

## ESTRATIFICACIÓN DE LA FLOTA INDUSTRIAL DE BUQUES FRESQUEROS Y ESTIMACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS\*

por

MARÍA I. BERTOLOTTI, ANDREA N. PAGANI, DANIEL R. HERNÁNDEZ Y JUAN J. BUONO

### RESUMEN

Para profundizar el análisis de la flota industrial de buques fresqueros se utilizó un modelo simplificado que permitió explicar la relación entre las variables estructurales y los rendimientos en términos de captura (máxima, por día y del año 1997). Los buques de la flota se diferenciaron en tres estratos homogéneos. El estrato I se diferencia de los demás no sólo por contener los buques de menor tamaño, sino por la composición de las capturas, que es similar a la de los buques costeros grandes. Los rendimientos en kilos por día de ese conjunto de buques sólo se reducen entre 1997 y 1998. Los estratos II y III (buques de mayor tamaño) tienen como especie objetivo a la merluza. Los rendimientos en kilos por día de esos estratos disminuyeron sostenidamente desde 1994-95. En los dos últimos años los buques compensaron la reducción de las capturas de merluza aumentando los desembarques de otras especies que históricamente capturaban otras flotas o estratos de otras flotas. El estado actual de explotación de esa especie hace que sean los estratos más vulnerables respecto de la sustentabilidad a largo plazo y afecta el suministro de las plantas en tierra de las propias empresas armadoras.

### ABSTRACT

**Stratification of the industrial ice-chilling fleet and estimate of yields.** In order to increase knowledge about the ice chilling fleet and to explain the relationship between structural variables and yields, a simplified model was developed. The fleet was classified in three homogeneous strata. Stratum I includes the smallest ships, with a catch composition equal to that of the large coastal fishing vessels. The stratum yields decreased in 1997 and 1998. Strata II and III have common hake as the main target of catches. Yields of those strata showed a continuous decrease as of 1994/1995. Therefore, the species was replaced by other fish originally caught by other fleets. These two last strata are more vulnerable to overfishing of traditional coastal and demersal fisheries.

**Palabras clave:** Economía pesquera, flota industrial de buques fresqueros, sobreexplotación, Argentina.  
**Key words:** Fisheries economics, fresh fish fleet, overfishing, Argentina.

---

\*Contribución INIDEP N° 1167

## CARACTERÍSTICAS DE LA FLOTA DE BUQUES FRESQUEROS

### Aspectos generales

Esta flota está integrada por buques de distinto tamaño (esloras que varían entre 19 y 65 metros) que operan con redes de arrastre (Figura 1); participa con el 34% de las capturas totales de la flota industrial (promedio 90-98) y tiene como especie objetivo la merluza (77,5% de su captura total).

Cuatro categorías de grupos empresarios operan los buques fresqueros de la flota industrial:

- Armadores de buques fresqueros y costeros, sin planta en tierra
- Armadores de buques congeladores y fresqueros, con frigorífico en tierra
- Armadores de buques fresqueros y costeros, con planta en tierra
- Armadores de buques fresqueros y de buques procesadores congeladores arrastreros, con planta en tierra.

La participación de cada uno de estos grupos en los desembarques de la flota fresca en el período 1989-1996 fue del 13%, 3%, 19% y 42% respectivamente (Bertolotti y Pagani, 1999). En 1998 la participación fue la siguiente:

- Armadores de buques fresqueros y costeros, sin planta en tierra: 27%
- Armadores de buques congeladores y fresqueros, con frigorífico en tierra: 2,5%
- Armadores de buques fresqueros y costeros con planta en tierra: 21%
- Armadores de buques fresqueros y de buques procesadores congeladores arrastreros, con planta en tierra: 46%

### Análisis de las variables estructurales

Para analizar la estructura de correlación de las variables "eslora", "tonelaje de registro bruto" (TRB), "potencia del motor principal" (HP) y "capacidad de bodega" en m<sup>3</sup>, se efectuó un análisis de componentes principales (ACP) basado en la matriz de correlación (Mardia *et al.*, 1979).

La relación entre la captura máxima (CM), la cap-

tura por día máxima (CDM) y la captura del año 1997 (C97) con las variables estructurales, se analizó considerando el modelo<sup>1</sup>:

$$C = a + b \ln(\text{TRB}) + \varepsilon \quad (1)$$

Siendo:

C: CM, CDM o C97, según el caso considerado.

a, b: parámetros del modelo.

$\varepsilon$ : error aleatorio.

El modelo es lineal en los parámetros y por lo tanto la estimación de los mismos se efectuó utilizando mínimos cuadrados lineales (Draper y Smith, 1981).

En la Tabla 1 se presenta la matriz de correlación de las variables estructurales.

Tabla 1. Matriz de correlación de las variables estructurales. Flota de buques fresqueros (N=133). Año 1997.

Variable	Eslora	TRB	HP	Bodega
Eslora	1	**	**	**
TRB	0,91	1	**	**
HP	0,88	0,84	1	**
Bodega	0,83	0,84	0,86	1

\*\* : diferencia altamente significativa.

Se concluyó que existe una fuerte correlación entre todas las variables, siendo la más importante la correlación entre la eslora y el TRB.

El ACP determinó una primera componente explicando el 89,60 % de la variabilidad total. Las correlaciones entre la primera componente (Co) y cada una de las variables estructurales se indican en la Tabla 2.

Tabla 2. Correlaciones entre la primera componente y cada una de las variables estructurales.

R (eslora, Co <sub>1</sub> )	0,96
r (TRB, Co <sub>1</sub> )	0,95
r (HP, Co <sub>1</sub> )	0,94
r (bodega, Co <sub>1</sub> )	0,93

<sup>1</sup>Para efectuar el Análisis de Componentes Principales se utilizó el programa AMACP, desarrollado en FORTRAN F32 de Microsoft, por Aníbal Aubone del Área de Matemática del INIDEP. El Análisis de Regresión no-lineal, el Análisis de Agrupamiento Jerárquico y el cálculo de la estadística básica se efectuaron utilizando el programa comercial STATISTICA para Windows 95/98/NT.

Se observa que la primera componente puede considerarse como una variable que representa el tamaño de cada embarcación (cuanto mayores son los valores de las variables estructurales, mayor es la primera componente y viceversa). Si bien todas las variables tienen una alta correlación con la primera componente, se destacan la eslora y el TRB. A los efectos de la estratificación en estudio, estas variables son las más indicadas para resumir la información multivariada correspondiente a la distribución conjunta de las variables estructurales.

### **RELACIÓN DE LA CAPTURA MÁXIMA, LA CAPTURA POR DÍA MÁXIMA Y LA CAPTURA DEL AÑO 1997, CON LAS VARIABLES ESTRUCTURALES**

En este apartado se realiza un análisis simplificado de la relación (función) de los rendimientos de la flota con el tamaño de los buques, excluyendo explícitamente del análisis las capacidades de la dotación de tripulantes, la eficiencia de las empresas armadoras en la operación de los buques y el tipo de organización industrial de los grupos empresarios. La disponibilidad

de los recursos explotados se considera como una restricción *ex ante* para el modelo simplificado.

