

LA PESQUERIA DEMERSAL GALLEGA. ESTRATEGIAS  
DE PESCA PARA SU REGULACION RACIONAL EN  
BASE A LA MERLUZA

POR

A. FERNANDEZ (1), F. X. PEREIRO (2), S. IGLESIAS (2),  
C. PORTEIRO (2) y P. PALLARES (3)

Boletín n.º 249

1978

- 
- (1) Laboratorio Oceanográfico de La Coruña. Apartado 130. La Coruña.  
(2) Laboratorio Oceanográfico de Vigo. Avenida de Orillamar 47. Vigo.  
(3) Instituto Español de Oceanografía. Alcalá, 27, 4.º. Madrid.

BOL. INST. ESPA. OCEANO. TOMO IV

## INTRODUCCION

Dentro de las 550.000 toneladas totales de pescado que entran anualmente por los puertos de Galicia, tienen importancia especial, por el precio que alcanza el producto y los hombres que ocupan, las pesquerías de fresco.

Son dos estas pesquerías de fresco en las que actúan las flotas gallegas y que aportan a España más del 30 por 100 de las capturas frescas totales nacionales. Son: la pesquería de Grand Sole, W de Irlanda, de la cual realizamos un primer estudio en el BOLETÍN número 213 del Instituto Español de Oceanografía, y la pesquería demersal de la plataforma gallega, de la que en este BOLETÍN nos ocupamos.

El objetivo del presente trabajo es contribuir al conocimiento de la misma con vistas a la regulación racional de su explotación. Regulación que juzgamos hoy mucho más necesaria que nunca ante los problemas surgidos en las pesquerías internacionales y que afectan de manera especial a la otra pesquería de fresco citada, por ser hoy aguas de la Comunidad Económica Europea.

La pesquería demersal gallega está produciendo un volumen anual de pesca fresca de alrededor de 100.000 toneladas, cifra que con una explotación más racional podría verse incrementada en no muy largo plazo de una manera notable.

Además de esta importancia económica y alimentaria, esta pesquería demersal presenta una gran importancia social, pues actúan en ella casi mil buques, con una dotación de mar de más de 7.000 hombres, repartidos por los numerosos puertos de todo el litoral gallego.

Y presenta, por último, la pesquería, un gran interés desde el punto de vista

científico de la regulación pesquera, por su complejidad, ya que actúan en ella simultáneamente varios artes de pesca diferentes y tener algunos de ellos como objetivo varias especies que conviven, de importancia comercial.

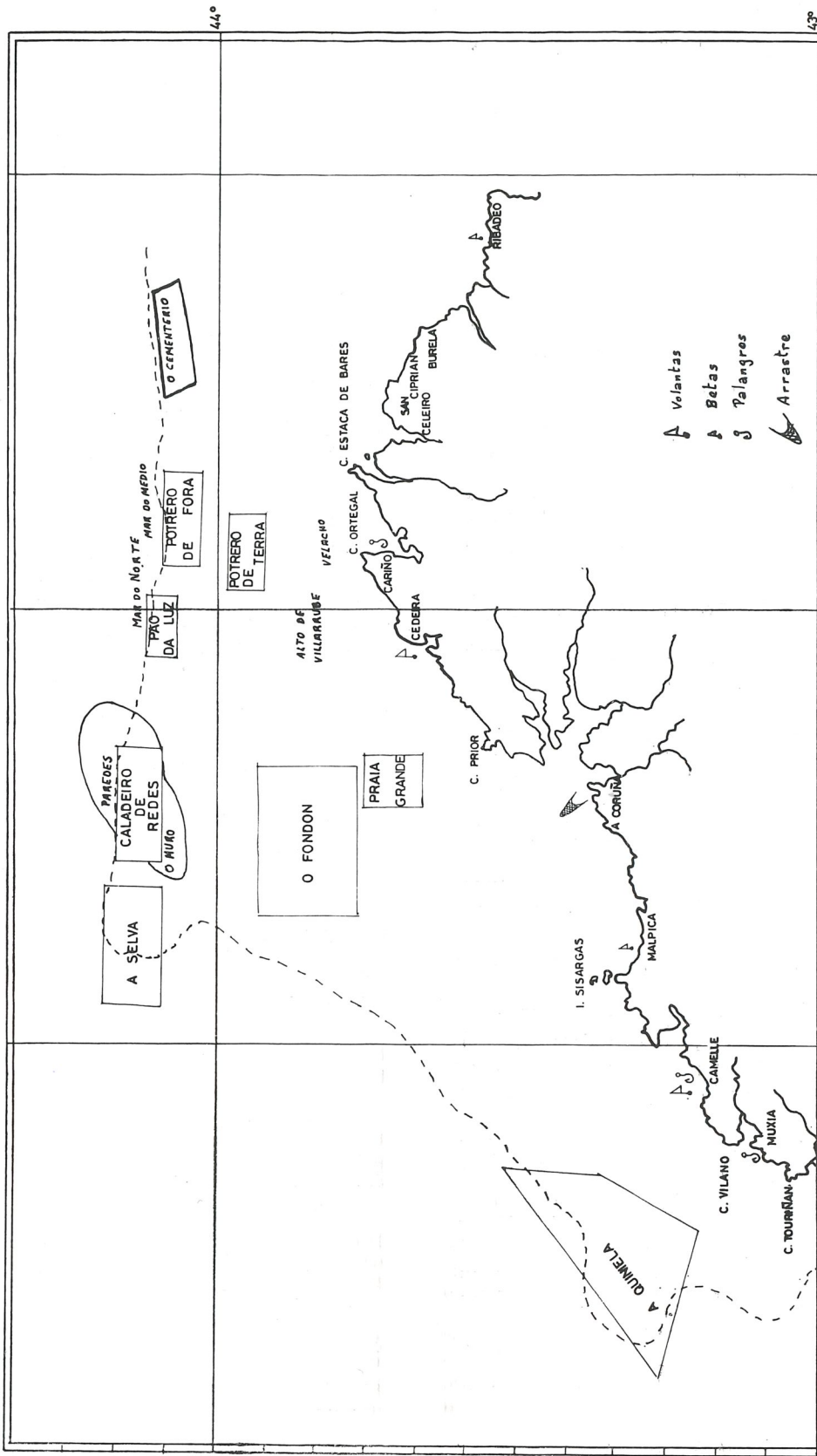
El trabajo presente consta de dos partes bien diferenciadas: Primero hacemos una descripción de la pesquería (puertos, flotas, artes, especies y caladeros) y después se realiza un estudio de la población de merluza que permite ver unas líneas que conduzcan a la regulación racional de su explotación como especie fundamental económicamente, y ser además la principal especie objetivo de prácticamente todos los artes de pesca.

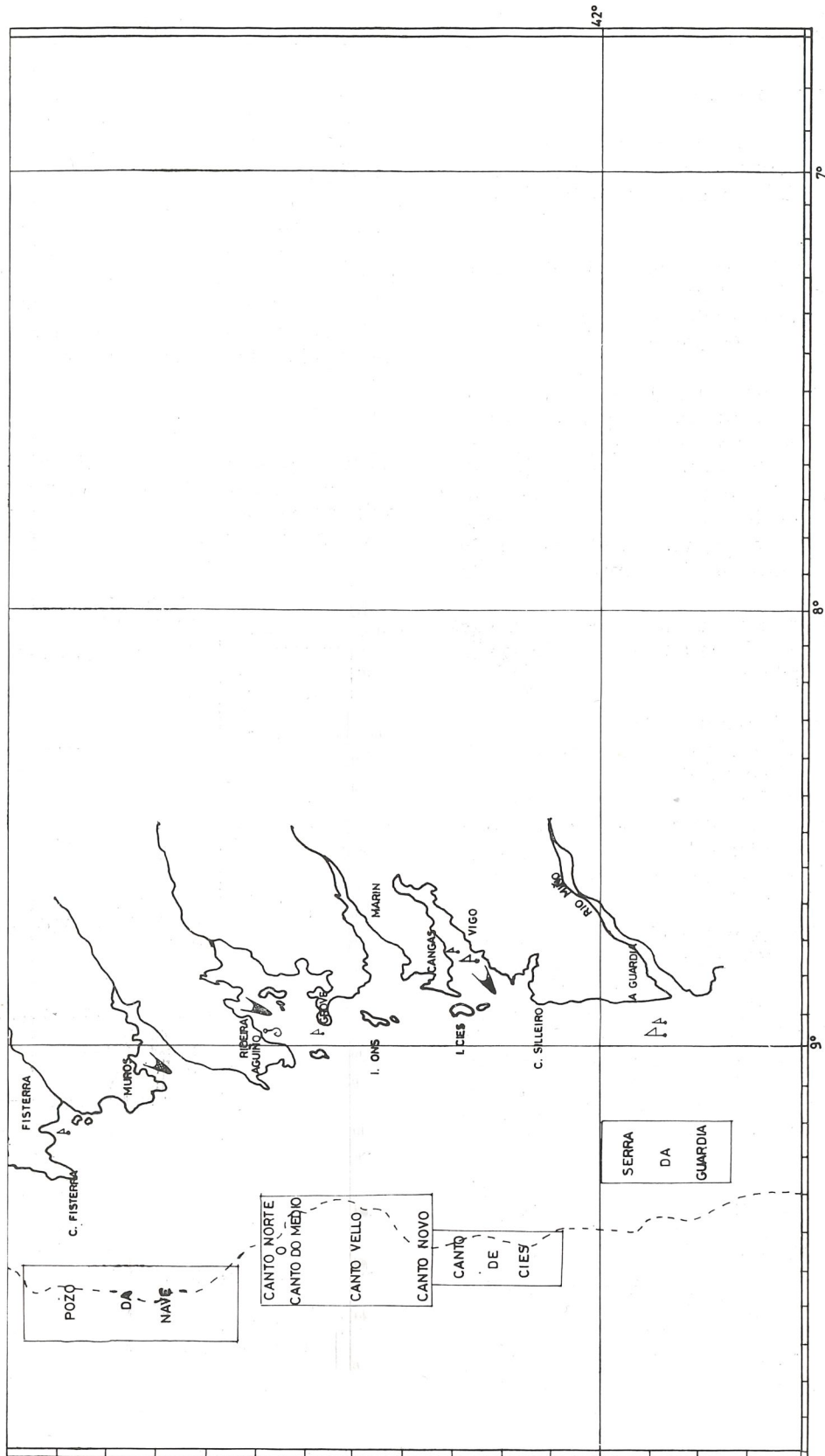
### I. DESCRIPCIÓN DE LA PESQUERÍA.

#### a) *Ambito geográfico.*

Aunque a lo largo del trabajo nosotros hablaremos siempre de la pesquería demersal gallega, hemos de señalar que no sólo consideramos la plataforma continental gallega propiamente dicha, sino que también incluimos la portuguesa, por las razones que a continuación exponemos:

1. Se considera que las especies demersales que habitan en aguas portuguesas y españolas atlánticas pertenecen al mismo stock.
2. El 65 por 100 de la captura de merluza, por ejemplo, que se hace en la subdivisión IX-a del C.I.E.M. la realizan los buques españoles.
3. Un alto porcentaje de arrastreros y volanteros con base en nuestros puertos alternan su pesca en ambas zonas, por lo que actualmente es muy difícil separar las capturas.







b) *Artes de pesca.*

Para efectuar sus capturas de fondo en la plataforma, la flota gallega utiliza fundamentalmente cuatro artes de pesca:

1. Arrastre (en sus modalidades de baka, pareja y bou).
2. Enmalle (volantas y betas).
3. Anzuelo (palangre).

De estos artes, los de arrastre se encuentran concentrados en pocos puertos, algo menos las volantas y palangres y, por último, las betas se hayan diseminadas por los numerosísimos pequeños puertos que hay a lo largo de la costa. Esto presenta grandes problemas a la hora de controlar las capturas de este arte.

Al tener estos artes la misma especie objetivo fundamental, interrelacionan en dos aspectos:

1. Espacialmente.—Tanto el palangre como la volanta, que faenan en zonas similares, así como el arrastre en su modalidad de bou que puede acceder a ellas, hace que con frecuencia se creen problemas entre ellos por los caladeros. No así la beta, que tiene unas zonas de pesca totalmente distintas.

2. Sobre la población.—Los artes actúan sobre diferentes estratos de la población, pues los rangos de tallas de la captura son distintos para cada arte, así como el volumen de captura. Por tanto las capturas de unos artes en las primeras edades de la población influyen en los rendimientos de los artes que capturan edades mayores.

En el cuadro 1 se puede ver la distribución en los diferentes puertos pesqueros, de su flota clasificada por artes, caballaje, tonelaje, y número de barcos. En dicho cuadro no figuran aquellos barcos que denominamos mixtos, por alternar la costera del bonito o el cerco con otras faenas como la pesca a la beta. Estos baremos mixtos tienen una poten-

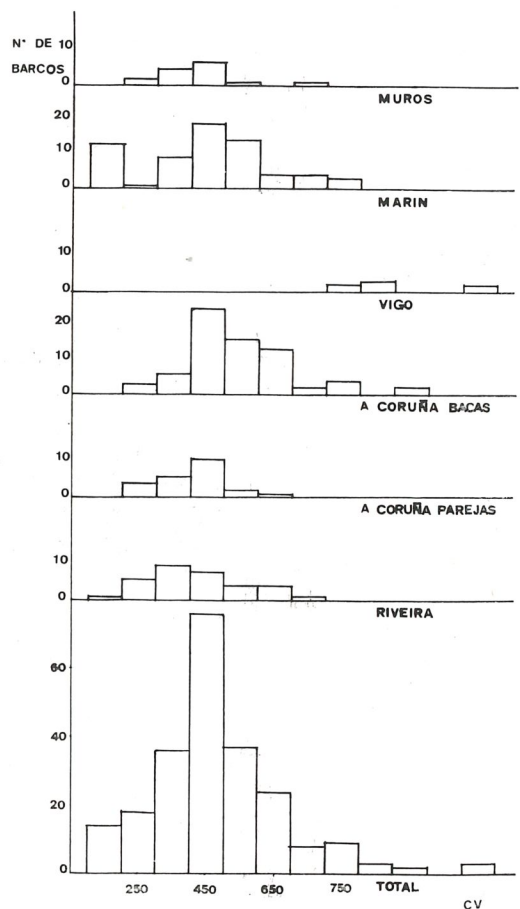
cia media de 265 CV y se distribuyen así por los siguientes puertos: Burela, 57; Mera, 11; San Ciprián, 32; Ceieiro, 29.

Igualmente en el mapa 1 se puede ver la distribución geográfica de los puertos gallegos indicando el arte prioritario al que se dedican sus respectivas flotas, así como los caladeros más importantes.

A continuación hacemos una breve descripción de los artes de pesca:

*Arrastre.*

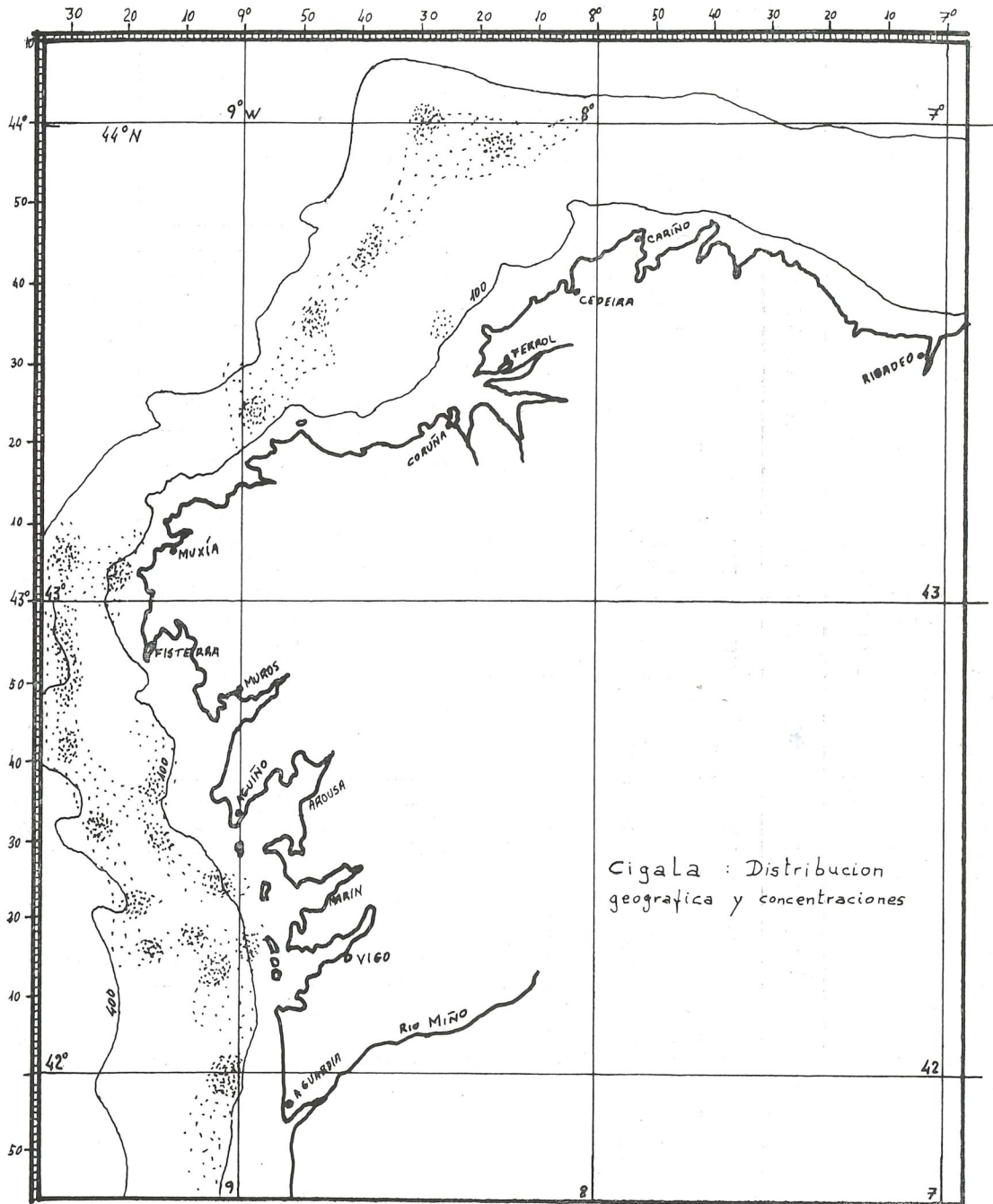
En la pesquería demersal gallega es el arte más importante en cuanto a toneladas pescadas y número de personas que trabajan en él.



