



# BOLETÍN

ISSN: 0378-7699

IMARPE

Instituto del Mar del Perú

Vol. 21 / Nos. 1 y 2 / Enero - Diciembre 2004

---

## **Causas posibles de la drástica disminución de la longitud media de la merluza peruana en 1992**

*Possible causes of the drastic decline in mean length of Peruvian hake in 1992*

CLAUDIA WOSNITZA-MENDO, RENATO GUEVARA-CARRASCO, MICHAEL BALLÓN

## **Sobrepesca de la merluza peruana: lecciones mal entendidas**

*Peruvian hake overfishing: misunderstood lessons*

RENATO GUEVARA-CARRASCO

**Informe de la primera sesión del panel internacional de expertos para evaluación de la población de la merluza peruana. Marzo 2003**

*Report of the first session of the international panel of experts for assessment of Peruvian hake population. March 2003*

**Informe de la segunda sesión del panel internacional de expertos para evaluación de la población de la merluza peruana. Marzo 2004**

*Report of the second session of the international panel of experts for assessment of Peruvian hake population. March 2004*

CALLAO, PERÚ

# INFORME DE LA PRIMERA SESIÓN DEL PANEL INTERNACIONAL DE EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA MERLUZA PERUANA. MARZO 2003

## CONTENIDO

<b>Introducción</b> .....	35
<b>Evaluaciones y estado del stock</b> .....	35
Resumen histórico de las evaluaciones de merluza .....	35
Señales de alerta .....	37
Tallas .....	37
Incumplimiento de la legislación .....	37
Descartes .....	38
¿Por qué la merluza peruana tiene problemas? .....	38
Desembarques por tipo de flota .....	38
Evaluaciones realizadas por el panel .....	39
Análisis preliminar y plan de trabajo .....	39
Estimación del stock de la merluza .....	41
Patrón de explotación .....	44
Estatus del stock de la merluza a inicios del 2003 .....	44
Mortalidad por pesca .....	46
Conclusiones de la estimación .....	46
Comparación entre inputs utilizados en la nueva evaluación y otras anteriores: ....	47
Puntos de referencia .....	47
Conclusiones del Panel .....	49
<b>Proyecciones para varios escenarios</b> .....	49
Proyección por flotas .....	51
Recomendaciones entre escenarios .....	52
<b>Consideraciones de manejo</b> .....	53
Area de distribución .....	53
Ambiente .....	53
El conflicto entre las flotas .....	54
Legislación .....	55
Cierre de la pesquería .....	56
Mallas y tallas mínimas .....	56
Cuotas .....	56
Cuota total .....	56
Cuotas individuales .....	56
Cuotas individuales transferibles (ITQ) .....	57
Alternativas a la merluza .....	58
<b>Conclusiones y recomendaciones</b> .....	59
Sobre las evaluaciones .....	59
Sobre el manejo .....	59
<b>Referencias</b> .....	61
<b>Tablas</b> .....	61
Anexo 1. Agenda de actividades .....	65
Anexo 2. Tipo de información para la evaluación de la merluza .....	68
Anexo 3. Serie temporal de ojivas de madurez .....	73
Anexo 4. Formulación del esquema ICA-ADAPT .....	74
Anexo 5. Comparación de las estimaciones de las poblaciones por edad con el CPUE comercial .....	77

# REPORT OF THE FIRST SESSION OF THE INTERNATIONAL PANEL OF EXPERTS FOR ASSESSMENT OF PERUVIAN HAKE POPULATION. MARCH 2003

## CONTENT

<b>Introduction</b> .....	35
<b>Assessments and state of the stock</b> .....	35
Brief history of Peruvian hake assessments .....	35
Warning signals .....	37
Size .....	37
Avoidance of fishery regulations .....	37
Discards .....	38
Landings by fleet type .....	38
Why Peruvian hake is in trouble? .....	38
Assessments of the Panel .....	39
Preliminary analysis and work schedule .....	39
Stock size estimation of Peruvian hake .....	41
Exploitation pattern .....	44
State of the hake stock at the start of 2003 .....	44
Fishing mortality .....	46
Conclusions of the assessment .....	46
Comparison of the basic data between present and former assessments .....	47
Reference points .....	47
Conclusions of the Panel .....	49
<b>Projections in different scenarios</b> .....	49
Projection by fleet .....	51
Recommendations among scenarios .....	52
<b>Management considerations</b> .....	53
Distribution area .....	53
Environment .....	53
Conflict among fleets .....	54
Legislation .....	55
Closure of the fishery .....	56
Minimum fish size and mesh size .....	56
Quota .....	56
Total catch .....	56
Individual catch quota .....	56
Individual transferable quota .....	57
Alternatives to hake .....	58
<b>Conclusions and recommendations</b> .....	59
On assessments .....	59
On management .....	59
<b>References</b> .....	61
<b>Tables</b> .....	61
Annex 1. Activity agenda .....	65
Annex 2. Description of the type of information for the hake assessment .....	68
Annex 3. Temporal series of maturity ogives .....	73
Annex 4. Formulation of the ICA-ADAPT scheme .....	74
Annex 5. Comparison of the population estimates by age using commercial CPUE .....	77

## INTRODUCTION

The international panel was held at the Peruvian Sea Research Institute headquarter between March 18<sup>th</sup> to 22<sup>nd</sup> 2003, and was developed under the requirement of the Peruvian government, according to the schedule presented in Annex 1.

### *Terms of reference*

- To determine the state of the stock of the Peruvian hake;
- To make projections on the yield and development of the fishery, in a scenario according to the state of the Peruvian hake stock;
- To comment on short and long term management measures for the Peruvian hake stock.

### *Structure of the report*

The report shows the results of the Panel's work following the sequence defined in the terms of reference. Complementary or additional information is given in the Annexes of the Report.

## ASSESSMENTS AND STATE OF THE STOCK

### BRIEF HISTORY OF PERUVIAN HAKE ASSESSMENTS

The Peruvian hake stock has been assessed both by IMARPE and by international experts. It is interesting to mention the work of ARMSTRONG (1981) at the start of the 1980s, who estimated a *maximum sustainable yield* of 169,000 t per year and a biomass of 491,000 t.

By the mid 1990s, LLEONART and GUEVARA (1995) detected in 1993 a biomass not

## INTRODUCCIÓN

El panel internacional de expertos "Evaluación de la Merluza Peruana" se desarrolló en la sede central del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), a solicitud del gobierno peruano, del 18 al 21 de marzo de 2003 de acuerdo con una agenda de trabajo que se presenta en el Anexo 1.

### *Términos de referencia*

- Estimar el estatus del stock de la merluza peruana;
- Proveer proyecciones del rendimiento y desarrollo del stock, bajo un escenario pesquero apropiado para el stock de la merluza peruana;
- Comentar sobre medidas administrativas apropiadas de corto y mediano plazo, para la merluza Peruana.

### *Organización de este informe*

En este informe se presentan los resultados del trabajo del panel siguiendo la secuencia establecida en los términos de referencia. La información complementaria o adicional se presenta en los anexos.

## EVALUACIONES Y ESTADO DEL STOCK

### RESUMEN HISTÓRICO DE LAS EVALUACIONES DE MERLUZA

El stock merluza ha sido evaluado tanto por el IMARPE como por misiones de expertos internacionales. Creemos interesante mencionar que, a principios de los años 80, ARMSTRONG (1981) calculó un rendimiento máximo sostenible de 169.000 t anuales y una biomasa de 491.000 t.

A mediados de los años 90, LLEONART & GUEVARA (1995) detectaron una biomasa

higher than 175,000 t, and recommended to fish not more than 60,000 t per year.

LASSEN et al. (1998) estimated a biomass higher than 250,000 t and an annual maximum sustainable yield (long-term) of 140,000 t; although for the short-term they recommended a catch in the range of 70,000 to 100,000 t.

ESPINO et al. (Eds.) (2001) gave an optimistic appreciation for 2001, estimating a biomass of 500,000 t and a yield between 80,000 and 120,000 t per year.

GONZÁLEZ COSTAS (2003) calculated a biomass of 111,370 t for 2003, and recommended to close the fishery.

All these results show a variable productivity of the Peruvian hake stock. The comparison of present and former mean Spawning Stock Biomass (SSB) and long-term annual yield estimations (Table 1), describes the variable nature of the hake stock, mainly due to variation in recruitment. The 1980s were a period of very low recruitments while in general the 1990s showed higher ones.

para 1993 no superior a las 175.000 t y recomendaron no pescar más de 60.000 toneladas anuales.

LASSEN et al. (1998) estimaron una biomasa superior a 250.000 t, con un rendimiento máximo sostenible (largo plazo) de 140.000 t anuales, aunque a corto plazo recomendaron una captura de 70.000 a 100.000 t.

ESPINO et al. (Eds.) (2001) dieron una visión optimista para 2001, estimando una biomasa de 500.000 t y una captura entre las 80.000 y las 120.000 t anuales.

GONZÁLEZ COSTAS (2003) calculó para 2002 una biomasa de 111.370 t y recomendó cerrar la pesquería.

Estos resultados reflejan una productividad variable de la merluza. La comparación del Stock medio de Biomasa Desovante (SBD) aquí presentado y los estimados anteriores con los rendimientos anuales a largo plazo (Tabla 1), ilustran la naturaleza variable del stock de merluza, debido fundamentalmente a la variación del reclutamiento. Los años 80 constituyeron un periodo de muy bajos reclutamientos, los cuales en los años 90 fueron altos.

Table 1.- Comparative estimations of the SSB and long-term yield in different Peruvian hake assessments.

Tabla 1. Comparación de estimaciones de biomasa desovante (SBD) y rendimientos a largo plazo, en distintas evaluaciones de la merluza peruana.

Periodo	Autor(es)	Estimación Original		Esta evaluación (Panel)	
		SSB ('000 t)	Rendimiento de Largo Plazo ('000 t)	SSB <sub>max</sub> ('000 t)	Redimiento en F <sub>max</sub> en base al patrón de explotación de 1996-1999 ('000 t)
1971-2001	Esta evaluación			206	77
2003	Esta evaluación			SSB <sub>2003</sub> = 33	-
1971-1980	Armstrong (1981)	491	169	136	50
1981-1990				136	50
1993	Lleonart & Guevara (1995)	175	60	SSB <sub>1993</sub> = 460	-
1985-1995	Lassen et al (1998)	250	140	235	80
1990-1999	Espino et al (2001)	500	80-120	330	138
2001	Costas-Gonzales (2002)	111	-	SSB <sub>2001</sub> = 137	55

## WARNING SIGNALS

Assessments are not the only source of information on the state of the stocks. There exist other sources that can indicate some trends. We briefly present some of them.

**Size.-** Mean size in catch has been diminishing through the history of Peruvian hake fishery, from mean values of 45 cm of total length in 1971, to 25 cm in 2001, indicating the non sustainability of the legal mean size of 35 cm of total length (Figure 1). This means that fishers have been reducing the gear selectivity to maintain yields.

## SEÑALES DE ALERTA

Las evaluaciones no son las únicas fuentes de información sobre el estado de los stocks. Existen otras fuentes que pueden indicar las tendencias. A continuación, presentamos brevemente algunas de ellas.

**Tallas.-** Las tallas medias de captura han ido disminuyendo a lo largo de la historia de la explotación de la merluza desde valores medios de 45 cm en 1971 hasta 25 cm en 2001, haciendo insostenible la talla mínima legal de 35 cm (Figura 1). Esto significa que los pescadores han ido reduciendo la selectividad de sus redes con el fin de mantener la producción, que iba disminuyendo.

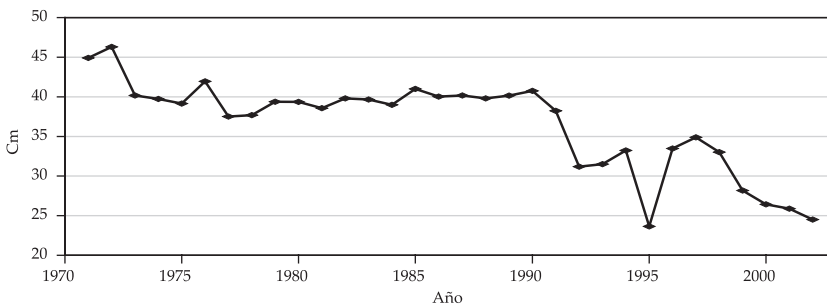


Fig. 1.- Annual mean size at catch for all fleets (1970 -2002).

Fig. 1.- Talla media en la captura total anual de todas las flotas (1970 – 2002).

**Avoidance of fishery regulations.-** One consequence of overexploitation is the progressive avoidance of regulations by fishers or the adjustment of the regulation to maintain a level of yield impossible to obtain in other cases. Minimum mesh size of gears was reduced from 110 mm to 90 mm (by regulation since April 2001), and illegal gears with lower mesh size were employed, including the use of covers on the cod-end. The progressive reduction of minimum mean size in catch has also been a regular practice as was pointed out

**Incumplimiento de la legislación.-** Una consecuencia de la sobreexplotación de los recursos es el progresivo incumplimiento o adaptación de la legislación, con el fin de mantener una producción que el cumplimiento de la legislación no permitiría. Se ha disminuido los tamaños de las mallas de las artes de pesca, desde 110 mm a 90 mm (legalmente desde abril de 2001), y a mallas inferiores ilegales, o se ha hecho uso de sobrecopo. También se ha incumplido progresivamente con las tallas mínimas de captura, tal como también se puso de

during the first day session of the Panel.

**Discards.-** The increase of discards (although there were no data, all stakeholders, attending the first day session of the Panel, agreed on its importance) is a consequence of an inappropriate relationship between fishing technology and markets. Bad fishery praxis leads to an increase of noncommercial by-catches generating discards. Laws against discards have low efficacy, because discards are not so much owed to bad praxis but their consequence.

**Landings by fleet type.-** There exist data of landings by fleet type (described in Annex 2). In the last years landings (Figure 2) were dominated by the so called coastal fleet (EAC: Coastal trawl vessels) and medium sized fleet (EAME: Medium sized trawl vessels).

manifiesto durante las sesiones mantenidas a lo largo del primer día del panel.

**Descartes.-** La aparición e incremento de descartes (aunque sin datos, todos los sectores estuvieron de acuerdo en su importancia) es una consecuencia de una inapropiada relación entre la explotación tecnológica y el mercado. La mala praxis pesquera lleva a la realización de capturas que dejan de ser comerciales y generan el descarte. Las leyes contra el descarte son poco eficientes, porque el descarte es no tanto una causa de mala praxis sino su consecuencia.

**Desembarques por tipo de flota.-** Existen datos de captura por unidades de flota (Anexo 2). En los últimos años las capturas (Fig. 2) son dominadas por la flota "costera" (EAC: Embarcaciones de Arrastre Costero) y de "mediana escala" (EAME: Embarcaciones Arrastreras de Mediana Escala).

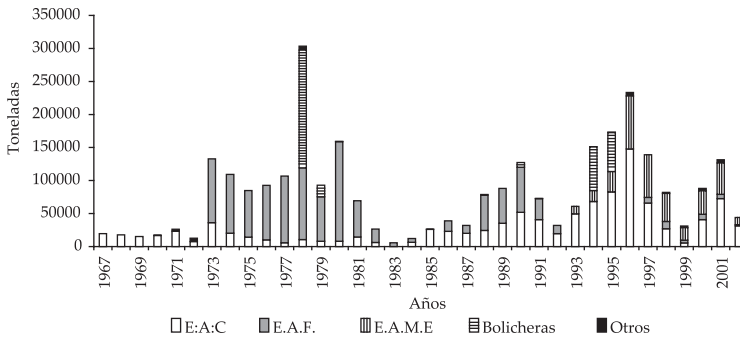


Fig. 2.- Annual landings of Peruvian hake by fleet type (1967 -2002).

Fig. 2.- Extracción anual de merluza según tipo de flota (1967 - 2002).

**Why Peruvian hake is in trouble?.-** The Panel thinks that the primary reasons of over-fishing were the adjustment of legislation to tolerate overexploitation, allowing changes of the minimum limits of fish size at catch and mesh size of the gear, as well as the estimation of excessive catch levels.

