

METODOLOGIA PARA DEFINIR ALTERNATIVAS DE PROGRAMACION LINEAL

PARTE I:

UTILIZACION DE UN MODELO DE PROGRAMACION LINEAL ⁽¹⁾

por

MARÍA ISABEL BERTOLOTTI *, HORACIO J. ABAL **, GRACIELA V. PIERGENTILI *
y MARÍA S. VECINO **

SUMMARY

Methodology to define alternatives for fisheries development. Part I: Utilisation of linear programming model.

The objective of this paper is to maximize a function of the value added of the Argentine fishery system, in order to provide alternatives for the management and development of the fishery sector.

The value added for 1982 was estimated at 215,218,276 U\$S through this function. The value added generated by the foreign demand was 174,266,388 u\$S which compared to the F.O.B. value of exportation showed an error of 4.17 %. In order to obtain the optimization of the function two scenarios with four choices each one were presented for development starting with the year analyzed. The increment of the value added for both scenarios and their choices run from 55.1 % to 104,2 %.

(1) Contribución INIDEP Nº 643.

* Departamento Economía Pesquera, INIDEP.

** Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, U.N.M.P.,
Funes 3350, Mar del Plata, Argentina.

INTRODUCCION

El objetivo principal de este trabajo es la maximización de una función de valor agregado, del sistema pesquero argentino, para plantear alternativas de desarrollo y manejo del sector, asistiendo a la toma de decisiones al nivel político.

De acuerdo con Haywood, 1982 (a), el problema para un modelo no es precisamente describir la realidad, sino formar una base para la toma de decisiones.

Se desarrolló un modelo de programación lineal, siguiendo los ejemplos planteados por Haywood, 1982 (b), y se representó el sistema pesquero por 77 variables (nivel de actividades), sujetas a las restricciones del desarrollo pesquero: Rendimientos Máximos Sostenidos de las especies, condiciones de la demanda interna y externa, capacidad instalada de la industria y disponibilidad de trabajo y capital.

Se seleccionó para el nivel de base de las actividades al año 1982. Si bien las máximas capturas históricas correspondieron a los años 1979 y 1982 (en ese orden), se optó por este último, porque presentó una mejor composición de las capturas totales. En 1979 el aumento fue el resultado de las excepcionales capturas de merluza y calamar, en tanto que en 1982 aumentaron las capturas de otras especies y cayeron las capturas de merluza y calamar respecto de 1979. La pesquería de langostino, prácticamente inexistente en 1979, comienza a desarrollarse en 1981. Este recurso permitió en 1982 capturas quince veces superiores al promedio histórico.

Por otra parte, la exportación máxima de productos congelados (en toneladas y dólares) se realizó durante 1982, como resultado de la apertura de nuevos mercados para las especies costeras y de las exportaciones de langostinos.

El modelo se restringe al análisis de dos componentes de la corriente de los ingresos (trabajo y capital), se excluye al Estado (impuestos y subsidios).

La demanda final (consumo — exportaciones + importaciones), con algunas limitaciones, puede compararse con el valor agregado estimado por la corriente de ingresos. En el modelo utilizado se excluyeron las importaciones de pescados y mariscos.

EL MODELO

Las ecuaciones generales del modelo son:

Función objetivo:

La función que mide el valor agregado del sistema es

$$\sum_{ijklmn} a_{ijklmn} x_{ijklmn}$$

donde a_{ijklmn} son los coeficientes de valor agregado por actividad y x_{ijklmn} representan el nivel de cada actividad.

Las variables x_{ijklmn} se refieren a toneladas de la especie i , capturada en el sector de capturas k , desembarcada en la región l , para su procesamiento por el método m y comercializada en el mercado n .

$$a_{ijklmn} = t_{ijklmn} + c_{ijklmn}$$

t_{ijklmn} es el coeficiente de valor trabajo.

c_{ijklmn} es el coeficiente de valor capital.

