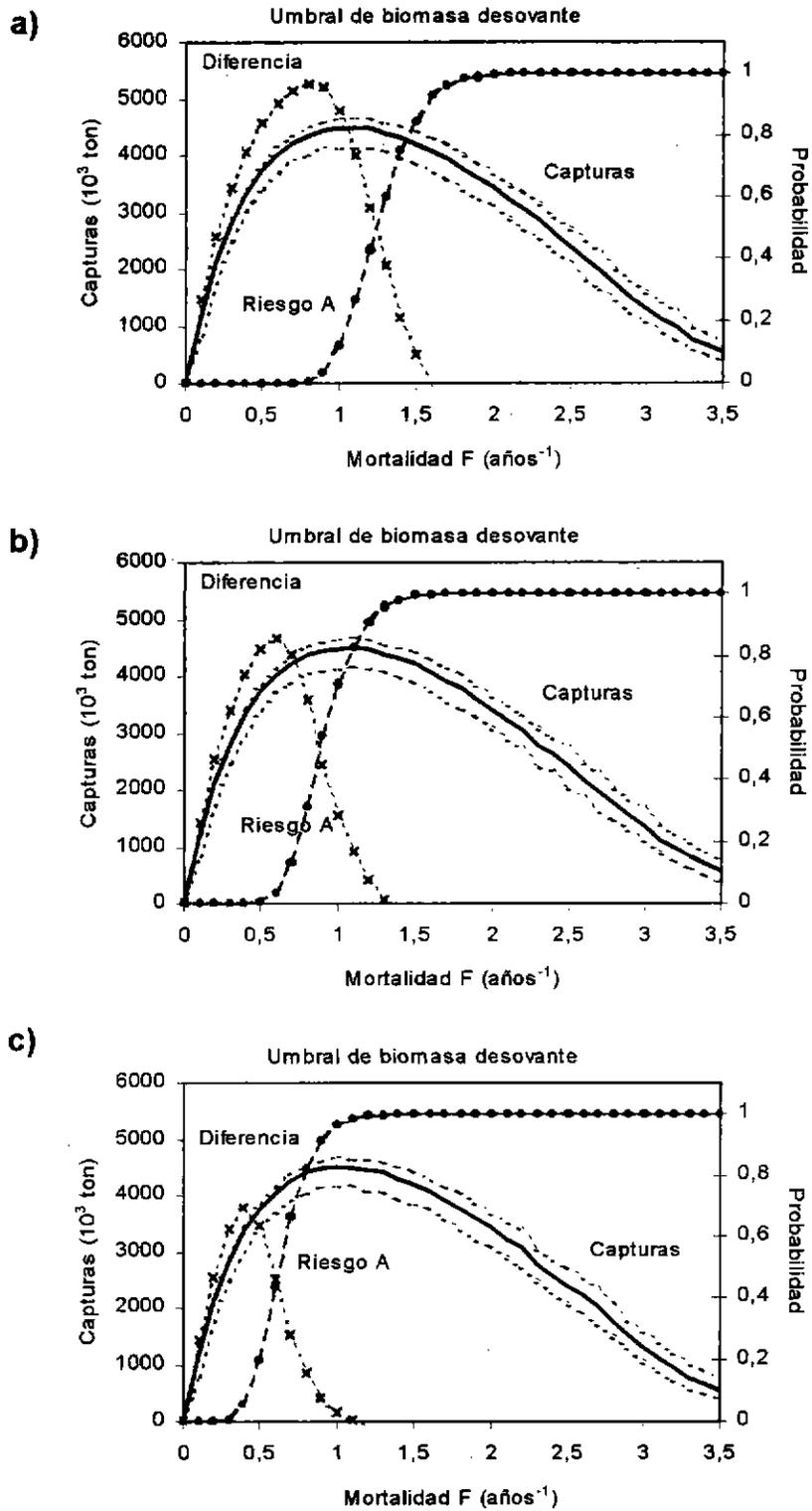


Gráfico 64. Resultados del modelo de simulación estocástica con baja variabilidad en el reclutamiento (d.e. R=0,32): a) para un umbral de biomasa desovante del 30%, b) 40% y c) 50% de la biomasa desovante inicial.

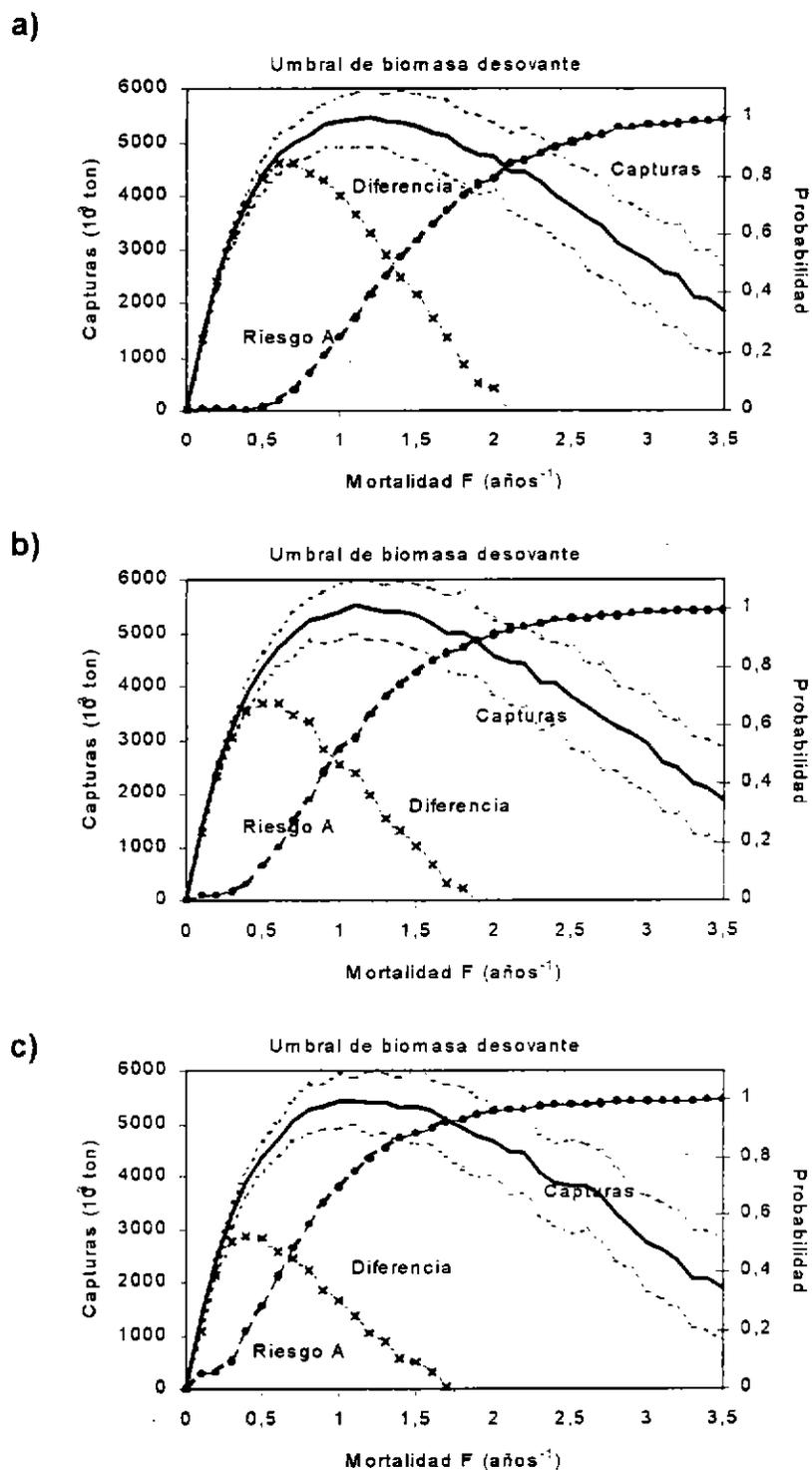


Gráfico 65. Resultados del modelo de simulación estocástica con alta variabilidad en el reclutamiento (d.e. $R=0,80$): a) para un umbral de biomasa desovante del 30%, b) 40% y c) 50% de la biomasa desovante inicial.

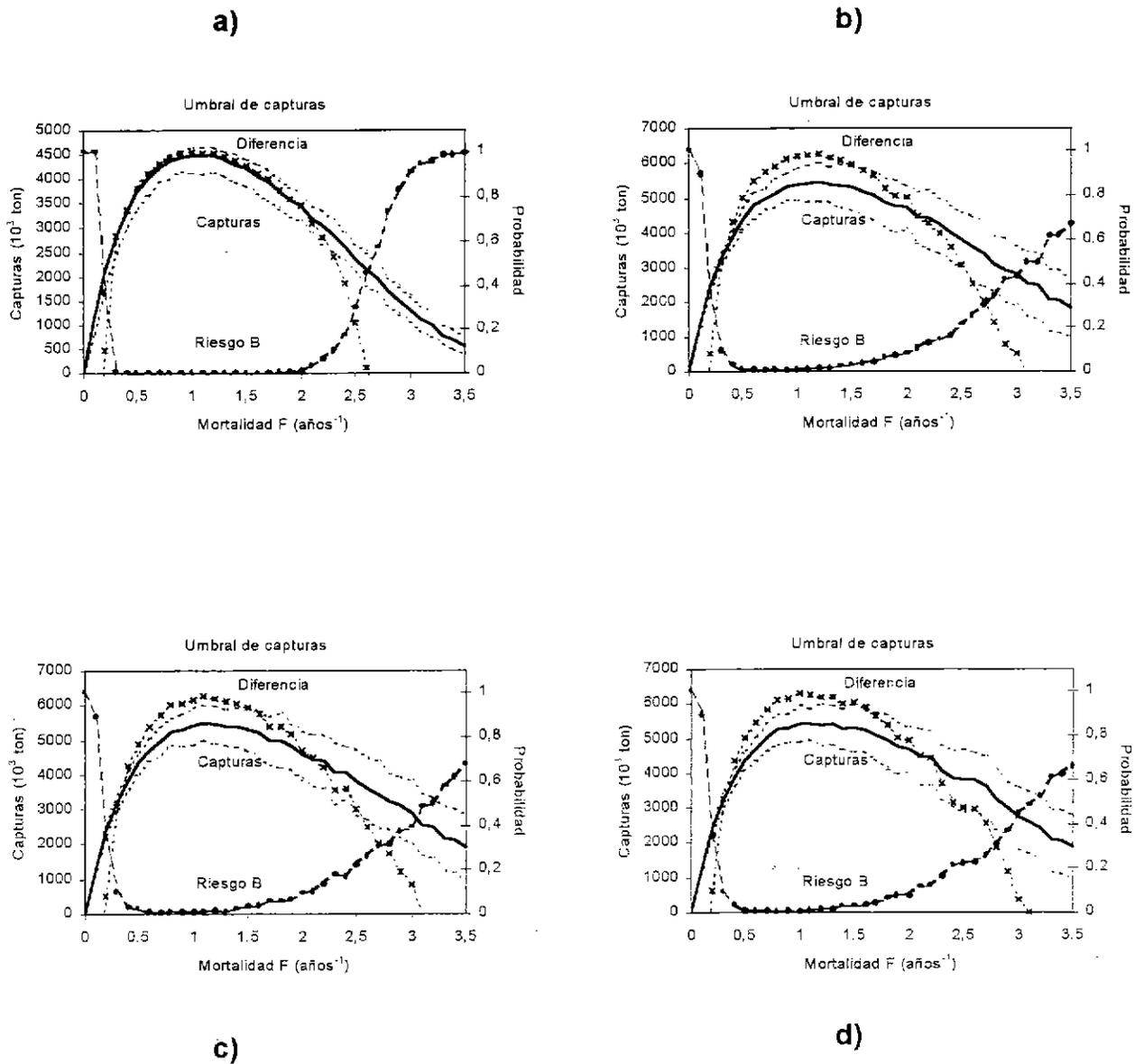


Gráfico 66. Resultados del modelo de simulación estocástica para un umbral de capturas de 2 millones de toneladas a) con baja variabilidad en el reclutamiento (d.e. $R=0,32$), b) con alta variabilidad en el reclutamiento (d.e. $R=0,8$) y un 30% de resguardo c) d.e. $R=0,80$ y un 40% de resguardo y d) d.e. $R=0,8$ y un 50% de resguardo de la biomasa desovante inicial.

