



REPUBLICA DE CHILE
Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
SUBSECRETARIA DE PESCA

FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 96 - 36

INFORME : ANALISIS BIOECONOMICO DE LA
FINAL PESQUERIA DE CENTOLLA EN LA
XII REGION

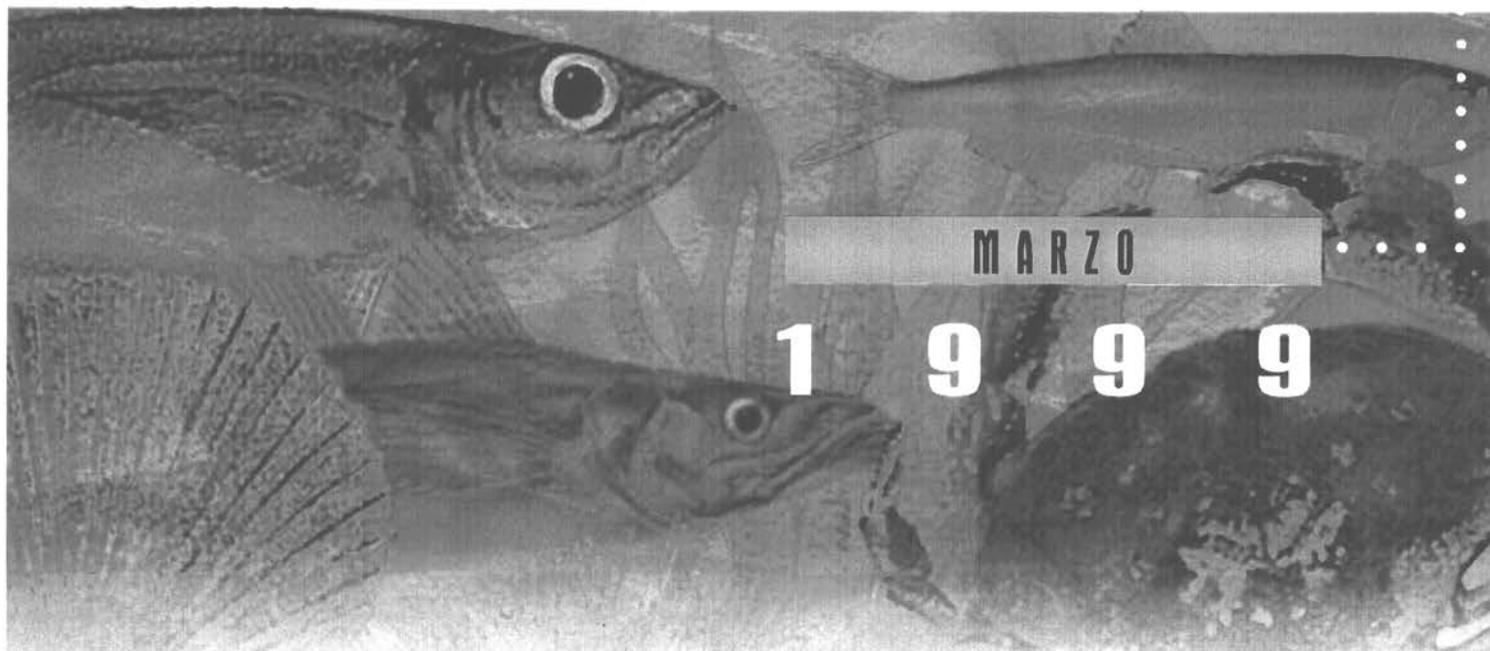
UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO,
EJECUTORA DIRECCION ZONAL XII REGION



INFORME FINAL

FIP Nº 96 - 36

Análisis bioeconómico de la pesquería de centolla en la XII región



MARZO

1 9 9 9

REQUIRENTE

CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA, CIP
Presidente del Consejo : JUAN MANUEL CRUZ SANCHEZ

EJECUTOR :

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



JEFE DE PROYECTO :

MARCELO NILO

AUTORES :

CRISTIAN CANALES
ELIZABETH PALTA
MARCELO NILO
ALFONSO IRARRAZABAL
TERESA PEÑAILILLO

COLABORADOR :

CECILIA PEREZ



RESUMEN EJECUTIVO

Se presenta el desarrollo de una aplicación bioeconómica de la pesquería de centolla de la XII región del país. Los resultados se han dividido en dos partes, en primer lugar se describe y analiza en forma integral el sistema productivo de la pesquería, de manera de proporcionar el entorno y la base de información necesaria para la modelación, tema que se aborda en la segunda parte y que finalmente permite evaluar el impacto económico y social de la puesta en práctica de diversas estrategias de manejo. En este punto, se hace necesario destacar que la información proviene de diversas fuentes (INE, SERNAPESCA, ADUANAS, IFOP) no siempre compatibles, además, a pesar de que se intuye cierta variabilidad de los datos oficiales respecto de los reales, se trabajó con la información oficial, por lo que los resultados responden al supuesto de que ésta corresponde a la real.

En la sección organización de la industria se presenta información sistematizada de los subsistemas biológico, extractivo, procesamiento y de mercado. Se señalan los valores de parámetros biológicos tales como mortalidad natural, estructura de tallas, crecimiento y estimación de biomasa y rendimientos de equilibrio para el stock de centolla en la XII Región. La información del subsector extractivo corresponde a número de embarcaciones, capturas y rendimientos de pesca. Se analizó la estructura del sector industrial asociado al procesamiento de centolla, clasificando a las empresas por valor de exportación y tamaño de producción e indicando indicadores de desempeño en los últimos años como empleo, productividad y salarios. Además, en el subsistema de mercado se resume la información histórica de los principales mercados destino de los productos elaborados a partir de este recurso y la evolución de los precios de exportación.



Para la estimación de la renta económica en los subsectores extractivo y de proceso se evaluaron beneficios y costos de unidades representativas de cada subsector. A partir de este desarrollo se proyecta el análisis ex-post de las rentas generadas por la pesquería. La información refleja las actuales condiciones tecnológicas y económicas de operación de la industria. Los resultados generados en esta primera etapa del proyecto, constituyen los indicadores de desempeño que calibran el comportamiento de la modelación estática y dinámica de largo plazo.

En el modelo estático los puntos bioeconómicos de referencia permiten establecer que en el equilibrio bioeconómico, la máxima renta esperada (óptimo económico) alcanzaría a 2,2 millones de dólares anuales en el punto en que el esfuerzo registra 164 embarcaciones. El punto de máximo rendimiento (óptimo biológico) sostenido se alcanza con un nivel de renta de 1,9 millones de dólares. La renta es cero (óptimo social) para un tamaño de flota de 265 embarcaciones, que sustentaría el empleo de 861 pescadores.

La modelación bioeconómica dinámica permite evaluar el comportamiento de los principales indicadores bajo distintos escenarios de manejo. En el caso de acceso abierto la renta y el esfuerzo se estabilizan en el equilibrio dinámico a partir de año 60 de la modelación, año en que el esfuerzo corresponde a 269 embarcaciones. Finalmente, el mayor Valor Presente Neto de la pesquería se obtiene en la combinación del escenario con Cuota Global De Captura y sin restricción de acceso, situación que arroja un valor de 14,9 millones de dólares.



ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	i
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA	5
2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO N°1	5
2.1.1 Subsistema biológico	5
2.1.2 Subsistema extractivo	6
2.1.3 Subsistema de proceso	6
2.1.4 Subsistema de mercado	8
2.1.5 Estimación de la renta económica en los subsectores extractivo y de proceso	8
2.1.6 Indicadores de desempeño.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS N° 2 Y 3.	11
2.2.1 Aspectos generales	11
2.2.2 Modelo Biológico.....	12
a) Introducción	12
b) Supuestos iniciales y parámetros de entrada.....	12
c) Evaluación del stock de centolla en la XII Región	13
d) Puntos biológicos de referencia	16
2.2.3 Modelo económico.....	17
a) Sector extractivo	17
i) Ingreso	17
ii) Costos	18
iii) Empleo	19
	iii



iv) Beneficio neto-----	20
b) Sector de proceso -----	20
i) Ingreso -----	20
ii) Costos -----	21
iii) Beneficio neto-----	21
2.2.4 Modelo bioeconómico de la pesquería -----	22
a) Introducción -----	22
b) Modelación estática y puntos bio-económicos de referencia -----	22
c) Modelación dinámica-----	25
i) Submodelo dinámico de la población -----	26
ii) Submodelo dinámica de la flota -----	27
d) Análisis de la pesquería ante distintos escenarios de manejo -----	28
i) Escenario con Cuota Global de Captura (CGC) -----	28
ii) Escenario sin Cuota Global de Captura (SCGC)-----	30
e) Función de beneficio neto de la pesquería -----	31
3. RESULTADOS -----	33
3.1 OBJETIVO ESPECÍFICO N°1 -----	33
3.1.1 Historia de la pesquería de centolla en la xii región -----	33
3.1.2 Organización de la industria asociada a la explotación de centolla en la xii región, marco conceptual -----	37
3.1.3 Subsistema biológico -----	42
a) Generalidades -----	42
b) Muestreo de los desembarques de centolla en la XII Región -----	43
c) Estimación de parámetros de crecimiento de centolla en la XII Región -----	44
d) Estimación de mortalidad natural de centolla en la XII Región -----	46
3.1.4 Subsistema Extractivo -----	46
a) Aparejo de pesca -----	46
b) Embarcaciones -----	47
c) Operación de pesca -----	47
d) Desembarques -----	49
e) Capturas -----	52
3.1.5 Subsistema de Proceso -----	53



a)	Estructura de la industria de proceso -----	53
b)	Producción-----	56
c)	Empleo, Productividad y Salarios -----	56
3.1.6	Subsistema de mercado -----	61
a)	Valor de exportación de la industria -----	61
b)	Comportamiento del precio-----	64
3.1.7	Estimación de la renta económica en el subsector extractivo -----	66
a)	Introducción -----	66
b)	Extracción de erizos-----	67
c)	Extracción de Centolla-----	68
d)	Beneficios y costos-----	69
e)	Determinación del Valor del Capital Invertido -----	71
f)	Beneficio Neto Operacional -----	72
g)	Renta económica en el subsector extractivo-----	74
3.1.8	Estimación de la renta económica en el sector de proceso -----	76
a)	Costos -----	77
b)	Determinación del valor de activos de una planta -----	78
c)	Beneficio Neto Operacional -----	79
d)	Renta económica de una planta procesadora -----	80
3.1.9	Indicadores bioeconómicos -----	82
a)	Indicadores biológicos -----	83
b)	Indicadores Tecnológicos-----	83
c)	Indicadores económicos -----	85
d)	Indicadores sociales -----	87
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS N° 2 Y 3. -----	89
3.2.1	Modelación Bioeconómica-----	89
a)	Subsistema biológico -----	89
b)	Subsistema económico-----	97
c)	Subsistema flota -----	104
3.2.2	Análisis bioeconómico estático -----	106
a)	Puntos biológicos de referencia -----	106
b)	Puntos bioeconómicos de referencia -----	108
3.2.3	Análisis bioeconómico dinámico -----	109



a) Parámetros de entrada utilizados en el modelo dinámico-----	109
b) Curvas bioeconómicas de referencia -----	110
3.2.4 Análisis de la pesquería ante distintos escenarios de manejo-----	118
3.2.5 Beneficio neto de la pesquería -----	121
4. CONCLUSIONES-----	124
BIBLIOGRAFÍA -----	131



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Modelo conceptual de la pesquería de centolla _____	38
Figura 2.- Evolución del tamaño de la flota operando en centolla, XII región _____	48
Figura 3.- Evolución de los desembarques de centolla, XII región _____	50
Figura 4.- Fluctuación mensual del desembarque y el número de embarcaciones de la pesquería de centolla, XII región _____	51
Figura 5.- Fluctuación de la captura, esfuerzo y CPUE de centolla en la XII región _____	53
Figura 6.- Distribución de los ingresos por firma. 1984 - 1994. _____ (Fuente: Encuesta Nacional de Industria y Manufactura. ENIA) _____	54
Figura 7.- Evolución de la distribución de las plantas por tipo de proceso productivo. 1984-1994. (Fuente: Encuesta Nacional de Industria y Manufactura. ENIA) _____	55
Figura 8.- Evolución de la mano de obra según línea de proceso. 1984 – 1994 _____ (Fuente: Encuesta Nacional de Industria y Manufactura. ENIA) _____	57
Figura 9.- Evolución de la ocupación en las firmas. 1984 – 1994, (Fuente: Encuesta Nacional de Industria y Manufactura. ENIA) _____	58
Figura 10.- Evolución de la productividad media de la mano de obra en las firmas, 1984 – 1994, (Fuente: Encuesta Nacional de Industria y Manufactura. ENIA) _____	59
Figura 11.- Evolución de los salarios medios, por categoría ocupacional. 1984 – 1994, (Fuente: Encuesta Nacional de Industria y Manufactura. ENIA) _____	60
Figura 12.- Evolución del valor de las exportaciones totales de centolla por línea de elaboración. 1987 – 1997, (Fuente: Elaborado por IFOP en base a información de ADUANA) _____	62
Figura 13.- Evolución del valor de las exportaciones totales de centolla congelada. 1987-1997, (Fuente: Elaborado por IFOP en base a información de ADUANA) _____	63
Figura 14.- Evolución del valor de las exportaciones totales de centolla en conservas. 1987-1997, (Fuente: Elaborado por IFOP en base a información de ADUANA) _____	64
Figura 15.- Evolución y tendencia de los precios FOB de exportaciones totales de centolla, (Fuente: Elaborado por IFOP en base a información de ADUANA) _____	65
Figura 16.- Estructura de tallas de los desembarques entre los años 1979 y 1996 _____	90
Figura 17.- Evolución de reclutas sobre la abundancia total de centolla en la XII región, 1979-1989 _____	91



Figura 18.- Patrón de explotación edad-específico de centolla en la XII región _____	92
Figura 19.- Evolución de los desembarques y biomasa de centolla (predicha y observada) en la XII región, 1979-1989 _____	93
Figura 20.- Evolución de las mortalidades por pesca y el nº de embarcaciones que operaron en centolla, en la XII región, 1979-1989 _____	94
Figura 21.- Relación entre la mortalidad por pesca y el nº de embarcaciones que operaron en la pesquería de centolla, XII región, 1979-1989 _____	95
Figura 22.- Desembarques y mortalidades por pesca de centolla, equilibradas en el largo plazo, XII región _____	96
Figura 23.- Desembarque y biomasa total de centolla equilibradas en el largo plazo, XII región _____	96
Figura 24.- Desembarque y tamaño de flota de centolla, equilibradas en el largo plazo, XII región, 1979-1989 _____	97
Figura 25.- Evolución de los costos de extracción de la pesquería de centolla de la XII región _____	98
Figura 26.- Evolución de los ingresos del sector extractivo de la pesquería de centolla de la XII región _____	100
Figura 27.- Evolución de los costos de proceso de la pesquería de centolla de la XII región _____	102
Figura 28.- Evolución de los ingresos del sector proceso de la pesquería de centolla de la XII región _____	103
Figura 29.- Evolución de los indicadores costo/ton e ingreso/ton del sector proceso de la pesquería de centolla de la XII región _____	104
Figura 30.- Número de embarcaciones observadas y predichas a través del modelo dinámico de la flota de la pesquería de centolla, 1979-1989 _____	105
Figura 31.- Curvas de rendimiento y biomasa por recluta, y puntos biológicos de referencia para Centolla XII Región _____	107
Figura 32.- Curva de ingreso y costo total de largo plazo, en función de diferentes tamaños de flota de la pesquería de centolla, XII región. _____	108
Figura 33.- Dinámica de la renta y del esfuerzo para la pesquería de centolla de la XII región _____	110
Figura 34.- Dinámica de la biomasa y las capturas de centolla en la XII Región para un régimen de acceso abierto. _____	112
Figura 35.- Dinámica del ingreso y los costos de la pesquería de centolla en la XII Región, en un régimen de acceso abierto. _____	112
Figura 36.- Diagrama de equilibrio biológico entre la biomasa y las capturas de centolla en la XII Región en un régimen de acceso abierto. _____	113