Especie (i): 1. - anchoíta, 2. - demersales costeras, 3. - merluza, 4. - calamar, 5. - demersales de altura y 6. - langostino.

Flota (j): 1. - costera, 2. - altura convencional y 3. - congeladores y factorías.

Sector de capturas (k): 1. - Sectores A-B y 2. - Sectores C-D.

Región de desembarques (l): 1. - Región Bonaerense y 2. - Región Patagónica.

Método de procesamiento (m): 1. - fresco, 2. - congelado, 3. - salado seco, 4. - salado húmedo, 5. - conservas y 6. - congelado a bordo.

Mercados (n): 1. - mercado interno y 2. - mercado externo.

Restricciones:

Se maximiza el valor agregado imponiéndole las siguientes restricciones:

$$\sum_{jlmn} x_{ijklmn} \leq R_{ik} \quad \forall ik$$

(8 restricciones)

R_{ik} es el rendimiento máximo sostenido del recurso i en el sector de captura k .

La captura por especie no debe exceder su **RMS**.

El uso del trabajo no puede exceder su disponibilidad:

$$\sum_{ijklmn} t_{ijklmn} x_{ijklmn} \leq T$$

El uso del capital no puede exceder su disponibilidad:

$$\sum_{ijklmn} c_{ijklmn} x_{ijklmn} \leq C$$

Las capacidades de procesamiento no pueden ser excedidas:

$$\sum_{ijkn} x_{ijklmn} \leq P_{lm} \quad \forall lm$$

(10 restricciones)

P_{lm} es la máxima capacidad de procesamiento por el método m en la región l .

La producción no puede exceder a la demanda:

$$\sum_{ijkl} x_{ijklmn} \leq D_{mn} \quad \forall mn$$

(10 restricciones)

D_{mn} es la demanda máxima del mercado n para el producto procesado por el método m .

Para correr los datos del modelo se implementó el algoritmo simplex revisado (ARS).

Los datos se almacenan en memoria central, los coeficientes tecnológicos en un arreglo matricial y los lógicos en un vector entero (Orchard Hays, 1968).

La matriz básica B , se mantiene factorizada en la forma L, R ; donde L es cuadrada, R es triangular superior y $LB = R$.

Con esta factorización se resuelven rápidamente y en forma estable los tres sistemas de ecuaciones que implica una iteración del ASR. Para salvar el problema inducido por las soluciones básicas degeneradas se sigue el método utilizado por Bartels *et al.*, 1985.

Este programa se corrió con datos reales, referidos a problemas de economía agraria, previamente procesados con paquetes comerciales, obteniéndose idénticos resultados con, casi, igual número de iteraciones.

Estimación de las restricciones:

Las restricciones referidas a los recursos pesqueros por sector de capturas se realizaron te-

niendo en cuenta los rendimientos máximos sostenidos evaluados por diferentes autores en Bertolotti *et al.*, 1985.

Los sectores de captura fueron definidos por Otero *et al.*, 1982 y son los siguientes:

A = Sector costero bonaerense.

B = Sector de aguas profundas al norte del paralelo 48° S.

C = Sector de aguas profundas al sur del paralelo 48° S.

D = Sector del límite sudoriental de la Zona Económica Exclusiva.

Hansen *et al.*, 1986, estimaron un rendimiento máximo sostenido de 451.234 toneladas anuales de anchoíta, para el efectivo de otoño del norte. La captura máxima de esta especie fue de 41.066 toneladas en 1972. Por lo tanto parece adecuado colocar en este modelo una restricción de 50.000 toneladas al recurso anchoíta, teniendo en cuenta el área de explotación de la flota costera y que la captura actual no supera las 10.000 t.

Para el recurso langostino no existen cifras de rendimiento máximo sostenido, por lo que se tomó como restricción un máximo de capturas.

En la Tabla 1 se presentan los rendimientos máximos sostenidos por especie y sector de capturas.

TABLA 1. Rendimientos máximos por especie y sector de capturas.