**¿Por qué la merluza peruana tiene problemas?.-** Creemos que las causas de los problemas de sobreexplotación de la merluza peruana son la adecuación de la legislación a la situación de sobrepesca, permitiendo cambios en los límites mínimos de tallas y mallas, así como la determinación de cuotas anuales excesivas.

The implementation of an annual Total Allowable Catch (TAC) system is recorded since 1997 (Table 2) and in general, catches were higher than those recommended by international panels (who never recommended TAC higher than 100,000 t). It was common to increase the TAC during the year (probably to fit reality), wherewith the system lost its power to limit catches to sustainable levels.

La aplicación del sistema de cuotas anuales de pesca se observa explícitamente desde 1997 (Tabla 2) y fueron generalmente superiores a las recomendadas por los paneles internacionales (que nunca recomendaron cuotas mayores de 100.000 t). Frecuentemente estas cuotas se ampliaban en el curso del año (probablemente para ajustarse a la realidad), con lo cual perdía toda su eficacia para limitar la captura a niveles sostenibles.

Table 2.- Total allowable catch and final landings in Peruvian hake fishery.

Tabla 2. Cuotas de pesca y extracción final en la pesquería de la merluza peruana.

Año	Cuota (t)	Captura (t)
1994		151 310
1995		173 340
1996		233 281
1997	150 000	138 946
1998		82 021
1999		31 192
2000		88 096
2001	130 000	131 382*
2002	60 000	44 076**
1971-2002		89 563***

\* Inicialmente 120,000 t ampliada a 130,000 t

\*\* Se interrumpe la pesca en septiembre

\*\*\* Promedio por el periodo 1971-2002

Definitely we think that the problem of hake over-fishing has two causes: (i) highly optimistic assessments done in the past; and (ii) low severity of the enforcement of fishery regulations or adjustment to be more tolerant. In conclusion, we think that the main cause of this problem is more the inadequate use of management tools than the management tools itself.

## ASSESSMENTS OF THE PANEL

**Preliminary analysis and work schedule.-** A preliminary review of the data indicated that the exploitation pattern has changed dramatically in the last years. The fishery fleet concentrated on 2 year old juveniles. This constituted a well defined change in its behavior, in contrast

En definitiva pensamos que los problemas de sobreexplotación de la merluza tienen dos causas: (i) evaluaciones excesivamente optimistas realizadas en el pasado; y (ii) poca rigurosidad en el cumplimiento de las normas o adaptación de éstas a situaciones más permisivas. En definitiva creemos que este problema tiene su causa en el uso inadecuado de las herramientas de gestión más que en las propias herramientas.

## EVALUACIONES REALIZADAS POR EL PANEL

**Análisis preliminar y plan de trabajo.-** Investigaciones preliminares de los datos indicaron que el patrón de explotación había cambiado dramáticamente durante los últimos tiempos; la flota pesquera se concentraba en juveniles particularmente de 2 años de edad. Esto fue un cambio bien definido en el com-



to previous periods in the time series. The assessment was conducted in two parts:

- The period 1971-1995 was analyzed under the assumption that fishing mortality (F) can be separated in two components: annual effects and age effects. For the period 1996-2003 fishing mortality was allowed to vary by age and year, incorporating the data of the cruise conducted in summer (January-February) 2003. The model was implemented in a worksheet called "ICA-ADAPT".
- The resultant time series were verified with an XSA run (*eXtended Survivors Analysis*, a VPA tuning methodology that uses data of commercial fleets and scientific cruises). However, this analysis was not used in the final calculations, because of the method's constraints when using cruise results.

The analyses was conducted with a catch matrix of ages 1-10+ and a cruise matrix of ages 1-6+.

CPUE data of the commercial coastal fleet, for ages 5-7, were included in the estimation; the other ages were useless as population indices (Annex 5). There were no data on CPUE of other fleets for the 1970s. As a consequence, available CPUE data represented only a limited part of the total area of distribution, and were not always representative of the abundance of the total area.

The available database has been renewed with the results of the last evaluation cruise and the new data of the maturity ogive. This has increased the estimation of SSB, specifically the biomass of age group 2.

portamiento de la flota pesquera en comparación con previas etapas de la serie temporal. La estimación fue conducida en dos partes:

- El período 1971-1995 fue analizado suponiendo que la mortalidad de la pesca (F) puede ser separada en dos componentes: efectos anuales y efectos de edad. Los años 1996-2003 (inicios) fueron analizados permitiendo variar la mortalidad por pesca por edad y año. Este análisis incluye los resultados preliminares del crucero del 2003. La planilla en que se implementa este modelo, se llama "ICA-ADAPT".
- Las series temporales totales fueron constatadas con un análisis XSA (*eXtended Survivors Analisis*, metodología que permite la calibración de un VPA con información procedente de flotas comerciales o cruceros). Este análisis no fue usado para los cálculos finales, por las restricciones que tiene el modelo para el uso de los resultados de cruceros.

Los análisis fueron realizados con matrices de edades de 1 a 10+ en la evaluación y de edades 1 a 6 en las de cruceros.

Los datos de CPUE de la flota comercial costera fueron incluidos en la estimación pero solamente para edades 5 a 7, pues los demás grupos de edad no sirven como índice de la población (Anexo 5). No hay datos disponibles de CPUE de las otras flotas en los años 70. Por tanto, los datos de CPUE solo representaron a una parte limitada del área de distribución, cuya abundancia no siempre refleja la del área total.

La base de datos ha sido renovada con los resultados del último crucero de evaluación y los nuevos datos de la ojiva de madurez. Esto incrementa los estimados de biomasa reproductora (SSB) esencialmente con la biomasa del grupo de edad 2.

The XSA gives the general trends of SSB and F, but could not be used for stock projections because of *shrinkage* and the great changes of the exploitation pattern during the last years.

Considering the general trend of recruitment, an average of 700 million of individuals of age 1 was calculated. This would correspond to an expected mean catch level of 77,000 t. However, the stock size showed inter-annual variations with high and low recruitments, that might even under good management be able to produce the half or the double of the average yield.

Trends obtained in the present reviewed assessment are similar to those obtained in the past.

#### **Stock size estimation of Peruvian hake.-**

The data from IMARPE available to the panel are described in Annex 2. For both assessment methods (ICA-ADAPT and XSA) a natural mortality value (M) of 0.38 per year was used.

##### *a) XSA assessment for 1971-2002*

A parallel assessment was conducted both with ADAPT and XSA methods. The second one assumes a constant exploitation pattern, and therefore it is not the best one in the case of Peruvian hake where evidence of its variation is notable. However it was considered of importance to compare the results by using both methods.

XSA was conducted with time series 1995-2002 as a source for calibrating, defining age group 7 as plus group and using *shrinkage* of SE=0.5 over ages 2 and 3.

El XSA proporciona la tendencia general para SSB y F pero no puede ser usado para las proyecciones a causa del *shrinkage* y de los grandes cambios en el patrón de explotación en los últimos años.

Para el nivel global de reclutamiento encontramos un promedio de 700 millones de individuos de edad 1. Esto correspondería con una captura media esperada de 77.000 t. No obstante, el tamaño del stock presenta variaciones interanuales con periodos de alto o bajo reclutamiento que podrían, incluso en una pesquería bien gestionada, tanto reducir a la mitad como doblar el valor promedio de producción.

Las tendencias halladas en la evaluación revisada son similares a las obtenidas previamente.

**Estimación del stock de la merluza.-** La descripción de la información puesta a disposición del panel por el IMARPE se encuentra en el Anexo 2. Para ambos métodos de evaluación (ICA-ADPT y XSA) se ha utilizado una mortalidad natural (M) de 0,38 por año.

##### *a) Evaluación XSA para 1971-2002*

En forma paralela se ha realizado la evaluación con los métodos ADAPT y XSA. Esta segunda metodología asume un patrón de explotación constante, de ahí que no sea el más apropiado en el caso de la merluza peruana, con evidencias de una amplia variación a lo largo de la serie temporal. No obstante, se ha considerado de importancia comparar los resultados de ambos métodos. El XSA se ha realizado utilizando la serie de cruceros 1995-2002 como fuente de calibración, fijando el grupo plus en la edad 7 y aplicando un *shrinkage* de SE=0,5 sobre edades de 2 y 3 años.

Even when the results showed differences in the magnitude of some parameters, it was possible to observe similar trends in fishing mortality, recruitment and spawning stock biomass (SSB).

*b) ICA-ADAPT assessment for 1971-2002, including the survey of January–February 2003.*

This was the main assessment of the stock. The basic assumption was the stability of the fishery in the period 1971-1995 with respect to the exploitation pattern, showing great changes after that, with the capture of small-sized individuals. This fact is well illustrated in the size composition of samples from the commercial fleets (Figure 3) where a decrease of mean size in landings from 1972 to 2002 is observed. This decrease is a combined effect of changes in fishing practices (orientated to small-sized individuals) and possible changes in discard practices (maintaining a higher number of small individuals onboard).

The analysis was conducted dividing the series in two periods: the first one with separable fishing mortality in its two

Los resultados, aun con diferentes niveles de magnitud en algunos parámetros, han mostrado similares tendencias en la serie histórica de la mortalidad por pesca, el reclutamiento y la biomasa del stock reproductor (SSB).

*b) Evaluación ICA-ADAPT para 1971-2002 incluyendo el crucero de Enero-Febrero 2003.*

Esta fue la principal evaluación del stock. La asunción básica es que la pesquería fue estable en el período 1971-1995 con respecto al patrón de explotación, sufriendo grandes cambios en el período siguiente para concentrarse fundamentalmente en la captura de ejemplares pequeños. Esto queda perfectamente ilustrado en la composición de tallas obtenida del muestreo de las flotas comerciales (Figura 3), donde se observa el descenso en la talla de los desembarques 1972-2002. Este descenso es un efecto combinado de un cambio en la práctica pesquera (dirigida a ejemplares cada vez más pequeños) y posibles cambios en la práctica de descarte (manteniendo a bordo un mayor número de ejemplares pequeños).

El análisis se llevó a cabo, dividiendo la serie temporal en dos períodos: el primero con mortalidad por pesca separable en sus dos componentes ( $F = E_{\text{year}} * S_{\text{age}}$ ); en el segundo se

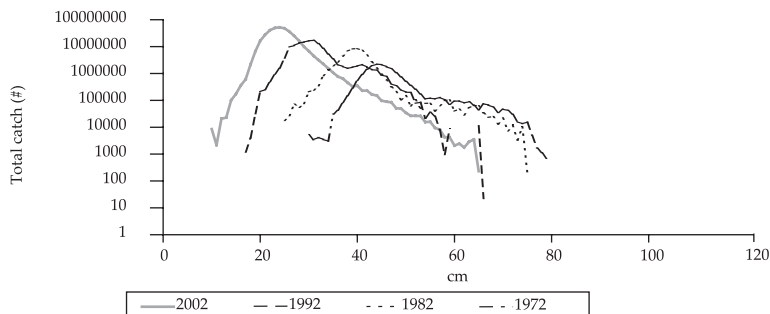


Fig. 3.- Size structure of commercial landings of Peruvian hake.

Fig. 3.- Composición por tamaños de las capturas comerciales de merluza.

components ( $F = E_{\text{year}} * S_{\text{age}}$ ); the second one when  $F$  was allowed to vary by age and year. The analysis also included a restriction in the variability of the level of  $F$  among years.

The mathematical formulation of the ICA - ADAPT analysis is given in Annex 4. The model was implemented in an EXCEL worksheet.

Traditional approach of XSA and ICA does not reflect the changes happened in hake fishery because the fishing pattern changed during 2001-2002, from focusing on age groups 3 and plus to age groups 1 and 2 in response to the absence of older groups. These models assume a constant pattern of exploitation or, in the case of XSA, a very slow change because of the effect of *shrinkage* introduced in the model. However they are suitable for the rest of the time series (from 1971 to 2000).

Abundance indexes from cruises, obtained using a cover on the cod-end, have been available from 1995 on. This allowed us to cover age groups 1 to 6.

The ADAPT model was run as described by LASSEN et al. (1998) using the series (without cover) 1990 to 1994, including the series (with cover) 1995-2003 (including the cruise of summer 2003). Table 3 describes the fit. Even when individual observations have great variations, it is important to note that conclusions about the state of the assessed stock with a different methodology (XSA) are similar.

The summer (January – February) cruise of 2003 was conducted in a different season in relation to other cruises of the series (except 1999). Table 4 shows that results of the estimation were not affected by using data of this cruise. They were in agreement

permitted that  $F$  variara libremente. El análisis también incluyó una restricción de la variabilidad del nivel de  $F$  entre años.

La formulación matemática del análisis ICA - ADAPT está dada en detalle en el Anexo 4. El modelo fue implementado en una hoja de cálculo del programa EXCEL.

Las aproximaciones tradicionales del XSA y del ICA no reflejan apropiadamente los cambios ocurridos en la pesca de la merluza, debido al cambio en el comportamiento de la explotación pesquera durante el 2001-2002, tiempo durante el cual la flota cambió drásticamente de una pesca enfocada a ejemplares de 3 años a más, a una pesca sobre edades de 1 a 2 años, por no existir ya población de mayor edad. Estos modelos asumen una explotación constante o, como es el caso del XSA, una variación muy lenta en el patrón de explotación, debido al efecto de *shrinkage* introducido en el modelo. Sin embargo, estos modelos resultan apropiados para el resto de la serie temporal (desde 1971 hasta el 2000).

Los índices de abundancia, obtenidos mediante el uso de una red con sobrecopo, han estado disponibles para el período 1995 en adelante. Esto ha permitido cubrir las edades de 1 a 6 años.

El modelo ADAPT fue ajustado del modo descrito en LASSEN et al. (1998), utilizando la serie (sin sobrecopo) 1990 al 1994, pero conjuntamente con los datos obtenidos con sobrecopo 1995-2003 (que incluye el crucero de enero-febrero 2003). La Tabla 3 describe el ajuste. Si bien, las observaciones individuales tiene bastante variación, es importante observar que las conclusiones del estado del stock son similares aplicando un método diferente, en este caso el "XSA".

with the rest of the given information.

**Exploitation pattern.-** The average exploitation patterns for 1971-1995, for 1996-1999 and for 2002 are shown in Figure 4.

Catches of 2002 were strongly dominated by age groups 1 to 3, and in fact age groups of 7+ were not detected. The exploitation pattern of these age groups (7-9) in 2002 resulted unreliable and was not shown in figures.

**State of the hake stock at the start of 2003.-** Results of estimated recruitment are referred to age 1 (i.e. number of 1 year old hake at the start of the year). Both methods (ICA-ADAPT and XSA) are compared in Figure 5, and some comments are necessary:

Recruitment estimations for the period about 1995 are similar. ICA-ADAPT suggest a very low future recruitment, while XSA estimation is more optimistic. Obviously neither is accurate.

ICA-ADAPT estimates lower recruitments at the start of the series (70s) than XSA. This is a consequence of assuming separable fishing mortality. XSA analysis suggests a change of the exploitation pattern.

Table 3.- Obtained solution with ICA-ADAPT model, presented in "Deviance" Table (ANOVA Type).

Tabla 3.- La solución por el modelo ICA-ADAPT es obtenida con la tabla "Deviance" (tipo ANOVA).

	Weight	SSQ	No obs	SSQ/No Obs
Capturas 71-95	1	290.17	189	1.535
Capturas 96-02	1	0.66	59	0.011
Cruceros	1	127.47	64	1.991
CPUE	1	182.69	65	2.811
Normalización de S(edad)	10000	0.00		
Variación in E (año-por-año)	10	3.17		
Total		632.73	377	1.890

El crucero de enero-febrero de 2003 fue ejecutado en diferente época del año que los anteriores, salvo el de 1999. La Tabla 4 muestra que incluyendo los índices del crucero de 2003, los resultados de la estimación del stock resultan sin mayor influencia, pues son consistentes con el resto de la información dada.