Gráf. 1.—Arrastreros.

CUADRO I

Puertos	ARRASTRE			VOLANTA			PALANGRE			BETA		
	n.º	CV	TRB	n.º	CV	TRB	n.º	CV	TRB	n.º	CV	TRB
A. Guardia	...			31	224.00	46.17				24	78.46	13.21
Bayona	...			4	305.00	76.25				5	33.80	4.40
Vigo	...	975.000	276.02	11	353.64	69.00			71.50	57	60.02	4.49
Cangas	...						2	225.00		12	38.92	4.00
Aldan	...									3	66.00	4.23
Bueu	...									26	42.46	4.73
Marín	...	337.52	125.72									
Portonovo	...						4	40.75	6.70	15	23.89	3.86
O. Grove	...	195.00	17.55	2	205.00	14.60				16	18.53	4.54
Cambados	...	200.00	39.00	2	205.00	19.60						
P. Caramiñal	...											
Riveira-Aguíño	...	204.24	120.94				88	116.01	19.50	14	21.14	4.87
Muros	...	382.56	128.31							15	34.27	4.72
Finisterre	...			1	40.00	9.00				72	20.14	4.58
Muxia	...											
Camelle	...			14	77.08	10.32			30.05			
Laxe	...			2	38.00	8.36			5.64			
Corme	...											
Malpica	...	465.16	184.00							3	23.00	3.57
Coruña	...	410.00								6	14.00	3.08
Ferrol	...									21	35.81	6.94
Cedeira	...											
Carriño	...	565.00	140.37	42	163.98	36.86			8.65			
Ribadeo	...			5	119.40	23.15			67.97			
Cayón	...								155.47			
	...									13	31.16	6.42
	...									3	22.60	5.01



Mapa 2.



Hay 230 barcos que faenan al arrastre en la plataforma, siendo los puertos principales, por orden de importancia: La Coruña, Marín, Riveira, Muros, Vigo, El Ferrol y Ribadeo. En el gráfico 1 se ve la distribución de las flotas por puerto, según la potencia de los motores.

Estos barcos van a menudo "al día", saliendo de madrugada y entrando en puerto la noche del mismo día, o bien están más de un día en el mar. Suelen hacer dos o tres lances diarios de alrededor de seis horas de duración, y los que se quedan más de un día suelen hacer un lance nocturno. El material que utilizan en el arte es generalmente el polietileno, excepto el copo que es de nylon. La malla en uso media en el copo anda por los 40 mm. de diagonal, estirada.

Los arrastreros trabajan tanto en la plataforma gallega como en la portuguesa, entre unos fondos de 80 m. y 500 los bous. Podemos distinguir por puertos los caladeros habituales de las diferentes flotas. Así, los de Marín van a la costa portuguesa, aunque andan también entre Muros y La Guardia; los de Riveira, desde Cíes hasta la Boca de Arousa; los de Muros, entre Finisterre y Corrubedo, y los de La Coruña, desde Estaca de Bares a Touriñán, siendo frecuente que los que faenan entre Sisargas y Finisterre desembarquen sus capturas en los puertos de Corme y Camariñas, y desde allí llevan el pescado en camión a La Coruña.

Entre las especies más importantes que captura el arrastre, y por orden de cuantía económica, citaremos: merluza, cigala, lirio o bacaladilla y chicharro o jurel. En el mapa 2 figuran las zonas de cigala, según las prospecciones pesqueras realizadas.

Es muy importante señalar en la descripción de este arte la existencia de la pesquería estacional de carioica o pescadilla inferior a los 25 cm. de talla legal, a la que se dedican gran parte de los arrastreros desde agosto-septiembre hasta marzo-abril. Estas capturas de carioica, que representan alrededor de un 30

por 100 en peso y de un 95 por 100 en número del total, es ejercida sobre los individuos más jóvenes de merluza, pone en grave peligro el "stock" y es causa de la sobrepesca de crecimiento a que está sometido, como en la segunda parte de este trabajo veremos. Este problema creemos se ve agravado por las medidas oficiales de regulación vigentes, en las que se hace una distinción en el tamaño de la malla según se despache el barco para especies protegidas (60 mm.) o no protegidas (40 mm.), cuando el arte en el fondo no hace tal distinción y pesca las especies en función de la malla que se lleve, fundamentalmente. Y existe, además, un desfase entre el tamaño de la malla reglamentado y la talla mínima legal de ciertas especies.

En cuanto a las tres modalidades de arrastre, podemos decir lo siguiente: la modalidad más extendida es la baka tradicional. Estas faenan en las playas de arrastre y son los que ejercen tradicionalmente la pesquería estacional de carioica. Es de destacar también la flota de Marín, especializada en cigala.

El bou faena por más fondo y por zonas más abruptas, de piedra, en los cantiles, y tienen mayor abertura vertical. Estos barcos tienen más máquina y llevan aparejado el arte para esos fondos con bolos en la relinga de plomos. El bou se dedica muy especialmente a la merluza, capturando un rango de tallas grande, y al jurel.

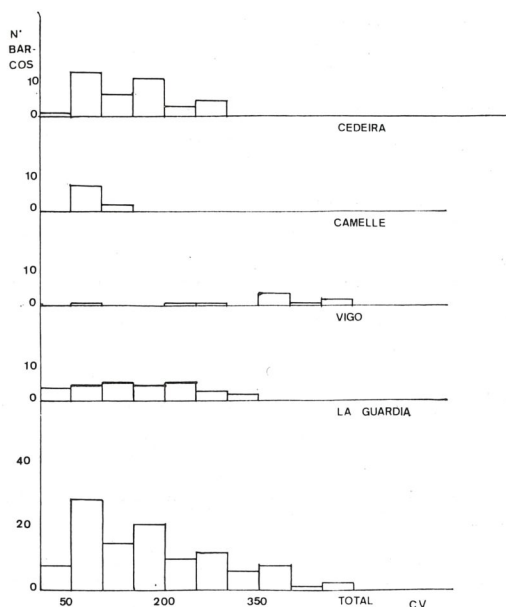
Las parejas levantan más el aparejo que las bakas, de ahí que apenas capturen especies propiamente bentónicas. Son de citar las parejas de La Coruña, que se dedican fundamentalmente al lirio con muy buenos rendimientos para esta especie (hasta cerca de dos toneladas por día).

### *Volanta.*

A este arte de enmalle se dedican en Galicia alrededor de 114 barcos, siendo los puertos principales Cedeira, La Guardia y Camelle, y también Vigo. Fi-



nisterre, Burela, Celeiro y Ribadeo. En el gráfico 2 se presentan los histogramas de estas flotas, de acuerdo con sus potencias.



Gráf. 2.—Volanteros.

El aparejo se cala generalmente al atardecer, para levantarlo por la mañana del día siguiente. Los barcos de La Guardia trabajan fundamentalmente con dos caceas, formadas cada una por 40 a 50 piezas de 75 m. de largo cada una. Las caceas se pueden largar juntas o separadas, llegando a alcanzar, por tanto, una extensión de 7.000 m. La malla que usan oscila de 80 a 110 mm. de diagonal. La tecnología de la flota de Cedeira es muy similar a la descrita.

Las especies más importantes para estos artes son fundamentalmente, y con diferencia, la merluza y también el jurel, la palometa, el besugo y el sable. El rango de las tallas de merluza que capturan es superior a los 48 cm.

La zona de pesca es diferente según los puertos. Los volanteros de La Guardia faenan principalmente en las costas de Portugal, aunque pescan también en la costa W de Galicia. Calan los artes a más de 120 m. de profundidad. Cuan-

do van a Portugal, las mareas suelen durar alrededor de catorce días. Los más grandes de estos barcos, durante el verano suelen realizar mareas en Grande Sole en caladeros canario-saharianos. Los de Cedeira pescan a tres profundidades, dependiendo de la pesca y del tiempo: una zona cerca de tierra (Alto de Villarrube, Velacho, etc.); otra intermedia, sobre 150-200 m. de profundidad, llamada Potrero de Tierra, y otra, por último, en los caladeros del cantil, llamados O Muro, Paredes, Mar do Norde, Mar do Medio y Potrero de Fuera, principalmente. Algunos, con buen tiempo, realizan mareas en Grand Sole (también de Celeiro y Burela), con grandes rendimientos de pesca y merluzas de gran tamaño en la captura.

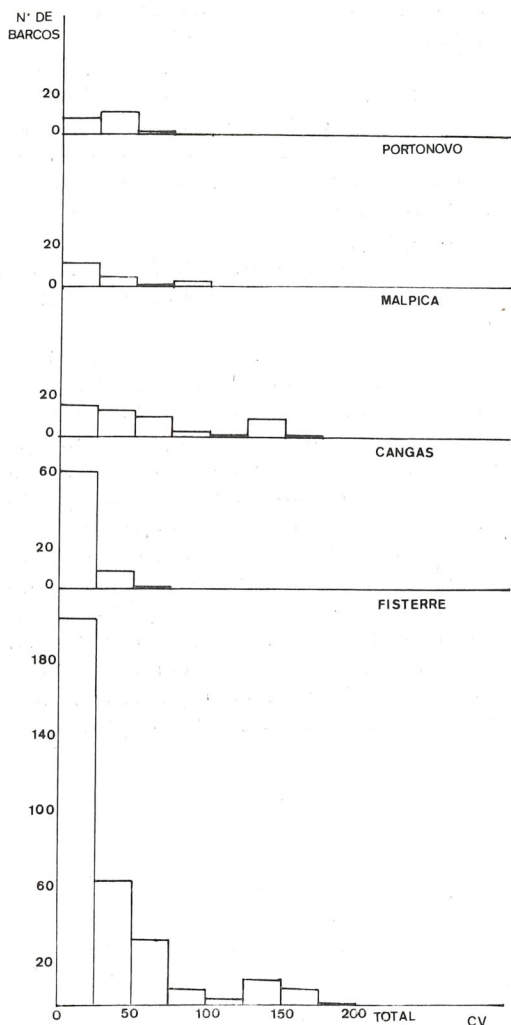
Los de Camelle pescan frente a cabo Vilano, hasta el caladero de A Quiniela.

#### Betas.

Las embarcaciones que pescan con este arte son de pequeño porte, entre 4 y 14 toneladas de registro bruto. Son muy difíciles de controlar, ya que durante el año alternan con otras modalidades de pesca, y que, como ya se dijo, están repartidas por multitud de puertos. Las contabilizadas por nosotros son 292 unidades, siendo los puertos con mayor número: Finisterre, Cangas de Morrazo, Portonovo, La Guardia, Malpica, Mera y Ribadeo. En el gráfico 3 pueden verse las principales flotas, distribuidas de acuerdo con la potencia de los motores.

El arte, llamado también volantilla, por su semejanza con una volanta a nivel reducido, lo calan pegado al fondo durante unas horas, al amanecer, y está formado por tres secciones de 20 piezas cada una. Cada pieza mide 40 brazas.

Suelen calarlas en las bocas de las rías o fuera de éstas. Sus capturas principales son: merluza, faneca y besugo. El rango de tallas de la pescadilla que capturan está entre 25 y 40 cm., resultante de sus zonas de pesca y del tamaño de la malla que utilizan, entre 55 y 65 cm. de diagonal.



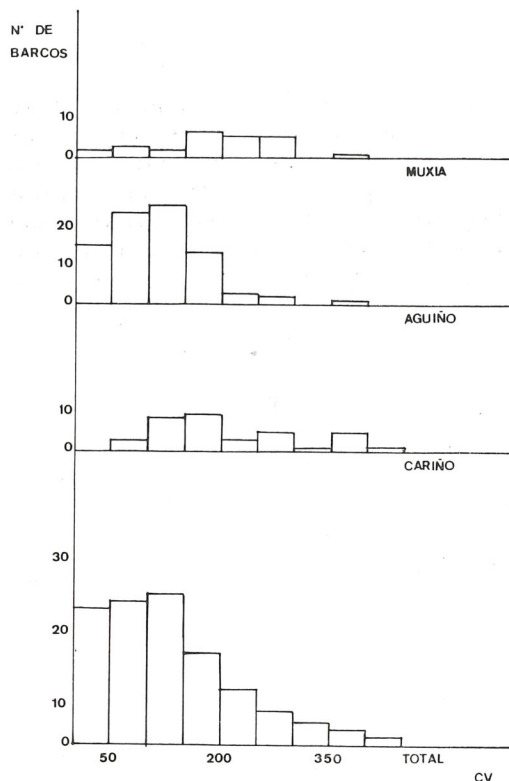
Gráf. 3.—Betas.

### Palangre.

La flota que utiliza este arte de anzuelo se concentra en los puertos de Aguiño-Riveira, Cariño y Muxía. Las características medias van desde 263 C.V. y 68 T.R.B. en los barcos de Cariño, que son los de mayor porte, hasta 116 C.V. y 20 T.R.B. en los de Aguiño-Riveira, que son los más pequeños. En el gráfico 4 se representan los histogramas de estas flotas con arreglo a la potencia.

Las zonas de pesca se distribuyen a lo

largo del cantil, y a ellas van las flotas que tienen su base más cerca de cada caladero. Los de Aguiño y Riveira frecuentan los Cantos: Canto Vello, Canto Novo, Canto do Medio y Canto de Cíes. Para los de Cariño hay coincidencia en algunos caladeros con algunos de las volantas de Cedeira. Frecuentan El Muro, O Mar do Norde, O Mar do Medio y O Cementerio. Con buen tiempo, algunos realizan mareas en Grand Sole, en la zona del cantil, con grandes rendimientos de merluza. Los de Muxía pescan, fundamentalmente, en A Quiniela, frente a Vilano.



Gráf. 4.—Palangreros.

La faena de pesca es similar en los puertos, pues cada anzuelo suele estar alrededor de seis horas pescando. El cebo principal es la sardina. Los barcos de Cariño suelen hacer mareas de dos días, mientras que en los otros puertos andan al día.

Los de Aguiño-Riveira pescan con palangres de 130 anzuelos cada uno, siendo el número del anzuelo el 8, si bien últimamente pasaron al 9 y al 10, tamaños más pequeños y circunstancia indicativa de la evolución de la población de peces explotada.

Los de Cariño pescan con 20 a 25 palangres, cada uno de 280 anzuelos del número 3/0.

Las principales especies para el palangre son la merluza, besugo, palometa, congrio y mero. Las tallas de merluza por este arte capturadas son superiores a los 40 cm.

c) *Especies.*

Al actuar artes muy distintos, tanto por sus características como por sus caladeros, las capturas extraídas de esta pesquería demersal abarcan un gran número de especies. No todas ellas tienen interés comercial, bien porque algunas de ellas aparecen en muy pocas cantida-

des, bien por no estar introducidas en el mercado.

Las de captura más abundante son, con diferencia, el jurel o chicharro y el lirio o bacaladilla, pero ambos alcanzan precios muy bajos por no estar prácticamente introducidas en los mercados y utilizarse para harinas de pescado principalmente.

Las de mayor rentabilidad económica en la pesquería son la merluza y la cigala.

Damos a continuación una lista de las especies que viven en la plataforma gallega, las cuales hemos encontrado y clasificado en nuestras campañas pesqueras y en barcos de arrastre durante los últimos cinco años, así como las que hemos visto en nuestros trabajos de muestreo en las lonjas, procedentes de la pesquería. Junta a la lista de nombres científicos de las especies, agrupadas por familias, damos también los nombres vulgares por los que se las conoce en nuestros puertos, así como los artes de pesca que más intensamente las capturan.