Especie	Sectores A y B (toneladas)	Sectores C y D (toneladas)
Anchoíta	50.000	
Demersales costeras	156.200	
Merluza	380.500	
Calamar	186.600	19.200
Demersales de altura	25.800	378.000
Langostino	18.000	

La disponibilidad de capitales en dólares, para trabajo y para inversión, se estimaron de forma tal que no limitaran los resultados.

$$T = 600.000.000 \text{ U\$\$}$$

$$C = 70.000.000 \text{ U\$\$}$$

Las restricciones de operación de la industria se establecieron en función de las capacidades máximas de procesamiento, expresadas en toneladas anuales de materia prima. Las capacidades resultaron del relevamiento de industrias de la pesca, realizado por el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.

Las capacidades de congelado a bordo por región no se consideran restricciones fijas, ya que dependen de la política de reordenamiento del esfuerzo aplicado por las distintas flotas.

En la Tabla 2 se observan las capacidades máximas por método de procesamiento y región.

TABLA 2. Capacidades máximas por método de procesamiento y región.

Método	Región Bonaerense (toneladas)	Región Patagónica (toneladas)
Fresco	150.000	20.000
Congelado	772.000	88.000
Salado Seco	4.000	12.000
Salado Húmedo	16.000	
Conservas	13.000	
Congelado a bordo		
alternativa 1	46.000	74.000
alternativa 2	127.500	127.500
alternativa 3	261.100	261.100
alternativa 4	63.750	191.250

En este trabajo se presentan para la restricción de congelado a bordo las siguientes alternativas:

1. Que la flota de congeladores y factorías tiene limitada su capacidad de captura al máximo histórico (120.000 t) y que la distribución de la misma por regiones responde a los porcentuales del año 1982.
2. Que la flota de congeladores y factorías tiene limitada su capacidad de captura a un porcentaje del rendimiento máximo sostenido, que le corresponde por su apropiación histórica en porcentajes de las capturas totales y que la distribución por región de los desembarques se realiza de acuerdo a los promedios desembarcados en el período 1981/85 (50 % región bonaerense y 50 % región patagónica).

3. Que la flota de congeladores y factorías tiene limitada su capacidad de captura a un porcentaje del rendimiento máximo sostenido, que le corresponde por su participación en porcentaje de la capacidad teórica de capturas y que la distribución de los desembarques por región se realiza como en la alternativa 2.
4. Que la flota de congeladores y factorías tiene limitada su capacidad de captura como en la alternativa 2 y que la distribución de la misma por región es de un 25 % para la región bonaerense y de un 75 % para la región patagónica.

Las limitaciones de demanda se plantearon para dos casos:

- I. Demanda interna y externa estimada por los máximos históricos por tipo de producto y especie (período 1970/85).
- II. Demanda interna y externa estimada como alternativa viable de desarrollo pesquero a mediano plazo.

En la Tabla 3 se observan las demandas máximas por producto y mercado.

TABLA 3. Demanda máxima por producto y mercado (en toneladas).

Producto	Caso I		Caso II	
	Mercado Interno	Mercado Externo	Mercado Interno	Mercado Externo
Fresco	120.000	5.000	140.000	10.000
Congelado	15.000	550.000	25.000	600.000
Salado Seco	3.000	9.000	4.000	10.000
Salado húmedo	5.000	5.000	6.000	7.000
Conservas	5.000	500	9.000	1.000

Estimación de los coeficientes:

Los coeficientes de trabajo se calcularon a partir de los valores medios de los coeficientes por barco y planta pesquera. Para su cálculo se procesaron las capturas por barco y las entradas de materia prima por planta del año 1982. La tripulación de cada barco, es un dato del parte de pesca y el personal ocupado en la industria se relevó en la encuesta del INIDEP.

Para calcular el valor trabajo se consideraron los salarios promedio por flota e industria, no se

estimaron diferenciales de salarios por especie, excepto para langostino (30 %).

Los coeficientes de capital para la flota y la industria se calcularon por el valor de reposición de la inversión y sin considerar la antigüedad de la flota y de las plantas pesqueras.