La captura máxima anual y la captura por día máxima para cada buque se obtuvo seleccionando la misma de los desembarques declarados en los partes de pesca<sup>2</sup> del período 1990-1998; se excluyeron del análisis sólo aquellos buques que operaron menos de tres años de los nueve analizados. Entre 1994 y 1998, el 69% de los buques desembarcó el máximo anual y el 53% de los buques registró la captura máxima por día de marea.

Considerando que el TRB es la variable utilizada internacionalmente para clasificar las flotas industriales, se seleccionó la misma para caracterizar cada embarcación y para establecer la relación entre las variables estructurales y la captura máxima (CM), la captura máxima por día (CDM) y la captura de 1997 (C97), teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el apartado anterior. En las Figuras 2, 3 y 4 se observan las CM, CDM y C97, en relación con el TRB, y los correspondientes modelos teóricos ajustados a los datos observados. En la Tabla 3 se presentan las estimaciones de los parámetros con sus desvíos estándar y el índice de correlación (R) (Ostle, 1979).

Teniendo en cuenta los índices de correlación, se



Figura 1. Buque fresquero de la flota industrial.

<sup>2</sup> Por lo tanto no se trata de un óptimo de captura para cada tipo de buque: 1. Los desembarques excluyen los descartes; 2. El máximo desembarque no es necesariamente igual a la capacidad de bodega.

observa que el modelo (función 1), en función del TRB, permite explicar más del 50% de la variabilidad de cada una de las variables consideradas. El otro 50% de la variabilidad debería ser explicado por el factor trabajo (aptitudes de la dotación de tripulantes y por las capacidades de organización industrial de los grupos empresarios armadores) y especialmente por la disponibilidad de los recursos explotados.

En las Figuras 5, 6 y 7 se indican las distribuciones

de los residuales correspondientes al ajuste de los modelos a los datos observados, en términos de sus histogramas de frecuencia y de los gráficos de la función de distribución acumulativa en escala probabilística normal.

El modelo aplicado presenta normalidad de los residuos y adecuada especificación, concluyéndose que es altamente satisfactorio.

Tabla 3. Estimación de los parámetros, errores estándar e índices de correlación del modelo. Flota de buques fresqueros (N=133).

Modelo	a	$s_a$	b	$s_b$	R
Captura máxima	-7.269.200,08 (**)	776.181,12	2.063.035,09 (**)	147.325,29	0,79
Captura por día máxima	-24.459,30 (**)	3.428,81	7.672,12 (**)	650,82	0,74
Captura del año 1997	-5.664.438,00 (**)	688.148,97	1.554.970,63 (**)	130.383,52	0,75

\*\* : diferencia altamente significativa.

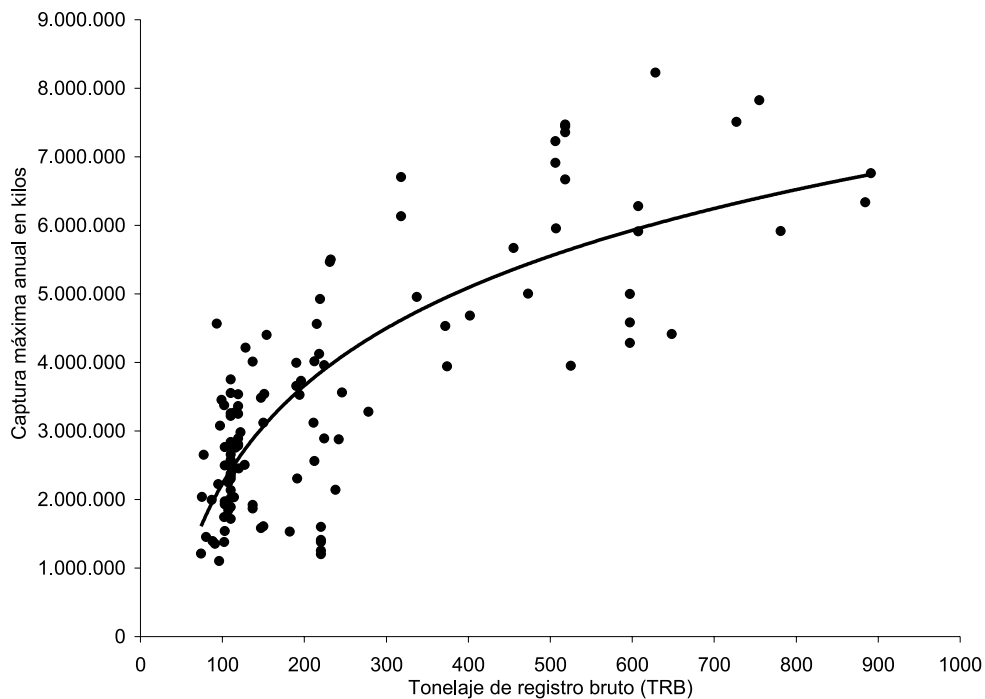


Figura 2. Relación entre la captura máxima y el tonelaje de registro bruto, con el modelo teórico ajustado a los datos observados.

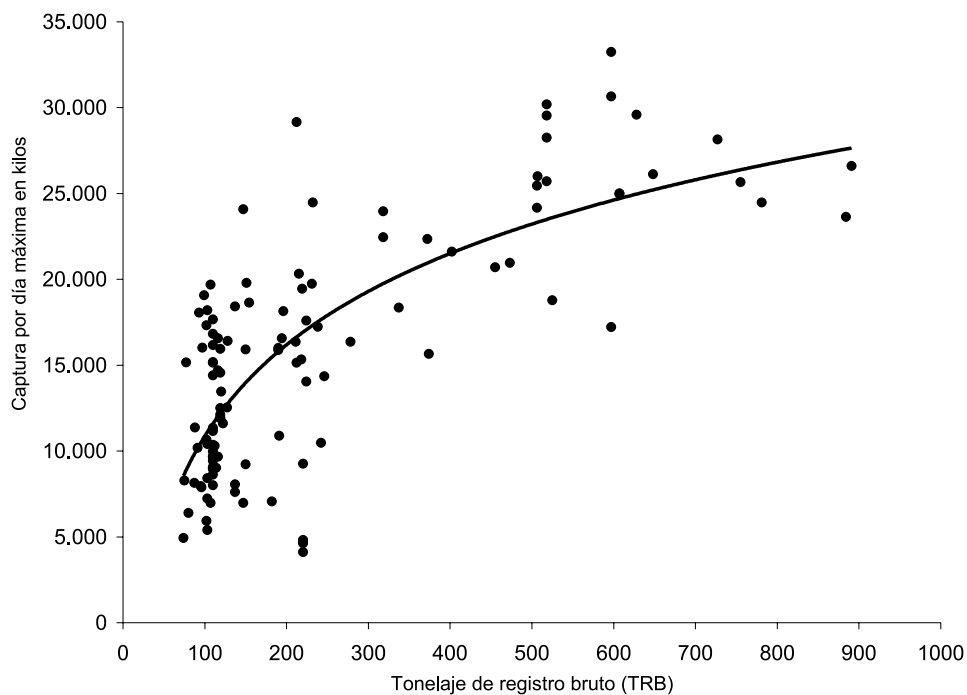


Figura 3. Relación entre la captura por día máxima y el tonelaje de registro bruto, con el modelo teórico ajustado a los datos observados.