Familia	Especie	Nombre vulgar	Arte
Petromyzonidae.	<i>Petromyzon marinus</i> (L.).	Lamprea.	A.
Hexanchidae.	<i>Hexanchus griseus</i> (Bonnaterre).	Cañabota, boquidulce.	A. A.
Lamnidae.	<i>Lamna nasus</i> (Bonnaterre).	Marrajo, cailón.	A. P.
	<i>Isurus oxirhynchus</i> (Rafinesque).	Marrajo.	A. P.
Scyliorhinidae.	<i>Scyliorhinus canicula</i> (L.).	Patarroxa, pintarroja, Iija.	A.
	<i>Scyliorhinus stellaris</i> (L.).	Patarroxa, alitan.	A.
	<i>Galeus melastomus</i> (Rafinesque).	Olallo, bocanegra.	A. P.
Carcharhinidae.	<i>Galeorhinus galeus</i> (L.).	Cazón, botos.	A.
	<i>Prionace glauca</i> (L.).	Tintorera, quenlla.	A. P.
	<i>Mustelus mustelus</i> (L.).	Cazón, botos.	A. P.
	<i>Mustelus asterias</i> (Cloquet).	Cazón, botos.	A.
Squalidae.	<i>Etmopterus spinax</i> (L.).	Negro, negrito.	A.
Torpedinidae	<i>Torpedo marmorata</i> (Risso).	Tembladeira, fembladera.	A.
Rajidae.	<i>Raja clavata</i> (L.).	Raya.	A.
	<i>Raja montagui</i> (Fowler).	Raya.	A.
	<i>Raja naevus</i> (Müller & Henle).	Raya.	A.
	<i>Raja undulata</i> (Lacepède).	Raya.	A.
Chimaeridae.	<i>Chimaera monstrosa</i> (L.).	Quimera.	A.
Gonostomatidae.	<i>Maurollicus muelleri</i> (Gmelin).		A.
Sternoptychidae.	<i>Argyropelecus</i> (Cocco).		A.
Argentinidae.	<i>Argentina spheraena</i> (L.).		A.
Myctophidae.	<i>Lampamnyctus</i> (Bonaparte).		A.
Congridae.	<i>Conger conger</i> (L.).		A. P.
Macroramphosidae.	<i>Macroramphosus scolopax</i> (L.).	Bogón de altura.	A. P.
	<i>Macroramphosus gracilis</i> (Lowe).	Congrio.	A. P.
Syngnathidae.	<i>Syngnathus acus</i> (L.).	Músico, trompetero.	A.
Macrouridae.	<i>Trachyrhynchus trachyrhynchus</i> (Risso).		A.
	<i>Malacocephalus laevis</i> (Lowe).		A.
	<i>Coelorthinchus</i> (Giorna).		A.
	<i>Coryphaenoides</i> (Gunnerus).		A.
Merlucciidae.	<i>Merluccius merluccius</i> (L.).	Granadero.	A. V. P. B.
Gadidae.	<i>Gadiclus argenteus</i> (Guichenot).	Merluza.	A.
	<i>Micromesistius putassou</i> (Risso).	Marujito, pión.	A. P.
	<i>Pollachius pollachius</i> (L.).	Lirio, bacaladilla.	A. P. B.
	<i>Trisopterus minutus</i> (L.).	Abadeixo, corbelo, abadejo.	A. B. P.
	<i>Trisopterus luscus</i> (L.).	Fodón, mollera.	A. B. P.
	<i>Molva molva</i> (L.).	Faneca.	A. B. P.
	<i>Molva dypterygia macrophtalma</i> (Rafinesque).	Maruca, palo.	A. P. V.
	<i>Phycis blennioides</i> (Brünnich).	Maruca, palo.	A. P. V.
	<i>Gaidropsarus guttatus</i> (Colett).	Basoca, bertan, bertorella.	P. A. V.
	<i>Gaidropsarus vulgaris</i> (Cloquet).	Barbada, lota.	A.
Bericidae.	<i>Beryx decadactylus</i> (Cuvier).	Barbada, lota.	A.
		Palometa roja, dorada.	P. A. V.



Familia	Especie	Nombre vulgar	Arte
Zeidae.	<i>Zeus faber</i> (L.).	Sammartíño, pez de San Pedro.	P. A. V.
Caproidae.	<i>Cyrtus roseus</i> (Lowe).	Ochavo, reloj.	P. A. V.
Serranidae.	<i>Capros aper</i> (L.).	Cabra.	A.
	<i>Serranus cabrilla</i> (L.).	Lubina.	A. P. V.
	<i>Dicentrarchus labrax</i> (L.).	Mero.	P. A. V.
Cepolidae.	<i>Epinephelus guaza</i> (L.).	Cinta.	P. A. V.
Carangidae.	<i>Cepola macrophthalmma</i> (L.).	Xurel, chicharro, jurel.	A.
Bramidae.	<i>Trachurus trachurus</i> (L.).	Castaneta, palometa, japuta.	P. A.
Mullidae.	<i>Brama brama</i> (Bonnaterre).	Salmonete.	A. B.
Sparidae.	<i>Mullus surmuletus</i> (L.).	Sargo, hurta.	P. A. V. B.
	<i>Sparus coeruleostictus</i> (Valenciennes).	Pargo.	A. V.
	<i>Sparus pagrus</i> (L.).	Boga.	A. B.
	Boops boops (L.).	Dentón.	A. P. V.
	<i>Dentex dentex</i> (L.).	Pagel.	A. V. P.
	<i>Pagellus erithrymus</i> (L.).	Breca.	A. V. P.
	<i>Pagellus acarne</i> (Risso).	Besugo.	A. V. P.
	<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brünnich).	Choupa, choppa.	A. V. P.
Labridae.	<i>Spondylisoma cantharus</i> (L.).	Gallano.	
	<i>Labrus bimaculatus</i> (L.).		
	<i>Symphodus bailloni</i> (Valenciennes).		
Trachinidae.	<i>Trachinus draco</i> (L.).	Faneca brava, araña.	A.
	<i>Trachinus vipera</i> (Cuvier).	Faneca brava, araña.	A.
Trichiuridae.	<i>Lepidopus caudatus</i> (Euphrasen).	Sable.	A. P. V.
	<i>Trichiurus lepturus</i> (L.).	Sable.	A. P. V.
Scombridae.	<i>Scomber scombrus</i> (L.).	Xarda, rincha caballa.	A. V.
Xiphiidae.	<i>Scomber japonicus</i> (Houttuyn).	Estornino.	A. V.
Gobiidae.	<i>Xiphias gladius</i> (L.).	Espada, emperador.	P. A.
	<i>Gobius</i> (L.).		
Callionymidae.	<i>Lesueurigobius suerii</i> (Risso).	Papoula.	A.
	<i>Lesueurigobius friesii</i> (Malm).	Dragoncillo, dragon, gato.	A.
	<i>Callionymus lyra</i> (L.).	Dragoncillo, dragon, gato.	A.
	<i>Callionymus maculatus</i> (Rafinesque).		
	<i>Callionymus reticulatus</i> (Valenciennes).		
Blennidae.	<i>Blennius ocellaris</i> (L.).		
Carapidae.	<i>Carapus acus</i> (Brünnich).		
	<i>Echiodon dentatus</i> (Cuvier).		
Centrolophidae.	<i>Centrolophus niger</i> (Gmelin).		
Atherinidae.	<i>Atherina presbyter</i> (Cuvier).		
Scorpaenidae.	<i>Scorpaena scropha</i> (L.).	Escarpota, cabra, gallineta.	A. V.
	<i>Helicolenus dactylopterus dactylopterus</i> (Dela-roche).		
	<i>Pontinus kuhlii</i> (Bowdich).		

Familia	Especie	Nombre vulgar	Arte
Triglidae.	<i>Trigla lyra</i> (L.). <i>Trigla lucerna</i> (L.). <i>Aspitrigla cuculus</i> (L.). <i>Aspitrigla obscura</i> (L.). <i>Eutrigla gurnardus</i> (L.). <i>Scophthalmus rhombus</i> (L.). <i>Lepidorhombus wiffiagonis</i> (Walbaum). <i>Lepidorhombus bosci</i> (Risso). <i>Psetta maxima</i> (L.).	Rubio, garneo. Rubio, escacho, berete. Rubio, escacho, berete. Bejel. Perión, arete. Coruxo, rémil. Gallo, rapante. Gallo, rapante. Rodaballo.	A. V. B. A. V. B. A. V. B. A. V. B. A. V. B. A. A. A. A. A. A.
Bothidae.	<i>Arnoglossus laterna</i> (Walbaum).	Mendo.	A.
Pleuronectidae.	<i>Glyptocephalus imperialis</i> (Rafinesque). <i>Microstomus kitt</i> (Walbaum).	Mendo limón. Platiña.	A. A. V. B. A. B.
Soleidae.	<i>Solea vulgaris flesus flesus</i> (L.). <i>Platichthys flesus flesus</i> (Quensel). <i>Solea lascaris</i> (Risso). <i>Bathisolea profundicola</i> (Vaillant). <i>Buglossidium luteum</i> (Risso).	Lengüado. Sortje. Lengüado de fondo. Tambor.	A. A. A. A.
Lophidae.	<i>Microchirus variegatus</i> (Donovan). <i>Lophius piscatorius</i> (L.). <i>Lophius budegassa</i> (Spinoka).	Acedia. Juliana, bouvento. Peixe sapo, rape.	A. A. A.

## MOLUSCOS

Familia	Especie	Nombre vulgar	Arte
Loliginidae.	<i>Loligo vulgaris</i> (Lamarck). <i>Allotheutis subulata</i> (Lamarck). <i>Allotheutis media</i> (L.).	Calamar. Lura, calamarin. Lura, calamarin.	A. A. A.
Ommastrephidae.	<i>Todarodes sagittatus</i> (Lamarck). <i>Illex illecebrosus coindetii</i> (Verany). <i>Todaropsis eblanae</i> (Ball).	Pota. Pota. Pota.	A. A. A.
Sepiidae.	<i>Sepia officinalis</i> (L.).	Choco.	A.
Sepiolidae.	<i>Sepiola rondeleti</i> (Steenstrup). <i>Rossia macrosoma</i> (Delle Chiaje).	Globito. Globito.	A. A.
Octopodidae.	<i>Octopus vulgaris</i> (Lamarck).	Pulpo de roca.	A.
Eledonidae.	<i>Eledone moscata</i> (cirrosa) (Lamarck).	Pulpo de altura.	A.

## CRUSTACEOS

Familia	Especie	Nombre vulgar	Arte
Nephropidae.	<i>Nephrops norvegicus</i> (L.).	Cigala.	A.
Portunidae.	<i>Homarus gammarus</i> (L.). <i>Polydora henslowi</i> (Leach). <i>Macropipus depurator</i> (L.).	Lombrigante. Patexo. Patexo.	A. A. A.
Galatheidae.	<i>Portunus puber</i> (Heller). <i>Manida</i> sp. sp. <i>Cancer pagurus</i> (L.).	Nécora. Araña. Buey.	A. A. A.
Canceridae.	<i>Cancer bellianus</i> (Johnson).	Buey de altura.	A.
Majidae.	<i>Macropodia longirostris</i> (Fabricius). <i>Maja squinado</i> (Herbst).		
Palinuridae.	<i>Palinurus vulgaris</i> (Latreille).	Centolla.	A.
Scyllaridae.	<i>Scyllarus arctus</i> (L.).	Langosta. Santiaguño.	A. A.



## II. ESTUDIOS DE LA POBLACION DE MERLUZA PARA LA REGULACION RACIONAL DE SU EXPLOTACION

Al ser la merluza, como quedó dicho en la descripción de la pesquería, la especie más importante económicamente para todos los artes de pesca, los primeros esfuerzos realizados por el equipo de Biología Pesquera de Galicia, del Instituto Español de Oceanografía, en busca de las bases para la regulación racional de la pesquería, fueron dirigidas a esta especie. Con este objetivo primordial se realizaron hasta ahora las campañas "Merluza NW 74", "Merluza NW 75", "Acústica Demersales 76" y "Demersales Galicia 77" a bordo del B/O *Cornide de Saavedra*, así como embarques en pesqueros comerciales alquilados al efecto, o bien acompañando la faena normal de pesca. Así se realizaron estudios de selectividad, crecimiento, cartografía, etc., al mismo tiempo que se comenzaron a tomar datos de otras especies acompañantes de importancia comercial.

Desde 1973 se vienen asimismo realizando muestreos de tallas de los diferentes artes de pesca en los puertos más característicos de cada uno de ellos, y se comenzó la toma de datos estadísticos de captura y esfuerzo de pesca de todos los puertos importantes, tanto por parte de los componentes de este equipo de biología pesquera, como por informadores de puerto contratados al efecto por el I.E.O.

Queremos destacar asimismo que esta importancia que desde el primer momento se dio a esta pesquería demersal gallega en general, y a su "stock" de merluza en particular, se ve muy acrecentada hoy en día por el problemático cariz que desde la implantación de las 200 millas en zonas habitualmente frecuentadas por nuestras flotas nacionales, están tomando nuestras pesquerías tradicionales de pescado fresco. En el mapa 3 que adjuntamos están representadas estas nuestras tradicionales pesquerías de fresco, así como las capturas

de merluza que se venían realizando en cada una de ellas. Por ello, repetimos la imperiosa necesidad de racionalizar las pesquerías de nuestra plataforma, donde sólo nuestra Administración puede imponer restricciones, para acercarlas lo más rápidamente posible a los puntos de rendimientos máximos sostenibles.

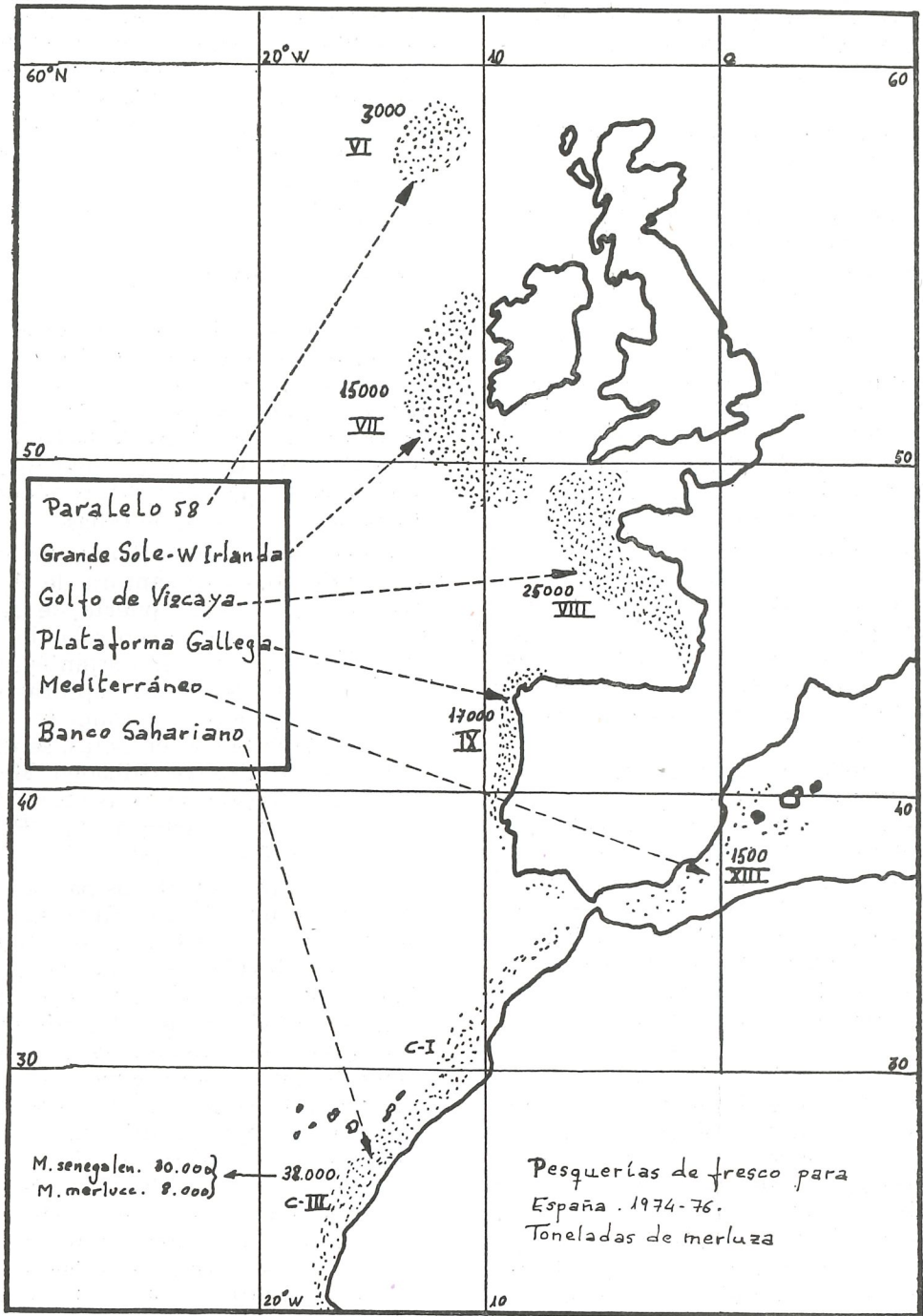
### DATOS DE BASE

1. *Capturas*.—Por la naturaleza de los modelos que juzgamos pertinente emplear, necesitamos conocer las capturas por arte de pesca, para ponderar a estas capturas los muestreos de tallas por arte realizados, ya que al final necesitamos tener la captura total en número de ejemplares por clase de tallas.

