



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS FIP

FIP - IT / 96 - 18

INFORME : ANALISIS DE LA CAPTURA Y DEL ESFUERZO
FINAL DE PESCA EN LA PESQUERIA PELAGICA DE
JUREL EN LA ZONA CENTRO-SUR (V A IX
REGIONES)

UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO,
EJECUTORA DIRECCION ZONAL V, VI VII, VIII Y IX
REGIONES E ISLAS OCEANICAS

REQUIRENTE

SUBSECRETARIA DE PESCA - SUBPESCA
Subsecretario de Pesca: JUAN MANUEL CRUZ SANCHEZ

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - IFOP
Director Ejecutivo: PABLO ALVAREZ TUZA

COEJECUTORES

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
Rector: BERNARDO DONOSO RIVEROS

**INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
OCTAVA REGION S.A. - INPESCA**
Director: DAGOBERTO ARCOS ROJAS

• Agosto, 1997 •

JEFE PROYECTO :

M. GABRIELA BÖHM S.

AUTORES :

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

M. GABRIELA BÖHM S.
M. ANGELA BARBIERI B.
GASTON ROSSON V.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

ELEUTERIO YAÑEZ R.
VICTOR CATASTI B.
ANTONIO GONZALEZ C.

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA

LUIS CUBILLOS S.
AQUILES SEPULVEDA O.
ALDO HERNANDEZ R.
PAMELA SOBARZO S.

• agosto 1997 •

RESUMEN EJECUTIVO

En este Informe Final se entregan los principales resultados de los análisis correspondientes a la: caracterización de la dinámica de distribución espacio-temporal de la flota industrial, selección de las variables asociadas al poder de pesca y al esfuerzo de las embarcaciones industriales, clasificación de la flota por categorías de embarcación, elección de entre éstas de la categoría patrón, determinación del índice de desarrollo tecnológico de la categoría patrón, estimación de poderes de pesca, estimación anual del esfuerzo de pesca estandarizado, estimación y distribución espacio-temporal de la captura, esfuerzo y CPUE de la pesquería de jurel de la zona centro-sur. Además, se determina la variabilidad de la CPUE a través de factores asociados a la abundancia anual y espacial para finalmente determinar, de manera indirecta, las variaciones temporales de la capturabilidad del jurel en la zona de estudio.

La información analizada proviene de los registros operacionales de las embarcaciones cerqueras industriales (mayor o igual a 80 m³ de capacidad de bodega) que operaron en la zona de estudio en el período 1983-95. Se analizaron los archivos bases anuales disponibles en el Instituto de Fomento Pesquero, los cuales contemplan los registros diarios de operación para cada embarcación, que incluyen entre otros, los siguientes datos: año, mes, región, cuadrícula visitada, código embarcación y empresa, capacidad de bodega, captura, viajes con pesca y totales y horas fuera de puerto.

Con respecto a la dinámica de distribución espacio-temporal de la flota industrial que opera en la zona centro-sur, se aprecia que el estrato 1 (80-500 m³) aplica, hasta 1987, los mayores esfuerzos en un área costera muy reducida; posteriormente sus niveles disminuyen pero se amplía su radio de operación, detectándose a partir de 1990 un foco importante frente a San Antonio. El estrato 2 (501-849 m³) incrementa el esfuerzo aplicado al recurso jurel hasta 1991, para disminuir en los años siguientes y mantener niveles del orden de los 3.500 Vpj, asimismo aumenta sostenidamente la cobertura espacial. El estrato 3 (850-1.100 m³) inicia su accionar con una embarcación en 1988, no obstante registra una tendencia

ascendente en el período analizado, ampliando su radio de operación. Por último el estrato 4 ($> 1.100 \text{ m}^3$) se integra en 1989 a la pesquería, presentando también una tendencia creciente.

La capacidad de bodega (CB) y los viajes con pesca de jurel (VPj) son las variables mejor relacionadas con las capturas de jurel para el período analizado. Considerando la captura por unidad de esfuerzo promedio mensual de cada embarcación, la flota fue clasificada en diez estratos de bodega. La categoría estándar seleccionada fue la categoría 3, que agrupa a las embarcaciones entre 350 y 500 m^3 de CB.

El índice de desarrollo tecnológico de los barcos de la categoría patrón presenta un incremento de aproximadamente el 90% entre 1983 y 1995. Los poderes de pesca aumentan notablemente con la capacidad de bodega de los barcos que componen la flota, lo que se refleja en forma más clara en los últimos años analizados. Al igual que las capturas, los esfuerzos de pesca estandarizados (corregido por el desarrollo tecnológico) presentan una tendencia ascendente en el período analizado.

El análisis de la distribución espacial y anual de la captura, esfuerzo estándar y CPUE muestra en los primeros años, una fuerte concentración en áreas próximas al puerto de Talcahuano, dentro de las primeras 50 mn. A partir de 1987 comienza una expansión latitudinal y oceánica de la flota, siendo más notable después de 1989, período a partir del cual la flota opera sobre las 200 mn, relacionado con el ingreso de unidades de gran tamaño y autonomía. Esta situación se aprecia claramente cuando se analizan los centros de gravedad, principalmente en los tres últimos años, localizándose al oeste de los $74^{\circ}40'S$.

El análisis del factor de abundancia asociado a las subzonas de pesca determina que éste alcanza el mayor índice en la subzona patrón, valores intermedios en las subzonas 1 y 4 para presentar las restantes zonas registros muy inferiores. En cuanto a los factores anuales, se consideró como año de referencia a 1991. Al respecto, en los primeros años los índices calculados son los más bajos del período analizado. Entre 1987 y 1991 se inicia una

incipiente y sostenida expansión de la cobertura espacial de la pesquería, lo que se traduce en índices con valores intermedios. A partir de 1992, el índice se incrementa de manera notable debido a la consolidación de la operación de la flota en toda el área de estudio alcanzando en los dos últimos años más de un 90% de ocupación.

El análisis de series de tiempo de la CPUE de jurel identifica un modelo ARIMA de media móvil multiplicativo estacional, cuyos parámetros cumplen con los supuestos de estacionariedad e invertibilidad. Los resultados permiten concluir que el error de medida de la CPUE es muy similar al error de proceso, aún cuando el comportamiento de la serie se explica más bien factores externos que por sí misma.

La estimación del coeficiente de capturabilidad con el método de Collie & Sissenwine fue bastante insensible respecto de la asignación de ponderadores al error de medida de la CPUE. En el caso del índice de reclutamiento, se infiere que la CPUE está reflejando los cambios de la biomasa de una fracción de edades vulnerables al arte de pesca, ya que el error de medida asociado al índice de reclutamiento fue muy alto, influyendo notablemente en la estimación del coeficiente de capturabilidad. En síntesis, el supuesto de igual coeficiente de capturabilidad para la CPUE y para el índice de reclutamiento no se cumple.

Utilizando la captura en peso del grupo de edad 5 como un nuevo índice de reclutamiento, se advierte una notable reducción en la suma de cuadrados de los errores de medida asociados al índice de reclutamiento. Esto sería consecuencia de que el supuesto de igual coeficiente de capturabilidad de la CPUE e índice de reclutamiento se cumple parcialmente con el nuevo índice de reclutamiento usado. El error de medida de la CPUE es inferior al de medida del índice de reclutamiento. Sin embargo, debido a que los errores de medida tienen un gran impacto en el error de observación, una ponderación baja y diferencial reduce el error de estimación de la CPUE manteniendo constante el error de estimación del índice de reclutamiento. lo anterior genera un aumento en el error de observación, lo que indica que la dinámica del recurso no es reflejada por el modelo de Collie & Sissenwine.

El procedimiento Laurec-Shepherd de sintonización del Análisis Secuencial de la Población permite contar con estimaciones promedio (geométrico) del coeficiente de capturabilidad de los últimos tres años analizados (1992 a 1994). El coeficiente de capturabilidad es muy similar a partir de la edad 6, con varianzas relativamente pequeñas en dicha fracción; en las edades menores, en cambio, la varianza del coeficiente fue muy alta particularmente a la edad 2 lo que está asociado a la incertidumbre de los reclutamientos del período analizado.

Los cambios interanuales del coeficiente de capturabilidad en las edades parcialmente reclutadas por la pesquería (grupos de edad 2 a 4), indican que la capturabilidad del grupo de edad 4 presenta un decrecimiento entre 1983-88, y una tendencia a la estabilización a partir de 1989. Lo anterior se debería a la mayor área de operación de la flota, ya que en un área mayor la flota tiene una probabilidad más alta de acceder a otros grupos de edad. En la fracción de edades completamente reclutadas por la pesquería (5 a 8), el coeficiente de capturabilidad se presentó más variable entre 1983-89, siendo la variabilidad interanual muy baja a contar de 1990 cuando la importancia de la captura de jurel por la flota industrial de cerco de la zona centro-sur de Chile se consolida a nivel nacional y subregional.

INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
INDICE GENERAL	v
INDICE DE FIGURAS Y TABLAS	vii
INDICE DE ANEXOS	xii
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS.....	3
1. Area y periodo de estudio	3
2. Información analizada	3
3. Procesamiento de información.....	5
4. Dinámica de distribución espacio-temporal de la flota industrial	6
5. Elección de la unidad de esfuerzo y de la característica de la embarcación más asociada al poder de pesca	7
6. Clasificación de la flota por categorías de embarcación	8
7. Selección de la categoría patrón	9
8. Selección de subzonas de pesca	9
9. Determinación del índice de desarrollo tecnológico	10
10. Duración de los viajes	13
11. Estimación de poderes de pesca	13
12. Estimación anual del esfuerzo de pesca estandarizado	15
13. Estimación espacio-temporal de la captura, esfuerzo y CPUE.....	16
14. Distribución espacio-temporal de la captura, esfuerzo de pesca estándar y CPUE	16
15. Determinación de la variabilidad de la CPUE	17
16. Análisis de serie de tiempo	18
17. Método de Collie & Sissenwine	21
18. Uso del Análisis Secuencial de la Población (Método Laurec-Shepherd)	24

III. RESULTADOS Y ANALISIS	25
1. Dinámica de distribución espacio-temporal de la flota industrial.....	25
2. Elección de la unidad de esfuerzo y de la característica de la embarcación más asociada al poder de pesca	34
3. Clasificación de la flota por categorías de embarcación	36
4. Selección de la categoría estándar	38
5. Índice del desarrollo tecnológico	42
6. Estimación de poderes de pesca	45
7. Estimación de los factores de abundancia	46
8. Estimación anual del esfuerzo de pesca estandarizado	51
9. Distribución espacio-temporal de la captura, esfuerzo estándar y CPUE	52
10. Determinación de la variabilidad de la CPUE	72
11. Análisis de serie de tiempo	76
12. Método de Collie & Sissenwine.....	80
13. Uso de los resultados del ASP (Método Laurec Shepherd)	88
IV. CONCLUSIONES	91
V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	93

ANEXOS

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

- Figura 1. Zona de estudio: a) sistema de cuadrículas empleados por IFOP, y b) subzonas de pesca identificadas para la pesquería de jurel en la Zona Centro-Sur.
- Figura 2. Distribución espacial e interanual del esfuerzo de pesca nominal (VPj) de jurel en la zona centro-sur, por estrato de bodega: a) 80 - 419; b) 420 - 849; c) 850 - 1100 y d) > 1100 m³.
- Figura 3. Distribución espacial e interanual de la captura (t) de jurel en la Zona Centro-Sur entre 1983-95.
- Figura 4. Distribución espacial e interanual del esfuerzo de pesca estándar (VCPEc) de jurel en la Zona Centro-Sur entre 1983-95.
- Figura 5. Distribución espacial e interanual de la CPUE (t/VCPEc) de jurel en la Zona Centro-Sur entre 1983-95.
- Figura 6. Centros de gravedad anuales de la captura de jurel obtenidos en la Zona Centro-Sur entre 1983-95.
- Figura 7. Centros de gravedad anuales del esfuerzo de pesca estándar de jurel obtenidos en la Zona Centro-Sur entre 1983-95.
- Figura 8. Centros de gravedad anuales de la CPUE de jurel obtenidos en la Zona Centro-Sur entre 1983-95.

- Figura 9. Serie de tiempo de la captura por unidad de esfuerzo de jurel (a) y la misma serie transformada (b), expresada en toneladas por viajes con pesca estándar.
- Figura 10. Evolución anual de la captura por unidad de esfuerzo de jurel en la Zona Centro-Sur.
- Figura 11. Tendencias en el reclutamiento de jurel, basado en la proporción en peso de jurel menor a 26 cm LH en las capturas de la flota industrial de cerco de la Zona Centro-Sur y en el reclutamiento en peso a la edad 2 estimado con el Análisis Secuencial de la Población.
- Figura 12. Tendencias en el índice de reclutamiento para la fracción completamente vulnerada de jurel, basado en la captura en peso del grupo de edad 5 de la flota industrial de cerco de la Zona Centro-Sur de Chile.
- Figura 13. Fluctuaciones en el índice de abundancia estimado con el modelo de Collie & Sissenwine (z_t), minimizando levemente los errores de medida de la CPUEt ($w(dt)=.1$) y mantenido el error de medida del índice de reclutamiento ($w(vt)=0,01$).
- Figura 14. Fluctuaciones en el coeficiente de capturabilidad por grupos de edad de jurel, Arriba: grupos de edad 2 a 4, abajo: grupos de edad 5 a 8.

TABLAS

- Tabla 1. Estadísticos de las cartografías anuales del esfuerzo de pesca nominal (VPj) por estrato de bodega del jurel en la Zona Centro-Sur en el período 1983-95.

-
- Tabla 2. Modelo de Carlson (1975) ajustado a la pesquería de jurel de la Zona Centro-Sur en el período 1983-95.
- Tabla 3. Resumen de los resultados obtenidos para categorizar las embarcaciones de la pesquería de jurel centro-sur.
- Tabla 4. Categorías de embarcación seleccionadas para la pesquería de jurel centro-sur en el período 1983-95.
- Tabla 5. Resumen operacional de la flota cerquera industrial que operó sobre el jurel en la Zona Centro-Sur en el período 1983-95.
- Tabla 6. Número de redes (NR), sonares (NS) y empresas pesqueras (NE) analizadas para el cálculo del desarrollo tecnológico (IDT_a) de los barcos de la categoría patrón en la Zona Centro-Sur.
- Tabla 7. Índice anual del desarrollo tecnológico (IDT_a), del alcance de los sonares (IAS_a) y del volumen de redes (IVR_a) estimado para los barcos de la categoría patrón en el período 1983-95.
- Tabla 8. Índice anual de la duración promedio por viaje (IDV_{pr}) y por categoría de embarcación (IDV_c) en el período 1983-95.
- Tabla 9a. Poderes de pesca estimados por cuatrimestre y categorías de embarcación de la flota industrial que actúa sobre el jurel en la Zona Centro-Sur en el período 1983-95.
- Tabla 9b. Intervalos de confianza de los poderes de pesca estimados por cuatrimestre y categorías de embarcación de la flota industrial que actúa sobre el jurel en la Zona Centro-Sur en el período 1983-95.

-
- Tabla 10. Factores de abundancia por cuatrimestre y subzonas de pesca de la flota industrial que actúa sobre el jurel en la Zona Centro-Sur en el período 1983-95.
- Tabla 11. Capturas y esfuerzos de pesca estandarizados de la flota industrial que actúa sobre el jurel en la Zona Centro-Sur en el período 1983-95.
- Tabla 12. Estadísticos de las cartografías mensuales y anuales de las capturas (t) de jurel obtenidas en la Zona Centro-Sur: **a)** suma, **b)** mínimo, **c)** máximo y **d)** índice de ocupación.
- Tabla 13a. Estadísticos de las cartografías mensuales y anuales del esfuerzo de pesca estándar (VCPEc) de jurel en la Zona Centro-Sur: **a)** suma, **b)** mínimo, **c)** máximo y **d)** índice de ocupación.
- Tabla 13b. Estadísticos de las cartografías mensuales y anuales de la CPUE (t/VCPEc) de jurel obtenida en la Zona Centro-Sur: **a)** media, **b)** mínimo, **c)** máximo y **d)** índice de ocupación.
- Tabla 14. Capturas (t), esfuerzo estandarizado (VCPe) y CPUE (t/VCPe) de la flota cerquera industrial que operó sobre el jurel en la zona centro-sur en el período 1983-95.
- Tabla 15. Factor de abundancia global por subzonas de pesca (Q_j), para el período 1983-95.
- Tabla 16. Factor de abundancia anual (R_k), para el período 1983-95.
- Tabla 17. Parámetros estimados para dos modelos identificados para analizar el comportamiento de la CPUE de jurel en la Zona Centro-Sur.

-
- Tabla 18. Análisis de los residuos de los modelos identificados y ajustados a la serie de tiempo transformadas y diferenciadas de la CPUE de jurel de la Zona Centro-Sur.
- Tabla 19a. Estimación del coeficiente de capturabilidad (método de Collie & Sissenwine (1983)) y de las distintas fuentes de error asociadas con el error de observación (SS(et)), error de medida de la CPUE (SS(dt)) y del índice de reclutamiento (SS(vt)) según distintos ponderadores (w(x)).
- Tabla 19b. Estimación del coeficiente de capturabilidad con el método de Collie & Sissenwine (1983) y de las distintas fuentes de error asociadas con el error de observación (SS(et)), error de medida de la CPUE (SS(dt)) y del índice de reclutamiento (SS(vt)) según distintos ponderadores (w(x)).
- Tabla 20. Tasa de mortalidad aplicada en 1995, coeficiente de capturabilidad promedio por grupos de edad (años 1992-94) y varianza.

INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Relaciones entre las capturas observadas y las capturas estimadas a través del mejor ajuste obtenido del método de Carlson (1975).
- Anexo 2. Diagrama del Test de Newmann-Keuls para la categorización de las embarcaciones para la pesquería de jurel centro-sur.
- Anexo 3. Intervalos de confianza de los factores de abundancia por cuatrimestre y subzonas de pesca de la flota industrial que actúa sobre el jurel en la Zona Centro-Sur en el período 1983-95.
- Anexo 4. Centros de gravedad de las imágenes de captura de jurel obtenidas en la Zona Centro-Sur.
- Anexo 5. Centros de gravedad de las imágenes de CPUE de jurel obtenidas en la Zona Centro-Sur.
- Anexo 6. Estructura de la Base de Datos.

I. INTRODUCCION

El Consejo de Investigación Pesquera en sesión N° 44 del 15 de mayo de 1996, adjudicó la ejecución del proyecto de investigación denominado "Análisis de la captura y del esfuerzo de pesca en la pesquería pelágica de jurel de la zona centro-sur (V a IX Regiones)" al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Para la ejecución del proyecto se subcontrataron los servicios de la Universidad Católica de Valparaíso (UCV) y del Instituto de Investigación Pesquera de la VIII Región (INPESCA).

El objetivo general del proyecto es caracterizar y analizar la evolución espacio-temporal que han presentado los principales indicadores pesqueros asociados al recurso jurel en la unidad de pesquería centro-sur (V a IX Regiones), y a su vez los objetivos específicos son:

- Caracterizar la dinámica de distribución espacio-temporal de la flota que opera sobre el recurso jurel en la unidad de pesquería de la zona centro-sur para el período 1983 a 1995.
- Estimar el esfuerzo de pesca industrial y la captura por unidad de esfuerzo promedio ponderada en un contexto espacio temporal para la unidad de pesquería de jurel en la zona centro-sur en el período 1983 a 1995.
- Determinar para el período 1983-1995, la variabilidad de la CPUE estándar anual a través de factores asociados a la abundancia anual y espacial.
- Determinar en forma indirecta, las variaciones temporales de la capturabilidad del recurso jurel en la zona centro-sur en el período 1983-1995.

De acuerdo con las bases administrativas del concurso público en cuestión, en este Informe Final se entregan los resultados comprometidos en la propuesta técnica, y que corresponden a: **1)** caracterizar la dinámica de distribución espacial de la flota de la flota industrial, **2)** seleccionar la unidad de esfuerzo y la característica técnica más asociada al poder de pesca, **3)** clasificar la flota por categorías de embarcación, **4)** seleccionar de entre éstas la categoría estándar, **5)** determinar el índice de desarrollo tecnológico, **6)** estimar los poderes de pesca con sus respectivos intervalos de confianza **7)** estimar anualmente el esfuerzo de pesca estandarizado, **8)** estimar espacio-temporalmente la captura, esfuerzo y CPUE y **9)** cartografiar espacio-temporalmente los indicadores pesqueros. Además, se entregan los resultados relativos a determinar la variabilidad de la CPUE a través de factores asociados a la abundancia anual y espacial para finalmente determinar, de manera indirecta, las variaciones temporales de la capturabilidad del jurel en la zona de estudio.

II. MATERIALES Y METODOS

1. Area y período de estudio

El área de estudio corresponde a la zona centro-sur de Chile, comprendida entre los 32°10' y 41°S, entre la costa y las 300 mn (Fig. 1). Esto último con el objeto de incluir una importante información de captura y esfuerzo relacionada con la extensión longitudinal del área de operación de la flota cerquera industrial en los últimos años (Böhm *et al.*, 1996). El período analizado abarca desde 1983 hasta 1995.

2. Información analizada

La información que se analiza proviene de los registros técnico-operacionales de las embarcaciones cerqueras industriales que operaron en la zona y período de estudio, a partir de los siguientes puertos: San Antonio (33°35'S), Talcahuano (36°40'S), San Vicente (36°41'S) y Coronel (37°S).

La flota cerquera industrial se define como aquella integrada por embarcaciones mayores o iguales a 80 m³ de capacidad de bodega, que emplean equipos y redes de cerco. Estas se clasifican como naves mayores según la Ley de Navegación Chilena, ya que son de más de 50 TRG (Böhm *et al.*, 1996).

La información tecnológica corresponde a los registros históricos del IFOP, sobre las características geométricas y funcionales de las embarcaciones (eslora, manga, puntal, tonelaje de registro grueso, tonelaje de registro neto, capacidad de bodega, potencia del motor principal, etc).

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

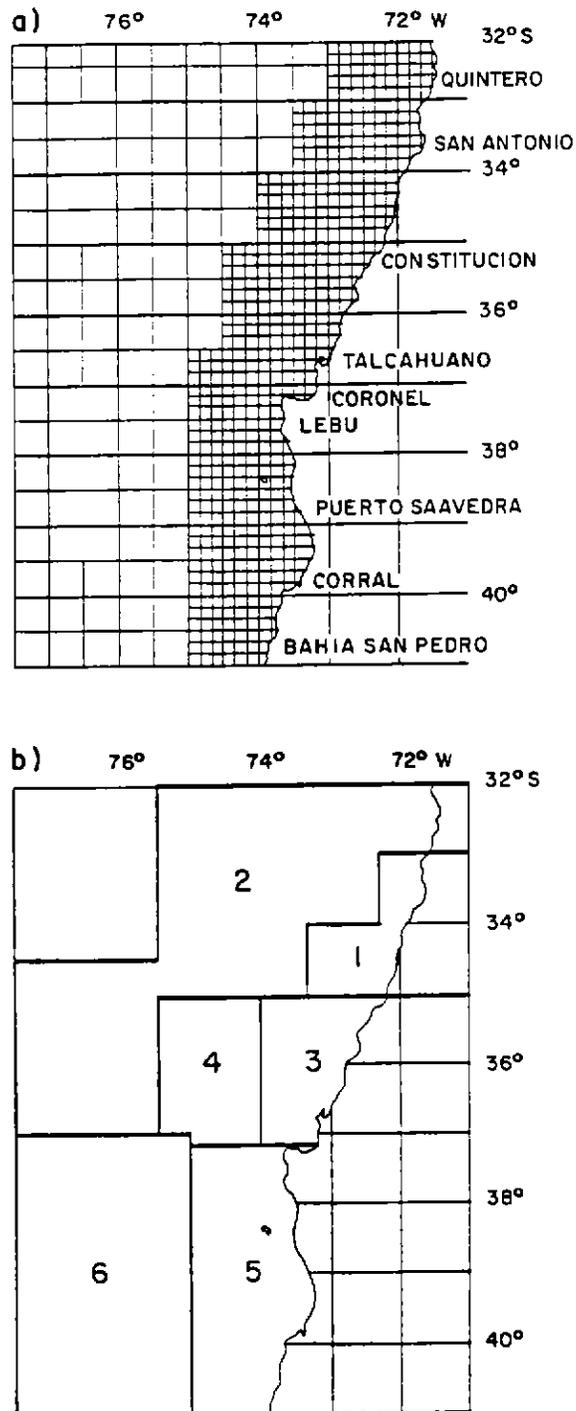


Figura 1 Zona de estudio: a) sistema de cuadrículas empleados por IFOP y b) subzonas de pesca identificadas para la pesquería de jurel.

La información operacional corresponde a los registros diarios de captura de jurel (t) y esfuerzo de pesca (viajes con pesca de jurel (VPj), viajes totales (VT)), realizados por las embarcaciones en las distintas cuadrículas de pesca (de 10*10; 30*30 y 30*60 mn), georeferenciadas según la latitud y longitud del punto central (Fig. 1a). Al respecto, se debe considerar que el sistema de cuadrículas no es homogéneo en el tamaño de ellas, localizándose las de mayor tamaño más alejadas de la costa, por lo que al graficar esta información se magnifican más estas áreas comparadas con las costeras, situación que debe ser considerada cuando se realiza el análisis.

Para el cálculo del índice de duración se consideraron las horas fuera de puerto, es decir, el periodo que transcurre entre la hora de zarpe y recalada, no contándose con información de tiempo efectivo de pesca y/o de búsqueda para el período de estudio.

El análisis del índice de desarrollo tecnológico de las embarcaciones de la categoría seleccionada como patrón, implicó un reestudio de la información generada a través de los Proyectos FIP N°25/94 (Böhm *et al.*, 1996) y FIP N°07/95 (Barbieri *et al.*, 1996 correspondiente al Primer Informe de Avance). Además, para tal efecto nuevamente se visitaron las Industrias Pesqueras de la zona, consultando principalmente a las diferentes Jefaturas de Flota, respecto de las dimensiones de las redes y el alcance de los sonares.

3. Procesamiento de información

Se analizaron los archivos de la base de datos del IFOP del periodo 1983-95, los cuales contienen los registros diarios de la operación de cada embarcación industrial en el área de estudio. De dichos registros se utilizaron los siguientes datos: año, mes, código de las cuadrículas, latitud y longitud de las cuadrículas, código y capacidad de bodega (CB) de las embarcaciones, captura de jurel (t), VPj y VTj por embarcación como también las horas fuera de puerto.

El cálculo mensual de los viajes totales de jurel (VTj) se realizó de la siguiente manera:

- estimación de los viajes sin pesca (VSP):

$$VSP = VT - VPT$$

VT = viajes totales.

VPT = viajes con pesca de todas las especies.

- estimación de los viajes totales de jurel (VTj):

$$VTj = VPj + VSP$$

VPj = viajes con pesca de jurel.

Con la base de datos mensuales se generaron archivos anuales para la aplicación del modelo de Carlson (1975). Estas bases contemplan para cada embarcación: captura de jurel, VPj, VTj y sus características geométricas y funcionales (capacidad de bodega, tonelaje de registro grueso y neto, potencia del motor principal).

De acuerdo con los resultados obtenidos con el modelo de Carlson, se readecuaron las bases mensuales para cada año con la siguiente información: año, mes, cuadrícula, código de embarcación, capacidad de bodega, capturas y viajes con pesca de jurel.

4. Dinámica de distribución espacio-temporal de la flota industrial

Con el objeto de caracterizar la dinámica de distribución espacio-temporal de la flota industrial, se confeccionaron con el SIG IDRISI imágenes anuales del esfuerzo de pesca nominal (medido en viajes con pesca de jurel, VPj) por estratos de bodega. Para tal efecto,

se generaron bases de datos agrupando la flota en cuatro estratos de bodega, los que corresponden a: 80 - 500; 501 - 849; 850 - 1.100 y mayor a 1.100 m³. Haciendo uso del mismo SIG, se estimaron de las imágenes de VPj la sumatoria, media y máxima del dato, número de cuadrículas con captura, centro de gravedad y radio estándar.

Al respecto, el índice del radio estándar es el análogo espacial directo de la desviación estándar, y por lo tanto expresa la dispersión de los puntos alrededor del centro de gravedad; no obstante, este índice es calculado considerando todas las cuadrículas de la imagen y por lo tanto toma en cuenta las cuadrículas con valores cero (no visitadas). Por su parte, el centro de gravedad representa la posición promedio de los puntos considerando el valor de cada celda de la imagen (cuadrículas).

5. Elección de la unidad de esfuerzo y de la característica de la embarcación más asociada al poder de pesca

De acuerdo con la propuesta metodológica, en este estudio se propuso utilizar los resultados obtenidos en el Proyecto FIP N°25/95 que corresponden al viaje con pesca como unidad de esfuerzo y la capacidad de bodega como variable representativa del poder de pesca de las embarcaciones. Sin embargo, con el propósito de reanalizar esta información, incluyendo los años 1994 y 1995, se aplicó nuevamente el modelo de Carlson (1975), incorporando como unidad de esfuerzo (X_{ab}) los viajes con pesca de jurel (VPj) y los viajes totales de jurel (VTj). En tanto que las variables asociadas al poder de pesca de las embarcaciones (Y_{ab}) utilizadas fueron la CB, TRG, TRN y HP. Este modelo consiste en asumir que las capturas anuales (a) de cada embarcación (b) pueden ser explicada a través del siguiente modelo multiplicativo:

$$C_{ab} = \alpha_0 * X_{ab}^{\alpha_1} * Y_{ab}^{\alpha_2}$$

El modelo es ajustado en su forma linealizada de la siguiente forma:

$$\ln(C_{ab}) = \alpha_0 + \alpha_1 * \ln(X_{ab}) + \alpha_2 * \ln(Y_{ab})$$

Para la aplicación del modelo de Carlson (1975), se utilizó el análisis de regresión múltiple paso a paso, el cual se basa en la prueba F y selecciona sólo aquellas variables que aportan significativamente al modelo; es decir, cuyo F de entrada sea mayor a 4 (Gujarati, 1981).

Este análisis se realizó considerando las capturas y esfuerzos de pesca desarrollados anualmente por las embarcaciones durante el período de estudio.

6. Clasificación de la flota por categorías de embarcación

Dado que las embarcaciones de una flota heterogénea ejercen en un mismo intervalo de tiempo presiones de pesca diferentes, para estimar los poderes de pesca y con éstos estandarizar el esfuerzo de pesca, es recomendable dividir la flota en categorías de embarcación de acuerdo con la característica más determinante de tales diferencias (Laurec y Le Guen, 1981).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el punto anterior, nuevamente la CB resultó ser la variable más asociada al poder de pesca de las embarcaciones, así como los VPj la unidad de esfuerzo. Luego, con el objeto de confirmar si las categorías de embarcación seleccionadas por Böhm *et al.*, (1996) entre 1983 y 1993 no han experimentado cambios en su composición, se aplicó nuevamente el test Student de Newmann-Keuls (Sokal y Rohlf, 1979), con el fin de comparar la CPUE promedio mensual estimada para buques de diferentes capacidades de bodega entre 1983 y 1995.

7. Selección de la categoría patrón

Con el propósito de chequear la selección de la categoría patrón seleccionada anteriormente (Böhm *et al.*, 1996), se analizaron nuevamente las siguientes consideraciones:

- **Representatividad:** que sea representativa de la flota, tanto en número como en niveles de captura.
- **Permanencia:** que presente constancia en la operación durante todo el período de estudio.
- **Distribución espacial:** que sea capaz de ejercer presión de pesca en toda la zona de estudio.
- **Variaciones en los rendimientos:** que presente poca variabilidad en sus rendimientos en el período de estudio, y
- **Desarrollo tecnológico:** que no haya sido afectada mayormente por el desarrollo tecnológico.

8. Selección de subzonas de pesca

Para considerar las variaciones espaciales del recurso en la estimación de poderes de pesca y por ende en la cuantificación del esfuerzo de pesca estandarizado, se consideró la división de la zona de estudio en subzonas de pesca (Laurec y Le Guen, 1981).

De acuerdo con la propuesta técnica en este estudio, se propuso utilizar los resultados obtenidos en el Proyecto FIP N°25/94, el cual considera seis subzonas de pesca: tres costeras (1, 3 y 5), dos oceánicas (2 y 6) y una intermedia (4); además, dada la extensión latitudinal de las zonas de pesca de la flota que opera en esta área, se adicionó parte de la X Región (39°30' - 41°S) (Fig. 1b). Por otra parte, se mantuvo la subzona 3 como patrón, la cual está asociada al área tradicional de pesca denominada "La Feria".