**Patrón de explotación.-** El modelo promedio de explotación observado en los años 1971-1995, en 1996-1999, y del patrón de la pesca en el 2002 se muestran en la Figura 4. Las capturas de 2002 estuvieron fuertemente dominadas por las edades 1-3 y virtualmente no se detectaron ejemplares de edades 7+. El patrón de explotación estimado para estos grupos de edad (7-9) en 2002 no resulta fiable por lo que no ha sido incluido en la gráfica.

**Estatus del stock de la merluza a inicios del 2003.-** Los resultados del reclutamiento estimado hacen referencia a la categoría de edad 1 (i.e. número de merluzas de edad 1 al comienzo del año). Las estimaciones obtenidas con ambos métodos (ICA-ADAPT y XSA) son comparadas en la Figura 5. Al respecto es necesario comentar lo siguiente:

Las estimaciones del reclutamiento para el período que rodea al año 1995 son similares. El ICA-ADAPT sugiere un futuro reclutamiento muy bajo, mientras la estimación del XSA es más optimista. Naturalmente, ninguna de las dos estimaciones es precisa.

Table 4.- Results of ADAPT, with and without inclusion of the 2003 cruise data.

Tabla 4.- Resultados de ADAPT, con y sin inclusión de los datos del Crucero de 2003.

Año	Incl. 2003		Excl. 2003		Difference %	
	SSB	R(edad=1)	SSB	R(edad=1)	SSB	R(edad=1)
2002	56,912	319,450	56,355	319,550	1.0%	0.0%
2003	33,147	103,128	32,146	102,487	3.1%	0.6%

The strong year class of 1990 resulting in the ICA-ADAPT analysis is an artifact produced by the absence of age structure samples in 1992-1993. Both models handle this absence in a different way.

SSB was calculated as stock at the start of the year, mean weight at age was obtained from cruises and referred to the spawning season (approximately the middle of the year), and maturity curves were also obtained from cruises. Results are compared in Figure 6, and also in this case it is necessary to point out some

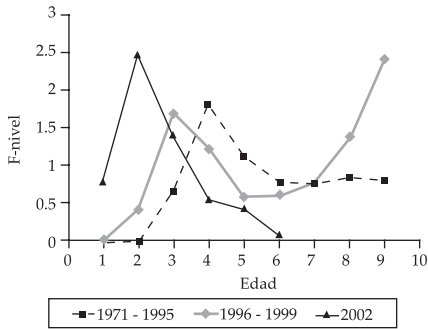


Fig. 4.- Variation of exploitation pattern of Peruvian hake in three periods.

Fig. 4.- Variación del patrón de explotación de la merluza peruana, en tres periodos.

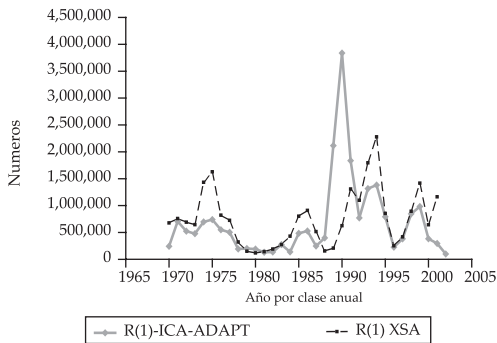


Fig. 5.- Estimated recruitment of hake (age 1), as result of two assessment methods: ICA-ADAPT and XSA.

Fig. 5.- Estimación del reclutamiento de la merluza (edad 1), según dos métodos de evaluación: ICA-ADAPT y XSA.

El ICA-ADAPT estima un reclutamiento más bajo al comienzo de la serie histórica (años 70s) que el XSA. Esto es consecuencia de asumir que puede separarse la mortalidad por pesca. El análisis de XSA sugiere un cambio en el patrón de explotación.

La fuerte clase anual de 1990 indicada por el análisis ICA-ADAPT es un artefacto fruto de la ausencia del muestreo biológico para la estimación de la edad en 1992-1993. Ambos modelos tratan de forma diferente esta información ausente.

La SSB es calculada como el stock al comienzo del año, el peso medio por edad obtenido en los cruceros realizados en la época de puesta (mediados de año) y la ojiva de madurez obtenida en estos mismos cruceros. La Figura 6 compara los resultados. Del mismo modo que con la estimación del reclutamiento, la estimación del SSB permite las siguientes puntualizaciones:

El SSB es, por convención, estimado a principio de enero. El desove ocurre a mediados de año, de modo que la biomasa real será más baja que la estimada. Naturalmente, no hay información sobre la

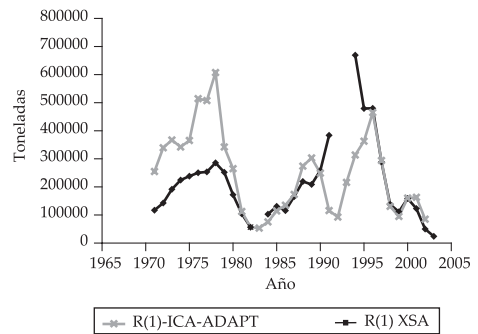


Fig. 6.- Comparative estimation of the hake spawning stock biomass (SSB) with the methods ICA-ADAPT and XSA.

Fig. 6.- Comparación de la estimación de la biomasa desovante (SSB) de la merluza, con los métodos ICA-ADAPT y XSA.

thoughts:

SSB is, by convention, estimated at the start of January. The spawning starts at the middle of the year, so that real biomass shall be lower than estimated. Naturally, as there is no information on fishery seasonality, resultant SSB should be considered as a nominal value for inter-annual comparisons.

As observed in the results of the recruitment, differences in the estimation of SSB for the 70s and the extremely high value suggested by ICA-ADAPT at the start of the 90s are artifacts due to the absence of sampling in 1992-1993.

Analyses, with or without the summer cruise of 2003, indicate that the extremely low stock level at the start of 2003 does not depend on this inclusion. Results agree with the observations of the fishery and cruises of 2002.

**Fishing mortality (F).**- Fishing mortality of the time series (1971-2002) was calculated as the average of fishing mortalities of ages 3 to 8. Figure 7 shows the trend among years.

## CONCLUSIONS OF THE ASSESSMENT

- 1.- Hake stock varies with the environment and there are periods of high and low recruitment.
- 2.- Historical data suggests that a stock in good health should have a SSB between 100,000 and 200,000 t. The present estimation suggests that the SSB at the start of 2003 is 20% of that level (~33,000 t) or less;
- 3.- The assessment indicates that the stock was low at the start of 1980, but that the level of SSB was the double of the actual values;
- 4.- There are signs of low recruitment in

estacionalidad de la pesquería, así que el SSB resultante debería ser tomado como un valor nominal que permite establecer comparaciones interanuales.

Del mismo modo que se observaba en el reclutamiento, se detectan diferencias entre las estimaciones para los años 70s y el extremadamente alto valor sugerido por el método ICA-ADAPT a principios de los 90s, que son artificios no confiables que resultan de la ausencia de muestreo en 1992-1993.

Los análisis, incluyendo o excluyendo el crucero 2003, indican que el extremadamente bajo stock desovante a principios de 2003 no depende críticamente de su inclusión, pues los resultados del crucero están en concordancia con las observaciones de la pesquería en 2002 y el crucero de 2002.

**Mortalidad por pesca.**- La mortalidad por pesca de la serie histórica (1971-2002) fue estimada como el promedio de la mortalidad entre las edades 3 a 8. La Figura 7 muestra los niveles de mortalidad relativa entre años.

## CONCLUSIONES DE LA ESTIMACIÓN

- 1.- El stock de la merluza varía con el ambiente y hay períodos de alto y de bajo reclutamiento.
- 2.- La data histórica sugiere que un stock en buena condición debería tener una SSB entre 100.000 y 200.000 t. El presente estimado sugiere que el SSB a principios del 2003 está a 20% de ese nivel (~33.000 t) o menos;
- 3.- La estimación indicó que el stock era bajo a inicios de 1980, pero esos bajos niveles de SSB, son casi el doble de los valores ahora vistos en el stock;
- 4.- Hay indicaciones de bajo reclutamiento en el 2000, en el 2001 y el 2002;

2000, 2001 and 2002;

- 5.- Exploitation is focused on age groups 1 and 2, and there are drastic changes in the exploitation pattern.

**Comparison of basic data between present and former assessments.-**

Maturity ogives have been updated and reviewed, showing differences with those of other assessments (Annex 3): while former ogives showed a marked increasing trend in age groups 2 and 3 from the start of the 1990s; the new one is much more stable during the time series. These differences produce different SSB levels, that are more evident when compared in weight rather than in number.

**Reference points.-** The stock-recruitment (S-R) relationship calculated using ICA-ADAPT is presented in Figure 8. It shows a trend toward a low recruitment in a few cases when the SSB is approximately below 100,000 t. But these periods are associated with unfavorable environment and it does not result clear if the failure in recruitment is linked to a lack of spawners.

- 5.- La explotación se concentra en 1 y 2 años de edad en el 2002 y hay cambios drásticos en el patrón de explotación.

**Comparación entre los datos básicos utilizados en la nueva evaluación y otras anteriores.-**

La ojiva de madurez ha sido actualizada y revisada, mostrando diferencias con la empleada en evaluaciones diferentes (Anexo 3): mientras la antigua ojiva muestra una marcada tendencia ascendente para las edades 2-3 a partir de los 90s, la nueva ojiva permanece mucho más estable a lo largo de la serie histórica. Estas diferencias proporcionan diferentes SSB en los resultados de la evaluación, pero mientras aquéllas son evidentes en peso no lo son tanto si comparamos los SSB en número.

**Puntos de referencia.-** La relación stock-reclutamiento que se ha calculado usando el ICA-ADAPT se presenta en la Figura 8. Muestra una tendencia a un bajo reclutamiento en unos pocos casos cuando el stock reproductor está por debajo de aproximadamente 100.000 t. Pero estos periodos están asociados con un ambiente desfavorable y no está claro que el fallo del reclutamiento esté asociado a la falta de reproductores.

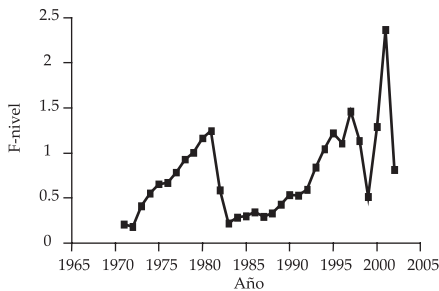


Fig. 7.- Trend in annual fishing mortality F (3-8) in hake, between 1970 and 2002.

Fig. 7.- Tendencia en el nivel de mortalidad por pesca F(3-8) anual de la merluza entre 1970 y 2002.

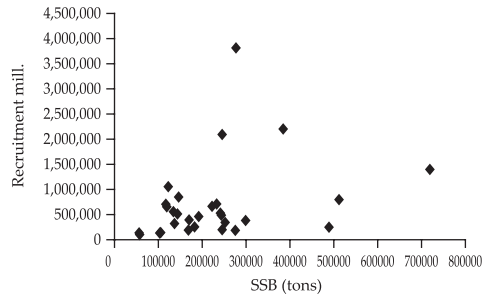


Fig. 8.- Stock - recruitment relationship in Peruvian hake (1971 - 2002).

Fig. 8.- Relación stock - reclutamiento en la merluza peruana (1971 - 2002).



The time series of recruitment at age 1, obtained with ICA (1971-1995) and ADAPT (1996-2002), shows a low level period between 1978 and 1985 due to unfavorable environmental conditions. After that, the stock showed a higher recruitment and now it might probably be in a period of low recruitments comparable to that of the 80s.

The panel considered the reference points based on yield per recruit (Figure 9). Average exploitation pattern for 1996-1999 was used in the calculations. This pattern showed that only age groups 4+ were completely recruited and in consequence  $F(4-8)$  was used. This corresponds well with the  $F(4-6)$  of the XSA, but is higher than that of GONZÁLEZ COSTAS (2003) who included ages 2-6 in the average, thus leading to lower  $F$  values because of the low value of  $F(2)$  and also  $F(3)$ . The mean weight was the average of the last three years (2000-2002).

The optimum exploitation was obtained with the exploitation pattern of 2002, and was about half that obtained with the 1996-1999 pattern; while SSB would be

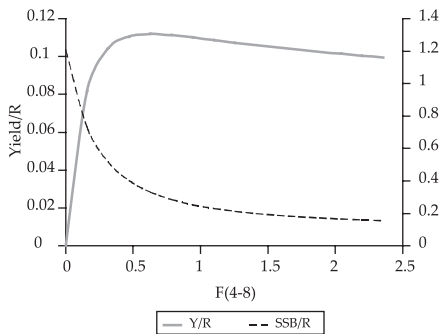


Fig. 9.- Yield per recruit (Thompson & Bell model) in Peruvian hake.

Fig. 9.- Rendimiento por recluta (modelo de Thompson & Bell) para la merluza peruana.

La serie temporal de reclutamiento a la edad 1, obtenido por ICA (1971-1995) y ADAPT (1996-2002), muestra un periodo de bajo reclutamiento entre 1978-1985 causado por condiciones ambientales desfavorables. El stock experimentó luego un mayor reclutamiento, y ahora puede estar sufriendo un periodo de bajo reclutamiento comparable al de los años 80.

El panel considera los puntos de referencia basados en el rendimiento por recluta (Figura 9). Para los cálculos se ha usado el patrón de explotación promedio para el periodo 1996-1999. Este patrón muestra que solamente las edades 4+ están completamente reclutadas y, en consecuencia, se usó el  $F(4-8)$ . Esto se corresponde bien con el  $F(4-6)$  usado en el XSA, pero es mayor que el utilizado por GONZÁLEZ COSTAS (2003) porque él incluyó las edades 2-6 en el promedio y esto lleva la  $F$  a valores más bajos debido al bajo valor de  $F(2)$  y también de  $F(3)$ . El peso medio fue el promedio de los tres años más recientes 2000-2002.

El óptimo de explotación pudo ser obtenido con el patrón de explotación de 2002, y es alrededor de la mitad del que se obtiene usando el de 1996-1999; y el SSB sería solamente de 2/3 del que puede ser alcanzado con un mejor patrón de explotación. Los estimados de  $F_{0.1}$  y  $F_{max}$  se presentan en la Tabla 5.

Table 5.- Estimation of reference points  $F_{0.1}$  and  $F_{max}$  from the YPR análisis.

Tabla 5.- Estimados de los puntos de referencia  $F_{0.1}$  y  $F_{max}$  en el análisis de rendimiento por recluta.

$F_{0.1}$ F(4-8)	$F_{max}$ F(4-8)	$F_{1996-1999}$ (4-8)
0.17	0.35	0.83

Los valores reales son inciertos porque la curva de rendimiento por

2/3 of that attained with a better exploitation pattern. Estimates of  $F_{0.1}$  and  $F_{max}$  are shown in Table 5.

The real values are uncertain because the yield per recruitment curve is asymptotic. Little changes in some of the parameters, for instance mean weight per age group can change the final  $F_{max}$  value considerably. However, this uncertainty does not affect the final conclusion and the over-fishing can also be observed in the yield per recruitment analysis, thus the highest yield can be obtained with less effort. Also, the hake will have larger sizes and higher biomasses meaning higher CPUE in the commercial trawl fisheries.

## CONCLUSIONS OF THE PANEL

1. To keep the stock within the limits of its known dynamic, the SSB should reach 100,000 t as a minimum biomass.
2. The main objective must be constraining the fishing mortality to a value that is equal to or less than  $0.35 F_{max}$ . This represents a considerable reduction of the fishing mortality when compared with the 1996-1999 fishing mortality level.
3. The observed 2002 exploitation pattern is much less than the optimal exploitation pattern and catches like that in 2002 should not be allowed in the future.