Figura 37.- Condición de equilibrio dinámico de la relación renta-esfuerzo en la pesquería de centolla de la XII región	114
Figura 38.- Dinámica de la renta y del esfuerzo para la pesquería de centolla de la XII región bajo un sistema de acceso abierto con cuota global de captura	114
Figura 39.- Dinámica de la biomasa y las capturas de centolla en la XII Región para un régimen de acceso abierto y cuota global.	115
Figura 40.- Dinámica del ingreso y los costos de la pesquería de centolla en la XII Región, en un régimen de acceso abierto con cuota global de captura.	116
Figura 41.- Dinámica de la renta y del esfuerzo para la pesquería de centolla de la XII región bajo un sistema de acceso limitado	117
Figura 42.- Dinámica de la renta y del esfuerzo para la pesquería de centolla de la XII región bajo un sistema de acceso limitado, con cuota global de captura	118
Figura 43.- Evolución de los beneficios netos de la pesquería de centolla, simulados en un horizonte de 100 años	123



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Régimen operacional de Unidad Productiva de Pesca en la XII Región -----	67
Tabla 2.- Estimación de costo fijo anual de una unidad productiva ----- (en pesca de erizo y pesca de centolla)-----	71
Tabla 3.- Estimación del capital invertido en una embarcación ----- de pesca artesanal típica-----	71
Tabla 4.- Estimación del beneficio neto operacional (BNO) de la pesca de Centolla en la XII Región, (basada en datos promedio de captura) -----	73
Tabla 5.- Estimación del beneficio neto operacional (BNO)de la pesca de Erizo en la XII Región, (basada en datos promedio de captura)-----	73
Tabla 6.- Estimación de renta económica en el sector extractivo de la pesquería artesanal de la XII Región,sobre la base de datos de una unidad productiva, 1997-----	75
Tabla 7.- Costos variables directos de una planta faenadora típica de conservas de centolla en la XII Región (basado en cinco meses de producción) -----	77
Tabla 8.- Estimación del costo fijo anual de una planta típica faenadora de centolla-----	78
Tabla 9.- Estimación del valor de activos de una planta faenadora de centolla, típica. -----	79
Tabla 10.- Estimación del beneficio neto operacional (BNO) de una planta ----- procesadora de centollas en la XII Región.-----	80
Tabla 11.- Estimación de la renta económica, de una planta faenadora típica ----- de la XII Región.-----	81
Tabla 12.- Efecto del precio de la materia prima en la rentabilidad de la operación anual de una planta de centolla. -----	82
Tabla 13.- Indicadores biológicos -----	83
Tabla 14.- Indicadores tecnológicos -----	84
Tabla 15.- Indicadores Económicos -----	86
Tabla 16.- Indicadores sociales-----	88
Tabla 17.- Parámetros biológicos de entrada a la modelación-----	90
Tabla 18.- Estructura de costos de proceso-----	101
Tabla 19.- Parámetros económicos de entrada a la modelación -----	109
Tabla 20.- Valor Presente Neto de los beneficios del sector extractivo de la pesquería de centolla en la XII región-----	119



Tabla 21.- Criterio Maximin -----	120
Tabla 22.- Criterio de pérdidas Minimax-----	120
Tabla 23.- Criterio Maximax -----	121
Tabla 24.- Parámetros económicos utilizados en el cálculo del beneficio neto de la pesquería-----	121





1. INTRODUCCIÓN

En las costas chilenas, la pesquería del recurso centolla se distribuye desde Valdivia hasta el Cabo de Hornos (Hancock *et al.*, 1959), sin embargo el esfuerzo pesquero en los últimos años se ha concentrado principalmente en la XII Región.

El proceso productivo de este recurso incorpora las fases de extracción realizada por pescadores artesanales, el transporte a los centros de faenamiento, el procesamiento industrial y la exportación de productos principalmente, de conservas y congelados.

En la XII región la pesquería del recurso centolla, se encuentra sujeta a un régimen de plena explotación a través de la resolución N° 133 de 1995 de la Subsecretaría de Pesca, además se encuentran cerrados los registros artesanales para este recurso y se ha determinado una talla mínima de 12 y 10 cm de cefalotórax. Por otra parte, se ha establecido un período de veda entre el 1 de diciembre y el 30 de junio de cada año en el litoral de la XII Región. En el caso de las hembras la veda es permanente.

Los desembarques del recurso centolla en el ámbito nacional presentan una disminución durante los últimos seis años (1990-1995), la que se acentúa fuertemente después del año 1991 donde el recurso presentó el mayor desembarque del quinquenio con 2.613 toneladas. Dentro de esta evolución destaca la XII Región, alcanzando un desembarque total de 1.038 t para el año 1995 con una disminución de un 4% respecto a 1994. En la actualidad, según información del año 1994, las dos áreas más importantes de extracción están en el extremo sur de la XII Región, Seno Año Nuevo (12,9%) y Puerto Toro (7,8%), seguido



por Timbales (4,9%). El resto de las áreas no aportan cada una más del 3% del total desembarcado. El principal puerto de desembarque es Punta Arenas (87,9%), seguido por Puerto Edén (5%).

En términos de las divisas generadas por la pesquería, durante 1997 estas alcanzaron a 11,3 millones de dólares, correspondiendo a productos en conservas y congelados. El producto se destina prácticamente en su totalidad a los mercados externos.

Esta pesquería se caracteriza por la alta vulnerabilidad del recurso que la sustenta, lo que provoca un significativo impacto en el rendimiento económico de los actores involucrados. Esta situación amerita iniciar estudios dirigidos a caracterizar y evaluar en términos biológicos y económicos a la pesquería precitada, con el propósito de identificar las principales variables que participan en el proceso pesquero. De este modo, el Fondo de Investigación Pesquera ha requerido la presentación de propuestas al proyecto licitado, denominado "Análisis bioeconómico del recurso centolla en la XII Región".

Este documento corresponde al pre-informe final del citado proyecto y contiene los resultados que dan cumplimiento a los tres objetivos específicos planteados en los Términos Técnicos de Referencia. Los resultados se presentan en tres partes: 1) Caracterización del sistema productivo de la pesquería, 2) Determinación del beneficio social neto óptimo de la actividad comercial, y 3) Desarrollo de una aplicación bioeconómica estática y dinámica de la explotación de centolla en la XII Región.



El objetivo general del presente proyecto es: *Analizar la pesquería artesanal del recurso centolla en la XII Región a través de la asociación de variables biopesqueras y de desempeño económico de los agentes productivos.*

Los objetivos específicos, que permiten estructurar este estudio, son los siguientes:

1. Definir y analizar en forma integral el sistema productivo (extracción, proceso y comercialización) de la pesquería de centolla en la XII Región.
2. Desarrollar una aplicación bioeconómica que permita evaluar el impacto económico y social de la puesta en práctica de diversas estrategias de manejo en esta pesquería.
3. Determinar el beneficio económico - social neto óptimo de la actividad comercial en la pesquería del recurso centolla en la XII región.





2. METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO N°1

Definir y analizar en forma integral el sistema productivo (extracción, proceso y comercialización) de la pesquería de centolla en la XII Región

Este objetivo se aborda siguiendo el esquema establecido en el Término Básico de Referencia. Se consideran los módulos extractivo, proceso y comercialización, caracterizándolos de manera de cuantificar su relevancia en el sistema pesquero. Posteriormente, los datos obtenidos en los diferentes módulos se integran a través de indicadores de desempeño de la pesquería

La metodología utilizada en esta parte del trabajo consiste básicamente en la recolección, revisión, sistematización y organización de información actual e histórica de la pesquería. Dicha información, proviene de diversas fuentes y se complementa con la generada por el proyecto durante el trabajo en terreno. Se recopiló información histórica disponible de diferentes fuentes y se agruparon de acuerdo a los diferentes subsistemas que componen la organización de la actividad asociada a la explotación de la centolla en la XII región.