9. Determinación del índice de desarrollo tecnológico

La estimación de poderes de pesca relativos implica la elección de una categoría estándar, la cual, entre otras de las consideraciones mencionadas anteriormente, no debe haber sido afectada mayormente por el desarrollo tecnológico. En efecto, si una fracción de la flota no es afectada por la evolución tecnológica, esta ofrece un buen punto de referencia para lograr comparaciones más ajustadas. De la bibliografía se deduce que el poder de pesca de las embarcaciones puede ser afectado, entre otros factores, por la mecanización del sistema de pesca, el volumen de la red y los equipos de detección (FAO, 1982). Al respecto, las pesquerías pelágicas chilenas han sufrido un importante desarrollo tecnológico, involucrando prácticamente a todas las embarcaciones de la flota cerquera (Caballero *et al.*, 1992).

En el presente trabajo se estima un índice de desarrollo tecnológico de las embarcaciones de la categoría patrón, con el fin de eliminar el efecto de mejoras tecnológicas en dicha categoría, configurando así un adecuado punto de referencia en el cálculo de poderes de pesca relativos. De acuerdo con la información disponible para la categoría patrón, se analizó el volumen de las redes y el alcance de los sonares. Así, al ser la búsqueda uno de los principales aspectos operativos en este tipo de pesquería (FAO, 1982), un aumento del alcance de los sonares implicaría una mayor probabilidad de encuentro con los cardúmenes. Por otra parte, redes más grandes incrementarían el éxito en la captura de cardúmenes de mayor tamaño (Salas *et al.*, 1985); no obstante, redes muy grandes mostrarían una cierta ineficiencia cuando el recurso se localiza cerca de la costa (Melo, com. pers.).

Considerando la información disponible de embarcaciones de la categoría patrón, el volumen de las redes (VR) se calculó de la siguiente forma:

$$VR = LRS^2 \cdot \left(\frac{HT}{4 \cdot \Pi} \right)$$

LRS = longitud de la relinga superior (m).

HT = altura de la red armada (m).

Dado que las empresas pesqueras utilizan en la construcción de sus artes de pesca diseños y estilos diferentes, y distintas marcas y modelos de sonares (Böhm *et al.*, 1992), se estimó por empresa el volumen promedio anual de las redes y el alcance de los sonares. Luego, a partir de estos valores se estimó un promedio general de ambos factores.

El volumen anual promedio de las redes de cada empresa (IVR_{ea}), es estimado y referido al promedio de la empresa en 1983:

$$IVR_{ea} = \frac{\left(\frac{1}{NB_{ea}}\right) \cdot \left(\sum_{b=1}^{NB_{ea}} VR_{ba}\right)}{\left(\frac{1}{NB_{e83}}\right) \cdot \left(\sum_{b=1}^{NB_{e83}} VR_{b83}\right)}$$

NB_{ea} = número de embarcaciones de la empresa e en el año a.

VR_{ba} = volumen filtrado de la red del barco b en el año a.

NB_{e83} = número de embarcaciones de la empresa e en 1983.

VR_{b83} = volumen filtrado de la red del barco b en 1983.

Luego se estimó el promedio anual (IVR_a):

$$IVR_a = \left(\frac{1}{E}\right) \cdot \sum_{e=1}^E IVR_{ea}$$

E = número de empresas.

Con respecto a los sonares, para cada empresa se calculó el alcance anual promedio (IAS_{ea}), referido al alcance promedio de 1983:

$$IAS_{ea} = \frac{\left(\frac{1}{NB_{ea}}\right) \cdot \left(\sum_{b=1}^{NB_{ea}} ALC_{ba}\right)}{\left(\frac{1}{NB_{e83}}\right) \cdot \left(\sum_{b=1}^{NB_{e83}} ALC_{b83}\right)}$$

ALC_{ba} = alcance del sonar del barco **b** en el año **a**.

ALC_{b83} = alcance del sonar del barco **b** en 1983.

Luego se estimó un índice promedio anual (IAS_a):

$$IAS_a = \left(\frac{1}{E}\right) \cdot \sum_{e=1}^E IAS_{ea}$$

Finalmente, el índice anual sobre el desarrollo tecnológico de los barcos de la categoría patrón (IDT_a), es estimado de la siguiente manera:

$$IDT_a = IVR_a \cdot IAS_a$$

De esta manera, considerando que el IDT_a afecta el poder de pesca de las embarcaciones de la categoría patrón, se corrige el esfuerzo de pesca anual de los barcos de dicha categoría:

$$fcp_a = fp_a \cdot IDT_a$$

fcp_a = esfuerzo de pesca corregido de los barcos de la categoría patrón en el año **a**.

fp_a = esfuerzo de pesca de los barcos de la categoría patrón en el año **a**.

10. Duración de los viajes

Considerando que la duración de los viajes ha variado en el período analizado, se estimó conveniente analizar un factor ponderador anual entre las diferentes categorías de embarcación seleccionadas. Así, la duración promedio por categoría de embarcación para cada año (DV_{ca}) se estimó de la siguiente manera:

$$DV_{ca} = \sum_{n=1}^{nc} \frac{HP_{j_{ba}}}{VP_{j_{ba}}}$$

$HP_{j_{ba}}$ = horas con pesca de jurel del barco **b** en el año **a**.

$VP_{j_{ba}}$ = viajes con pesca de jurel del barco **b** en el año **a**.

nc = número total de embarcaciones de la categoría **c**.

Luego el índice de la duración promedio por viaje para la categoría **c** en el año **a** (IDV_{ca}) se estimó como:

$$IDV_{ca} = \frac{DV_{ca}}{DV_{c83}}$$

11. Estimación de poderes de pesca

Considerando las categorías de embarcación y las subzonas de pesca definidas, se aplicó el método de estimación de poderes de pesca de Robson (Sims, 1985), empleado en pesquerías pelágicas chilenas por Canales (1993), Yáñez *et al.* (1993), Catasti (1994) y Böhm *et al.* (1996). Este método plantea que el rendimiento de una embarcación en una subzona determinada es representado por la siguiente ecuación:

$$CPUE_{cjt} = CR \cdot PP_{ct} \cdot Q_{jt} \cdot E_{cjt}$$

- CPUE_{cjt} = rendimiento promedio de las embarcaciones de la categoría **c**, en la subzona **j**, en el período **t** (anual o estacional).
- CR = constante de regresión.
- PP_{ct} = poder de pesca de los barcos de la categoría **c**, en el período **t**.
- Q_{jt} = factor que caracteriza la abundancia y la capturabilidad del recurso en la subzona **j**, en el período **t**.
- E_{cjt} = residuo inexplicado.

El modelo es ajustado de la siguiente manera:

$$\ln(CPUE_{cjt}) = \ln(CR) + \ln(PP_{ct}) + \ln(Q_{jt}) + \ln(E_{cjt})$$

Para aplicar este modelo es necesario definir el período **t**. En evaluación de recursos se ha considerado normalmente el año; no obstante, que es recomendable considerar la variación estacional de la abundancia del recurso para definir en forma más clara dicho período. De acuerdo con los resultados de Böhm *et al.* (1996), la estacionalidad de la CPUE de jurel en la zona centro-sur para el período 1983-93 presenta tres períodos: enero-abril (rendimientos medios), mayo-agosto (rendimientos máximos) y septiembre-diciembre (rendimientos bajos).

Luego, el modelo se ajusta para cada período (**t**), tomando en cuenta como dato de entrada la CPUE promedio por categoría de embarcación (**c**) y subzona de pesca (**j**). Además de la categoría patrón, es necesario seleccionar una subzona patrón, la cual debe ser representativa en el tiempo. En este sentido, se consideró la subzona N°3 (Fig. 1b), elegida previamente por Böhm *et al.* (1996).

La CPUE promedio del período (**t**), por categoría de embarcación (**c**) y subzona de pesca (**j**), se estima de la siguiente manera:

a) Para la categoría patrón (**p**):

$$CPUE_{jt} = \left(\frac{1}{NS} \right) \cdot \sum_{n=1}^{NS} \left(\frac{Cp_{jt}}{fcp_{jt}} \right)$$

NS = número de cuadrículas visitadas de la subzona j.

Cp_{jt} = captura de la categoría patrón, en la subzona j, en el período t.

fcp_{jt} = esfuerzo de pesca de la categoría patrón corregido por el IDT_a, en la subzona j, en el período t.

b) Para las restantes categorías (c):

$$CPUE_{cjt} = \left(\frac{1}{NS} \right) \cdot \sum_{n=1}^{NS} \left(\frac{C_{cjt}}{f_{cjt}} \right)$$

C_{cjt} = captura de la categoría c, en la subzona j, en el período t.

f_{cjt} = esfuerzo de pesca de la categoría c, en la subzona j, en el período t.

12. Estimación anual del esfuerzo de pesca estandarizado

La estimación del esfuerzo de pesca anual estandarizado (fs_a) se entrega incorporando al esfuerzo nominal el factor ponderador correspondiente al IDT_a (ver punto II.9). Luego la estimación del esfuerzo anual estandarizado se estima de la siguiente manera:

$$fs_a = \sum_{t=1}^{t=3} \sum_{c=1}^C fn_{ct} \cdot PP_{ct}$$

fn_{ct} = esfuerzo de pesca de las embarcaciones de la categoría c, en el período t y en el año a.

La estimación del esfuerzo de pesca mensual estandarizado del año a (fs_{ma}) se estima de la siguiente forma:

$$fs_{ma} = \sum_{c=1}^C \sum_{b=1}^B fn_{cbma} \cdot PP_{cbt}$$

fn_{cbma} = esfuerzo de pesca de las embarcaciones b de la categoría c , en el mes m y en el año a .

PP_{cbt} = Poder de pesca de la categoría c a la que pertenece el barco b , en el período t .

13. Estimación espacio temporal de la captura, esfuerzo y CPUE

La estimación de la captura total por cuadrícula y mes (C_{mn}) se realiza adicionando las capturas de las embarcaciones que operaron en la cuadrícula n en el mes m . Igual procedimiento se utiliza para estimar el esfuerzo total por cuadrícula y mes (VP_{jmn}). La CPUE promedio mensual por cuadrícula ($CPUE_{mn}$), se calcula promediando las CPUE de las embarcaciones que visitaron la cuadrícula durante el mes m :

$$CPUE = \left(\sum_{b=1}^{NB} CPUE_{bmn} \right) / NB$$

$CPUE_{bmn}$ = Captura por unidad de esfuerzo del barco b , en el mes m y en la cuadrícula n .

NB = Número de embarcaciones que visitaron la cuadrícula en el mes m .

14. Distribución espacio-temporal de la captura, esfuerzo de pesca estándar y CPUE

Para analizar la variabilidad de los principales indicadores pesqueros se configuraron con el SIG IDRISI imágenes mensuales (en pantalla) de captura, esfuerzo de pesca estándar y

CPUE. Dichas imágenes se superpusieron de manera de generar por adición cartas anuales de captura y esfuerzo de pesca y cartas promedio anuales de CPUE. La generación de imágenes implicó realizar previamente la digitalización de la costa de la zona de estudio y de los identificadores de las cuadrículas (latitud y longitud del punto central) (Fig. 1a) y la creación de archivos de valores bases en formato IDRISI, los que contemplan para cada año las cuadrículas con sus respectivos datos de captura, esfuerzo estándar y CPUE por cuadrícula y mes.

Haciendo uso del mismo SIG, se estimaron de las imágenes mensuales y anual de la captura y esfuerzo de pesca estándar la sumatoria, mínimo, máximo e índice de ocupación y de las imágenes de CPUE se entrega la media por la sumatoria.

15. Determinación de la variabilidad de la CPUE

Con las CPUE estimadas por subzonas de pesca y año se aplicó el modelo propuesto por Laurec y Le Gall (1975) para descomponer la variabilidad de la CPUE estándar en dos factores, uno asociado a la abundancia anual del recurso y otro relacionado con la abundancia espacial.

$$CPUE_{jk} = C * R_k * Q_j * e_{jk}$$

donde:

$CPUE_{jk}$ = captura por unidad de esfuerzo estándar del año k , en la subzona j .

C = constante de regresión.

R_k = factor de abundancia asociado al año k .

Q_j = factor de abundancia asociado a la subzona j .

e_{jk} = residuo.

El modelo es ajustado de la siguiente manera:

$$\ln(\text{CPUE}_{jk}) = \ln(C) + \ln(R_k) + \ln(Q_j) + \ln(e_{jk})$$

16. Análisis de serie de tiempo

La capturabilidad de una especie puede cambiar de año en año y dentro del año, aunque bajo un esquema reproducible. Si se denota por u_t a la captura por unidad de esfuerzo promedio del año t , y $z'_t = E[u_t]$ como el valor esperado de u_t , mientras que debido a los cambios en la capturabilidad el valor esperado de z' , dado un nivel o tamaño poblacional (P), es $z = E[z'|P]$; entonces, la CPUE promedio observada será:

$$u_t = z_t + e_t$$

donde el término e_t representa el error, el cual se puede expresar por:

$$e_t = (u_t - z'_t) + (z'_t - z_t)$$

donde el primer componente del término del error es debido a la variabilidad dentro de la estimación de u y el segundo componente es debido a cambios en la capturabilidad (Pennington, 1986). Usualmente, la relación funcional entre un índice de abundancia (z_t) y el tamaño poblacional P_t viene dada por:

$$z_t = qP_t$$

Si se considera que la CPUE promedio anual, u_t , contiene errores debido a cambios en la capturabilidad y a la operación de la flota; un índice de abundancia adecuado debería ser capaz de eliminar la variabilidad que se debe a la capturabilidad.

Un enfoque adecuado para analizar el orden de ocurrencia y magnitud de las observaciones de la CPUE, para hacer emerger la estructura de autocorrelación del error, lo constituye un

análisis de series de tiempo según las técnicas de Box & Jenkins (1970). Cubillos y Sobarzo (1994) desarrollan un enfoque teórico para analizar mediante modelos de función de transferencia las relaciones entre la CPUE y el esfuerzo de pesca. En este estudio, sin embargo, el análisis obedecerá a una serie de tiempo univariada y la aproximación se basa en el trabajo de Pennington (1986).

Aunque en el marco teórico previo se consideró errores aditivos, la siguiente expresión podría ser más adecuada si se cuenta con una serie de tiempo:

$$z_t = z_{t-1} \exp(a_t)$$

o bien, al utilizar el operador de rezago B y tomando logaritmos, se tendría:

$$1) \quad (1 - B) \ln z_t = a_t$$

En esta definición se asume que los factores que causan los cambios en la población del año $t-1$ al año t , tal como el reclutamiento, la mortalidad por pesca, la mortalidad natural y las migraciones, generan una distribución normal, independiente e idéntica de a_t (*iid* $N[0, \sigma_a^2]$). Además, si los errores de medida son multiplicativos, entonces

$$2) \quad \ln u_t = \ln z_t + e_t$$

Si se supone que los errores e_t son *iid* $N[0, \sigma_e^2]$ e independientes de los errores a_t , entonces la captura por unidad de esfuerzo promedio anual u_t puede representarse por el siguiente modelo:

$$3) \quad (1 - B) \ln u_t = (1 - \theta B) c_t$$

donde c_t son *iid* $N[0, \sigma_c^2]$.

Para el modelo (3), generado por las ecuaciones (1) y (2),

$$\theta = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_c^2}$$

y

$$(1-\theta)^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_c^2}$$

Por lo tanto, el ajuste del modelo (3) a las CPUE observadas proveerá un estimado (θ), de la razón σ_e^2/σ_c^2 y un estimado de σ_c^2 .

El modelo (3) se ajustó a datos mensuales de CPUE, los que abarcan el período entre enero de 1983 y diciembre de 1995. La CPUE se expresa en unidades de toneladas por viajes con pesca estándar referidos a una categoría patrón de 350-500 m³ de capacidad de bodega.

Dado el supuesto del modelo (3), i.e. que c_t son *iid* $N[0, \sigma_c^2]$, se aplicó el test de Portmanteau con propósitos de diagnóstico. El test consiste en determinar una función de autocorrelación (ACF) de los errores. Si los errores no son diferentes al ruido blanco, los rezagos de la ACF se esperan sean cero, utilizándose el estadístico Q:

$$Q = n \sum_{i=1}^K (ACF_i)^2$$

La ecuación supone K rezagos estimados a partir de un total de n errores y con (k-p-q) grados de libertad, donde p son el número de parámetros autoregresivos y q el número de parámetros de media móvil. El estadístico Q tiene una distribución χ^2 y la hipótesis nula se puede expresar como $H_0: Q=0$ contra la hipótesis alternativa $H_a: Q \neq 0$. Si Q es significativo se rechaza la hipótesis nula y se concluye que el modelo ajustado no es adecuado ya que los errores no son diferentes del ruido blanco. Si se rechaza la hipótesis nula, se debe identificar otro modelo y estimar sus parámetros.

17. Método de Collie & Sissenwine

Collie & Sissenwine (1983) desarrollaron un método basado en DeLury (1947), que puede ser aplicado con o sin el conocimiento de la composición por edad de la captura. El método permite estimar el coeficiente de capturabilidad tomando en cuenta errores de medición en el índice de abundancia relativa. Para los fines de este proyecto se utilizará la versión no estructurada por edad y las ecuaciones básicas se modificarán para la biomasa.

La ecuación de diferencia de primer orden,

$$4) \quad B_{t+1} = [B_t - C_t + R_t] \exp(-M)$$

relaciona la biomasa para un año dado (B_{t+1}) con la biomasa del año anterior (B_t), menos las capturas (C_t) más el reclutamiento (R_t), todas descontinuadas por la mortalidad natural. Esta última se asume ocurre a una tasa constante, independiente de la edad y años.

La ecuación (4) sólo es una aproximación ya que supone que la captura ocurre instantáneamente al comienzo de un intervalo de tiempo de 1 año y que la mortalidad natural ocurre continuamente. La CPUE esperada (z_t) se relaciona con la biomasa poblacional a través del coeficiente de capturabilidad q , tal que:

$$5) \quad z_t = qB_t$$

y suponiendo que los pre-reclutas presentan la misma capturabilidad,

$$6) \quad r_t = qR_t$$

El índice de reclutamiento que se utilizó inicialmente fue la fracción en peso menor o igual a 25 cm LH, cuya proporción fue multiplicada por la captura por unidad de esfuerzo estándar.

Sin embargo, se observó que el supuesto de igual coeficiente de capturabilidad para la CPUE y el índice de reclutamiento no se cumplió. Bajo el supuesto que la CPUE está reflejando los cambios en biomasa de la fracción de edades completamente vulneradas por el arte, se consideró la captura en peso del grupo de edad 5 por unidad de esfuerzo estándar como índice de reclutamiento a la fracción de edades completamente vulneradas.

Al reemplazar B_t y R_t en la ecuación (4) por los índices dados en las ecuaciones (5) y (6), se tiene la siguiente ecuación de regresión:

$$7) \quad z_{t+1} = [z_t - qC_t + r_t] \exp(-M) \exp(\varepsilon_t)$$

donde ε_t es el error de observación o variabilidad natural no tomada en cuenta por el modelo. El error de observación se supone distribuido log-normal.

El índice de abundancia medido, captura por unidad de esfuerzo (u_t), se relaciona con el verdadero índice de abundancia por:

$$8) \quad u_t = z_t \exp(d_t)$$

y, similarmente para el índice de reclutamiento

$$9) \quad r'_t = r_t \exp(v_t)$$

donde d_t y v_t son variables distribuidas normal. Las capturas se suponen libres de error.

Si se cuenta con una serie de tiempo de i años de datos, existen i expresiones para la ecuación (8) e $i-1$ para las expresiones (7) y (9). Esto permite $m = 3i-2$ errores residuales con $p=2i$ parámetros a ser estimados y $m-p = i-2$ grados de libertad.

Los parámetros de los modelos de regresión serán estimados simultáneamente utilizando un criterio de minimización no lineal de suma de cuadrados (SSQ), i.e.

$$10) \quad SSQ(\theta) = \sum_{t=1}^{i-1} \varepsilon_t^2 + \sum_{t=1}^i d_t^2 + \sum_{t=1}^{i-1} v_t^2$$

Los términos de error ε_t , d_t y v_t son de las ecuaciones (7), (8) y (9), respectivamente. El vector de parámetros que serán estimados es $[q, z(1), \dots, z(i), r(1), \dots, r(i-1)]$.

En la ecuación (10) se asume implícitamente que la ecuación y términos de error de medidas tienen igual varianza. Esto se asume debido a que no se conoce la varianza actual asociada con cada tipo de error. No obstante, se puede examinar la importancia de este supuesto aplicando un factor ponderador a los términos de error y examinar la sensibilidad de los parámetros estimados. Se tiene así una modificación de la ecuación (10) dada por:

$$11) \quad SSQ(\theta) = SS(\varepsilon) + w^2 [SS(d) + SS(v)]$$

donde $SS(x)$ representa la suma de cuadrados de los términos de error respectivos. Se da igual ponderación a los errores de medición suponiendo que los índices de reclutamiento y abundancia provienen de la misma información. No obstante, debido a que la proporción de tamaños menor a 26 cm LH puede tener un error de medida distinto, se utilizará el siguiente esquema:

$$11.a) \quad SSQ(\theta) = SS(\varepsilon) + w_1 SS(d) + w_2 SS(v)$$

Al ponderador w se darán distintos valores para examinar la influencia de los índices sobre el error de observación.

18. Uso del Análisis Secuencial de la Población (Método Laurec-Shepherd)

En el procedimiento Laurec-Shepherd, se supone que la tasa instantánea de mortalidad por pesca (F) es proporcional al esfuerzo de pesca estándar, y que el siguiente modelo permite una adecuada estimación (Butterworth *et al.* 1990).

$$12) \quad F_{a,t} = qS_a E_t \exp(\varepsilon_{a,t})$$

donde E_t es el esfuerzo de pesca estándar en el año t ($t=1,2,\dots,n$), q es el coeficiente de capturabilidad, S_a es la selectividad-vulnerabilidad para el grupo de edad a ($a=1,2,\dots,m$), en tanto $\varepsilon_{a,t}$ es un término de error $N[0, \varepsilon_a^2]$.

La ecuación (12) es apropiada debido a que evita valores negativos para los valores de F , y la estimación de máxima verosimilitud de dicha ecuación genera el procedimiento de estimación Laurec-Shepherd para el año más reciente, n , en el ASP, i.e.

$$13) \quad F_{a,n} = q_a E_n$$

donde:

$$14) \quad q_a = qS_a = \prod_{t=n-k+1}^n \left(\frac{F_{a,t}}{E_t} \right)^{(1/k)}$$

y

$$15) \quad \sigma_a^2 = \frac{1}{k-1} \sum_{t=n-k+1}^n \left(\ln(F_{a,t} / E_t) - \ln(q_a) \right)^2$$

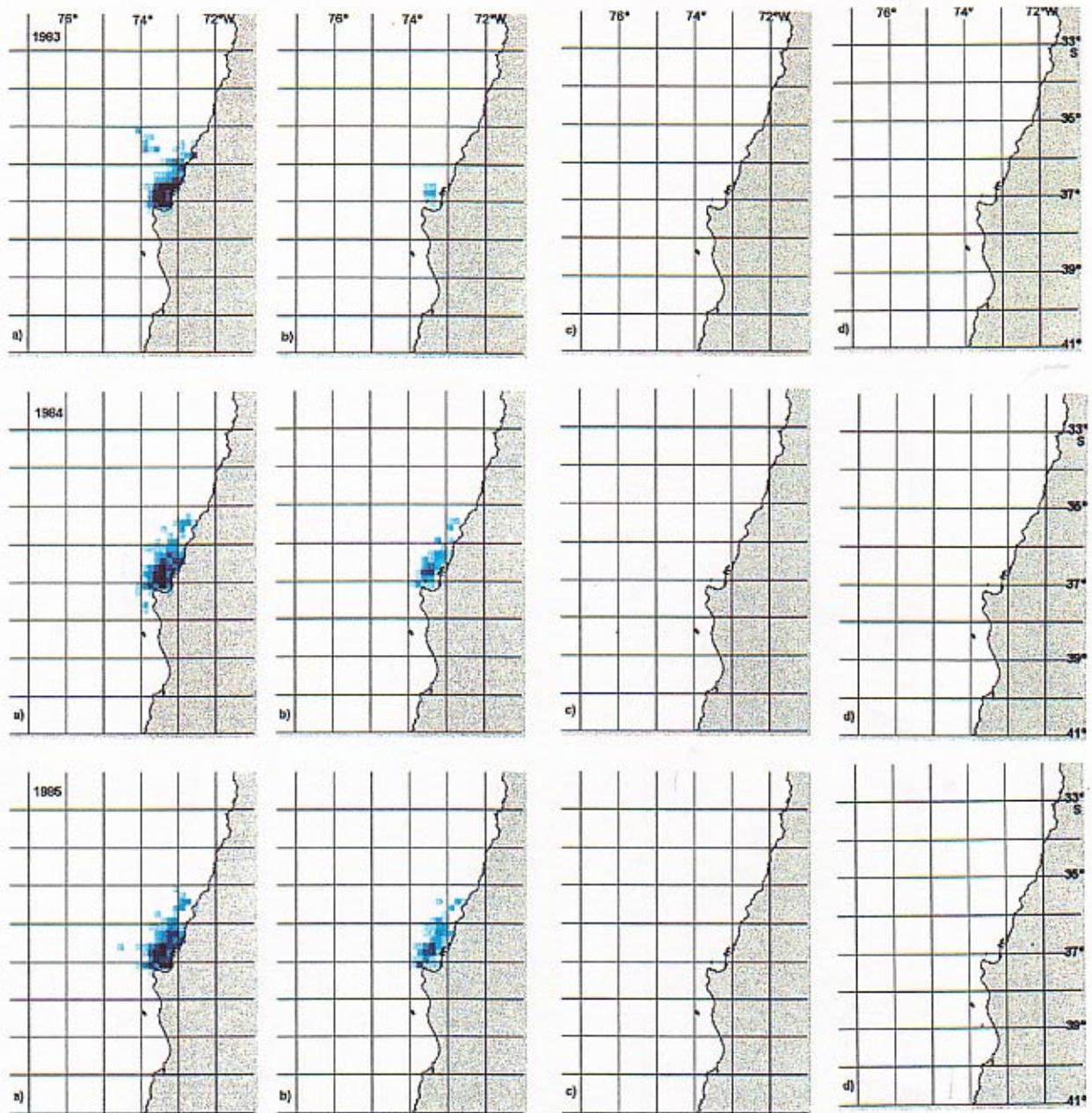
Debido a que las ecuaciones (12) a (15) expresan las relaciones entre esfuerzo de pesca y mortalidad por pesca ejercida por una sola flota actuando sobre el recurso, se tomará en cuenta sólo el esfuerzo de pesca de los tres últimos años (1992 a 1994) de la flota de Chile centro-sur que ocasionan las mortalidades por pesca y capturas parciales de jurel.

III. RESULTADOS Y ANALISIS

De acuerdo con el plan de actividades entregado en la Propuesta Técnica, a continuación se presentan los resultados y análisis correspondientes a: caracterizar la dinámica de operación espacio-temporal de la flota industrial, seleccionar la unidad de esfuerzo y la característica técnica más asociada al poder de pesca, clasificar la flota por categorías de embarcación, seleccionar de entre éstas la categoría estándar, determinar el índice de desarrollo tecnológico de la categoría patrón, estimar los poderes de pesca y el esfuerzo de pesca estandarizado, estimar espacio-temporalmente la captura, CPUE y su distribución. Además se determina la variabilidad de la CPUE a través de factores asociados a la abundancia anual y espacial para finalmente determinar, de manera indirecta, las variaciones temporales de la capturabilidad del jurel en la zona de estudio.

1. Dinámica de distribución espacio-temporal de la flota industrial

En la figura 2 se muestran las distribuciones espaciales y anuales del esfuerzo de pesca nominal para los cuatro estratos de bodega analizados: 1) 80-500, 2) 501-849, 3) 850-1.100 y 4) mayores de 1.101 m³ de capacidad de bodega. En términos generales, al analizar la figura se aprecia que al inicio del período de estudio operaron solamente los dos primeros estratos concentrados en las primeras 40-50 millas de la costa, con algunas incursiones por fuera de este límite. En 1983 se observa una operación incipiente del estrato 2, tan sólo con 26 viajes con pesca de jurel y presentando una tendencia creciente en el período de estudio (Tabla 1). Por su parte, el estrato 1 mantiene una participación importante hasta 1988, disminuyendo notablemente en los últimos tres años. Recién a partir de 1988 se integra el estrato 3, con un escaso número de viajes (45) y en 1989 inicia las primeras incursiones el estrato 4.



Clasificación de esfuerzo (viajes con pesca nominales)					
	0		6 - 10		51 - 200
	1 - 5		11 - 20		> 200
			21 - 50		

Figura 2 Distribución espacial e interanual del esfuerzo de pesca nominal (VPj) de jurel en la Zona Centro-Sur, por estrato de bodega: a) 80-419; b) 420-849; c) 850-1.100 y d) > 1.100 m³.

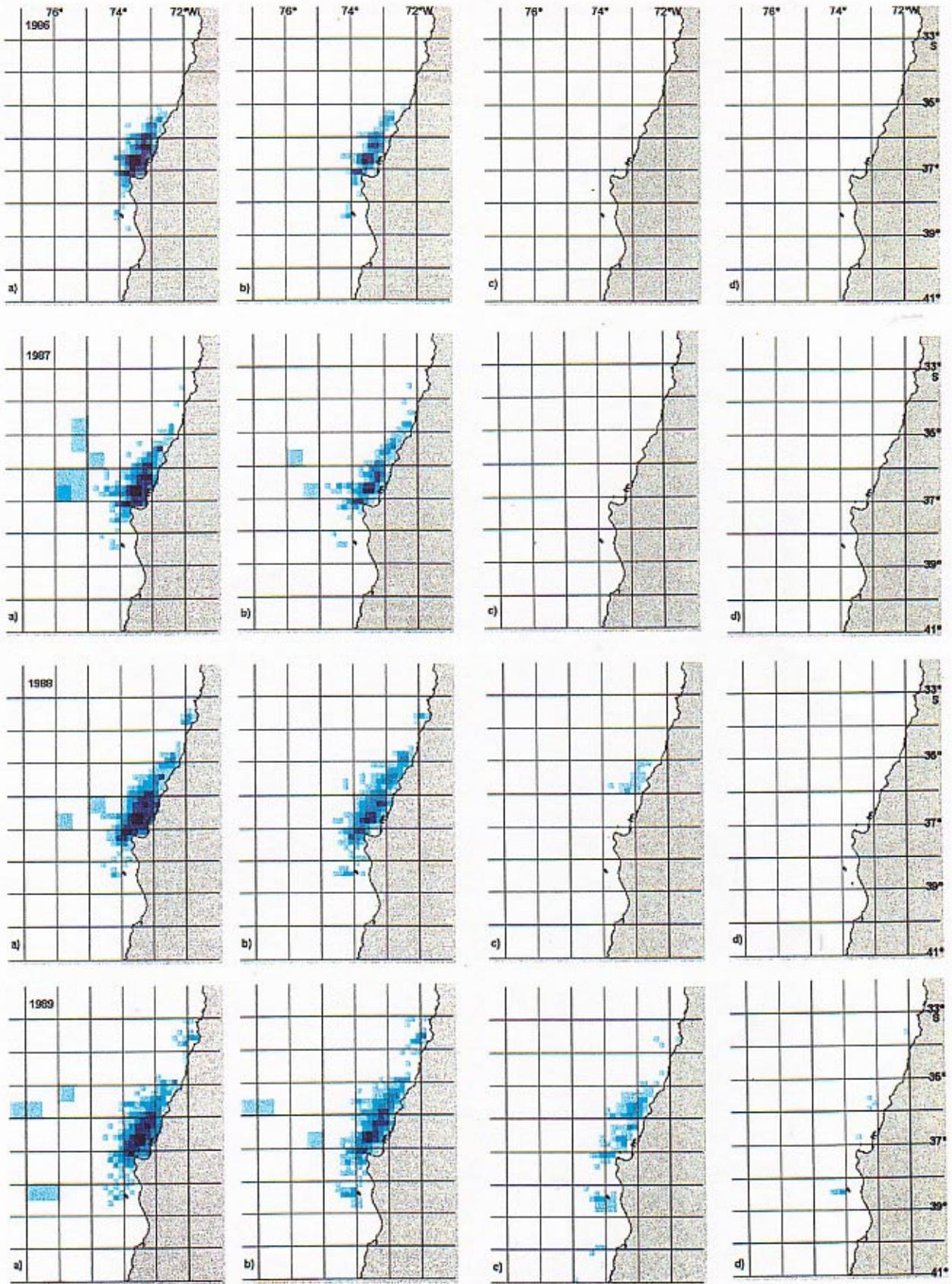


Figura 2 Continuación.