Como puertos importantes en palangre controlamos la captura de Aguiño, Muxía y Cariño. El puerto de Aguiño en especial se viene controlando desde 1973. Como puertos importantes en volanta se consideran las capturas de A. Guardia, Cedeira y Camelle. Como puertos importantes en betas, se controlan los de Finisterre, Ribadeo, Muros y Cangas, estimándose la captura de los otros puertos a partir de la CPUE de éstos y el esfuerzo total.

Los puertos controlados para el arrastre son Coruña, Marín, Riveira, Vigo y Muros. Desde el principio se vio que la principal dificultad con la que tropezaríamos sería el conocimiento de la captura de individuos de talla inferior a la legal, dato que tiene una importancia determinante para el conocimiento de la dinámica de la población. La pesquería de carioaca, como se dijo ya, se realiza desde octubre, en que los juveniles alcanzan una talla de alrededor de 14 centímetros, hasta marzo-abril, en que las concentraciones se dispersan y se hacen menos vulnerables a los artes de arrastre. Estas concentraciones de cariocas o "nurseries" son habitualmente pescadas en dicha época por un buen número de las bakas gallegas. Al ser ilegales estas capturas y no figurar en ninguna estadística, ni incluso pasar por las lonjas,





Mapa 3

hemos tenido que estimar estas capturas, y, a partir de la estimación que consideramos más lógica o probable, hemos considerado otras dos posibles capturas por exceso y por defecto, con el fin de tener la más amplia certeza de que la captura real media de carioca durante el período considerado, se encuentre entre esos valores mínimo y máximo ensayados alrededor del más probable. Esto nos supuso que todo el trabajo se multiplicase por tres, y tener que expresar todos los resultados sometidos a un intervalo de confianza.

El método que seguimos para llegar a esta estimación de la captura de carioca se basó en los siguientes datos:

1. El conocimiento de la amplitud de la época de pesca de carioca ya citado, con lo cual podemos estimar el número de días al año por barco con captura de carioca. En dicha estimación hemos descontado el número medio de días en que el estado de la mar en invierno impide pescar y los días de descanso al mes.

2. El conocimiento de las flotas de arrastre de cada puerto con las características de cada barco. Así, eliminando las parejas, los bous y las bakas de gran potencia, llegamos a estimar el número de bakas por puerto que por sus características se ajustan a la clásica "baka del día" que pesca carioca.

3. La estimación de la captura de carioca por barco y día de pesca en dicha época. Para llegar a una cifra que se aproximara a la realidad se utilizaron diferentes informaciones obtenidas a lo largo de los últimos cuatro años. Así, la captura de carioca decomisada a diferentes barcos por el guardapescas de la C. M. M. de La Coruña, nuestros embarques en pesqueros comerciales, los rendimientos de carioca obtenidos con el *Cornide de Saavedra* y, sobre todo, diferentes informaciones obtenidas en los puertos base de los arrastraderos.

Con estos tres factores llegamos a nuestra estimación final más lógica:

$$\text{Captura de carioca} = 110 \text{ días pesca} \times \\ \times 115 \text{ bakas} \times 400 \text{ kgs.} = 5.060 \text{ toneladas/año.}$$

Las capturas de carioca se mantuvieron en sus niveles acostumbrados hasta la temporada 75-76, descendieron en la 76-77 y en la actual temporada 77-78 las habituales concentraciones de juveniles no han aparecido en nuestra plataforma, como detectamos ya en nuestra campaña de septiembre de 1977 a bordo del buque oceanográfico *Cornide de Saavedra*; y las cantidades que esta pasada temporada se han pescado fueron ínfimas, y solamente en los puertos del sur. Nuestros patronos y gentes de puerto no recuerdan una carencia de carioca como la del presente año.

De análoga manera realizamos una estimación de los descartes de los individuos más jóvenes que empiezan a ser reclutados al arte con cerca de 10 cm. de talla, en mayo, hasta el comienzo de la época de carioca, en que por el tamaño que alcanzan y por su densidad, se comercializan clandestinamente. Dado que todas las campañas las realizamos en ese período de tiempo, mayo-septiembre, la relación carioca/pescadilla que obtuvimos en nuestras prospecciones pesqueras las ponderamos a la captura de pescadilla de la flota comercial en esos meses.

Las capturas de pescadilla legal del arrastre las controlamos en La Coruña, Muros, Riveira, Marín y Vigo.

Así, llegamos a las tres posibles capturas del arrastre, correspondientes a las estimaciones mínima, más lógica, y máxima de captura de carioca: 5.000  $\pm$  2.000 toneladas.

En este control de capturas por arte y puerto han colaborado las Cofradías de Pescadores de Ribadeo, Cariño, Cedeira, Camelle, Muxía, Finisterre, Muros, Aguiño y Riveira y las Juntas del Puerto de La Coruña, Vigo y Marín, así como nuestros informadores de puerto.

2. *Distribuciones de tallas.*—Se vienen realizando igualmente por arte de pesca en los puertos más significativos de cada uno. Para palangre se muestrea Aguiño y Cariño. Para volante, Vigo (La Guardia) y Cedeira. Para betas, Finisterre y Muros. Los muestreos del



arrastre, por los inconvenientes de hacerlo en puerto, se realizan principalmente en la mar, tanto en las campañas como en embarques en pesqueros comerciales. La carioca se muestrea de la decomisada por la autoridad de Marina.

La medida adoptada fue al centímetro inferior, y los datos se agruparon en clases de cinco centímetros, y de tres, para comprobar la sensibilidad de algún modelo.

En la tabla 2 se dan las distribuciones de tallas en número de ejemplares *capturados* por arte de pesca y total de la pesquería, así como el peso capturado por arte de pesca y el porcentaje en número y en peso de la captura por arte de pesca. Las cifras corresponden a la estimación media 1973-76. En los gráficos 5 y 6 se representan las distribuciones de la captura por clases de tallas y de edad, respectivamente.

3. *Parámetros.*—Hemos adoptado básicamente los asumidos por el "Grupo de Trabajo Merluza", del Consejo Internacional para la Exploración del Mar, reunido en Nantes en 1976, y que han sido:

*Crecimiento.*—Ecuación de Von Bertalanffy:

$$l_t = 134 [1 - \exp(-.07(t + .78))]$$

Hemos utilizado también una clave talla-edad elaborada por lectura de otolitos, que amablemente nos proporcionaron los expertos del I.S.T.P.M. del Laboratorio de La Rochelle.

*Relación talla-peso:*

$$W \text{ (kilogramos)} = .0000051 L^{3.074}$$

(L en cm.)

*Tasa instantánea de mortalidad natural:*

$$M = .2$$

a lo largo de toda la vida del pez, valor admitido para gadiformes en general.

*Tasa de explotación final* (para análisis de cohortes):

$$F/Z = .8$$

Se hicieron pruebas con otros valores para comprobar la convergencia.

*Factor de selección:*

$$S.F. = 3.6 \text{ (copos de nylon)}$$

La obtención de los tantos por uno de retención a cada talla se calcularon ajustando la curva de selección a una ecuación logística:

$$R = 1 - \frac{1}{1 + \exp[-a(l_c - l)]}$$

donde

R = tanto por uno de retención.

a = constante del ajuste (.54).

$l_c$  = talla de primera captura (punto del 50 por 100).

l = talla a calcular su retención.

En la tabla 3 se expresan los porcentajes de retención para cada malla, así como sus edades y tallas de primera captura.

## MÉTODOS

La parte matemática del presente trabajo tiene como objetivo final buscar las más racionales estrategias de pesca, entendiendo por tales aquellas que hagan que la captura de merluza conseguida anualmente por todos los artes de pesca, en su conjunto, se acerque al rendimiento máximo sostenible. Es decir, determinar cuál es el potencial máximo, expresado en tanto por ciento sobre el rendimiento actual, que podría obtenerse de este "stock" de merluza y qué medidas de regulación pesquera (malla y esfuerzo, fundamentalmente) sería necesario poner en práctica para conseguirlo.

CLASE	Arras-1	Arras-2	Arras-3	Beta	Volanta	Palangre	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 3
5-9	2497	2514	2536				2497	2514	2536
10-14	45626	64523	83359				45626	64523	83359
15-19	62474	92310	122056				62474	93305	122056
20-24	21547	28596	35626	231			21778	28827	35857
25-29	7896	8407	8913	1140			9036	9547	10053
30-34	2904	2904	2904	1865			4769	4769	4769
35-39	1079	1079	1079	680		3	1762	1762	1762
40-44	1014	1014	1014	198	10	32	1254	1254	1254
45-49	614	614	614	101	33	79	827	827	827
50-54	371	371	371		100	174	645	645	645
55-59	220	220	220		232	411	863	863	863
60-64	188	188	188		368	425	981	981	981
65-69	126	126	126		370	228	724	724	724
70-74	37	37	37		221	102	360	360	360
75-79	21	21	21		78	31	130	130	130
>80	26	26	26		23	10	59	59	59
Nx1000	146640	202950	259090	4215	1435	1495	153785	210095	266235
% N		96.6		2.01	.68	.71		100	
Toneladas		10700		1000	2850	2400		16900	
% N		63.31		5.92	16.57	14.20		100	

Tabla 2.—Distribuciones de tallas de la captura (tres posibilidades de carioeca).



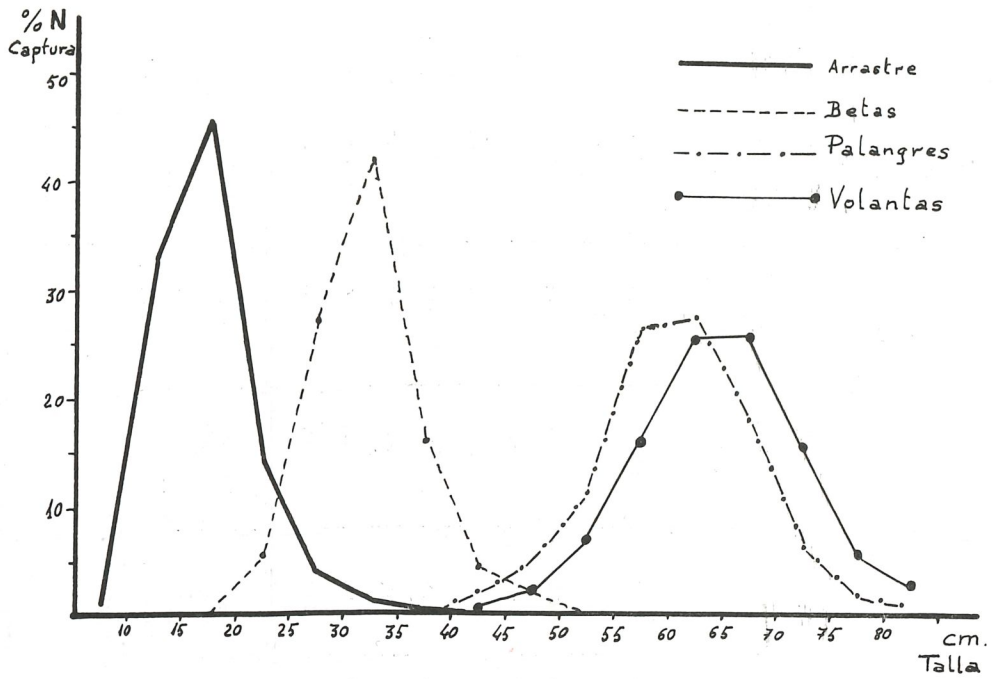


Gráfico 5

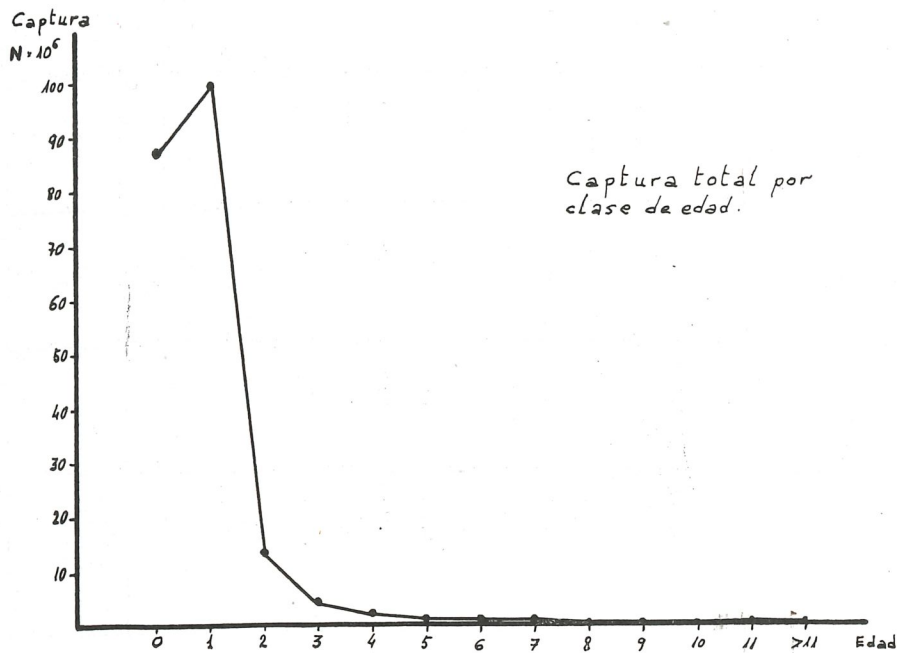


Gráfico 6

Talla	retención			Edad	Centro clase	retención		
	40 mm.	60 mm.	80 mm.			40 mm.	60 mm.	80 mm.
7.5	.023	.0005	0	0	11.48 cm.	.171	.004	0
12.5	.264	.007	0	I	19.77	.948	.271	.008
17.5	.842	.098	.002	II	27.49	.999	.960	.330
22.5	.988	.619	.032	III	34.69	1	.999	.960
27.5	.999	.960	.331	IV	41.40	1	1	.999
32.5	1	.997	.881	V	47.66	1	1	1
37.5	1	1	.991	VI				
42.5	1	1	.999					
47.5	1	1	1					
$l_c$	14.40	21.60	28.80					
$t_c$	.84	1.73	2.68					

Ajuste a una curva logística :

$$R = 1 - \frac{1}{1 + e^{-a(l_c - l)}}$$

$$a = .54$$

Factor de selección para merluza, copo  
de nylon S.F. = 3.6

Tabla 3.—Datos de selectividad adoptados.

Una primera visión del estado de explotación en que se encuentra la pesquería, que podría proporcionarnos la aplicación de un modelo de producción o global (Shaeffer, Fox, Pella & Tomlinson), vimos desde el primer momento que era imposible de obtener, por carecer de una serie histórica fiable de la evolución de la captura y el esfuerzo de pesca.

Así, el trabajo se planteó a dos niveles: el primero, de obtención de parámetros, fundamentalmente el vector de mortalidad pesquera actual al que está sometida una cohorte a su paso por la pesquería, el cual nos diese entrada a un segundo nivel de simulación de posibles estrategias de pesca y cálculo de los efectos a largo plazo.

La primera parte del trabajo estuvo muy condicionada por los datos de que disponíamos y que nos llevaron a elegir modelos de población virtual, concretamente análisis de cohortes, que por otra parte son los más utilizados hoy en este tipo de trabajos.

Las premisas que asumimos para su realización fueron el considerar que no se habían producido tendencias en el reclutamiento y tampoco cambios notables en la estrategia de explotación durante los últimos años, es decir, que la población se mantenía en equilibrio y la distribución de tallas o edades media de los años muestreados se podía utilizar como una cohorte (cohorte sintética).

Los datos de que disponíamos en principio eran las capturas por clase de tallas, que nos llevaron a aplicar el modelo de análisis de cohortes de R. Jones, siendo la  $k$  y la  $L$  infinito del modelo los mismos parámetros de la ecuación de Von Bertalanffy. Este modelo es una modificación del de Pope, y se utiliza cuando no se dispone de claves talla-edad, teniendo la limitación de considerarse como una relación biunívoca la existente entre la talla y la edad, lo que puede originar sesgos en las estimaciones.

Posteriormente dispusimos de la ya citada clave talla-edad elaborada, por

lectura de otolitos, por el I.S.T.P.M. (Laboratorio de La Rochelle), lo cual nos permitió aplicar también el modelo de análisis de cohortes clásico con distribución de la captura por clases de edad de Pope. De la comparación de los resultados obtenidos por ambos modelos deducimos la fiabilidad de las primeras estimaciones.