En las Tablas 4 y 5 se observan los coeficientes de valor trabajo y capital para el sector primario (capturas) y para el sector secundario (industria).

Cálculo de las actividades para el año 1982:

El valor mínimo de cada variable está determinado por su valor real en el año analizado (1982) y puede ser excedida en las optimizaciones.

La captura total de la República Argentina en 1982 fue de 459.648,8 toneladas de pescados y mariscos. De este total se desestimaron 21.783,3 toneladas de acuerdo al siguiente detalle:

- a) 255,3 toneladas de centolla y centollón. Esta pesquería se excluyó del modelo por tratarse de una actividad restringida casi con exclusividad a un solo puerto.

- b) 5.310,3 toneladas de caballa, atunes y bonito, que no se incluyeron porque la industria conservera argentina procesa indistintamente materia prima nacional e importada.
- c) 7.029,2 toneladas de pescados y mariscos exportados por el sistema del Plan Barrido. Por este sistema, cuando las plantas en tierra no pueden absorber la materia prima, los armadores derivan los barcos para desembarques en puertos de Brasil.
- d) 1.747,9 toneladas de anchoíta fresca y congelada, y 333,0 toneladas de merluza y calamar con destino a la industria del pescado. Estas capturas se desestimaron por tratarse de actividades poco permanentes.
- e) 7.108,0 toneladas de diferentes especies con destino a la industria harinera. La industria de la reducción en la República Argentina utiliza una mayor proporción de residuos que de pescado entero, por lo que se desestimó esta actividad.

TABLA 4. Coeficientes de valor trabajo y capital del sector primario

Flota	Costera	Altura convencional	Congeladores y factorías
Costo barco (miles U\$S) $\Sigma I/n$	120,0	1.755,5	6.629,6
Amortización (U\$S)	6.000,0	87.777,8	265.185,2
Vida económica (años)	20	20	25
Rendimiento (toneladas/año)	374,5	3.074,6	3.681,3
Salario Promedio (U\$S/año)	17.400	17.964	24.372
Coef. de Trabajo = $\Sigma \frac{\text{Inversión}}{\text{Rend.mien.o}}/n$	0,016021	0,017095	0,025134
Coef. de Valor T = $\frac{\text{Coef. de Trabajo} \times \text{Salario Promedio}}{\text{(langostino)}}$	278,7654 (362,3950)	307,0946 (399,2195)	612,5658 (796,3456)
Coef. de Capital = $\frac{\text{Amortización}}{\text{Rendimiento}}$	16,0214	28,5493	72,0357

TABLA 5. Coeficientes de valor trabajo y capital del sector secundario.

	Fresco	Congelado	Salado seco		Salado húmedo		Conservas	
			M. Interno R.R.	M. Externo R.P.	M. Interno R.R.	M. Externo R.R.	R.R.	R.R.
Inversión en planta $\Sigma I/n$	150	2.500	50	250	100	500	1.500	
Amortización (U\$S)	7.500	125.000	2.500	12.000	5.000	25.000	75.000	
Vida económica (años)	20	20	20	20	20	20	20	
Rendimiento (toneladas/año)	1.928.04	5.776,65	61,9	1.200	103,2	620,7	481,7	
Salario promedio (U\$S año)	2.800	3.084	1.200	2.580	600	645	705	
Coef. de Trabajo = $\frac{\text{Ganancias}}{\text{Rendimiento}}/n$	0,023031	0,021414	0,141548	0,025833	0,019081	0,234067	0,152180	0,291743
Coef. de valor T = $\frac{\text{Coef. de Trabajo} \times \text{Salario Promedio}}{\text{Amortización}}$	64.4868	66.0408	169,8576	66,6491	49,2290	140,4402	98,1561	205,6788
Coef. de Capital = $\frac{\text{Amortización}}{\text{Rendimiento}}$	3.8900	21,6388	40,3877	10,4167	10,3700	48,4496	40,2771	51,9211

En la industria conservera se consideró para estimar el coeficiente de capital un tercio de la inversión total, ya que estas plantas operan con varias especies y en este análisis sólo se tomaron las conservas elaboradas con anchoita.