## PROJECTIONS IN DIFFERENT SCENARIOS

The exploitation pattern used in 2002 is very far from the optimum level. Table 6 shows the SSB and the long-term yields that result by using that pattern, compared to that calculated with the 1996-

recluta tiene un tope asintótico. Pequeños cambios en algunos parámetros, como por ejemplo el peso medio por edad, puede hacer cambiar el valor de  $F_{max}$  apreciablemente. Naturalmente, esta incertidumbre no afecta a la conclusión final: que el stock de merluza peruana, también en términos de rendimiento por recluta, está sobrepescada y que los mayores rendimientos a largo plazo pueden ser extraídos con menos esfuerzo. También el recurso capturado será de mayor tamaño y la mayor biomasa indicada sugiere más altas CPUEs en las pesquerías comerciales.

## CONCLUSIONES DEL PANEL

1. El SSB debe alcanzar 100.000 t como mínimo con el fin de mantener el stock dentro de los límites en que su dinámica es conocida.
2. El principal objetivo debe ser confinar la mortalidad por pesca al nivel de  $F_{max}$  (0,35) o por debajo. Esto representa una substancial reducción de la mortalidad por pesca comparada con el nivel observado en los años 1996-1999.
3. El patrón de explotación observado para 2002 representa una explotación muy por debajo del óptimo y la pesquería como la de 2002 no se debe permitir en el futuro.

## PROYECCIONES PARA VARIOS ESCENARIOS

El patrón de explotación utilizado en 2002 está muy lejos del óptimo. La Tabla 6 muestra el stock desovante y los rendimientos a largo plazo resultantes al utilizar este patrón, comparados con los calculados con el patrón 1996-1999 en el punto de  $F_{max}$ . En

Table 6.- SSB and annual yield projections, under different exploitation patterns.

Tabla 6.- Proyecciones de biomasa desovante y rendimiento anual, según distintos patrones de explotación.

Patrón de la explotación	F(2)	F(3)	F(4-8)	SSB ('000 t)	Rendimiento ('000 t)
2002	0,95	0,52	0,07	165	40
1996 - 1999	0,23	0,90	0,45	230	77
1971 - 1995	0,01	0,37	0,96	230	90

1999 pattern in  $F_{\max}$ . In these calculations a mean recruitment of the period between 1971 and 2002 (approximately 700 million individuals per year) was used, the maturity curve was inferred from the most recent period (1995-2002) and the mean weight per age from the period 1999-2001 (based on a calculation of yield per recruitment). The Table 6 shows  $F_{\max}$  (ages 4-8), the corresponding SSB and the yield at a medium to large scale.

This comparison shows that the exploitation pattern used in 2002 will reach only 50% of the yield that would be expected under a more reasonable exploitation pattern, and that the SSB would even be lower, exposing the stock to a high risk of recruitment failure.

The SSB of 2003 is low, so low that there exists a real risk of recruitment failure, making the use of a median recruitment less trustworthy. That is why the Panel strongly recommends that the fishery should stay closed during 2003 to allow the recovery of the SSB at levels which assure the recruitment.

The Panel recommends strongly adjusting the fishery to a level of exploitation that captures the smallest possible amount of individuals less than 35 cm (actual legal minimum size for landings). The Panel also points out that there must be no discards, and changes in the fishing activity have to be made in that

los cálculos se utilizó el reclutamiento medio del período 1971-2002 (aproximadamente 700 millones de ejemplares anuales), la ojiva de madurez fue inferida del período más reciente (1995-2002) y el peso medio por edad del período 1999-2001 (basado en un cálculo de rendimiento por recluta). La Tabla 6 muestra  $F_{\max}$  (edades 4-8), el correspondiente SSB y el rendimiento medio a largo plazo

Esta comparación indica que el patrón de explotación usado en 2002 dará como máximo sólo un 50% del rendimiento que podría esperarse bajo un patrón de explotación más razonable, y que el SSB sería incluso más bajo, exponiendo al stock a un alto riesgo de reclutamiento fallido.

El SSB de 2003 es bajo, tan bajo que existe un riesgo real de que falle el reclutamiento, haciendo menos fiable el uso de un reclutamiento medio. Por ello, el Panel recomienda enfáticamente que la pesquería permanezca cerrada a lo largo del año 2003 para permitir la recuperación del SSB a niveles que aseguren el reclutamiento.

El Panel recomienda fuertemente que la pesquería sea ajustada a un patrón de explotación que capture el menor número posible de ejemplares inferiores a 35 cm (actual talla mínima legal de desembarque). El Panel también indica que la pesquería sea implementada de tal modo, que los ejemplares de tallas inferiores a la mínima legal no sean descartados, sino que se debe evitar su captura en la medida de lo posible ajustando la

sense, adjusting the selectivity of the gear in an effective way.

Different scenarios were simulated (Figure 10) assuming an exploitation pattern of 1996-1999 and limited discards. If this could be implemented and there were no failures in recruitment to expect due to the irresponsible fishery in 2001-2002, then the catch expectation from 2004 onwards shows that the stock might recover in less than 3-4 years.

The next projected scenario is in case that the fishery stays closed during 2004 (Figure 11). Those simulations suggest that one more year of closure (2004) would increment the SSB of 2005 in 20%, compared to the anterior scenario assuming a fishing pattern corresponding to  $F_{max}$ .

**PROJECTION BY FLEET**

The data give information about catch composition (catch per age and year) for the three types of fleets (Figure 12). Those data are used to segregate the exploitation pattern of 1996-1999,

selectividad del arte de un modo efectivo.

Se han simulado distintos escenarios (Figura 10), bajo la asunción de la aplicación del patrón de explotación de 1996-1999 y un descarte limitado. Si esto pudiese ser implementado y no hubiese fallos en el reclutamiento debido a la pesca irresponsable ejercida en 2001-2002, entonces el escenario de captura desde 2004 en adelante indica que el stock podría recuperarse en menos de 3-4 años si no hubiese fallos en el reclutamiento.

También se han proyectado escenarios en caso de mantener la pesquería cerrada durante 2004 (Figura 11). Estas simulaciones sugieren que un año más de cierre (2004) incrementaría el SSB de 2005 en un 20 % comparado con el anterior escenario en que la pesquería es reiniciada en 2004 bajo una presión pesquera correspondiente a  $F_{max}$ .

**PROYECCIÓN POR FLOTAS**

Los datos proporcionan información sobre la composición de captura (captura por edad y año) para las tres unidades de flota (Figura 12). Estos datos son usados para segregar el patrón de explotación de 1996-1999, ( $F_{flota} = F * C_{flota} / C_{total}$ )

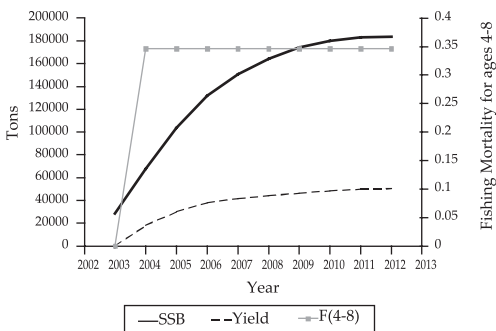


Fig. 10.- SSB and yield projections from the ban of the fishery in 2003, with fishing at the level of  $F_{max}$ , starting in 2004.

Fig. 10.- Proyecciones de biomasa desovante y rendimiento a partir del cierre de la pesquería en 2003, pescando con nivel de  $F_{max}$  a partir de 2004.

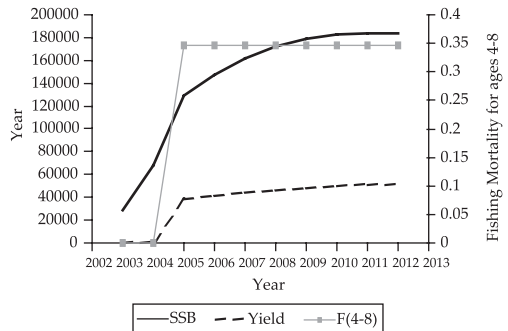


Fig. 11.- SSB and yield projections maintaining the ban in 2004, and fishing at the level of  $F_{max}$  starting in 2005.

Fig. 11.- Proyecciones de biomasa desovante y rendimiento manteniendo la veda durante el 2004, pescando con nivel de  $F_{max}$  a partir de 2005.

$$(F_{fleet} = F * C_{fleet} / C_{total}).$$

The exploitation pattern shows that the coastal fleet (EAC) is focused on small individuals (age 3) to a greater extent than the medium-sized fleet (EAME).

Segregating the projections according to the fleets opens a new dimension of scenarios of equal resulting total yield or SSB. Figure 13 shows the scenario  $F_{max}$  with the present relative effort between fleets. We must take into account that this scenario considers approximately 50% of the used effort in the second half of the 1990s, i.e. represents a great reduction of the fishing effort.

**RECOMMENDATIONS AMONG SCENARIOS**

The Panel came to the following conclusions based on numerous simulations:

1. The exploitation pattern must be reestablished as before. The discards must possibly be avoided. This means that the minimum mesh size should be 110 mm again and should correspond to a minimum size in catch of 35 cm.

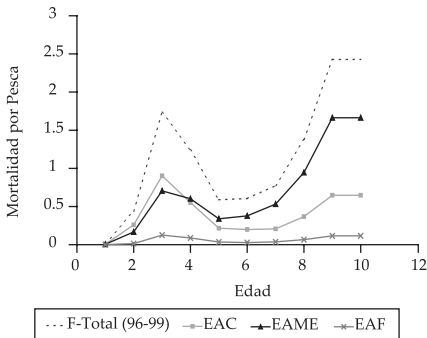


Fig. 12.- Exploitation pattern of Peruvian hake by fishing fleet.

Fig. 12.- Patrón de explotación en la merluza peruana, según tipo de flota pesquera.

El patrón de explotación muestra que la flota costera (EAC) se centra en ejemplares pequeños (edad 3) en mayor medida que la flota media (EAME).

Al segregar las proyecciones por flota se abre una nueva dimensión de escenarios de igual rendimiento total o SSB resultante. La Figura 13 muestra el escenario  $F_{max}$  con el actual esfuerzo relativo entre flotas. Hay que tener en cuenta que este escenario considera aproximadamente el 50 % del esfuerzo ejercido en la segunda mitad de los años 90s, i.e. representa una gran reducción de la presión pesquera.

**RECOMENDACIONES ENTRE ESCENARIOS**

El Panel llegó a las siguientes conclusiones basándose en numerosas simulaciones:

1. El patrón de explotación debería ser reestablecido al utilizado con anterioridad. El descarte debería ser evitado en la medida de lo posible. Esto significa que la malla mínima debería ser de nuevo de 110 mm o más y debería corresponder a una talla mínima de desembarque de 35 cm.

2. La presión pesquera (esfuerzo total) debe-

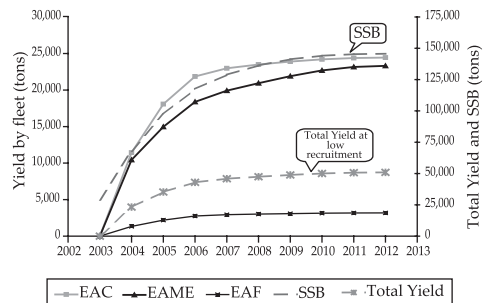


Fig. 13.- Simulation of the evolution of annual yield by fleet and spawning stock biomass.

Fig. 13.- Simulación de la evolución del rendimiento anual por flota y de la biomasa desovante sobreviviente.

2. The fishing effort (total effort) should be much less than the observed in the 1990s. The simulations indicate that an optimum level (in terms of yield per recruit) would be around the present level of effort.

3. The recovery of the stock will take 3-4 years even without recruitment failures, due to the present low level of SSB. If the recruitment is normal the catch in 2004 should not exceed TACs of 20-25000 t and in 2005 only a little more. If the recruitment is low, as indicate cruises carried out by IMARPE, the recommended TACs for 2004 and 2005 should be even less.

## MANAGEMENT CONSIDERATIONS

### DISTRIBUTION AREA

During El Niño hake normally is dispersed, amplifying its distribution area and concentrating afterwards. In 2002 the denser distributions were located more to the north than normal, reaching the northern frontier of the marine domain. At the beginning of 2001 hake was concentrated to the north but during austral autumn amplified its area as well as in September when it usually is more disperse. During austral autumn of 2002 a concentration to the north was observed and in September of that year a moderate and disperse expansion. It is important to emphasize that the distribution area of hake generally has shown a tendency of reduction.

### ENVIRONMENT

As has been shown in some publications, there is no doubt that environment

ría ser mucho menor al observado en los años 90s. Los cálculos indican que un nivel óptimo (en términos de rendimiento por recluta) se situaría al nivel del esfuerzo actual.

3. La recuperación del stock llevará 3-4 años, incluso sin fallos del reclutamiento debidos al actual bajo nivel de SSB. Si el reclutamiento es normal, la captura en 2004 no debería superar TACs de 20-25,000 t y en 2005 solamente un poco más. Si el reclutamiento es bajo, tal como parecen indicar los cruceros realizados por IMARPE, los TACs recomendados para 2004 y 2005 deberían ser incluso más bajos.

## CONSIDERACIONES DE MANEJO

### ÁREA DE DISTRIBUCIÓN

Normalmente la merluza se dispersa, ampliando su área de distribución durante El Niño para replegarse después. En el 2000 las áreas densas se ubicaron más al norte de lo normal, llegando a situarse cerca al límite norte del dominio marítimo. A inicios del 2001, la merluza se presentó replegada al norte, pero en otoño amplió su área al igual que en setiembre cuando se dispersa mucho más. En el otoño del 2002 se observó una concentración hacia el norte y en el mes de setiembre de ese año, una ampliación dispersa y moderada. Es importante destacar que el área de distribución de la merluza ha mostrado una tendencia general a reducirse.

### AMBIENTE

Tal como se ha demostrado en un buen número de trabajos, no hay duda de que el ambiente afecta la población de merluza. No obstante creemos que no sería una

affects the hake population. Nevertheless, we do not consider it politically prudent to blame the environment with the bad conditions of the resource. Without doubt overfishing has played a major role in the diminution of the biomass. One conclusion might be the fact that due to the different environmental conditions, periods of high and low productivity do occur.

### CONFLICT AMONG FLEETS

The presence of two fleets, the coastal one of Paita and the medium-sized, competing for the same resource, is a key element in the management problem of hake.

The coastal Paita fleet has modernized very little, has lost efficiency and has to be charged more than its competition with the diminution of the resource. It has not been able to maintain the legal mesh-sizes and its processing method is not very efficient.

The medium-sized fleet has met better with modernization in vessels as well as in the processing of the product. LLEONART & GUEVARA (1995) found that until 1993 that situation was opposed, being the Paita fleet the one which presented a more respectful exploitation scheme.

Within this scheme of contradictory interests, the coastal fishermen propose that the vessels should not have power engines with more than 400 HP, and that the landings should be limited to 600 boxes (supposedly per vessel per day). This would mean a daily capture of 12 t per vessel, which clearly is excessive.

On the other hand the industrial fleet proposes the implementation of individual quota (occasionally asking to be transferable but renew-

buena política achacar al ambiente los males del recurso. Sin duda la sobrepesca ha tenido un papel relevante en la disminución de la biomasa. Una conclusión puede ser el hecho de que, a causa de las distintas condiciones ambientales, se presentan periodos con producción alta y periodos con producción baja.

### EL CONFLICTO ENTRE LAS FLOTAS

La presencia de dos flotas, la costera de Paita y la de mediana escala, compitiendo por el mismo recurso es un elemento clave en el problema del manejo de la merluza.

La flota de Paita se ha modernizado poco, ha ido perdiendo eficacia y ha acusado más que su competidora la disminución del recurso. No ha podido mantener las medidas legales de malla y su método de procesado es poco eficiente.

La flota de mediana escala ha afrontado mejor los temas de modernización tanto en el buque como en el procesado del producto. LLEONART & GUEVARA (1995) encontraron que hasta 1993 la situación era opuesta, siendo la flota de Paita la que presentaba un esquema de explotación más respetuoso.

Dentro de este esquema de intereses contrapuestos, los pescadores de la flota costera proponen que las embarcaciones merluceras no tengan más de 400 hp de potencia y que el desembarque se limite a 600 cajas (se supone que por embarcación y día). Esto daría una captura diaria de unas 12 t por embarcación lo cual es, a todas luces, excesivo.