Obtenidos así los actuales vectores de mortalidad por pesca a que está sometida la población, pasamos a simular las posibles estrategias a seguir, en función de dos variables: la mortalidad por pesca (en la que incide directamente el nivel de esfuerzo de pesca) y la edad de primera captura (que viene determinada por la malla).

Los modelos utilizados en esta parte del trabajo fueron el de "Efectos de cambios de malla y esfuerzo", de Jones, por tener una entrada directa a partir de los resultados del "Análisis de cohortes con distribuciones de tallas", del mismo autor, y el modelo "Multiartes", de Ricker. En la aplicación de este último modelo, tuvimos en cuenta algunos factores que pudieran afectar a su sensibilidad, como la formulación lineal y exponencial, y el tamaño de los intervalos de las clases de tallas, que pudieran influir en los resultados. Estos ensayos se realizaron dada la incertidumbre de los datos de base, sobre todo en los relativos a las primeras edades.

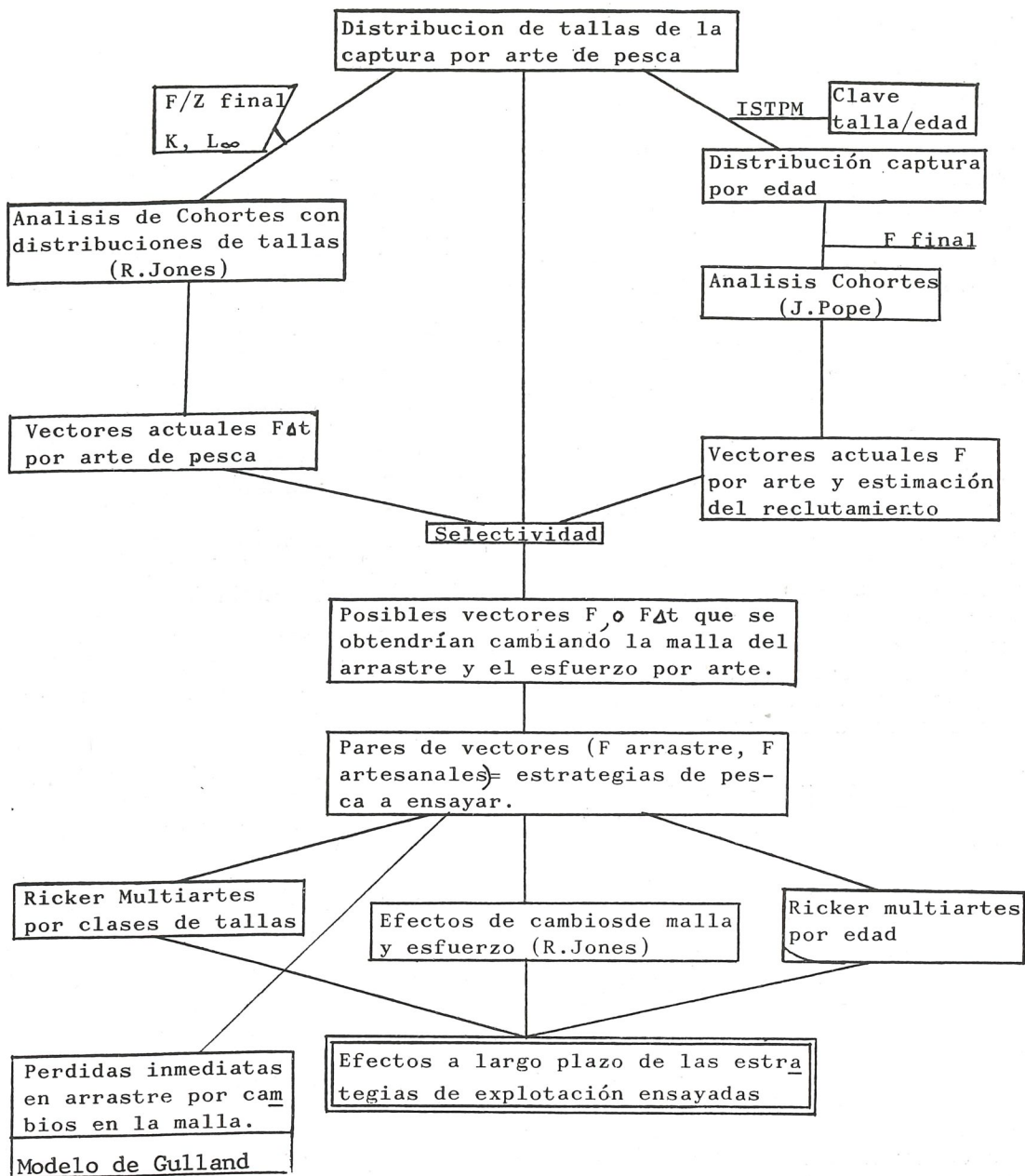
El esquema general que seguimos en esta parte dinámica del trabajo figura en el gráfico 7, y la base teórica de los modelos utilizados la exponemos brevemente a continuación.

## ANÁLISIS DE COHORTES

### 1. Modelo de Pope (1972).

Tiene sus antecedentes en trabajos de Gulland (1965) y de Murphy (1965). El análisis de cohortes es, como sabemos, un método recurrente que nos permite calcular el vector de mortalidad pesquera por clase de edad a partir del vector de capturas por clase de edad y abun-





Graf.7.- Metodología seguida.

dancia de la cohorte, justo al acabar la fase explotada, o el valor de la mortalidad por pesca estimado para la última fase explotada. Asimismo, nos calcula el reclutamiento habido a la primera clase.

Pope en 1972, realizó sobre el modelo de "Análisis de Población Virtual" de Gulland, una serie de simulaciones con ordenador, llegando a la conclusión de que para la gama de valores de M menor que 0.3, y F menor que 1.2, la expresión contenida en el paréntesis de la ecuación

$$N_{i+1} e^M = N_i - C_i \left[ \frac{(F_i + M) (1 - e^{-F_i})}{F_i (1 - e^{-(F_i + M)})} \right]$$

puede ser sustituido por  $e^{M/2}$  con un error nunca superior al 4 por 100. Esta modificación supuso una gran simplificación de cálculo en el modelo.

El comienzo del cálculo se realiza con un valor inicial de ensayo de mortalidad pesquera sobre la última clase de edad, o con una estimación de la abundancia al principio o al final de dicha clase, y las capturas de la misma:

$$C_t = N_t \frac{F_t (1 - e^{-(F_t + M)})}{F_t + M}$$

donde,  $C_t$  = Captura en número sobre la última clase pescada.

$N_t$  = Tamaño de la cohorte en el mar al principio de la clase.

$F_t$  = Valor de ensayo de la mortalidad pesquera de la última clase.

Conocidos  $N_t$ ,  $C_{t-1}$ , y el valor de M, podemos calcular  $N_{t-1}$ :

$$N_{t-1} = N_t e^M + C_{t-1} e^{M/2}$$

Y con el número de ejemplares al principio y al final de la clase, se calcu-

la la mortalidad por pesca  $F_{t-1}$  para dicha clase:

$$F_{t-1} = - \left( \ln \frac{N_t e^M}{N_{t-1}} \right)$$

Hecho esto se vuelve a la ecuación anterior y calculamos  $N_{t-t-2}$  y así sucesivamente hasta llegar a la primera clase de edad.

El error cometido en la elección del primer valor de ensayo de  $F_t$  puede influir significativamente en las sucesivas estimaciones de F y N. Para comprobar la convergencia del modelo a partir de las últimas clases, se ensayaron otros valores que consideramos extremos, de  $F_t = .2$  y  $F_t = .8$ . En la tabla 4 figura la distribución de la captura por clases de edad, y en la tabla 5 damos los resultados de cada una de las estimaciones de captura de carioca. En el gráfico 8 se representa la mortalidad pesquera por clase de edad resultante.

<u>EDAD</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
0	62140	86943	112065
I	69179	99267	130360
II	11839	12762	13673
III	4224	4224	4224
IV	2141	2141	2141
V	978	978	978
VI	1187	1187	1187
VII	901	901	901
VIII	694	694	694
IX	416	416	416
X	94	94	94
XI	131	131	131
XI	40	40	40

Tabla 4.—Distribución por clases de edad del total de la captura.

EDAD	N x 1000 captura	N x 1000 en el mar	Total		Arrastre		Otros Artes	
			F	%	F	%	F	%
0	86943	285754	0.41	100	0.41	0.41	0.00	0.00
I	99267	155287	1.23	99.81	1.22	1.22	0.01	0.19
II	12762	37317	0.47	86.86	0.41	0.41	0.06	13.14
III	4224	19005	0.28	64.11	0.18	0.18	0.10	35.89
IV	2141	11738	0.23	74.31	0.17	0.17	0.06	25.69
V	978	7673	0.15	66.46	0.10	0.10	0.05	33.54
VI	1187	5397	0.28	37.65	0.11	0.11	0.17	62.35
VII	901	3345	0.35	22.75	0.08	0.08	0.27	77.27
VIII	694	1923	0.51	17.44	0.09	0.09	0.42	82.56
IX	416	947	0.66	45.91	0.30	0.30	0.36	54.09
X	94	399	0.30	10.64	0.03	0.03	0.27	89.36
XI	131	241	0.82	6.87	0.06	0.06	0.76	93.13
XI	40	79	0.80	10.00	0.08	0.08	0.72	90.00

Tabla 5.—Resultados del análisis de cohortes de Pope para el caso de captura más probable. Vectores de mortalidad pesquera por arte y clase de edad y estimación del reclutamiento medio.



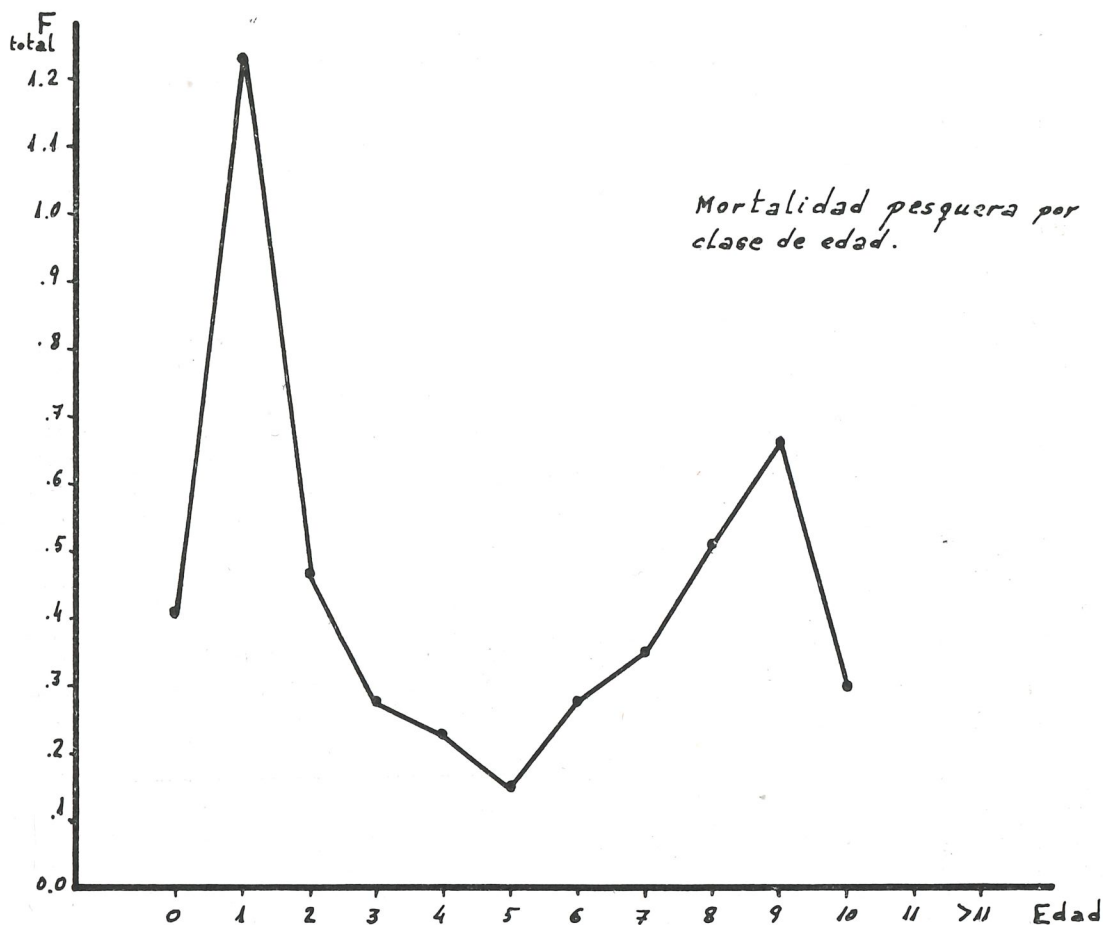


Gráfico 8

## 2. Modelo de Jones (1974).

Este modelo es especialmente usual cuando no se dispone de una serie histórica de muestreos de tallas suficiente para seguir una cohorte, o bien cuando el conocimiento del crecimiento de la especie se reduce a estimaciones del coeficiente de crecimiento instantáneo  $K$ , y de  $L$  infinito.

El modelo parte de la ecuación general de Análisis de Cohortes descrita por Pope en 1972

$$N_t = N_{t+1} e^M + C_t e^{M/2}$$

Dado que las clases que se desean utilizar en el modelo de Jones son de longitudes constantes, y por tanto de períodos de tiempo variables, la expresión de Pope puede expresarse en general así:

$$N_t = N_{t+\Delta t} e^{M\Delta t} + C e^{M\Delta t/2} \quad (1)$$

Para eliminar el factor  $\Delta t$  en función de  $K$  y de  $L_\infty$ , Jones utilizó la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy

$$L_t = L_\infty \left( 1 - e^{-k(t-t_0)} \right)$$

donde despejando  $t$  para dos edades con-

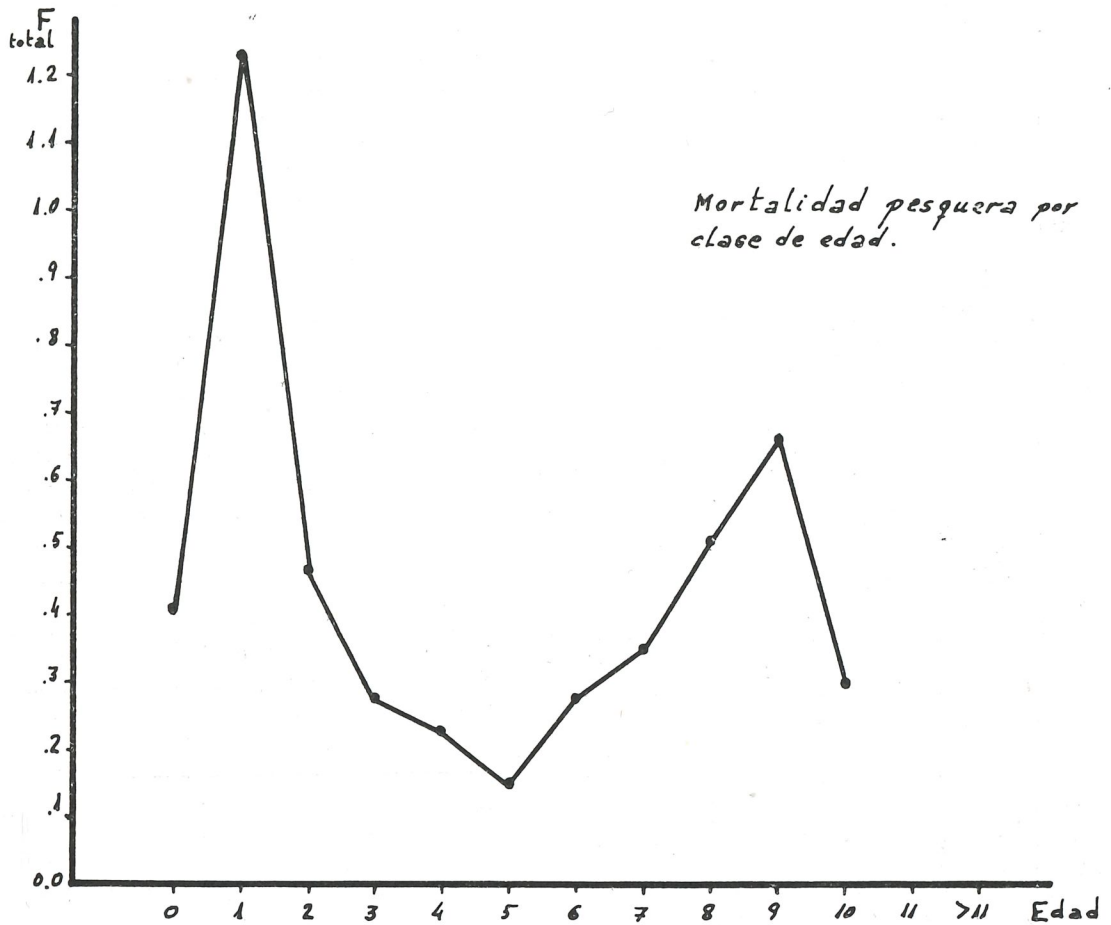


Gráfico 8

## 2. Modelo de Jones (1974).

Este modelo es especialmente usual cuando no se dispone de una serie histórica de muestreos de tallas suficiente para seguir una cohorte, o bien cuando el conocimiento del crecimiento de la especie se reduce a estimaciones del coeficiente de crecimiento instantáneo  $K$ , y de  $L$  infinito.