2.1.1 Subsistema biológico

La información utilizada corresponde básicamente a dos pescas de investigación realizadas por IFOP durante los años 1996 y 1997. El objetivo fue recopilar información sobre la estructura de tallas, proporciones sexuales y rendimientos de pesca de los stocks explotables. Adicionalmente se presenta en forma sintética los



resultados generados en la última evaluación indirecta disponible para la centolla de la XII Región (Canales *et al.*), 1997.

2.1.2 Subsistema extractivo

La información de desembarques, áreas de pesca y número de embarcaciones provienen de los registros de SERNAPESCA, Gobernación Marítima, Empresas Pesqueras y de información propia, generada por el Programa de Investigación financiada por el Gobierno Regional de la XII Región (1979_1989). En esa oportunidad, a bordo de las embarcaciones se registró la captura, el esfuerzo (número de trampas) por zona de pesca muestreada.

2.1.3 Subsistema de proceso

La información base de este estudio proviene de la Encuesta Industrial Manufacturera (ENIA), de la Encuesta de Producción y Venta Física implementadas por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), de la información de producción de SERNAPESCA y de encuestas realizadas a funcionarios de algunas empresas de la XII región.

La Encuesta Industrial Manufacturera (ENIA) recopila información anual de los establecimientos que tienen una ocupación de 10 y más personas ocupadas. Las cifras procesadas anualmente incluyen todos los nuevos establecimientos que funcionan en el período de referencia de la información, como también se han eliminado aquellas que paralizaron sus actividades por diversos motivos.



Se estima que la cobertura de la encuesta es de aproximadamente de un 90% del total de empresas que anualmente operan (con más de 10 trabajadores), un porcentaje (app. 5%) de ellas no responden por diversos motivos, éstas se estiman a partir de los balances anuales y de antecedentes que el INE recopila de otros organismos pertinentes.

Respecto a la veracidad de la información, de acuerdo a los antecedentes proporcionados por el INE, esta se constata a partir de los balances anuales de las empresas y se corrigen en la medida que se encuentren errores, en conjunto con el informante (empresas), posteriormente el Instituto Nacional de Estadísticas efectúa un proceso de validación que en cierta forma garantiza la exactitud de la información.

No obstante lo anterior, es necesario agregar que en el trabajo de manejo de datos y de acuerdo al conocimiento que se tiene del sector, se detectó información errónea, la que se corrigió dentro de lo posible en base a información secundaria.

Los datos proporcionados por la ENIA, permiten la desagregación de la industria para consumo humano, por año y por región. El período de referencia de la información corresponde al período comprendido entre los años 1984 y 1994.

La encuesta de Producción y Venta Física se aplica a todos los establecimientos elaboradores, no importando la cantidad de personas ocupadas que estos poseen., esta encuesta se utilizó sólo para la asignación de las líneas de elaboración de los establecimientos cuya producción se destina a consumo humano, la que además se complementó con la información sobre Plantas Pesqueras de SERNAPESCA y la base de Exportaciones de IFOP. El período de referencia de la información corresponde a los años 1984 al 1994.



Por otra parte, es necesario señalar que dado que se trabajó con diferentes fuentes de información para la construcción de la base de datos del proyecto, en ocasiones se encontraron inconsistencias significativas, la que fue posible remediar en algunos casos en conjunto con los proveedores de la información.

Finalmente, se estima que aunque se haya sido riguroso con la calidad de la información, siempre existirá un sesgo inherente a posibles errores de medición que surgen debido a aproximaciones o redondeo de las cifras, esto cobra significado cuando se trabaja con datos agregados que es el caso del presente trabajo, por lo que se debe considerar en la interpretación de los resultados.

2.1.4 Subsistema de mercado

La información proviene del Sistema de Exportaciones de IFOP (elaborada a partir de la Base de Aduanas) y complementada por artículos de revistas especializada en mercados de productos del mar, como Seafood Leader, Seafood International, GLOBEFISH, etc. Los antecedentes a recopilar incluyen, principales mercados de destino, tipo de productos transados por línea de elaboración. Las tendencias se determinarán para los principales productos comercializados por Chile considerando precios y cantidades.

2.1.5 Estimación de la renta económica en los subsectores extractivo y de proceso

En este punto se estima la renta económica generada por la actividad asociada a la pesquería del recurso centolla. La renta se define como la diferencia entre el



ingreso total producido por el uso de los factores productivo (subsector extractivo y proceso) y su costo, calculado como el valor que los bienes y servicios, hubiesen podido producir en una actividad económica distinta a la analizada, es decir el costo de oportunidad en el uso de los recursos económicos (Hannesson, 1989).

La obtención de información para poder llevar a cabo el cálculo de la renta económica de la pesquería de centolla en la XII Región, ha sido la recopilación de antecedentes obtenidos por medio de principalmente entrevistas directas con los agentes involucrados en la actividad.

Para la determinación de la renta económica en el subsector extractivo ha sido clave las entrevistas con armadores de la zona, los cuales han brindado antecedentes de barcos particulares utilizados como referencia en este cálculo. Se supone en este procedimiento de los agentes elegidos son representativos de la realidad existente en Magallanes. También se han tomado como referencia valores actuales de mercado para insumos y materiales de pesca. La información de precios de transacción y datos de capturas fue obtenida por medio de encuesta aplicadas a pescadores artesanales y dueños de barcos que operan en la pesquería de centolla

Otro medio de obtención de información secundaria utilizada se obtuvo de la Capitanía de Puerto de Punta Arenas, la que fue sistematizada sirviendo de contraste para comparar datos de esfuerzo de pesca, áreas de pesca y capturas de la flota.

Para el cálculo de la renta económica del sector proceso, se ha recopilado información a través de entrevistas aplicadas a empresarios del sector como también con las personas que participan directamente del proceso (operarios) como también de



métodos indirectos, los que permitieron la estimación de datos tales como inversiones, capital de trabajo y de la estructura de costos en sus niveles de procesamiento.

También han sido importante los antecedentes que han brindado otros estudios directamente relacionados con el proceso de centolla, como así también de otros procesos productivos. Se han considerado también valores actuales de mercado de insumos que forman parte del proceso productivo, y observaciones en terreno.

2.1.6 Indicadores de desempeño

Este punto se abordará mediante la combinación de la información antes descrita, lo que permitirá la estimación de algunos indicadores biológicos, tecnológicos, económicos y sociales y la cuantificación en el tiempo de variables relevantes que den cuenta tanto de la dinámica poblacional como económica social del sistema pesquero, los que estarán orientados principalmente a proveer una medida del grado de explotación del recurso y de la rentabilidad de la actividad productiva asociada a la explotación de la centolla en la XII región. De este modo, se definen los siguientes indicadores de desempeño bioeconómico:

Biológicos	Tecnológicos	Económicos	Sociales
Biomasa del stock	Capturas	Precio playa	Nº de pescadores según categoría ocupacional
Estructura de tallas de la captura	Esfuerzo (nº de trampas)	Precio FOB de exportación	Nº de empleados en planta
Mortalidad natural	Nº de embarcaciones	Costos de extracción	Salarios en planta
Crecimiento	Nº de plantas	Costos de proceso	
Reclutamiento		Beneficio neto extracción	
Rendimiento/recluta		Beneficio neto de proceso	
		Beneficio neto total de la pesquería	



Cabe destacar que algunos de los indicadores bioeconómicos anteriormente señalados, se utilizarán además como parámetros para el ajuste del modelo bioeconómico desarrollado en los objetivos siguientes

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS N° 2 Y 3.

Desarrollar una aplicación bioeconómica que permita evaluar el impacto económico y social de la puesta en práctica de diversas estrategias de manejo en esta pesquería

Determinar el beneficio económico social neto óptimo de la actividad comercial en la pesquería del recurso centolla en la XII región.