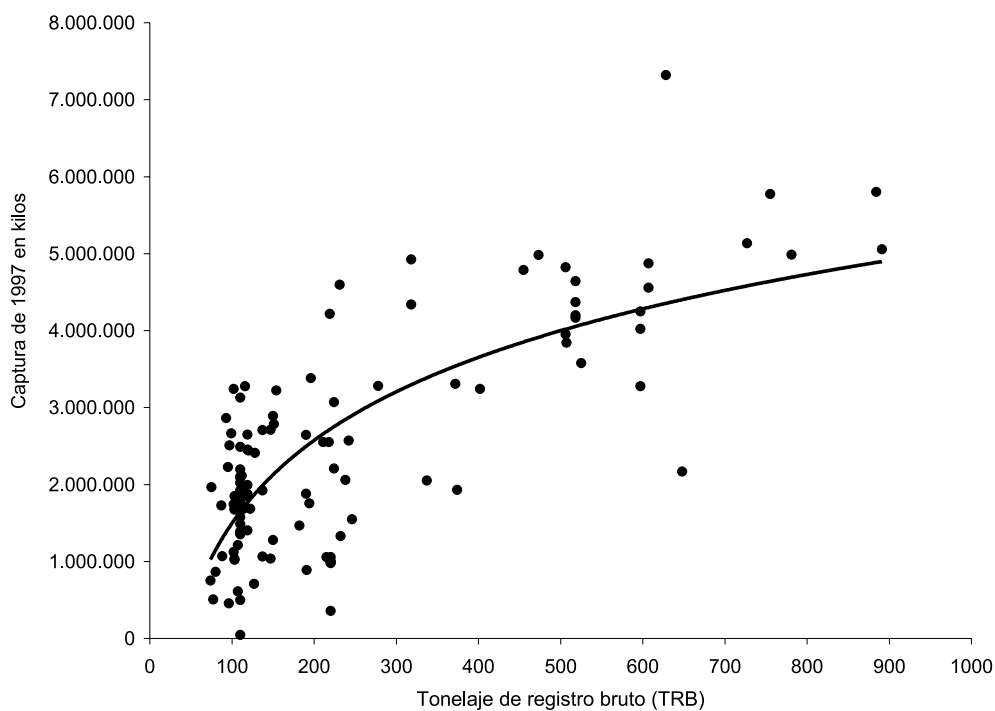


Figura 4. Relación entre la captura del año 1997 y el tonelaje de registro bruto, con el modelo teórico ajustado a los datos observados.

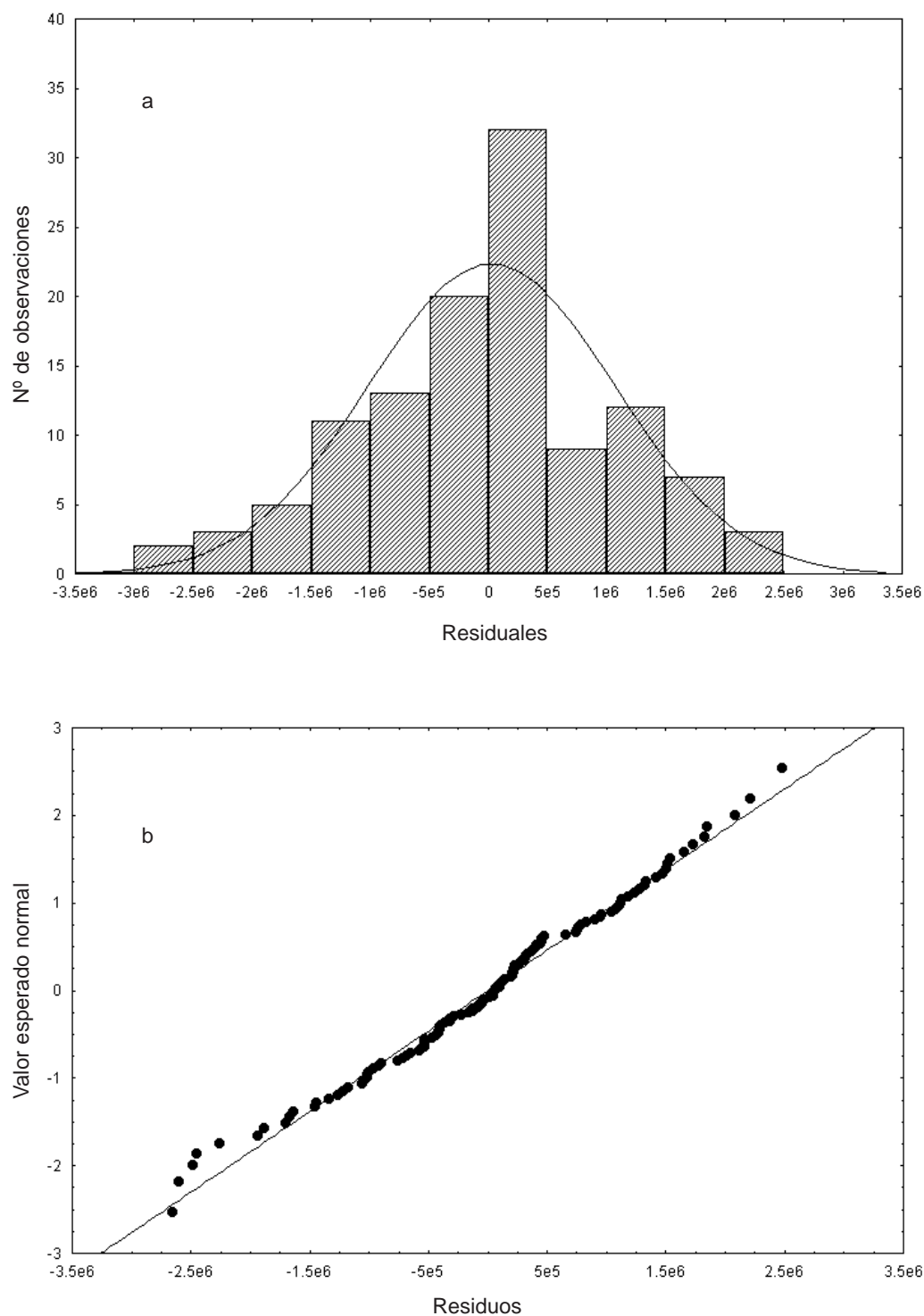


Figura 5. Histograma (a) y distribución de los residuales respecto de su valor normal (b), resultantes del modelo que relaciona la captura máxima y el tonelaje de registro bruto.