RB = Región Bonaerense RP = Región Patagónica

La captura de langostino se aumentó en 8.563,6 toneladas; aparentemente no fueron registradas algunas capturas de puertos patagónicos, detectándose un error de esa magnitud al comparar las capturas con las exportaciones de langostino.

La demanda interna se calculó como demanda aparente (Producción — Exportaciones). La demanda aparente de 1982 se comparó con los datos de ingreso de pescados y mariscos al Mer-

cado Central de Capital Federal. Este mercado representa alrededor del 40 % de la demanda total del país.

El valor F.O.B. de las exportaciones de las especies consideradas en el modelo totalizó la suma de U\$S 181.849.826 (Dirección Nacional de Pesca Marítima, Instituto Nacional de Estadística y Censos INDEC, datos corregidos).

En la Tabla 6 se observan los niveles de actividad para el año 1982.

TABLA 6. Niveles de actividad para el año 1982 (en toneladas)

$X_{111141} = 1.500$	$X_{221222} = 402$	$X_{331162} = 24.438$	$X_{522221} = 20$
$X_{111142} = 2.500$	$X_{231162} = 2.970$	$X_{331262} = 24.551$	$X_{522222} = 500$
$X_{111151} = 4.200$	$X_{231262} = 2.083$	$X_{411121} = 530$	$X_{531162} = 1.484$
$X_{111152} = 150$	$X_{311111} = 469$	$X_{411221} = 41$	$X_{531262} = 2.177$
$X_{211111} = 25.893$	$X_{311112} = 1$	$X_{421121} = 1.379$	$X_{532162} = 743$
$X_{211112} = 1.384$	$X_{311121} = 39$	$X_{421122} = 10.636$	$X_{532262} = 7.790$
$X_{211121} = 2.257$	$X_{311122} = 7.431$	$X_{421222} = 2.455$	$X_{611111} = 13$
$X_{211122} = 13.290$	$X_{311132} = 1.358$	$X_{431162} = 10.067$	$X_{611121} = 12$
$X_{211131} = 495$	$X_{311211} = 515$	$X_{431262} = 10.615$	$X_{611122} = 189$
$X_{211132} = 340$	$X_{311221} = 487$	$X_{432262} = 3.000$	$X_{611211} = 37$
$X_{211211} = 977$	$X_{311222} = 2.853$	$X_{511111} = 600$	$X_{611221} = 37$
$X_{211221} = 85$	$X_{311232} = 2.532$	$X_{511121} = 1.071$	$X_{611222} = 396$
$X_{211222} = 114$	$X_{321111} = 51.599$	$X_{511122} = 148$	$X_{621111} = 30$
$X_{221111} = 4.336$	$X_{321121} = 760$	$X_{511222} = 1.155$	$X_{621121} = 29$
$X_{221112} = 17$	$X_{321122} = 151.360$	$X_{521111} = 1.230$	$X_{621122} = 436$
$X_{221121} = 377$	$X_{321211} = 18$	$X_{521121} = 2.870$	$X_{621211} = 62$
$X_{221122} = 34.535$	$X_{321221} = 1$	$X_{521122} = 1.150$	$X_{621221} = 61$
$X_{221211} = 59$	$X_{321222} = 48$	$X_{521221} = 100$	$X_{621222} = 648$
$X_{221221} = 6$	$X_{321232} = 3.822$	$X_{521222} = 184$	$X_{631162} = 449$
			$X_{631262} = 13.832$

RESULTADOS

El valor agregado para el año 1982 se evaluó a través de la función en US\$ 215.218.276. El valor agregado generado por la demanda externa

fue de US\$ 174.266.388, que comparado con el valor F.O.B. de las exportaciones arrojó un error de 4,17 %

Los valores agregados optimizados a partir del nivel de actividades del año 1982, por cada caso y alternativa, se presentan en la Tabla 7.