2.2.1 Aspectos generales

Debido a la interdependencia existente entre los objetivos específicos 2 y 3, los aspectos metodológicos se abordan en forma conjunta.

En primer lugar, se desarrolla un modelo biológico que permite conocer los efectivos poblacionales actuales de centolla en la XII Región. Posteriormente, los parámetros derivados de este modelo, son empleados en una proyección finita de la población ante una dinámica económica de la flota asociada a la renta del sector extractivo.

Consecuentemente se realizará la modelación bioeconómica tanto estática como dinámica de la pesquería. En esta se proponen diversos escenarios de manejo (cuotas globales), manteniendo fijas sólo las restricciones de carácter biológico,



tales como: talla mínima y prohibición de extracción de hembras. Para la calibración de la aplicación bioeconómica y la obtención de soluciones numéricas, se utiliza una planilla de cálculo EXCEL 97 y sus herramientas de análisis de datos.

Finalmente, una pieza central en el modelo bioeconómico es la función de beneficios netos de la pesquería. Esta, es un poderoso indicador del grado de bienestar de la pesquería frente a cambios en las condiciones biológicas, tecnológicas, económicas y legales (medidas de regulación). Este punto será abordado mediante escenarios pesimistas y optimistas.

2.2.2 Modelo Biológico

a) Introducción

El modelo empleado para dar cuenta de la dinámica del stock de centolla en la XII Región, debió ser reformulado en términos más robustos, esto es, desarrollar una nueva evaluación del stock a través de un modelo talla-estructurado, cuyos resultados sirvieron de base para la calibración de un modelo discreto de biomasa dinámica que se informa

b) Supuestos iniciales y parámetros de entrada

Este modelo plantea los siguientes supuestos:

- La mortalidad natural permanece constante en toda la fase explotada
- El crecimiento puede ser descrito de acuerdo al modelo de Von Bertalanffy



- La progresión modal en tallas es constante a través del tiempo, así como la proporción de ejemplares de distintas tallas a través de las edades
- El patrón de explotación es constante a través del tiempo

Este último supuesto se basa principalmente en que para el período analizado, el recurso registra una talla mínima de extracción (100 mm) y la total extracción de hembras, lo cual obviamente sugiere que la talla de primera captura no debiese haber variado de forma significativa, como también, que la progresión modal y la distribución de tallas en distintos grupos de edades, obedece a una cuestión biológica condicionada por el crecimiento de los ejemplares, y no por la pesca.

Los parámetros biológicos de entrada al modelo, corresponden a la mortalidad natural, parámetros de crecimiento y los de la relación talla-peso (Canales et al, 1997), en tanto que las fuentes de información son las estructuras de tallas recopiladas por IFOP entre 1979 y 1996, y la magnitud de los desembarques proporcionados por SERNAPESCA en igual período de tiempo.

c) Evaluación del stock de centolla en la XII Región

En este contexto, se postula que la existencia de la dinámica poblacional en tallas, es el resultado de una dinámica poblacional paralela en edades no conocida para crustáceos. Así, el paso de talla a edad (o vice-versa) en todos los estadios dinámicos, corresponde a una transformación lineal a través de una matriz clave talla-edad, definida en términos discretos por la función de densidad normal:

$$P_{ji} = \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \exp \left[\frac{-(l_i - l_j)^2}{2\sigma_i^2} \right] dl$$



donde i indexa la talla y j a la edad, σ_j corresponde a la desviación modal del j -ésimo grupo de edad modelada de acuerdo a Fournier y Breen (1983) en la forma:

$$\sigma_j = a_p + b_p \sqrt{j}$$

en tanto que la j -ésima talla modal queda descrita por el modelo de crecimiento de parámetros conocidos:

$$\bar{l}_j = L_{\infty} (1 - \exp(-k(j - t_0)))$$

Por otra parte, se postula un patrón de explotación talla-específico de la forma:

$$s_i = (1 + \exp(a_s - b_s i))^{-1}$$

el cual para ser deducido a edad, se aplica la clave como un producto matricial:

$$s_j = (p_{i,j})^T * s_i$$

De esta manera, la dinámica de las cohortes a través de los años y las edades se plantea de tipo discreto hacia adelante en la forma:

$$N_{j+1,t+1} = N_{j,t} * \exp(-M) - C_{j,t}^{pred} * \exp(-M/2)$$

donde M es la mortalidad natural conocida, en tanto que las capturas a la edad se predicen a través de la expresión:



$$C_{j,t}^{pred} = C_t * \frac{N_{j,t} * S_j}{\sum_j N_{j,t} * S_j}$$

y la correspondencia en tallas a través de la transformación directa:

$$C_{i,t}^{pred} = p_{i|j} * C_{j,t}^{pred}$$

donde C_t corresponde al desembarque anual en número deducido a través del cociente:

$$C_t = \frac{Y_t}{W_t}$$

donde Y_t es el desembarque anual (en peso) reportado por SERNAPESCA y W_t el peso medio de la captura derivada de la forma:

$$\bar{W}_t = \frac{\sum_i n_i * \bar{W}_i}{\sum_i n_i}$$

$$\bar{W}_i = \alpha * i^\beta$$

con α y β parámetros de la relación talla-peso conocida

Finalmente, el modelo se resuelve determinando los parámetros de la clave talla edad (a_p y b_p), los del patrón de explotación (a_s y b_s), las abundancias a la edad del primer año de análisis ($N_{j,1}$) y los reclutamientos a la pesquería desde el segundo



año en adelante ($N_{i,t}$), que permitan minimizar las diferencias entre las capturas a la talla observadas y predichas en la forma:

$$SCR = \sum_i \sum_t (C_{i,t} - C_{i,t}^{pred})^2$$

Así, la serie de biomazas anuales quedan determinadas como:

$$B_t = \sum_j N_{j,t} * \bar{W}_j$$

donde W_i corresponde al peso medio a la edad establecido como el producto matricial:

$$\bar{W}_j = (p_{i,j})^T * \bar{W}_i$$

d) Puntos biológicos de referencia

El manejo de pesquerías nacionales se ha sustentado principalmente a través del establecimiento de cuotas de capturas, estas últimas como una fracción fija (tasa de explotación) de la biomasa del stock. Dicha fracción, obedece a un criterio biológico derivado de una curva de rendimiento por recluta de largo plazo, la cual para nuestro caso, se emplea el modelo de Thompson y Bell (1934) definido por:

$$\frac{Y}{R} \Big|_F = \sum_{j=1}^{j_k} \frac{F * S_j * (1 - e^{-(F * S_j + M)})}{F * S_j + M} * e^{-\sum_{j=1}^{j_k} F * P_j + M} * \bar{W}_j$$

De esta forma, los algoritmos asociados a los PBR propuestos se establecen como:



$$F_{0,1}: \left. \frac{\partial Y/R}{\partial F} \right|_{F=F_{0,1}} = 0,1 * \left. \frac{\partial Y/R}{\partial F} \right|_{F \rightarrow 0}$$

$$F_{2/3}: \left. \frac{Y}{F * R} \right|_{F=F_{2/3}} = \frac{2}{3} * \left. \frac{Y}{F * R} \right|_{F \rightarrow 0}$$

2.2.3 Modelo económico

Se describe el submodelo económico que permite valorar beneficios y costos asociados a los subsectores de extracción y desembarque. En este contexto, se muestra el mecanismo de obtención de ingreso y costos del subsector extractivo, replicando esta situación para el subsector proceso. Finalmente, se explica los componentes de la función de beneficios sociales netos de la pesquería. En la cuantificación de los valores, se utiliza el dólar como unidad monetaria.

a) Sector extractivo

i) Ingreso

El ingreso total del sector extractivo, es la multiplicación de la cantidad anual desembarcada, por el precio en playa. La cantidad anual desembarcada y los precios promedio de playa se obtienen a partir de registros de SERNAPESCA y registros provenientes de los monitoreos de IFOP..