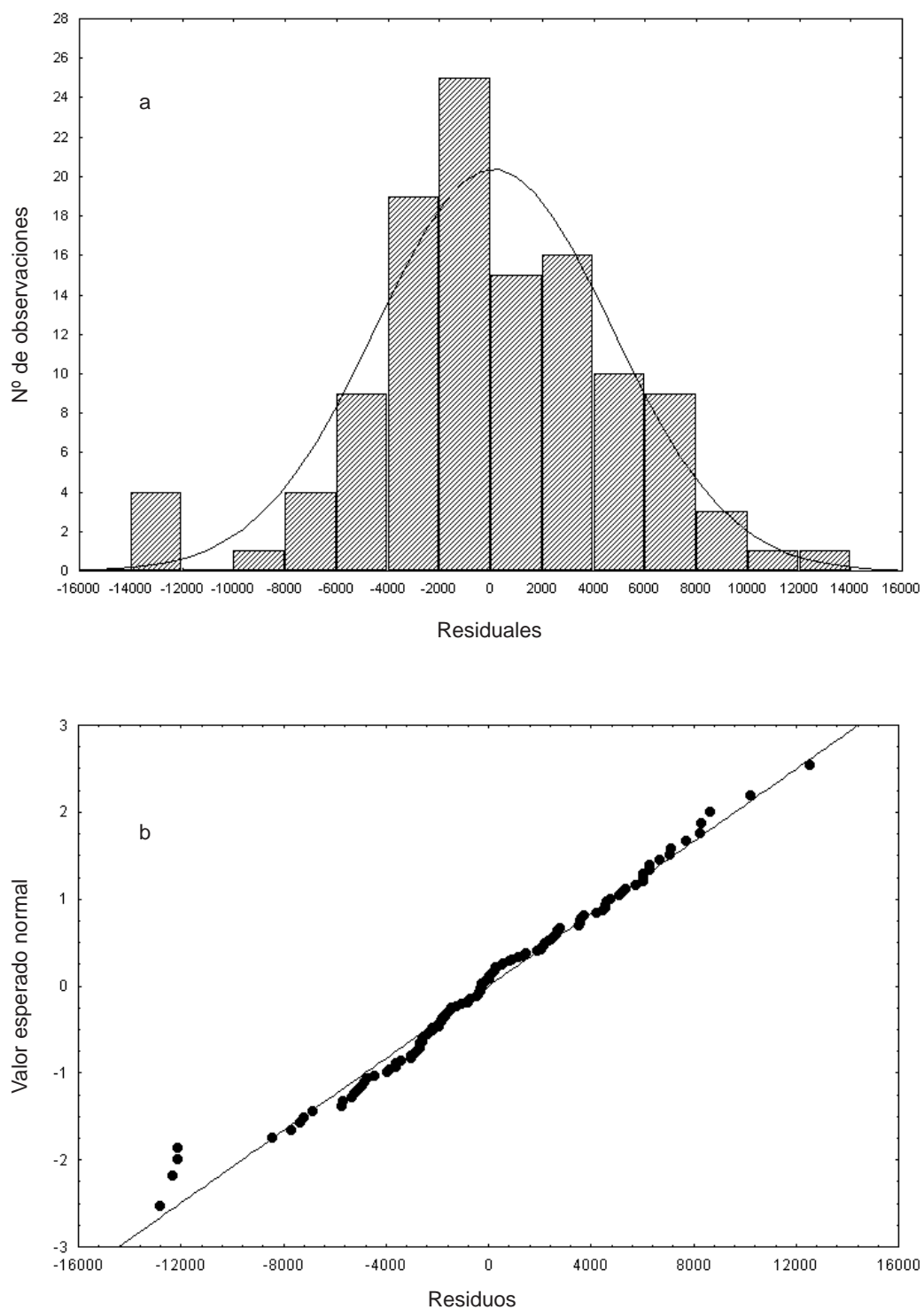


Figura 6. Histograma (a) y distribución de los residuales respecto de su valor normal (b), resultantes del modelo que relaciona la captura máxima por día y el tonelaje de registro bruto.

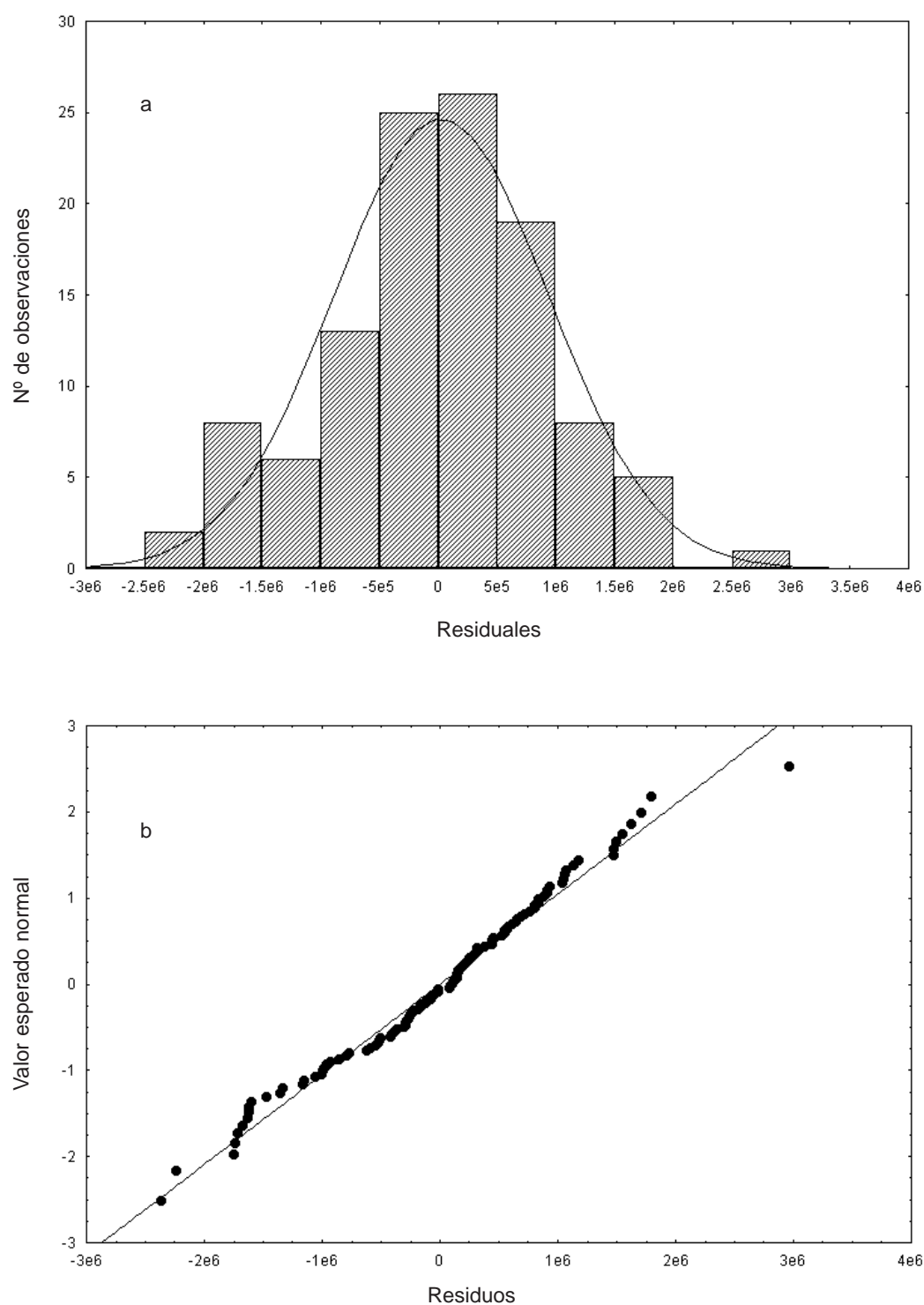


Figura 7. Histograma (a) y distribución de los residuales respecto de su valor normal (b), resultantes del modelo que relaciona la captura de 1997 y el tonelaje de registro bruto.