El modelo parte de la ecuación general de Análisis de Cohortes descrita por Pope en 1972

$$N_t = N_{t+1} e^{M} + C_t e^{M/2}$$

Dado que las clases que se desean utilizar en el modelo de Jones son de longitudes constantes, y por tanto de períodos de tiempo variables, la expresión de Pope puede expresarse en general así:

$$N_t = N_{t+\Delta t} e^{M\Delta t} + C e^{M\Delta t/2} \quad (1)$$

Para eliminar el factor  $\Delta t$  en función de  $K$  y de  $L_\infty$ , Jones utilizó la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

donde despejando  $t$  para dos edades con-

secutivas  $t_1$  y  $t^2$ , restando y tomando antilogaritmos neperianos, queda

$$e^{t_2 - t_1} = e^{\Delta t} = \left[ \frac{L_\infty - L_2}{L_\infty - L_1} \right]^{1/K}$$

ecuación que sustituida en (1), queda

$$N_1 = N_2 \left[ \frac{L_\infty - L_2}{L_\infty - L_1} \right]^{M/K} + C_2 \left[ \frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right]^{M/2K}$$

que es la ecuación que utiliza Jones para calcular el número de peces en el mar a cada clase de tallas.

Para comenzar el modelo se necesita una estimación de la tasa de explotación final  $F/Z$  a que están sometidos los peces de la última clase.

El primer valor (peces más grandes) del número de ejemplares en el mar se calcula dividiendo el número de ejemplares capturados de la última clase, por dicha tasa de explotación final que hemos asumido de 0.8 como en el Grupo de Trabajo Merluza del CIEM.

$$F/Z = \frac{C_{n/n+1}}{N_n - N_{n+1}}$$

es decir, la razón entre los peces capturados de una clase y los que murieron o fueron pescados a su paso por dicha clase.

Y la mortalidad por pesca a cada clase de tallas,  $F\Delta t$ , se obtiene a partir de la ecuación general de supervivencia

$$N_2 = N_1 e^{-Z\Delta t}; F\Delta t = F/Z (-\ln N_2/N_1)$$

En la tabla 6 damos los resultados obtenidos con este modelo para cada caso de captura de carioaca.

Tanto con uno como con otro modelo, los vectores de mortalidad por pesca obtenidos los hemos subdividido en dos: el debido al arrastre, y el debido a los otros artes que denominamos artesanales, conjuntamente. Esto se hizo subdividiendo el vector total de forma proporcional a la captura de cada arte en número, en cada clase de tallas. (Tabla 6 y Gráfico 9).

### 3. Nuevos vectores de Mortalidad por Pesca a ensayar.

A partir de los vectores de mortalidad por pesca actuales hemos calculado otros posibles vectores que resultarían para los arrastreros cambiando la malla del copo, o bien el esfuerzo de pesca, o bien ambos conjuntamente. Por otra parte los nuevos vectores debidos a los artesanales que deseamos ensayar resultan dei actual, cambiando el esfuerzo de estos artes (palangre, volanta y beta) conjuntamente en la misma proporción. En general, para cada clase de tallas las nuevas mortalidades por pesca serán:

$$F_2\Delta t = (1 + f_2) F_1\Delta t (S_2/S_1)$$

y lo mismo para cada clase de edad pero sin  $\Delta t$ , donde

$F_1$  = Mortalidad por pesca en la situación actual.

$F_2$  = Mortalidad por pesca en la situación a ensayar.

$\Delta t$  = Tiempo que tarda en pasar el pez por la clase de tallas.

$f_2$  = Cambio en el esfuerzo de pesca que queremos ensayar.

$S_1$  = Tanto por 1 de retención con la malla actual.

$S_2$  = Tanto por 1 de retención con la malla a ensayar.

Por este procedimiento hemos calculado los vectores  $F$  para los siguientes casos:

BOL. INST. ESPA. OCEANO. TOMO IV



CENTRO CLASE	Nx1000 EN EL MAR	Fat tot.	Fat Arr.	Fat Otr.	Nx1000 EN EL MAR	Fat tot.	Fat Arr.	Fat Otr.	Nx 1000 EN EL MAR	Fat Tot.	Fat Arr.	Fat Otr.
7.5	230239	.01	.01	0	305556	.01	.01	0	377988	.01	.01	0
12.5	203290	.27	.27	0	270549	.29	.29	0	335222	.30	.30	0
17.5	137716	.65	.65	0	179695	.80	.80	0	219432	.89	.89	0
22.5	63032	.46	.46	0	71199	.56	.56	0	79309	.65	.65	0
27.5	35051	.32	.28	.04	35598	.34	.30	.04	36139	.35	.31	.04
32.5	22201	.26	.16	.10	22201	.26	.16	.10	22201	.26	.16	.10
37.5	14840	.14	.09	.05	14840	.14	.09	.05	14840	.14	.09	.05
42.5	11162	.13	.11	.02	11162	.13	.11	.02	11162	.13	.11	.02
47.5	8388	.11	.08	.03	8388	.11	.07	.04	8388	.11	.08	.03
52.5	6349	.12	.07	.05	6349	.12	.07	.05	6349	.12	.07	.05
57.5					4737	.22	.06	.16				
62.5					3144	.42	.10	.32				
67.5					1687	.64	.11	.53				
72.5					710	.83	.09	.74				
77.5					242	.92	.15	.77				
80					74	.92	.41	.51				

Tabla 6.—Análisis de cohortes con distribuciones de tallas para las tres posibilidades de captura de carioca

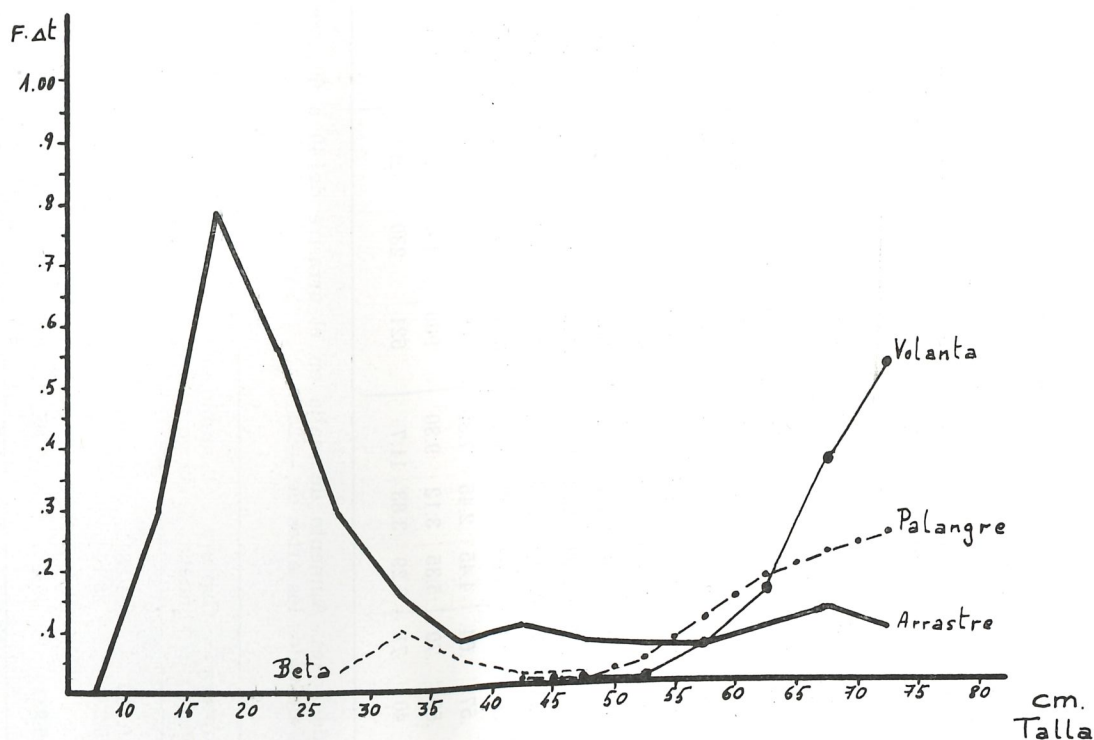


Gráfico 9

Arrastre: Malla actual (40 mm) y  $\pm 25$  por 100,  $\pm 50$  por 100 en el esfuerzo.

Malla de 60 mm y  $\pm 25$  por 100,  $\pm 50$  por 100 en el esfuerzo.

Malla de 80 mm y  $\pm 25$  por 100,  $\pm 50$  por 100 en el esfuerzo.

Artesanales:  $\pm 50$  por 100 en el esfuerzo de pesca global.

Las parejas de vectores ( $F$  arrastre,  $F$  artesanales) que salen de todas las combinaciones, nos permiten calcular los rendimientos sobre la situación actual de 45 posibles estrategias de explotación diferentes.

Estos cambios a largo plazo que se obtendrían con dichas estrategias de explotación, los hemos calculado mediante dos modelos que se utilizaron de forma alternativa: el de Efectos de Cambios

de Malla y Esfuerzo, descrito por R. Jones, y el modelo multiartes, de Ricker.

#### 4. Efectos de cambio de malla y esfuerzo (Jones, 1961-1974).

Este modelo de Jones calcula la nueva captura a cada clase de tallas, con la estrategia de pesca ensayada mediante la ecuación

$$C_2 = (1 + f_2) \frac{S_2}{S_1} \cdot C_1 \cdot e^{\Sigma F_1 \Delta t - \Sigma F_2 \Delta t}$$

$f_2$  = Tanto por 1 de cambio en el esfuerzo de pesca a ensayar.

Donde  $C_2$  es la nueva captura por clase de tallas. Las expresiones  $\Sigma F_1 \Delta t$  y  $\Sigma F_2 \Delta t$  representan la mortalidad por pesca que se va acumulando a lo largo de la vida del pez. Por ello, para una clase de tallas dada se toma la suma de las

Clase talla	N x 1.000			Total	Arr.	Otr.	Retención malla		Arr.	Otr.	Total	A $\sum_{F_1} \Delta^t$	B $\sum_{F_2} \Delta^t$	A-B e	Nueva Cap. total	Nueva Cap. arr.	Nueva Cap. otr.	Peso medio
	Capt. arrast.	Capt. otros	Capt. total				40	60										
5 - 9	2514	0	2514	.01	.01	0	.023	.001	0	0	.01	0	1.01	0	0	0	.002	
10 - 14	64523	0	64523	.29	.29	0	.842	.098	.01	0	.16	.01	.16	1.16	2581	2581	0	.012
15 - 19	92310	0	92310	.79	.79	0	.988	.619	.07	0	.70	.04	.18	1.93	15786	15786	0	.034
20 - 24	28596	231	28826	.56	.56	0	.999	.960	.26	0	1.38	.18	3.32	4.01	44435	44435	0	.073
25 - 29	8407	1140	9547	.33	.29	.04	1	.997	.21	.03	1.82	.43	4.01	4.31	27842	24413	3428	.136
30 - 34	2904	1865	4769	.26	.16	.10	1	1	.12	.08	2.11	.65	4.31	4.31	15811	9387	6424	.227
35 - 39	1079	683	1762	.13	.08	.05	1	1	.06	.04	2.30	.80	4.48	4.48	6072	3625	2447	.352
40 - 44	1014	240	1254	.13	.11	0.2	1	1	.08	.02	2.43	.90	4.62	4.62	4456	3407	1049	.517
45 - 49	614	213	827	.11	.08	.03	1	1	.06	.02	2.55	.99	4.76	4.76	2863	2192	671	.727
50 - 54	371	274	645	.11	.06	.05	1	1	.05	.04	2.65	1.08	4.81	4.81	2538	1487	1051	.989
55 - 59	220	643	863	.22	.06	.16	1	1	.05	.12	2.82	1.21	5.00	5.00	3334	917	2417	1.309
60 - 64	188	793	981	.41	.08	.33	1	1	.06	.25	3.13	1.45	5.37	5.37	3983	757	3225	1.691
65 - 69	126	598	724	.69	.12	.57	1	1	.09	.43	3.69	1.87	6.17	6.17	3366	563	2783	2.142
70 - 74	37	323	360	.85	.09	.76	1	1	.07	.57	4.45	2.45	7.39	7.39	2003	213	1790	2.668
75 - 79	21	109	130	.94	.15	.79	1	1	.11	.59	5.35	3.12	9.30	9.30	900	143	757	3.276
79	26	33	59	.94	.41	.53	1	1	.31	.40	6.29	3.83	11.7	11.7	521	230	291	~ 5

TABLA 7.—Cálculo de los cambios a largo plazo con el modelo de Jones. Aumento de malla en el arrastre de 40 a 60 mm y cambio en el esfuerzo de pesca de todos los artes de —25%

	Captura vieja	Captura nueva	Cambio a largo plazo
Arrastre ... ..	10.700	21.281	+ 99 %
Otros artes ... ..	6.231	28.144	+ 352 %
<i>Total</i> ... ..	16.931	49.426	+ 192 %



Malla copo Arrast.	% cambio esf. arrast.		Jones			Ricker lineal clases 5					Ricker expon. clases 3				
	% cambio esf. artesam.														
40 mm.	-50		89	77	75	102	89	87	87	94	105	97	94		
	-25		38	30	29	41	33	33	33	36	40	36	35		
	0	-50	3	-2	-2	4	-2	-3	-2	-1	1	-2	-2		
	+25		-22	-24	-24	-22	-25	-26	-25	-26	-24	-25	-25		
	+50		-66	-40	-39	-39	-40	-41	-39	-42	-39	-40	-39		
	-50		88	89	88	99	102	102	99	105	108	109	107		
	-25		35	35	35	38	39	39	38	40	40	41	40		
	+25	0	-24	-24	-23	-24	-25	-25	-24	-26	-25	-25	-24		
	+50		-40	-40	-39	-40	-40	-40	-39	-43	-40	-40	-39		
	-50		78	84	83	89	98	97	95	99	96	105	103		
	-25		29	32	31	32	36	36	35	35	34	38	37		
	0	+50	-4	-2	-2	-4	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2		
+25		-26	-25	-25	-26	-26	-26	-25	-27	-26	-26	-25			
+50		-42	-41	-40	-41	-41	-41	-40	-44	-41	-41	-40			
60 mm.	-50		195	171	159	234	210	208	205	230	253	238	255		
	-25		163	141	139	190	172	169	167	193	203	192	216		
	0	-50	127	115	113	151	139	136	135	157	161	154	181		
	+25		100	92	90	119	111	109	107	125	127	122	151		
	+50		92	72	71	93	87	86	84	99	99	96	125		
	-50		194	191	190	228	235	234	229	250	259	263	283		
	-25		158	153	151	180	185	185	180	202	202	205	231		
	0	0	120	121	119	141	146	145	141	160	157	160	189		
	+25		93	94	93	110	114	114	110	125	122	124	155		
	+50		85	73	72	85	88	88	85	97	94	96	126		
	-50		177	184	182	210	227	225	220	239	235	253	273		
	-25		144	145	144	165	178	177	172	189	185	197	222		
0	+50	109	114	113	130	140	139	134	151	145	153	181			
+25		84	89	87	101	109	108	104	118	113	119	147			
+50		76	68	67	78	84	84	80	90	87	91	120			
80 mm.	-50		263	230	228	323	287	286	286	314	358	333	333		
	-25		249	222	221	307	277	275	276	303	343	320	323		
	0	-50	235	212	211	290	264	263	265	293	326	305	311		
	+25		220	202	201	272	252	250	253	278	307	289	292		
	+50		204	191	191	255	239	238	241	264	288	274	284		
	-50		260	257	256	314	321	322	319	341	367	868	370		
	-25		240	239	239	292	299	300	297	318	340	341	347		
	0	0	222	222	222	272	278	280	278	299	317	317	325		
	+25		205	206	207	252	259	261	260	278	295	295	305		
	+50		190	192	193	235	242	244	243	259	275	275	286		
	-50		239	246	246	289	311	311	307	327	333	355	357		
	-25		220	228	227	268	288	288	285	302	312	327	332		
0	+50	203	211	211	250	267	268	265	283	293	303	310			
+25		188	195	195	233	248	250	247	262	274	281	290			
+50		174	182	182	218	231	233	230	244	256	261	272			

con carioica 1

con carioica 2

con carioica 3

Tabla 8.—Cambios a largo plazo en % sobre el rendimiento en peso actual para las tres posibilidades de captura de carioica. Resultados comparativos de los diferentes modelos utilizados para las 44 estrategias de explotación ensayadas.

mortalidades pesqueras que sufrió a su paso por las clases anteriores, más la mitad de la correspondiente a dicha clase.