El ingreso generado por la flota corresponde a la multiplicación del precio obtenido en el mercado en playa por la cantidad desembarcada. En este sentido, los precios juegan un rol clave en la dinámica de la pesquería. La abundancia del recurso y el precio son el principal determinante del ingreso. Se supone en este caso una función de demanda perfectamente elástica para el mercado en playa. De esta manera es posible suponer un precio exógeno al modelo. Consecuentemente el ingreso total anual es obtenido de la siguiente manera.

$$IT_j(t) = P_t Y_j(t)$$

ii) Costos

Los costos se dividen en cuatro ítemes: a) costos de operación : que es función del nivel de esfuerzo desplegado y del volumen de desembarque, b) costos fijos: que son función del número de embarcaciones, c) costos de oportunidad de la mano de obra: que dependen del número de botes y de las alternativas de trabajo en la economía (regional o nacional) y d) el costo de capital: que depende del nivel de inversión. Este tiene dos componentes, la depreciación real y el costo de oportunidad del capital de la inversión.

La estructura de los costos fijos representa la suma de los costos de mantención que se hace a la embarcación, motor y artes de pesca empleados y los costos de depreciación e interés del capital.

Los costos variables son estimados a partir de la distancia del puerto a las zonas de pesca (costo promedio de combustible) y la captura específica obtenida por unidad



de tiempo (costo por bono de pesca). Se considera también los costos de víveres y combustible en los que incurren las embarcaciones que se radican por periodos prolongados de tiempo en los lugares mismos de extracción (faenas pesqueras).

Así, la ecuación de costo total queda definida de la siguiente forma:

$$CT(t) = h(t)\mu + E(t)\phi + CF_b NB(t)$$

donde:

$h_j(t)$: cantidad desembarcada en el tiempo t.

$E_j(t)$: nivel de esfuerzo en el tiempo t.

μ : costo del bono de pesca en el tiempo t.

ϕ : costo por unidad de esfuerzo en el tiempo t.

NB : número de embarcaciones en el tiempo t.

iii) Empleo

El empleo directo (asociado a la extracción del recurso), se define en función del nivel de esfuerzo desplegado, este último en términos de número de embarcaciones, de la siguiente forma:

$$OCU(t) = NB(t) * NTrip(b)$$

donde:

OCU (t) : Cantidad de ocupados en flota

Nb_j (t) : número de barcos en el tiempo t

Ntrip (b) : Número promedio de tripulantes por embarcación



iv) Beneficio neto

Se define el beneficio neto para un tipo de embarcación j en el tiempo según la siguiente expresión.

$$BN(t) = IT(t) - CT(t)$$

donde:

$IT_j(t)$: ingreso total de la flota en el tiempo t

$CT_j(t)$: costo total de la flota en el tiempo t .

b) Sector de proceso

i) Ingreso

De acuerdo a la definición del sistema propuesto, la pesquería involucra actividades extractivas y de proceso - exportación. Por tanto, el producto final de esta actividad no es la captura del recurso, sino la cantidad final procesada de cada tipo de producto a exportar. El ingreso de este sector, queda entonces definido de la siguiente forma:

$$IT(t) = \phi Q(t) * Ppr(t)$$

donde:

ϕ : coeficiente de rendimiento de la materia prima a producto final.

Ppr : precio promedio de venta (ponderado por tipo de producto)

Q : cantidad de materia prima en el tiempo t



ii) Costos

Los costos variables de procesamiento son aquellos que dependen de la cantidad producida. En este ítem se incluyen, materia prima, mano de obra, reactivos, energía y combustible y otros.

Los costos fijos no dependen de la cantidad procesada. Se estiman con base anual y considera, salarios, seguros, mantención, gastos generales y varios. El costo de oportunidad del capital se estima con el mismo método que se utiliza en el sector extractivo. Se determina el costo anual, expresada de la siguiente manera:

$$CT^P(t) = CF^P + CV^P * Q(t)$$

donde:

- CV : costo variable
- CF : costo fijo
- Q : materia prima

iii) Beneficio neto

Finalmente es posible acumular el beneficio obtenido por todas las plantas y obtener el beneficio neto total del sector proceso. Matemáticamente esto puede ser expresado de la siguiente manera.

$$BN_{pp} = IT^P(t) - CT^P(t)$$



2.2.4 Modelo bioeconómico de la pesquería

a) Introducción

La aplicación bioeconómica, dice relación a un análisis integral interrelacionado del modelo biológico, y de aquellas variables de índole extractivas que determinan la dinámica económica de una determinada pesquería. En tal sentido, se presenta en primer lugar, un modelo bioeconómico estático en equilibrio de largo plazo, vale decir, un modelo en el cual se integran las funciones biológicas y económicas de la pesquería, con el fin de obtener magnitudes de esfuerzo de pesca (barcos) y rendimientos económicos equilibrados de largo plazo.

Posteriormente, se desarrolla un modelo dinámico de la pesquería en el cual se integran tanto aspectos económicos de los agentes que participan en el sector, como también parámetros que determinan la dinámica biológica de una población.

b) Modelación estática y puntos bio-económicos de referencia

Para la determinación de los puntos bio-económicos de referencia, se desarrolla el modelo de Shaeffer en equilibrio de acuerdo a las expresiones de biomasa y desembarques:

$$B^{eq}_{t+1} = B^{eq}_t + r * B^{eq}_t * \left(1 - \frac{B^{eq}_t}{K}\right)$$
$$Y^{eq}_t = r * B_t * \left(1 - \frac{B^{eq}_t}{K}\right) = \frac{F^{eq}_t * B^{eq}_t * (1 - \exp(-F^{eq}_t - M))}{F^{eq}_t + M}$$



Donde de esta última expresión, es posible derivar a partir de las mortalidades por pesca equilibradas, los correspondientes tamaños de flota para la pesquería.

Por otra parte, conocida la función de costos proporcional con esfuerzo ($C(E)$), y el ingreso como producto entre el precio playa y el desembarque ($I(Y(E))$), se determinan los siguientes puntos de interés:

- Nivel de esfuerzo donde se maximiza la renta (óptimo económico)

$$\max \Pi_{E^*} = \max \{I(Y(E^*)) - C(E^*)\}$$

- Nivel de esfuerzo donde se maximiza el ingreso y el rendimiento (óptimo biológico)

$$\max(I(Y(E^*)))$$

- Nivel de esfuerzo donde se disipa la renta (óptimo social)

$$\Pi_{E^*} = \{I(Y(E^*)) - C(E^*)\} = 0$$

Para la determinación de los puntos bioeconómicos de referencia, se desarrolla el modelo de Shaeffer en equilibrio de acuerdo a las expresiones de biomasa y desembarques:



$$B^{eq}_{t+1} = B^{eq}_t + r * B^{eq}_t * (1 - \frac{B^{eq}_t}{K})$$

$$Y^{eq}_t = r * B_t * (1 - \frac{B^{eq}_t}{K}) = \frac{F^{eq}_t * B^{eq}_t * (1 - \exp(-F^{eq}_t - M))}{F^{eq}_t + M}$$

Donde de esta última expresión, es posible derivar a partir de las mortalidades por pesca equilibradas, los correspondientes tamaños de flota para la pesquería.

Por otra parte, conocida la función de costos proporcional con esfuerzo (C(E)), y el ingreso como producto entre el precio playa y el desembarque (I(Y(E))), se determinan los siguientes puntos de interés:

- Nivel de esfuerzo donde se maximiza la renta (óptimo económico)

$$\max \Pi_{E^*} = \max \{I(Y(E^*)) - C(E^*)\}$$

- Nivel de esfuerzo donde se maximiza el ingreso y el rendimiento (óptimo biológico)

$$\max(I(Y(E^*)))$$

- Nivel de esfuerzo donde se disipa la renta (óptimo social)

$$\Pi_{E^*} = \{I(Y(E^*)) - C(E^*)\} = 0$$



c) Modelación dinámica

Se presenta un modelo dinámico de simulación que integra factores biológicos, tecnológicos y económicos para evaluar los efectos económicos y sociales de diferentes alternativas de manejo pesquero.