### Estratificación de la flota industrial de buques fresqueros en términos de las variables estructurales

Con el objeto de definir estratos homogéneos en términos de las variables estructurales, se efectuó un análisis de agrupamiento jerárquico a partir de las variables estandarizadas, utilizando la métrica euclídea y la estrategia de agrupamiento de Ward (Mardia *et al.*, 1979). Esta combinación permite obtener los estratos con mayor homogeneidad interna para cada nivel de la jerarquía de agrupamiento. Dentro de cada estrato definido por el procedimiento citado, se calculó la estadística básica (media, desvío estándar y coeficiente de variación) de las variables estructurales y de la captura máxima, la captura por día máxima y la captura del año 1997. Para evaluar el grado de homogeneidad de los estratos en cuanto a las variables captura (CM, CDM y C97), a partir de un índice acotado, se calculó el coeficiente de correlación intraclase (Ostle, 1979)<sup>3</sup>.

En la Figura 8 se presenta el dendrograma correspondiente al agrupamiento jerárquico de la flota de buques fresqueros, en términos de las variables estructurales. Puede observarse en la Figura 8, que quedan definidos tres estratos, los cuales se caracterizan muy simplemente en términos de la variable eslora. En la Tabla 4 se presenta el número de embarcaciones que componen cada estrato y su rango de eslora. En la Tabla 5 se presenta la estadística básica de las variables estructurales para cada estrato.

Tabla 4. Número de embarcaciones y rango de eslora de cada uno de los estratos surgidos del análisis de agrupamiento jerárquico de la flota industrial de buques fresqueros.

Estrato	N <sub>i</sub>	Rango de eslora (m)
I	56	19,00 - 28,25
II	45	28,26 - 38,95
III	33	38,96 - 64,87

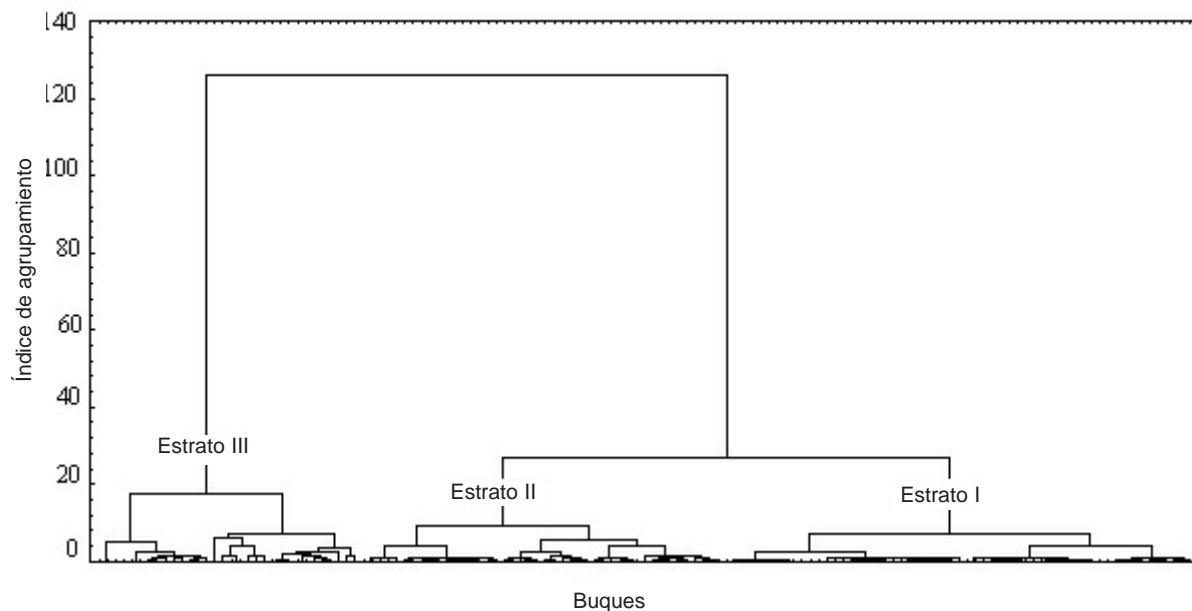


Figura 8. Dendrograma correspondiente al agrupamiento jerárquico de la flota industrial de buques fresqueros, a partir de las variables estructurales estandarizadas.

<sup>3</sup> Este coeficiente varía entre 0 y 1. Valores cercanos a 0 indican que la estratificación es poco exitosa en cuanto a la homogeneidad interna de cada estrato, valores distintos de 0 cuantifican en forma gradual el grado de homogeneidad, y el valor 1 corresponde al caso extremo en donde los valores de la variable considerada dentro de cada estrato son idénticos.

La variabilidad estructural dentro de cada estrato es moderada. En particular, la eslora muestra coeficientes de variación bajos, destacándose el estrato I como muy homogéneo (Tabla 5).

En la Tabla 6 se presenta la estadística básica de la captura máxima, la captura por día máxima y la captura del año 1997, para cada estrato.

Análogamente con lo que sucede con las variables estructurales, teniendo en cuenta también los coeficientes de variación, se puede afirmar que la variabilidad de la captura máxima y de la captura por día máxima, dentro de cada estrato, es moderada. Esto se corrobora teniendo en cuenta los coeficientes de corre-

lación intraclase ( $\rho_t$ ), que tomaron los siguientes valores:

$$\rho_t(\text{Captura máxima}) = 0,69$$

$$\rho_t(\text{Captura por día máxima}) = 0,62$$

En el caso de la captura del año 1997 se observa una variabilidad un poco mayor. El correspondiente coeficiente de correlación intraclase está dado por:

$$\rho_t(\text{Captura del año 1997}) = 0,56$$

Esta mayor variabilidad está asociada con el cambio en el patrón de explotación de la especie objetivo, que fuera analizado por Irusta *et al.* (1999).

Tabla 5. Media, desvío estándar y coeficiente de variación de las variables estructurales para cada estrato.

Variable	Estrato	Media	Desvío estándar	CV (%)
Eslora	I	25,61	1,83	7,15
	II	32,96	3,63	11,01
	III	51,67	7,25	14,03
TRB	I	105,61	15,63	14,80
	II	194,42	99,33	51,09
	III	507,69	165,54	32,61
HP	I	510,93	94,89	18,57
	II	710,29	213,63	30,08
	III	1311,31	334,49	25,51
Bodega	I	142,21	27,23	19,15
	II	206,13	58,07	28,17
	III	391,12	127,89	32,70

Tabla 6. Media, desvío estándar y coeficiente de variación de la captura máxima, la captura por día máxima y la captura del año 1997, por estrato.