Por otra parte, la flota industrial propone la implementación de cuotas individuales (en ocasiones se plantea que sean transferibles pero renovables anualmente) aduciendo que este sería un sistema más eficiente de gestión.

able annually) and arguing that this might be a more efficient management system.

## LEGISLATION

The management of hake is based on four groups of measurements:

- 1.- **Technical measurements** (minimum size, minimum mesh-size, prohibition of discards). The objective is avoiding the fishing of immature fishes giving them thus an opportunity for reproduction. Both measurements have been widely unfulfilled in recent years.
- 2.- **Licenses and fishing rights** (also changes of vessels and diversification). The objective is limiting the fishing effort restraining the access to the fishing grounds to vessels with licenses.
- 3.- **Annual catch quota**. The objective is to avoid the capture of an excessive amount of biomass in order to maintain a healthy stock in the sea.
- 4.- **Closed seasons**. A system of closed seasons with special patterns in different zones (marking above all the 6°S parallel) has been developed. Those closed seasons have not been systematic.

In his report, GONZÁLEZ COSTAS (2003) criticizes the regulation measurements of the hake. Particularly, he observes the vessel substitution system and the total quota system.

With respect to the substitution of vessels of the same storing capacity but improved technology, we agree that this will increase fishing mortality (although the nominal effort stays constant). The legislator must take into account that the technological process might improve the performance of the vessel, as well as

## LEGISLACIÓN

La gestión del recurso merluza se basa en cuatro grupos de medidas:

- 1.- **Medidas técnicas** (talla mínima, malla mínima, prohibición de descarte). Su objetivo es evitar la pesca de inmaduros, dando de esta forma una oportunidad para la reproducción. Ambas medidas han sido ampliamente incumplidas en los años recientes.
- 2.- **Licencias y derechos de pesca** (también cambios de embarcaciones y diversificación). El objetivo es limitar el esfuerzo pesquero restringiendo el acceso al caladero a las embarcaciones con licencia.
- 3.- **Cuota de captura anual (CCA)**. El objetivo es evitar la extracción de un volumen excesivo de biomasa con el fin de mantener un stock suficiente en el mar.
- 4.- **Vedas**. Se ha desarrollado un sistema de vedas con regímenes especiales en distintas zonas (marcadas sobre todo el paralelo 6°S). Estas vedas no han sido sistemáticas.

En su informe, GONZÁLEZ COSTAS (2003) hace una crítica de las medidas de ordenamiento de la merluza. En particular, observa el sistema de sustitución de embarcaciones y el sistema de cuota total.

Con respecto a la sustitución de embarcaciones con la misma capacidad de bodega pero mejor tecnología, estamos de acuerdo que esto conlleva un aumento de la mortalidad por pesca (aunque el esfuerzo nominal se mantuviera constante). El legislador debe tener en cuenta que el progreso tecnológico puede redundar en mejorar la habitabilidad de la embarcación, seguridad del trabajo y también aumento del poder de pesca.



work security and might also raise the fishing power.

### **CLOSURE OF THE FISHERY**

The fishery of hake is closed since September of 2002, in agreement with a reproductive closure (legal norm 047-2002). We consider this a correct measure and as adapted to the bad situation of the hake.

### **MINIMUM FISH SIZE AND MESH-SIZE**

The fishery presented a bad exploitation pattern during the last years (supported by individuals of 1 and 2 years) and with a tendency to catch more and more smaller individuals.

### **QUOTA**

**Total catch.-** Necessarily there must be a limit to the total amount that can be extracted from a stock. That can clearly be demonstrated looking at the recent over-fishing of Peruvian hake. The limit can be established directly through TACs, or indirectly through limitations of the fishing activities like effort regulations. The effort might also be limited through spatial or temporal closings, although those closings do not always result in an efficient reduction of the overall effort but in its re-distribution. Quotas are difficult to control and in many cases are not implemented efficiently.

**Individual catch quota.-** During the first day of the Panel a round table discussion with representatives of the fishing and industrial sector was held, where the argument was that Individual Transferable Quota (ITQ) would be the appropriate measure for the management of the hake stock. There exist other proposals for the establishment of individual quota (transferable or not) and the Panel

### **CIERRE DE LA PESQUERÍA**

La pesquería de merluza está cerrada desde septiembre de 2002, de acuerdo con una veda reproductiva (norma legal 047-2002). Nos parece una medida correcta y adaptada a la mala situación de la merluza.

### **MALLAS Y TALLAS MÍNIMAS**

La pesquería ha presentado en los últimos tiempos un mal esquema de explotación (apoyado en individuos de 1 y 2 años) y una tendencia a pescar individuos cada vez menores.

### **CUOTAS**

**Cuota total.-** Es necesario establecer un límite a la cantidad total que se debe extraer de un stock. Esto se ha demostrado claramente con la reciente sobrepesca de la merluza peruana. El límite puede ser establecido directamente a través de TACs, o indirectamente mediante limitaciones en la actividad pesquera, como regulaciones de esfuerzo. El esfuerzo puede también limitarse mediante vedas espaciales y temporales, pero estas vedas no siempre dan como resultado una reducción eficiente del esfuerzo general sino en su redistribución. Las cuotas son difíciles de controlar y en muchos casos no se implementan eficientemente.

**Cuotas individuales.-** Durante el primer día del Panel tuvo lugar una mesa redonda de discusión con representantes del sector extractivo y transformador, en la que se argumentó que las cuotas individuales transferibles (ITQs) serían una medida apropiada para la gestión del stock de merluza. Hay otras propuestas para el establecimiento de cuotas individuales (transferibles o no) y el panel ha discutido sobre esta posibilidad.

discussed these possibilities.

First, we have to mention that the individual quota system is not the only alternative management option to open access. There exist a number of intermediate situations that might be employed in the management of the fisheries, as licenses, effort control, or the establishing of total quota.

**Individual transferable quotas (ITQ).**- We know that the establishment of individual quota is a step for the implementation of Individual Transferable Quotas which is a management system implemented in some fisheries (not in all). ITQ have been introduced in various fisheries over the world: Island, United States of America, New Zealand, and Australia.

The experience with these tools will be discussed under the following epigraphs: 1) the economic approach of the fishery, 2) distribution of the obtained riches from the exploitation of the resource and 3) sustainability of the fishery. ITQ are normally associated to the establishment of a system of an annual TAC. The rights on a quota are not for a specific quantity of capture but rather for a percentage of the TAC. In the case of the Peruvian hake the TAC would be fixed, based on the evaluation of the resource done by IMARPE.

The establishment of ITQ actually constitutes a privatization of the resource and, therefore, is a political decision. If no strict limitations about transferability are imposed, the introduction of ITQ might lead to a concentration of capital and the disappearance of the involved artisanal fishery. On the other hand, a return from ITQ is practically impossible. In either case the nation which

En primer lugar, tenemos que decir que el sistema de cuotas individuales no es la única alternativa de gestión al libre acceso (*open access*). Hay multitud de situaciones intermedias que pueden emplearse para la gestión de las pesquerías, como pueden ser las licencias, el control de esfuerzo o el establecimiento de cuotas totales.

**Cuotas individuales transferibles (ITQ).**- Entendemos que el establecimiento de cuotas individuales es un paso para la implantación de cuotas individuales transferibles, que es un sistema de gestión implementado en algunas pesquerías (no en todas). Las ITQs han sido introducidas en varias pesquerías en el mundo: Islandia, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Australia.

La experiencia con estas herramientas será discutida bajo los siguientes epígrafes: 1) planteamiento económico de la pesquería, 2) distribución de la riqueza obtenida de la explotación del recurso, y 3) sostenibilidad de la pesquería. ITQs están normalmente asociados a un sistema de establecimiento de un TAC anual. Los derechos de cuota no son por una cantidad específica de captura sino más bien sobre un porcentaje del TAC. Este TAC sería fijado, en el caso de la merluza peruana, basándose en la evaluación del recurso realizada por el IMARPE.

El establecimiento de ITQ constituye en realidad una privatización del recurso, y por lo tanto se trata de una decisión política. A no ser que se implanten limitaciones muy estrictas sobre la transferibilidad, las consecuencias de los ITQ pueden llevar a una concentración de capital y la desaparición de la pesquería involucrada del sector artesanal. Por otro lado, la marcha atrás en el establecimiento de ITQs es prácticamente imposible. En cualquier caso, la nación que implanta el ITQ pierde la propiedad pública de su recurso pesquero.

implants ITQ loses the public property of the fishing resource.

The experience with ITQ suggests an improvement of the economic efficiency of the fisheries. In general this is achieved by reduction and modernization of the fleet, meaning an improvement of the work processes on board and therefore a diminution of jobs in the fishing fleet. Naturally, most of the jobs in the fishing sector are available on land, processing the fishes.

The experience with ITQ shows also that, with time, quota will concentrate more and more in a few owners, meaning that the system has great implication at the time when the generated riches coming from the exploitation of the resource are distributed. Naturally, the system of transferable quota allows the owner of a share to withdraw, and thus the reduction of the fishing fleet might be less painful as it would be under other management options.

The sustainability of the fishery depends on the prospect of the enterprises. Sustainability is a long-term consideration, and can only be achieved if the prospect of that enterprises is also long-term. An investor who seriously considers retiring the invested capital might not have sustainability of the fishery as one of his principal goals. Sustainability will therefore not be assured by the ITQ system. This could be achieved if the state would fix a TAC and would assure the implementation of an appropriate control system.

## **ALTERNATIVES TO HAKE**

In an experimental way fishing effort has been recently directed to other species. Some fleet owners have invest-

La experiencia con los ITQ sugiere la mejora de la eficiencia económica de las pesquerías. En general, esto es alcanzado mediante la reducción y modernización de la flota. Esto suele significar mejoras en el proceso de trabajo a bordo y, por tanto, una disminución de puestos de trabajo en la flota pesquera. Naturalmente, la mayoría de los trabajos del sector pesquero se sitúan en tierra manipulando el pescado.

La experiencia con los ITQs también muestra que, con el tiempo, las cuotas se van concentrando cada vez en un menor número de propietarios, determinando que el sistema tenga grandes implicaciones a la hora de repartir la riqueza generada por la explotación del recurso. Naturalmente, el sistema de cuotas transferibles también permite a los propietarios de cuota la posibilidad de retirarse, con lo que la reducción en la flota pesquera puede ser menos penosa bajo este sistema, que lo que sería bajo otras opciones de gestión.

La sostenibilidad de la pesquería depende de la perspectiva de las empresas. La sostenibilidad es una consideración a largo plazo, y sólo puede ser alcanzada si la perspectiva de dichas empresas es también a largo plazo. Un inversor que considere seriamente retirar el capital invertido podría no tener la sostenibilidad de la pesquería como una de sus principales metas. La sostenibilidad no será, de este modo, asegurada por una sistema de ITQ. Esto podría ser alcanzado si el estado fija un TAC total y se asegura de implementar un apropiado sistema de control.

## **ALTERNATIVAS A LA MERLUZA**

La posibilidad de dirigir el esfuerzo a otras especies ha sido puesta en práctica recientemente de forma experimental. Algunos efectivos de la flota han invertido en nuevos artes de pesca (poteras, en sustitución de las redes

ed in new gear (jigging tools instead of trawl-nets) to target the so-called “calamar gigante” or “jumbo squid” (*Dosidicus gigas*). In the course of the present Panel there was not enough biological information to determine the degree of inter-relation between both fisheries, meaning the relations of predation, competition for the resource and others.

## CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

### ON ASSESSMENTS

- 1.- The Panel recalculated the abundance indices of the cruises including data from the net-cover. This should be a habitual index to be used in future evaluations. This allows that the abundance estimates are also useful for smaller and younger hake.
- 2.- The method of expansion of the size composition from the cruises must take into account the employed stratification of the cruise.
- 3.- The hake assessment should be carried out annually in an international meeting (i.e. ICES). Although Peruvian hake is a resource which is not shared, the fact of validating the evaluations in an international context would give much more security and contrast to the evaluations and recommendations that might rise.

### ON MANAGEMENT

Given the state of over-exploitation detected by IMARPE and confirmed by the Panel, it is necessary to maintain and implement a

de arrastre) para poder dirigirse a la captura del denominado calamar gigante (*Dosidicus gigas*). Durante la realización del presente panel no se dispuso de información biológica suficiente como para determinar el grado de interrelación entre ambas pesquerías, esto es relaciones de depredación, competencia por el recurso, etc.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### SOBRE LAS EVALUACIONES

- 1.- El panel recalculó los índices de abundancia de los cruceros, incluyendo datos del sobrecoipo. Este debería ser un índice rutinario para futuras evaluaciones, pues permite que las estimaciones de abundancia sean también útiles para las merluzas más pequeñas y más jóvenes.
- 2.- El método de expansión de las composiciones por tallas de los cruceros de evaluación debe tener en cuenta la estratificación empleada en el crucero.
- 3.- Se deberían realizar las evaluaciones de la merluza anualmente en un ambiente internacional (p.ej. ICES). Aunque la merluza peruana sea un recurso nacional no compartido, el hecho de homologar las evaluaciones en un contexto internacional dará mayor seguridad y contraste a las evaluaciones y recomendaciones que puedan surgir.

### SOBRE EL MANEJO

Dado el estado de sobreexplotación detectado por el IMARPE y confirmado por el panel, es necesario mantener o implementar una serie de acciones tendentes a conservar el recurso y propiciar su recuperación.

series of actions in order to conserve the resource and allow its recovery.

**1.- Spawning stock.-** . In order to achieve a proper exploitation of the hake a minimum of 100,000t of SSB in the sea is necessary. This biomass would allow a medium normal recruitment and minimize the risk of collapse. Presently, SSB in Peruvian waters is about 20,000 t, only 20% of the mentioned reference point.

**2. Closure of fishery.-** . The fishery must stay closed until January 1<sup>st</sup> of 2004. At that moment IMARPE will dispose of the results of the May-June survey evaluation and the state of the stock could be better evaluated.

**3. TAC.-** If for political, economic or social reasons the closure is not possible in 2003, the captures of that year must be maintained at a very low level, not superior to 5,000 t.

**4.- Sizes.-** Under no circumstances the exploitation pattern of the last years must be allowed from now on. The habit of fishing hake minor to the legal minimum of 35 cm must be completely forbidden when the fishery is re-opened.

**5. Enforcement and monitoring.-** It would be useful to maintain a "sentinel" fishery with a limited effort, carried out by selected commercial vessels in 2003. This fishery must be carried out in tight cooperation between the industry and IMARPE in order to obtain data of CPUE and mean size in the fishery. This

**1.- Stock reproductor.** Para una explotación correcta de la merluza es necesario un mínimo de 100.000 t de biomasa reproductora presentes en el mar. Esta biomasa permitiría un reclutamiento medio normal y minimizar el riesgo de colapso. Actualmente el stock reproductor presente en aguas peruanas se encuentra alrededor de 20.000 t, un 20% del punto de referencia mencionado.

**2.- Cierre de la pesquería.** La pesquería debe permanecer cerrada hasta el 1 de enero de 2004. En aquel momento el IMARPE dispondrá de los resultados del crucero de evaluación de mayo-junio y el estado del stock podrá evaluarse mejor.

**3.- Cuota.** Si, por motivos políticos, económicos o sociales, no es posible el cierre en 2003, las capturas en este año deberían ser mantenidas a un nivel muy bajo, no superior a las 5.000 t.

**4.- Tallas.** En ningún caso debe permitirse a partir de ahora el esquema de explotación que se ha presentado los últimos años. La práctica de pescar merluza menor del mínimo legal (35 cm) deberá estar absolutamente prohibida cuando se reabra la pesquería.