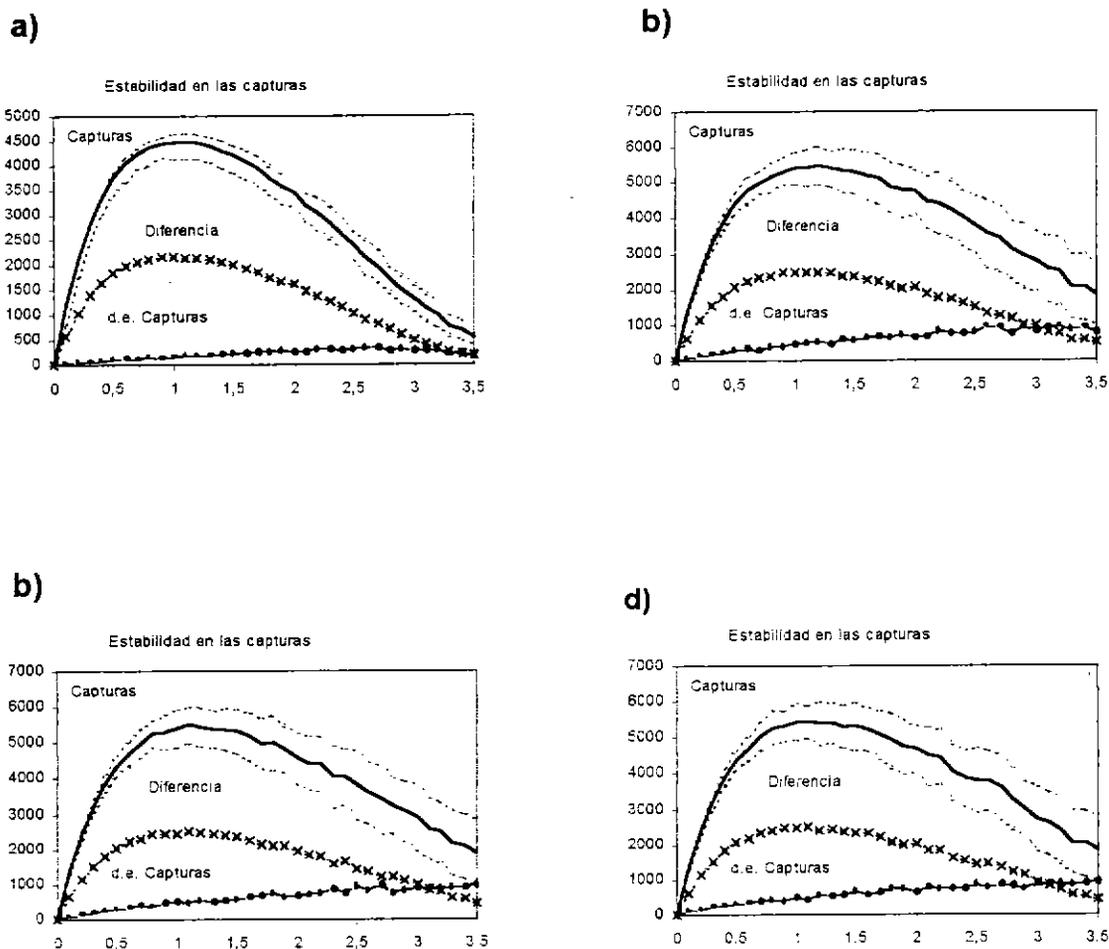


Gráfico 67. Resultados del modelo de simulación estocástica bajo el criterio de estabilidad en las capturas a) con baja variabilidad en el reclutamiento (d.e. $R=0,32$), b) con alta variabilidad en el reclutamiento (d.e. $R=0,80$) y un 30% de resguardo c) d.e. $R=0,80$ y un 40% de resguardo y d) d.e. $R=0,80$ y un 50% de resguardo de la biomasa desovante inicial.

Cuadro 76. Óptimos biológicos y económicos estimados en la modelación estocástica para diferentes supuestos de variabilidad en el reclutamiento ($\sigma_r = 0,32$ y $\sigma_r = 0,80$) para un 30% de resguardo de la biomasa inexplorada

30% de resguardo de biomasa inexplorada			RESULTADOS				
d.e. del reclutamiento (r)	Definición de Riesgo	Función objetivo	Rendimiento Óptimo (ton)	F óptimo	VAN (Millones de US\$)		
					9,7%	12%	21,6%*
$\sigma_r = 0,32$	Umbral de biomasa	1	4.359.620	0,8	707	578	281
$\sigma_r = 0,80$	Umbral de biomasa	1	4.981.571	0,7	935	775	402
$\sigma_r = 0,32$	Captura	2	4.485.108	1,0	753	618	305
$\sigma_r = 0,80$	Captura	2	5.473.900	1,2	1116	930	497
$\sigma_r = 0,32$	Rendimientos estables	3	4.456.866	0,9	742	609	300
$\sigma_r = 0,80$	Rendimientos estables	3	5.400.939	1,0	1089	907	483

* tasas de descuento

Cuadro 77. Óptimos biológicos y económicos estimados en la modelación estocástica para diferentes supuestos de variabilidad en el reclutamiento ($\sigma_r = 0,32$ y $\sigma_r = 0,80$) para un 40% de resguardo de la biomasa inexplorada

40% de resguardo de biomasa inexplorada			RESULTADOS				
d.e. del reclutamiento (r)	Definición de Riesgo	Función objetivo	Rendimiento Óptimo (ton)	F óptimo	VAN (Millones de US\$)		
					9,7%	12%	21,6%*
$\sigma_r = 0,32$	Umbral de biomasa	1	4.034.287	0,6	587	475	218
$\sigma_r = 0,80$	Umbral de biomasa	1	4.719.718	0,6	839	692	351
$\sigma_r = 0,32$	Captura	2	4.484.666	1,0	753	617	305
$\sigma_r = 0,80$	Captura	2	5.512.929	1,1	1130	943	505
$\sigma_r = 0,32$	Rendimientos estables	3	4.517.991	1,1	765	628	312
$\sigma_r = 0,80$	Rendimientos estables	3	5.512.929	1,1	1130	943	505

* tasas de descuento

Cuadro 78. Óptimos biológicos y económicos estimados en la modelación estocástica para diferentes supuestos de variabilidad en el reclutamiento ($\sigma_r = 0,32$ y $\sigma_r = 0,80$) para un 50% de resguardo de la biomasa inexplorada

50% de resguardo de biomasa inexplorada			RESULTADOS				
d.e. del reclutamiento (r)	Definición de Riesgo	Función objetivo	Rendimiento Óptimo (ton)	F óptimo	VAN (Millones de US\$)		
					9,7%	12%	21,6%*
$\sigma_r = 0,32$	Umbral de biomasa	1	3.355.210	0,4	338	260	86
$\sigma_r = 0,80$	Umbral de biomasa	1	3.912.965	0,4	543	437	194
$\sigma_r = 0,32$	Captura	2	4.516.535	1,0	764	627	311
$\sigma_r = 0,80$	Captura	2	5.438.687	1,0	1103	919	490
$\sigma_r = 0,32$	Rendimientos estables	3	4.516.535	1,0	764	627	311
$\sigma_r = 0,80$	Rendimientos estables	3	5.439.659	1,1	1103	919	491

* tasas de descuento

6.4.3.5. Indicadores económicos

En los Cuadros 76 a 78 se resumen los resultados obtenidos de las simulaciones estocásticas, incorporando diferentes estimaciones del Valor Actual Neto (VAN, en millones de US\$) proyectado a 20 años bajo las mismas proyecciones contables y condiciones de rentabilidad señaladas previamente para el modelo de Thompson-Bell. Estas proyecciones fueron estimadas utilizando 3 tasas de descuento (9,7%; 12% y 21,6%). Los valores más favorables se producen bajo la definición de riesgo con umbrales de biomasa y altos niveles de reclutamiento (d.e.R= 0,80).

7.- DISCUSION Y CONCLUSIONES.

7.1. Discusión

7.1.1. Sobre las fuentes de información

La información de mayor relevancia para el desarrollo de este proyecto, en materia de ingresos, costos, inversiones y empleo, resultó ser la información contenida en la Encuesta Anual de la Industria Manufacturera del Instituto Nacional de Estadísticas INE, a 6 dígitos y para los agrupamientos 3114 y 3115, así como la encuesta complementaria llamada Encuesta de Flota Propia. A través del tratamiento y análisis de esta base de datos, se pudo desarrollar extensamente nuestro conocimiento acerca de la estructura y evolución de los principales indicadores económicos y sociales de la pesquería del jurel.

En relación a la información biológica y pesquera, la participación del Instituto de Investigación Pesquera, que ha orientado desde 1989 la mayor parte de sus esfuerzos de investigación al estudio del recurso jurel en la zona centro-sur del país, permitió desarrollar una síntesis de los principales indicadores y variables biológico-pesqueras.

Finalmente, respecto de la información de precios, si bien la base de datos de aduanas procesada por IFOP permite un acercamiento cualitativo al comportamiento de los precios de los productos relevantes, lo cierto es que su heterogeneidad y discontinuidad la hace menos interesante para el tratamiento cuantitativo que la que se obtuvo a través de Oil World. Respecto de la información de INFOPECA, su calidad es aún menor para estos efectos.

7.1.2. Sobre los modelos bioeconómicos aplicados

Atendiendo a la necesidad de contar con una herramienta confiable en una futura modelación y simulación completa de la pesquería del jurel en la zona centro-sur, se sometió a evaluación tres diferentes alternativas de modelos bioeconómicos descritos en la literatura.

Los tres modelos, y todos aquellos a los que el equipo del proyecto ha tenido acceso en la literatura científica, reflejan adecuadamente las relaciones entre la flota y el recurso pesquero. Aún cuando la aplicación de estos modelos tiene interés en sí misma, sus efectos prácticos para la administración pesquera quedan supeditados a una extensión de los modelos que permita el tratamiento integrado de la industria; es decir, incorporando la componente planta-proceso al subsistema recurso-flota-planta.