Variable	Estrato	Media	Desvío estándar	CV (%)
Captura máxima (kilos)	I	2.446.985	740.866	30
	II	3.152.576	1.262.103	40
	III	5.814.965	1.415.008	24
Captura por día máxima (kilos)	I	1.670	4.018	34
	II	4.457	6.125	42
	III	3.996	4.809	20
Captura del año 1997 (kilos)	I	1.681.523	751.185	45
	II	2.184.947	1.063.544	49
	III	4.145.777	1.252.619	30

### Capacidad de captura de la flota industrial de buques fresqueros

La capacidad promedio máxima de captura de la flota de buques fresqueros se estimó en 460 mil toneladas; la capacidad por estrato de la flota se deta-

lla en la Tabla 7. Para mantener el desempeño del año 1997, los estratos I a III deberían alcanzar una captura de 280 mil toneladas, que parece muy poco probable de sostener, considerando el estado de explotación de la especie objetivo de estos estratos (merluza) y la competencia por recursos costeros de los estratos I y II.

Tabla 7. Capacidad de captura de la flota industrial de buques fresqueros en miles de toneladas, por estrato.

Estrato	Rango de eslora (m)	Captura máxima anual promedio en kilos	Cantidad de buques 1998	Capacidad de captura estimada en miles de toneladas
I	19,00 - 28,25	2.446.985	60	140,3
II	28,26 - 38,95	3.152.576	41	145,3
III	38,96 - 64,87	5.814.965	32	175,2
Totales			133	460,7

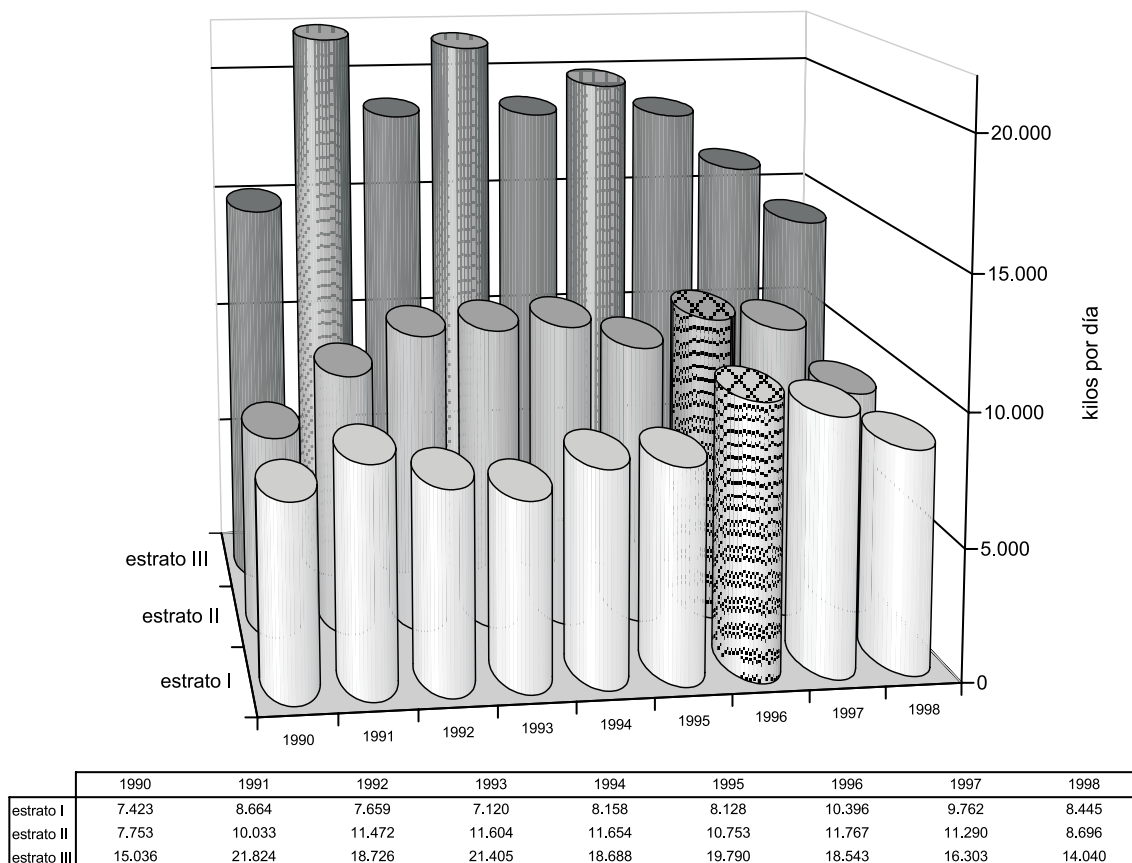


Figura 9. Rendimientos por estrato (en kilos por día de marea). Años 1990-1998.

Los rendimientos en kilos por día de marea, de la flota industrial de buques fresqueros se mantuvieron entre 1990 y 1997 alrededor del promedio de 11.800 kilos por día, alcanzando el máximo en 1996 y registrándose una caída del 23%, entre 1996 y 1998. Estas cifras varían cuando se consideran los rendimientos y la composición de las capturas por estrato (Figuras 9, 10, 11 y 12).

### Estrato I

La composición por especie de los desembarques de los buques del estrato I es variada, similar a los buques de mayor tamaño de la flota costera. La especie predominante es la merluza con una participación promedio del 59,6% para el período 1990-98 (este promedio fue superado en 1990, 1991, 1992 y 1998);

le siguen en orden de importancia:

- El conjunto de especies costeras con un 18,6% promedio en el período analizado y un máximo de participación en las capturas del 25% en 1995. Las especies con mayor volumen son corvina, pescadilla, gatuzo, mero y lenguados.
- Las especies pelágicas con un 8,2% promedio 1990/98 (correspondiendo a la anchoíta el 81% de este total).
- Los peces cartilaginosos con un 5,3% para el período 1990/98, siendo el gatuzo la especie más importante, seguida de pez ángel, rayas y tiburones.

El rendimiento máximo en kilos por día de marea se registró en 1996. Las fluctuaciones anuales de los rendimientos pueden explicarse por la variabilidad de