En este contexto, se describe en primer lugar *un submodelo dinámico de la población*, determinado para cada año de proyección, por procesos asociados al crecimiento natural de la población: crecimiento somático individual y reclutamientos, y por procesos asociados a pérdidas tales como: mortalidad natural y por pesca.

Por su parte y como consecuencia de lo anterior, *el submodelo modelo dinámico de la flota*, describe los cambios de largo plazo del esfuerzo de pesca ejercido por la flota y su efecto sobre la mortalidad por pesca anual, de manera tal que existirá una relación biyectiva en términos de que cambios en el tamaño de la flota y el esfuerzo afectarán la dinámica del stock y viceversa. Lo anterior permitirá estimar beneficios y costos en el tiempo como consecuencia de la interacción del stock con la flota bajo diferentes escenarios.

A continuación se describen en detalle cada uno de los submodelos. Se caracterizan las relaciones funcionales, las interacciones y los parámetros. Se presentan los escenarios de manejo y por último las condiciones iniciales que permitirán ejecutar el modelo.



i) Submodelo dinámico de la población

Considerando que el stock evaluado corresponde a solo machos comerciales, y que por ende proponer una relación stock-recluta resulta inconsistente biológicamente, con el fin de lograr la proyección de distintos escenarios en el largo plazo, se plantea el modelo de Shaeffer establecido de la forma:

$$B_{t+1} = B_t + r * B_t * \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - Y_t$$

donde B_t es la biomasa total a inicios del año t-ésimo, r es la tasa intrínseca de crecimiento, K la biomasa máxima teórica y Y el desembarque.

De esta forma, conocidos los niveles de biomasa establecidos por el enfoque talla-estructurado (B^{obs}), y comenzando la serie con la biomasa inicial del año 1979, la solución al problema se resuelve determinando los parámetros r y K que permitan minimizar la función objetivo:

$$\phi = \sum_t (B_t^{obs} - B_t^{pred})^2$$

situación que a su vez, permite conocer los niveles de mortalidad por pesca para cada año, despejando F analíticamente de la ecuación:

$$\frac{F_t * B_t * (1 - \exp(-F_t - M))}{F_t + M} - Y_t = 0$$



En este sentido, y considerando la existencia de relación necesaria entre la mortalidad por pesca y el esfuerzo pesquero (naves), se propone un modelo determinístico de poder en la forma:

$$F_t(E) = \gamma * E_t^{-\kappa}$$

el cual sugiere en el extremo para un stock intensamente sobreexplotado, que pequeñas variaciones en el tamaño de la flota, la mortalidad sobre el stock crecerá potencialmente.

ii) Submodelo dinámica de la flota

Las variaciones en el tamaño de la flota (E), se plantean dependiente de la renta inmediatamente pretérita a través de la expresión:

$$E_{t+1} = E_t + \eta * \Pi_t$$

donde Π_t es la renta de la pesquería en el t-ésimo año y η es el coeficiente de Smith establecido en base a los antecedentes históricos disponibles de expansión de la pesquería (1980-1984). En este sentido, el parámetro se determina minimizando la suma de cuadrados:

$$\min \sum_t (E_t^{obs} - E_t^{pred})^2$$

donde E_t^{pred} corresponde al tamaño de la flota predicha por el modelo como función de la renta y el tamaño de la flota pretérita.



Establecido este importante parámetro, al modelo de dinámica de la flota se le incorpora la sub-funcionalidad de la renta en la forma:

$$E_{t+1} = E_t + \eta * \Pi_t(\bar{p}, \bar{Y}_t, \bar{c}, E)$$

$$\Pi_t = \bar{p} Y_t(E, B) - \bar{c} E_t$$

donde las variables *ceteris paribus* corresponden a p (precio de venta) y c (costo unitario por unidad de esfuerzo), E es el tamaño de la flota (esfuerzo de pesca), e Y el desembarque como función de la biomasa (B) y el esfuerzo en la forma:

$$Y_t = \frac{F_t(E_t) * B_t * (1 - \exp(-F_t(E) - M))}{F_t(E) - M}$$

d) Análisis de la pesquería ante distintos escenarios de manejo

El análisis bioeconómico de la pesquería de la centolla en la XII región será evaluado a través de dos escenarios generales: Cuota Global de Captura (CGC) y Sin Cuota Global de Captura (SCGC). Los escenarios serán comparados a través del criterio del valor presente neto (VPN). Finalmente, se construirán tablas de decisión minimax y maximin siguiendo la metodología de Seijo *et. al.* (1996).

i) Escenario con Cuota Global de Captura (CGC)

Para la estimación de la CGC se deberá antes que nada, determinar aquel punto biológico de referencia (F_{ref}) más adecuado para la explotación de este recurso. En



este sentido y considerando los resultados derivados del modelo estático antes descrito, se podrá optar por ejemplo por el valor de $F_{cr} = F_{0,1}$, o algún otro nivel que será analizado debidamente en el desarrollo del proyecto.

De esta manera, la Cuota Global de Captura se estima mediante la expresión:

$$CGC_t = \sum_L \frac{F_{ref} * S(L)}{F_{ref} * S(L) + M} N(L,t) * \bar{W}(L) * (1 - e^{-F_{ref} * S(L) - M})$$

▫ **CGC con restricción de acceso**

En esta alternativa, se inicia la proyección con el actual número de barcos inscritos en la pesquería (Nb^*), de manera tal que la dinámica del esfuerzo asociada podrá dar cuenta solo del retiro de barcos ante rentabilidades substancialmente desfavorables, es decir $Nb(t+1)$ estará determinada por las siguientes restricciones:

- si $\lambda \sum_{j=t-n}^{t-1} p_j BN_j \geq 0$; $Nb(t+1) = Nb^*$
- si $\lambda \sum_{j=t-n}^{t-1} p_j BN_j < 0$; $Nb(t+1) = Nb(t) + \lambda \sum_{j=t-n}^{t-1} p_j BN_j$
- si $C(t) \geq CGC$; $Nb(t+1) = Nb(t)$
- si $C(t) < CGC$; $Nb(t+1) = Nb(t) + \lambda \sum_{j=t-n}^{t-1} p_j BN_j$

es decir, se debe cumplir la restricción techo que $Nb(t+1) \leq Nb^*$, y que $C(t) < CGC$.



▫ **CGC sin restricción de acceso**

En esta alternativa, la dinámica del esfuerzo de pesca quedará bajo las siguientes restricciones:

- si $C(t) \geq CGC$; $Nb(t+1) = Nb(t)$
- si $C(t) < CGC$; $Nb(t+1) = Nb(t) + \lambda \sum_{j=t-n}^{t-1} p_j BN_j$

ii) **Escenario sin Cuota Global de Captura (SCGC)**

▫ **SCGC con restricción de acceso (actual régimen)**

En este escenario, solo se debe admitir el retiro de barcos de la pesquería ante rentas desfavorables es decir, se debe cumplir la restricción techo que $Nb(t+1) \leq Nb^*$ de tal manera que la dinámica asociada al esfuerzo se restringe por:

- si $\lambda \sum_{j=t-n}^{t-1} p_j BN_j \geq 0$; $Nb(t+1) = Nb^*$
- si $\lambda \sum_{j=t-n}^{t-1} p_j BN_j < 0$; $Nb(t+1) = Nb(t) + \lambda \sum_{j=t-n}^{t-1} p_j BN_j$

▫ **SCGC sin restricción de acceso (libre acceso)**

En este escenario, la dinámica del esfuerzo será gobernada solo por las variaciones en la renta generada por la pesquería en la forma:



$$Nb(t+1) = Nb(t) + \lambda \sum_{j=t-n}^{t-1} p_j BN_j$$

e) Función de beneficio neto de la pesquería

Una pieza central en el modelo bioeconómico es la función de beneficios netos de la pesquería. Esta es un poderoso indicador del grado de bienestar de la pesquería frente a cambios en las condiciones biológicas, tecnológicas, económicas y legales (medidas de regulación). De esta manera es posible definir el beneficio como una proxy del excedente del productor.

$$FBSN : BN^{pl}(t) + BN^c(t)$$

donde:

- $BN^{pl}(t)$: beneficio neto del sector de proceso en t
- $BN^c(t)$: Beneficio neto sector extractivo en t.