**5.- Control y seguimiento.** Sería útil mantener una pesquería "centinela" con un esfuerzo limitado, llevada a cabo por barcos comerciales seleccionados, en el 2003. Esta pesquería puede llevarse a cabo en estrecha cooperación entre la industria y el IMARPE, con el fin de proporcionar datos de CPUE y talla media de la pesquería. Esta pesquería debe capturar menos de 3.500 t (= medio año de 25% de la estimación de la actual SSB de aproxi-

fishery must capture less than 3,500 t (= half a year of 25% of the present estimation of SSB of approximately 30,000 t). The vessels involved in this "sentinel" fishery must have observers from IMARPE on board to recollect landings data, including discards.

madras 30.000 t). Las embarcaciones involucradas en esta pesquería "centinela" deben llevar a bordo observadores del IMARPE para recoger datos de la captura, incluyendo información sobre descartes.

## REFERENCES

## REFERENCIAS

- ARMSTRONG D. 1981. Investigación de la merluza en IMARPE. Inf. Inst. Mar. Perú 79. I parte. 47 pp.
- ESPINO M, SAMAMÉ M, CASTILLO R. (Eds.). 2001. Forum la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*): biología y pesquería. IMARPE. documento de trabajo. 120 pp.
- GONZÁLEZ COSTAS F. 2003. Ordenamiento de la Pesquería de Merluza en el Perú. Proyecto de Apoyo al Desarrollo del Sector Pesquero y Acuícola del Perú (PADESPA-PERU). Informe final.
- LASSEN H, FERNÁNDEZ F, MOLINA P, GUEVARA R. 1998. Taller Regional de Evaluación de Recursos Demersales y Ordenamiento Pesquero. Evaluación del Stock de Merluza (*Merluccius gayi peruanus*) entre 1971 y 1997. Informe Interno IMARPE.
- LLEONART J, GUEVARA R. 1995. Estado de la merluza, otras especies demersales y especies costeras. Ordenación de la Pesquería. Programa de Cooperación Técnica. Perú. Documento de Campo No 2. FAO. Roma. 90 pp.

Table 1.- Total catch (t) of Peruvian hake during 1971 - 2002

Tabla 1.- Capturas totales de merluza peruana en peso (t) por el periodo 1971-2002.

Año	Capturas (toneladas)	Año	Capturas (toneladas)	Año	Capturas (toneladas)
1971	26 197	1982	26 498	1993	60 912
1972	12 581	1983	5 835	1994	151 310
1973	132 856	1984	12 108	1995	173 340
1974	109 318	1985	26 180	1996	233 281
1975	84 898	1986	38 952	1997	138 946
1976	92 803	1987	32 026	1998	82 021
1977	106 800	1988	78 869	1999	31 192
1978	303 495	1989	88 004	2000	88 096
1979	92 954	1990	127 291	2001	131 382
1980	159 376	1991	72 971	2002	44 076
1981	69 293	1992	32 147		

Table 2.- Catches of Peruvian hake (x1000) 1971-2002 (Using smoothed age length keys with tri-annual averaging.

Tabla 2.- Capturas de merluza peruana ('000) 1971-2002. (Aplicando claves talla- edades "suavizadas" mediante medias trianuales).

	Edad										Suma
	0	1	2	3	4	5	6	7			
1971	0	1.439484	319.427	2265.086	20283.35	9921.304	3372.197	1578.227		37741.03	
1972	0	0	14.66202	259.7346	9211.586	5683.682	1371.884	1007.999		17749.55	
1973	0	706.0083	33601.14	56052.31	149017.3	30467.33	10489.64	5610.97		285944.7	
1974	0	1362.858	30938.91	52370.75	118847.2	25721.44	7756.252	3179.318		240176.8	
1975	17.36707	75.8034	17284.46	51432.94	108611.1	8580.515	1760.359	3271.556		191704.1	
1976	139.3927	55.60507	1824.819	24881.86	114106.5	24611.43	3903.795	3522.388		173045.8	
1977	123.8673	1931.796	56327.42	103372.9	122397	9178.959	1754.176	1658.716		296744.8	
1978	0.443258	254.2339	47274.91	388755.6	285943.5	13023.42	2260.924	2132.378		739645.4	
1979	0	104.884	5425.682	71851.69	112563.8	8171.56	1227.958	905.0764		200250.6	
1980	0	3.254801	7434.073	187858.4	135571	14564.75	3957.532	2159.89		351548.9	
1981	23.74652	495.3347	14632.17	76320.24	57619.31	5705.344	1942.404	1330.288		158068.8	
1982	0	0.062052	839.9993	27782.07	24242.86	1827.311	628.114	409.729		55730.14	
1983	0	0.328096	515.2487	5228.11	5227.144	785.2362	93.42718	72.92516		11922.42	
1984	0	79.37305	1651.805	7949.538	7741.065	2650.673	746.1303	689.8928		21508.48	
1985	0	0.247216	2039.713	18463.24	18023.43	5805.953	1144.705	841.3677		46318.65	
1986	0	1.356078	393.3986	38809.11	21766.02	4587.031	2811.195	3060.561		71428.68	
1987	0	0.539404	71.58715	28057.31	26751.65	4554.071	1881.685	1614.531		62931.37	
1988	0	6.584817	269.1706	87603.17	67178.33	8207.631	2825.384	2298.068		168388.3	
1989	0	3.734558	1157.241	53556.49	105182.6	15081.13	2265.118	3698.521		180944.9	
1990	27.78224	124.1375	1734.754	53741.32	171882.4	29569.32	2275.28	2264.987		261620	
1991	448.5414	3795.987	13420.53	33533.86	90447.22	20043.31	1756.465	1482.637		164928.6	
1992	0.389689	1204.732	83652.87	41259.23	9499.31	2976.893	685.9508	305.3588		139584.7	
1993	0	229.8773	118804	97537.86	6490.128	1481.753	605.0262	274.1349		225422.8	
1994	0	0	171070.6	307864.6	32723	3413.181	1272.916	1052.081		517396.4	
1995	12004.99	799163.7	212803.4	199620.5	56151.16	5427.346	2424.836	1783.927		1289380	
1996	0	55.37105	225540	465510.2	62753.77	10615	6668.964	3119.599		774263	
1997	0.002349	281.0354	61184.41	316262.3	50054.75	5316.673	2919.06	2823.61		438841.8	
1998	38.00147	3216.768	69957.48	262903.1	1929.35	2696.577	1183.176	924.2812		360211.8	
1999	554.5607	14927.87	96384.94	26187.19	11534.09	2299.528	801.8308	555.1017		153244.8	
2000	754.2117	65754.75	378561	75358.34	10756.63	2537.514	708.1757	238.5159		534669.2	
2001	313.8977	73245.61	728365.8	77676.97	11873.37	3300.451	1028.97	230.5175		896035.6	
2002	1820.869	69871.87	261472.9	16540.87	1480.319	497.0604	199.184	62.1535		351945.2	

Table 3.- Mean weight (kg) by age obtained with smoothed age-length keys (tri-annual)  
 Tabla 3.- Peso medio (kg) por edad obtenido por aplicando claves talla- edades "suavizada" (trianuales)

	Edad							
	0	1	2	3	4	5	6	7+
1971	0.052931	0.139514	0.245017	0.369749	0.554123	0.77255	1.02998	1.839752
1972	0.052931	0.123	0.235051	0.389528	0.562288	0.714989	0.954167	1.71945
1973	0.052931	0.110811	0.189783	0.28799	0.463875	0.665205	1.017008	1.817485
1974	0.052931	0.137994	0.210282	0.4815	0.665298	0.665298	1.004773	1.391683
1975	0.065492	0.134132	0.216961	0.323231	0.464646	0.649893	1.123416	1.956934
1976	0.03692	0.144697	0.255284	0.355301	0.497214	0.674677	0.954268	1.82207
1977	0.038793	0.127096	0.202992	0.302841	0.436354	0.632215	1.005323	1.709187
1978	0.091072	0.155127	0.269208	0.360487	0.471651	0.718283	1.113664	1.80521
1979	0.052931	0.143333	0.253801	0.37124	0.494044	0.740895	1.129528	2.027377
1980	0.052931	0.081299	0.224248	0.377102	0.499127	0.716682	1.13468	1.977388
1981	0.032377	0.059866	0.173767	0.377676	0.496718	0.735979	1.209505	2.049773
1982	0.052931	0.125125	0.222541	0.40903	0.501583	0.703513	1.212484	1.807134
1983	0.052931	0.094925	0.262505	0.423734	0.512358	0.674584	1.416374	1.977055
1984	0.052931	0.085618	0.201833	0.393955	0.517769	0.816615	1.402717	2.053623
1985	0.04221	0.105605	0.270117	0.412989	0.547046	0.820356	1.396122	2.119363
1986	0.04221	0.076537	0.205347	0.37814	0.509147	0.805971	1.200428	1.974179
1987	0.04221	0.067788	0.169723	0.383045	0.48394	0.714988	1.095944	1.859418
1988	0.04221	0.072796	0.170192	0.390686	0.47783	0.684659	1.03671	1.718404
1989	0.04221	0.068559	0.188223	0.376826	0.469952	0.607302	0.999597	1.825233
1990	0.019695	0.06079	0.16954	0.388173	0.482575	0.583401	0.908659	1.705761
1991	0.033508	0.059227	0.136026	0.35042	0.482181	0.585375	0.843841	1.569965
1992	0.042179	0.083236	0.171359	0.25449	0.468109	0.61032	0.779419	1.355147
1993	0.0427	0.111469	0.221341	0.300235	0.505177	0.741949	1.007566	1.611775
1994	0.044	0.08	0.233801	0.29784	0.447358	0.677539	0.977846	1.352667
1995	0.044782	0.059447	0.120489	0.328034	0.453636	0.684817	0.924238	1.537166
1996	0.0468	0.103004	0.214951	0.296397	0.459447	0.720342	0.955794	1.271656
1997	0.050649	0.090862	0.220324	0.299007	0.41395	0.661591	0.916757	1.403041
1998	0.043558	0.068824	0.137805	0.237414	0.329616	0.521581	0.697753	1.243911
1999	0.044674	0.082853	0.132645	0.33692	0.460821	0.635152	0.878225	1.518709
2000	0.050975	0.087021	0.141766	0.276641	0.48561	0.649196	0.866237	1.412173
2001	0.037479	0.090249	0.128947	0.278199	0.48834	0.671884	0.869221	1.385152
2002	0.047728	0.078933	0.125583	0.261322	0.482729	0.68112	0.890871	1.349318



Table 4.- Results of ICA-ADAPT method (1971-2003)

Tabla 4- Resultados del ICA-ADAPT 1971-2003.

	Rendimiento toneladas	SSB-ICA-ADAPT toneladas	R(1)-ICA-ADAPT 000	SSB XSA toneladas	R(1) XSA 000	
1971	26,197	117,047	246,755	254,998	677,664	
1972	12,581	143,490	705,993	339,505	759,358	
1973	132,856	192,025	513,170	367,190	691,036	
1974	109,318	222,429	461,258	342,194	645,097	
1975	84,898	232,329	664,025	365,399	1,433,450	
1976	92,803	240,564	711,449	514,223	1,628,249	
1977	106,800	242,921	530,039	507,465	822,072	
1978	303,495	274,720	488,900	607,390	726,118	
1979	92,954	244,496	187,618	342,125	322,779	
1980	159,376	167,677	198,885	265,109	150,462	
1981	69,293	102,536	191,205	112,498	119,249	
1982	26,498	55,951	132,955	56,880	143,869	
1983	5,835		137,590	53,366	191,175	
1984	12,108	105,065	274,610	75,539	274,657	
1985	26,180	134,154	143,018	114,522	431,294	
1986	38,952	119,181	558,581	134,697	803,289	
1987	32,026	182,306	652,890	173,218	910,133	
1988	78,869	252,008	254,978	274,243	515,906	
1989	88,004	244,819	341,187	303,105	155,733	
1990	127,291	274,940	2,064,150	249,027	208,626	
1991	72,971	385,978	3,941,745	115,933	626,613	
1992	32,147		2,222,168	92,699	1,307,725	
1993	60,912		811,655	216,274	1,099,543	
1994	151,310	728,562	1,330,791	313,768	1,794,796	
1995	173,340	514,094	1,401,836	362,903	2,277,540	
1996	233,281	486,675	797,644	464,942	854,735	
1997	138,946	296,889	248,812	294,063	252,695	
1998	82,021	144,598	383,427	130,734	417,726	
1999	31,192	120,666	849,069	95,077	895,300	
2000	88,096	169,091	1,052,434	160,330	1,417,191	
2001	131,382	136,426	392,859	163,036	643,250	
2002	44,076	56,912	319,450	85,187	(1,163,674)	
2003		33,147	103,128			
Geométrico promedio	1971-2003	63,718	191,673	473,852	213,699	562,064
Aritmético promedio	1971-2003	89,563	220,723	720,860	248,364	763,979
	1971-1980	106,878		470,809		785,629
	1981-1990	53,714		475,116		375,393
	1991-2000	110,341		1,303,958		1,094,386
	1996-2003	115,292		518,353		806,367

## ANNEXES

### Report of the international panel of experts "Assessment of Peruvian hake"

IMARPE, Callao, Peru. 18-21 of March, 2003

José Castro (IEO, España), Hans Lassen (ICES), Jordi Leonart (FAO)

## ANEXOS

### Informe del panel internacional de expertos "Evaluación de la merluza peruana"

IMARPE, Callao, Perú. 18-21 marzo, 2003

José Castro (IEO, España), Hans Lassen (ICES), Jordi Leonart (FAO)

### ANNEX 1 Activity agenda

The Panel was summoned by IMARPE with the support of the Spanish Aid Agency for International Cooperation (AECI). The Panel worked in IMARPE between March 18<sup>th</sup> to 22<sup>nd</sup> of 2003. The terms of reference were as following:

- Estimate the state of Peruvian hake stock.
- Provide projections of the yield and the development of the stock considering an appropriate fishing scenario for the Peruvian hake.
- Comment about appropriate administrative measures at short and medium terms.

Participants of the Panel:

### ANEXO 1 Agenda de actividades

El Panel fue convocado por IMARPE con la asistencia de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). El Panel trabajó en el IMARPE entre el 18 y el 21 de Marzo del 2003. Los términos de referencia del panel fueron:

- Estimar el estatus del stock de la merluza Peruana.
- Proveer proyecciones del rendimiento y desarrollo del stock bajo un escenario pesquero apropiado para el stock de la merluza peruana.
- Comentar sobre medidas administrativas apropiadas de corto y mediano plazo, para la merluza Peruana.

En el Panel participaron :

**JOSÉ CASTRO PAMPILLÓN**  
Instituto Español de Oceanografía  
(Centro Costero de Vigo)  
Cabo Estay - Canido  
Apdo. 1552  
36280 Vigo (Pontevedra)  
Tel: 34 (9) 86 49 21 11  
Fax: 34 (9) 86 49 23 51  
e-mail: jose\_castro@vi.ieo.es

**HANS LASSEN**  
ICES  
Palaegade 2-4, DK 1261, Copenhagen,  
Denmark  
Tel: +45 33 38 67 00 (Operadora),  
+45 33 38 67 22 (Directo)  
Fax: +45 33 92 42 15  
e-mail: hans@ices.dk

**JORDI LLEONART**  
FAO-FIRM  
Viale delle Terme di Caracalla, 00100  
Roma, Italy  
Tel: ++ 39 06570 56354  
Fax: ++ 39 06570 53020  
e-mail: jordi\_leonart@fao.org

Experts from IMARPE under the supervision of the Cientific Director **RENATO GUEVARA-CARRASCO** assisted at the Panel. The Panel is very grateful for the competent and pleasing help. The Panel wishes to thank also AECI for the financial support.

The Panel had access to the Peruvian data and arrived at Lima with preliminary studies. These studies were completed during the stay in IMARPE.