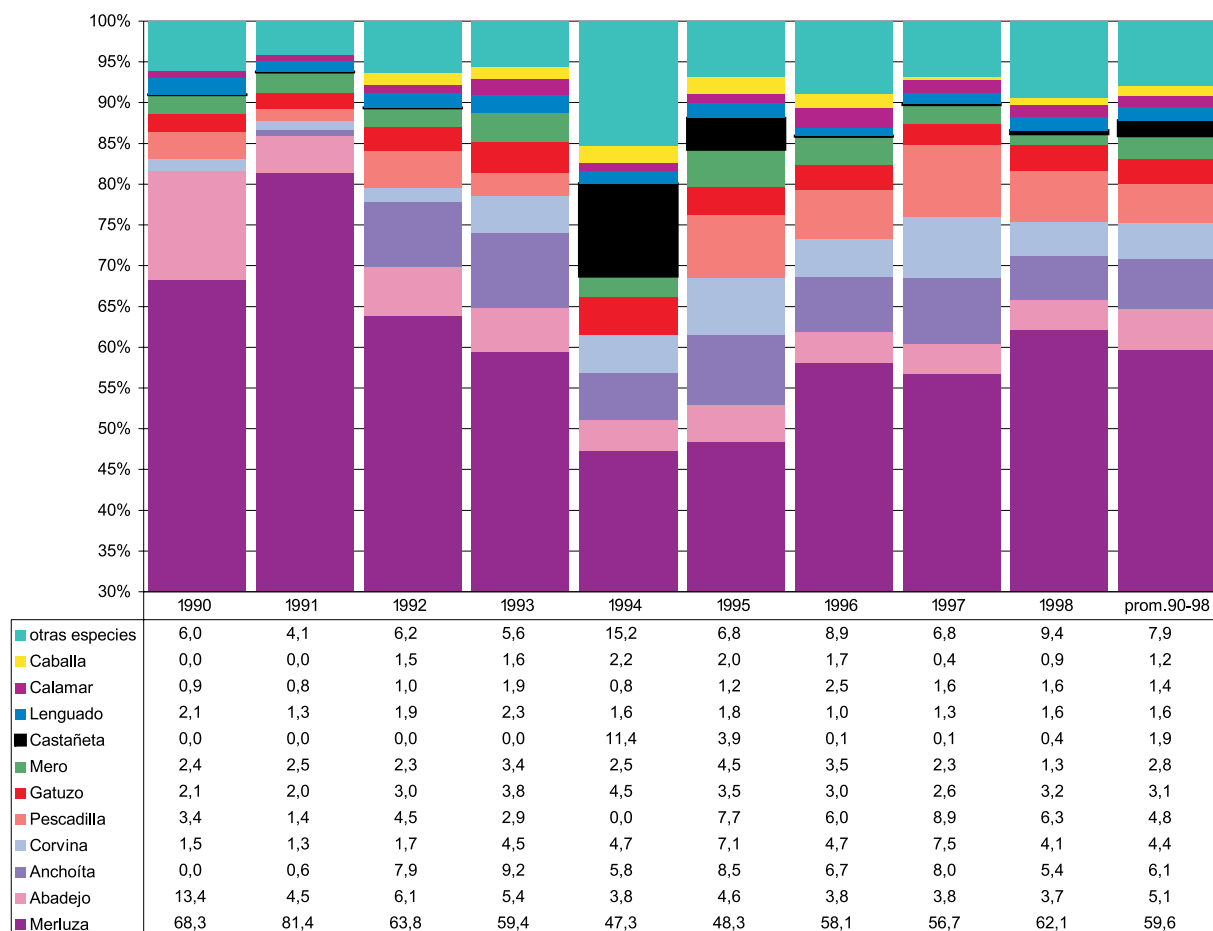


Figura 10. Principales especies desembarcadas por el estrato I de la flota industrial de buques fresqueros (en porcentajes sobre el total de desembarques del estrato).

la composición de los desembarques. El grado de vulnerabilidad (para mantener la sostenibilidad a largo plazo) de los buques de este estrato está relacionado con los siguientes aspectos:

- El estado actual de explotación de la especie predominante (merluza) y las medidas de manejo establecidas por la autoridad de aplicación.
- La disminución de la abundancia de las principales especies demersales costeras.
- La competencia por la captura de los recursos costeros con otras flotas.
- Más de la mitad de los buques de este estrato pertenecen a armadores que no poseen instalaciones en tierra.

## Estrato II

En este estrato la especie objetivo es la merluza con una participación promedio del 73,1% para el período 1990/98, siguiendo en importancia el abadejo y el calamar. Durante 1997 y 1998 se observa un cambio en la composición de los desembarques (similar al del estrato I). Entre 1996 y 1997 se duplica la captura de corvina y lenguado y se cuadruplica la captura de anchoíta. En 1998 aumentan los desembarques de gatuzo y rayas y, por primera vez, la merluza de cola tiene una participación significativa (2%) en el total del estrato.

Los rendimientos por día de marea crecieron entre 1990 y 1994 y alcanzaron el máximo del período en 1996, igualándose a los rendimientos del estrato I en el último año.

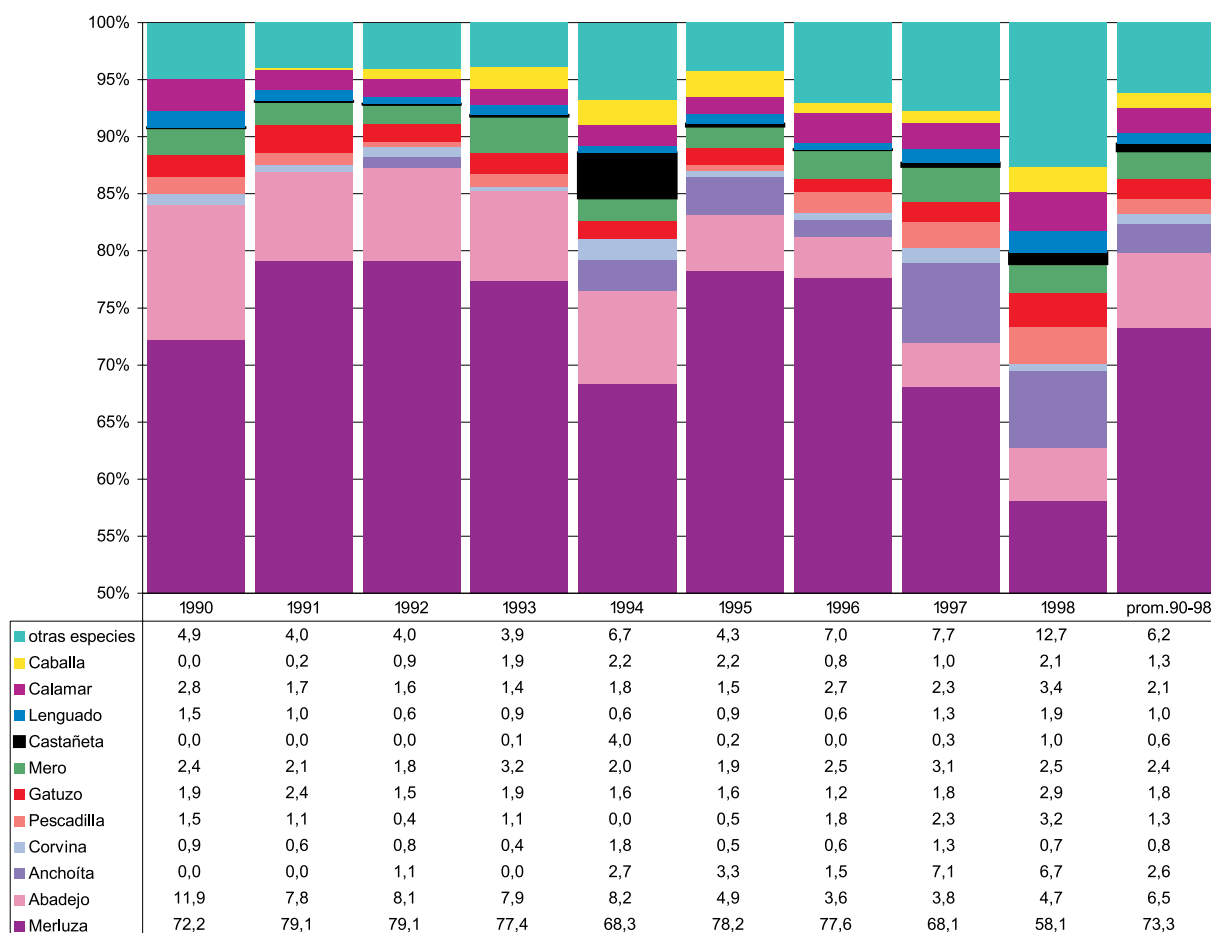


Figura 11. Principales especies desembarcadas por el estrato II de la flota industrial de buques fresqueros (en porcentajes sobre el total de desembarques del estrato).