El primer modelo bioeconómico, de producción global, siguiendo la lógica de un Gordon-Schaefer tradicional pero corregido de acuerdo a Cunningham et al.(1985), tiene ventajas derivadas de su simplicidad y de la facilidad con que se pueden someter a controles sus principales parámetros. Los puntos de referencia para la administración pesquera que se pueden obtener con este modelo no son significativamente distintos de aquellos que se obtienen con otros más complejos con limitaciones similares (libre acceso). Una ventaja adicional de este modelo en particular es que permite introducir variabilidad en los precios y en los costos.

En relación al segundo modelo bioeconómico, edad-estructurado, relacionando los resultados económicos con la curva de rendimiento por recluta de Thompson y Bell (1934), se puede señalar que sus capacidades descriptivas y predictivas se ven limitadas debido a que supone todos los parámetros biológicos y económicos constantes y a que es un modelo para una pesquería en libre acceso (ya que no tiene restricciones en el nivel de F o esfuerzo). Sin embargo se debe resaltar que se pudo extender su utilidad, al simular tres escenarios de reclutamiento.

El tercer modelo bioeconómico, también edad-estructurado, y que corresponde a una simulación estocástica en la cual se plantean tipos de escenarios, evaluando los retornos económicos de la pesquería desde diferentes perspectivas de análisis (Hollowed & Megrey, 1993), permite desarrollar un análisis de riesgo y determinar la mortalidad por pesca objetivo dados los umbrales de biomasa desovante y niveles mínimos de capturas en el largo plazo. Sus limitaciones, como en los modelos anteriores, se relacionan con los supuestos de equilibrio y la ausencia de integración de los encadenamientos hacia adelante de la fase extractiva (plantas de proceso).

7.1.3. Sobre la segunda fase del proyecto.

Respecto de las variables biológico-pesqueras y tecnológicas, se requiere perfeccionar el conocimiento que se tiene del coeficiente de capturabilidad, fundamento de cálculo, variabilidad y el efecto de este parámetro en los modelos bioeconómicos. Asimismo, se requiere ampliar nuestro conocimiento del proceso de reclutamiento y su variabilidad para incorporarlo a los modelos bioeconómicos.

En relación del análisis de costos, la segunda fase del proyecto podría perfeccionar su tratamiento mediante la definición de una función de producción para la flota y para las plantas de proceso, diferenciando la industria reductora de la conservera. Esta forma de aproximación a los costos no es excluyente de la que ya se realizó a través de este proyecto y la perfecciona.

En cuanto al análisis exploratorio de la distribución del ingreso, los resultados llaman la atención, fundamentalmente, por la asociación negativa entre productividad y participación, la cual parece tener un fundamento empírico firme. Por otra parte, el efecto estimado para el PIB parece sumamente elevado. Todo ello, sirve para enfatizar la importancia de desarrollar un análisis posterior sobre el tema, pero con un marco teórico riguroso que permita probar hipótesis y finalmente contribuir a identificar los determinantes de la distribución del ingreso.

Acerca de la estimación econométrica de precios, una continuación lógica de la línea de investigación especificada, es la del estudio de la determinación simultánea de precios spot y futuros para los productos considerados (harina y aceite de pescado). El funcionamiento eficiente de mercados futuros implica que el precio de estos contratos entrega información relevante con respecto a las señales del mercado para condiciones futuras de precio y disponibilidad. Adicionalmente convendría desarrollar estimaciones similares para los productos menos importantes en volumen, en particular la conserva y el surimi de jurel.

Finalmente, respecto de los modelos bioeconómicos se debe profundizar en algunos avances realizados por el ejecutor (variabilidad en precios, costos y reclutamiento) y se puede avanzar en aplicar a los modelos desarrollados en este proyecto, escenarios alternativos de medidas

de administración pesquera, e intentar el desarrollo teórico de un modelo que integre el conjunto de la pesquería (recurso-flota-plantas).

7.2. Conclusiones

Se determinaron y describieron las principales variables biológico-pesqueras, tecnológicas, económicas y sociales de la unidad de pesquería del jurel centro-sur para el período 1985-1994. Se construyeron tres tipos de modelos bioeconómicos y se realizó una estimación econométrica del comportamiento del precio de la harina y el aceite de pescado.

Respecto de las variables biológico-pesqueras, se determinaron los parámetros de la relación somatométrica, para machos, hembras y considerando ambos sexos. Se observó que el parámetro a , varió entre 0,00566 y 0,12165 en el caso de los machos; entre 0,00447 y 0,17505 en el caso de las hembras; y, entre 0,00595 y 0,13293 considerando ambos sexos. El estimado del parámetro b de dicha relación varió entre 2,32163 y 3,18614 (machos); entre 2,22864 y 3,22298 (hembras); y, entre 2,30030 y 3,16582 (ambos sexos).

La mortalidad natural, fue determinada por 3 metodologías diferentes. A través del método de la curva de captura se obtuvo un $M=0,413 \text{ año}^{-1}$ (error estándar = 0.021), mediante la curva de captura basada en longitudes se lograron dos estimaciones de $M= 0,302 \text{ año}^{-1}$ y $0,422 \text{ año}^{-1}$, con errores estándar de 0,020 y 0,014, respectivamente. Finalmente, las varianzas más reducidas se obtuvieron en torno al valor $M=0,30 \text{ año}^{-1}$, cifra que fue utilizada en la evaluación indirecta y en los modelos bioeconómicos.

La abundancia del stock 2+, que corresponde a individuos de 2 años de edad y más viejos, se incrementó sostenidamente desde 1985 hasta 1988, alcanzando a más de 80 mil millones de individuos. Posteriormente, la abundancia declinó a niveles de 60 mil millones de individuos en 1992-1995. La biomasa de la fracción 2+ de jurel se incrementó sostenidamente desde 1985 hasta 1988, alcanzando en éste último año 24 millones de toneladas. Posteriormente y hasta 1992 los niveles de biomasa decrecen lentamente para estabilizarse en biomásas sobre 19 millones de toneladas.

La tasa de mortalidad por pesca (F), determinada mediante el Análisis Secuencial de Población, revela que las mayores mortalidades se registraron durante 1987 y 1992 para las edades 8 a 11. La mortalidad por pesca ejercida para las edades menores a 4 es mínima durante todo el periodo de estudio, mientras para los grupos de edad 5 a 7 se mantiene en niveles intermedios.

Se determinó que en 1987 el reclutamiento fue máximo (sobre 43 mil millones de individuos), posteriormente, en 1992 se observó otro máximo de más de 25 mil millones de individuos de edad 2. La menor variabilidad en las estimaciones de número de reclutas se produjo en 1991 y 1992, mientras que las estimaciones de 1993 a 1995 son las que presentan mayor variabilidad.

La distribución mensual de las capturas, viajes con pesca y rendimiento nominal en la zona centro-sur mostró una fuerte tendencia estacional, se observaron altos niveles de captura, esfuerzo y rendimiento, durante los meses de marzo a agosto a lo largo de todo el periodo de estudio (1987-1996). A partir de 1991 se visualiza un importante incremento del rendimiento nominal (CPUE).

El desembarque total en número de jurel muestra fluctuaciones anuales sin tendencia definida, con máximos en 1988 y 1993, y mínimos en 1986, 1990 y 1994. La distribución de capturas de jurel estimadas por edad entre 1985 y 1995 reveló un marcado predominio de las edades 3 a 5 durante todo el periodo de estudio. Los resultados de la estimación de las tallas promedio en las capturas de jurel entre 1991 y 1996 muestran que, en términos generales, no existen diferencias en la distribución de tamaños medios entre machos y hembras. La evolución anual de la talla promedio en las capturas de jurel muestra una tendencia decreciente durante el periodo analizado, con mínimos en 1993 (34 cm de LH) y 1995 (33 cm de LH).

Respecto a las variables económicas se observa que en promedio la relación Costo Total/Valor Bruto de Producción (CT/VBP) aumentó un 4,5% en el periodo 1988-1994, sin embargo a partir de 1991 se observa una tendencia a la baja, en el periodo 1991-1994 la misma relación disminuyó en promedio un -2,2%, es decir, el costo por unidad vendida bajó.

Al analizar la pesquería del jurel debemos tener en cuenta el tamaño relativo de cada sector, si se considera el VBP como indicador del tamaño vemos que las participaciones del VBP de cada sector en el VBP de la pesquería de jurel son 17%, 4% y 80% para la flota, industria productora de conservas y congelados y la industria de harina respectivamente.

El crecimiento del producto en el período 1988-1994 en términos por sector es el siguiente : flota (24,1%); industria de harina (18,7%) e industria de conservas (0,1%). Importante es destacar que en la industria de conservas disminuye el producto a partir de 1991 : el crecimiento medio para los años 1991-1994 fue de -3,5%.

La productividad media del trabajo creció en el período 1988-1994 para cada sector de la siguiente manera: industria de harina (28,5%); flota (15,9%) e industria de conservas (0,7%), en esta última industria el crecimiento fue negativo en el período 1991-1994 alcanzando un -4,1%. Al considerar la productividad en términos de los energéticos (kilowatt) observamos que la industria de harina de la VIII reg. creció en promedio entre los años 1985-1994 -0,5% y la V reg. 3,1%, la industria de conservas creció en el período 1989-1994 en -13,4%. En el caso de la flota la productividad se midió en función del diesel por unidad de producto : en la VIII reg. se observa un crecimiento medio de 2,5% y en la V reg. de -0,9%.

De las capturas informadas por la encuesta de flota propia (EFP) observamos que el mayor crecimiento entre los años 1988-1994 se da en la V reg. que alcanzó un 37,3%, en la VIII reg. se obtuvo un crecimiento de 21,1%, en promedio para la zona centro-sur las capturas tuvieron un crecimiento de 24,2%.

La estructura de costos de la pesquería de jurel se muestra bastante estable si la consideramos en términos de la participación de los costos salariales (w) y consumo intermedio (ci) en el costo total. En promedio, la participación de los salarios es de 17% y la del consumo intermedio es de 76%, el coeficiente W/CI tiene un valor medio de 30%.

La estructura salarial para la flota en la V y VIII reg. muestra que en promedio el sueldo 'base' participa en 44% del salario total medio y corresponde al 15% del costo total, por su parte las primas representan el 50% del salario total y el 17% del costo total.

Los salarios reales medios crecen en el período 1988-1994 en 7,9%, 4,9% y 4,1% para la industria de harina, flota e industria de conservas respectivamente, sin embargo hay que hacer notar que en la industria de conservas en el período 1991-1994 los salarios reales medios disminuyeron en 7,4%. En la flota de la VIII reg. la categoría ocupacional que más aumentó sus salarios fueron los patronos de pesca (17,7%) y la que más disminuyó los pilotos (-3,5%); en la V reg. los tripulantes obtuvieron un mayor aumento de sus salarios (27,2%) y los que disminuyeron fueron los administrativos (-12%). Si observamos los componentes del salario vemos que el salario 'base' disminuye en 4,3% y las primas aumentan 5,1%.