The Panel participated at the presentations given by IMARPE about the state of the stock of hake at March 18<sup>th</sup> of 2003. This was an open hearing where repre-

**JOSÉ CASTRO PAMPILLÓN**  
Instituto Español de Oceanografía  
(Centro Costero de Vigo)  
Cabo Estay - Canido  
Apdo. 1552  
36280 Vigo (Pontevedra)  
Tel: 34 (9) 86 49 21 11  
Fax: 34 (9) 86 49 23 51  
e-mail: jose\_castro@vi.ieo.es

**HANS LASSEN**  
ICES  
Palaegade 2-4, DK 1261, Copenhagen,  
Denmark  
Tel: +45 33 38 67 00 (Operadora),  
+45 33 38 67 22 (Directo)  
Fax: +45 33 92 42 15  
e-mail: hans@ices.dk

**JORDI LLEONART**  
FAO-FIRM  
Viale delle Terme di Caracalla, 00100  
Roma, Italy  
Tel: ++ 39 06570 56354  
Fax: ++ 39 06570 53020  
e-mail: jordi\_leonart@fao.org

Expertos del IMARPE, bajo la supervisión del Director Científico **RENATO GUEVARA-CARRASCO** asistieron al Panel. El panel expresa su agradecimiento por su muy competente y grata ayuda. Igualmente el Panel agradece mucho al AECI por su importante apoyo financiero.

El Panel tuvo acceso a la información Peruana y llegó a Lima con estudios preliminares. Estos estudios se completaron durante la estancia en el IMARPE.

El Panel participó en la presentación que el IMARPE dió sobre el estatus del stock de la merluza el día 18 de Marzo del 2003. Este fue una audiencia abierta dónde represen-

sentatives of the fishing industry were present. The programme was the following:

#### INAUGURATION CEREMONY

- Welcome by Contralmirante (r) HUGO ARÉVALO ESCARÓ, President of the Directive Board of IMARPE
- Inauguration by MR. LEONCIO ÁLVAREZ VÁSQUEZ, Viceminister of Fishery from the Ministry of Production

#### PRESENTATIONS

- LIC. ROBERTO FLORES PALOMARES (IMARPE). Relation of the Southern Extension of the Cromwell Current with hake and other demersal resources.
- BLGA. FLOR FERNÁNDEZ RAMÍREZ (IMARPE). Biological features of the Peruvian hake.
- BLGO. ISAÍAS GONZÁLEZ CHÁVEZ (Lab. Paita-IMARPE). Sampling system and gathering of information.
- DR. MANUEL SAMAMÉ LINARES (IMARPE). Fishery indicators of Peruvian hake
- ING. MARTÍN SALAZAR CÉSPEDES (IMARPE). Characteristics of the hake fleet.
- BLGO. C. RAÚL CASTILLO ROJAS (IMARPE). Hake assessment by direct methods.
- BLGO. RENATO GUEVARA CARRASCO (IMARPE). Hake assessment by indirect methods.
- DR. ENRIQUE MATEO (IMARPE). The study of mixosporides in hake.
- BLGO. RAÚL FLORES ROMANÍ (Dirección General de Extracción del Viceministerio de Pesquería – Ministerio de Producción). Fishery regulation, processing and trading of hake.

tantes de la industria de la merluza Peruana estuvieron presentes. El programa fue el siguiente:

#### CEREMONIA DE INAUGURACIÓN.

- Bienvenida a cargo del Contralmirante (r) HUGO ARÉVALO ESCARÓ, Presidente del Consejo Directivo del IMARPE
- Inauguración a cargo del SR. LEONCIO ÁLVAREZ VÁSQUEZ, Viceministro de Pesquería del Ministerio de Producción

#### EXPOSICIONES

- LIC. ROBERTO FLORES PALOMARES (IMARPE). Relación de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell con la merluza y otros recursos demersales.
- BLGA. FLOR FERNÁNDEZ RAMÍREZ (IMARPE). Características biológicas de la merluza peruana.
- BLGO. ISAÍAS GONZÁLEZ CHÁVEZ (Lab. Paita-IMARPE). Sistema de muestreo y toma de información.
- DR. MANUEL SAMAMÉ LINARES (IMARPE). Indicadores de la pesquería de merluza.
- ING. MARTÍN SALAZAR CÉSPEDES (IMARPE). Características de la flota en la pesquería de la merluza.
- BLGO. C. RAÚL CASTILLO ROJAS (IMARPE). Evaluación del recurso merluza por métodos directos.
- BLGO. RENATO GUEVARA CARRASCO (IMARPE). Evaluación del recurso merluza por métodos indirectos.
- DR. ENRIQUE MATEO (IMARPE). Estudio de la presencia de mixosporidios en la merluza.
- BLGO. RAÚL FLORES ROMANÍ (Dirección General de Extracción del Viceministerio de Pesquería – Ministerio de Producción). Ordenamiento pesquero, procesamiento y comercialización de la pesquería de merluza.

Round Table: Moderator, DR. PEDRO AGUILAR FERNÁNDEZ, participants: DR. MANUEL SAMAMÉ, SRA. YVONNE DIMINICH, SR. ALKIS PALINGINIS, ING. PEDRO SAAVEDRA and SR. JOSÉ FLORES.

During March 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup>, the Panel worked with the experts from IMARPE and representatives of the industry to analyze the data, and to prepare conclusions to be presented to the Ministry and to the representatives of the industry on Friday 21<sup>st</sup> of March.

Wednesday evening of March 19<sup>th</sup>, the Spanish Embassy invited to a public hearing about the hake topic. The participants of the Panel gave presentations about the subject.

On March 21<sup>st</sup> in the afternoon a presentation to the Minister was done and the Panel was closed.

## ANNEX 2

### Description of the type of information for the hake assessment.

#### *Abundance index of the cruises*

- Samples from the catches of the net and the net cover were used.
- Total length to the nearest cm was measured.
- The length frequencies samples were weighted to the catch of each hole.
- The effort in terms of swept area (mn<sup>2</sup>) for each hole was calculated.
- Length frequencies for each hole in "number of individuals per mn<sup>2</sup>" were obtained.
- A mean vector of length frequencies in "number of individuals per mn<sup>2</sup> per length range" was obtained.

Mesa Redonda: Moderador, DR. PEDRO AGUILAR FERNÁNDEZ, participantes: DR. MANUEL SAMAMÉ, SRA. YVONNE DIMINICH, SR. ALKIS PALINGINIS, ING. PEDRO SAAVEDRA y SR. JOSÉ FLORES.

El 19 y el 20 de marzo, el Panel trabajó con los expertos del IMARPE y con representantes de la industria para analizar los datos, y para preparar conclusiones para la presentación al Ministro y a los representantes de la industria el viernes 21 de marzo.

En la noche del miércoles 19 de marzo del 2003, la Embajada Española invitó a una audiencia pública sobre el tema de la merluza. Los miembros del panel hicieron su presentación del tema.

El 21 de marzo por la tarde se hizo la presentación al Ministro y la clausura del panel.

## ANEXO 2

### Descripción del tipo de información para la evaluación de la merluza.

#### *Índice de abundancia de los cruceros*

- Se utilizaron las muestras de las capturas del copo y sobrecopo de la red.
- Se midió la longitud total, al cm.
- Las muestras de frecuencias de tamaños, fueron ponderadas a la captura de cada lance.
- Se calculó el esfuerzo en términos de área barrida (mn<sup>2</sup>), para cada lance.
- Se obtuvieron frecuencias de tallas, para cada lance, en "Número de individuos por mn<sup>2</sup>".
- Se obtuvo un vector promedio de frecuencia de tamaños, en "número de individuos por mn<sup>2</sup>, por rango de tamaño".

- Additionally, abundance indices by depth stratum are available:
- Adicionalmente se tienen índices de abundancia por estrato de profundidad:

Stratum 1: less than 50 fathoms  
 Stratum 2: between 50 and 100 fathoms  
 Stratum 3: more than 100 fathoms

Estrato 1: menos de 50 brazas  
 Estrato 2: entre 50 y 100 brazas  
 Estrato 3: más de 100 brazas

### *Length structure in the landings*

The length frequencies of the (daily) samples are weighted to the catches of the vessel, are added up and that sum is elevated to the total monthly catches of each type of vessel.

The frequencies of the captured individuals per size range and per fleet are presented.

Due to the occurrence of landing records of all types of fleet, but counting only with length frequency samples of the main fleets, a final weighing to the total annual landings is done.

### *Type of vessels*

- EAC = Coastal trawl vessels: up to 50 net register tons (NRT), maximum length does not exceed 25 m and the power of the main engine is not superior to 500 HP.
- EAME = Medium scale trawl vessels: from 50 NRT to 150 NRT, maximum length of 40 m and the power of the main engine does not exceed 1000 HP.
- EAF = Factory trawlers: with more than 150 NRT, length superior to 40 m and the power of the main engine is superior to 1000 HP, furthermore count with storing systems for the transformation and processing of the catches.

### *Estructura por tamaños de los desembarques*

Las frecuencias de tamaños de las muestras (diarias), se ponderan a las capturas de la embarcación, se suman y esta suma se eleva a las capturas totales mensuales del tipo de embarcación.

Se presentan las frecuencias de individuos capturados por rango de tamaño y por tipo de flota.

Debido a que hay registros de desembarques de todas las flotas que pescan, pero sólo hay muestras de frecuencias de tamaños de las flotas principales, se hace una elevación final al registro total del desembarque anual.

### *Tipo de embarcaciones*

- EAC = Embarcaciones de Arrastre Costero: Hasta 50 t de registro neto, cuya eslora máxima no excede de 25 m y la potencia del motor principal no es superior a los 500 hp.
- EAME = Embarcaciones Arrastre de Mediana Escala: Desde 50 TRN hasta 150 TRN, tienen una eslora máxima de 40 m y la potencia de su motor principal no excede los 1000 hp.
- EAF = Embarcaciones de Arrastre-Factoría : Embarcaciones con más de 150 TRN, su eslora supera los 40 m y la potencia de su motor principal es superior a los 1000 hp, además cuentan con sistemas de almacenamiento para la transformación y procesamiento de la pesca.

- Bolicheras (Purse seiners) = vessels which operate with purse seines and are principally dedicated to small pelagics, mainly anchovies fisheries. Their selectivity is minimum and occasionally capture juvenile hake when it is near the surface.

### *CPUE by fleet*

Abundance indexes by fleet per year in "number of captured individuals by size range and by unit of effort" are presented.

Size frequencies, weighted to the yield of each type of vessel, are divided by the total effort of each type of vessel.

For the vessel type EAC and type EAME, effort was measured in number of trips. For vessels type EAF, number of days at sea was used.

Not all years have reliable records of effort, that is why in some years no CPUE is presented, in spite of having captures in those years and size samples.

### *Parameters of a and b of the length-weight relationship.*

Those parameters were calculated for each year considering males and females, using total length in cm. The used weight was total weight of the individual in grammes.

### *Age-length keys*

- Age determination: reading of otolith marks.

- Bolicheras = Son embarcaciones que operan con redes de cerco y se dedican principalmente a la pesca de pelágicos pequeños, sobretodo anchoveta. Su selectividad es mínima e incide ocasionalmente en la merluza juvenil, sobretodo cuando ésta se encuentra superficial.

### *CPUE por flota*

Se presentan los índices de abundancia por flota, por año, en "número de individuos capturados, por rango de tamaño, por unidad de esfuerzo".

Las frecuencias de tamaño, ponderadas a la captura, de cada tipo de embarcación, se dividieron entre el esfuerzo total de cada tipo de embarcación.

Para las embarcaciones tipo EAC, y tipo EAME, el esfuerzo se midió en número de viajes. Pero para las embarcaciones tipo EAF, se utilizó el número de días en el mar.

No todos los años tienen registros confiables de esfuerzo, por lo que en algunos años no se muestra información de CPUE, a pesar de que en ellos sí hubo pesca y se realizó muestreo de tallas.

### *Parámetros a y b de la relación longitud - peso.*

Estos parámetros se calcularon para cada año considerando machos y hembras, la longitud utilizada fue la longitud total expresada en cm. El peso utilizado fue el peso total del ejemplar, en gramos.

### *Claves talla - edad*

- Determinación de la edad: lectura de marcas en otolitos.

- Date of birth:  
1 of January. Annually rings
  - Type of reading:  
ring counting
  - Keys from 1971 – 2001, reading of one person only
  - Key of 2002, rading of two persons
  - Keys from 1971 – 1980, monthly readings, grouped annually, based on sampling data from fisheries (sheets without “CR”)
  - Keys from 1981 – 2002, keys coming from cruises. One cruise per year (sheets with “CR”)
  - Years 1992 and 1993 without age-length key.
- Fecha de nacimiento:  
1 de enero. Anillos anuales
  - Tipo de lectura:  
conteo de anillos
  - Claves desde 1971-2001 lectura de una sola persona
  - Clave del 2002, lectura de dos personas
  - Claves desde 1971 – 1980, lecturas mensuales, agrupadas anualmente, en base a datos del muestreo de las pesquerías (Hojas sin “CR”)
  - Claves desde 1981 – 2002, Claves provenientes de Cruceros de investigación. Un crucero por año. (Hojas con “CR”).
  - Años 1992 y 1993, sin claves talla-edad.

### *Sexual proportion of females*

Annual sexual proportion of females from 1980 to 2002 is presented, originating the proportions of the years between 1980 and 1993 from measurements of the commercial fleet. From 1994 to 2002, the sexual proportion is taken from the investigative cruises.

### *Sexual maturity stages of the females*

They were obtained from the biological sampling of the commercial fleet landings. The series embraces almost all years (except 1983) and although usually all months of each year are shown, on the first sheet of the archive the monthly coverage of each year with biological sampling is shown.

The information about the maturity stages is presented in absolute frequency by stage by year.

The modified Johansen macroscopic scale was used, consisting of 8 maturity stages:

### *Proporción sexual de hembras*

Se presenta la proporción sexual anual de hembras por longitud desde el año 1980 hasta el 2002, las proporciones de los años 1980-1993 provienen de las mediciones de la flota comercial. Desde 1994 hasta 2002, la proporción sexual es tomada de los cruceros de investigación.

### *Estadios de maduración sexual hembras*

Se obtuvieron de los muestreos biológicos de las capturas de la flota comercial. La serie abarca casi todos los años (excepto el año 83), y aunque usualmente se muestrean todos los meses de cada año, en la primera hoja del archivo se presenta anualmente la cobertura mensual que tuvo el muestreo biológico.

La información de los estadios de madurez se presenta en frecuencia absoluta por estadio por año.

Se utiliza la escala macroscópica de Johansen modificada, que consisten en 8 estadios de madurez:



	Stage	SEXUAL CONDITION	DESCRIPTION
Immature	1	Immature virginal	<b>Do not enter in the reproductive process</b> , little and immature gonads.
	2	Pre mature virginal	
Mature	3	Inicial Maturing	Beginning of the sexual maturity or reintegration in the reproductive cycle of the adults, it is the stage <b>considered in repose or not reproductive</b>
	4	Medium Maturing	Beginning of the reproductive activity, gonads are bigger.
	5	Advanced Maturing	Gonad gets more volume and turgescence, the <b>ovocites are already mature</b> and they lack only hydration.
	6	Spawning	Gonads large and turgescient with <b>hydrated ovolos</b> that flow at minor pressure.
	7	Spawnd	Gonads show reduced volume and turgescence is lost, frequently bleeding and rests of hydrated ovolos is observed.
	8	Recovering	Gonads are smaller and bloody, considered <b>the end of spawning and return to stage 3</b> .

	Estadio	ESTADO SEXUAL	DESCRIPCIÓN
Inmaduros	1	Inmadurez virginal	<b>No entran en el proceso reproductivo</b> , gonodas pequeñas e inmaduras.
	2	Pre madurez Virginal	
Maduros	3	Madurante Inicial	Inicio de la madurez sexual o reinicio del ciclo reproductivo de los adultos, es el estado <b>considerado de reposo o inactividad</b>
	4	Madurante Medio	<b>Inicio</b> de la actividad reproductiva, las gonadas son más grandes.
	5	Madurante Avanzado	La gonada alcanza mayor volumen y turgencia, los <b>ovocitos ya están maduros</b> y solo falta la hidratación de los mismos.
	6	Desovante	Gonadas grandes y turgentes con <b>óvulos hidratados</b> que fluyen a la menor presión.
	7	Desovados	Las gonadas reducen el volumen y se pierde la turgencia, con frecuencia se observa sanguinolencia y restos de óvulos hidratados.
	8	Recuperación	Las gonadas son más pequeñas y sanguinolentas se considera <b>el fin del desove y el regreso al estado 3</b> .