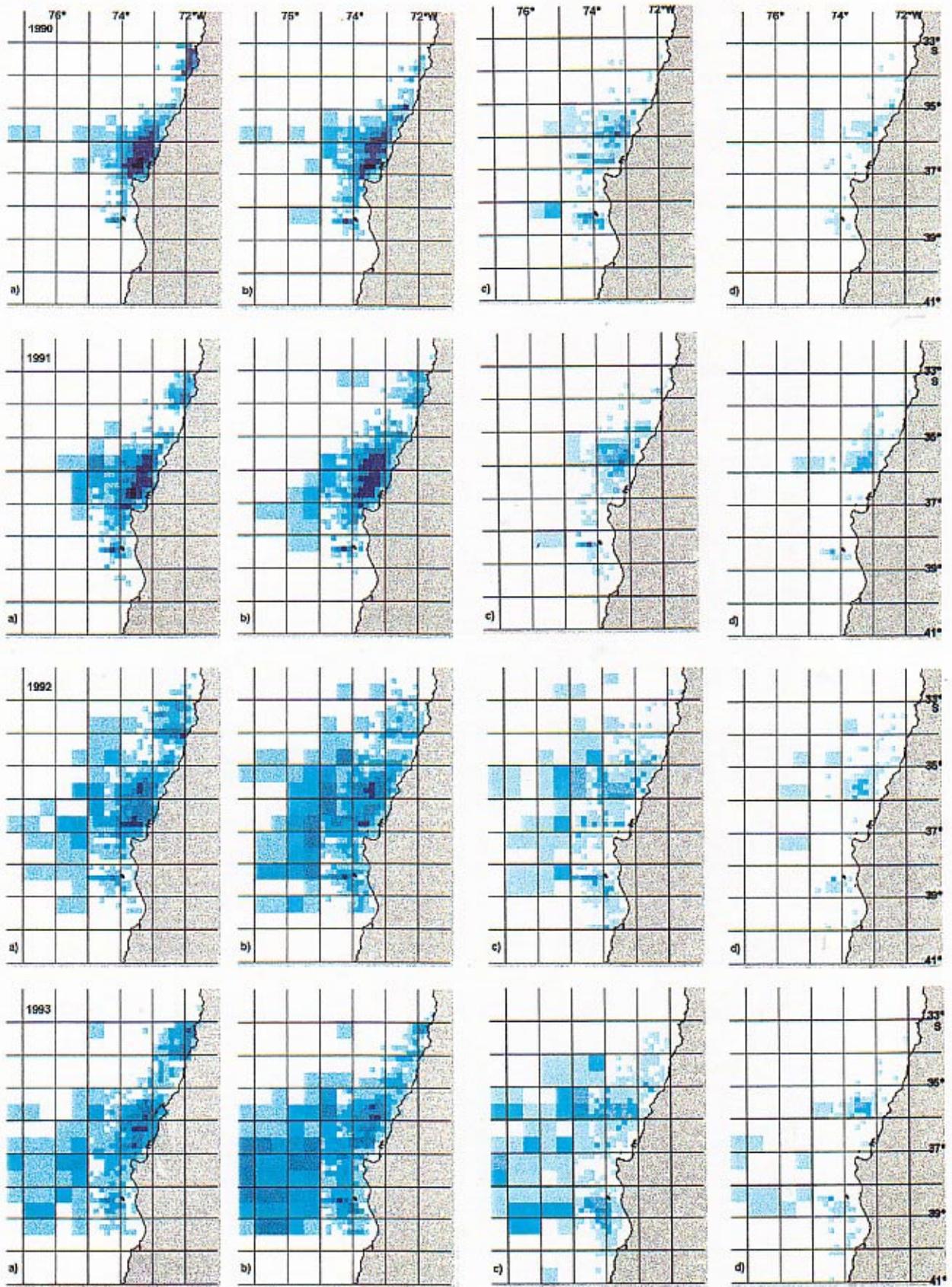


Figura 2 Continuación.

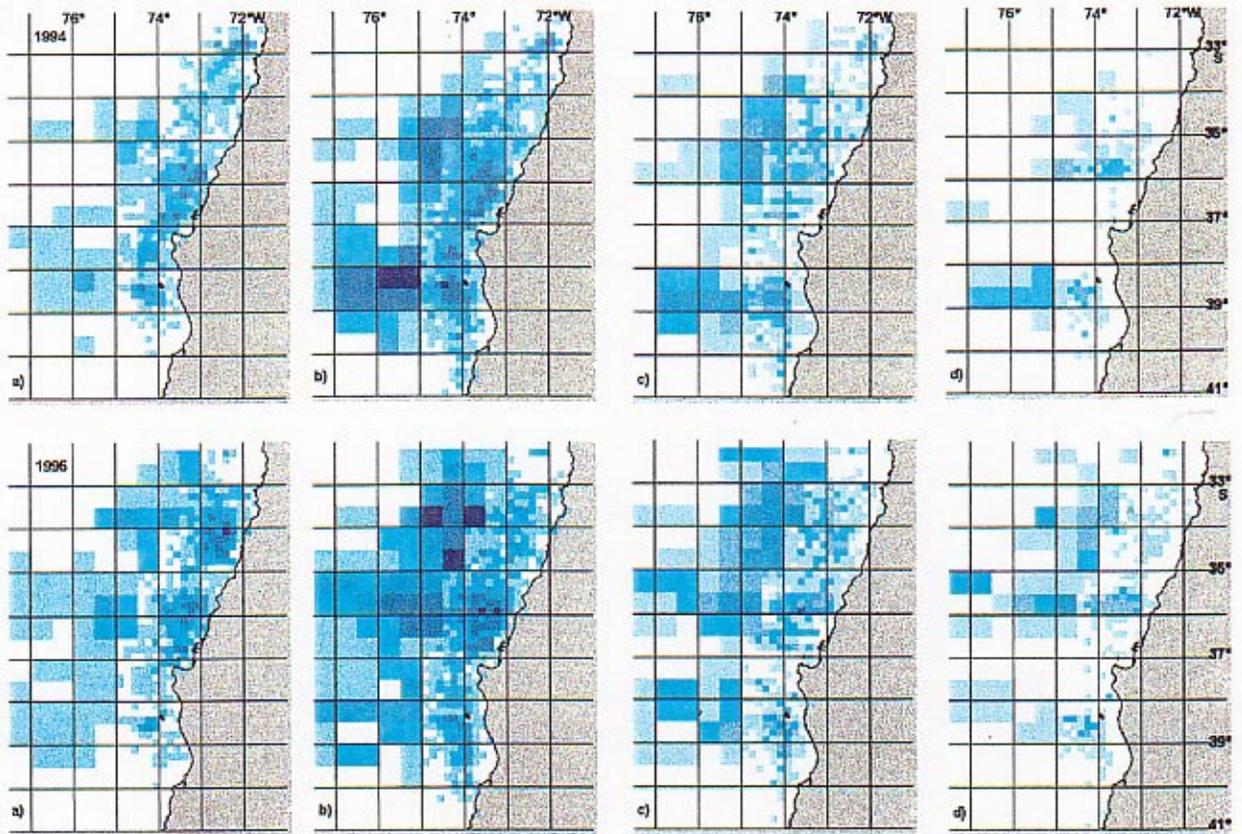


Figura 2 Continuación.

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 1

Estadísticos de las cartografías anuales del esfuerzo de pesca nominal (VPj) por estrato de bodega del jurel en la Zona Centro-Sur en el periodo 1983-95.

Estadístico	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
a) Estrato de bodega entre 80- 500 m³													
VPj	6.414	5.850	6.820	7.319	7.129	6.511	5.911	5.787	4.521	3.154	2.901	1.683	2.113
Media (dato)	119	103	131	98	67	52	42	32	20	10	9	5	6
Máxima	1.580	1.594	2.105	1.505	1.210	667	821	512	213	99	73	36	50
NCC	54	57	52	75	107	125	142	180	228	324	311	334	343
Area cubierta (*)	5.400	5.700	5.200	7.500	16.300	14.100	18.200	23.800	30.800	56.400	59.900	56.600	78.300
Nº	64	70	87	82	74	78	63	77	95	97	88	68	69
CG													
Lat. Sur	36,75	36,78	36,73	36,62	36,61	36,55	36,53	36,00	36,25	35,92	36,14	36,06	35,21
Long. Oeste	73,39	73,44	73,44	73,45	73,48	73,44	73,52	73,24	73,65	73,80	74,00	73,94	74,00
RE	149	155	178	141	126	89	91	66	43	23	22	14	15
b) Estrato de bodega entre 501- 849 m³													
VPj	26	285	676	1.392	1.716	2.407	3.084	3.690	4.291	3.316	3.389	3.804	3.910
Media (dato)	4	10	17	24	19	20	21	20	17	9	10	9	9
Máxima	11	76	165	217	236	252	262	264	161	91	74	100	72
NCC	7	29	39	58	89	123	145	185	248	360	355	439	449
Area cubierta (*)	700	2.900	3.900	5.800	10.500	12.300	16.900	25.700	36.800	71.200	74.700	85.500	95.700
Nº	2	3	10	13	19	26	33	40	48	51	58	54	59
CG													
Lat. Sur	36,78	36,61	36,63	36,58	36,54	36,51	36,40	36,43	36,20	36,46	37,16	37,20	35,50
Long. Oeste	73,50	73,42	73,46	73,47	73,49	73,47	73,47	73,57	73,62	74,46	75,36	74,65	74,69
RE	4	13	29	39	45	46	50	48	38	24	27	33	23
c) Estrato de bodega entre 850- 1100 m³													
VPj						45	397	719	824	1.054	1.137	2.045	2.361
Media (dato)						2	4	5	5	4	4	7	8
Máxima						10	24	54	72	41	27	42	57
NCC						19	90	135	137	244	281	371	371
Area cubierta (*)						1.900	9.000	17.500	16.900	52.900	68.100	69.900	89.200
Nº						1	5	8	5	13	22	31	34
CG													
Lat. Sur						35,69	36,33	36,58	36,25	36,22	36,83	36,84	35,15
Long. Oeste						73,07	73,36	73,82	73,65	74,50	75,14	74,77	74,59
RE						4	9	13	16	13	14	21	18
d) Estrato de bodega mayor que 1101 m³													
VPj							16	93	200	161	202	386	664
Media (dato)							2	2	3	2	2	4	4
Máxima							7	6	17	9	11	16	20
NCC							8	58	61	77	80	124	187
Area cubierta (*)							800	7.400	7.700	13.300	17.600	26.800	49.000
Nº							1	2	3	3	4	7	12
CG													
Lat. Sur							37,51	35,91	35,92	35,97	37,08	37,22	35,40
Long. Oeste							73,82	73,68	73,49	74,03	74,95	74,98	74,77
RE							4	4	6	5	5	10	10

- NCC = Número de cuadrículas con pesca.
 CG = Centro de gravedad.
 RE = Radio estándar (considera la totalidad de la cuadrículas).
 (*) = Expresada en mn².
 Nº = Número de barcos.

En el período 1983-87 el estrato 1 aumenta sus niveles de esfuerzo, con excepción de 1984, que fue el más bajo con 5.850 VPj, posteriormente éstos disminuyen en forma sostenida, alcanzando en 1994 sólo los 1.683 VPj. El número de cuadrículas con pesca (NCC) aumentan constantemente en el período analizado, de 54 a 343.

En los tres primeros años, la media (dato) alcanzó sus valores máximos por sobre los 100 VPj por cuadrícula, lo que muestra una fuerte concentración del esfuerzo de pesca nominal como también del área cubierta en mn^2 (Tabla 1 y Fig. 2). Asimismo, en este período se alcanzaron los valores máximos de VPj, con cifras que superaron los 1.500 VPj por cuadrícula, como también se logran los mayores índices del radio estándar debido, justamente, a la concentración de la flota en las zonas costeras, lo que implicó que existan muchas cuadrículas oceánicas con valores cero. Si a esto se suma el efecto de que el esfuerzo se concentra en pocas cuadrículas, implicando que se alcancen valores muy altos de esfuerzo en algunas cuadrículas, se traduce una dispersión de los datos muy grande y esto hace que el radio estándar también alcance niveles altos.

Entre 1987 y 1988 la media disminuyó en alrededor de un 50%, duplicándose el NCC, iniciándose de esta manera la expansión del área de pesca, que también se aprecia al analizar el área cubierta por las embarcaciones que conforman este estrato. A partir de 1990 se observa en forma diferenciada el área de operación de la flota de San Antonio y la de Talcahuano, como también una dispersión del esfuerzo de pesca aumentando en forma significativa el NCC y el área cubierta por este estrato, pasando de 180 cuadrículas en 1990 (23.600 mn^2) a 343 en 1995 (78.300 mn^2). Por el contrario, el esfuerzo de pesca promedio aplicado por cuadrícula disminuyó fuertemente, pasando de 32 a 6 VPj, respectivamente.

Una situación similar ocurre con los valores máximos de VPj (Tabla 1). Respecto al radio estándar, éste presenta una tendencia descendente en este período, alcanzando los valores más bajos en 1995, hecho que está relacionado con la ampliación del área de operación de la flota y con los menores registros y la mayor homogeneidad de los valores de esfuerzo por cuadrícula. Dentro de este contexto, la dispersión de los datos es menor por lo que el radio

estándar, para este estrato de bodega, no sería un buen indicador del grado de expansión de las actividades de la flota.

Con respecto a los centros de gravedad (CG) del estrato 1, éstos son costeros en el período 1983-89, situándose entre 36°30' y 36°50'S y al oeste de los 73°20'W. En los años 1990 y 1991 se localizan más al norte (alrededor de los 36°S) y en la longitud 73°20'W. A partir de 1992 el CG presenta posiciones más oceánicas, debido al notable aumento de la cobertura espacial que desarrolla la flota en estos años, situándose entre 35°10' y 35°50'S y en las proximidades de los 74°W.

El estrato 2 aumentó en forma sostenida y significativa el esfuerzo de pesca nominal iniciando con 26 VPj (1983) para alcanzar los 4.291 VPj en 1991. Esta tendencia también se refleja al analizar las NCC y el área de operación cubierta por la flota, lo que se traduce en una clara expansión del área de pesca, alcanzando las 450 cuadrículas con pesca y 95.700 mn² a partir de 1995 (Fig. 2 y Tabla 1). Entre 1985 y 1991 la media del esfuerzo por cuadrícula con pesca fluctuó entre 17 y 24 VPj, siendo los valores más altos; posteriormente, éstos se estabilizan en 9 VPj. Los valores máximos de esfuerzo, con cifras que superan los 200 VPj, se registran en el período 1986-90. A partir de 1992 se produce una importante expansión hacia el sur de la Isla Mocha, consolidándose una operación en la parte oceánica. Durante 1995 se aprecia una fuerte operación al norte de los 34° S, por fuera de los 72° 20' W y que se asocia con el desplazamiento de la flota con base en la VIII Región a operar en esta área, lo que se reflejó en las capturas obtenidas en la Zona de San Antonio durante este año.

En relación al radio estándar, éste aumenta significativamente entre los años 1983-90 reflejando el aumento de la cobertura espacial de este estrato de bodega. A partir de 1991, el radio estándar disminuye, no obstante que el área cubierta por la flota continua incrementándose, la disminución de este índice se debería a la importante baja de los valores medios de VPj por cuadrícula, lo que se traduce es una menor dispersión de los datos

En el período 1983-90 los CG del estrato 2 también se situán relativamente costeros, entre los 36°25' y 36°50'S y alrededor de la longitud 73°30'W. En 1991, éste se localiza aproximadamente 10 mn más al oeste y al norte de la ubicación anterior. De 1992 en adelante se observa que los CG se localizan en zonas bastante más oceánicas, fuera de los 74°30'S, hecho que está asociado a la mayor cobertura espacial que tienen estas embarcaciones para incursionar zonas más alejadas de la costa.

Con respecto al estrato 3, también se detecta un importante aumento en el NCC, lo que está reflejando su expansión del área de operación, situación relacionada directamente con el ingreso de un gran número de embarcaciones que conforman este estrato de bodega; a su vez, estas naves incursionan preferentemente hacia el área sur y por fuera de las 30-40 millas de la costa. Asimismo el área cubierta por las unidades que conforman este estrato aumenta en forma sostenida su cobertura espacial, pasando de 1.900 mn² (1988) a 89.000 mn² (1995). En relación a los VPj se aprecia un incremento principalmente en los dos últimos años, alcanzando los 2.361 viajes en 1995; además se observa una similitud de la media (dato) de los VPj en el período de estudio, excepto en los dos últimos años en que se detecta un leve incremento. Por su parte, los VPj máximos presentan una tendencia fluctuante, de 10 a 72 viajes (Tabla 1).

En cuanto al radio estándar, éste presenta una tendencia ascendente en el período analizado reflejando claramente la expansión espacial de las naves que conforman este estrato (Tabla 1), dicha expansión también está relacionada con la incorporación de nuevas unidades de pesca, pasando de 1 (1988) a 34 (1995). Los CG, en los dos primeros años en que inician su operación se situán costeros, aproximadamente a 30 mn de la costa, pero bien distantes entre ellos, en 1988 se localiza en los 35°40'S y en 1989 en los 36°20'S.

Durante 1990 y 1991, éstos se alejan hacia el oeste, situándose entre los 36°15' y 36°35'S y por los 73°40'W, para presentar una ubicación totalmente oceánica en los últimos años analizados, por sobre los 74°40'W.

Finalmente, el estrato 4 desde sus inicios operó preferentemente por fuera de los 73° W, localizándose en los primeros tres años principalmente entre los 35° y 36° S, incursionando al sur de la Isla Mocha a partir de 1992. Al igual que en el estrato 3 se aprecia un gran incremento del número de cuadrículas con pesca, de 8 (1989) a 187 en 1995 y del número de unidades que constituyen este estrato de 1 a 12, respectivamente. Asimismo, se aprecia un aumento en los valores máximos de VPj por cuadrícula alcanzando los 20 viajes en el último año (Tabla 1). La media del esfuerzo por cuadrícula fue estable entre 2 y 4 VPj y el incremento del esfuerzo corresponde a una expansión latitudinal y longitudinal del área (Fig. 2) y al ingreso de nuevas naves pesqueras.

Entre 1989-93 el radio estándar se mantiene relativamente estable, lo que es concordante con la media del dato (Tabla 1) y la distribución del esfuerzo de pesca (Fig. 2). Posteriormente, el radio estándar se duplica lo cual está directamente relacionado con la mayor área cubierta por este estrato y por un importante ingreso de nuevas unidades. En relación a los CG, en 1989 cuando inicia operación este estrato éste es costero. En el periodo 1990-92 los CG se sitúan próximos a los 36°S y por fuera de los 73°30'W. En los dos años siguientes, éste encuentra más al sur (37°S) y más al oeste, alrededor de los 75°W y en 1995 el CG nuevamente se sitúa al norte, en los 35°20'S y 74°45'W.

2. Elección de la unidad de esfuerzo y de la característica de la embarcación más asociada al poder de pesca

Los resultados obtenidos, al relacionar las capturas con las características geométricas, funcionales y operacionales de las embarcaciones a través del modelo de regresión múltiple (Carlson, 1975), indican que los viajes con pesca (VPj) y la capacidad de bodega (CB) son las variables que mayormente explican la variabilidad de las capturas anuales para el período analizado (Tabla 2), lo que confirma lo encontrado por Böhm *et al.* (1996).

En la Tabla 2 se aprecia que los VPj y la CB representan el mejor grado de ajuste del modelo. Con respecto a la prueba F, se destaca que el modelo que contiene estas variables

alcanza el mayor valor con un $F = 14.362$. Con respecto al test de Durbin-Watson, éste indica que no existe correlación entre la CB y VPj dado que la zona de aceptación ($d_U \dots 4-d_U$) está en el intervalo 1,65 a 2,35, con un nivel de significancia de 0,01 (Gujarati, 1981).

Asimismo, en el anexo 1 se entrega el gráfico de la relación entre las capturas anuales observadas y estimadas a través del mejor ajuste.

El modelo de Carlson consiste en asumir que las capturas anuales son explicadas a través de un modelo multiplicativo, pero para los efectos prácticos este modelo es linearizado (ver punto II. 5). Cabe destacar que los valores negativos de la constante de regresión (intercepto), los cuales ya han sido estimados en otros estudios (Böhm *et al.*, 1996 y Caballero *et al.*, 1992), solamente indican que el intercepto se sitúa bajo el punto de origen (se debe tener presente que los valores negativos son un logaritmo natural de números menores a 1, por lo que la "constante real" es positiva).

En cuanto a la otra variable de esfuerzo analizada (VTj), los modelos en los cuales se incluye alcanzan valores de R^2 y F bastante inferiores, que los que incluyen al VPj, logrando su mejor ajuste con la CB: $R^2 = 0,81$ y $F = 3.360$ (Tabla 2).

Tabla 2

Modelo de Carlson (1975) ajustado a la pesquería de jurel de la Zona Centro-Sur en el período 1983-95.

MODELO	n	R ²	F	D-W
$C_j = -3,05*VP_j^{0,795}*CB^{0,392}$	1.586	0,95	14.362	1,86
$C_j = -7,83*VT_j^{0,670}*CB^{0,620}$	1.586	0,81	3.360	1,55
$C_j = -1,26*VP_j^{0,800}*TRN^{0,360}$	1.586	0,93	10.316	1,49
$C_j = -5,08*VT_j^{0,670}*TRN^{0,593}$	1.586	0,77	2.689	1,39
$C_j = -4,94*VP_j^{0,690}*TRG^{0,566}$	1.586	0,82	3.526	1,34
$C_j = -6,04*VT_j^{0,680}*TRG^{0,610}$	1.586	0,80	3.150	1,38
$C_j = -4,06*VP_j^{0,810}*HP^{0,380}$	1.586	0,94	12.860	1,87
$C_j = -9,36*VT_j^{0,686}*HP^{0,603}$	1.586	0,78	2.876	1,39

C _j	= captura de jurel.
VP _j	= viajes con pesca de jurel.
CB	= capacidad de bodega.
VT _j	= viajes totales.
TRG	= tonelaje de registro grueso.
TRN	= tonelaje de registro neto.
HP	= potencia motor.
F	= test F.
D-W	= estadístico de Durbin-Watson estimado de la regresión.

En relación a los sensibles cambios de los coeficientes de regresión (entre el informe de avance y el pre-informe final), éstos se debieron a una equivocación en la edición del primer documento.

3. Clasificación de la flota por categorías de embarcación

De acuerdo con la propuesta metodológica se procedió a aplicar el test Newmann-Keuls (SNK), para confirmar si las categorías de embarcación seleccionadas por Böhm *et al.* (1996) para el período 1983-93, se mantienen al incorporar la información operacional de 1994 y 1995 (Anexo 2). El resumen de los resultados del test se presentan en la Tabla 3, la

que muestra el valor del estadístico del test $LSR(x_i - x_f)$, entre distintas clases de bodega, cuando la hipótesis nula no es aceptada.

Tabla 3

Resumen de los resultados obtenidos para categorizar las embarcaciones de la pesquería de jurel centro-sur.

CB (m ³)	100	250	350	550	600	750	910	1100	1500
CPUE (t/VPj)	32.9	90.7	139.3	219.5	249.2	326.9	418.7	518.1	770.9
LSR-(x _i -x _f)		-7.42	-14.2	-20.49	-7.01	-35.11	-2.17	-39.06	-1.61

CPUE = captura por unidad de esfuerzo (t/VPj).
 LSR = varianza promedio ponderada.
 (x_i-x_f) = diferencia de los rendimientos promedios de la capacidad de bodega.
 LSR (x_i-x_f) = estadístico del test.

H₀ : conforman una misma categoría de embarcaciones.

H₁ : conforman distintas categorías de embarcaciones.

Se acepta H₀ si el valor del estadístico del test > 0.

Las categorías de embarcación resultantes se presentan en la Tabla 4. La categorización difiere de la realizada por Böhm *et al.* (1996), que define 9 categorías de embarcación, para el período 1983-93. Esta diferencia se produce al incorporar la información de la pesquería de 1994 y 1995, donde la actividad extractiva desarrollada por las embarcaciones de mayor tamaño muestra un mejor desempeño operacional asociado a la mayor cobertura espacial.

Tabla 4

Categorías de embarcación seleccionadas para la pesquería de jurel centro-sur en el período 1983-95.

Categoría	Rango de bodega (m ³)
1	< 249
2	250 - 349
3	350 - 500
4	501 - 599
5	600 - 749
6	750 - 849
7	850 - 909
8	910 - 1099
9	1100 - 1500
10	> 1500

4. Selección de la categoría estándar

Para la selección de la categoría patrón se consideraron los aspectos señalados en el punto II.7 de Materiales y Métodos. En la Tabla 5 se presenta el resumen operacional de la flota cerquera que se consideró para la selección de la categoría estándar.

Al analizar la información se aprecia que las embarcaciones agrupadas en la categoría 3 (350 - 500 m³) cumplen con las consideraciones tomadas en cuenta para elegir la categoría patrón. Al respecto, dicha categoría está presente en la pesquería durante todo el período de estudio, es la más representativa en cuanto al número de embarcaciones, excepto al entre 1983-86 que es sobrepasada por las categorías N° 1 y 2, las cuales se desferfilan notablemente a continuación. Además presenta una buena cobertura geográfica, siendo sólo superada por la categoría N° 5 en los últimos años.

Tabla 5

Resumen operacional de la flota cerquera industrial que operó sobre el jurel en la Zona Centro-Sur en el período 1983-95.

Años	Categorías	Nº	Nº*CB	CJUR	VPj	NCUAD	DR
1983	Nº 1	48	6.415	261.826	4.598	39	0,42
	Nº 2	8	2.190	148.647	1.224	29	0,57
	Nº 3	8	2.520	85.397	664	34	0,60
	Nº 5	2	1.200	4.937	26	7	0,33
1984	Nº 1	40	5.515	177.268	2.811	42	0,50
	Nº 2	12	3.230	172.135	1.572	40	0,61
	Nº 3	18	6.800	198.565	1.474	47	0,67
	Nº 5	3	1.850	53.026	286	30	0,44
1985	Nº 1	40	5.910	112.674	2.046	34	0,54
	Nº 2	22	6.054	225.763	2.187	42	0,59
	Nº 3	25	9.746	370.747	2.587	46	0,65
	Nº 4	4	2.245	2.197	25	6	0,82
	Nº 5	5	3.150	140.260	649	39	0,40
	Nº 6	1	750	329	2	2	-
1986	Nº 1	33	4.690	98.364	1.929	49	0,55
	Nº 2	19	5.160	191.899	2.066	56	0,67
	Nº 3	30	11.696	504.015	3.324	68	0,67
	Nº 4	5	2.795	60.633	437	36	0,79
	Nº 5	8	5.200	195.560	955	57	0,42
1987	Nº 1	26	4.015	78.082	1.305	51	0,50
	Nº 2	17	4.590	235.022	2.116	68	0,61
	Nº 3	31	12.396	621.739	3.708	96	0,62
	Nº 4	6	3.345	119.419	625	56	0,71
	Nº 5	11	7.280	264.231	986	71	0,42
	Nº 6	2	1.500	22.747	105	27	0,36

- Nº = número de barcos.
 Nº*CB = capacidad de bodega acumulada (m³).
 CJUR = captura de jurel (t).
 VPj = viajes con pesca de jurel.
 NCUAD = número de cuadrículas visitadas.
 DR = dispersión relativa de la CPUE.

Continuación Tabla 5

Años	Categorías	Nº	Nº*CB	CJUR	VPj	NCUAD	DR
1988	Nº 1	23	3.415	38.271	744	52	0,70
	Nº 2	19	5.170	222.490	2.117	82	0,65
	Nº 3	36	14.477	601.202	3.650	118	0,67
	Nº 4	7	3.895	112.149	600	70	0,70
	Nº 5	17	11.250	396.337	1.583	117	0,40
	Nº 6	2	1.500	59.363	224	45	0,35
	Nº 7	1	850	8.912	45	19	0,43
1989	Nº 1	11	1.875	23.270	389	40	0,50
	Nº 2	16	4.370	144.715	1.496	77	0,69
	Nº 3	36	14.626	657.882	4.026	136	0,65
	Nº 4	12	6.620	207.645	1.056	95	0,77
	Nº 5	18	11.930	445.367	1.821	127	0,45
	Nº 6	3	2.250	53.746	207	46	0,41
	Nº 7	1	850	29.349	110	25	0,45
	Nº 8	4	3.930	109.648	282	78	0,51
	Nº 9			3.273			0,48
1990	Nº 1	23	3.680	34.005	741	56	0,60
	Nº 2	18	4.859	102.198	1.247	100	0,76
	Nº 3	35	14.187	571.839	3.799	159	0,73
	Nº 4	11	6.050	173.984	828	106	0,77
	Nº 5	25	16.300	605.749	2.587	165	0,51
	Nº 6	4	3.000	65.990	275	69	0,54
	Nº 7	1	850	26.590	82	26	0,47
	Nº 8	7	6.780	242.431	633	133	0,56
	Nº 9	2	2.500	33.971	93	58	0,63
1991	Nº 1	21	3.300	15.418	260	38	0,53
	Nº 2	27	7.826	91.748	834	119	0,67
	Nº 3	47	19.187	585.962	3.427	219	0,66
	Nº 4	13	7.180	226.698	934	154	0,67
	Nº 5	31	20.140	840.174	3.054	221	0,41
	Nº 6	4	3.000	114.604	303	84	0,44
	Nº 7	1	850	31.774	79	29	0,37
	Nº 8	4	8.690	276.452	658	129	0,42
	Nº 9	3	3.600	145.433	286	72	0,46
1992	Nº 1	29	4.300	14.951	292	74	0,63
	Nº 2	22	6.336	70.534	628	143	0,70
	Nº 3	46	18.887	488.545	2.233	299	0,61
	Nº 4	15	8.250	199.846	641	211	0,56
	Nº 5	31	20.280	884.768	2.449	336	0,40
	Nº 6	5	3.810	104.998	226	107	0,47
	Nº 7	3	2.550	117.513	224	109	0,33
	Nº 8	10	9.690	397.183	713	184	0,38
	Nº 9	3	3.600	162.439	258	88	0,47

Continuación Tabla 5

Años	Categorías	Nº	Nº*CB	CJUR	VPj	NCUAD	DR
1993	Nº 1	21	3.300	14.990	275	65	0,70
	Nº 2	20	5.179	64.541	644	142	0,72
	Nº 3	47	18.957	369.904	1.982	281	0,69
	Nº 4	14	7.700	208.040	689	202	0,55
	Nº 5	35	22.890	781.896	2.295	328	0,42
	Nº 6	9	6.810	182.297	403	157	0,40
	Nº 7	7	5.950	93.728	214	118	0,47
	Nº 8	15	14.640	413.858	782	200	0,40
	Nº 9	4	4.900	146.913	243	87	0,42
1994	Nº 1	14	2.203	8.642	77	48	0,85
	Nº 2	13	3.449	33.736	313	111	0,58
	Nº 3	41	16.482	281.687	1.293	300	0,67
	Nº 4	11	6.050	237.786	727	244	0,67
	Nº 5	35	23.007	990.313	2.534	395	0,49
	Nº 6	8	6.180	267.510	543	215	0,48
	Nº 7	8	6.800	278.500	570	230	0,51
	Nº 8	23	22.559	843.352	1.575	320	0,58
	Nº 9	6	7.255	232.253	378	123	0,59
	Nº 10	1	1.700	71.912	91	48	0,60
1995	Nº 1	13	2.103	4.442	91	45	0,89
	Nº 2	16	4.559	46.850	473	134	0,70
	Nº 3	40	16.242	313.898	1.549	318	0,73
	Nº 4	12	6.600	278.539	741	250	0,53
	Nº 5	37	24.317	938.934	2.447	409	0,53
	Nº 6	10	7.720	357.353	722	255	0,55
	Nº 7	8	6.800	341.746	649	214	0,47
	Nº 8	26	25.539	951.008	1.648	335	0,53
	Nº 9	7	8.555	341.646	524	160	0,54
	Nº 10	5	7.900	159.452	204	100	0,56

En relación a las capturas, hasta 1989 esta categoría se ubicó en primer lugar, siendo superada sólo por la categoría 5 entre 1990-93, mientras que en 1994-95 si bien es sobrepasada por otras categorías, sigue representando niveles considerables. En términos del esfuerzo de pesca, la categoría 3 es superada solamente por la categoría 5 desde 1992 y por la categoría 8 desde 1994. Con respecto a los aspectos tecnológicos, se debe considerar que gran parte de las unidades que conforman esta categoría ingresaron a la pesquería a mediados de la década de los 80. Luego, por sus características es probable

que esta categoría presente menos desarrollo tecnológico que las superiores, lo cual en todo caso será ponderado a través de su índice de desarrollo tecnológico.