TABLA 7. Valor agregado por caso y alternativa en US\$

	Caso I	Caso II	% de aumento respecto de 1982	
			Caso I	Caso II
Alternativa 1	333.904.053	273.635.079	55,1	73,6
Alternativa 2	369.176.576	408.907.603	71,5	90,0
Alternativa 3	386.700.489	439.495.413	79,7	104,2
Alternativa 4	369.176.576	408.907.603	71,5	90,0

En la solución optimizada para el CASO I, el aumento en la utilización del recurso pesquero es un 60,6 % respecto de 1982 y con un aprovechamiento del rendimiento máximo sostenido del 59 %, en tanto que para el CASO II, la

utilización del recurso pesquero aumenta respecto de 1982 en un 81,5 %, con un aprovechamiento del rendimiento máximo sostenido del 66,7 %. La utilización por especie se observa en la Tabla 8.

TABLA 8. Utilización de la restricción de R.M.S. por especie y sector de captura (en toneladas)

Especie/Sector	Caso I Alternativas 1-2-3-4	Caso II Alternativas 1-2-3-4
A - B		
Anchofta	15.500	23.000
Demersales costeras	156.200	156.200
Merluza	380.500	380.500
Calamar	122.380	186.600
Demersales de altura	12.169	17.749
Langostino	18.000	18.000
C - D		
Calamar	3.000	19.200
Demersales de altura	9.053	9.053

Los porcentajes de utilización de la capacidad instalada por caso y alternativa se observan en la Tabla 9.

TABLA 9. Utilización de la capacidad instalada en % por caso y alternativa

	Caso I				Caso II			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Región Bonaerense								
Fresco	82,2	82,2	82,2	82,2	98,9	98,9	98,9	98,9
Congelado	56,4	38,9	30,2	38,9	64,2	46,7	31,5	46,7
Salado seco	100	100	100	100	100	100	100	100
Salado húmedo	62,5	62,5	62,5	62,5	81,3	81,3	81,3	81,3
Conservas	42,3	42,3	42,3	42,3	76,9	76,9	76,9	76,9
Congelado a bordo	100	100	98,8	100	100	100	100	100
Región Patagónica								
Fresco	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
Congelado	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
Salado seco	60,9	60,9	60,9	60,9	69,2	69,2	69,2	69,2
Congelado a bordo	100	100	24,5	100	100	100	42,5	100

Las demandas histórica (CASO I) y a mediano plazo (CASO II), para todas las alternativas fueron satisfechas, excepto la demanda de salado seco para mercado interno, de-

bido a una limitación en la capacidad de procesamiento.

Las variables optimizadas por cada caso y alternativa se presentan en la Tabla 10.

TABLA 10. Variables optimizadas por cada caso y alternativa (en toneladas)

Actividad	1982	Caso I			
X ₁₁₁₁₄₁	1.500	5.000	5.000	5.000	5.000
X ₁₁₁₁₄₂	2.500	5.000	5.000	5.000	5.000
X ₁₁₁₁₅₁	4.200	5.000	5.000	5.000	5.000
X ₁₁₁₁₅₂	150	500	500	500	500
X ₂₁₁₁₃₁	495	2.302	2.302	2.302	2.302
X ₂₂₁₁₁₁	4.336	38.498	4.336	38.498	38.498
X ₂₂₁₁₁₂	17	3.615	3.615	3.615	3.615
X ₂₂₁₁₂₁	377	377	377	5.215	377
X ₂₂₁₁₂₂	34.535	47.516	34.535	34.535	34.535
X ₂₃₁₁₆₂	2.970	7.050	2.970	25.145	2.970
X ₂₃₁₂₆₂	2.083	12.035	63.258	2.083	29.096
X ₃₂₁₁₁₁	51.599	51.599	85.761	51.599	51.599
X ₃₂₁₁₂₂	151.360	258.630	151.360	151.360	151.360
X ₃₂₁₂₃₂	3.822	4.770	4.770	4.770	4.770
X ₃₃₁₁₆₂	24.438	24.438	95.269	131.708	31.519
X ₃₃₁₂₆₂	24.551	24.551	26.828	24.551	124.740
X ₄₂₁₁₂₁	1.379	6.217	6.217	1.379	6.217
X ₄₂₁₁₂₂	10.636	92.455	77.706	10.636	77.706
X ₄₃₁₁₆₂	10.067	10.067	24.816	96.724	24.816
X ₆₃₁₁₆₂	449	2.218	2.218	2.218	2.218
				Caso II	
X ₁₁₁₁₄₁	1.500	6.000	6.000	6.000	6.000
X ₁₁₁₁₄₂	2.500	7.000	7.000	7.000	7.000
X ₁₁₁₁₅₁	4.200	9.000	9.000	9.000	9.000