El tanto por ciento de cambio a largo plazo en el rendimiento en peso se calcula:

$$\% \text{ cambio} = \frac{C_2 - C_1}{C_1} \cdot 100$$

donde  $C_1$  y  $C_2$  son, respectivamente, la vieja y la nueva captura en peso.

En la tabla 7 damos la resolución de un caso de cambio de estrategia de pesca, y en la tabla 8 damos los resultados obtenidos para las 45 estrategias de pesca ensayadas para cada una de las tres posibilidades de captura de carioaca.

Para diez estrategias que consideramos interesantes, calculamos los cambios a largo plazo que se producirían para el arrastre y los artesanales, separadamente. Los resultados se dan en la tabla 9.

##### 5. Modelo multiartes (Ricker, 1975).

Parte de la ecuación general de evolución del rendimiento en función de la biomasa y de la mortalidad por pesca:

$$\frac{dY}{dt} = F B \quad \text{o bien} \quad Y_e = F_t B_t$$

expresión que nos permite calcular el rendimiento de un intervalo (de tallas o de edad) en función de la biomasa media del mismo, siendo la mortalidad pesquera la constante de proporcionalidad. Dicha ecuación implica una de las condiciones de aplicación del modelo, que es considerar la vida de la cohorte dividida en períodos, dentro de los cuales las tasas de crecimiento  $G$  y de mortalidad por pesca  $F$  permanecen constantes.

Otra hipótesis que hemos de hacer para la aplicación del modelo es suponer un estado de equilibrio en la población,

del que ya hablamos anteriormente. Por ello, en el modelo se parte de una biomasa inicial (= 1.000) o de un número de reclutas determinado (= 1.000), para cuyos valores iniciales se calculan los rendimientos con las estrategias de explotación a ensayar.

Dada la importancia del intervalo, y dado que el vector  $F\Delta t$ , que sale del análisis de cohortes, de Jones, se hizo para clases de cinco centímetros, además de utilizar estas clases agrupamos las tallas de tres en tres centímetros y repetimos con los datos así preparados el análisis de cohortes para poder comparar los resultados obtenidos con el modelo de Ricker, según se tomen diferentes amplitudes de intervalo.

Por otra parte, la biomasa media que se calcula para cada intervalo puede realizarse mediante una aproximación lineal o exponencial. El modelo lineal considera la biomasa media como la media aritmética del valor inicial y final de la biomasa en cada intervalo:

$$B_t = \frac{B_t + B_{t+1}}{2} = \frac{B_t (1 + e^{(G_t - Z_t)})}{2}$$

y el rendimiento obtenido será:

$$Y_t = \sum_{t=t_r}^{t=t_x} \left[ \frac{F_t B_t (1 + e^{(G_t - Z_t)})}{2} \right]$$

El coeficiente de crecimiento  $G$  para cada período se calcula restando el logaritmo neperiano del peso del pez al final del intervalo menos el logaritmo neperiano del peso del pez al principio del intervalo y dividido por el tiempo que pasa el pez en ese intervalo.

$$G = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1}$$

La formulación exponencial del modelo considera que la evolución de la biomasa, dentro de cada intervalo en que he-

Cambio en la malla (Arrastreros)	Cambio en el Esfuerzo de pesca		Cambios a largo plazo en los rendimientos	
	Arrastre	Otros Artes	Arrastre	Otros Artes
SIN CAMBIO (40 mm.)	SIN CAMBIO	SIN CAMBIO	10.700	6.231
	+ 25 %	SIN CAMBIO	- 11 %	- 48 %
	- 25 %	SIN CAMBIO	+ 10 %	+ 84 %
	- 50 %	+ 50 %	0 %	+237 %
40 a 60 mm.	- 25 %	- 25 %	+ 94 %	+341 %
	SIN CAMBIO	SIN CAMBIO	+ 86 %	+227 %
	+ 50 %	SIN CAMBIO	+ 91 %	+ 75 %
	- 50 %	+ 50 %	+ 26 %	+523 %
40 a 80 mm.	SIN CAMBIO	SIN CAMBIO	+118 %	+504 %
	+ 50 %	+ 50 %	+128 %	+371 %
	- 50 %	+ 50 %	+ 14 %	+756 %

Tabla 9.—Efectos a largo plazo en el arrastre y en los otros artes, de 10 cambios en la estrategia de explotación. Modelo de Jones.

mos dividido la cohorte, crece o decrece de forma exponencial. Entonces el cálculo de la biomasa media se hará integrando la ecuación:

$$B = \int_{t=0}^{t=1} B_0 e^{(G-Z)t} dt$$

en cada intervalo

$$\bar{B}_t = \frac{B_t [e^{G_t - Z_t} - 1]}{G_t - Z_t}$$

$$Y_E = \sum_{t=t_1}^{t=t_2} \left[ \frac{F_t B_t (e^{G_t - Z_t} - 1)}{G_t - Z_t} \right]$$

Normalmente este modelo supone un mejor ajuste, sin embargo hay que tener en cuenta que los segmentos los hacemos cóncavos, mientras que la curva de biomasa tiende a ser convexa con una cola cóncava, por lo que si los segmentos no se eligen lo suficientemente pequeños la estimación puede desviarse apreciablemente de la realidad. En general, pues, será la forma de la curva de biomasa y el tamaño de los segmentos elegido los que determinen la bondad del cálculo por uno u otro método.

Para apreciar la sensibilidad del modelo en estos aspectos, realizamos los ensayos de las 45 estrategias de pesca con la ecuación exponencial y con la lineal, y en ambos casos con los datos agrupados de tres en tres y de cinco en cinco centímetros, así como una distribución y vector F por clase de edad.



Talla	$\Delta t$ años	W Kgs.	G	M	F Arrastre	F Artesan.	G-F-M	e <sup>G-Z</sup>	B	$\bar{B}$	Captura
5	.56	.0007	2.15	.11	.01	.00	2.03	7.61	1.	4.31	.04 <sup>5</sup>
10	.59	.006	1.25	.12	.29	.00	.84	2.32	7.61	12.64	3.67
15	.61	.21	.89	.12	.79	.00	-.02	.98	17.66	17.48	13.81
20	.64	.51	.68	.13	.56	.00	-.01	.99	17.30	17.22	9.64
25	.67	.101	.56	.13	.29	.04	.10	1.11	17.13	18.07	5.96
30	.70	.177	.47	.14	.16	.10	.07	1.07	19.01	19.68	5.12
35	.74	.284	.41	.15	.08	.05	.13	1.14	20.34	21.77	2.83
40	.78	.429	.36	.16	.11	.02	.07	1.07	23.19	24.01	3.12
45	.82	.616	.32	.16	.08	.03	.05	1.05	24.82	25.44	2.80
50	.87	.852	.29	.17	.06	.05	.01	1.01	26.06	26.19	2.88
55	.93	1.141	.27	.19	.05	.16	-.14	.87	26.32	24.61	5.41
60	1.00	1.491	.25	.20	.08	.33	-.36	.70	22.90	19.47	7.98
65	1.07	1.908	.23	.21	.12	.57	-.67	.51	16.03	12.10	8.35
70	1.16	2.396	.21	.23	.09	.76	-.87	.42	8.17	5.80	4.93
75	1.26	2.961	.20	.25	.15	.79	-.99	.37	3.43	2.35	2.21
80		3.611							1.27		
										TOTAL	78.75

Tabla 10.—Resolución del modelo de Ricker por clases de tallas para la situación actual. Rendimiento actual = 79 Kg de merluza por cada kilogramo de reclutas.

EDAD	G	M	F	W	N	C
0	2.48	.2	.41	.002	1000	2.41
I	1.28	.2	1.23	.024	543	14.89
II	.84	.2	.47	.086	130	5.73
III	.62	.2	.28	.199	66	3.98
IV	.48	.2	.23	.370	41	3.59
V	.39	.2	.15	.599	27	2.46
VI	.32	.2	.28	.885	19	4.32
VII	.28	.2	.35	1.224	12	4.38
VIII	.23	.2	.51	1.611	7	4.40
IX	.21	.2	.66	2.039	3	3.28
X	.18	.2	.30	2.501	1	.90
XI	.51	.2	.82	2.992	1	1.63
> XI				5.000	0	

$$G = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1}$$

$$N_{t+1} = N_t e^{-F - M}$$

$$C = \frac{F (e^{G-Z} - 1) N W}{G - Z}$$

$$Y = 51.97 \text{ Kg.}$$

Situación actual : Rendimiento de 52 gr. por recluta.

Tabla 11.—Modelo de Ricker por clases de edad. Resolución para la situación actual. El vector F se obtiene por análisis de cohortes (Pope).

En la tabla 10 se da resuelto el resultado de una estrategia por tallas.

En la tabla 11 se da resuelto el resultado de una estrategia por edades.

En la tabla 8 se dan también los resultados obtenidos para las 45 estrategias de pesca ensayadas para cada una de las tres posibilidades de captura de carioaca.

6. *Modelo de Gulland (1961). Efectos de cambios de malla para el arrastre. Cálculo de las pérdidas inmediatas.*

Finalmente, para calcular las pérdidas inmediatas que al aumentar la malla se producirían en el arrastre, utilizamos el modelo de Gulland (1961) "Efectos de cambios en la malla". El modelo hace el siguiente cálculo:

La captura inmediata en número y en peso al cambiar la malla, serán, respectivamente:

$$\sum N_k = \sum N_1 \frac{S_2}{S_1} \quad \text{y} \quad Y_k = \sum N_k W$$

donde  $N_1$  es el número de peces en la captura antes de cambiar de malla, por clase de talla. Y el número de peces liberados por el cambio de malla serán:

$$\sum N_r = \sum N_1 - \sum N_k$$

Luego las pérdidas inmediatas en peso serán:

$$Y_r = \sum N_r W = \sum N_1 W - \sum N_1 \frac{S_2}{S_1} W$$

El peso medio de los peces en la captura del arrastre, antes y después de cambiar de malla, serán:

$$W_1 = \frac{Y_1}{\sum N_1} \quad \text{y} \quad W_k = \frac{Y_k}{\sum N_k}$$

respectivamente.

Y, por último, la nueva captura a largo plazo, al estabilizarse la pesquería, en número y en peso se calcula:

$$N_2 = \sum N_k + E \sum N_r e^{-Mt'}$$

$$Y_2 = Y_k + E \sum N_r W_k e^{-Mt'}$$

Donde  $E$  es la tasa de explotación  $F/Z$  actual y  $t'$  es la mitad del tiempo que transcurre para que los peces de edad de primera captura, con copo de malla 1, alcancen la edad de primera captura de la nueva malla, dado que los peces liberados pueden serlo con cualquier talla del intervalo  $l_{c1}$  a  $l_{c2}$  (Gulland, 1961).

$Y e^{-Mt'}$  representa la tasa de supervivencia de los peces liberados, sujetos solamente a mortalidad natural.

Conocidas las tallas de primera captura de los copos de 40, 60 y 80 mm., las pérdidas inmediatas al cambiar la malla a 60 mm. se producirían durante el primer año inmediato al cambio; al cambiar a 80 se producirían durante los dos años siguientes, si bien durante el segundo año las pérdidas serían ya muy inferiores a las calculadas por el modelo.

Aunque en el modelo la tasa de explotación  $E$  entra como una constante, está abierto a ensayos de estrategias que supongan cambios en el esfuerzo de pesca  $f$ , por ser  $f$  proporcional a la mortalidad por pesca  $F$  y, por tanto, a  $E$ , que resulta susceptible de ser modificado en el modelo.

En la tabla 12 damos los resultados para el arrastre obtenidos con el modelo de Gulland.

Si en vez de considerar las pérdidas para el arrastre (en los otros artes no se producirían pérdidas), consideramos las pérdidas globales sobre el rendimiento actual de la pesquería, para el caso de carioaca más probable, serían de — 25 por 100 cambiando a 60 mm. y de 40 por 100 cambiando a 80 mm.

Malla :	Arrastre 1		Arrastre 2		Arrastre 3	
	60 mm.	80 mm.	60 mm.	80 mm.	60 mm.	80 mm.
Captura en Nº antes del cambio	147 x 10 <sup>6</sup>	147 x 10 <sup>6</sup>	203 x 10 <sup>6</sup>	203 x 10 <sup>6</sup>	259 x 10 <sup>6</sup>	259 x 10 <sup>6</sup>
Captura en peso antes del cambio	8873 Ton.	8873 Ton.	10698 Ton.	10698 Ton.	12518 Ton.	12518 Ton.
Captura en Nº despues del cambio	36 x 10 <sup>6</sup>	10 x 10 <sup>6</sup>	45 x 10 <sup>6</sup>	10 x 10 <sup>6</sup>	54 x 10 <sup>6</sup>	11 x 10 <sup>6</sup>
Captura en peso despues del cambio	5827 Ton.	3879 Ton.	6340 Ton.	3921 Ton.	6852 Ton.	3963 Ton.
Perdidas inmediatas en Nº (%)	75 %	93 %	78 %	95 %	79 %	96 %
Perdidas inmediatas en peso (%)	34 %	56 %	41 %	63 %	45 %	68 %
Peso medio peces captura antes	60 gr.	60 gr.	53 gr.	53 gr.	48 gr.	48 gr.
Peso medio peces captura despues	161 gr.	400 gr.	140 gr.	385 gr.	127 gr.	372 gr.
Captura en Nº a largo plazo	117 x 10 <sup>6</sup>	101 x 10 <sup>6</sup>	161 x 10 <sup>6</sup>	138 x 10 <sup>6</sup>	204 x 10 <sup>6</sup>	176 x 10 <sup>6</sup>
Captura en peso a largo plazo	18806 Ton.	40303 Ton.	22559 Ton.	53369 Ton.	25896 Ton.	65550 Ton.
Porcentaje de cambio em Nº largo pl.	- 20 %	- 31 %	- 21 %	- 32 %	- 21 %	- 32 %
Porcentaje de cambio en peso largo plazo.	+ 112 %	+ 354 %	+ 111 %	+ 399 %	+ 107 %	+ 424 %

Tabla 12.—Efectos de cambios de malla en el arrastre. Modelo de Gulland.

7. *Comparación de los efectos a largo plazo obtenidos con los diferentes modelos empleados.*

Por último, hemos calculado los coeficientes de correlación de los valores obtenidos de los cambios en los rendimientos a largo plazo, que salen de la aplicación del modelo de Jones y del de Ricker. Para 132 pares de valores obtuvimos  $r = .9949$ , que es significativo para un nivel de confianza del 99,73 por 100.

## RESULTADOS

Tabla 5.—Vectores de mortalidad por pesca por clase de edad. Subdivisión del mismo por parte de pesca. Estimación de un reclutamiento medio de cerca de 300 millones de ejemplares.

Tabla 6.—Vectores de mortalidad por

pesca por clase de tallas, para cada posibilidad de captura de carioca.

Tabla 8.—Resultados a largo plazo expresados en % sobre el rendimiento actual, de las 45 estrategias de explotación ensayadas.

Comparación de los resultados obtenidos con el modelo de Ricker lineal y exponencial, con clases de 3 en 3 y de 5 en 5 centímetros, y entre el modelo de Ricker y el de Jones.

Los coeficientes de correlación son siempre superiores a .99.

Tabla 9.—Efectos a largo plazo en el arrastre y en los otros artes de diez estrategias de pesca ensayadas.

Gráfico 9.—Efecto de la mortalidad por pesca causada por cada arte de pesca en cada clase de tallas.

Tabla 12.—Resultados obtenidos para el arrastre al cambiar de malla, con el modelo de Gulland.