La inversión en la Industria del Jurel fue aproximadamente el 71% de la inversión en la Industria Pesquera en la Zona Centro-Sur durante el período 1985-1994. Ello indica el papel preponderante que tiene esta Industria dentro de la actividad pesquera general. En términos absolutos la inversión acumulada en el período por la Industria del Jurel alcanzó sobre los 312 mil millones de pesos de 1994. Al analizar el comportamiento temporal de esta inversión se puede observar que ésta fue irregular en los primeros años del período, fluctuando entre cuatro y dieciocho mil millones anuales, para luego alcanzar un nivel en torno a los treinta y ocho mil millones y posteriormente nuevamente recibir un impulso adicional en los últimos años de la muestra alcanzando sobre los sesenta y cinco mil millones en 1994. Este patrón muestra que existe una clara tendencia positiva en la evolución de la inversión anual en la Industria del Jurel para el período considerado. Además, permite identificar distintos períodos en la actividad de inversión. El período 1985-1988, como un período de inversión irregular, el período 1989-1992 como un período de estabilidad, y el período 1993-1994 como un período de auge en la inversión.

La evolución de la inversión anual en la Industria del Jurel fue muy rápida en el período muestral. Ésta creció en promedio 27.5% al año. De tal manera que en 1994 ésta se había incrementado en 793% en relación al año base. Aún descontando el efecto de la falta de información sobre inversión en Flota para los primeros años de la muestra, si se considera sólo el período 1988-1994, la inversión de la Industria del Jurel creció en 252%, lo cual corresponde a una tasa de crecimiento anual promedio de 19.7%. Es un signo indudable de la gran expansión que tuvo la Industria del Jurel en el período.

La inversión de la Industria Reductora y de Aceites es la más importante de las tres actividades y corresponde al 60% de la inversión total de la Industria del Jurel. Esta inversión tiende a mostrar la misma evolución que muestra la inversión total. No presenta tendencias definidas en los primeros años, y luego tiende a crecer paulatinamente hasta alcanzar los mayores niveles en los últimos dos años del período muestral.

La inversión en flota, es relativamente estable para el período 1988-1994, con dos excepciones: el año 1991, donde de acuerdo a los datos disponibles la inversión en flota se detiene absolutamente; y el año 1994, donde la inversión en flota "salta" a niveles el doble de los años anteriores. Es muy probable que la detención de las actividades de inversión en 1991 haya estado estrechamente relacionadas con la indefinición legal que existía en ese momento en el sector, producto de la tramitación inconclusa de la Ley General de Pesca y Acuicultura. Por otra parte, el inusitado alto nivel de inversión en 1994 parece relacionarse con la fuerte inversión ese año especialmente en la V Región, como producto de la Ley especial 19.245. En resumen, de los 312.588 millones de pesos de 1994 en inversión para todo el período 1988-1994, 90.600 millones, es decir el 29% corresponde a las inversiones realizadas para la flota del jurel.

Al descomponer geográficamente esta inversión entre la V y VIII región, se puede observar que tanto en participación como en volúmenes la inversión es mucho más importante en la VIII Región. En efecto, mientras que en la VIII Región la inversión de la Industria del Jurel responde por el 77% de la inversión total del sector pesquero, en la V Región esta participación alcanza sólo el 38% para el período total. Aún más, mientras que el 94% de la inversión de la Industria del Jurel (293 mil millones de pesos de 1994) se ubicaba en la VIII Región, sólo el 6% restante (aproximadamente 4,5 mil millones de pesos de 1994) se había realizado en la V Región.

Se analizó la relación entre el cambio en el nivel de empleo y la inversión del período. En el período se crearon 4.875 nuevos puestos de trabajo ("permanentes"), calculados sobre la base del nivel de empleo prevaleciente en 1994 en relación al existente en 1985. Sobre la base del nivel de inversión total ejecutado en el período obtenemos que cada empleo permanente "costó" 64.1 millones de pesos de 1994. Esta cifra entrega un orden de magnitud de los

montos de inversión que se requieren para aumentar el nivel de empleo en forma permanente en la Industria del Jurel. Como esta cifra indica, generar un nuevo empleo en la Industria del Jurel requiere una suma importante de recursos. Otra forma de decir lo mismo es que la Industria del Jurel es intensiva en capital.

Se obtuvieron tres estimaciones del coeficiente de capturabilidad. Al calcularlo mediante el método de la Biomasa media se observó que éste disminuyó drásticamente entre 1987 y 1988, para luego mantenerse estable a partir de 1989 en alrededor de $3,0 \cdot 10^{-5}$, esta disminución en q en el período citado se debió fundamentalmente a la disminución de la capturabilidad que presentaron las edades 8+. El coeficiente de capturabilidad estimado con el método de Laurec-Shepherd se basa en un modelo distinto al utilizado en el caso del método de Collie y Sissenwine (1983). En el procedimiento de Laurec-Shepherd, la tasa de mortalidad por pesca está basada en las variaciones en el número de ejemplares estimados a partir del ASP; mientras que en el método de Collie y Sissenwine se basa en las variaciones de la biomasa y la suposición de proporcionalidad entre la CPUE y la biomasa. Al aplicar el método de Laurec-Shepherd para el período 1983-1995, se observa que este coeficiente muestra un patrón interanual similar al del q determinado a partir de las variaciones de la biomasa media pero con valores levemente más bajos. En conclusión, un valor de compromiso adecuado para este coeficiente, que podría ser representativo de la capturabilidad en los años más recientes (1992-1995), sería el generado por el procedimiento de Laurec-Shepherd y el de biomasa media en torno al valor $2,5E^{-5}$ para las edades 4 y superiores.

Los indicadores de ocupación muestran que para el período 1985-1994, la ocupación promedio en la Industria del Jurel comprende aproximadamente el 65% de la ocupación total en la Industria Pesquera en la Zona centro-sur. Esta participación muestra una tendencia a crecer en los primeros años de la muestra de un nivel de 54% en 1985 hasta un nivel máximo de 72% en 1989-1990, para luego disminuir paulatinamente hasta alcanzar un nivel de 61% en 1994. Esta participación es un indicador de la importancia que esta actividad tiene dentro del sector pesquero, y como tal, las fluctuaciones indican la mayor o menor importancia que tiene dentro del sector pesquero en general. Bajo esta perspectiva, se debe considerar el período 1989-1990 como el período de mayor auge de la Industria del Jurel, al menos del punto de vista de la ocupación. En términos absolutos, la ocupación en la Industria del Jurel se incrementó desde 2571 puestos de trabajo en 1985 a 7446 puestos de trabajo en 1994, es

decir casi se triplicó. En términos porcentuales esto implica una tasa de crecimiento promedio anual de la ocupación de 12.5%, lo cual debe calificarse como muy elevada. Sin embargo, esta tasa de crecimiento no fue estable a través del tiempo. Durante la segunda mitad de los años ochenta la tasa de incremento en la ocupación fue muy elevada, pero durante los años noventa el crecimiento de ésta ha sido bastante más moderada, incluso con decrementos importantes en los últimos dos años de la muestra. El máximo nivel de ocupación se logró efectivamente el año 1992, luego del cual la cantidad total de empleados en la Industria tendió a disminuir.

La actividad más importante de la Industria del Jurel, en términos de ocupación, es indudablemente la Industria Reductora y de Aceites. esta Industria abarca dos terceras partes, es decir el 66%, de toda la ocupación. El restante tercio se distribuye entre la Flota (25%) y la Industria de Conservas y Congelados (10%). A nivel regional esta distribución refleja bastante bien lo que sucede en la VIII Región. No así en la V Región, donde la ocupación de la Industria del Jurel se reparte sólo entre la Industria de Harina y Aceites (56%) y la Flota (44%).

La distribución factorial del ingreso fue relativamente inequitativa en la Industria del Jurel en el período 1985-1994. $\frac{3}{4}$ partes del ingreso fueron al factor capital, dejando al factor trabajo sólo $\frac{1}{4}$. A pesar de que la distribución del ingreso fluctuó en forma importante en el período, no se percibió ninguna tendencia en la evolución de las participaciones. Al restringir el período de análisis entre 1989-1994, para obtener cifras con mayor grado de comparabilidad, se observa que la distribución del ingreso "mejora" un poco y se hace más estable. La participación del factor trabajo aumenta hasta 29% y se reduce la del capital a 71%. La desviación estándar disminuye. Sin embargo, la distribución sigue siendo inestable y sin tendencia. Al comparar los datos de participaciones entre la Pequeña Empresa (PE) y la Gran y Mediana Empresa (GME), se observa un mayor grado de inequidad en la segunda de estas aglomeraciones. Cabe, no obstante recalcar, que por razones de muestra limitada, los datos para la PE no son muy confiables. La GME que en términos gruesos representa el movimiento general de la Industria, muestra participaciones bastante estables, indicando que no existe mayor movimiento en la distribución del ingreso factorial. Al desglosar la distribución del ingreso por actividad o línea de elaboración, se observa que la distribución del ingreso es relativamente "normal", con participaciones para el factor trabajo sobre el 43%, tanto para la Flota como

para la Industria de Conservas y Congelados. En cambio para la Industria Reductora y de Aceites la distribución del ingreso es altamente desigual, con una participación del factor trabajo del orden del 20% y del factor capital del orden del 80%, es decir 1/4. Además, esta distribución es sumamente estable a través de los años. Considerando la importancia que tiene este rubro dentro de la Industria del Jurel, se puede decir que la inequidad relativa y estabilidad que muestra esta Industria en general en la distribución factorial del ingreso, se basa fundamentalmente en la desigual distribución que se encuentra en la Industria Reductora y de Aceites.

El análisis exploratorio de los determinantes de la distribución factorial del ingreso indica que las variables productividad laboral (PROD), nivel de valor agregado del establecimiento (VA) y nivel de producto agregado de la economía (PIB) están correlacionadas con la participación laboral en el ingreso del establecimiento. A mayor VA o PIB y menor PROD mayor será la participación del trabajo en el ingreso. Estos resultados llaman la atención, fundamentalmente, por la asociación negativa entre productividad y participación, la cual parece tener un fundamento empírico firme. Ello indica que los establecimientos que muestran mayor nivel de productividad laboral (*ceteris paribus*) tienden a presentar una distribución del ingreso más "desigual".

El endeudamiento de la Industria del Jurel que cotiza en bolsa es algo superior a un tercio de los activos totales. Este endeudamiento tiene una orientación hacia el financiamiento de corto plazo. En relación con el conjunto de las empresas que cotizan en bolsa este endeudamiento es elevado y muy sesgado al corto plazo. Ello limita relativamente la capacidad de futuro endeudamiento de la Industria. La deuda de largo plazo no representa una carga demasiado grande para la Industria y ésta está compuesta fundamentalmente por obligaciones con el sector financiero. La deuda de corto plazo es principalmente, pero no en forma exclusiva, con el sector financiero. Existe un nivel importante de obligaciones de corto plazo (cuentas por pagar y provisiones), que probablemente constituyen crédito de otras empresas. Ello, conjuntamente con la estructura de endeudamiento de las empresas de la Industria del Jurel, podría indicar que los requerimientos de capital de trabajo son relativamente más importantes en esta industria que en otras.