Respecto al índice de dispersión relativa (DR), que es el coeficiente entre la desviación estándar de la CPUE y su media, no se puede desconocer que resulta bastante alta para la categoría N° 3. No obstante, se estima que esto no puede ser considerado más importante que las otras características favorables que presenta esta categoría para ser elegida como patrón.

Finalmente, cabe señalar que en la categoría seleccionada como patrón, las embarcaciones de 350 m³ de CB representan aproximadamente un tercio del total de barcos que componen dicha categoría.

5. Índice del desarrollo tecnológico

Respecto al desarrollo tecnológico de las embarcaciones de la categoría patrón, se analizó suficiente información sobre el tamaño de las redes y el alcance de los sonares (Tabla 6). Cabe destacar que para el período de estudio los nuevos datos recopilados fortalecen la información obtenida por Böhm *et al.* (1996), lo que se traduce en un cálculo más confiable del IDT_a (Tabla 7). En todo caso, la tendencia de este nuevo cálculo no difiere del estimado por estos autores para el período 1983-93.

En relación al índice promedio por viaje, se estimó conveniente analizar el efecto que podría tener el considerar un aumento de la duración promedio del viaje en el período 1983-95. Al respecto, si bien esta situación está constatada (Tabla 8), es difícil profundizar mayormente el análisis con la información disponible, ya que podrían ser diferentes los factores que estarían incidiendo en la mayor duración de éstos. En este sentido, la mayor capacidad de bodega de los barcos les permite contar con una mayor autonomía y por ende operar en zonas de pesca más alejadas de la costa, de esta manera se aumenta considerablemente el

tiempo que existe entre el zarpe y el arribo a la zona de pesca, el cual generalmente se utiliza en navegación y no en prospección.

Tabla 6

Número de redes (NR), sonares (NS) y empresas pesqueras (NE) analizadas para el cálculo del desarrollo tecnológico (IDT_a) de los barcos de la categoría patrón de la Zona Centro-Sur.

Años	NR/NE	NS/NE
1983	5/2	4/3
1984	8/4	5/2
1985	7/4	11/3
1986	6/2	4/2
1987	2/1	4/2
1988	2/1	7/3
1989	3/2	10/4
1990	20/9	29/9
1991	19/9	26/9
1992	18/9	26/9
1993	22/9	26/9
1994	18/9	26/9
1995	18/9	26/9

Tabla 7

Indice anual del desarrollo tecnológico (IDT_a), del alcance de los sonares (IAS_a) y del volumen de redes (IVR_a) estimado para los barcos de la categoría patrón en el período 1983-95.

Años	IDT_a	IAS_a	IVR_a
1983	1,000	1,000	1,000
1984	1,144	1,056	1,084
1985	1,278	1,000	1,278
1986	1,399	1,000	1,399
1987	1,507	1,000	1,507
1988	1,600	1,000	1,600
1989	1,680	1,000	1,680
1990	1,745	1,070	1,631
1991	1,797	1,096	1,639
1992	1,836	1,096	1,675
1993	1,860	1,096	1,697
1994	1,871	1,096	1,707
1995	1,867	1,117	1,671

Tabla 8

Indice anual de la duración promedio por categoría de embarcación (IDV_c) y de la duración promedio de la flota (IDV_{pr}) en el período 1983-95.

Año	Categorías de embarcación (IDV_c)										IDV_{pr}	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1983	1,00	1,00	1,00	n/o	1,00							
1984	1,02	1,03	0,98	n/o	1,00	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	1,01
1985	1,03	1,06	0,98	1,00	1,08	1,00	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	1,03
1986	1,17	1,22	1,11	0,84	0,84	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	1,12
1987	1,12	1,16	1,06	0,81	1,18	1,00	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	1,06
1988	1,11	1,17	1,10	0,83	1,31	1,10	1,00	n/o	n/o	n/o	n/o	1,09
1989	1,05	1,20	1,10	0,77	1,31	1,30	1,10	1,00	1,00	n/o	n/o	1,09
1990	0,97	1,19	1,22	0,89	1,40	1,67	1,16	1,00	1,00	n/o	n/o	1,17
1991	0,87	1,24	1,35	0,98	1,53	1,73	1,42	1,07	0,87	n/o	n/o	1,23
1992	1,29	1,55	2,00	1,38	2,22	2,31	1,65	1,38	1,08	n/o	n/o	1,43
1993	1,34	1,85	2,17	1,62	2,56	2,39	1,75	1,48	1,10	n/o	n/o	1,81
1994	1,97	1,77	2,34	1,64	2,56	2,29	1,73	1,49	1,10	1,00	1,00	1,79
1995	1,79	2,20	2,25	1,74	2,57	2,41	1,80	1,47	1,13	1,02	1,02	1,84

n/o: no registra operación

Al respecto, FAO (1982) recomienda utilizar el tiempo de búsqueda como unidad de esfuerzo, el cual no integra los tiempos de navegación y de manipulación de las artes. No obstante, esta información no está disponible para el período analizado y tampoco es registrada actualmente por las embarcaciones, ya que requiere que los patrones de pesca lleven un control riguroso de los tiempos empleados en cada etapa de una salida de pesca. El poder disponer de información sobre tiempos de búsqueda efectivo es valioso, ya que se podría estimar el efecto que tendría sobre la mortalidad por pesca. Luego, se debe considerar que el aumento de las horas fuera de puerto incluye tiempos de navegación que no poseen incidencia directa en la mortalidad por pesca, pero teniendo en cuenta que los desplazamientos también cubren un esfuerzo de localización de las mejores áreas de pesca (Laurec y Le Guen, 1981).

Sin embargo, por la escasa información recopilada no es factible profundizar mayormente el análisis, más bien se entrega como una primera incursión en este tema que resultaría interesante de seguir estudiando. Por lo anterior, se propone continuar trabajando por ahora sólo con el índice de desarrollo tecnológico (IDT_a) hasta que no existan antecedentes suficientes que permitan mejorar la estimación de los índices de duración u otro que refuerze el esfuerzo desarrollado por la flota.

6. Estimación de poderes de pesca

En la Tabla 9a se presentan los poderes de pesca estimados para las diez categorías de embarcación que componen la flota y para los tres cuatrimestres en que fue dividido el año; en la Tabla 9b se entregan los respectivos intervalos de confianza. Se puede apreciar que al inicio del período de estudio sólo registran operación las tres primeras categorías seleccionadas, integrándose en la medida que transcurren los años las categorías de barcos de mayor capacidad de bodega. Al respecto, a partir de 1994 se incorporan a la pesquería centro-sur embarcaciones superiores a 1.500 m^3 de CB (categoría 10), las cuales presentan los mayores poderes de pesca. En términos generales, se puede señalar que a medida que

aumenta la CB de los barcos también se incrementa el poder de pesca de éstos, no detectándose una tendencia definida entre los cuatrimestres.

7. Estimación de los factores de abundancia

Los factores de abundancia para las 6 subzonas de pesca se entregan en la Tabla 10 y sus intervalos de confianza en Anexo 3. Se destaca que estos factores son característicos para cada subzona de pesca y son proporcionales a la abundancia y capturabilidad local del stock. Se destaca que al inicio del período de estudio sólo se registra operación en dos subzonas de pesca, la subzona patrón y la subzona 5 (Fig. 1b). En los primeros años las capturas se logran, mayoritariamente, en la subzona patrón desplazándose la flota de manera esporádica a la subzona 5 (Fig. 3). A partir de 1985, se introduce la subzona 4 a la actividad extractiva de la flota, y en 1987, con la operación de la flota cerquera industrial en el puerto de San Antonio, se integran las subzonas 1 y 2 a la pesquería desarrollada en la zona centro-sur (Fig. 3). Desde 1990, con el ingreso de unidades de mayor tamaño, la flota expande su operación hacia la subzona 6.

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 9a

Poderes de pesca por cuatrimestre y categorías de embarcación de la flota industrial que actúa sobre el jurel en la Zona Centro-Sur en el periodo 1983-95.

Año	Cuatrimestre	Categorías de embarcación									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1983	I	1,017	1,527	1,000	n/o						
	II	0,682	1,297	1,000	n/o						
	III	0,555	0,462	1,000	n/o	1,375	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
1984	I	0,367	0,444	1,000	n/o	1,323	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	II	1,003	1,344	1,000	n/o	2,437	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	III	0,692	1,414	1,000	n/o	2,070	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
1985	I	0,565	1,203	1,000	n/o	2,413	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	II	0,396	0,833	1,000	0,878	1,472	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	III	0,817	1,018	1,000	1,940	2,793	2,634	n/o	n/o	n/o	n/o
1986	I	0,625	1,077	1,000	n/o						
	II	0,521	0,878	1,000	1,958	2,593	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	III	n/o	0,848	1,000	1,537	2,052	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
1987	I	0,433	1,048	1,000	1,944	1,561	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	II	0,544	1,088	1,000	2,128	1,500	1,443	n/o	n/o	n/o	n/o
	III	0,518	0,833	1,000	1,062	2,345	2,562	n/o	n/o	n/o	n/o
1988	I	0,424	0,525	1,000	1,706	2,398	2,746	n/o	n/o	n/o	n/o
	II	0,501	0,975	1,000	1,837	2,531	2,639	2,470	n/o	n/o	n/o
	III	0,375	1,233	1,000	1,417	2,390	2,199	1,985	n/o	n/o	n/o
1989	I	0,473	0,748	1,000	2,446	2,671	1,933	2,625	2,093	n/o	n/o
	II	0,515	0,968	1,000	1,294	2,449	3,507	2,809	3,076	n/o	n/o
	III	0,827	1,017	1,000	1,554	2,118	3,964	2,163	2,547	2,501	n/o
1990	I	0,367	0,605	1,000	2,077	2,144	3,007	3,648	3,505	2,182	n/o
	II	0,327	0,998	1,000	2,373	2,304	2,112	3,939	4,700	4,661	n/o
	III	0,870	1,060	1,000	3,809	3,786	3,458	4,937	4,643	4,517	n/o
1991	I	0,510	0,981	1,000	2,141	2,532	3,156	4,122	3,064	3,530	n/o
	II	0,315	0,884	1,000	2,223	3,024	3,380	4,059	4,136	5,637	n/o
	III	0,368	0,900	1,000	2,044	1,781	2,049	n/o	3,209	3,634	n/o
1992	I	0,497	1,000	1,000	1,960	2,161	3,165	2,941	3,271	4,423	n/o
	II	0,365	0,896	1,000	2,494	2,815	3,418	3,902	4,128	4,976	n/o
	III	0,599	0,841	1,000	2,687	3,028	2,695	3,882	3,130	3,865	n/o
1993	I	0,363	0,984	1,000	2,362	2,527	3,209	4,402	4,407	4,639	n/o
	II	0,404	0,703	1,000	2,996	3,242	4,313	4,472	5,184	5,208	n/o
	III	0,604	1,012	1,000	2,634	3,188	5,330	3,703	4,682	4,715	n/o
1994	I	0,741	0,798	1,000	2,821	3,000	4,008	4,297	4,407	5,174	6,095
	II	0,685	0,805	1,000	2,958	3,455	4,212	4,394	4,870	5,063	5,847
	III	0,198	0,690	1,000	1,790	3,140	3,567	3,719	3,804	3,420	3,343
1995	I	0,455	0,765	1,000	2,975	3,489	4,616	4,501	5,014	5,719	5,913
	II	0,354	0,702	1,000	3,332	3,341	4,351	4,371	4,945	5,620	6,387
	III	0,315	0,873	1,000	3,217	3,592	3,874	5,330	5,056	5,310	5,961

n/o : no registra operación.

Tabla 9b

Intervalos de confianza de los poderes de pesca por cuatrimestre y categorías de embarcación de la flota industrial que actúa sobre el jurel en la Zona Centro-Sur en el período 1983-95.

Año	Período		Categorías de embarcación										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1983	I	Mín.	0,359	0,540	1,000	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	1,731	2,098	1,000	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	II	Mín.	0,257	0,490	1,000	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	1,456	1,868	1,000	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	III	Mín.	0,232	0,193	1,000	n/o	0,574	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	1,751	1,454	1,000	n/o	4,334	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
1984	I	Mín.	0,172	0,208	1,000	n/o	0,621	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	0,946	1,146	1,000	n/o	3,415	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	II	Mín.	0,331	0,443	1,000	n/o	0,804	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	1,778	2,043	1,000	n/o	2,891	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	III	Mín.	0,225	0,459	1,000	n/o	0,672	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	1,547	2,118	1,000	n/o	2,637	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
1985	I	Mín.	0,359	0,706	1,000	n/o	1,415	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	1,490	1,967	1,000	n/o	2,940	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	II	Mín.	0,396	0,833	1,000	0,878	1,472	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	0,396	0,833	1,000	0,878	1,472	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	III	Mín.	0,269	0,336	1,000	0,640	0,921	0,869	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	0,884	1,791	1,000	2,507	3,168	3,045	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
1986	I	Mín.	0,463	0,575	1,000	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	0,856	1,183	1,000	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	II	Mín.	0,392	0,662	1,000	1,475	1,954	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	0,701	1,183	1,000	2,638	3,493	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	III	Mín.	n/o	0,473	1,000	1,077	1,438	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	n/o	1,113	1,000	2,259	3,016	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
1987	I	Mín.	0,160	0,522	1,000	0,873	0,701	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	1,700	2,466	1,000	5,393	4,328	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	II	Mín.	0,320	0,610	1,000	1,253	1,500	0,744	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	1,008	2,154	1,000	3,940	1,500	3,223	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	III	Mín.	0,199	0,390	1,000	0,544	1,274	1,392	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	1,891	2,160	1,000	2,389	4,855	5,303	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
1988	I	Mín.	0,201	0,273	1,000	0,810	1,244	1,303	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	1,074	1,162	1,000	4,321	5,306	6,957	n/o	n/o	n/o	n/o	n/o
	II	Mín.	0,363	0,783	1,000	1,444	2,034	2,120	1,791	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	0,643	1,229	1,000	2,370	3,191	3,327	3,171	n/o	n/o	n/o	n/o
	III	Mín.	0,182	0,717	1,000	0,797	1,463	1,328	0,962	n/o	n/o	n/o	n/o
		Máx.	0,920	2,323	1,000	2,792	4,198	3,934	4,871	n/o	n/o	n/o	n/o
1989	I	Mín.	0,197	0,429	1,000	1,323	1,445	0,964	1,310	1,132	n/o	n/o	n/o
		Máx.	1,478	1,432	1,000	5,090	5,558	4,533	6,156	4,355	n/o	n/o	n/o
	II	Mín.	0,292	0,612	1,000	0,817	1,547	2,215	1,707	1,943	n/o	n/o	n/o
		Máx.	1,002	1,632	1,000	2,182	4,129	5,913	4,984	5,186	n/o	n/o	n/o
	III	Mín.	0,539	0,663	1,000	1,112	1,569	2,586	1,411	1,823	1,790	n/o	n/o
		Máx.	1,199	1,474	1,000	2,236	2,931	5,749	3,137	3,667	3,600	n/o	n/o
1990	I	Mín.	0,174	0,329	1,000	1,071	1,181	1,551	1,882	1,932	1,186	n/o	n/o
		Máx.	0,931	1,252	1,000	4,630	4,345	6,703	8,134	7,105	4,511	n/o	n/o
	II	Mín.	0,213	0,710	1,000	1,687	1,689	1,501	2,570	3,445	3,313	n/o	n/o
		Máx.	0,528	1,452	1,000	3,452	3,232	3,072	6,370	6,592	6,780	n/o	n/o
	III	Mín.	0,604	0,790	1,000	2,914	2,897	2,578	3,430	3,552	3,368	n/o	n/o
		Máx.	1,216	1,456	1,000	5,079	5,049	4,748	6,901	6,191	6,202	n/o	n/o

n/o : no registra operación

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Continuación Tabla 9b.

Año	Período		Categorías de embarcación									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1991	I	Mín.	0,286	0,580	1,000	1,262	1,544	1,771	2,318	1,868	1,981	n/o
		Máx.	1,008	1,808	1,000	3,952	4,472	6,235	8,122	5,411	6,973	n/o
	II	Mín.	0,239	0,686	1,000	1,782	2,425	2,559	3,073	3,211	4,382	n/o
		Máx.	0,425	1,159	1,000	2,811	3,824	4,561	5,478	5,422	7,382	n/o
	III	Mín.	0,250	0,633	1,000	1,440	1,310	1,392	n/o	2,260	2,469	n/o
		Máx.	0,567	1,326	1,000	3,006	2,488	3,151	n/o	4,719	5,588	n/o
1992	I	Mín.	0,168	0,373	1,000	0,725	0,783	1,147	1,036	1,211	1,179	n/o
		Máx.	0,468	0,843	1,000	1,640	1,857	2,720	2,621	2,738	5,815	n/o
	II	Mín.	0,302	0,764	1,000	2,143	2,432	2,937	3,353	3,548	4,276	n/o
		Máx.	0,445	1,059	1,000	2,920	3,279	4,002	4,568	4,833	5,826	n/o
	III	Mín.	0,337	0,474	1,000	1,651	1,908	1,657	2,190	1,922	2,182	n/o
		Máx.	1,176	1,652	1,000	4,696	5,120	4,706	7,615	5,476	7,573	n/o
1993	I	Mín.	0,270	0,747	1,000	1,796	1,949	2,389	3,277	3,345	3,521	n/o
		Máx.	0,500	1,325	1,000	3,173	3,338	4,419	6,061	5,932	6,244	n/o
	II	Mín.	0,281	0,497	1,000	2,119	2,293	3,051	3,163	3,667	3,528	n/o
		Máx.	0,604	1,029	1,000	4,383	4,743	6,311	6,543	7,584	8,033	n/o
	III	Mín.	0,401	0,702	1,000	1,941	2,372	3,966	2,755	3,483	3,474	n/o
		Máx.	0,956	1,515	1,000	3,671	4,392	7,343	5,102	6,449	6,571	n/o
1994	I	Mín.	0,541	0,582	1,000	2,092	2,225	2,972	3,187	3,268	3,837	4,520
		Máx.	1,043	1,124	1,000	3,901	4,148	5,542	5,943	6,094	7,155	8,429
	II	Mín.	0,520	0,611	1,000	2,276	2,659	3,241	3,382	3,748	3,897	4,439
		Máx.	0,922	1,083	1,000	3,918	4,576	5,579	5,821	6,451	6,707	7,869
	III	Mín.	0,083	0,394	1,000	1,089	1,910	2,067	2,126	2,314	1,979	1,694
		Máx.	0,612	1,329	1,000	3,170	5,559	6,743	7,161	6,735	6,475	7,654
1995	I	Mín.	0,335	0,579	1,000	2,322	2,724	3,604	3,468	3,914	4,465	4,557
		Máx.	0,635	1,034	1,000	3,876	4,546	6,015	5,955	6,533	7,451	7,820
	II	Mín.	0,266	0,538	1,000	2,587	2,594	3,379	3,394	3,840	4,364	4,960
		Máx.	0,481	0,935	1,000	4,368	4,380	5,704	5,730	6,483	7,368	8,373
	III	Mín.	0,185	0,536	1,000	2,083	2,325	2,451	3,372	3,273	3,438	3,859
		Máx.	0,588	1,529	1,000	5,255	5,867	6,518	8,967	8,259	8,674	9,736

Tabla 10

Factores de abundancia por cuatrimestre y subzonas de pesca de la flota industrial que actúa sobre el jurel en la Zona Centro-Sur en el periodo 1983-95.

Año	Cuatrimestre	Subzonas de pesca					
		1	2	3	4	5	6
1983	I	n/o	n/o	1,000	n/o	1,029	n/o
	II	n/o	n/o	1,000	n/o	0,560	n/o
	III	n/o	n/o	1,000	n/o	n/o	n/o
1984	I	n/o	n/o	1,000	n/o	0,372	n/o
	II	n/o	n/o	1,000	n/o	1,693	n/o
	III	n/o	n/o	1,000	n/o	1,302	n/o
1985	I	n/o	n/o	1,000	1,804	n/o	n/o
	II	n/o	n/o	1,000	2,315	0,711	n/o
	III	n/o	n/o	1,000	n/o	1,900	n/o
1986	I	n/o	n/o	1,000	n/o	1,202	n/o
	II	n/o	n/o	1,000	1,089	0,888	n/o
	III	n/o	n/o	1,000	1,924	0,950	n/o
1987	I	0,908	0,320	1,000	0,155	0,765	n/o
	II	0,718	1,088	1,000	1,298	0,790	n/o
	III	1,020	0,659	1,000	0,594	0,854	n/o
1988	I	0,812	n/o	1,000	0,450	1,081	n/o
	II	1,446	n/o	1,000	1,311	1,332	n/o
	III	1,948	n/o	1,000	1,376	0,903	n/o
1989	I	0,847	0,094	1,000	0,808	1,155	1,432
	II	1,298	0,729	1,000	0,996	1,145	n/o
	III	1,139	n/o	1,000	1,582	0,984	n/o
1990	I	1,578	n/o	1,000	1,128	1,112	1,924
	II	1,277	0,230	1,000	1,399	1,138	0,896
	III	1,088	n/o	1,000	1,652	1,104	n/o
1991	I	1,024	1,026	1,000	1,015	0,988	n/o
	II	0,935	1,113	1,000	1,007	1,028	0,804
	III	1,005	0,346	1,000	0,914	0,951	1,022
1992	I	0,789	0,566	1,000	1,361	1,113	1,499
	II	1,067	1,107	1,000	1,133	1,019	0,926
	III	0,675	1,029	1,000	1,089	1,069	1,493
1993	I	1,032	1,045	1,000	1,255	1,183	1,601
	II	0,955	1,162	1,000	1,307	1,051	1,517
	III	0,952	0,990	1,000	1,084	0,920	0,713
1994	I	0,806	1,091	1,000	0,936	1,187	1,206
	II	0,845	1,082	1,000	1,053	1,102	1,068
	III	0,690	0,696	1,000	0,802	1,039	0,777
1995	I	1,000	1,358	1,000	1,398	1,247	1,309
	II	1,134	1,138	1,000	0,958	1,186	1,091
	III	1,366	1,355	1,000	1,010	0,871	0,575

n/o : no registra operación.

8. Estimación anual del esfuerzo de pesca estandarizado

En la Tabla 11 se presentan las capturas anuales y las estimaciones del esfuerzo total anual realizado por la flota cerquera industrial en la zona centro-sur. La estimación, que se propone utilizar en la pesquería de jurel, dice relación con el esfuerzo de pesca estandarizado a través de los poderes de pesca estimados cuatrimestralmente por categoría de embarcación y corregidos por el IDT_a , (VCPEc).

Tabla 11

Capturas y esfuerzos de pesca estandarizados de la flota industrial que actúa sobre el jurel en la Zona Centro-Sur en el período 1983-95.

Años	Captura (t)	VCPEc
1983	500.807	5.835
1984	600.348	4.859
1985	825.744	7.527
1986	1.050.471	7.772
1987	1.341.468	9.470
1988	1.438.784	11.264
1989	1.676.520	13.613
1990	1.859.508	18.124
1991	2.329.367	19.206
1992	2.471.784	15.991
1993	2.391.509	18.788
1994	3.259.519	25.739
1995	3.733.868	31.196

Se puede apreciar que entre 1983 y 1995 las capturas muestran una notable y sostenida tendencia al aumento, alcanzando 3,73 millones de t en el último año analizado. Esta tendencia también se aprecia al analizar los esfuerzos estandarizados, particularmente los mayores incrementos del esfuerzo se ejercen en los últimos años y dicen relación con el ingreso de unidades de mayor tamaño, las que presentan poderes de pesca bastante altos.

9. Distribución espacio-temporal de la captura, esfuerzo estándar y CPUE

En las figuras 3, 4 y 5 se presentan, para el período 1983-95, las distribuciones espaciales y anuales de las capturas, esfuerzo estándar y CPUE para el recurso jurel extraído por la flota cerquera industrial en la Zona Centro-Sur. Asimismo, en las figuras 6, 7 y 8 se muestra la distribución anual de los centros de gravedad de los mismos indicadores y en las tablas 12, 13a y 13b se entregan los datos estadísticos de las cartografías de captura, esfuerzo estándar y CPUE. Al respecto, éstas incluyen los valores mensuales y anuales de la sumas (medias en el caso de la CPUE), mínimos, máximos e índices de ocupación del período de estudio. Finalmente, en el anexo 4 y 5 se presentan las coordenadas geográficas de los centros de gravedad de las capturas y de la CPUE, tanto a nivel mensual como anual.

En el período 1983-85 la pesquería se desarrolla en un área netamente costera ocupando en estos años casi sin variación, una reducida zona ubicada frente a Talcahuano y en el Golfo de Arauco, con un radio de acción de aproximadamente 60 millas desde el puerto y con un índice de ocupación anual (IOC) del 10% (Figs. 3 a 5 y Tabla 12). Durante 1986, comienza a observarse un leve aumento en el área de acción de la flota, la que extiende sus límites latitudinales hasta los 35°S por el norte y los 38°30'S por el sur; lo cual se refleja en el incremento del IOC (14%) y en una nueva alza de las capturas anuales, superando ya la barrera del millón de toneladas.

A partir de 1987, a pesar de mantenerse los mejores rendimientos en la zona costera comprendida entre el Golfo de Arauco y Constitución, se observan los primeros intentos por expandir longitudinalmente el área de operación de la pesquería, los cuales, aunque no representan grandes niveles de captura sí anticipan buenos rendimientos de pesca, reflejándose en el alejamiento de la costa del CG de la CPUE pero no en el de la captura ni en el esfuerzo. Además, en 1987 se observa por primera vez una cierta disgregación en los centros de gravedad mensuales de las capturas (Anexo 4), que hasta este año se mantenían sobrepuestos prácticamente sin variación, produciéndose particularmente en los meses invernales (julio, que se muestra más costero, y agosto, que se aleja de la costa, más allá de los 74°W).

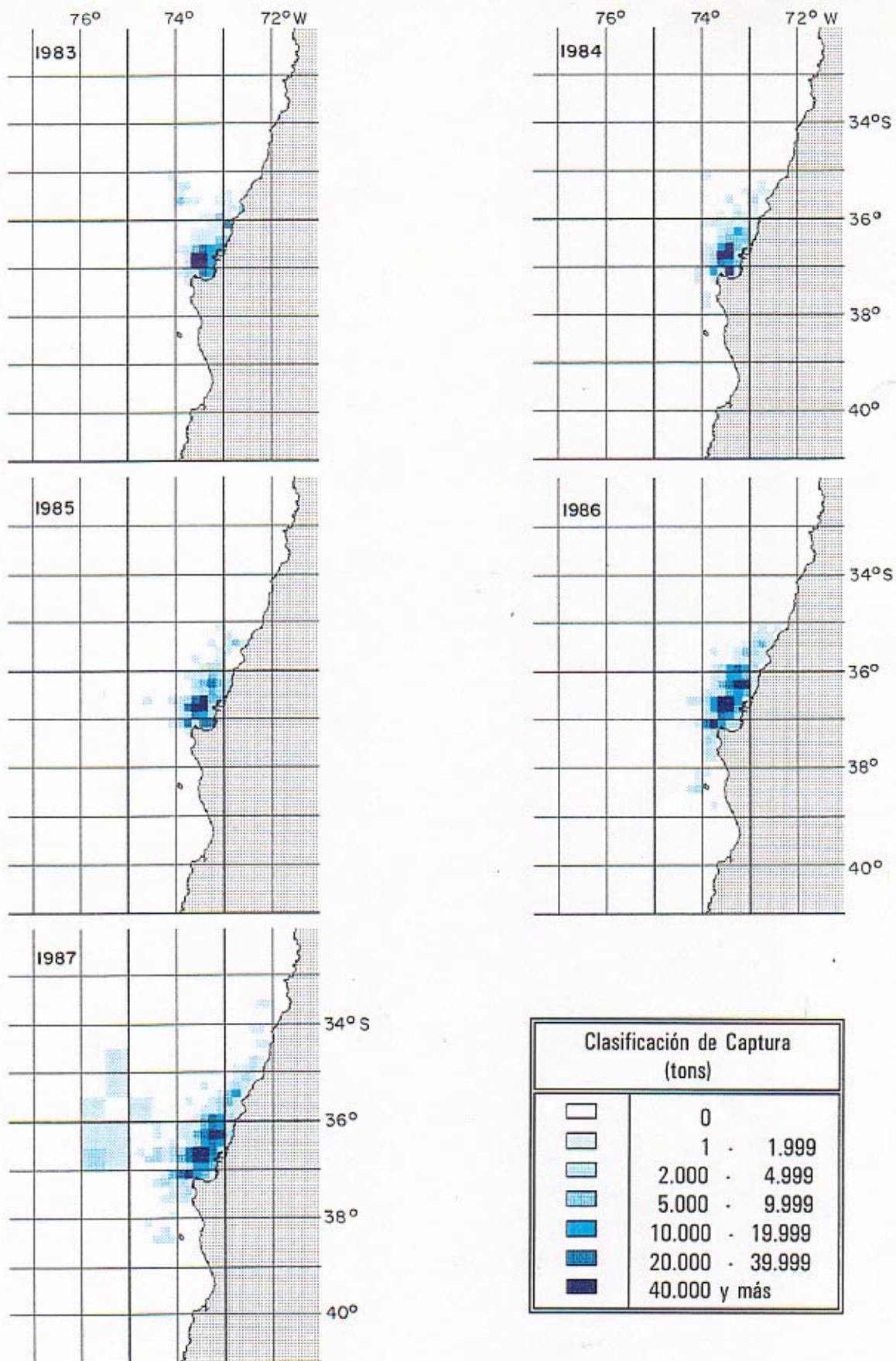
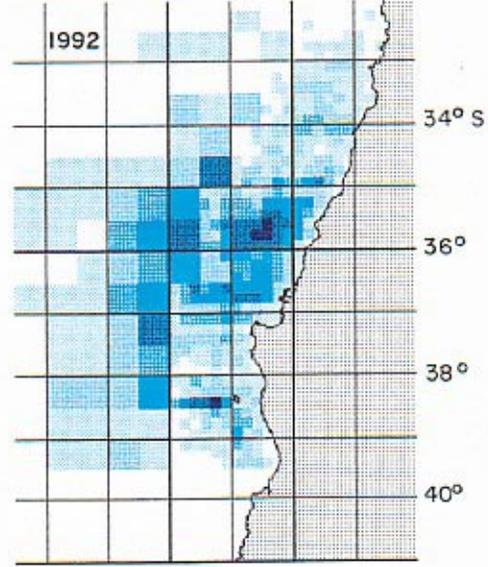
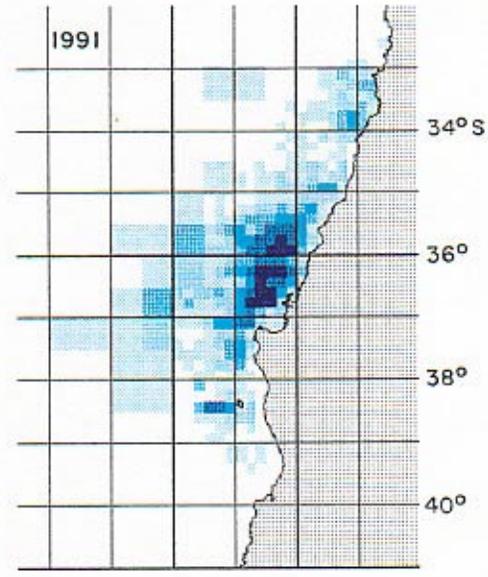
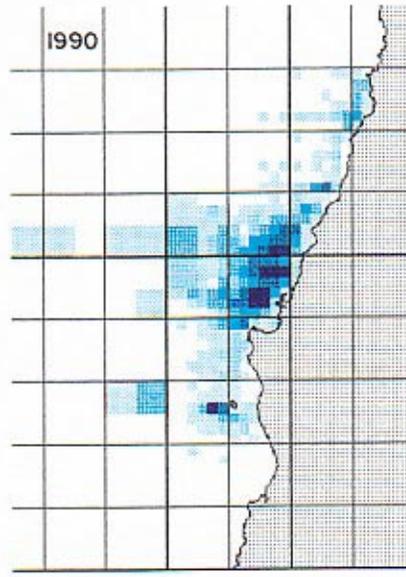
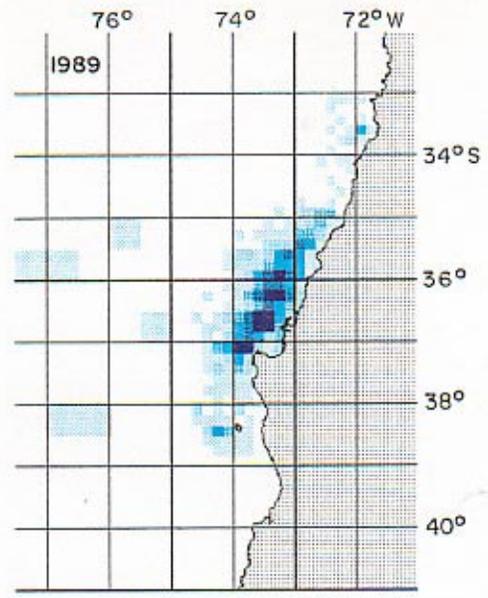
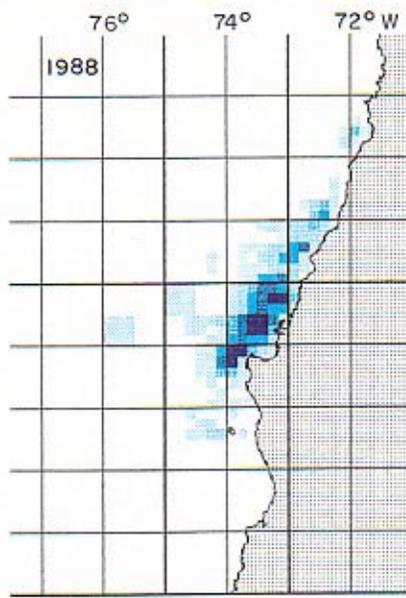


Figura 3 Distribución espacial e interanual de la captura (t) de jurel en la Zona Centro-Sur entre 1983-95.