Actividad	1982	Caso II			
\bar{x}_{111152}	150	1.000	1.000	1.000	1.000
\bar{x}_{221131}	495	2.302	2.302	2.302	2.302
\bar{x}_{221111}	4.336	46.670	13.259	14.951	52.918
\bar{x}_{221112}	17	8.615	8.615	8.615	8.615
\bar{x}_{221121}	377	377	377	15.215	377
\bar{x}_{221122}	34.535	44.296	34.535	34.535	34.535
\bar{x}_{231162}	2.970	7.050	2.970	2.970	2.970
\bar{x}_{231262}	2.083	2.083	49.335	32.805	9.676
\bar{x}_{321111}	51.599	51.599	91.258	89.566	51.599
\bar{x}_{321122}	151.360	257.630	151.360	151.360	151.360
\bar{x}_{321232}	3.822	5.770	5.770	5.770	5.770
\bar{x}_{331162}	24.438	24.438	91.049	92.741	27.299
\bar{x}_{331262}	24.551	24.551	24.551	24.551	127.960
\bar{x}_{421121}	1.379	16.217	16.217	1.379	16.217
\bar{x}_{421122}	10.636	146.675	127.706	10.636	127.706
\bar{x}_{431162}	10.067	10.067	29.036	160.944	29.036
\bar{x}_{432262}	3.000	12.952	19.200	19.200	19.200
\bar{x}_{521111}	1.230	13.058	6.810	6.810	6.810
\bar{x}_{631162}	449	2.218	2.218	2.218	2.218

CONSIDERACIONES FINALES

Análisis del Caso I:

Optimización de la función de valor agregado a partir del nivel de actividades de 1982 y satisfaciendo la demanda histórica máxima.

- 1) El valor agregado en la alternativa 1 fue el menor (US\$ 333.635.079) y se corresponde con la mayor utilización de la capacidad instalada en tierra.

- 2) El valor agregado en las alternativas 2 y 4 fue de US\$ 369.176.576, superior en un 10,6 % al de la alternativa 1. La utilización de la capacidad instalada en tierra, para productos congelados, cae en un 31 % respecto de la alternativa 1, en tanto que la captura de la flota de congeladores y factorías, aumenta en un 112,5 %. En la alternativa 4 aumentan los desembarques en la región patagónica en detrimento de la Región Bonaerense.

- 3) El valor agregado en la alternativa 3 es el mayor (US\$ 386.700.489), superior en un

15,8 % al de la alternativa 1 y en un 4,7 % respecto de las alternativas 2 y 4. Este mayor valor agregado está asociado a la menor utilización de la capacidad instalada en tierra y al mayor desembarque de la flota de congeladores y factorías.

La utilización de la capacidad instalada en tierra para productos congelados cae en un 46,4 % respecto de la alternativa 1, y un 28,7 respecto de las alternativas 2 y 4. La captura de los buques congeladores y factorías aumenta un 168,4 % respecto de la alternativa 1, y en un 26,3 % respecto de las alternativas 2 y 4.