Además, el 70% de los buques del estrato II pertenecen a empresas que tienen plantas de procesamiento en tierra.

### Estrato III

La especie objetivo es la merluza, con una participación del 92,1% en el período analizado, que se redujo en 1998 al 84,8%. En este último año aumentó la participación en los desembarques del calamar y de las especies australes (merluza de cola). Las especies predominantes entre las costeras son pescadilla, mero y lenguado; entre los cartilaginosos las rayas y tiburones, y entre las pelágicas, savorín y caballa.

Los máximos rendimientos por día de marea en el estrato de los buques más grandes se registraron en los

años 1991, 1993 y 1995. Desde este último año disminuyeron sostenidamente, alcanzando valores levemente inferiores a los de 1990, aunque la permanencia promedio en el mar aumentó de 178 días en 1990 a 231 días en 1998.

Los buques que integran este estrato pertenecen casi en su totalidad (91,7%) a empresas armadoras con plantas procesadoras en tierra.

Los descensos en los rendimientos (estrato I: 19% entre 1996 y 1998; estrato II: 26% entre 1996 y 1998; estrato III: 29% entre 1995 y 1998) responden a la participación de la merluza en la composición de la captura y se explican por el cambio en la operatividad de la flota. Este cambio fue inducido por los mecanismos de manejo del recurso merluza, establecidos por la

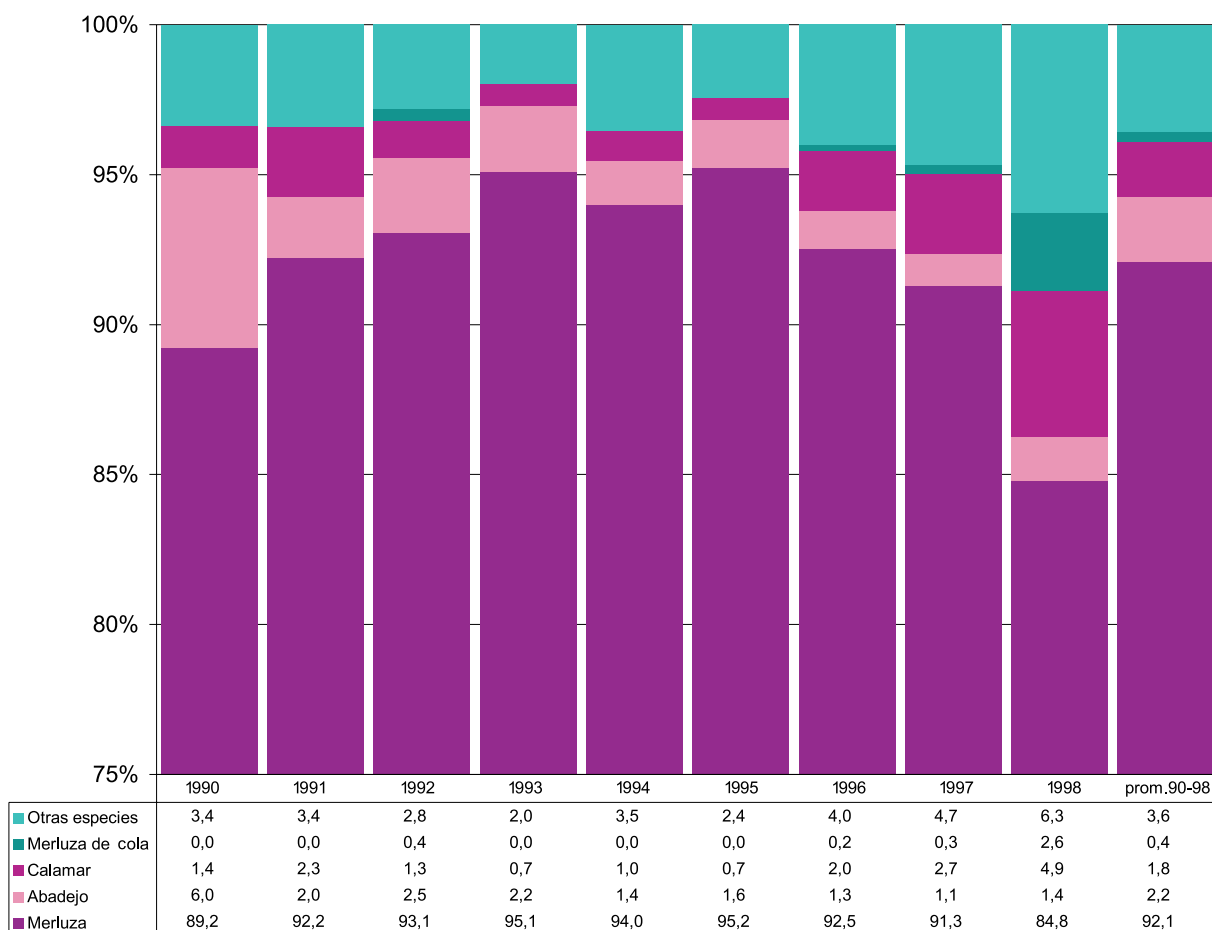


Figura 12. Principales especies desembarcadas por el estrato III de la flota industrial de buques fresqueros (en porcentajes sobre el total de desembarques del estrato).

autoridad de aplicación (vedas y paros biológicos) y fue analizado exhaustivamente por Irusta *et al.* (1999). De acuerdo con las últimas evaluaciones realizadas se evidencia un deterioro en la situación actualmente crítica del recurso (Pérez *et al.*, 1999). Las medidas de manejo que deberán aplicarse en consecuencia, afectarán la operación de esta flota, con mayor incidencia en los estratos II y III.

### BIBLIOGRAFÍA

- BERTOLOTTI, M. I. & PAGANI, A. 1999. Clasificación de grupos económicos del sector pesquero considerando flotas y plantas en tierra. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 11/99. 4 pp.
- DRAPER, N. & SMITH, H. 1981. Applied Regression Analysis. John Wiley & Sons. New York, 709 pp.
- IRUSTA, G., BEZZI, S., SIMONAZZI, M. & CASTRUCCI, R. 1999. La pesquería argentina de merluza (*Merluccius hubbsi*) hasta 1997. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 110/99. 19 pp.
- MARDIA, K.V., KENT J.T. & BIBBY, J.M. 1979. Multivariate Analysis. Charles Griffin & Co. Ltd, London and High Wycombe, 521 pp.
- OSTLE, B. 1979. Estadística Aplicada. Editorial Limusa. México, 629 pp.
- PEREZ, M., AUBONE, A. & RENZI, M. 1999. Comparación de los resultados de las campañas de evaluación del efectivo sur del 41° S, entre 1998 y 1999. Consideraciones sobre el estado del recurso y perspectivas. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 106/99. 6 pp.
- RATKOWSKY, D.A. 1987. Nonlinear Regression Modeling. Marcel Dekker, Inc. New York and Basel, 276 pp.