Clasificación de Captura (tons)	
	0
	1 - 1.999
	2.000 - 4.999
	5.000 - 9.999
	10.000 - 19.999
	20.000 - 39.999
	40.000 y más

Figura 3 Continuación.

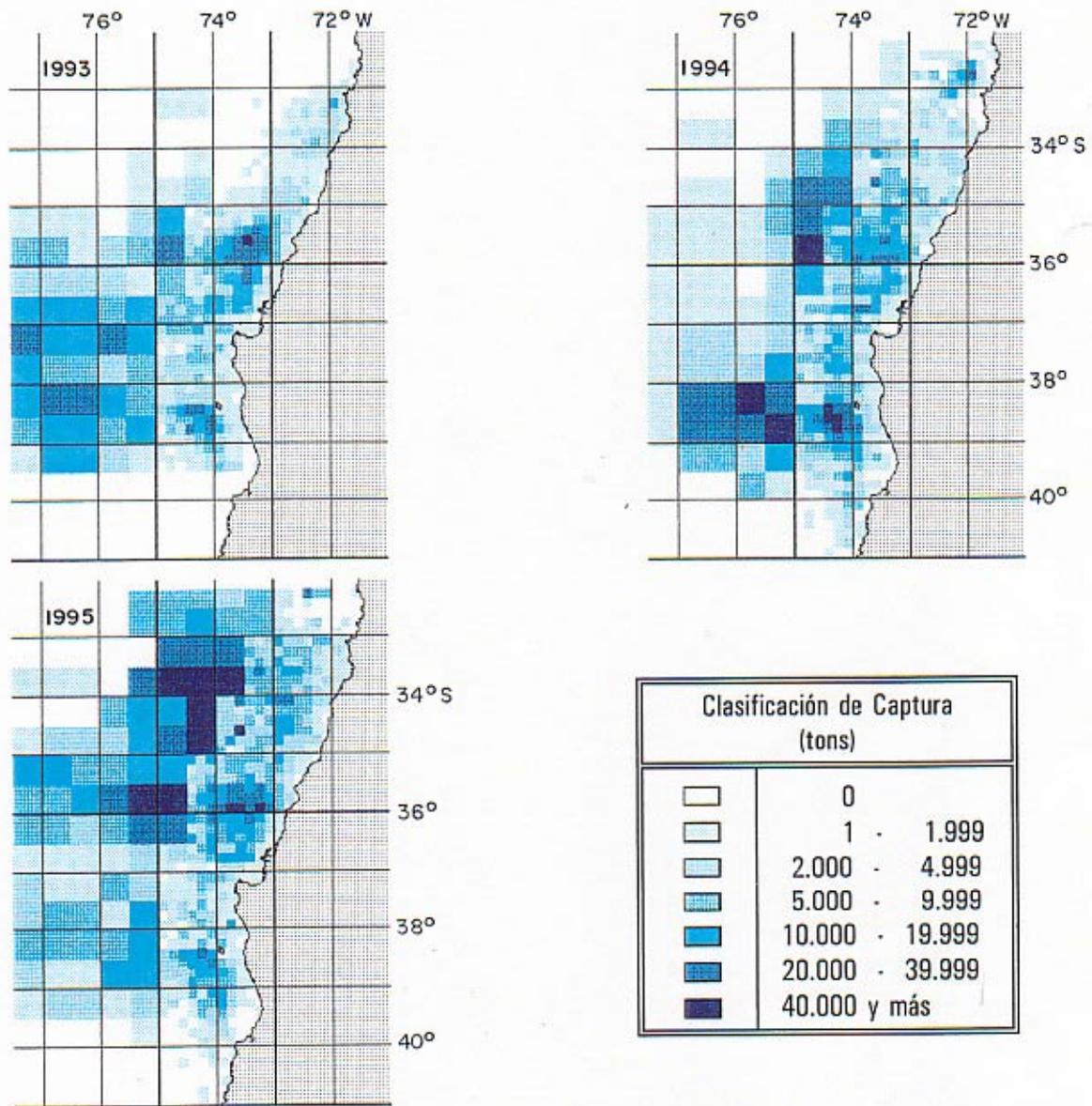


Figura 3 Continuación.

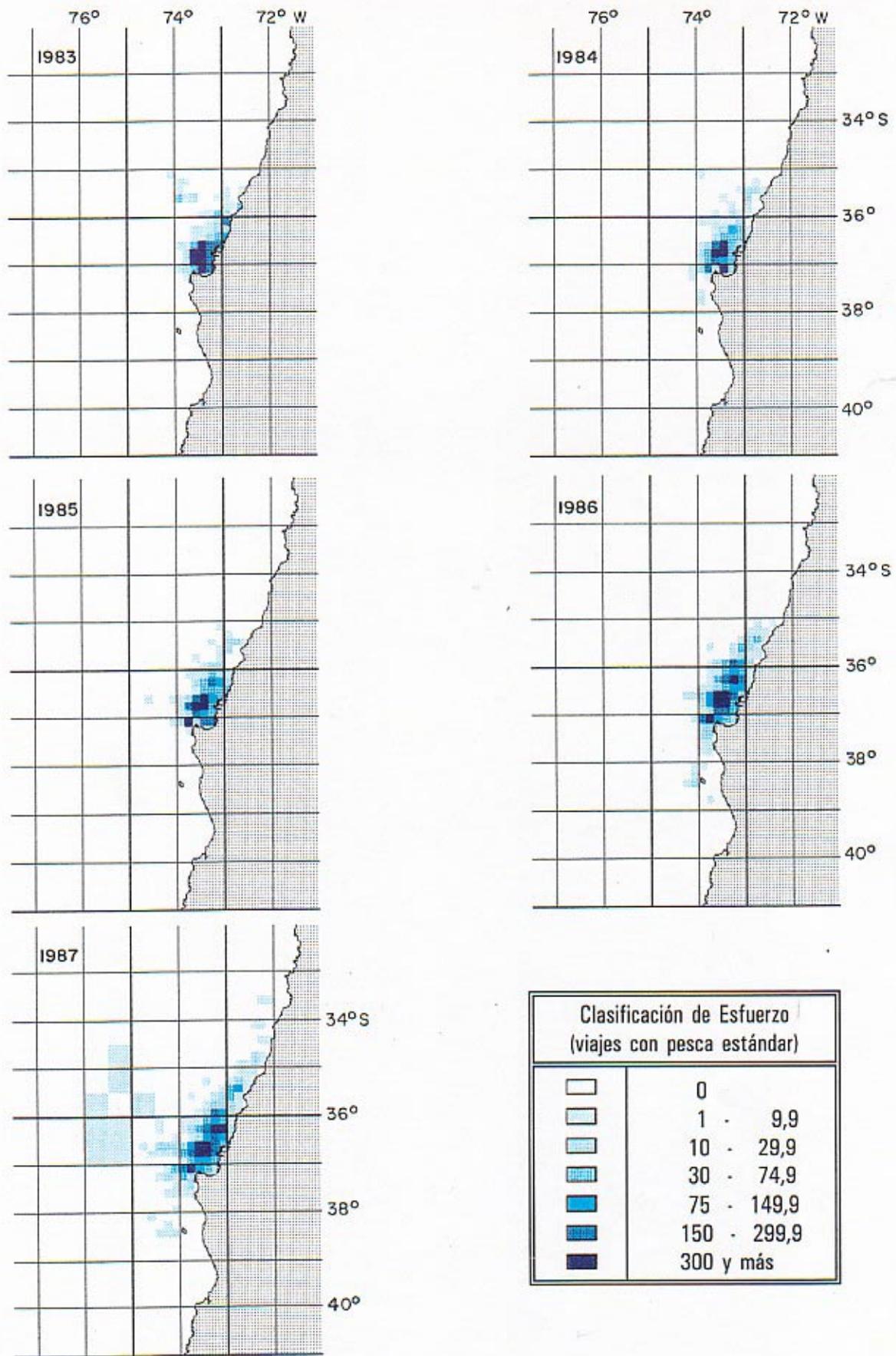
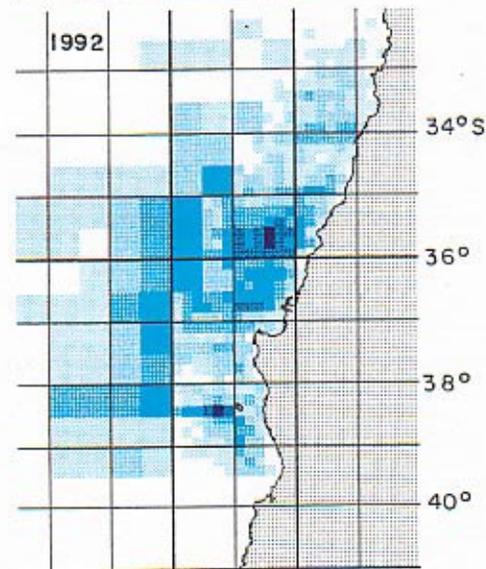
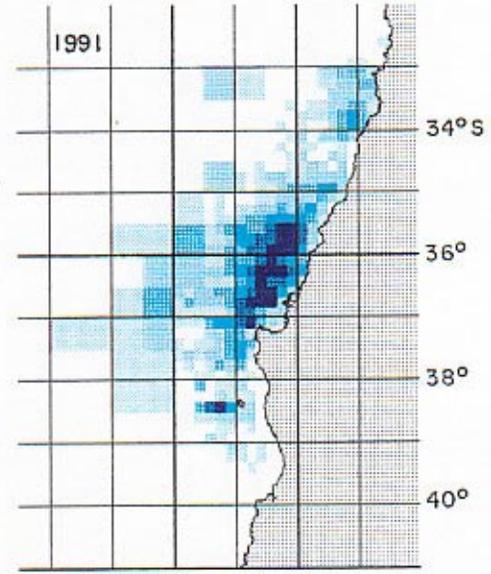
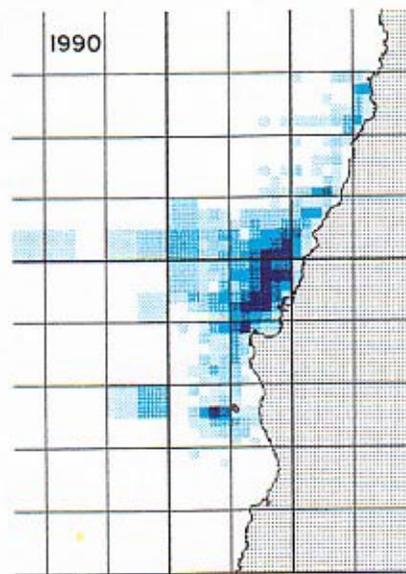
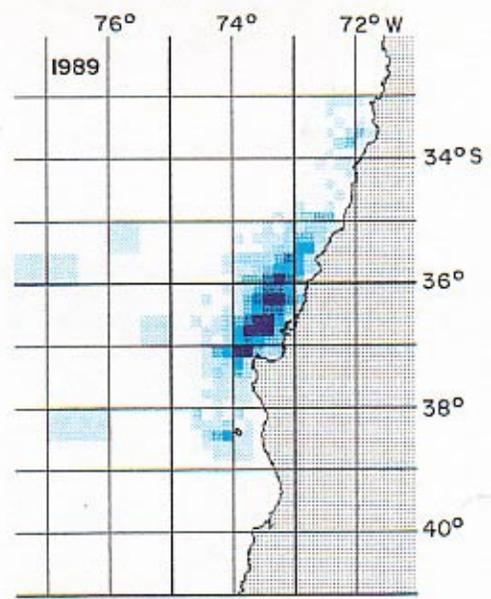
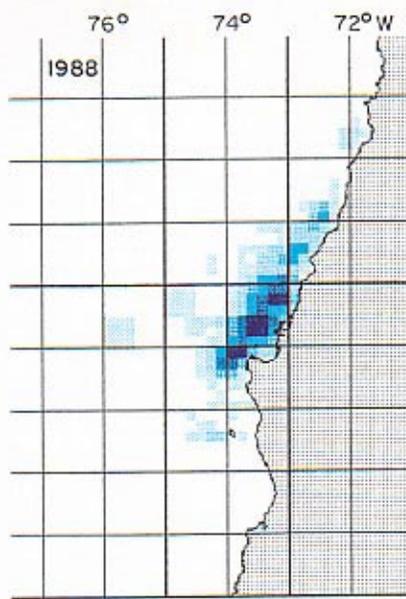
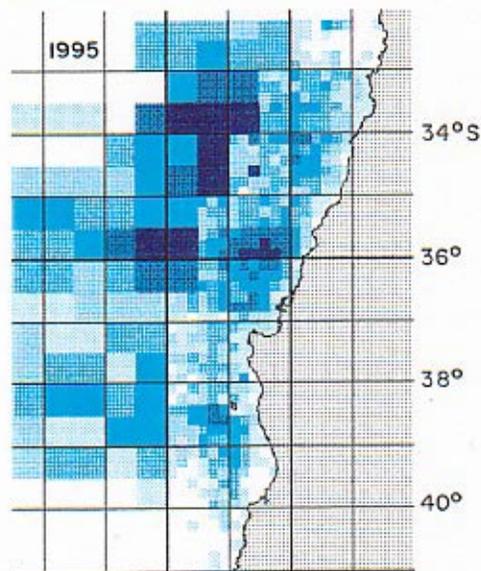
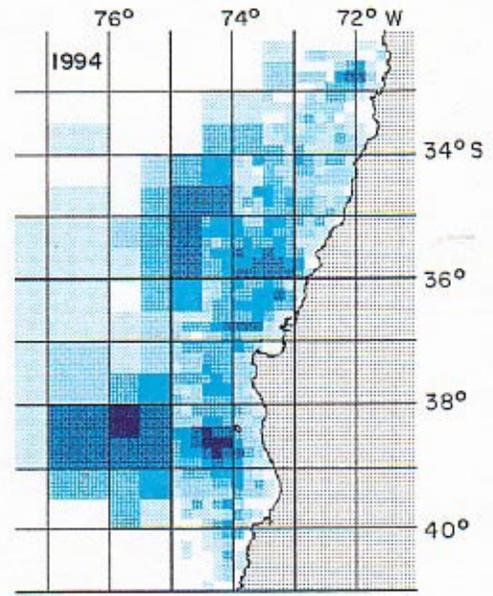
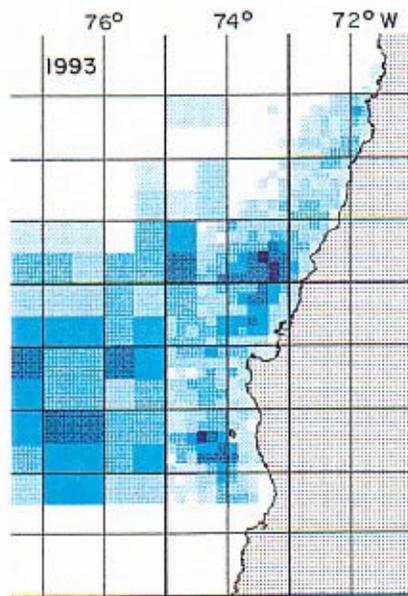


Figura 4 Distribución espacial e interanual del esfuerzo de pesca estándar (VCPEc) de jurel en la Zona Centro-Sur entre 1983-95.



Clasificación de Esfuerzo (viajes con pesca estándar)	
	0
	1 - 9,9
	10 - 29,9
	30 - 74,9
	75 - 149,9
	150 - 299,9
	300 y más

Figura 4 Continuación.



Clasificación de Esfuerzo (viajes con pesca estándar)	
	0
	1 - 9,9
	10 - 29,9
	30 - 74,9
	75 - 149,9
	150 - 299,9
	300 y más

Figura 4 Continuación.

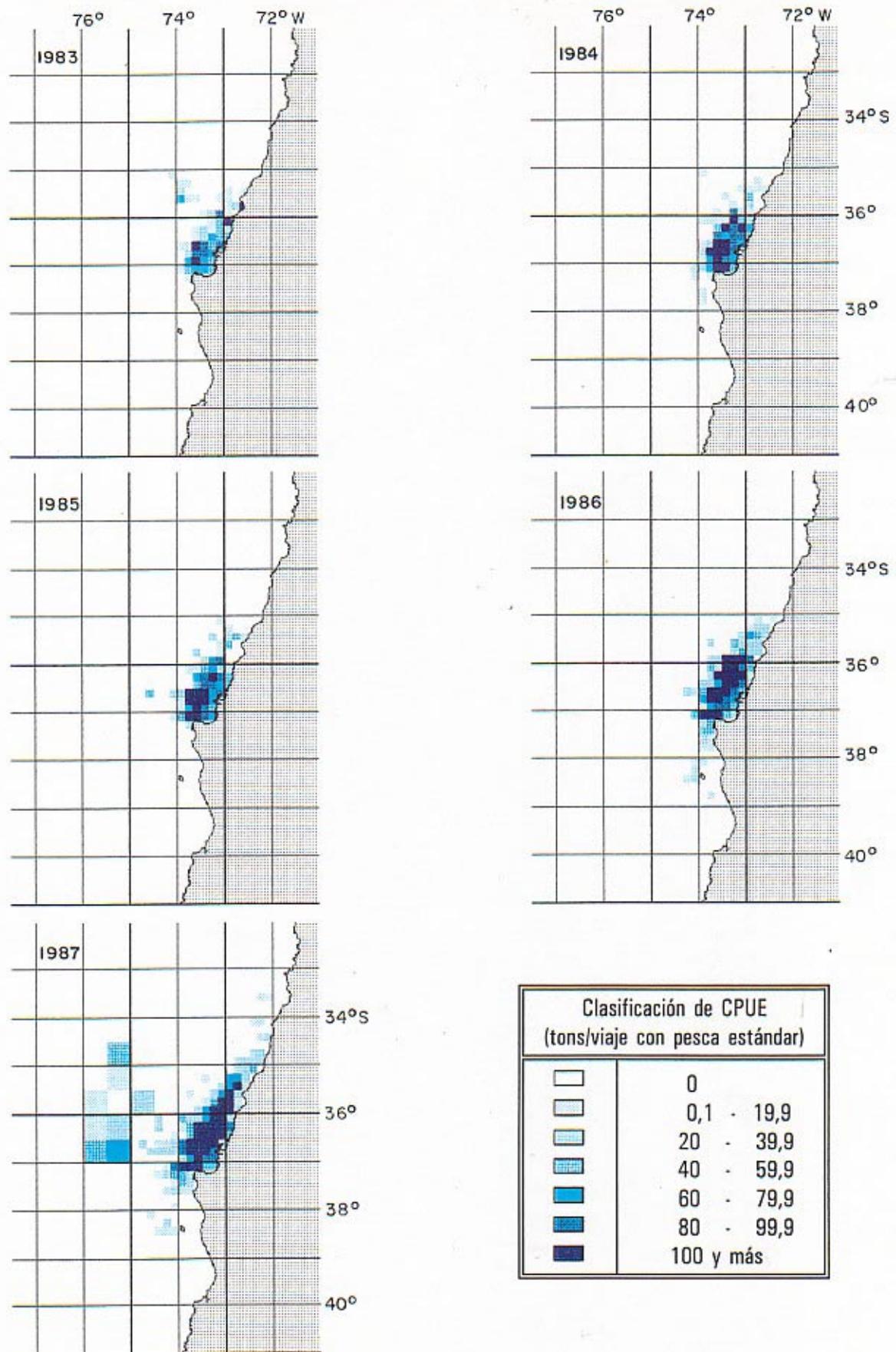


Figura 5 Distribución espacial e interanual de la CPUE (t/VCPEc) de jurel en la Zona Centro-Sur entre 1983-95.

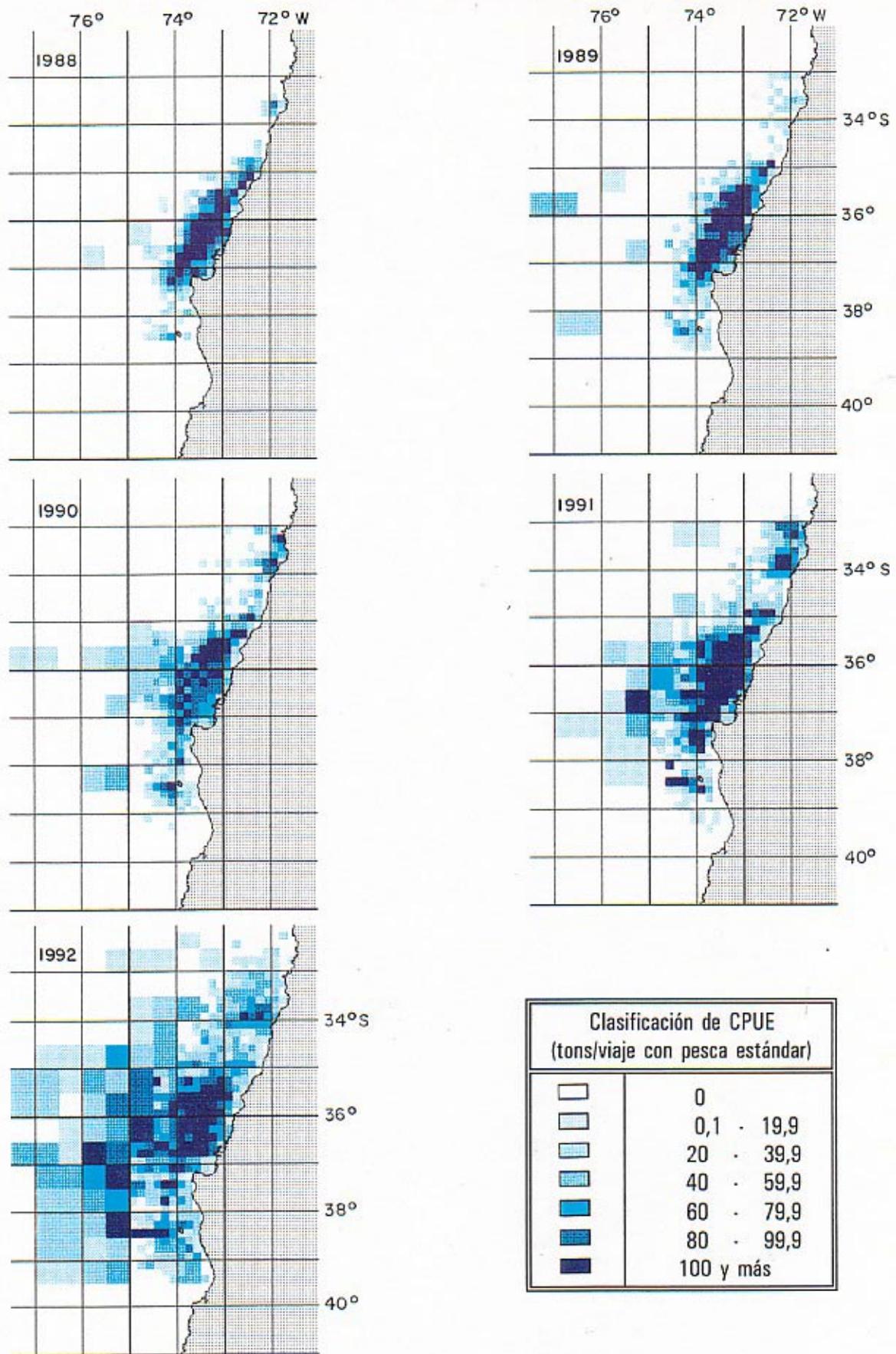


Figura 5 Continuación.

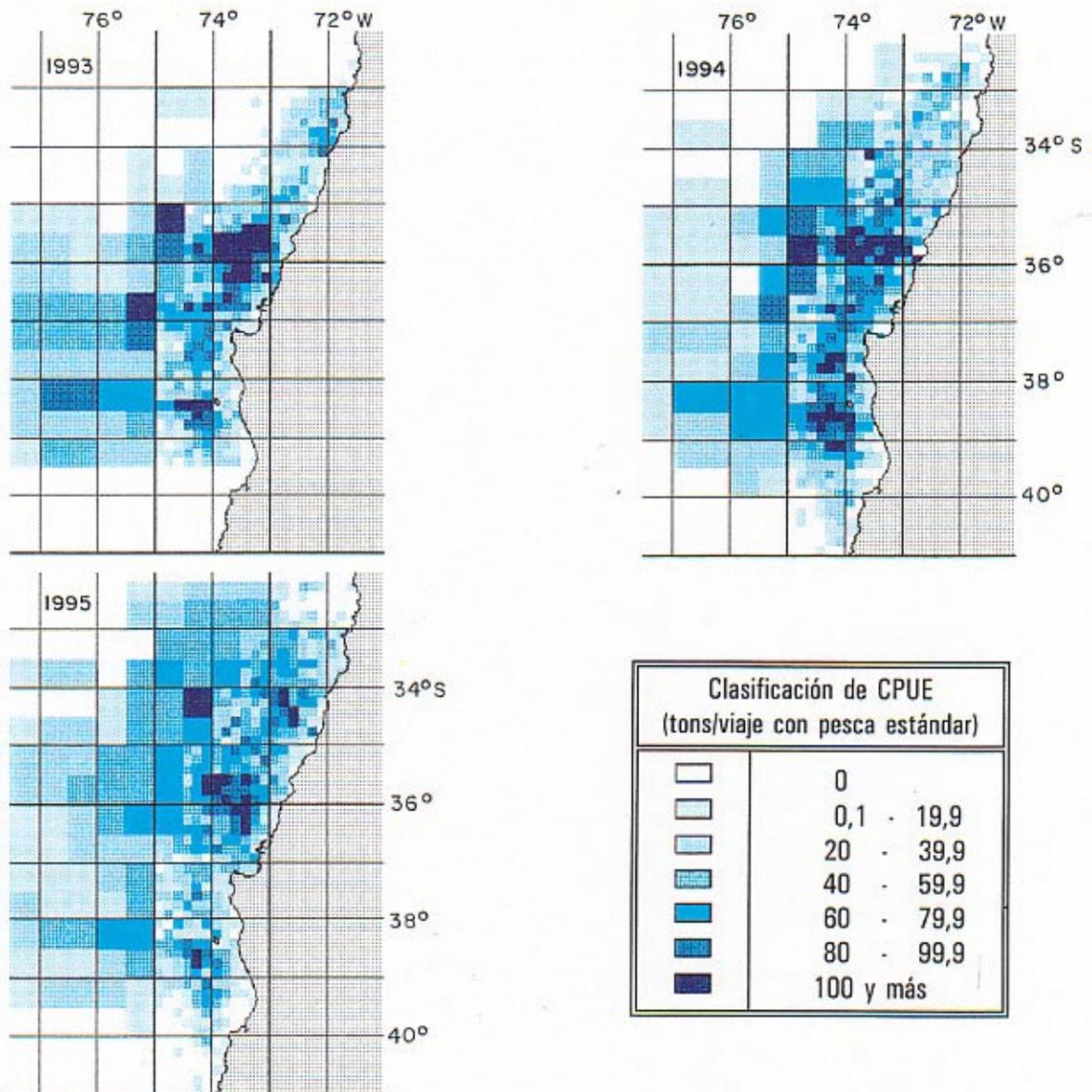


Figura 5 Continuación.

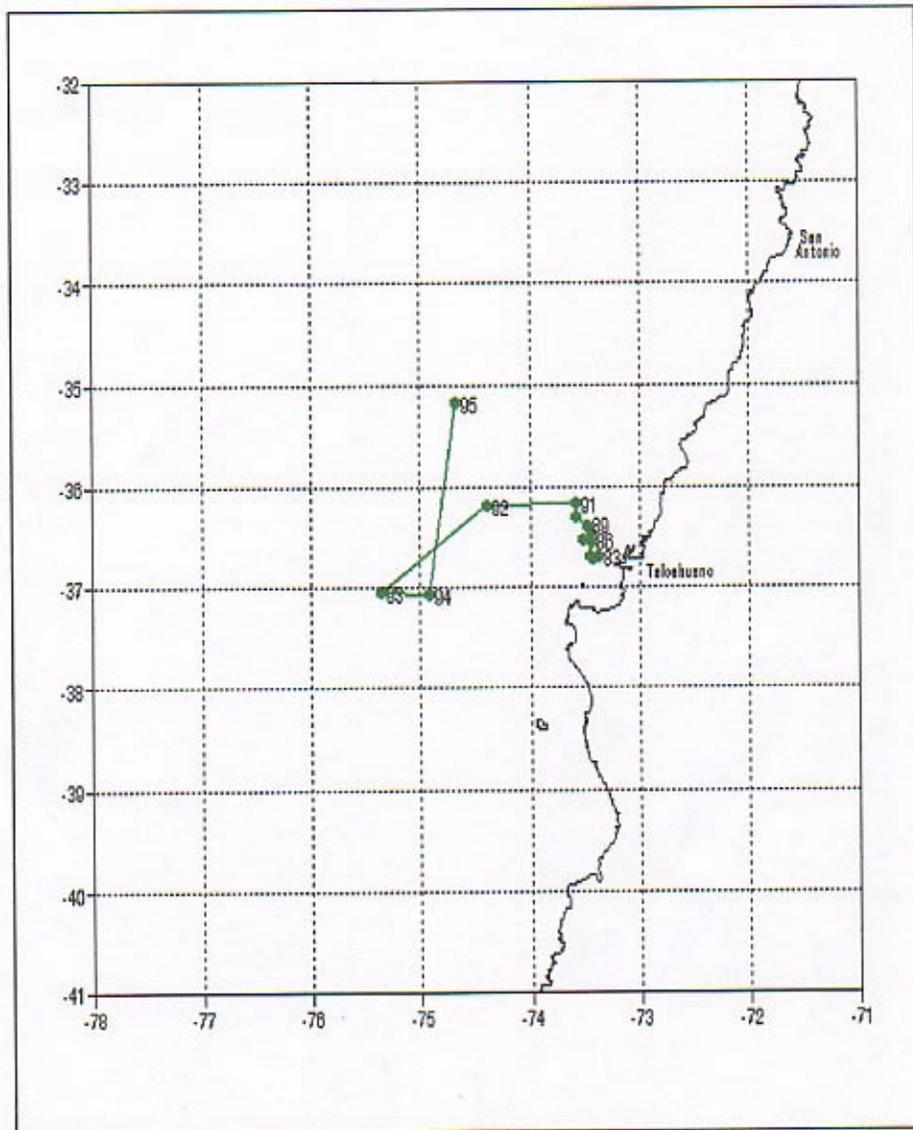


Figura 6 Centros de gravedad anuales de la captura de jurel obtenidos en la Zona Centro-Sur entre 1983-95.