Análisis del Caso II:

Optimización de la función de valor agregado a partir del nivel de actividades de 1982 y satisfaciendo una demanda máxima viable en un programa de desarrollo a mediano plazo.

- 1) Al igual que en el CASO I, el valor agregado de la alternativa 1 fue el menor (US\$ 373.635.079) y se correspondió con la mayor utilización de la capacidad instalada en tierra.
- 2) En las alternativas 2 y 4 se optimizó el valor agregado con un aumento del 9,4 % respecto de la alternativa 1. La utilización de la capacidad instalada de congelado en tierra disminuye un 27,2 % y la captura de la flota de congeladores y factoría aumenta en la misma proporción que en el CASO I para las mismas alternativas.
- 3) El valor agregado en la alternativa 3 es el mayor (US\$ 439.495.413), superior en un 17,6 % a la alternativa 1 y en un 7,5 % a las alternativas 2 y 4. La utilización de la capacidad instalada cae en un 50,9 % respecto de la alternativa 1 y en un 32,5 % respecto de las alternativas 2 y 4.

La captura de la flota de congeladores y factorías aumenta un 210 % respecto de la

alternativa 1 y en un 45,9 % respecto de las alternativas 2 y 4.

En el planteamiento del modelo del sistema pesquero, subyacen tres tipos de tecnologías de capturas (flota costera, flota de altura convencional y flota de congeladores y factorías).

En las distintas optimizaciones, la operación de la flota costera queda determinada por el nivel de actividades de 1982. Cuando se amplía la capacidad de captura de la flota de congeladores y factorías (en cada alternativa), aumenta la actividad de esta flota en detrimento de la flota de altura convencional y del procesamiento en tierra.

En la opción por algunas de las alternativas, deberá tenerse en cuenta si el aumento del valor agregado compensa una menor ocupación y si se opta por una distribución regresiva del ingreso.

El mayor valor agregado generado por una tecnología capital intensiva de alto rendimiento por tripulante, plantea una contradicción para el desarrollo pesquero, ya que se debe optar ante la misma producción, por un menor empleo.

En la segunda parte de este trabajo, se plantea como objetivo perfeccionar esta metodología para la toma de decisiones acerca de las alternativas de desarrollo pesquero, a través de la utilización de un modelo de programación por objetivos, que permita analizar las curvas de eficiencia entre:

- 1) Regiones
- 2) Flotas
- 3) Trabajo y capital
- 4) Mercados

También se pretende ajustar el cálculo de los coeficientes y ampliar los componentes del valor agregado.

BIBLIOGRAFIA

- BARTELS, R. H.; STOER, J and ZENGER, 1985. A realization of the simplex method based on triangular decomposition en Handbook for automatic computation. Volumen II. Springer Verlag, 1985.
- BERTOLOTTI, M. I.; PIERGENTILI, G. V.; CABUT, D. 1985. El Sector Pesquero Argentino. Rev. Realidad Económica, Nº 65: 70-96 pp.
- HANSEN, J.; GRU, D., y PERROTA, R. 1986. Resultados de una campaña de investigación sobre la anchoíta (*Engraulis anchoita*) del Sector Bonaerense en el otoño de 1983. Rev. Invest. Des. Pesq. Nº 5: 49-68 pp.
- HAYWOOD, K. H. 1982 (a). Fundamentals of operational research. Wegemt sixth graduate school. Fishing vessel technology. Polytechnical University of Madrid. May 10.h to May 28th, 1982.
- HAYWOOD, K. H. 1982 (b). National fisheries planning. Wegemt sixth graduate school. Fishing vessel technology. Polytechnical University of Madrid. May 10th to May 28th, 1982.
- ORCHARD HAYS, W. 1968. Advanced linear-programming computing techniques. Mac Graw-Hill Book Company, 1968.
- OTERO, H.; BEZZI, S.; RENZI, M.; y VERAZAY, G. 1982. Atlas de los Recursos Pesqueros Demersales del Mar Argentino. Serie Contrib. Inst. Nac. Invest. Des. Pesq., Nº 423: 241-248.