En relación a la estimación econométrica, las estimaciones del modelo empírico se realizaron con información semanal para el precio de harina de pescado 64/65% CIF Hamburgo (USD/TM), y aceite de pescado CIF Europa N.W. (USD/TM), para el período 7/Enero/1982 - 29/Mayo/1997. En base a los resultados empíricos, no es posible identificar tendencias crecientes o decrecientes en la serie de cambio en precios, por lo que nuestra estimación de precios es una mantención del promedio histórico, en ambos mercados. Sin embargo, los resultados implican la presencia de fuertes variaciones en torno a esta media, y la magnitud de esta volatilidad es diferenciada en el tiempo de acuerdo a regímenes, los cuales son persistentes. Los resultados de las estimaciones anteriores son consistentes con la información de precios de exportación de harina de pescado en Chile para la zona centro-sur. Por lo tanto, para los próximos 3 años se predice un precio promedio cercano al valor histórico, el cual estará sin embargo sujeto a fuertes fluctuaciones, donde estas fluctuaciones tendrán el carácter de ser persistentes en el tiempo.

Mediante el modelo bioeconómico tradicional Gordon-Schaefer modificado por Cunningham et al. (1985) se estimó una curva de rendimientos sustentables y se proyectaron los costos e ingresos totales, medios y marginales. De acuerdo a este modelo, la pesquería se encuentra a la fecha en un punto cercano a lo que hemos estimado como máximo rendimiento sostenible y por lo tanto resultaría aventurado aplicar más esfuerzo sobre el recurso. Por lo demás, el desempeño económico del sistema parece estar un poco por encima de lo aconsejable empujándose por encima de los 60 dólares de costo directo a la tonelada. Lo más relevante de los resultados de este modelo es que **más allá del límite en el que actualmente la pesquería parece encontrarse, los indicadores que reflejan la actividad de la flota comenzarían a empeorar a un ritmo acelerado**, así por lo menos lo predicen las curvas de costo marginal, medio y total.

Los resultados de aplicar un modelo bioeconómico Thompson & Bell muestran que la rentabilidad del sector extractivo es altamente dependiente de los niveles de captura, los cuales están directamente relacionados con la biomasa explotable. Por otra parte, la rentabilidad del sector extractivo, medida a través de la TIR en una proyección de 20 años, suponiendo un estado de la naturaleza optimista (reclutamiento constante), es cercana al 45% bajo un cambio gradual de F como táctica de administración y de un 37% de existir un cambio

inmediato de F . Bajo condiciones de un reclutamiento aleatorio, estas tasas son levemente inferiores para ambos casos (43% y 36% respectivamente). Además, **es posible indicar que la máxima utilidad económica se obtiene al aplicar un F menor en casi 40% al observado en 1994.** Lo anterior se entiende bajo la consideración de que los precios de venta, estructura de costos, dinámica biológica del recurso y parámetros biológico-pesqueros se mantienen constantes en el tiempo.

El modelo bioeconómico de simulación estocástica permitió analizar el comportamiento de la biomasa inexplorada ($B_{F=0}$) para dos diferentes tipos de reclutamiento aleatorio, uno de baja variabilidad (d.e.0,32) y otro de alta variabilidad (d.e.0,80), así como determinar los niveles de F y de capturas óptimas de mínimo riesgo en el largo plazo. Bajo la definición de riesgo basada en los umbrales de biomasa para un resguardo de 40% de la biomasa desovante, el valor óptimo de F se estimó en $F=0,6 \text{ año}^{-1}$ con máximas capturas de 4,0 a 4,7 millones de toneladas para reclutamientos de baja y de alta variabilidad, respectivamente. A su vez, se analizaron otros niveles de resguardo (40% y 50%) y sus efectos económicos a través de la rentabilidad (VAN) del subsistema recurso-flota.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilera, M. y Becar, J. (1994).** "Antecedentes y Evolución del Sector Industrial Manufacturero en Chile en la Década del 80". Estadística & Economía N° 4, INE.
- Alagaraja, K. 1984.** Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. *Indian J. Fish.*, 31: 177-208.
- Aliaga, B. e Ibáñez, C. (1997).** "Índices de precios y de producción física para el sector pesquero, 1985-1995". Mimeo, Depto. de Economía, Fac. de Cs. Econ. y Adm., Universidad de Concepción:
- Alverson, D.L. and Cartney. 1975.** A graphic review of the growth and decay of population cohorts. *J.Con.int.Explor.Mer*, 36:133-143.
- Anderson, L.G. 1978.** The economics fisheries management. Johns Hopkins Univ. Press, London, 212 pp.
- Arancibia, H., A. Hernández y L. Cubillos. 1995.** Caracterización de la flota industrial de cerco de Chile centro-sur, y análisis del esfuerzo de pesca y de la captura por unidad de esfuerzo. *Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP)*, Talcahuano, Vol .4, Núm. 3, 17 p.+18 Figura
- Banco Central de Chile.** Boletín Mensual N° 824, octubre, 1994.
- Banco Central de Chile.** CUENTAS NACIONALES DE CHILE, 1985-1992. Junio 1994.
- Banco Central de Chile.** Indicadores de Comercio Exterior, Abril 1988.
- Banco Central de Chile.** Indicadores de Comercio Exterior, Julio 1991.
- Banco Central de Chile.** Indicadores de Comercio Exterior, Mayo 1987.
- Banco Central de Chile.** Indicadores de Comercio Exterior, Octubre 1996.
- Beyer, J. E. 1987.** On the length-weight relationship. Part I. Computing mean weight from length statistics. *Fishbyte* 5(1): 12-14.
- Beyer, J. E. 1991.** On the length-weight relationship. Part II. Computing the mean weight of the fish in a given length class. *Fishbyte* 9(2):50-54.

- Bobenrieth, E.S.A.** 1996 .Commodity Prices Under Time-Heterogeneous Shocks Density. Ph.D. dissertation, Department of Agricultural and Resource Economics, University of California at Berkeley.
- Butterworth, D.S.; G. Hughes and F. Strumpfer.** 1990. VPA with *ad hoc* tuning: implementation for desegregated fleet data, variance estimation, and application to the Namibian stock of cape horse mackerel *Trachurus trachurus capensis*. S. Afr. J. Mar. Sci. (9): 327-357.
- Caballero L., L. Santillán y G. Rosson.** 1992. Investigación del esfuerzo pesquero en las pesquerías chilenas, sardina española (Zona Norte) y jurel (Talcahuano). Instituto de Fomento Pesquero. Corporación de Fomento de la Producción. SGI-IFOP 92/16. 38 p.
- Carlson, E.** 1975. The measurement of relative fishing power using cross section production functions. Rapp. P-v. Int. Explor. Mer. 168:84-98.
- Clark, C.W.** 1976. Mathematical bioeconomics: the optimal management of renewable resources. John Wiley (De.), New York.
- Clark, C.W.** 1980. Towards a predictive model for the economics regulation of commercial fisheries. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 37: 1111-1129.
- Collie, J.S. and M.P. Sissenwine.** 1983. Estimating population size from relative abundance data measured with error. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 40: 1871-1879.
- Cuentas Nacionales.** 1986. Banco Central de Chile.
- Cunningham S., Dunn R., Whitmarsh D.,** 1985, Fisheries Economics: an introduction. Mansell Publishing Limited, London- St. Martin Press, New York.
- Chambers, M.J., y Bailey, R.E.** 1994. A Theory of Commodity Price Fluctuations. Discussion Paper N° 432, University of Essex, Forthcoming, Journal of Political Economy.
- Deaton, A. y Laroque, G.** (1991) "Estimating the Commodity Price Model", Discussion Paper 154, Research Program in Development Studies, Center of International Studies, Woodrow Wilson School, Princeton University, INSEE, Paris.
- Deaton, A. y Laroque, G.** (1992) "On the Behaviour of Commodity Prices", *Review of Economic Studies*, 59, 1-23.
- Deaton, A., y Laroque, G.** (1994 a) "Competitive Storage and Commodity Price Dynamics", Working Paper, Research Program in Development Studies, Center of International Studies, Woodrow Wilson School, Princeton University, INSEE, Paris.

- Deaton, A., y Laroque, G. (1994 b) "Estimating a Nonlinear Rational Expectations Model with Unobservable State Variables", Working Paper, Research Program in Development Studies, Center of International Studies, Woodrow Wilson School, Princeton University, INSEE, Paris.
- Duhart, S., y Weinstein, J. 1988. Pesca Industrial. Sector Estratégico y de alto Riesgo. Colección Estudios Sectoriales N°5. Programa Economía del Trabajo, Stgo.
- Duhart, S., y Weinstein, J. 1991. La Industria Pesquera en la Región del Biobío. Colección Estudios Sectoriales N° 9. Programa Economía del Trabajo, Stgo.
- Efron, B. 1982. The jackknife, the bootstrap, and other resampling plans. SIAM (Society for Industrial and Applied Mathematics) CBMS-NSF Regional Conference Series 38.
- Efron, B. 1985. Bootstrap confidence intervals for a class of parametric problems. *Biometrika* 72: 45-58.
- Espinoza A. 1993. Sustentabilidad de la pesquería del jurel en la región del Bio-Bío. Tesis de grado para optar al grado de Doctor en Ciencias Ambientales. Centro EULA de Investigación y Formación en Ciencias Ambientales - Universidad de Concepción.
- Fox, I.K. and O.C. Herfindahl. 1964. Attainment of efficiency in satisfying demands for water resources. *Am. Econ. Rev.*, 54(3): 198-206.
- Gulland, J.A. & L.K. Boerema. 1973. Scientific advice on catch levels. *Fish. Bull. (U.S.)* 71:325-335.
- Gulland, J.A. 1965. Estimation of mortality rates. Annex to Arctic Fisheries Working Group Report. International Council for the Exploitation of the Sea, C.M. 1965/3: 9 pp.
- Hamilton, J.D. (1988) "Rational-Expectations Econometric Analysis of Changes in Regime", *Journal of Economic Dynamics and Control* 12, 385-423.
- Hamilton, J.D. y Susmel, R. (1994) "Autoregressive Conditional Heteroskedasticity and Changes in Regime", *Journal of Econometrics*, 64, 307-333.
- Hilborn, R. and C.J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall (Eds.), New York, 570 pp.
- Hillis, J.P. 1993. Economics aspects of the yield per recruit curve. ICES C.M. 1993/D67, 12 pp.
- Hillis, J.P. and B.J. Whelan. 1992. Time discounting rates inherent in Attitudes of Fishermen to the future. IIFET 6th Biennial Conference Paris, July 1992 (en prensa).