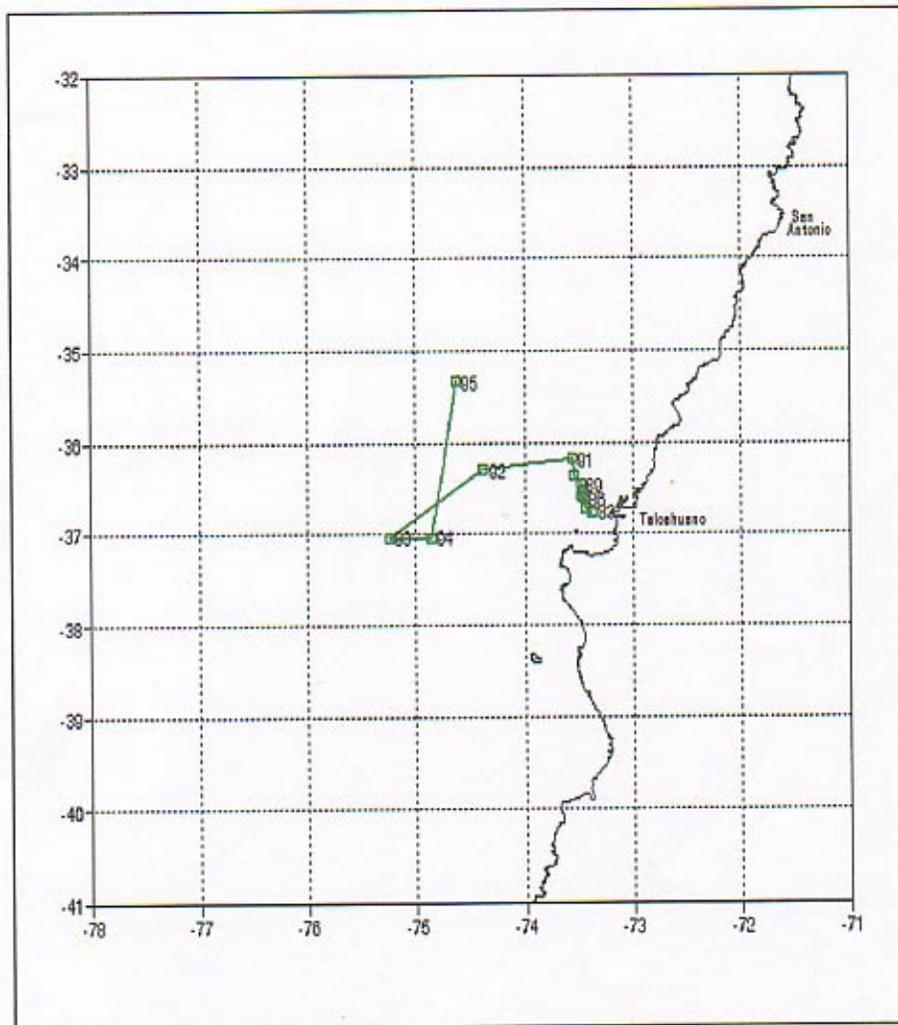


Figura 7 Centros de gravedad anuales del esfuerzo de pesca estándar de jurel obtenidos en la Zona Centro-Sur entre 1983-95.

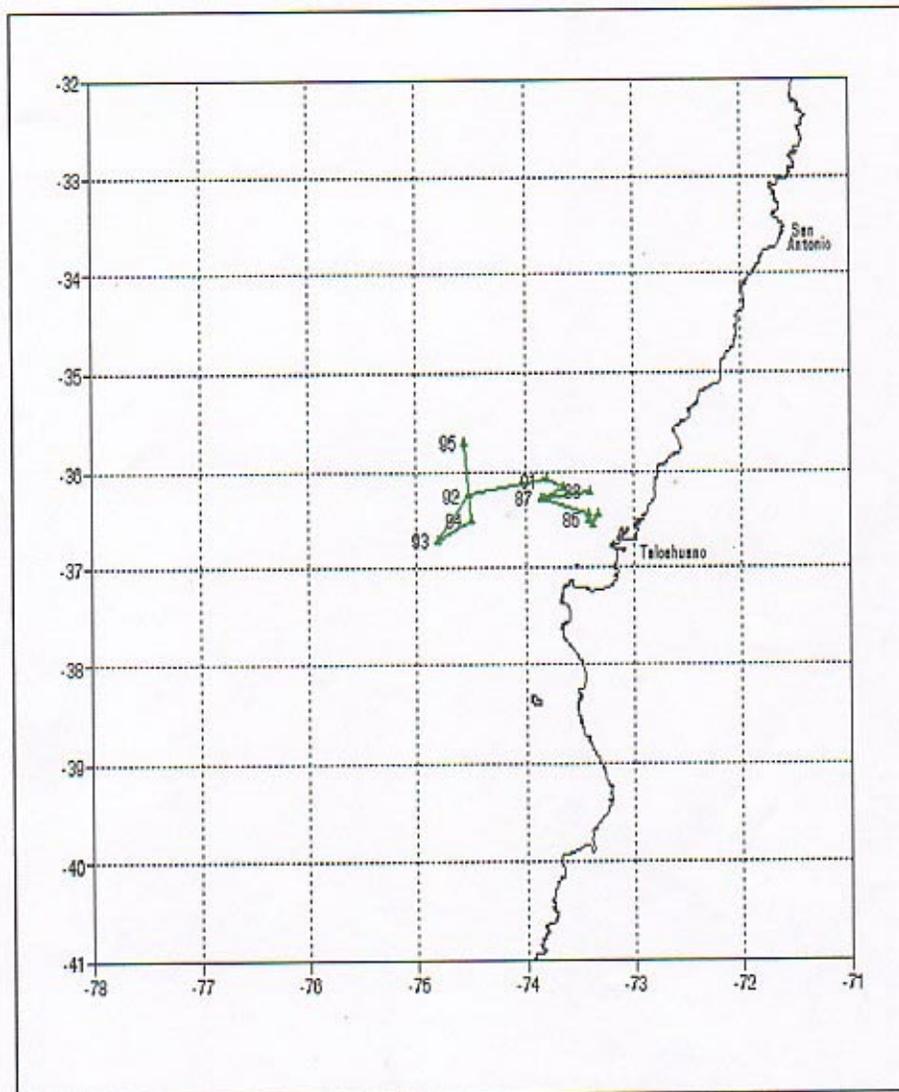


Figura 8 Centros de gravedad anuales de la CPUE de jurel obtenidos en la Zona Centro-Sur entre 1983-95.

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 12
Estadísticos de la cartografía mensual y anual de las capturas (ton) de jurel obtenidas en la zona centro sur de Chile

a) Suma

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1983	69,365	26,346	75,552	53,741	40,041	30,207	29,311	19,892	29,202	53,171	19,919	54,012	500,759
1984	78,009	86,825	96,423	90,546	26,558	27,003	7,036	28,240	18,709	51,017	57,107	33,211	600,684
1985	79,734	70,690	108,572	143,120	62,886	48,749	55,847	66,905	73,090	35,463	73,470	33,444	851,970
1986	82,201	90,089	129,800	144,802	57,104	121,648	88,253	105,612	51,222	77,758	61,405	40,577	1,050,471
1987	121,529	172,800	199,217	153,866	166,501	113,722	70,061	126,825	55,614	80,661	55,928	24,516	1,341,240
1988	115,708	209,974	200,671	132,953	183,526	188,607	99,266	132,147	70,572	41,524	56,717	7,119	1,438,784
1989	134,329	156,237	217,056	191,431	213,315	127,911	223,010	180,494	47,845	40,789	44,836	97,642	1,674,895
1990	140,908	168,301	168,933	170,548	283,139	325,642	257,310	115,578	100,618	32,152	19,695	73,933	1,856,757
1991	145,873	173,696	187,913	267,896	320,967	241,733	421,903	266,924	169,600	68,980	32,069	30,709	2,328,263
1992	103,183	154,234	259,389	369,690	265,449	318,218	482,385	281,328	94,317	57,433	44,416	10,935	2,440,977
1993	180,536	166,909	254,858	267,896	213,478	316,061	340,496	298,398	101,632	39,330	52,560	45,937	2,278,091
1994	224,541	251,505	347,052	357,388	567,802	432,709	446,112	298,445	85,871	63,066	28,052	143,148	3,245,691
1995	278,271	278,104	360,009	483,161	597,728	553,831	583,204	363,190	73,226	24,712	3,518	134,914	3,733,868

b) Mínimo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1983	15	26	8	23	39	9	17	12	7	25	3	10	8
1984	68	28	21	41	39	11	6	21	23	2	4	11	15
1985	58	18	12	125	17	1	3	20	7	19	15	4	17
1986	15	38	31	41	27	77	5	17	1	11	3	10	11
1987	30	108	10	25	30	11	3	31	21	15	1	11	21
1988	132	25	20	8	7	32	7	11	26	30	6	82	11
1989	15	60	9	20	6	5	40	16	17	12	32	11	9
1990	1	22	4	7	2	8	3	4	5	7	5	7	2
1991	5	29	14	9	1	18	45	10	9	3	7	7	20
1992	14	7	8	7	14	21	7	6	6	3	4	1	7
1993	12	5	4	8	10	8	2	16	1	4	12	5	5
1994	1	3	4	15	13	6	15	9	19	10	12	10	15
1995	23	5	2	1	12	7	9	3	7	11	24	13	9

c) Máximo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1983	30,899	11,220	19,078	14,542	10,818	11,243	9,288	6,894	12,494	19,901	4,258	10,236	98,447
1984	21,113	28,189	23,401	26,562	7,442	5,948	1,553	9,878	7,688	24,568	22,899	15,065	163,154
1985	18,759	15,957	43,952	48,009	15,284	21,949	24,397	25,889	37,840	10,456	19,605	9,434	244,761
1986	25,614	30,500	36,979	26,811	9,090	10,997	15,103	24,045	9,094	15,159	12,769	7,417	181,393
1987	19,725	28,174	26,765	27,132	29,896	13,580	11,858	11,046	10,300	19,419	13,184	7,044	184,702
1988	18,193	25,216	30,765	11,665	24,417	34,785	14,336	11,249	7,021	4,786	8,504	1,705	119,595
1989	18,366	19,635	18,267	18,455	14,358	13,627	18,826	23,738	4,902	3,995	6,036	11,275	154,553
1990	17,506	13,138	14,340	8,780	12,912	21,356	12,562	9,149	5,116	4,631	1,472	7,196	107,085
1991	8,795	11,999	7,924	11,813	14,842	8,877	16,092	10,082	8,215	5,340	1,777	2,560	82,187
1992	5,516	10,792	9,156	22,193	8,214	11,454	20,157	11,427	6,597	5,882	7,525	1,613	60,801
1993	9,520	12,459	11,770	11,873	10,505	12,106	20,350	18,791	3,815	2,093	3,370	1,814	50,513
1994	9,523	26,679	12,470	18,164	13,890	12,761	29,076	10,495	5,176	3,157	1,401	10,163	56,677
1995	16,168	17,430	9,855	20,870	38,702	37,443	39,938	14,966	3,600	3,045	1,306	9,584	71,542

d) Índice de ocupación (566 cuadrículas)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1983	5%	5%	6%	5%	4%	5%	4%	3%	4%	4%	3%	4%	10%
1984	4%	4%	5%	5%	4%	5%	3%	4%	4%	4%	5%	4%	11%
1985	6%	6%	5%	4%	7%	4%	6%	5%	3%	5%	4%	4%	10%
1986	6%	7%	6%	7%	6%	8%	7%	7%	7%	8%	7%	7%	14%
1987	7%	6%	7%	8%	8%	10%	8%	12%	9%	8%	8%	5%	21%
1988	7%	12%	11%	13%	14%	13%	12%	13%	11%	10%	12%	2%	25%
1989	10%	9%	16%	14%	20%	13%	15%	14%	12%	13%	8%	10%	32%
1990	14%	15%	17%	20%	22%	22%	22%	20%	20%	13%	11%	16%	43%
1991	24%	22%	26%	27%	26%	25%	31%	27%	26%	19%	14%	14%	54%
1992	21%	22%	29%	28%	33%	35%	37%	39%	27%	20%	13%	10%	74%
1993	27%	29%	28%	25%	29%	35%	28%	31%	28%	17%	19%	20%	72%
1994	32%	28%	43%	40%	53%	43%	39%	40%	22%	20%	10%	28%	91%
1995	25%	33%	43%	47%	46%	40%	45%	42%	26%	10%	2%	20%	91%

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 13a

Estadísticos de las cartografías mensuales y anuales de esfuerzo de pesca estándar (VCPEc) de jurel en la Zona Centro-Sur: a) suma, b) mínimo, c) máximo y d) índice de ocupación.

a) Suma

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1983	1,022	527	1,049	731	377	389	275	255	214	345	244	400	5,828
1984	421	420	470	473	329	394	106	363	264	604	586	429	4,859
1985	620	664	893	1,025	432	351	495	524	820	619	691	392	7,527
1986	690	981	1,082	1,013	435	753	548	941	583	756	472	367	8,619
1987	840	1,066	1,181	1,106	1,221	765	439	675	602	730	591	254	9,470
1988	768	1,224	1,396	1,216	1,401	1,180	897	992	944	548	636	62	11,264
1989	1,134	1,414	1,591	1,540	1,561	972	1,175	1,490	611	615	584	927	13,613
1990	1,520	1,387	1,374	1,354	2,138	2,213	2,066	1,214	1,670	973	693	1,522	18,124
1991	1,611	1,938	1,695	2,049	2,208	2,039	2,862	2,181	1,244	629	390	361	19,206
1992	1,065	1,049	1,594	1,912	1,534	1,874	2,766	1,920	932	667	489	188	15,991
1993	1,531	1,374	1,918	2,177	1,690	2,345	2,202	2,101	1,268	680	761	741	18,788
1994	2,105	2,091	2,715	2,419	3,680	3,114	3,142	2,631	1,003	890	295	1,653	25,739
1995	3,420	3,323	3,381	3,365	4,075	3,503	4,101	3,230	1,144	421	60	1,172	31,196

b) Mínimo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1983	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6
1984	0.4	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	0.4
1985	0.6	0.6	1.0	1.0	0.8	0.4	0.4	0.4	0.8	1.0	0.8	0.8	0.8
1986	1.0	0.6	0.6	1.0	0.5	1.0	0.5	0.9	0.5	0.8	0.5	0.5	0.8
1987	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	1.0	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5
1988	0.5	0.4	0.4	0.4	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	0.4	2.0	1.0
1989	0.7	0.5	0.7	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7
1990	0.4	0.7	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.3
1991	1.0	1.0	1.0	0.5	0.3	0.9	0.9	0.9	0.9	0.4	0.9	0.7	0.9
1992	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4
1993	0.4	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	0.4	0.6	0.6	0.6	1.0	0.4
1994	0.8	1.0	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1.0	0.7	0.7	0.2	0.2
1995	1.0	0.5	0.5	0.5	0.4	0.7	0.4	0.4	0.3	0.3	1.0	0.6	0.7

c) Máximo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1983	478	236	300	181	121	152	79	91	82	132	56	101	1,518
1984	99	116	114	152	113	94	21	132	85	275	254	212	1,395
1985	148	168	343	362	130	153	225	214	369	179	188	93	2,201
1986	211	377	366	202	45	68	75	205	138	135	69	68	1,733
1987	145	173	172	183	248	99	63	59	110	166	148	66	1,501
1988	135	183	237	112	152	194	80	92	120	46	94	12	1,113
1989	144	209	149	159	122	90	104	187	56	64	71	98	1,407
1990	256	285	521	325	496	409	514	370	502	123	198	347	496
1991	295	333	364	420	419	410	434	370	362	342	301	301	381
1992	319	482	549	435	588	534	495	439	298	273	291	264	575
1993	347	377	512	374	504	483	419	441	366	195	382	223	483
1994	508	338	519	360	479	443	513	517	467	245	249	293	458
1995	341	373	497	445	401	438	394	391	238	166	98	618	341

d) Índice de ocupación (566 cuadrículas)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1983	5%	5%	6%	5%	4%	5%	4%	3%	4%	4%	3%	4%	10%
1984	4%	4%	5%	5%	4%	5%	3%	4%	4%	4%	5%	4%	11%
1985	6%	6%	5%	4%	7%	4%	6%	5%	3%	5%	4%	4%	10%
1986	6%	7%	6%	7%	6%	8%	7%	7%	7%	8%	7%	7%	14%
1987	7%	6%	7%	8%	8%	10%	8%	12%	9%	8%	8%	5%	21%
1988	7%	12%	11%	13%	14%	13%	12%	13%	11%	10%	12%	2%	25%
1989	10%	9%	16%	14%	20%	13%	15%	14%	12%	13%	8%	10%	32%
1990	14%	15%	17%	20%	22%	22%	22%	20%	20%	13%	11%	16%	43%
1991	24%	22%	26%	27%	26%	25%	31%	27%	26%	19%	14%	14%	54%
1992	21%	22%	29%	28%	33%	35%	37%	39%	27%	20%	13%	10%	74%
1993	27%	29%	28%	25%	29%	35%	28%	31%	28%	17%	19%	20%	72%
1994	32%	28%	43%	40%	53%	43%	39%	40%	22%	20%	10%	28%	91%
1995	25%	33%	43%	47%	46%	40%	45%	42%	26%	10%	2%	20%	91%

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 13b

Estadísticos de las cartografías mensuales y anuales de la CPUE (t/VCPEc) de jurel obtenida en la Zona Centro-Sur: a) media, b) mínimo, c) máximo y d) índice de ocupación.

a) Media

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1983	89	64	99	89	108	85	92	70	98	127	72	159	100
1984	208	198	202	201	90	81	59	70	59	76	92	86	119
1985	132	124	132	134	174	115	119	100	66	73	105	94	137
1986	125	124	134	155	146	184	136	116	108	110	122	107	148
1987	139	171	158	132	143	162	150	207	107	107	94	101	168
1988	183	193	152	130	129	173	128	165	96	95	98	108	154
1989	125	131	170	148	163	173	205	136	80	85	82	114	167
1990	110	135	143	141	168	172	145	118	76	38	40	62	140
1991	94	101	134	150	156	139	170	142	143	116	90	88	137
1992	109	151	173	193	196	190	197	152	108	89	95	71	165
1993	128	134	142	144	146	146	159	149	80	62	77	63	130
1994	118	128	136	147	163	152	139	118	92	80	105	92	133
1995	93	93	115	147	150	163	148	105	65	57	57	124	129

b) Mínimo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1983	15	26	8	23	57	13	25	9	13	45	3	10	8
1984	62	76	47	32	20	11	6	15	9	3	5	11	18
1985	24	32	10	80	17	1	8	29	9	12	15	5	17
1986	15	21	29	33	30	59	10	12	1	11	3	10	7
1987	28	66	23	24	37	10	6	21	21	12	2	12	21
1988	84	25	14	5	7	32	7	11	9	13	4	43	5
1989	9	22	9	10	6	2	17	13	7	7	9	7	12
1990	2	7	7	2	6	5	9	4	1	2	1	7	1
1991	5	15	6	4	0	6	13	4	3	6	3	2	9
1992	6	3	4	3	16	7	2	2	6	3	7	1	13
1993	3	5	4	8	3	9	2	14	1	3	4	2	3
1994	1	3	4	5	7	4	4	4	5	4	3	9	11
1995	16	1	2	2	5	4	9	2	3	5	6	2	4

c) Máximo

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1983	318	147	288	205	238	265	214	154	169	218	142	506	223
1984	550	464	520	507	231	228	200	204	142	175	266	300	316
1985	262	285	379	219	432	183	385	213	138	194	203	243	385
1986	394	391	320	332	332	429	348	287	360	320	249	308	400
1987	439	333	285	288	322	420	415	528	550	223	284	349	650
1988	349	449	388	385	320	404	373	405	260	292	288	268	333
1989	346	321	447	432	434	459	408	373	230	363	280	394	397
1990	256	285	521	325	496	409	514	370	502	123	198	347	496
1991	295	333	364	420	419	410	434	370	362	342	301	301	381
1992	319	482	549	435	588	534	495	439	298	273	291	284	575
1993	347	377	512	374	504	483	419	441	386	195	382	223	483
1994	508	338	519	360	479	443	513	517	467	245	249	293	458
1995	341	373	497	445	401	438	394	391	238	186	98	618	341

d) Índice de ocupación (566 cuadrículas)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1983	5%	5%	6%	5%	4%	5%	4%	3%	4%	4%	3%	4%	10%
1984	4%	4%	5%	5%	4%	5%	3%	4%	4%	4%	5%	4%	11%
1985	6%	6%	5%	4%	7%	4%	6%	5%	3%	5%	4%	4%	10%
1986	6%	7%	6%	7%	6%	8%	7%	7%	7%	8%	7%	7%	14%
1987	7%	6%	7%	8%	8%	10%	8%	12%	9%	8%	8%	5%	21%
1988	7%	12%	11%	13%	14%	13%	12%	13%	11%	10%	12%	2%	25%
1989	10%	9%	16%	14%	20%	13%	15%	14%	12%	13%	8%	10%	32%
1990	14%	15%	17%	20%	22%	22%	22%	20%	20%	13%	11%	18%	43%
1991	24%	22%	26%	27%	26%	25%	31%	27%	26%	19%	14%	14%	54%
1992	21%	22%	29%	28%	33%	35%	37%	39%	27%	20%	13%	10%	74%
1993	27%	29%	28%	25%	29%	35%	28%	31%	28%	17%	19%	20%	72%
1994	32%	28%	43%	40%	53%	43%	39%	40%	22%	20%	10%	28%	91%
1995	25%	33%	43%	47%	46%	40%	45%	42%	26%	10%	2%	20%	91%

En 1988 se reducen las incursiones lejos de la costa y se mantienen los buenos rendimientos en la zona costera entre los 35° y 37°S. Aparece ya claramente la zona de pesca frente al puerto de San Antonio, volviendo a sufrir un incremento el IOC. En 1989 continúan los mayores rendimientos en la misma zona que en 1988, con una de las más altas media anual por cuadrícula del período (167 t/VCPEc). Se agrega a ésta el sector alrededor de Isla Mocha (38°20'S) y también se comienza a consolidar la zona de San Antonio y sus alrededores.

Durante 1990, pierde fuerza la compacta zona costera de buenos rendimientos que se mantenía desde 1988 pero se mantiene el alza de las capturas, sustentada por un fuerte incremento del esfuerzo y por un nuevo incremento del IOC hasta un 43% (Tablas 12 a 14). Se consolida la Zona de San Antonio con buenos rendimientos aunque con bajos niveles de captura. Asimismo se mantienen las incursiones oceánicas hasta los 77°30'W (aproximadamente 300 mn desde Talcahuano) pero con bajos rendimientos. Al año siguiente, se mantiene el aumento de las capturas sobrepasando largamente los dos millones de toneladas y los mayores rendimientos vuelven a compactarse en la zona comprendida entre Arauco y Constitución, destacando también los rendimientos frente a San Antonio y alrededor de Isla Mocha (Fig. 5). El IOC ya alcanza el 54%.

Durante 1992 se consolida el proceso de expansión de la pesquería, reflejado en un IOC del 74% y en un notable desplazamiento de los centros de gravedad de las capturas, esfuerzo y CPUE hacia el oeste. A su vez, los CG mensuales de las capturas experimentan una notable disgregación, que se mantendrá hasta el final del período de estudio.

Al año siguiente, 1993, se conforma un área de operación que probablemente excede el límite weste del área de estudio, trasladándose las mayores capturas hacia el SW pero manteniendo los mejores rendimientos en la zona costera al sur de Constitución (36°S) pero más disgregado que en años anteriores.

En 1994 destaca la aparición de dos focos de altas capturas ambos alejados de la costa aproximadamente a 100 mn y separados en latitud, uno frente a Constitución y el otro frente a Isla Mocha. Las mayores CPUE continúan presentándose disgregadas y con focos pequeños.

La zona de operación se extiende aún más al sur llegando a los 41°S y registrándose un IOC del 91%.

En 1995 se mantiene el aumento global de las capturas y el esfuerzo, acercándose a las cuatro millones de toneladas y superando los 30.000 viajes con pesca estándar. La expansión de la pesquería parece continuar hacia el norte del área de estudio y los CG de las tres variables analizadas experimentan un notable desplazamiento hacia el norte, manteniendo su distancia de la costa. El IOC se mantiene en un 91%. Destaca la aparición de un gran foco de capturas y de esfuerzo ubicado entre los 33° y los 36°S aproximadamente a 100 mn de la costa y las CPUE mantienen su distribución dispersa con focos de escasa extensión.

Finalmente, en la tabla 14 se entregan las capturas, el esfuerzo estandarizado y la CPUE promedio, por año y categoría de embarcación, de la flota cerquera industrial que operó en la zona de estudio.

Tabla 14

Capturas (t), esfuerzo estandarizado (VCPe) y CPUE (t/VCPe) de la flota cerquera industrial que operó sobre el jurel en la zona centro-sur en el período 1983-95.

Años	Categorías	CJUR	VCPEc	CPUE
1983	Nº 1	261.826	3.711	72,98
	Nº 2	148.647	1.423	125,20
	Nº 3	85.397	664	126,92
	Nº 5	4.937	29	180,34
1984	Nº 1	177.268	1.377	135,48
	Nº 2	172.135	1.464	152,94
	Nº 3	198.565	1.474	125,03
	Nº 5	53.026	543	107,73
1985	Nº 1	112.674	1.162	99,57
	Nº 2	225.763	2.270	101,79
	Nº 3	370.747	2.587	141,15
	Nº 4	2.197	43	57,42
	Nº 5	140.260	1.459	99,32
	Nº 6	329	5	62,45
1986	Nº 1	98.364	1.121	86,90
	Nº 2	191.899	1.978	102,79
	Nº 3	504.015	3.324	152,87
	Nº 4	60.633	457	110,79
	Nº 5	195.560	1.757	116,37
1987	Nº 1	78.082	620	126,11
	Nº 2	235.022	2.135	109,71
	Nº 3	621.739	3.324	172,25
	Nº 4	119.419	1.129	110,12
	Nº 5	264.231	1.653	165,16
	Nº 6	22.747	225	111,86
1988	Nº 1	38.271	323	114,92
	Nº 2	222.490	1.695	147,05
	Nº 3	601.202	3.708	164,42
	Nº 4	112.149	1.033	114,56
	Nº 5	396.337	3.878	100,47
	Nº 6	59.363	585	106,12
	Nº 7	8.912	98	104,87

CJUR = captura de jurel (t).

VCPEc = viajes con pesca de jurel estandarizados.

CPUE = CPUE promedio estandarizada (t/VCPe).

Continuación Tabla 14.

Años	Categorías	CJUR	VCPEc	CPUE
1989	Nº 1	23.270	189	120,93
	Nº 2	144.715	1.299	118,30
	Nº 3	657.882	4.026	167,51
	Nº 4	207.645	1.899	117,71
	Nº 5	445.367	4.470	100,84
	Nº 6	53.746	662	87,01
	Nº 7	29.349	285	104,37
	Nº 8	109.648	741	151,87
	Nº 9	3.273	40	62,12
1990	Nº 1	34.005	344	106,72
	Nº 2	102.198	1.070	102,94
	Nº 3	571.839	3.799	156,27
	Nº 4	173.984	2.151	86,74
	Nº 5	605.749	6.595	100,54
	Nº 6	65.990	790	91,60
	Nº 7	26.590	327	87,18
	Nº 8	242.431	2.693	88,65
	Nº 9	33.971	352	97,41
1991	Nº 1	15.418	121	121,15
	Nº 2	91.748	765	126,28
	Nº 3	585.962	3.427	177,00
	Nº 4	226.698	2.017	114,30
	Nº 5	840.174	7.953	108,85
	Nº 6	114.604	956	114,79
	Nº 7	31.774	323	113,24
	Nº 8	276.452	2.348	119,96
	Nº 9	145.433	1.294	113,46
1992	Nº 1	14.951	132	122,78
	Nº 2	70.534	574	124,36
	Nº 3	488.545	2.233	218,37
	Nº 4	199.846	1.462	134,78
	Nº 5	884.768	6.282	142,42
	Nº 6	104.998	708	141,07
	Nº 7	117.513	807	142,71
	Nº 8	397.183	2.609	148,88
	Nº 9	162.439	1.182	141,24

Continuación Tabla 14.

Años	Categorías	CJUR	VCPEc	CPUE
1993	Nº 1	14.990	108	138,20
	Nº 2	64.541	570	114,53
	Nº 3	369.904	1.982	187,00
	Nº 4	208.040	1.815	113,71
	Nº 5	781.896	6.706	115,83
	Nº 6	182.297	1.715	106,40
	Nº 7	93.728	906	101,55
	Nº 8	413.858	3.787	107,74
	Nº 9	146.913	1.195	121,04
1994	Nº 1	8.642	49	190,45
	Nº 2	33.736	248	135,28
	Nº 3	281.687	1.293	218,33
	Nº 4	237.786	1.983	118,60
	Nº 5	990.313	8.152	120,31
	Nº 6	267.510	2.184	120,66
	Nº 7	278.500	2.421	114,33
	Nº 8	843.352	7.075	117,07
	Nº 9	232.253	1.788	126,90
	Nº 10	71.912	512	143,50
1995	Nº 1	4.442	37	120,05
	Nº 2	46.850	350	129,85
	Nº 3	313.898	1.549	199,42
	Nº 4	278.539	2.335	119,15
	Nº 5	938.934	8.385	113,57
	Nº 6	357.353	3.187	113,35
	Nº 7	341.746	2.925	118,00
	Nº 8	951.008	8.213	115,11
	Nº 9	341.646	2.946	114,18
	Nº 10	159.452	1.265	124,03

10. Determinación de la variabilidad de la CPUE

La variabilidad de la CPUE fue descompuesta en dos factores, el primero asociado a la distribución espacial (Tabla 15) y un segundo relacionado con la variabilidad interanual (Tabla 16). Estos factores son indicadores que reflejarían la eficacia del accionar de la flota entre las diferentes subzonas de pesca y entre años.

Tabla 15

Factor de abundancia global por subzonas de pesca (Q_j)
para el período 1983-95.

Subzonas	Q_j
1	0,33
2	0,07
3	1,00
4	0,41
5	0,12
6	0,15

Tabla 16

Factor de abundancia anual (R_k), para el período 1983-95.

Años	R_k
1983	0,03
1984	0,13
1985	0,09
1986	0,22
1987	0,61
1988	0,54
1989	0,53
1990	0,78
1991	1,00
1992	4,27
1993	3,63
1994	4,31
1995	4,19

Al analizar el factor asociado a las subzonas de pesca se aprecia que éste alcanza el mayor índice en la subzona patrón (La Feria) (Fig 1b), valores intermedios en las subzonas 1 y 4 para presentar las restantes zonas registros muy inferiores. El mayor valor alcanzado en la subzona 3 estaría relacionado con el hecho de que la pesquería se inicia y desarrolla mayoritariamente en esta subzona hasta 1989 por lo que sus capturas y rendimientos son los más altos; no obstante, en los siguientes años mantiene una actividad importante. A partir de 1990 se inicia una acelerada expansión de la pesquería hacia el oeste superando las 200 mn de la costa, asociado al ingreso de unidades de mayor tamaño y autonomía, esta expansión implicó que la subzona 4 (contigua a la 3) comenzará a ser visitada con mayor frecuencia por embarcaciones grandes que, por lo general, logran buenos rendimientos. Con respecto a la subzona 1, localizada en un área frente al puerto de San Antonio, se inicia una fuerte operación desde 1990, producto de las grandes inversiones, en planta y flota, que se han realizado en este puerto y al desplazamiento de unidades de Talcahuano a esta subzona en algunos períodos del año.

En cuanto a los factores anuales, se consideró como año de referencia a 1991 debido a que en este año la flota actúa y se consolida en todas las subzonas de pesca. Al respecto, en los primeros años los índices calculados son los más bajos del período analizado (Tabla 16), tal vez debido a la reducida área de operación de la flota y a que ésta se encontraba compuesta en su gran mayoría por unidades pequeñas y de escasa autonomía que no les permitía ampliar su radio de acción. Entre 1987 y 1991 se inicia una incipiente y sostenida expansión de la cobertura espacial de la pesquería, lo que se traduce en índices con valores intermedios; asimismo, en estos años se incorporan unidades mayores que les permite abarcar un área más extensa y operar en condiciones más adversas características de la zona.

A partir de 1992, el índice se incrementa de manera notable, debido a la consolidación de la operación de la flota en toda el área de estudio, alcanzando en los dos últimos años más de un 90% de ocupación (Tabla 12). Además, en este período se introducen embarcaciones de gran tamaño (sobre 1.200 m³ de capacidad de bodega) que pueden desplazarse sin

limitaciones a través de toda el área de estudio operando incluso, en determinadas épocas, frente a Corral y con redes de media-agua. Lo anterior implicaría que la flota alcanzaría una eficiencia mucho mayor que en los inicios de la pesquería que se refleja en los grandes valores obtenidos (Tabla 16).

Para analizar la interacción entre el factor de distribución espacial y el factor de variabilidad interanual (interacción entre subzonas de pesca y años), se efectuó un análisis de varianza (andeva) a dos factores. Este análisis se desarrolló para el período 1989-1995, ya que desde este año existe actividad extractiva sobre el recurso jurel en todas las subzonas de pesca.

Los resultados indican que existe diferencia una significativa entre los años analizados (factor interanual) donde $P(F\ 230,76 > 4,36) = 0,05$. Asimismo, también se infirió una diferencia significativa entre las subzonas de pesca (factor zona) donde $P(F\ 84,94 > 5,63) = 0,05$.