**Maturity ogives**

The maturity ogives were obtained from investigative cruise data (due to the wider range of size covered).

There is no maturity ogive for each year. Two ogives have been presented:

- a) One for the period “before 1995”, and
- b) One for the period “after 1995”. The periods are significantly different from each other.

Each ogive is presented by size range and is the mean value of several cruises. Individuals of stage 3 and more are considered mature.

**Ojivas de madurez**

Las ojivas de madurez se obtuvieron de los datos de cruceros de investigaciones (por el mayor rango de tallas cubierto).

No se cuenta con una ojiva de madurez por año. Se han construido dos ojivas:

- a) una para el periodo “antes de 1995”; y
- b) otra para el periodo “después de 1995”. Ambos periodos se diferencian significativamente.

Cada ojiva se presenta por rango de tamaño, y es un promedio de varios cruceros. Se consideraron maduros a los ejemplares en estadio 3 o mayor.

**ANNEX 3**

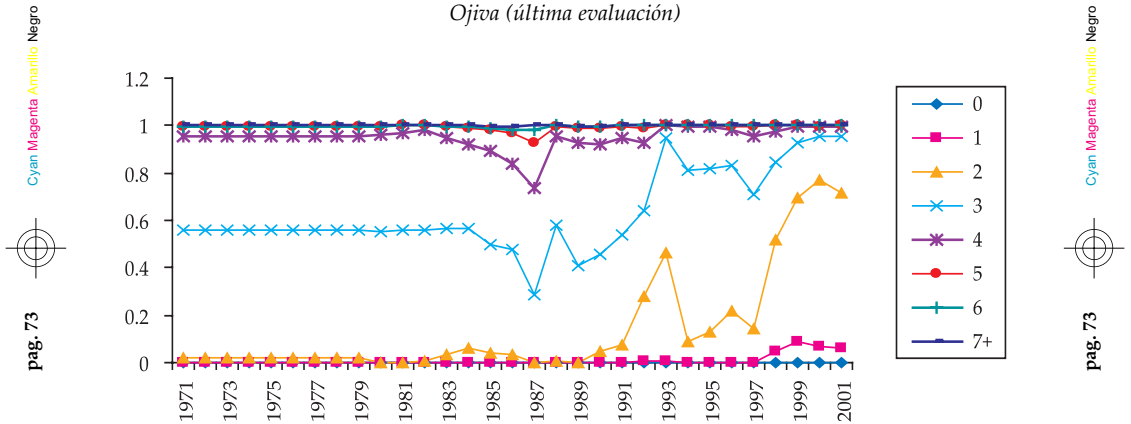
**Temporal series of maturity ogives**

**ANEXO 3**

**Serie temporal de ojivas de madurez**

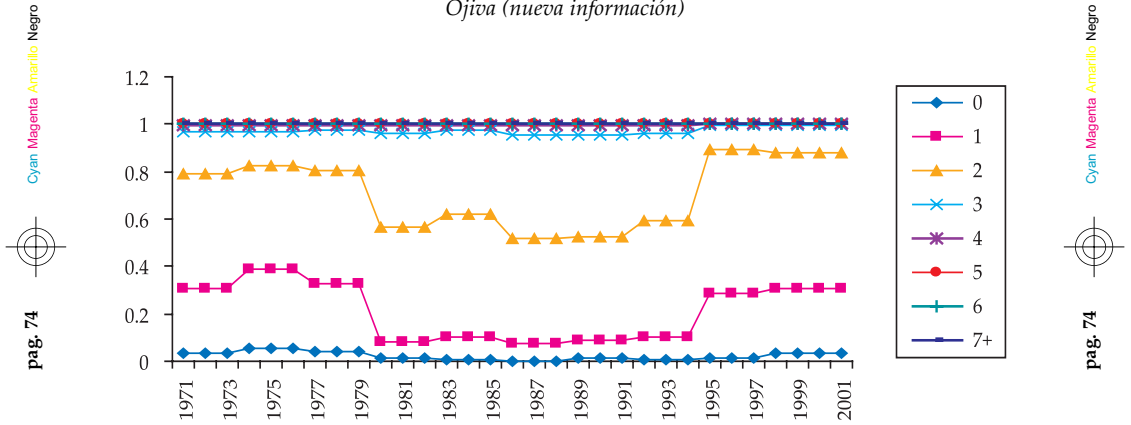
*Ogive (last evaluation)*

*Ojiva (última evaluación)*



Ogive (new information)

Ojiva (nueva información)



ANNEX 4

Formulation of the ICA-ADAPT schema

The analysis is divided in two time series, 1971 – 1995 and 1996 – 2002. For 1971 – 1995 separability is assumed

$$F_{age, year} = S_{age} * E_{year} + \epsilon$$

donde

$\epsilon$  : ruido estocástico de la forma  $N(0, \sigma^2)$

The decomposition is normalides as followed

$$\sum_{age = 3}^8 S_{age} = 6 \quad y$$

ANEXO 4

Formulación del esquema ICA-ADAPT

El análisis se divide en dos series temporales 1971 – 1995 y 1996 – 2002. Para 1971 – 1995 se asume separabilidad

$$S_{age = 9} = \sum_{age = 6}^8 S_{age} / 3$$

Preliminary analysis suggest that fishery in the 1971 -1995 period was stable, presenting only slight changes. That is why the ICA-ADAPT model includes a parameter of restraint, indicating that fishing mortality has not changed much between consecutive years. This term (or parameter) takes the form of:

$$\sum_{year = 1971}^{1994} \left( E_{year} - E_{year + 1} \right)^2$$

Análisis preliminares sugieren que la pesca en el período 1971-1995 fue estable, presentando sólo ligeros cambios. Por eso, el modelo ICA-ADAPT incluye un parámetro de penalización, que indica que la mortalidad por pesca no ha cambiado mucho entre años consecutivos. Este término (o parámetro) tiene la forma:

For the period 1995 – 2002 one assumes that fishing mortality can change freely between years and the exploitation pattern must not be constant. The effort seems to be more dynamic and as a consequence a limitation in the variability between years does not apply for the 1996 – 2002 period. Finally, the 2003 cruise data are taken as an indicator of the surviving stock after the 2002 fishery. That cruise was carried out during January-February of 2003.

The assumption of separability for the 1971 -1995 period consequently is used to calculate the expected catches

$$C_{age,year} = N_{age,year} * \frac{F_{age,year}}{Z_{age,year}} (1 - \exp(-F_{age,year} - M))$$

with two abundance indicator:  
cruise evaluation

Para el periodo 1995-2002 se asume que la mortalidad por pesca pueda cambiar libremente entre años, y que el esquema de explotación no tiene que ser constante. El esfuerzo parece más dinámico y en consecuencia la limitación de la variabilidad entre años no se aplica al periodo 1996-2002. Finalmente el crucero para 2003 se emplea como un estimador del stock superviviente después de la pesquería de 2002. Este crucero fue realizado en enero-febrero 2003

La asunción de separabilidad por los años 1971-1995, en consecuencia, es usada para calcular las capturas esperadas

con dos indicadores de abundancia:  
Cruceros de evaluación

$$CPUE_{age,year} = q_{age}^{Survey} * N_{age,year} * \exp(-\alpha_{year} * Z_{age,year})$$

and commercial CPUE

y CPUE Comercial

$$CPUE_{age,year} = q_{age}^{Commercial} * N_{age,year} * \frac{(1 - \exp(-Z_{age,year}))}{Z_{age,year}}$$

where

donde

$$Z_{age,year} = F_{age,year} + M$$

$q_{age}$  : capturabilidad

$\alpha_{year}$  : fracción de la mortalidad ejercida antes del crucero

The normal equation of the cohort also applies

La ecuación normal de la cohorte también aplica

$$N_{age+1,year+1} = N_{age,year} * \exp(-F_{age,year} - M)$$

The solutions of the equations are obtained by applying minimum squares for the following expression:

Las soluciones de las ecuaciones de estimación se obtienen minimizando por mínimos cuadrados la expresión:

$$\begin{aligned}
 LSQ = & \sum_{age, year} \left( \log (Catch_{age, year}^{obs}) - \log (Catch_{age, year}^{calculated}) \right)^2 \\
 & + \sum_{age, year} \left( \log (Cpue_{age, year}^{obs}) - \log (Cpue_{age, year}^{calculated}) \right)^2 \dots\dots\dots [Cruceros, edades 1-6] \\
 & + \sum_{age, year} \left( \log (Cpue_{age, year}^{obs}) - \log (Cpue_{age, year}^{calculated}) \right)^2 \dots\dots\dots [Commercial Cpue (Costeros) ages 5-7] \\
 & + \lambda_{Separable} * \sum_{age=3}^8 (S_{age} - 6)^2 + \lambda_{effort} * \sum_{year=1971}^{1994} (E_{year} - E_{year+1})^2 \dots\dots\dots [Normalizacion and estabilidad]
 \end{aligned}$$

The parameters to be estimated are:

Parameters	Period	Age groups	Terminology
Annual fishing mortality (separable F)	1971-1995	---	E <sub>1971</sub> , E <sub>1972</sub> , ... E <sub>1995</sub>
Fixed exploitation pattern	Applicable for 1971-1995	1-9	S <sub>1</sub> , S <sub>2</sub> , ..., S <sub>8</sub>
Recruitment (age 1)	1971-2002		N <sub>1,1971</sub> , N <sub>1,1972</sub> ..., N <sub>1,2001</sub>
Population	1971	2-8	N <sub>2,1971</sub> , N <sub>3,1971</sub> , ... N <sub>8,1971</sub>
Capturability (commercial CPUE)	Independent	5, 6, 7	q <sub>age</sub> Commercial
Capturability (Cruises)	Independent	1 and combined ages 2-6	q <sub>age</sub> Survey

Los parámetros que serán estimados son:

Parámetros	Periodo	Grupos de edades	Nomenclatura
Nivel de mortalidad por pesca anual (separable F)	1971-1995	---	E <sub>1971</sub> , E <sub>1972</sub> , ... E <sub>1995</sub>
Patrón de explotación fijada	Aplicable para 1971-1995	1-9	S <sub>1</sub> , S <sub>2</sub> , ..., S <sub>8</sub>
Reclutamiento (edad 1)	1971-2002		N <sub>1,1971</sub> , N <sub>1,1972</sub> ..., N <sub>1,2001</sub>
Población	1971	2-8	N <sub>2,1971</sub> , N <sub>3,1971</sub> , ... N <sub>8,1971</sub>
Capturabilidad (CPUE Comercial)	Independiente	5, 6, 7	q <sub>edad</sub> Comercial
Capturabilidad (Cruceros)	Independiente	1 y combinadas edades 2-6	q <sub>edad</sub> Survey

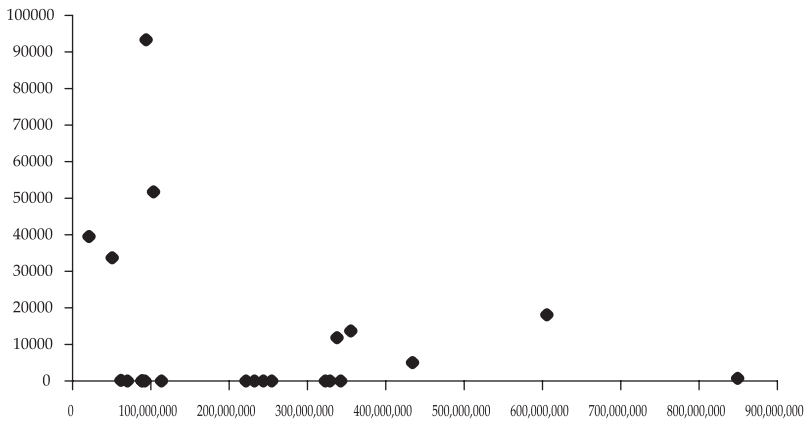
**ANNEX 5**  
**Comparison of the population**  
**estimates by age using commercial**  
**CPUE**

**ANEXO 5**  
**Comparación de las estimaciones de las**  
**poblaciones por edad con el CPUE**  
**comercial**

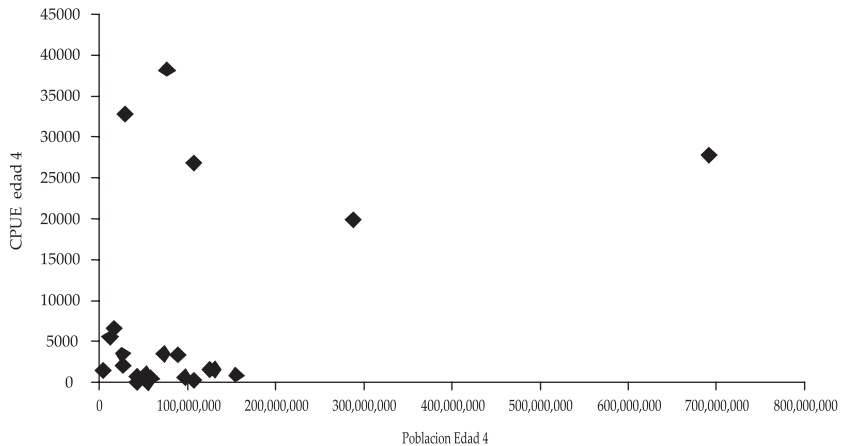
The following figures show the relationships for ages 3 to 7.

Los gráficos siguientes demuestran las relaciones para las edades 3 a 7.

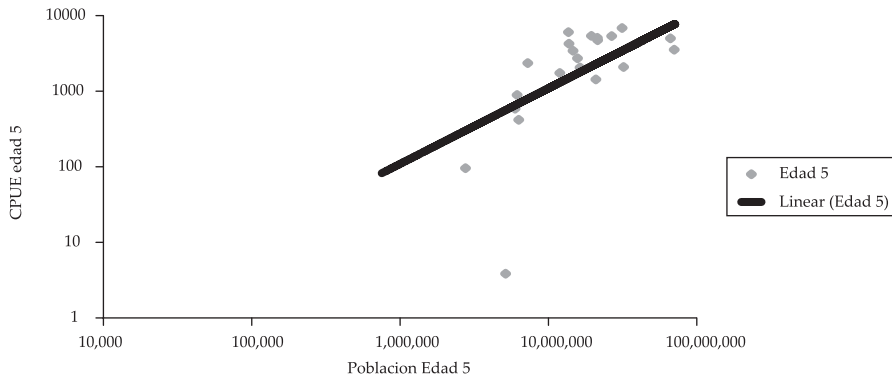
*CPUE (Costeros) Comerciales Edad 3*



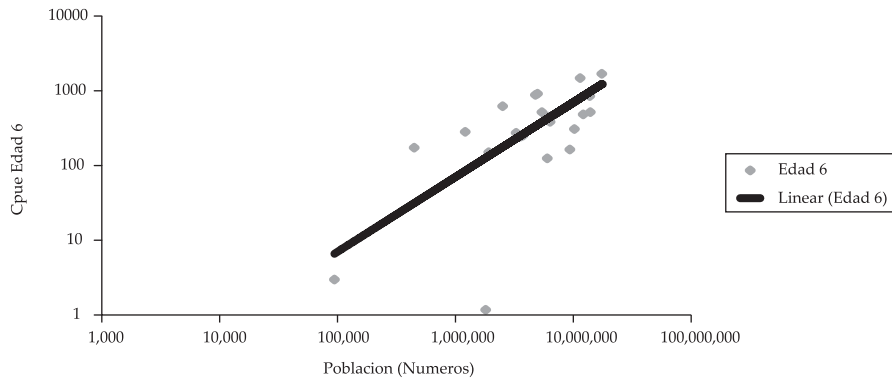
*CPUE (Costeros) Comerciales Edad 4*



### CPUE (Costeros) Comerciales Edad 5



### CPUE (Costeros) Comerciales Edad 6



### CPUE (Costeros) Comerciales Edad 7