- Hollowed, A.B. and B.A. Megrey.** 1993. Evaluation of risks associated with application of alternative harvest strategies for Gulf of Alaska walleye pollock. *In: Proceedings of the International Symposium of Management Strategies for Exploited Fish Populations.* Alaska Sea Grant.
- INE s/año.** Índice de producción y venta física de industrias manufactureras (Base Promedio 1979 = 100). METODOLOGÍA. División de Estadísticas Económicas.
- INE,** (1976). Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas (ciii) nu serie M, N°4 Rev. 2.
- INE.** Índice de producción y venta física de industrias manufactureras (Base Promedio 1979 = 100). Varios números.
- Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).** Varios Años. DIAGNOSTICO DE LAS PRINCIPALES PESQUERIAS NACIONALES, Corporación de Fomento de la Producción, Santiago-Chile.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE).** Varios Años. Encuesta Manufacturera Anual : V y VIII Región, Santiago- Chile.
- Kimura, D.K.** 1981. Standardized measure of relative abundance based on modelling log(c.p.u.e.), and their application to Pacific Ocean perch (*Sebastes alutus*). *J. Cons. int. Explor. Mer.*, 39:211-218.
- Kochkin, P. N.** 1994. Age determination and estimate of growth rate for the Peruvian jack mackerel *Trachurus symmetricus murphyi*. *J. Ichthyol.* 34(3):39-50.
- Large, P.** 1992. Use of a multiplicative model to estimate relative abundance from commercial CPUE data. *-ICES J. Mar. Sci.*, 49:253-261.
- Lora, E.; Vial, J.** (1995). Análisis de Coyuntura Económica. Métodos aplicados en América Latina. TM Editores, Cieplan & Fedesarrollo.
- McCall, A.D.** 1986. Virtual population analysis (VPA) equations for nonhomogeneous populations, and a family of approximations including improvements on Pope's cohort analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 43: 2406-2409.
- Megrey, B.A.** 1989. Review and comparison of age-structured stock assessment models from theoretical and applied point of view. *American Fisheries Symposium*, 6: 8-48.
- Megrey, B.A.** 1989a. Exploitation of walleye pollock resources in the Gulf of Alaska, 1964-88: portrait of a fishery transition. *In: Proceedings of the International Symposium on the Biology and Management of Walleye Pollock.* Lowell Wakefield Fisheries Symposium, Alaska Sea Grant Report 89(1): 33-58.

- Megrey, B.A. 1989b. Population dynamics of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) in the Gulf of Alaska. Univ. Washington Ph. D. Diss., 385 pp.
- Megrey, B.A.; A.B. Hollowed and R.T. Baldwin. 1993. Sensitivity of optimum harvest strategy estimates to alternative definitions of risk. ICES C.M. 1993/D:38, 14 pp.
- Methot, R. D. 1990. Synthesis model: an adaptive framework for analysis of diverse stock assessment data. In: Proceedings of the Symposium on application of stock assessment techniques to gadids. L.-L. Low (De.). Bull. Int. North Pac. Fish. Commn. 50:259-277.
- Meza, W. y Pizarro, F. (1982). "Números Índices de Comercio Exterior: Metodología Utilizada para la Elaboración de los Índices de Valor Unitario y Quantum de Importaciones y Exportaciones". Serie de Estudios Económicos. Doc. de Investigación N° 11. Banco Central de Chile.
- Muth, J.F. (1961) "Rational Expectations and the Theory of Price Movements" *Econometrica* 29, 315-335.
- Nekrasov, V.V. 1994. Distribución, biología y posibilidades de pesca comercial del jurel peruano. VNIRO, Moscú: 1-52. (en ruso)
- Núñez del Prado, A. (1979). Estadística básica para planificación. Siglo XXI Editores, Séptima edición.
- Oil World Annual, varios volúmenes.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. CIEM, 39(2): 175-192.
- Pauly, D. 1984. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. ICLARM Fishbyte, 1(2): 9-13.
- Pearce D.W. , Turner R.K. 1990. Economics of natural resources and the environment. The Johns Hopkins University Press. Baltimore.
- Quinn, T.J., II; R. Fagen and J. Zheng . 1990. Threshold management policies for exploited population. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 47: 2016-2029.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin Fisheries Research Board of Canada 191, 382 pp.
- Rickter, V.A. and V.N. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. ICNAF Res. Doc., 76/VII/8: 12 pp.

- Scheinman, J.A. y Schechtman, J.** 1983. A Simple Competitive Model with Production and Storage. *Review of Economic Studies*, 50, 427-441.
- Seijo, J.C.; O. Defeo y S. Salas.** 1996. Bioeconomía Pesquera. Teoría, manejo y modelación. EPOMEX Serie Científica, 6, 168 pp.
- Servicio Nacional de Pesca (SERNAP).** Varios años. Anuario estadístico de pesca Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Santiago, Chile.
- Sparre, P.J. and R. Willman.** 1993. Analytical bio-economic simulation of space-structured multi-species and multi-fleet fisheries. *FAO Computerized Information Series (Fisheries)*, Vol. 1, Num. 3, 186 pp.
- Taylor, C.C.** 1960. The temperature, growth and mortality - the Pacific cockle. *J. Cons. CIEM*, 26: 117-124
- Thompson, W.F. and F.H. Bell.** 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. *Rep. Int. Fish. (Pacific Halibut) Comm.*, (8): 49 pp.
- Tomkins J.M. & Butlin J.A.** 1975. A theoretical and empirical approach to fisheries economics. *Journal of Agricultural Economics* (26) : 105-125
- Venables and Ripley.** 1994. *Modern applied statistics with S-plus*. Springer-Verlag, NY, 462 p.
- Weinstein, J.** 1992. Influencia de la Política Cambiaria y Crediticia en el Desarrollo y Estructura Productiva de la Industria Pesquera Nacional en la Década de los Ochenta. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Comercial. Universidad Academia de Humanismo Cristiano, Stgo.
- Williams, J.C. y Wright, B.D.** 1991. *Storage and Commodity Markets*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wright, B.D. y Williams, J.C.** 1984. The Welfare Effects of the Introduction of Storage. *Quarterly Journal of Economics*, 99, 169-182.
- Wright, B.D. y Williams, J.C.** 1982. The Economic Role of Commodity Storage". *Economic Journal*, 92, 596-614.
- Yagui, E.** (1995). "Un Deflactor para la Encuesta Nacional Industrial Anual (Base 1989 = 100)". *Estadística & Economía* N° 6, INE.
- Yáñez, E. & L. Maritano.** 1983. Análisis histórico (1971-1980) de la pesquería pelágica de la zona norte de Chile (18°20'S-24°00'S) y estimación del estado de los recursos explotados. En: *Análisis de Pesquerías Chilenas*, P. Arana (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, pp. 161-177.

INDICE GENERAL

1.- RESUMEN EJECUTIVO	1
2.- ANTECEDENTES	7
3.- OBJETIVO GENERAL.....	8
4.- OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
5. METODOLOGIA DE TRABAJO.....	9
5.1. INDICADORES DE LA VARIABLE BIOLÓGICO-PESQUERA Y TECNOLÓGICA.....	9
5.1.1. <i>Peso promedio</i>	9
5.1.2. <i>Mortalidad natural</i>	10
5.1.3. <i>Abundancia y mortalidad por pesca</i>	11
5.1.4. <i>Capturas, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo</i>	13
5.1.5. <i>Estandarización del esfuerzo de pesca</i>	15
5.1.6. <i>Captura en número de individuos</i>	17
5.1.7. <i>Indicadores de la variable tecnológica (coef. de capturabilidad)</i>	19
5.2. INDICADORES DE LA VARIABLE ECONÓMICA.....	22
5.2.1. <i>Análisis de la estructura de costos, capturas y productividad</i>	22
5.2.2. <i>Análisis de las Inversiones</i>	28
5.2.3. <i>Situación financiera de la industria del jurel</i>	30
5.2.4. <i>Compromiso financiero de la industria del jurel</i>	32
5.2.5. <i>Estimación econométrica de precios</i>	35
5.3. INDICADORES DE LA VARIABLE SOCIAL	39
5.3.1. <i>Ocupación o cantidad de mano de obra</i>	39
5.3.2. <i>Cálculo de la distribución factorial del ingreso</i>	40
5.3.3. <i>Cálculo de salarios reales</i>	42
5.4. MODELOS BIOECONÓMICOS	43
5.4.1. <i>Definición del subsistema bioeconómico</i>	43
5.4.2. <i>El modelo Gordon-Schaefer modificado por Cunningham et al (1985)</i>	43
5.4.3. <i>Modelo de Thompson-Bell con parámetros económicos</i>	54
5.4.4. <i>Modelo bioeconómico de simulación estocástica</i>	57
6. RESULTADOS.....	63
6.1. INDICADORES DE LA VARIABLE BIOLÓGICO-PESQUERA Y TECNOLÓGICA.....	63
6.1.1. <i>Peso promedio</i>	63
6.1.2. <i>Mortalidad natural</i>	67
6.1.3. <i>Abundancia, biomasa del stock y mortalidad por pesca</i>	72
6.1.4. <i>Variabilidad en el reclutamiento anual</i>	75
6.1.5. <i>Capturas, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo</i>	76
6.1.6. <i>Estandarización del esfuerzo de pesca</i>	78
6.1.7. <i>Captura en número de individuos</i>	82
6.1.8. <i>Indicadores de la variable tecnológica (coeficiente de capturabilidad)</i>	86
6.1.8.1. <i>Método de la Biomasa media</i>	87
6.1.8.2. <i>Estimación de q por medio del método de Collie y Sissenwine</i>	90
6.1.8.3. <i>Estimación de q por medio del método de Laurec-Shepherd</i>	91
6.2. INDICADORES DE VARIABLES ECONÓMICAS	93

6.2.1. Aspectos generales: Ingresos, costos y productividad.....	93
6.2.2. Estructura de costos.....	100
6.2.3. La inversión en la industria del jurel, 1985-1994.....	105
6.2.4. Análisis financiero de la industria de jurel.....	113
6.2.5. Compromiso financiero de la industria del jurel.....	117
6.2.6. Estimación econométrica de precios.....	121
6.3. INDICADORES DE LA VARIABLE SOCIAL.....	130
6.3.1. La ocupación en la industria del jurel, 1985-1994.....	130
6.3.2. Distribución factorial del ingreso en la industria del jurel, 1985-1994.....	138
6.3.3. Análisis exploratorio de los determinantes de la distribución del ingreso en la industria del jurel.....	143
6.3.4. Evolución de salarios reales.....	148
6.4. MODELOS BIOECONÓMICOS.....	155
6.4.1. El modelo Gordon-Schaefer modificado por Cunningham et al (1985).....	158
6.4.1.1. Estimación de la capacidad de carga del ecosistema ($K = B_{\infty}$) y de la tasa intrínseca de crecimiento ($r=a$) del stock de jurel.....	158
6.4.1.2. Estimación del coeficiente de capturabilidad.....	159
6.4.1.3. Estimación de la curva de rendimientos sustentables.....	161
6.4.1.4. Modelo con curva de oferta con inflexión hacia atrás y precio variable.....	163
6.4.2. Modelo de Thompson & Bell con parámetros económicos.....	168
6.4.2.1. Modelo biológico-pesquero.....	168
6.4.2.2. Modelo bioeconómico.....	170
6.4.2.3. Resultados del análisis de Thompson-Bell.....	173
6.4.2.4. Proyección a mediano-largo plazo.....	178
6.4.2.5. Proyecciones contables o financieras.....	188
6.4.3. Modelo bioeconómico de simulación estocástica.....	191
6.4.3.1. Definición de variables y parámetros de entrada.....	191
6.4.3.2. Parámetros de la relación stock-reclutamiento.....	191
6.4.3.3. Horizonte de proyección.....	192
6.4.3.4. Estimación de los niveles de mortalidad de mínimo riesgo.....	194
6.4.3.5. Indicadores económicos.....	201
7.- DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	202
7.1. DISCUSIÓN.....	202
7.1.1. Sobre las fuentes de información.....	202
7.1.2. Sobre los modelos bioeconómicos aplicados.....	202
7.1.3. Sobre la segunda fase del proyecto.....	204
7.2. CONCLUSIONES.....	205
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	215