Por otro lado, el análisis muestra que la interacción entre los años y subzonas de pesca es poco significativa, para ambos factores simultáneamente, donde $P(F\ 6,19 > 1,46) = 0,05$. Al analizar la información se observa que el error estándar de la CPUE de la subzona 2 y 6 (ambas oceánicas) son muy altos al inicio de los años analizados donde el número de embarcaciones que participan en esas zonas es reducido, en cambio la desviación estándar tiende a estabilizarse a partir de los años 1992 y 1993. La prueba post-hoc aplicada a Andeva (test Newman-Keuls), muestra que al inicio del período las diferencias entre las subzonas 2 y 6 no son diferentes, situación similar se produce entre las subzonas 5 (costera sur) y 6 (oceánica sur), las que tienden a diferenciarse a medida que avanza el período de estudio. Ambas subzonas de pesca están más alejadas de los puertos bases y en ellas operan las unidades de mayor capacidad de bodega donde en algunos casos estas embarcaciones tienen limitaciones en sus permisos de pesca para operar en ciertas áreas de la VIII Región.

11. Análisis de serie de tiempo

La transformación logarítmica resulta adecuada para estabilizar la varianza (Fig. 9), observándose que no existen cambios sistemáticos en el promedio de la serie (i.e. tendencias). El modelo (3) (descrito en el punto II.12) es equivalente al siguiente modelo:

$$\text{ARIMA}(0,1,1)(0,0,0)_{12}$$

donde las diferencias regulares de primer orden se toman en cuenta para inducir estacionariedad de la serie. Este modelo indica que la serie de tiempo de la CPUE sólo es explicada por el error (factores externos a la serie) más que por sí misma.

Los resultados del ajuste del modelo (3) a los datos observados de CPUE se presentan en la Tabla 17, apreciándose que el parámetro de media móvil regular (θ) cumple con los límites de estacionariedad e invertibilidad; es decir, es menor a la unidad en valor absoluto.

Además, de acuerdo con el valor de probabilidad asociado al parámetro, existen evidencias para rechazar la presencia del parámetro en el modelo. Además, el estadístico Q indica que el modelo no es el más adecuado por cuanto los residuos no se comportan como el ruido blanco (Tabla 18).

Lo anterior es un resultado esperable por cuanto el modelo (3) no toma en cuenta el componente de fluctuación estacional de la CPUE (Figura 9). Por esta razón se identificó el siguiente modelo alternativo, con diferenciación regular y estacional de primer orden:

$$\text{ARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12}$$

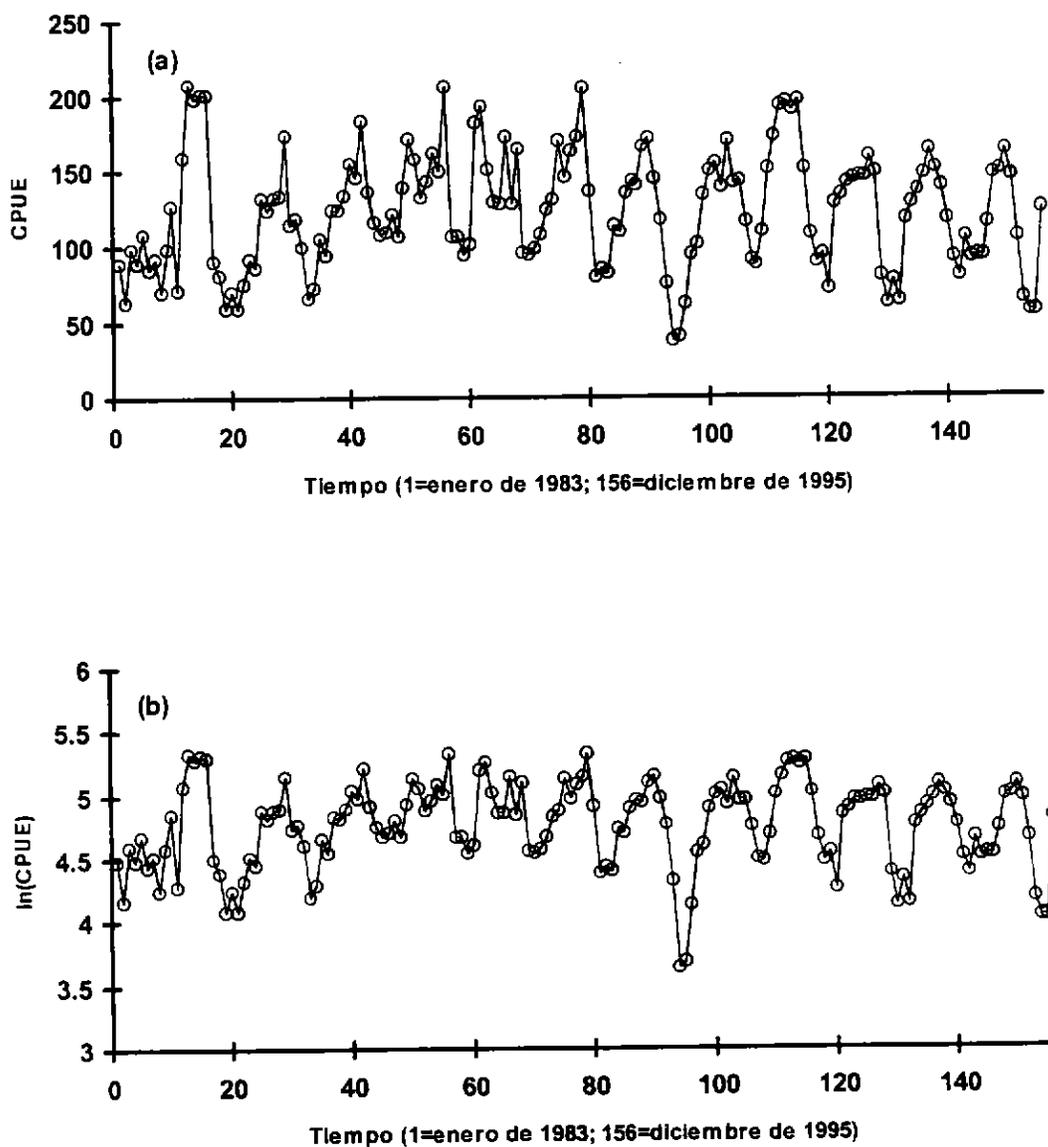


Figura 9 Serie de tiempo de la captura por unidad de esfuerzo de jurel (a) y la misma serie transformada a logaritmo (b), expresada en toneladas por viajes con pesca estándar.

Tabla 17

Parámetros estimados para dos modelos identificados para analizar el comportamiento de la CPUE de jurel en la Zona Centro-Sur.

MODELO	Parámetro	Error estándar	Valor T	Valor P
ARIMA(0,1,1)(0,0,0) ₁₂	$\theta = 0,00957$	0,08292	0,11538	0,9083
ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂	$\theta = 0,41070$	0,07909	5,19305	<0,01
	$\Theta = 0,53124$	0,07638	6,9552	<0,01

Tabla 18

Análisis de los residuos de los modelos identificados y ajustados a la serie de tiempo transformadas y diferenciadas de la CPUE de jurel en la Zona Centro-Sur.

ESTADISTICOS	ARIMA(0,1,1)(0,0,0) ₁₂	ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂
Estadístico Q	71,9943 (P<0,01)	18,4634 (P=0,4255)
χ^2 (g.l.)	19	18
σ_c^2	0,06987	0,0661307

La estimación de los parámetros de este modelo, de media móvil multiplicativo estacional, se muestra en la Tabla 17, donde ambos parámetros de media móvil, regular (θ) y estacional (Θ), cumplen con los límites de estacionariedad e invertibilidad, no existiendo evidencia en contra de su presencia en el modelo. La varianza del error alcanza a 0,0661307 con un valor P=0,43 en contra de la hipótesis alternativa; es decir, los residuos no son diferentes del ruido blanco (Tabla 18).

Al considerar la varianza del error (σ^2_c) de este modelo y el parámetro de media móvil regular (θ), se estima que la varianza asociada a los errores de medida de la CPUE (σ^2_e) alcanza a 0,02715. A su vez, la varianza asociada a los errores de proceso (σ^2_a) subyacente de la dinámica poblacional (reclutamiento, mortalidades, migraciones), alcanza a 0,0229655, ligeramente inferior al anterior. Estas estimaciones suponen sólo la componente regular, pero en presencia del componente estacional dada por la diferenciación estacional y por la presencia del parámetro de media móvil estacional (Θ).

De acuerdo a lo anterior, y dado que la CPUE contiene errores debido a la variabilidad al interior del proceso de estimación y debido a cambios en el coeficiente de capturabilidad, los valores de CPUE obtenido con el modelo alternativo deben reflejar mejor los cambios de la abundancia al quedar eliminada la variabilidad asociada a la capturabilidad y errores de medida.

El modelo alternativo considera que la serie de tiempo es explicada por la estructura del error, y con propósitos predictivos se puede utilizar dicho modelo, i.e.

$$y_t = y_{t-1} + y_{t-2} - y_{t-3} + c_t - \theta_1 c_t - \Theta_1 c_{t-2} + \theta_1 \Theta_1 c_{t-3}$$

$$y_t = y_{t-1} + y_{t-2} - y_{t-3} + c_t - 0,4107c_t - 0,53125c_{t-2} + 0,218184c_{t-3}$$

donde

- y = es el logaritmo natural de la CPUE.
- t = es el tiempo (meses).
- c = es el residuo .
- θ = parámetro de media móvil regular.
- Θ = parámetros de media estacional.

12. Método de Collie & Sissenwine

La evolución de la CPUE anual de jurel muestra un comportamiento al incremento entre 1983 y 1987, para posteriormente evidenciar una tendencia decreciente, aunque con fluctuaciones, hasta 1995 (Figura 10).

La evolución del índice de reclutamiento basado en la proporción en peso de la fracción menor a 26 cm de longitud horquilla en las capturas es similar al reclutamiento en peso determinado con el Análisis Secuencial de la Población (ASP) (Figura 11). Sin embargo, debido a que en algunos años el índice basado en la proporción juvenil es cero, se prefirió utilizar la tendencia del reclutamiento estimado con el ASP en el método de Collie & Sissenwine (1983). El reclutamiento en peso a la edad 2 se dividió por el promedio observado en el período 1983-1995.

La aplicación del método de Collie & Sissenwine (1983) para estimar el coeficiente de capturabilidad se basó en la evolución de la CPUE (Figura 10), los cambios en el reclutamiento provenientes del ASP, y una tasa de mortalidad natural de $0,35 \text{ año}^{-1}$ utilizada por Cubillos *et al.*, (1996) en el ASP.

Los resultados obtenidos, según distintos ponderadores para la CPUE y el índice de reclutamiento se muestran en la Tabla 19a. Cuando no se toma en cuenta los errores de medida de la CPUE ni del reclutamiento ($w(d_i)=0$ y $w(v_i)=0$, respectivamente), la suma de cuadrados totales (SSQ) alcanza el valor más bajo, aspecto que indica la dominancia del error de observación por sobre los errores de medida de la CPUE y del reclutamiento. Al respecto, el reclutamiento presenta la más alta suma de cuadrados lo que indica que esta variable presenta la mayor suma de cuadrados (244,47), lo que se asocia con grandes errores de medida talvez porque el índice de reclutamiento utilizado no refleja el proceso subyacente modelado, no cumpliéndose el supuesto de igual coeficiente de capturabilidad.

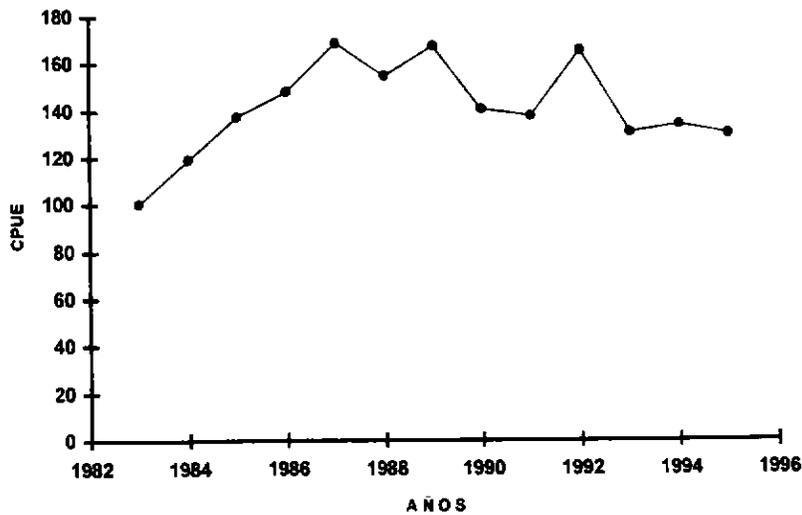


Figura 10 Evolución anual de la captura por unidad de esfuerzo de jurel en la Zona Centro-Sur.

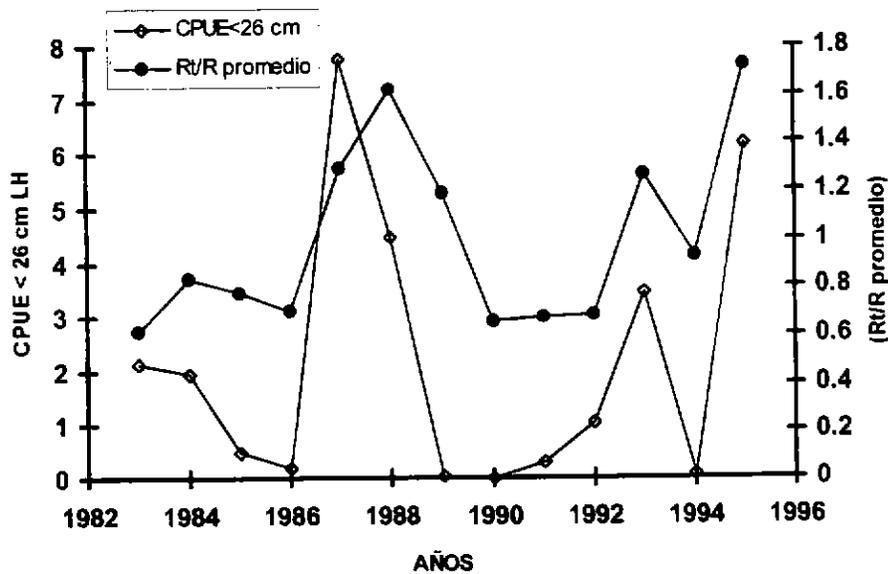


Figura 11 Tendencias en el reclutamiento de jurel, basado en la proporción en peso de jurel menor a 26 cm LH en las capturas de la flota industrial de cerco de la Zona Centro-Sur y en el reclutamiento en peso a la edad 2 estimado con el Análisis Secuencial de la Población.

Tabla 19a

Estimación del coeficiente de capturabilidad (método de Collie & Sissenwine (1983)) y de las distintas fuentes de error asociadas con el error de observación ($SS(e_t)$), error de medida de la CPUE ($SS(dt)$) y del índice de reclutamiento ($SS(v_t)$) según distintos ponderadores ($w(x)$).

q	SSQ	SS(e_t)	SS(d_t)	SS(v_t) (*)
0,01162	5,1965E-15	5,1965E-15	2,7453E-03 w(dt)=0	244,4762 w(vt)=0
0,01267	5,5715E-15	4,0124E-16	5,1702E-15 w(dt)=1	245,7391 w(vt)=0
0,00547	80,699	0,0006	24,2481 w(dt)=1	56,4503 w(vt)=1
0,01160	121,2055	0,0865	0,0212 w(dt)=100	237,9967 w(vt)=0.5
0,01162	247,4144	1,1088E-07	0,0018 w(dt)=1000	245,6153 w(vt)=1

(*) : El índice de reclutamiento se basa en el ASP.

Cuando se considera $w(d_t)=1$, el proceso de ajuste minimiza los errores de medida de la CPUE en forma significativa y la suma de cuadrados totales se incrementa levemente (7,21%), mientras que el coeficiente de capturabilidad se incrementa en sólo 9,04% (Tabla 19a). No obstante, al considerar $w(v_t)=1$ (igual varianza para la CPUE y el índice de reclutamiento), si bien es cierto la suma de cuadrados asociada al reclutamiento se reduce ocurre una alteración en la suma de cuadrados asociada a los errores de observación y de medición de la CPUE y en el coeficiente de capturabilidad, disminuyendo este último de 0,01267 a 0,00547 (Tabla 19a). Este último resultado demuestra que el índice de reclutamiento tiene una varianza distinta que la de la CPUE y que el índice de reclutamiento utilizado no es un buen indicador del proceso modelado.

En otros términos, el modelo está señalando que los cambios en el reclutamiento son otros y que el supuesto de igual coeficiente de capturabilidad para la CPUE y el índice de reclutamiento no se cumple. Esta situación se podría deber, en parte, a que la CPUE está indicando cambios de biomasa de una fracción de edades (vulneradas) que ha sido influenciada por un patrón distinto de reclutamiento. En este contexto, debería utilizarse un indicador de los cambios de reclutamiento a una edad más avanzada que refleje de mejor manera los cambios en la fracción completamente vulnerada por el arte de pesca.

Con el objeto de obtener mejores resultados, se utilizó un índice de reclutamiento para la fracción completamente vulnerada consistente en la captura por unidad de esfuerzo del grupo de edad 5, donde el esfuerzo de pesca corresponde al estimado en este estudio. La evolución del índice se presenta en la Figura 12, donde se observa un patrón diferente al utilizado previamente (ver Figura 11). En efecto, el índice de reclutamiento actual se incrementa desde 1983 hasta 1987, luego se estabiliza para posteriormente exhibir una tendencia decreciente hasta 1995.

Los resultados obtenidos utilizando este índice de reclutamiento se presentan en la Tabla 19b. Se observa que cuando la suma de cuadrados total no toma en cuenta los errores de medida de los índices ($w(dt)=0$ y $w(vt)=0$), ocurre la suma de cuadrados más baja. En este caso, y a diferencia de los resultados previos, la suma de cuadrados asociada al índice de reclutamiento es más baja. Esto indica que la información en que se basan los índices es más cercana y el supuesto de igual coeficiente de capturabilidad para la CPUE y el índice de reclutamiento podría estar cumpliéndose.

Cuando se toma en cuenta sólo el error de medida de la CPUE ($w(dt)=1$ y $w(vt)=0$), el coeficiente de capturabilidad se incrementa en 7,52%, la suma de cuadrados asociada a los errores de medida de la CPUE disminuye notablemente, pero se incrementa el error de medida asociado al índice de reclutamiento de 4,139 a 13,946 (Tabla 19b). Si se da la misma ponderación a los errores de medida ($w(dt)=1$ y $w(vt)=1$), el coeficiente de capturabilidad alcanza un valor de 0,00308, disminuye la varianza asociada al error de

medida del índice de reclutamiento, se incrementa la de la CPUE y también el error de observación. Luego, disminuyendo gradualmente la importancia relativa de los errores de medida del índice de reclutamiento se puede apreciar que el coeficiente de capturabilidad se mantiene en el orden de 0,003 con tendencia creciente. El error de medida del índice de reclutamiento se incrementa y disminuye el error de medida asociado con la CPUE y con el error de observación. Lo contrario ocurre cuando se intenta disminuir gradualmente la importancia del error de medida de la CPUE y dejando constante la importancia de los errores de medida del índice de reclutamiento.

En consecuencia, cuando los errores de medida no se toman en cuenta, el error de observación asume que la dinámica de la población de jurel es equivalente a los cambios temporales observados en la CPUE ($=u_t$, Ecuación 8 con $d_t=0$), los cuales son modelados con la Ecuación (7). En este caso, el error de medida de la CPUE ($SS(dt)=0,574$; Tabla 19b) es menor que el error de medida asociado al índice de reclutamiento ($SS(vt)=4,139$, Tabla 19b). Este resultado indica que si la dinámica del stock de jurel frente a la zona centro-sur de Chile es gobernada con el modelo, la captura por unidad de esfuerzo presenta un error mucho menor que el proceso asociado con el reclutamiento. Esta situación es esperable dado que en los stocks de peces pelágicos el reclutamiento usualmente es el componente de mayor variabilidad.

Los errores de medida tienen una notable influencia sobre el error de observación, como queda demostrado con los resultados de las Tablas 19a y 19b. En efecto, cuando se toma en cuenta la importancia relativa de los errores de medida de la CPUE y del índice de reclutamiento en la suma de cuadrados totales, se observa que la suma de cuadrados asociada al modelo se altera y también la suma de cuadrados totales. Esto es así porque el modelo no está dando cuenta de la verdadera dinámica poblacional de jurel, a menos que los errores de medida no se consideren. Cuando se trata de mantener la suma de cuadrados del error asociada al error de medida del índice de reclutamiento, y al mismo tiempo

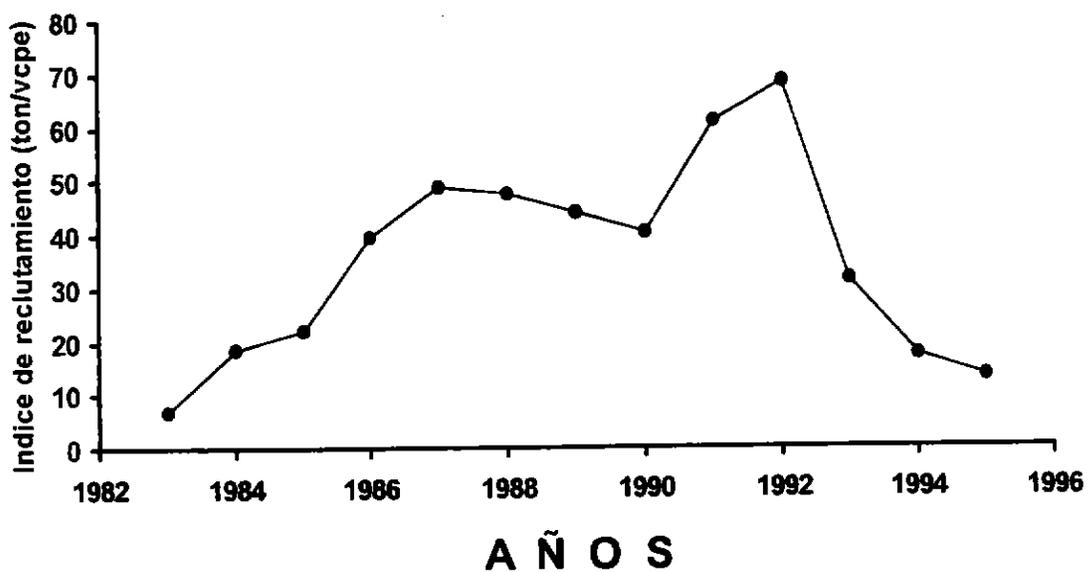


Figura 12 Tendencias en el índice de reclutamiento para la fracción completamente vulnerada de jurel, basado en la captura en peso del grupo de edad 5 de la flota industrial de cerco de la Zona Centro-Sur de Chile.

Tabla 19b.

Estimación del coeficiente de capturabilidad (método de Collie & Sissenwine (1983)) y de las distintas fuentes de error asociadas con el error de observación (SS(et)), error de medida de la CPUE (SS(dt)) y del índice de reclutamiento (SS(vt)) según distintos ponderadores (w(x)).

Q	SSQ	SS(et)	SS(dt)	SS(vt) (*)
0,00492	4,755E-11	4,7546E-11	0,574 w(dt)=0	4,139 w(vt)=0
0,00529	8,436E-06	4,794E-06	3,642E-06 w(dt)=1	13,946 w(vt)=0
0,00308	1,255	3,786E-01	0,683 w(dt)=1	0,194 w(vt)=1
0,00311	1,209	3,515E-01	0,639 w(dt)=1	0,273 w(vt)=0,8
0,00314	1,142	3,141E-01	0,578 w(dt)=1	0,416 w(vt)=0,6
0,00318	1,032	2,596E-01	0,485 w(dt)=1	0,718 w(vt)=0,4
0,00337	0,821	1,744E-01	0,330 w(dt)=1	1,584 w(vt)=0,2
0,00478	0,128	7,716E-03	0,010 w(dt)=1	11,082 w(vt)=0,01
0,00307	1,106	2,989E-01	0,815 w(dt)=0,8	0,155 w(vt)=1
0,00309	1,106	2,180E-01	0,985 w(dt)=0,6	0,117 w(vt)=1
0,00316	0,706	1,340E-01	1,242 w(dt)=0,4	0,075 w(vt)=1
0,00321	0,417	0,050	1,686 w(dt)=0,2	0,030 w(vt)=1
0,00352	7,040E-02	1,600E-03	0,262 w(dt)=0,1	4,255 w(vt)=0,01

(*) : El índice de reclutamiento se basa en la captura del grupo de edad 5 por unidad de esfuerzo estándar.

considerar el error de medida de la CPUE, la asignación de ponderadores $w(dt)=0,1$ y $w(vt)=0,01$ parece ser razonable (Figura 13), manteniéndose el coeficiente de capturabilidad en el orden 0,00352 (última fila, Tabla 19b).

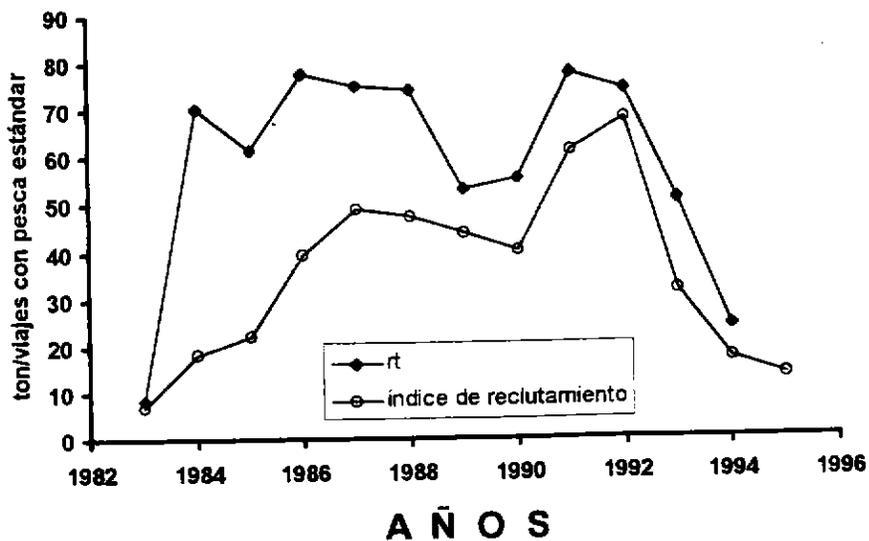
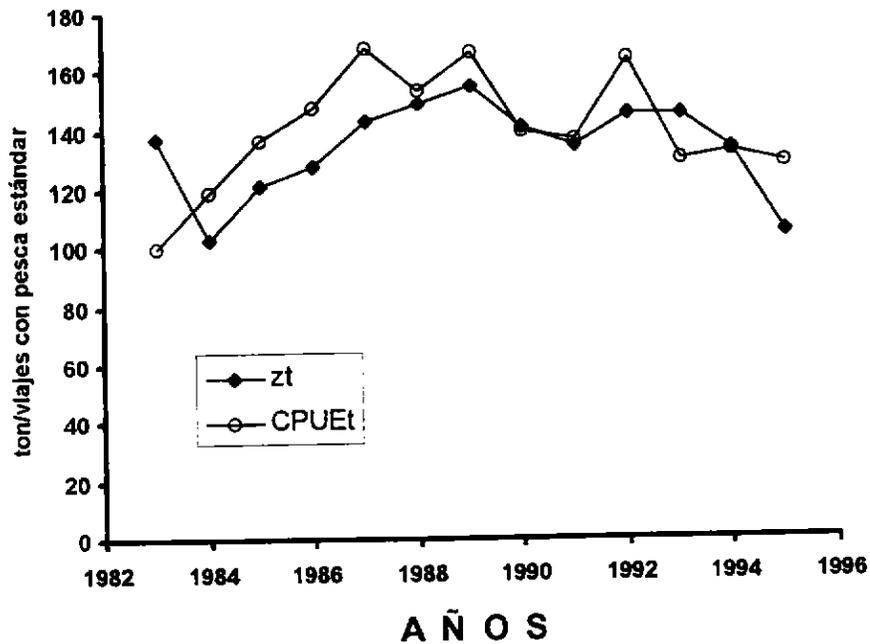


Figura 13 Fluctuaciones en el índice de abundancia estimado con el modelo de Collie & Sissenwine (z_t), minimizando levemente los errores de medida de la $CPUE_t$ ($w(dt)=.1$) y mantenido el error de medida del índice de reclutamiento ($w(vt)=0,01$).

13. Uso de los resultados del ASP (Método Laurec-Shepherd)

La aplicación del método Laurec-Shepherd permite obtener valores del coeficiente de capturabilidad que se indican en la Tabla 20. Se destaca que la varianza corresponde a los datos transformados a logaritmo, debido al supuesto de distribución lognormal del error.

El valor alcanzado por el coeficiente de capturabilidad a partir del grupo de edad 6 es muy similar, lo que indica que a partir de esa edad los individuos de jurel tienen aproximadamente la misma probabilidad de ser capturados. La varianza del coeficiente en general es muy baja a partir del grupo de edad 5+, pero muy alta en el grupo de edad 2, lo que está asociado a la incertidumbre de la abundancia de los reclutas en los años más recientes.

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 & Sissenwine (1983). En efecto, la tasa de mortalidad por pesca está basada en el número de ejemplares en el caso del ASP, mientras que en el método de Collie & Sissenwine se basa en unidades de biomasa y, más específicamente, suponiendo que la captura por unidades de esfuerzo es proporcional a la biomasa, no que la tasa de mortalidad por pesca sea proporcional al esfuerzo de pesca.

En el período 1983-1995, los cambios edad-específicos del coeficiente de capturabilidad se presentan en la Figura 14. Se observa que el coeficiente de capturabilidad del grupo de edad 4 fue muy alto a comienzos de los años de la década de los 80 y comenzó a disminuir, probablemente en concomitancia con la expansión en el área de operación de la flota. En efecto, al operar en un área mayor se tiene una mayor probabilidad de capturar una mayor fracción de grupos de edad. En la fracción de edades completamente reclutadas (5+), el coeficiente de capturabilidad fue excesivamente alto sobre el grupo de edad 5 en 1989.

Esta situación se debe a la alta captura de ese grupo de edad en 1989 en la zona centro-sur, respecto de la captura total a nivel subregional. En efecto, la tasa de mortalidad por

pesca parcial para la zona centro-sur se estima a través del cociente entre la captura parcial de la zona centro-sur y la captura total. Este valor se multiplica entonces por la mortalidad por pesca total.

Tabla 20

Tasa de mortalidad por pesca aplicada en 1995, coeficiente de capturabilidad promedio por grupos de edad (años 1992-94) y varianza.

Grupos de Edad	Fa,n	qSa	Var(qSa)
2	0,05485	2,252E-07	1,9976
3	0,33430	5,340E-06	0,1191
4	0,45117	8,815E-06	0,2881
5	0,68263	1,848E-05	0,0806
6	0,99513	2,784E-05	0,0648
7	0,92611	2,616E-05	0,1282
8	0,97691	2,779E-05	0,1965
9	1,18095	3,373E-05	0,2073
10	1,21416	3,469E-05	0,1306
11	1,11889	3,197E-05	0,1074

En el resto de los grupos de edad, de la fracción completamente reclutada, no se observan variaciones interanuales importantes (Figura 14). La menor varianza en el coeficiente de capturabilidad se observa a contar de 1990 cuando la importancia de la flota industrial de cerco de la zona centro-sur de Chile en la captura total se consolida a nivel subregional. Al mismo tiempo, a contar de 1992 deja de operar la flota internacional de altura (Grechina, 1992).