## CONCLUSIONES

1. La pesquería demersal gallega produce, como media de los últimos años, alrededor de 100.000 toneladas de pescado fresco, de las que cerca de 17.000 son de merluza.
2. La pesquería presenta una gran complejidad por interaccionar varios artes de pesca, tener varias especies objetivo, y ser las capturas, desembarcadas en numerosísimos puertos de todo el litoral.
3. Dada la importancia de la pesquería y las dificultades señaladas, es necesaria una infraestructura estadística adecuada que aporte los datos necesarios para su regulación racional.
4. El análisis de cohortes con distribuciones de tallas pone de manifiesto unas tasas de mortalidad por pesca para las clases de tallas entre 5 y 25 centímetros muy elevadas.
5. El análisis de cohortes con distribuciones de edades pone de manifiesto una mortalidad por pesca de  $F = 1.23$  para la clase de edad I.
6. Estas altas mortalidades en las primeras clases de edad son debidas a la citada pesquería estacional de arrastreros en las concentraciones de carioca, y a la malla por estos utilizada. Estimamos que alrededor de 140 millones de ejemplares menores de 25 cm son capturadas anualmente.
7. Esta pesquería de juveniles es la causa primordial de la elevada sobrepesca de crecimiento a que está sometida la especie en estas aguas.
8. Con la malla actual de los arrastreros, cualquier incremento en el esfuerzo de pesca generaría una disminución en los rendimientos.
9. La sobrepesca de crecimiento es tan fuerte, que aumentos en la malla del copo de los arrastreros a 60 ó más milímetros, produciría aumentos en el rendimiento siempre superiores al 70 por 100 sobre la captura actual.
10. Estas ganancias por aumento de malla se producirían en dicho porcentaje, aunque el esfuerzo de todos los artes variasen en un rango de  $\pm 50$  por 100.
11. Manteniendo los actuales niveles de esfuerzo de todos los artes, un aumento en la malla del copo de los arrastreros a 60 mm produciría unas pérdidas inmediatas de un 25 por 100 sobre la producción total, de un  $40 \pm 5$  por 100 para la flota arrastrera, y ninguna pérdida para los otros artes de pesca.
12. Con los actuales niveles de esfuerzo por arte de pesca, el aumento de la malla del copo de los arrastreros a 60 mm generaría unas ganancias totales a largo plazo de un  $150 \pm \pm 35 \%$  sobre la captura actual.
13. Con la actual malla y esfuerzo del arrastre, cualquier aumento o disminución en el palangre, volanta o betas, no influiría en los rendimientos.
14. Por ello, la regulación racional del arte dominante repercute directamente en los rendimientos de los otros artes más selectivos.
15. Un primer aumento de malla a 60 mm en el copo de los arrastreros redundaría también en beneficios para las otras especies económicamente importantes de la pesquería, como Jurel, Lirio o Bacaladilla, Cigala, Rape y Gallo o Rapante.
16. La convergencia de los resultados obtenidos con varias modificaciones del modelo de Ricker, y entre los resultados de los modelos de Ricker y Jones, es de un coeficiente de correlación siempre superior a .99.

Por todo lo expuesto juzgamos urgente la aplicación de medidas de

regulación para la progresiva recuperación de la pesquería. Una primera medida, teniendo en cuenta y procurando minimizar los perjuicios económicos y sociales, podría ser una malla real en el copo de los arrastreros de 60 mm, y como mínimo una congelación del nivel de esfuerzo actual.

## AGRADECIMIENTO

Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a dos personas que por motivos diferentes han hecho posible este trabajo. Gracias a la animosa gestión de la primera se ha ido formando este equipo de biología pesquera en Galicia, ha sido el Jefe de todas las campañas, ha encauzado nuestra línea de trabajo en la pesquería demersal gallega, y ha colaborado decisivamente en la consecución de los medios necesarios para realizar este estudio. La actual ocupación de Rafael Robles como director del Laboratorio Oceanográfico de Vigo, y su asesoría a la Administración en las negociaciones pesqueras en aguas internacionales, le ha impedido la colaboración directa en la elaboración de este Boletín, pero propició, no obstante, nuestro trabajo para agilizar la publicación.

Gracias a la segunda hemos realizado la parte matemática. El estudio de la dinámica de las poblaciones con vistas a la regulación o explotación racional de los stocks de peces, ocupa hoy lugar de vanguardia en biología pesquera. José Antonio Pereiro se preocupó de prepararse en esta especialidad, tener una puesta al día profunda y constante, y formar desinteresadamente un grupo de dinamistas de poblaciones dentro de nuestro Departamento de Biotecnología Pesquera, con el cual la asesoría dada por nuestro Instituto, tanto en las pesquerías nacionales como en las Comisiones Internacionales, tuviese un fundamento científico actualizado.

Por todo ello, gracias especialmente a ambos, y a los demás compañeros de

nuestros Laboratorios, tripulaciones, organismos y personas de nuestros puertos, que de alguna manera han colaborado con nosotros.

## BIBLIOGRAFIA

- ALONSO-ALLENDE, J. M., FUERTES, J. R., PÉREZ-GÁNDARAS, G., y TOURÓN, J.: "Selectividad de la merluza, jurel, faneca y cigala con artes de arrastre de poliamida en la pesquería de Galicia". *Inf. Tec. Inst. Inv. Pesq.*, 37, 1976.
- ALONSO-ALLENDE, J. M.: "Notes on the biology of *Nephrops norvegicus* L. from Northwest of Spain. ICES C.M. 1976/K:5.
- ICES (1977): "Rapport du Groupe de Travail sur le Merlu". C.M. 1977/G:3.
- ICES (1977): "Report of the *Nephrops* Working Group". C.M. 1977/K:2.
- FERNÁNDEZ, A.; IGLESIAS, S.; PEREIRO, F. J.; GARCÍA, J. M.: "On the Hake population dynamics from Galicia (NW Spain), with a preliminary assessment". C.M. 1977/K:29.
- FERNÁNDEZ, A.; IGLESIAS, S.; PEREIRO, F. J.; CALOCA, M.: "Primer estudio de la pesquería demersal de Grand Sole y Oeste de Irlanda para la flota española". *Boletín del Instit. Esp. Ocean.* núm. 213, 1976.
- FUERTES, J. R.: "Age, grow, and mortality of *Lepidorhombus bosciu* (Risso) of the Galician coast, NW Spain". CIEM C.M. 1977/G:7.
- FUERTES, J. R.; TOURÓN, J.; LABARTA, E.; PÉREZ-GÁNDARAS, G.; ALONSO-ALLENDE, J. M.; LÓPEZ-VEIGA, E. C.; VÁZQUEZ, A.: "Selectividad de la bacaladilla, cigala, gallo y faneca con artes de arrastre de polietileno, polipropileno y poliamida en la pesquería de Galicia". *Inf. Tec. Inst. Inv. Pesq.*, 41, 1977.
- GULLAND, J. A.: "The estimation of the effect on catches of changes in gear selectivity". *J. Cons. perm. int. Explor. Mar.*, 26 (2): 204-214, 1961.
- JONES, R.: "The assessment of the long term effects of changes in gear selectivity and fishing effort". *Mar. Res. Scot* núm. 2, 17 págs., 1961.
- JONES, R.: "Assessing the long term effects of changes in fishing effort and mesh size from length composition data". ICES C.M. 1974/F:33, 13 págs.
- LABARTA, E.; PÉREZ-GÁNDARAS, G.; FUERTES, J. R.; LÓPEZ-VEIGA, E. C.: "Distribución y abundancia de especies bentónicas de Galicia. II. Faneca, Pota y Pulpo blanco. (Octubre 1972, marzo y noviembre 1973 y marzo 1974)". *Inf. Tec. Inst. Inv. Pesq.*, 24, 1975.



- LABARTA, E.; TOURÓN, J.; ALONSO-ALLENDE, J. M.; LÓPEZ-VEIGA, E. C.; PÉREZ-GÁNDARAS, G.; FUERTES, J. R.: "La pesquería de merluza (*Merluccius merluccius*) de Galicia. Análisis de las capturas, mortalidad y crecimiento." *Inf. Tec. Inst. Inv. Pesq.*, 51, 1978.
- LENS, S.: "Contribución al estudio de la pesca con palangre en Galicia. I. Antecedentes, flota, aparejo, especies capturadas y faena de pesca". *Bol. del Ins. Esp. Ocean.* (en prensa).
- LENS, S.: "Contribución al estudio de la pesca con palangre en Galicia. II. Análisis de las estadísticas de captura y esfuerzo de pesca de la flota palangrera de los puertos de Aguiño y Riveira de 1967 a 1976". *Bol. del Ins. Esp. Ocean.* (en prensa).
- LÓPEZ-VEIGA, E. C.; VÁZQUEZ, A.; LABARTA, E.; ALONSO-ALLENDE, J. M.; FUERTES, J. R.; LARRAÑETA, M. G.: "Distribución y abundancia de especies bentónicas de Galicia. I. Merluza, Gallo y Cigala. (Octubre 1972, marzo y noviembre de 1973 y marzo 1974)." *Inf. Tec. Ins. Inv. Pesq.* 17, 1974.
- LÓPEZ-VEIGA, E. C.; LABARTA, E.; ALONSO-ALLENDE, J. M.; PÉREZ-GÁNDARAS, G.; TOURÓN, J.: "Distribución y abundancia de especies bentónicas de Galicia. Resultados de la campaña Galicia II (agosto-septiembre 1975)". *Res. Exp. Cient. B/O Cornide*, 6: 31-76, 1976.
- LÓPEZ-VEIGA, E. C.; VÁZQUEZ, A.; LABARTA, E.; ALONSO-ALLENDE, J. M.; FUERTES, J. R.; PÉREZ-GÁNDARAS, G.; TOURÓN, J.: "Análisis de la pesquería demersal de Galicia. Resultados de la Campaña Galicia II. (Agosto-septiembre 1975)". *Res. Exp. Cient. B/O Cornide*, 6, 65-133, 1977.
- LÓPEZ-VEIGA, E. C.; VÁZQUEZ, A.; LABARTA, E.; ALONSO-ALLENDE, J. M.; FUERTES, J. R.; PÉREZ-GÁNDARAS, G.; TOURÓN, J.: "La pesquería de merluza de Galicia: Estudio de la distribución de juveniles y análisis de rendimientos". *Inf. Tec. Inst. Inv. Pesq.*, 42, 1977.
- PEREIRO, J. A.: "Bases científicas de la regulación pesquera y su utilización en los programas de trabajo del Instituto Español de Oceanografía". *Bol. Inst. Esp. Ocean.* número 199, 1975.
- POPE, J. G.: "An investigation of the accuracy of virtual population analysis using Cohort Analysis". *Res. Bull. Int. Comm. NW Atlant. Fish.* (9): 65-74, 1972.
- RICKER, W. E.: "Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations". *Bull. Fish. Res. Board of Canada*, núm. 191, 1975.
- ROBLES, F.; PEREIRO, J. A.; FERNÁNDEZ, A. M.; GARCÍA, J. M., y LENS, S.: "Études de cartographie, sélectivité, et marquage du merlu européen, *Merluccius merluccius* L., au large du littoral du NW espagnol". *ICES C. M.*, 1975/G:7.
- ROBLES, R.; PEREIRO, J. A.; IGLESIAS, S., y PEREIRO, F. J.: "Étude sur la croissance du merlu européen, *Merluccius merluccius* L., du NW de l'Espagne". *ICES C. M.*, 1975/G:8.
- ROBLES, R.; PEREIRO, J. A.; FERNÁNDEZ, A. M.; GARCÍA, J. M., y LENS, S.: "Estudios de cartografía, selectividad y marcado de merluza europea, *Merluccius merluccius* L., frente al litoral gallego". *Bol. Inst. Esp. Ocean.*, núm. 190, 1975.
- ROBLES, R.; IGLESIAS, S.; PEREIRO, F. J., y PEREIRO, J. A.: "Primeros datos sobre la dinámica del "stock" de merluza europea (*Merluccius merluccius* L.), frente al litoral gallego". *Bol. Inst. Esp. Ocean.*, número 196, 1975.
- Subsecretaría de la Marina Mercante. Dirección General de Pesca Marítima. "Anuario de pesca marítima", 1975.
- VÁZQUEZ, A.; LÓPEZ-VEIGA, E. C.; LABARTA, E., y LARRAÑETA, M. G.: "Selectividad de la merluza y el jurel con artes de arrastre de polietileno y polipropileno en la pesquería de Galicia". *Inf. Tec. Inv. Pesq.*, 21, 1975.

## RESUMEN

El presente trabajo consta de dos partes diferenciadas. En la primera se hace una descripción de la pesquería demersal gallega a través del análisis de las flotas distribuidas por puertos y artes de pesca, así como de sus caladeros y las especies en ellos existentes.

En la segunda, entramos en la dinámica de la especie más importante económicamente, que es la merluza (*Merluccius merluccius* L.). Para ello se hace, en primer lugar, un cálculo de los vectores de mortalidad por pesca a que está sometida, mediante los modelos de Análisis de Cohortes con Distribuciones de Tallas (Jones, 1974) y Análisis de Cohortes (Pope, 1972), con el cual obtenemos también una estimación del reclutamiento medio. En segundo lugar, y a partir de esos vectores de mortalidad por pesca actuales, subdivididos por arte de pesca, se realizaron simulaciones de cambios de malla y esfuerzo para el arrastre, y de esfuerzo para los otros ar-



tes (palangre, volanta y beta), para ver los efectos que causarían estos posibles cambios en la estrategia de pesca, en los rendimientos a largo plazo que se obtendrían. Para ello se utilizaron los modelos de Efectos de Cambios de Malla y Esfuerzo (Jones, 1974) y el modelo Multiartes (Ricker, 1975).

Las pérdidas inmediatas por cambio de malla se calcularon mediante el modelo efectos de cambios en las mallas (Gulland, 1961), que nos da, asimismo, los efectos a largo plazo para el arrastre.

Se realizan también estudios de sensibilidad del modelo de Ricker, y se calcula la correlación de los resultados obtenidos con los modelos empleados.

## SUMMARY

The present paper has two different parts. Firstly we show a description of the demersal fishery of Galicia (NW Spain), through the analysis of their fleets distributed by fishing ports, gears, and also the fishing grounds and the species living on them.

Secondly we study the population dynamics of the more important commercial species, that it is the Hake (*Merluccius merluccius* L.) To do so, we firstly do a calculation of the fishing mortality vectors exerted on this species, using the Cohort Analysis with Length Compositions (Jones, 1974), and the Cohort Analysis Model (Pope, 1972). In this way, we obtain also a estimation of the mean recruitment. Secondly, and with these current fishing mortality vectors subdivided by fishing gear, we did mesh size and effort level simulations for the trawlers, and only in the effort for the other gears (long-line, gillnet, and small gillnet), with the aim of studying the long-term changes in the yield of hake in this fishery with these simulations. To do so, we used the models of changes in mesh size and fishing effort (Jones, 1974), and multigears (Ricker, 1975).

The immediate losses caused by the mesh size changes were calculated by the Gulland model (1961), that gave us also the long-term effects for the trawling.

We also study the sensibility of the Ricker Model, and we calculate the correlation between the results obtained with the different models used.

## RESUME

Dans cet travail il-y-a deux parties différentes. La première est une description de la pêcherie demersale galicienne à partir de l'analyse des flotilles distribuées par ports et engins de pêche, de même que de la zone de pêche et des espèces que on trouve là.

Dans la deuxième partie, nous parlons de la dynamique de la population de l'espèce plus importante économiquement, c'est à dire, la merlu. Nous calculons, premièrement, les vecteurs de mortalité par pêche avec les modèles de Cohort Analysis avec Distribution de Tailles (Jones, 1974), et Cohort Analysis Model (Pope, 1972), de façon que nous obtenons aussi une estimation du recrutement moyen. Après, à partir de ces vecteurs de mortalité par pêche actuelles par engin de pêche, on a fait des simulations de change de ouverture de maille et effort pour le chalut, et de l'effort pour les autres engins (palangre, filets maillants et petits filets maillants), pour voir les conséquences que rapportent ces possibles changes du système de pêche aux rendements au long terme. C'est pour ça que nous avons utilisé les modèles de Effets des Changes de Maille et Effort (Jones, 1974), et le modèle Multiengins (Ricker, 1975). La perte immédiate pour variation de la ouverture de la maille fut calculée avec le modèle de Gulland (1961) que nous donne au même temps les conséquences au long temps pour le chalut.

On fait aussi études de sensibilité du modèle de Ricker, et on fait le calcul de la corrélation des résultats obtenus avec les modèles employés.

NOTA AL TRABAJO SOBRE  
"LA PESQUERIA DEMERSAL  
GALLEGA

Para comprobar la bondad del valor  $M = .2$  adoptado en el trabajo que aparece en este número, hemos hecho un cálculo a partir del valor de  $Z$  obtenido por el Grupo de Trabajo de Merluza del ICES (Charlottenlund Slot, febrero, 1973), a partir de las curvas de captura y de la mortalidad por pesca media de las clases de edad V-VIII obtenidas en el Análisis de Cohortes que aparece en este mismo Boletín:

Clase de edad	Z	F
V ... ..		.15
VI ... ..	.42	.28
VII ... ..	.53	.35
VIII ... ..	.85	.51
	$\bar{Z} = .53$	$\bar{F} = .32$

$$M = \bar{Z} - \bar{F} = \underline{.21}$$

También la calculamos a partir de la relación  $M/K = 2.22$  de Gadiformes (Cushing, 1970). Dándonos en este segundo cálculo un valor de  $M$  de .18.

Podemos, pues, definir una gama de posibles valores de mortalidad natural, que iría de  $M = .18$  a  $M = .21$ . El valor  $M = .2$  utilizado en el trabajo, quedaría dentro de la gama y muy próximo a ambos, por lo que podemos considerarlo como muy cercano al real en la población.

(P. PALLARÉS.)

BIBLIOGRAFIA

- FERNÁNDEZ, A., y otros (1978): "La pesquería demersal gallega. Estrategias de pesca para su regulación racional en base a la merluza". *Bol. Inst. Esp. Ocean.*
- ICES: "Report of the Working Group on the Assessment of the Stocks of Hake". Charlottenlund Slot, feb. 1973. C. M. 1973/G:2, Dem. Fish (Southern) Cttee., Her. Dem. Fish (Northern) Cttee.
- CUSHING, D. H. (1970): "Fisheries Biology, A Study in Population Dynamics". Univ. of Wisconsin Press, Ltd.