INDICE DE CUADROS Y GRAFICOS

1. Cuadro 1: Parámetros económicos utilizados en el modelo bioeconómico de simulación estocástica según sistema de pesquería analizado.	58
2. Cuadro 2: Resumen de los parámetros de la relación somatométrica en ambos sexos de jurel, por mes y año. Periodo 1990-1996.	64
3. Cuadro 3: Resumen de los parámetros de la relación somatométrica en machos de jurel, por mes y año. Periodo 1990-1996.	65
4. Cuadro 4: Resumen de los parámetros de la relación somatométrica en hembras de jurel, por mes y año. Periodo 1990-1996.	65
5. Cuadro 5: Pesos medios (gr.), por edad y año, utilizados en el Análisis Secuencial de Poblaciones. Periodo 1985-1995.	67
6. Cuadro 6: Valores de mortalidad natural, coeficiente de variación y varianza de M, según diferentes enfoques metodológicos y en base a diferentes fuentes de datos.	69
7. Cuadro 7: Selección de los parámetros de crecimiento de <i>T. s. murphyi</i> a partir de estudios de edad y crecimiento disponibles en la literatura.	70
8. Cuadro 8: Número de peces (en miles) en el stock de jurel, por edad y año. Periodo 1985-1995	72
9. Cuadro 9: Biomasa (ton) de jurel (ambos sexos), por edad y año. Periodo 1985-1995	73
10. Cuadro 10: Tasa de mortalidad por pesca de jurel (ambos sexos), por edad y año. Periodo 1985-1995	74
11. Cuadro 11: Variabilidad en el reclutamiento anual de jurel (Periodo 1985-1995)	75
12. Cuadro 12: Componentes de Carga resultado de un ACP realizado sobre cinco características físicas de las embarcaciones de cerco de la zona centro-sur;	79
13. Cuadro 13: Parámetros de entrada y simbología utilizada en modelos para la evaluación de las capturas y cpue en la VIII Región entre 1987-1995	80
14. Cuadro 14: Capturas estimadas (miles de individuos) de jurel, por edad y año. Periodo 1985-1995	83
15. Cuadro 15: Talla promedio (LH, cm) en las capturas de jurel (machos), por mes y año. Periodo 1991-1996	84
16. Cuadro 16: Talla promedio (LH, cm) en las capturas de jurel (hembras), por mes y año. Periodo 1991-1996	84
17. Cuadro 17: Talla promedio (LH, cm) en las capturas de jurel (ambos sexos), por mes y año. Periodo 1991-1996	84
18. Cuadro 18: Coeficiente de capturabilidad en la pesquería de jurel, por edad y año. Periodo 1987-1995	89
19. Cuadro 19: Método de Collie & Sissenwine (1983). Coeficiente de capturabilidad (q) y fuentes de error asociadas con el error de observación (SS(et));	91
20. Cuadro 20: Tasa de mortalidad por pesca aplicada en 1995, coeficiente de capturabilidad promedio por grupos de edad (años 1992-1994), varianza y coeficiente de variación del coeficiente de capturabilidad	91
21. Cuadro 21: Evolución Pesquería del jurel, 1988-1994. (valores monetarios en miles de pesos corrientes).	93
22. Cuadro 22: Participación del VBP sectorial en el VBP de la pesquería del jurel.	94
23. Cuadro 23: Valor agregado y productividad del trabajo en la industria pesquera, 1988-1994. (miles de pesos de 1989).	95
24. Cuadro 24: Índice de productividad laboral y de energéticos por tamaño industrial para la industria de harina (3115), 1985-1994. (1989=100).	96
25. Cuadro 25: Índice de productividad de la energía en los sectores productores de harina de pescado (3115) y conservas (3114) en la V y VIII región, 1985-1994. (1989=100).	97
26. Cuadro 26: Índice de productividad de la energía en la flota. V y VIII región. 1985-1994.	98
27. Cuadro 27: Capturas informadas por EFP y sernap, V y VIII Reg. 1988-1994. (ton.)	99
28. Cuadro 28: Participación de W y CI en el costo total en la Pesquería del jurel, 1988-1994.	100
29. Cuadro 29: Participación media (1985-1994) de W y CI en el costo total por línea de elab.	101
30. Cuadro 30: Participación de W y CI en el costo total, Industria de harina (3115), V y VIII reg., 1985-1994.	101
31. Cuadro 31: Participación de W y CI en el costo total, Industria de harina (3115) según tamaño industrial, 1985-1994.	102
32. Cuadro 32: Estructura de costos, flota VIII reg., 1988-1994.	102
33. Cuadro 33: Estructura de costos, flota V reg., 1988-1994.	103

34. Cuadro 34: Participación de salarios por categorías de personal en el costo total. Flota pesquera V reg. (1989-1994).	103
35. Cuadro 35: Participación de salarios por categorías de personal en el costo total. Flota pesquera VIII reg. (1988-1994).	104
36. Cuadro 36: Estructura de costos salariales en la flota de la V y VIII región 1989-1994.	104
37. Cuadro 37: Inversión en la industria del jurel, 1985-1994. (miles de pesos de 1994).	105
38. Cuadro 38: Distribución de la inversión por línea de elaboración, 1985-1994.	109
39. Cuadro 39: Cambio en la ocupación, inversión real y coeficiente de inversión en la industria del jurel, 1988-1994.	112
40. Cuadro 40: Compromiso financiero de la industria del jurel en la zona centro-sur, 1993 y 1994.	119
41. Cuadro 41: Compromiso financiero de la industria del jurel con el sector financiero, 1993 y 1994.	120
42. Cuadro 42: Características de las Series de Precios	121
43. Cuadro 43: Características de las Series de Retornos	122
44. Cuadro 44: Estimadores de Máxima Verosimilitud y Errores Estándar Asintóticos, Retorno Para El Precio de la Harina de Pescado, Hamburgo.	122
45. Cuadro 45: Estimadores de Máxima Verosimilitud y Errores Estándar Asintóticos, Retorno Para El Precio de Aceite de Pescado, Europa N.W.	123
46. Cuadro 46: Características de las Series de Precios de Exportación (FOB) y Retornos Harina de Pescado Estándar Procedente de Zona Centro-Sur.	124
47. Cuadro 47: Características de las Series de Precios de Exportación para El Mercado Asiático (FOB) y Retornos Harina de Pescado Estándar Procedente de Zona Centro-Sur.	125
48. Cuadro 48: Características de las Series de Precios de Exportación (FOB) y Retornos	126
49. Cuadro 49: Características de las Series de Precios de Exportación para El Mercado Asiático (FOB) y Retornos Harina de Pescado Prime Procedente de Zona Centro-Sur.	127
50. Cuadro 50: Ocupación en la industria del jurel, valores absolutos y tasas de crecimiento, 1985-1994.	133
51. Cuadro 51: Participación de la ocupación de la industria del jurel en la industria pesquera por línea de elaboración. Promedio 1985-1994.	134
52. Cuadro 52: Distribución de la ocupación en la industria del jurel por línea de elaboración. Promedio 1985-1994.	135
53. Cuadro 53: Distribución del empleo por línea de elaboración. 1985-1994 (%).	136
54. Cuadro 54: Distribución del ingreso en la industria del jurel. V y VIII reg., 1989-1994.	140
55. Cuadro 55: Distribución del ingreso en la pequeña y gran y mediana empresa en la industria del jurel de la zona centro-sur. 1989-1994.	141
56. Cuadro 56: Distribución del ingreso industria del jurel V y VIII reg. por línea de elaboración, 1985-1994.	142
57. Cuadro 57: Salarios reales mensuales promedio por línea de elaboración 1988-1994. (miles de pesos de 1989)	148
58. Cuadro 58: Salarios reales mensuales promedio por línea de elaboración y región 1988-1994. (miles de pesos de 1989)	149
59. Cuadro 59: Salarios reales medios mensuales en la industria de harina por tamaño industrial, 1985-1994. (miles de pesos de 1989).	150
60. Cuadro 60: Salarios reales medios mensuales por categoría laboral en la flota pesquera, V y VIII reg., 1988-1994. (miles de pesos de 1989).	150
61. Cuadro 61: Salarios reales medios mensuales por categoría laboral en la flota pesquera, V reg., 1988-1994. (miles de pesos de 1989).	151
62. Cuadro 62: Salarios reales medios mensuales por categoría laboral en la flota pesquera, VIII reg., 1988-1994. (miles de pesos de 1989).	153
63. Cuadro 63: Salarios reales por componentes, flota pesquera 1989-1994. (miles de pesos de 1989).	154
64. Cuadro 64. Estimación de q , dados B , Y y f , con $\beta=1$	159
65. Cuadro 65. Coeficientes de capturabilidad calculados para la pesquería del jurel	160
66. Cuadro 66. Parámetros y resultados estimación de curva de Rendimientos Sustentables	162
67. Cuadro 67. Parámetros y resultados de estimaciones al largo plazo.	166
68. Cuadro 68. Parámetros de entrada del modelo bio-pesquero	168
69. Cuadro 69. Parámetros económicos utilizados en el modelo bio-económico de la pesquería de jurel.	171
70. Cuadro 70. Resultados económicos del análisis de Thompson & Bell, según puntos biológicos (PBR) y puntos bioeconómicos de referencia (PBER)	174

71. **Cuadro 71.** Resultados bio-pesqueros del análisis de Thompson y Bell, según puntos biológicos de referencia (PBR) y puntos bioeconómicos de referencia (PBER) 174
72. **Cuadro 72.** Valor actual neto (US\$) de la renta generada en la proyección de 20 años, al aplicar la estrategia de F_{MRE} , utilizando dos tácticas y tres estados de la naturaleza. Se utiliza una tasa de descuento social de 12% 190
73. **Cuadro 73.** Valor actual neto (US\$) de la renta generada en la proyección de 20 años, al aplicar la estrategia de F_{MRE} , utilizando dos tácticas y tres estados de la naturaleza. Se utiliza una tasa de descuento correspondiente a la rentabilidad mínima del sistema bursátil, sobre capital y reserva, de las empresas pesqueras que cotizan (9,7%) 190
74. **Cuadro 74.** Valor actual neto (US\$) de la renta generada en la proyección de 20 años, al aplicar la estrategia de F_{MRE} , utilizando dos tácticas y tres estados de la naturaleza. Se utiliza una tasa de descuento correspondiente a la rentabilidad máxima del sistema bursátil, sobre capital y reserva, de las empresas pesqueras que cotizan (21,6%) 190
75. **Cuadro 75.** Tasa interna de retorno (TIR) generada a partir de los flujos contables proyectados a 20 años, al aplicar la estrategia de F_{MRE} , utilizando dos tácticas y tres estados de la naturaleza 190
76. **Cuadro 76.** Óptimos biológicos y económicos estimados en la modelación estocástica para diferentes supuestos de variabilidad en el reclutamiento ($\sigma_r = 0,32$ y $\sigma_r = 0,80$) para un 30% de resguardo de la biomasa inexplorada 200
77. **Cuadro 77.** Óptimos biológicos y económicos estimados en la modelación estocástica para diferentes supuestos de variabilidad en el reclutamiento ($\sigma_r = 0,32$ y $\sigma_r = 0,80$) para un 40% de resguardo de la biomasa inexplorada 200
78. **Cuadro 78.** Óptimos biológicos y económicos estimados en la modelación estocástica para diferentes supuestos de variabilidad en el reclutamiento ($\sigma_r = 0,32$ y $\sigma_r = 0,80$) para un 50% de resguardo de la biomasa inexplorada 200