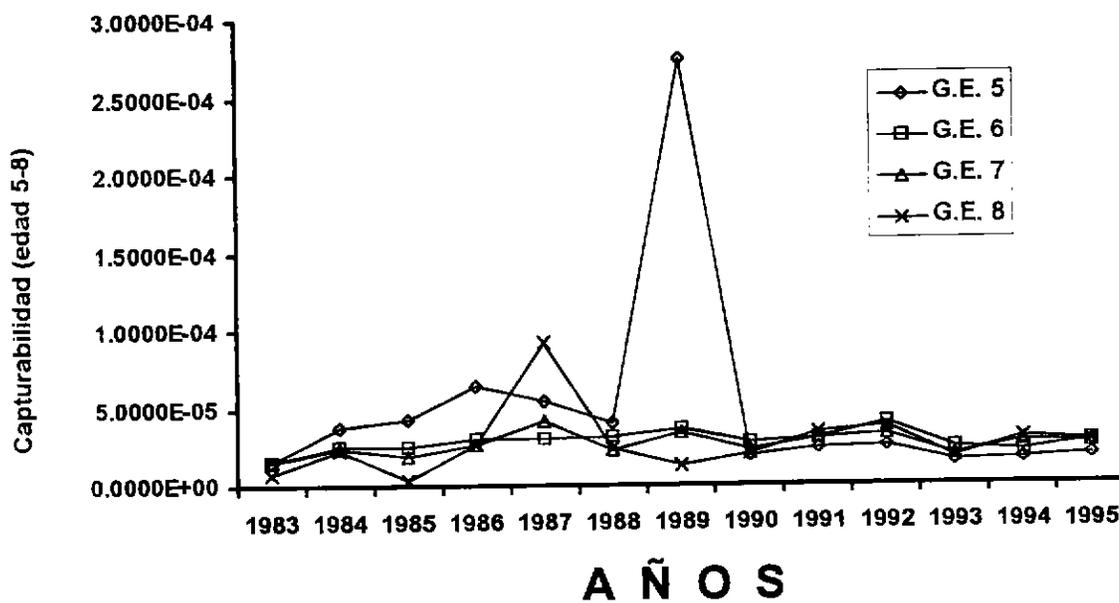
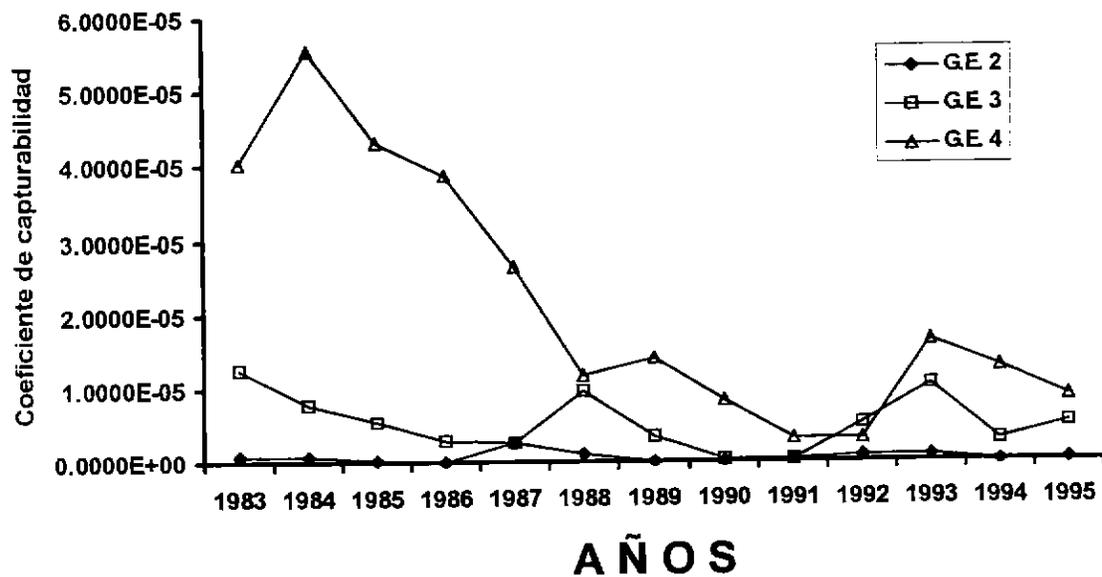


Figura 14 Fluctuaciones en el coeficiente de capturabilidad por grupos de edad de jurel, Arriba: grupos de edad 2 a 4, abajo: grupos de edad 5 a 8.

IV. CONCLUSIONES

De los resultados comprometidos en el presente informe, las principales conclusiones se resumen a continuación:

1. La dinámica de distribución espacio-temporal de la flota industrial indica que el estrato 1 (80-500 m³) aplica el esfuerzo en zonas costeras ejerciendo un esfuerzo relativamente estable en los primeros años, para decrecer notablemente después de 1990. El estrato 2 (501-849 m³) incrementa sostenidamente el esfuerzo nominal hasta 1991; en 1992 sufre una caída y posteriormente continúa aumentando, en cuanto a la distribución espacial, ésta se expande significativamente desde 1990. El estrato 3 (850-1.100 m³) inicia su operación en 1988 destacándose por el fuerte aumento del esfuerzo en los últimos cuatro años analizados, desplegándose preferentemente en el área oceánica. Recién en 1989 ingresa a la pesquería el estrato 4 (> 1.101 m³) que opera, al igual que el estrato 3, en áreas más oceánicas, presentando un incremento del esfuerzo en los dos últimos años.
2. Para la pesquería de jurel la unidad de esfuerzo estimada como la más adecuada es el viaje con pesca; en tanto que la característica técnica más asociada al poder de pesca de las embarcaciones resulta ser la capacidad de bodega.
3. La categorización de la flota indica 10 categorías de barcos para esta pesquería, y la categoría patrón seleccionada corresponde a las embarcaciones de entre 350 y 500 m³ (categoría N° 3) de CB.
4. El índice de desarrollo tecnológico de los barcos de la categoría patrón presenta un aumento de cerca del 90% entre 1983 y 1995.
5. Los poderes de pesca aumentan notablemente con la capacidad de bodega de los barcos que componen la flota de la pesquería de jurel centro-sur.

6. Los esfuerzos de pesca estandarizados presentan, al igual que las capturas, una tendencia ascendente en el período analizado.
7. La distribución espacio-temporal de la captura, esfuerzo estándar y CPUE es costera hasta 1986, desarrollándose en las primeras 50 mn frente a Talcahuano; a partir de 1987 comienza una expansión latitudinal y oceánica de la flota, siendo mayor después de 1989, período a partir del cual la flota supera las 200 mn.
8. El análisis del factor de abundancia asociado a las subzonas de pesca muestra que el mayor índice se obtiene en la subzona patrón, valores intermedios en las subzonas 1 y 4 para presentar las restantes zonas registros muy inferiores. En cuanto a los factores se aprecia que en los primeros años los índices calculados son los más bajos del período analizado. Entre 1987 y 1991 existen índices con valores intermedios y, desde 1992, el índice se incrementa de manera notable debido a la consolidación de la operación de la flota en toda el área de estudio.
9. El estudio de series de tiempo de la CPUE de jurel identifica un modelo ARIMA de media móvil multiplicativa estacional, cuyos parámetros cumplen con los supuestos de estacionariedad e invertibilidad. La estimación del coeficiente de capturabilidad es insensible respecto de la asignación de ponderadores al error de medida de la CPUE. En cuanto al índice de reclutamiento, se infiere que la CPUE refleja los cambios de la biomasa de una fracción de edades vulnerables al arte de pesca y que el supuesto de igualdad entre el coeficiente de capturabilidad para la CPUE y el índice de reclutamiento no se cumple.
10. El procedimiento Laurec-Shepherd de sintonización del ASP permite apreciar que el coeficiente de capturabilidad es muy similar a partir de la edad 6, con varianzas relativamente pequeñas en dicha fracción; en cambio, en las edades menores, la varianza del coeficiente fue muy alta, particularmente a la edad 2, lo que está asociado a la incertidumbre de los reclutamientos del período analizado.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

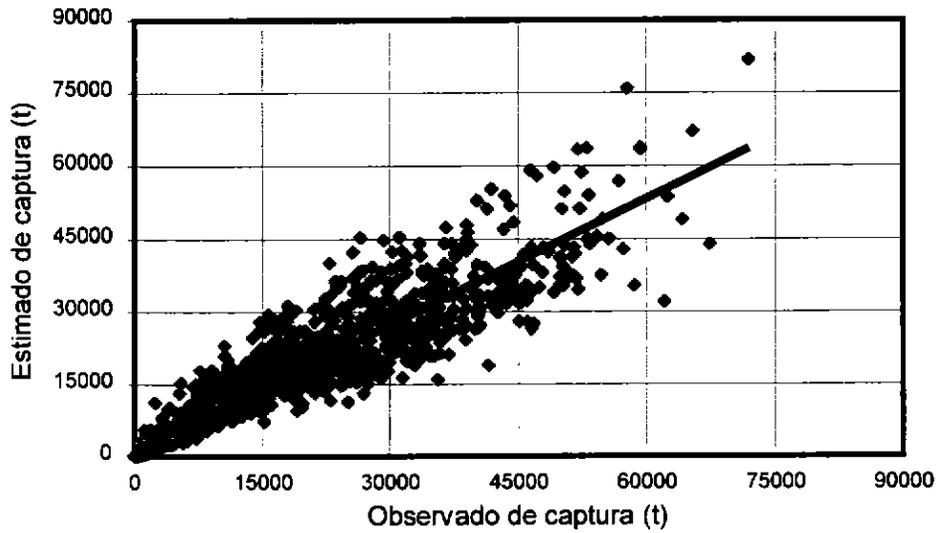
- Barbieri M.A., J. Córdova, S. Lillo, J. Castillo, M.G. Böhm y J.L. Blanco, E. Yáñez y V. Catasti, 1996. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona centro-sur (Fase Crucero Metodológico). Primer Informe de Avance Proyecto FIP N° 07/95.
- Böhm M.G., L. Caballero, H. Muñoz, V. Bocic, H. Hidalgo y R. Serra, 1992. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales. Pesquerías Pelágicas de la zona centro-sur, 1991: Estado de la situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP (Chile), SGI-IFOP 92/2: 37 p.
- Böhm M.G., M.A., Barbieri, E. Yáñez, V. Catasti y A. González, 1996. Análisis de la captura y del esfuerzo de pesca de las unidades de pesquería de jurel de la zona centro-sur y norte. Informe Final Proyecto FIP N°25/94: 122 p. + Anexos.
- Box, G.E.P. y G.M. Jenkins. 1970. Time series analysis: forecasting and control, Holden Day Inc., San Francisco, CA.
- Butterworth, D.S.; G. Hughes y F. Strumpfer. 1990. VPA with ad hoc tuning: implementation for disaggregated 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: pesquerías pelágicas. CORFO-IFOP (Chile), SGI-IFOP 92/16: 38 p.

-
- Canales C., 1993. Estimación de los poderes de pesca de una flota cerquera de la zona norte de Chile (18°20'S-24°S) entre 1987 y 1990. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 90 p.
- Catasti V., 1994. Distribución espacio-temporal de los principales recursos pelágicos explotados en la zona norte de Chile (18°20'S-24°S) entre 1990 y 1992. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 110 p.
- Collie, J.S. y M.P. Sissenwine. 1983. Estimating population size from relative abundance data measured with error. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40:1871-1879.
- Cubillos, L. y P. Sobarzo. 1994. Aspectos teóricos para el análisis de datos de captura y esfuerzo de pesca mediante modelos de función de transferencia. *Biología Pesquera* 23: 3-10.
- DeLury, D.B. 1947. On the estimation of biological populations. *Biometrics* 3:14-167.
- FAO, 1982. La recolección de estadísticas de captura y esfuerzo. FAO, *Circ. Pesca*, 730: 65 p.
- Gujarati D. 1981. *Econometría básica*. McGraw-Hill Latinoamericana, S.a: (De.), Bogotá, Colombia: 463 p.
- Hilborn, R. y C.J. Walters. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty*. Chapman y Hall, London, 570 p.
- Laurec A. y J.C. Le Guen, 1981. *Dynamique des populations marines exploitees*. CNEXO, *Rapp. Scient. et Tech.*, 45: 117 p.
- Pennington, M. 1986. Some statistical techniques for estimating abundance indices from trawl surveys. *Fish. Bull.* 84(3):519-525.

- Punsly, R.G. y R.B. Deriso. 1991. Estimation of the abundance of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, by age groups and regions within the eastern Pacific Ocean. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 20(2):99-131.
- Ricker, W.E. 1975. Computations and interpretation of biologist statistic of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* 191:382 p.
- Salas N., T. Melo y A. Reyes, 1985. Poder de pesca funcional en embarcaciones de cerco. *In: Estudios en Pesquerías Chilenas*. T. Melo (De.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 123-130.
- Sims E., 1985. Selected computer programs in FORTRAN for fish stock assessment. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (259): 183 p.
- Sokal R. y F.J. Rölhf, 1979. *Biometría: principios y métodos estadísticos en investigación biológica*. Rosario, Argentina: 702 p.
- Yáñez. E. y 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. *In: "Análisis de pesquerías chilena"*, P. Arana (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, pp. 161-177.
- Yáñez E., C. Canales, M.A. Barbieri, A. González y V. Catasti, 1993. Estandarización del esfuerzo de pesca y distribución espacial e interanual de la CPUE de anchoveta y sardina en la zona norte de Chile entre 1987 y 1992. *Invest. Mar., Valparaíso*, 21: 111-132.

ANEXOS

Anexo 1. Relación entre las capturas observadas y las capturas estimadas a través del mejor ajuste obtenido del método de Carlson (1975).



Continuación Anexo 2.

Categoría N° 5

CB (m ³)	600	730	650	630	700	725	750
CPUE (tVPj)	249.2	256.8	271.8	280.2	285.4	295.1	326.9
LSR-(x _i -x _t)		> 31.83					> 3.01
			> 7.81				
				> 9.89			
					> 2.71		
						> 4.31	
							> - 35.11

Categorías N° 6 y 7

CB (m ³)		750		850		910
CPUE (tVPj)		326.9		379.7		418.7
LSR-(x _i -x _t)				> - 21.87		> - 2.17

Categoría N° 8

CB (m ³)	910	1000	950	970	930	990	1100
CPUE (tVPj)	418.7	425.8	436.7	444.2	457.6	478.4	518.1
LSR-(x _i -x _t)		> 30.03					> 14.48
			> 28.32				
				> 33.46			
					> 59.44		
						> 20.17	
							> - 39.06

Categoría N° 9

CB (m ³)	1100	1255	1300	1200	1600
CPUE (tVPj)	518.1	524.1	537.5	539.1	661.9
LSR-(x _i -x _t)		> 32.85			> - 51.99
			> 29.65		
				> 50.19	
					> - 59.77

Categoría N° 10

CB (m ³)		1600		1700		1500
CPUE (tVPj)		661.9		750.5		770.9
LSR-(x _i -x _t)				> 7.93		> 1.61

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Anexo 3 Intervalos de confianza de los factores de abundancia por cuatrimestre y subzonas de pesca de la flota industrial que actúa sobre el jurel en la Zona Centro-Sur en el período 1983-95.

Año	Cuatrimestre		Subzonas de pesca					
			1	2	3	4	5	6
1983	I	Mín.	n/o	n/o	1,000	n/o	0,772	n/o
		Máx.	n/o	n/o	1,000	n/o	1,379	n/o
	II	Mín.	n/o	n/o	1,000	n/o	0,443	n/o
		Máx.	n/o	n/o	1,000	n/o	0,707	n/o
	III	Mín.	n/o	n/o	1,000	n/o	n/o	n/o
		Máx.	n/o	n/o	1,000	n/o	n/o	n/o
1984	I	Mín.	n/o	n/o	1,000	n/o	0,214	n/o
		Máx.	n/o	n/o	1,000	n/o	0,713	n/o
	II	Mín.	n/o	n/o	1,000	n/o	1,266	n/o
		Máx.	n/o	n/o	1,000	n/o	2,318	n/o
	III	Mín.	n/o	n/o	1,000	n/o	0,963	n/o
		Máx.	n/o	n/o	1,000	n/o	1,807	n/o
1985	I	Mín.	n/o	n/o	1,000	1,146	n/o	n/o
		Máx.	n/o	n/o	1,000	1,564	n/o	n/o
	II	Mín.	n/o	n/o	1,000	2,315	0,711	n/o
		Máx.	n/o	n/o	1,000	2,315	0,711	n/o
	III	Mín.	n/o	n/o	1,000	n/o	1,496	n/o
		Máx.	n/o	n/o	1,000	n/o	2,453	n/o
1986	I	Mín.	n/o	n/o	1,000	n/o	0,890	n/o
		Máx.	n/o	n/o	1,000	n/o	1,646	n/o
	II	Mín.	n/o	n/o	1,000	0,876	0,714	n/o
		Máx.	n/o	n/o	1,000	1,373	1,120	n/o
	III	Mín.	n/o	n/o	1,000	1,364	0,699	n/o
		Máx.	n/o	n/o	1,000	2,797	1,327	n/o
1987	I	Mín.	0,414	0,116	1,000	0,058	0,414	n/o
		Máx.	2,454	1,312	1,000	0,610	1,589	n/o
	II	Mín.	0,411	0,464	1,000	0,742	0,473	n/o
		Máx.	1,383	3,281	1,000	2,499	1,432	n/o
	III	Mín.	0,529	0,219	1,000	0,327	0,492	n/o
		Máx.	2,253	3,187	1,000	1,206	1,628	n/o
1988	I	Mín.	0,437	n/o	1,000	0,179	0,670	n/o
		Máx.	1,699	n/o	1,000	1,542	1,868	n/o
	II	Mín.	1,196	n/o	1,000	1,068	1,127	n/o
		Máx.	1,764	n/o	1,000	1,628	1,585	n/o
	III	Mín.	1,209	n/o	1,000	0,790	0,607	n/o
		Máx.	3,360	n/o	1,000	2,636	1,408	n/o
1989	I	Mín.	0,431	0,039	1,000	0,498	0,753	0,598
		Máx.	1,925	0,295	1,000	1,407	1,871	4,478
	II	Mín.	0,916	0,354	1,000	0,705	0,808	n/o
		Máx.	1,903	1,778	1,000	1,458	1,678	n/o
	III	Mín.	0,911	n/o	1,000	1,085	0,788	n/o
		Máx.	1,443	n/o	1,000	2,332	1,247	n/o
1990	I	Mín.	1,037	n/o	1,000	0,675	0,718	0,939
		Máx.	2,527	n/o	1,000	2,042	1,822	4,659
	II	Mín.	0,995	0,161	1,000	1,090	0,876	0,591
		Máx.	1,668	0,340	1,000	1,828	1,508	1,428
	III	Mín.	0,901	n/o	1,000	1,295	0,914	n/o
		Máx.	1,327	n/o	1,000	2,143	1,347	n/o

n/o: no registra operación.

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Continuación Anexo 3.

Año	Cuatri- mestre		Subzonas de pesca					
			1	2	3	4	5	6
1991	I	Mín.	0,693	0,649	1,000	0,641	0,668	n/o
		Máx.	1,580	1,730	1,000	1,710	1,526	n/o
	II	Mín.	0,780	0,874	1,000	0,818	0,851	0,614
		Máx.	1,131	1,441	1,000	1,256	1,254	1,073
	III	Mín.	0,749	0,237	1,000	0,681	0,719	0,700
		Máx.	1,383	0,526	1,000	1,257	1,287	1,554
1992	I	Mín.	0,556	0,383	1,000	0,957	0,783	1,054
		Máx.	1,161	0,875	1,000	2,006	1,640	2,209
	II	Mín.	0,942	0,980	1,000	0,996	0,895	0,809
		Máx.	1,213	1,254	1,000	1,295	1,165	1,064
	III	Mín.	0,436	0,692	1,000	0,684	0,706	0,904
		Máx.	1,103	1,602	1,000	1,849	1,703	2,659
1993	I	Mín.	0,834	0,819	1,000	1,005	0,956	1,170
		Máx.	1,294	1,355	1,000	1,587	1,483	2,252
	II	Mín.	0,711	0,865	1,000	0,973	0,790	1,140
		Máx.	1,316	1,601	1,000	1,799	1,430	2,064
	III	Mín.	0,756	0,748	1,000	0,843	0,716	0,554
		Máx.	1,216	1,340	1,000	1,419	1,205	0,933
1994	I	Mín.	0,638	0,863	1,000	0,741	0,939	0,939
		Máx.	1,034	1,399	1,000	1,201	1,522	1,576
	II	Mín.	0,684	0,882	1,000	0,858	0,898	0,858
		Máx.	1,056	1,343	1,000	1,307	1,367	1,347
	III	Mín.	0,452	0,434	1,000	0,514	0,704	0,484
		Máx.	1,111	1,195	1,000	1,329	1,604	1,355
1995	I	Mín.	0,824	1,113	1,000	1,136	1,021	1,054
		Máx.	1,225	1,676	1,000	1,742	1,540	1,648
	II	Mín.	0,931	0,934	1,000	0,781	0,973	0,883
		Máx.	1,397	1,402	1,000	1,188	1,460	1,365
	III	Mín.	0,960	0,941	1,000	0,701	0,612	0,382
		Máx.	2,015	2,029	1,000	1,512	1,284	0,907

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 4

Centros de gravedad de imágenes de captura de jurel

Año	Ref	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1983	Lon W	-73.35	-73.32	-73.30	-73.42	-73.45	-73.47	-73.51	-73.50	-73.34	-73.37	-73.32	-73.39	-73.38
	Lat S	-36.81	-36.79	-36.69	-36.75	-36.67	-36.65	-36.69	-36.69	-36.68	-36.68	-36.68	-36.74	-36.70
1984		-73.45	-73.46	-73.40	-73.38	-73.36	-73.54	-73.18	-73.47	-73.50	-73.56	-73.44	-73.47	-73.44
		-36.83	-36.82	-36.70	-36.69	-36.55	-36.80	-36.07	-36.69	-36.64	-36.77	-36.68	-36.73	-36.73
1985		-73.49	-73.44	-73.45	-73.43	-73.33	-73.42	-73.46	-73.53	-73.54	-73.47	-73.46	-73.50	-73.46
		-36.71	-36.71	-36.76	-36.75	-36.48	-36.64	-36.65	-36.74	-36.76	-36.68	-36.59	-36.69	-36.69
1986		-73.42	-73.47	-73.55	-73.40	-73.33	-73.35	-73.43	-73.50	-73.54	-73.54	-73.41	-73.47	-73.45
		-36.61	-36.61	-36.77	-36.50	-36.40	-36.27	-36.38	-36.67	-36.72	-36.71	-36.46	-36.66	-36.56
1987		-73.43	-73.46	-73.44	-73.39	-73.47	-73.38	-73.11	-74.15	-73.75	-73.50	-73.51	-73.50	-73.52
		-36.59	-36.69	-36.56	-36.51	-36.60	-36.27	-36.01	-36.60	-36.39	-36.68	-36.69	-36.75	-36.54
1988		-73.49	-73.41	-73.51	-73.35	-73.52	-73.58	-73.11	-73.34	-73.51	-73.43	-73.50	-73.46	-73.44
		-36.67	-36.56	-36.66	-36.34	-36.55	-36.59	-35.79	-36.14	-36.56	-36.48	-36.45	-36.46	-36.47
1989		-73.40	-73.42	-73.54	-73.53	-73.55	-73.74	-73.51	-73.29	-73.41	-73.31	-73.49	-73.40	-73.49
		-36.45	-36.44	-36.52	-36.61	-36.48	-36.51	-36.09	-36.15	-36.41	-36.18	-36.59	-36.31	-36.39
1990		-73.36	-73.63	-73.44	-73.46	-73.85	-73.59	-73.46	-73.92	-73.48	-73.47	-73.37	-73.41	-73.59
		-36.37	-36.65	-36.61	-36.30	-36.06	-36.35	-36.10	-36.43	-36.30	-36.45	-36.11	-36.39	-36.32
1991		-73.39	-73.36	-73.45	-73.33	-73.41	-73.50	-73.83	-73.80	-73.74	-73.74	-73.95	-74.22	-73.60
		-36.11	-36.03	-36.13	-35.93	-36.13	-35.96	-36.24	-36.39	-36.27	-36.46	-36.39	-36.46	-36.17
1992		-73.42	-74.03	-74.53	-74.34	-74.07	-74.24	-74.38	-74.71	-74.85	-75.01	-74.68	-74.29	-74.40
		-36.35	-37.41	-36.81	-36.63	-35.06	-35.94	-35.83	-36.05	-37.09	-37.84	-36.50	-37.41	-36.20
1993		-73.57	-74.48	-73.83	-73.34	-74.82	-74.99	-76.09	-76.06	-75.24	-75.52	-75.00	-73.49	-75.37
		-35.72	-37.14	-36.02	-35.94	-36.36	-37.34	-37.57	-37.09	-36.93	-38.18	-37.43	-35.77	-37.06
1994		-73.97	-73.52	-74.39	-74.41	-74.53	-74.64	-75.69	-75.55	-74.11	-74.88	-74.59	-73.64	-74.92
		-35.61	-34.91	-36.68	-36.50	-36.14	-36.07	-38.29	-38.04	-37.84	-38.72	-36.87	-35.90	-37.07
1995		-73.44	-73.55	-73.84	-74.89	-74.47	-74.30	-74.77	-75.89	-74.60	-74.16	-75.11	-72.97	-74.69
		-35.86	-35.78	-36.26	-35.92	-34.49	-34.03	-35.31	-36.33	-36.31	-37.11	-37.76	-34.29	-35.18

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 5

Centros de gravedad de imágenes de CPUE de jurel

Año	Ref.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1983	Lon.W	-73.22	-73.26	-73.40	-73.36	-73.34	-73.42	-73.39	-73.51	-73.29	-73.30	-73.23	-73.34	-73.33
	Lat. S	-36.31	-36.48	-36.28	-36.27	-36.41	-36.39	-36.61	-36.60	-36.59	-36.40	-36.59	-36.51	-36.43
1984		-73.36	-73.44	-73.29	-73.33	-73.33	-73.54	-73.17	-73.39	-73.36	-73.54	-73.43	-73.53	-73.38
		-36.71	-36.65	-36.46	-36.53	-36.48	-36.72	-36.04	-36.46	-36.48	-36.71	-36.55	-36.61	-36.56
1985		-73.52	-73.44	-73.45	-73.36	-73.41	-73.35	-73.44	-73.41	-73.45	-73.40	-73.37	-73.48	-73.43
		-36.55	-36.55	-36.65	-36.67	-36.36	-36.46	-36.32	-36.52	-36.63	-36.70	-36.43	-36.69	-36.51
1986		-73.27	-73.45	-73.53	-73.43	-73.33	-73.41	-73.32	-73.42	-73.57	-73.45	-73.47	-73.45	-73.42
		-36.31	-36.36	-36.70	-36.38	-36.36	-36.24	-36.21	-36.38	-36.72	-36.48	-36.62	-36.67	-36.44
1987		-73.43	-73.44	-73.49	-73.36	-73.39	-73.79	-73.08	-74.54	-74.42	-73.43	-73.82	-73.52	-73.87
		-36.39	-36.65	-36.33	-36.29	-36.39	-36.20	-35.91	-36.47	-35.41	-36.46	-36.56	-36.80	-36.27
1988		-73.39	-73.43	-73.51	-73.35	-73.25	-73.20	-73.55	-73.33	-73.41	-73.45	-73.82	-73.48	-73.41
		-36.43	-36.56	-36.54	-36.25	-36.07	-35.97	-35.85	-35.88	-36.38	-36.37	-36.35	-36.48	-36.22
1989		-73.41	-73.37	-74.27	-73.42	-73.75	-74.17	-74.54	-73.09	-73.23	-73.21	-73.48	-73.44	-73.84
		-36.32	-36.31	-36.82	-36.44	-36.44	-36.34	-35.97	-35.67	-36.10	-35.78	-36.49	-36.30	-36.28
1990		-73.27	-73.50	-73.39	-73.75	-73.85	-73.73	-73.59	-73.94	-73.43	-73.37	-73.60	-73.44	-73.65
		-36.08	-36.39	-36.38	-36.49	-35.86	-36.36	-35.87	-36.15	-36.06	-36.20	-35.96	-36.19	-36.17
1991		-73.35	-73.49	-73.56	-73.36	-73.37	-73.59	-74.21	-74.09	-73.91	-74.14	-74.00	-74.30	-73.81
		-35.85	-35.86	-36.06	-35.65	-35.93	-35.91	-36.21	-36.28	-36.10	-36.48	-36.22	-36.42	-36.08
1992		-73.48	-74.42	-75.01	-74.65	-74.02	-74.28	-74.72	-74.51	-74.80	-74.75	-75.10	-74.07	-74.53
		-36.38	-37.19	-36.83	-36.86	-34.95	-35.99	-35.97	-35.88	-37.00	-37.15	-36.08	-36.90	-36.24
1993		-73.79	-74.52	-73.93	-73.39	-74.93	-74.63	-75.53	-75.49	-75.03	-74.86	-74.76	-73.59	-74.82
		-35.73	-37.10	-35.95	-35.73	-36.41	-37.02	-37.26	-36.85	-36.75	-37.56	-37.19	-36.07	-36.72
1994		-73.85	-73.63	-74.50	-74.31	-74.50	-74.68	-74.81	-75.06	-74.23	-74.55	-74.43	-73.98	-74.51
		-35.71	-35.24	-36.79	-36.36	-36.00	-36.28	-37.13	-37.29	-37.15	-38.17	-36.89	-35.87	-36.51
1995		-73.51	-74.03	-73.96	-74.77	-74.30	-74.27	-74.73	-75.54	-74.43	-74.28	-76.06	-73.01	-74.57
		-36.10	-36.29	-36.52	-35.95	-35.32	-34.70	-35.36	-36.49	-36.17	-37.20	-38.69	-34.61	-35.70

Anexo 6 Estructura de la Base de Datos.

1. ARCHIVOS BASE

Subdirectorío	BASE
Menú comprimido	BASE.ZIP
Archivos	*.XLS

Considera los archivos base que se utilizan para la posterior creación de las cartografías en IDRISI; además, los archivos base se utilizan para las estimaciones de capturas, CPUE y esfuerzos nominales y estandarizados. Los archivos contienen los siguientes campos.

MES	Mes
CUAD	Cuadrícula
CJUR	Captura mensual de jurel en la cuadrícula
VPJUR	Esfuerzo nominal mensual de jurel en la cuadrícula
ESFIDT	Esfuerzo estándar mensual de jurel en la cuadrícula
CPUE	CPUE promedio mensual de jurel en la cuadrícula

2. ARCHIVOS DE LAS CUADRICULAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Subdirectorío	CUADR
Archivo	CUADR.XLS

Contiene el archivo con las ubicaciones (latitud/longitud) de las cuadrículas de la zona de estudio. El archivo contiene los siguientes campos.

CUAD	Número de la cuadrícula
LATITUD	Latitud de la cuadrícula (punto medio)
LONGITUD	Longitud de la cuadrícula (punto medio)

3. ARCHIVOS DE LAS IMAGENES

3.1. ESFUERZOS NOMINALES POR ESTRATOS DE BODEGA

Subdirectorío	IMAGEN
Subdirectorío	ESFNOM
Menú comprimido	ESFNOM.ZIP
Archivos	*.DOC, *.IMG y *.VAL

Considera las cartografía anuales de esfuerzo nominal con los archivos.

FN8301 : Los dos primeros dígitos indican el año, los otros dos el estrato de bodega.

1. *. DOC : Contienen las características de una imagen (tipo de datos, número de filas y columnas, sistema de coordenadas, etc.).
2. *. IMG : Contienen los píxeles que conforman una imagen.
3. *. VAL : Contienen los datos de esfuerzo nominal que contiene una imagen.

3.2. CAPTURAS

Subdirectorío	IMAGEN
Subdirectorío	CAPTURA
Menú comprimido	CAPTURA.ZIP
Archivos	*.DOC, *.IMG y *.VAL

Considera las cartografía mensuales de captura con los siguientes archivos.

C8301 : Los dos primeros dígitos Indican el año, los otros dos el mes

1. *. DOC : Contienen las características de una imagen (tipo de datos, número de filas y columnas, sistema de coordenadas, etc.).
2. *. IMG : Contienen los píxeles que conforman una imagen.
3. *. VAL : Contienen los datos de captura que conforman una imagen.

3.3. ESFUERZO ESTANDAR

Subdirectorío	IMAGEN
Subdirectorío	ESFUERZO
Menú comprimido	ESFUERZO.ZIP
Archivos	*.DOC, *.IMG y *.VAL

Considera las cartografía mensuales de esfuerzo estándar con los archivos.

F8301 : Los dos primeros dígitos Indican el año, los otros dos el mes

1. *. DOC : Contienen las características de una imagen (tipo de datos, número de filas y columnas, sistema de coordenadas, etc.).
2. *. IMG : Contienen los pixeles que conforman una imagen.
3. *. VAL : Contienen los datos de esfuerzo estándar que contiene una imagen.

3.4. CPUE

Subdirectorío	IMAGEN
Subdirectorío	CPUE
Menú comprimido	CPUE.ZIP
Archivos	*.DOC, *.IMG y *.VAL

Considera las cartografía mensuales de CPUE con los siguientes archivos.

U8301 : Los dos primeros dígitos Indican el año, los otros dos el mes

1. *. DOC : Contienen las características de una imagen (tipo de datos, número de filas y columnas, sistema de coordenadas, etc.).
2. *. IMG : Contienen los pixeles que conforman una imagen.
3. *. VAL : Contienen los datos de CPUE que considera una imagen.