1. Gráfico 1: Evolución anual (1990-1996) de los parámetros de la relación somatométrica a y b promedio, en ambos sexos de jurel.	65
2. Gráfico 2: Evolución anual (1990-1996) de los parámetros de la relación somatométrica a y b promedio, en machos y hembras de jurel.	65
3. Gráfico 3: Estacionalidad de los parámetros de la relación somatométrica a y b promedio, en ambos sexos de jurel.	66
4. Gráfico 4: Estacionalidad de los parámetros de la relación somatométrica a y b promedio, en machos y hembras de jurel.	66
5. Gráfico 5: Resultado de la estimación de las relaciones somatométricas anuales entre 1990 y 1996 para <i>T. s. murphyi</i> .	66
6. Gráfico 6: Distribución de frecuencia de tallas de <i>T. s. murphyi</i> , obtenidas a partir de la pesca exploratoria realizada por el B.I. Académico Knipovich en 1973.	68
7. Gráfico 7: Frecuencia de los valores de mortalidad natural de <i>Trachurus s. murphyi</i> y varianza asociada a cada uno de los estimados, según los diferentes enfoques metodológicos utilizados.	71
8. Gráfico 8: Abundancia (millones de peces) de jurel por año, límite inferior (2,5%) y límite superior (97,5%). Período 1985-1995.	73
9. Gráfico 9: Biomasa (miles de ton) de jurel por año, límite inferior (2,5%) y límite superior (97,5%). Período 1985-1995.	73
10. Gráfico 10: Resultados de mortalidad por pesca por edad, entre 1985 y 1995, del análisis secuencial de la población.	74
11. Gráfico 11: Tasa de mortalidad por pesca máxima y de la edad 4-, para el período 1985-1995.	75
12. Gráfico 12: Reclutamiento anual de <i>T. s. murphyi</i> (período 1984-1995).	76
13. Gráfico 13: Distribución mensual de las capturas, esfuerzo (VCP) y rendimiento de pesca nominal para el recurso jurel en la zona centro-sur entre 1987 y 1996.	77
14. Gráfico 14: Principales relaciones entre las características físicas de las embarcaciones de cerco de la zona centro-sur.	78
15. Gráfico 15: Resultado del análisis de residuos para el modelo de rendimiento.	81
16. Gráfico 16: Distribución mensual del (a) esfuerzo y (b) CPUE nominal y estandarizado de la flota industrial de cerco aplicado al recurso jurel en la zona centro-sur.	82
17. Gráfico 17: Evolución anual de la talla promedio (LH, cm) en las capturas de jurel, por sexo. Período 1991-1996.	85
18. Gráfico 18: Estacionalidad de la talla promedio (LH, cm) en las capturas de jurel, por sexo. Período 1991-1996.	86
19. Gráfico 19: Talla media mensual (LH, cm) en las capturas de jurel, por sexo y tendencia ajustada para la talla promedio de ambos sexos. Período: agosto de 1991 a diciembre de 1996.	86
20. Gráfico 20: Tendencia anual del coeficiente de capturabilidad en la pesquería de jurel. Período 1987-1995.	88
21. Gráfico 21: Variación del coeficiente de capturabilidad por año y edad, en la pesquería de jurel a nivel subregional.	88
22. Gráfico 22: Variación interanual en el coeficiente de capturabilidad q, estimado por el método de la biomasa media y por el procedimiento de Laurec-Shepherd.	92
23. Gráfico 23: Capturas informadas por la flota (EFP, V y VIII Regiones) 1988-94	99
24. Gráfico 24: Distribución regional de la inversión en la industria del jurel, promedio 1985-1994.	107
25. Gráfico 25: Participación de la inversión de la industria del jurel en la industria pesquera	108
26. Gráfico 26: Participación de la inversión de la industria del jurel en la industria pesquera por línea de elaboración. Promedio 1985-1994.	110
27. Gráfico 27: Coeficiente de inversión ocupación por tipo de inversión, sector 3115	113
28. Gráfico 28: Tasa de endeudamiento total sobre la inversión de la industria del jurel.	114
29. Gráfico 29: Tasa de endeudamiento total de largo plazo en la industria del jurel.	115
30. Gráfico 30: Tasa de endeudamiento de largo plazo sobre los recursos permanentes de la industria del jurel.	115
31. Gráfico 31: Tasa de estructura de endeudamiento de la industria del jurel.	116
32. Gráfico 32: Tasa de endeudamiento sobre el patrimonio de la industria del jurel.	116
33. Gráfico 33: Precio exportación de harina de pescado estándar 1987-1996	124

34. Gráfico 34. Precio exportación harina de pescado estándar. Mercado asiático.	125
35. Gráfico 35. Precio exportación harina prime	126
36. Gráfico 36. Precio exportación harina prime. Mercado asiático	127
37. Gráfico 37: Participación del empleo de la industria del jurel en la industria pesquera, 1985-1994.	130
38. Gráfico 38: Distribución regional de la ocupación en la industria del jurel.	131
39. GRÁFICO 39. Relación obrero-empleado en la industria del jurel	137
40. Gráfico 40: Salarios reales medios en flota por categoría ocupacional, V región. (1989-1994).	152
41. Gráfico 41: Salarios reales medios en flota por categoría ocupacional, VIII reg. (1989-1994).	153
42. Gráfico 42. Flujo de la información en los dos componentes del modelo bioeconómico, de la pesquería industrial de jurel en la zona centro-sur.	157
43. Gráfico 43. Coeficiente de capturabilidad con $\beta = 1$	160
44. Gráfico 44. Coeficientes de capturabilidad calculados para la pesquería del jurel	161
45. Gráfico 45a. Resultados de la estimación de la curva de rendimientos sustentables.	162
46. Gráfico 45b. Captura y Precio al desembarque de jurel en la zona centro-sur. 1988-1993	164
47. Gráfico 46. Costos totales en el largo plazo en función de la captura	164
48. Gráfico 47. Ingresos y costos totales en el largo plazo en función de la captura.	165
49. Gráfico 48. Ingresos y Costos Medios en el largo plazo en función de la captura	165
50. Gráfico 49. Costos Marginales en el largo plazo en función de la captura.	166
51. Gráfico 50. Captura (ton) y biomasa por recluta (g ind) de jurel (<i>Trachurus s. murphyi</i>) determinados con el modelo de Thompson & Bell. Se indican algunos puntos biológicos de referencia.	169
52. Gráfico 51. Modelo bioeconómico de la pesquería de jurel a partir del modelo de rendimiento por recluta. Se indican algunos puntos bioeconómicos de referencia.	175
53. Gráfico 52. Representación del ingreso marginal (MR), ingreso medio (AR), costo marginal (MC) y costo medio (AC) del esfuerzo para la pesquería de jurel (<i>Trachurus s. murphyi</i>). La flecha indica el cambio de esfuerzo a efectuar, de F_{94} a F_{MRE} , para alcanzar el Máximo Rendimiento Económico (MRE).	176
54. Gráfico 53. Renta económica de la pesquería de jurel (<i>Trachurus s. murphyi</i>) para diferentes niveles de mortalidad por pesca.	177
55. Gráfico 54. Modelo bioeconómico de cuatro cuadrantes de la pesquería de jurel (<i>Trachurus s. murphyi</i>) en Chile centro-sur. Se indican algunos puntos bioeconómicos de referencia.	178
56. Gráfico 55. Serie anual del reclutamiento calculado a través de APV y serie modelada del reclutamiento.	181
57. Gráfico 56. Series biológicas de abundancia, esfuerzo, captura y series económicas de ingreso, costo y renta económica, para una proyección a 20 años con un cambio gradual de F (20% anual) y reclutamiento constante.	182
58. Gráfico 57. Series biológicas de abundancia, esfuerzo, captura y series económicas de ingreso, costo y renta económica, para una proyección a 20 años con un cambio gradual de F (20% anual) y reclutamiento variable aleatoriamente, alrededor de 30% del promedio en el periodo 1985-1995.	183
59. Gráfico 58. Series biológicas de abundancia, esfuerzo, captura y series económicas de ingreso, costo y renta económica, para una proyección a 20 años con un cambio gradual de F (20% anual) y reclutamiento modelado.	184
60. Gráfico 59. Series biológicas de abundancia, esfuerzo, captura y series económicas de ingreso, costo y renta económica, para una proyección a 20 años con un cambio inmediato de F y reclutamiento constante.	186
61. Gráfico 60. Series biológicas de abundancia, esfuerzo, captura y series económicas de ingreso, costo y renta económica, para una proyección a 20 años con un cambio inmediato de F y reclutamiento variable aleatoriamente, alrededor de 30% del promedio en el periodo 1985-1995.	187
62. Gráfico 61. Series biológicas de abundancia, esfuerzo, captura y series económicas de ingreso, costo y renta económica, para una proyección a 20 años con un cambio inmediato de F y reclutamiento modelado.	188
63. Gráfico 62. Relación stock-recluta obtenida para la población de jurel.	192
64. Gráfico 63. Biomasa inexplorada ($B_{E=0}$) del stock de jurel estimada para 100 años, obtenida a partir de 100 simulaciones estocásticas y determinada para 4 diferentes umbrales de biomasa desovante (20-50%). a) con una baja fuente de variabilidad en el reclutamiento (d.e.R=0,32) y b) con reclutamientos variables (d.e.R=0,8).	193

65. Gráfico 64. Resultados del modelo de simulación estocástica con baja variabilidad en el reclutamiento (d.e. $R=0,32$): a) para un umbral de biomasa desovante del 30%, b) 40% y c) 50% de la biomasa desovante inicial. 196
66. Gráfico 65. Resultados del modelo de simulación estocástica con alta variabilidad en el reclutamiento (d.e. $R=0,80$): a) para un umbral de biomasa desovante del 30%, b) 40% y c) 50% de la biomasa desovante inicial. 197
67. Gráfico 66. Resultados del modelo de simulación estocástica para un umbral de capturas de 2 millones de toneladas a) con baja variabilidad en el reclutamiento (d.e. $R=0,32$), b) con alta variabilidad en el reclutamiento (d.e. $R=0,8$) y un 30% de resguardo c) d.e. $R=0,80$ y un 40% de resguardo y d) d.e. $R=0,8$ y un 50% de resguardo de la biomasa desovante inicial. 198
68. Gráfico 67. Resultados del modelo de simulación estocástica bajo el criterio de estabilidad en las capturas a) con baja variabilidad en el reclutamiento (d.e. $R=0,32$), b) con alta variabilidad en el reclutamiento (d.e. $R=0,80$) y un 30% de resguardo c) d.e. $R=0,80$ y un 40% de resguardo y d) d.e. $R=0,80$ y un 50% de resguardo de la biomasa desovante inicial. 199