3. RESULTADOS

3.1 OBJETIVO ESPECÍFICO N°1

Definir y analizar en forma integral el sistema productivo (extracción, proceso y mercado) de la pesquería de centolla en la XII Región

3.1.1 Historia de la pesquería de centolla en la xii región

La pesquería de centolla en la XII Región, se inició en 1928, centrándose su actividad en Puerto Porvenir y Bahía Inútil hasta principios de los años 60, incorporándose posteriormente otras áreas de extracción (Isla Dawson, Seno Almirantazgo y Seno Otway), límites que se mantuvieron hasta 1974. En 1975 se inician capturas en Canal Balleneros y Canal Beagle, integrándose a partir de 1977 el Archipiélago del Cabo de Hornos.

En 1979, en consideración a que la pesquería de la centolla se encontraba en una fase de franca expansión (alcanzando un desembarque de 2.242 t) y los estudios sobre el recurso se estimaban insuficientes, el Gobierno Regional decidió el inicio de un Programa de Investigación tendiente a lograr un mayor conocimiento biológico – pesquero de la especie y una vigilancia del estado del recurso, él cual fue financiado por dicha entidad entre 1979 y 1987.

Con anterioridad a 1979, la XII Región era considerada como una sola área para los efectos de las estadísticas de pesca. Sin embargo, con el objeto de lograr una visión más detallada y realista de lo que ocurría con la pesquería de centolla, desde el



inicio de la investigación y durante toda la etapa de esta, la Región fue sectorizada en distintas áreas. La delimitación de cada una de ellas fue, en gran medida arbitraria, ya que se fue generando fundamentalmente sobre la base del desarrollo de las propias actividades pesqueras.

En 1979 la cobertura geográfica de la pesquería experimentó considerables variaciones, siendo la característica más notable la expansión de la actividad extractiva hacia la zona norte de la XII Región. En la temporada 1979 – 1980 la pesca se efectuó principalmente en áreas situadas al sur del Estrecho de Magallanes. Cabe destacar que a comienzos de esta temporada la extracción en el área de Seno Año Nuevo, siendo la más importante en lo que respecta a desembarques, seguida por el área del Archipiélago del Cabo de Hornos y Canal Balleneros.

En la temporada 1980 – 1981 dejó de explotarse el área del Canal Beagle y casi la totalidad del área del Canal Balleneros. En este año se incorporó a la explotación el área de Isla Maldonado y el límite norte de la pesquería alcanzó hasta el Estrecho Nelson.

Durante la temporada 1981 – 1982 prácticamente no se registraron cambios en la zona situada al norte del Estrecho de Magallanes, en tanto que en el sur volvieron a utilizarse las áreas del Canal Balleneros y el Archipiélago del Cabo de Hornos.

En la temporada 1982 – 1983 se incorpora a la explotación el área de Isla Guarello, con lo que la pesquería se extiende por el norte hasta el Canal Trinidad. En este período deja de explotarse, luego de más de cinco décadas de actividad, el sector norte (Porvenir), al cobrar vigencia un decreto de veda temporal por cuatro años. En la temporada 1983 – 1984 la actividad pesquera en la zona norte (áreas Isla



Maldonado y Guarello) se restringió a unas pocas localidades y se inició la explotación en el extremo occidental del área de Isla Desolación.

Entre los lugares que se caracterizaron por una explotación continuada entre 1979 y 1984 deben destacarse Seno Otway, Seno Martínez, Seno Agostini, Seno Almirantazgo, Seno Brookes, Canal Beagle y Seno Año Nuevo.

Durante 1984, la actividad pesquera en torno al recurso centolla se desarrolló dentro de los límites geográficos del año anterior, exceptuando la incorporación de algunos sectores de Isla Dawson.

La expansión de la actividad pesquera a sectores situados al norte del Canal Trinidad, motivaron en 1985 la incorporación de una nueva área de estudio, Puerto Edén, manteniéndose el esquema de áreas utilizado por Hernández y Díaz (1985). De esta forma la XII Región quedó subdividida en 14 áreas operativas, extendiéndose el límite septentrional hasta el 48°37' S, coincidiendo con el límite político – administrativo que separa las regiones XI y XII.

En 1986 al igual que años anteriores, la realización de la toma de información en las zonas de pesca dependió de la cooperación de empresas y pescadores artesanales, donde se pudo acceder a algunos sectores de las áreas de Isla Desolación, Canal Balleneros, Seno Año Nuevo, Canal Beagle, Isla Maldonado y Guarello.

Las buenas expectativas comerciales de la centolla como producto de elite en el mercado internacional, origina a partir de 1986 un notable crecimiento del Sector Pesquero de la XII Región, con un importante aumento en el número de empresas e inversión asociadas, en particular desde 1984. Este crecimiento y la relevancia del recurso que tenía para la economía regional, motivaron la preocupación de la



Autoridad Pesquera por implementar normas de regulación que permitieran un balance adecuado entre los requerimientos de la Industria y la protección del recurso, para perdurar a través del tiempo en niveles comerciales aceptables.

Es así como en 1987 entró en vigencia la veda en los meses de diciembre y enero, medida orientada a proteger el período reproductivo de la especie la cual se complementó a otras normas de regulación de la pesquería que consistió fundamentalmente en la prohibición de desembarcar hembras, talla mínima de extracción 120 mm de longitud cefalotorácica para los machos y uso de trampas como arte de pesca exclusivo en la captura de centolla.

A partir de 1988 a la fecha, sólo se tiene información proveniente de los desembarques. En 1989, la mayor actividad se registró en las áreas de la zona sur, incluyendo el área de Seno Año Nuevo, la que pese a estar vedada por cuatro años a partir de septiembre de 1988, continuó soportando actividad pesquera, la que no pudo ser controlada debido a las dificultades de acceso y lejanía de dicha zona. En cuanto a las áreas del norte de acuerdo a lo que observaron las empresas pesqueras, estas zonas tendrían menor productividad que las áreas del sur, como lo demostraría el hecho de que pese a tener menos tiempo de explotación, los rendimientos de pesca en general siempre han sido menores (Hernández *et al.*, 1984; Díaz y Muzio, 1987; Díaz, 1988).

En 1989, la principal área del norte fue la zona de Puerto Edén, registrándose también actividad en menor grado en las áreas de Isla Maldonado e Isla Guarello.

En 1990, se registró actividad pesquera en 11 áreas de pesca distintas, el mayor desembarque se verificó en la zona situada al sur del Canal Beagle, en especial en las Islas Wollaston, estimándose que esta zona contribuyó con un más de un 70 % del desembarque. En 1992 y 1993 las regulaciones determinaron una temporada de



pesca comprendida entre el 1º de mayo y 30 de noviembre, de cada año, respectivamente. A partir de 1994 la temporada de pesca está restringida desde el 1º de Julio al 30 de Noviembre.

3.1.2 Organización de la industria asociada a la explotación de centolla en la xii región, marco conceptual

Como ha sido descrito hasta ahora la explotación del recurso centolla ha pasado por varias etapas desde la expansión a fines de la década de los setenta. El aumento de los desembarques trajo consigo procesos de capitalización en flota y plantas que permiten la expansión de las capturas hasta alcanzar un máximo a mediados de la década de los 80. Luego comienza la fase de decaimiento y posterior estabilidad, la que se prolonga hasta la actualidad.

Se presenta un modelo conceptual que refleja los principales características de la explotación del recurso centolla en la XII región. Este sirve para describir los aspectos importantes para cualquier administrador, la estructura del sistema a regular y aquellos factores que influyen en su dinámica. En la figura 3 se observa un diagrama conceptual que permite identificar los factores que afectan la explotación de la centolla en la XII región. Además, este esquema permite visualizar las características de cada subsistema y los tipos de indicadores que pueden ser utilizados para describirlos.

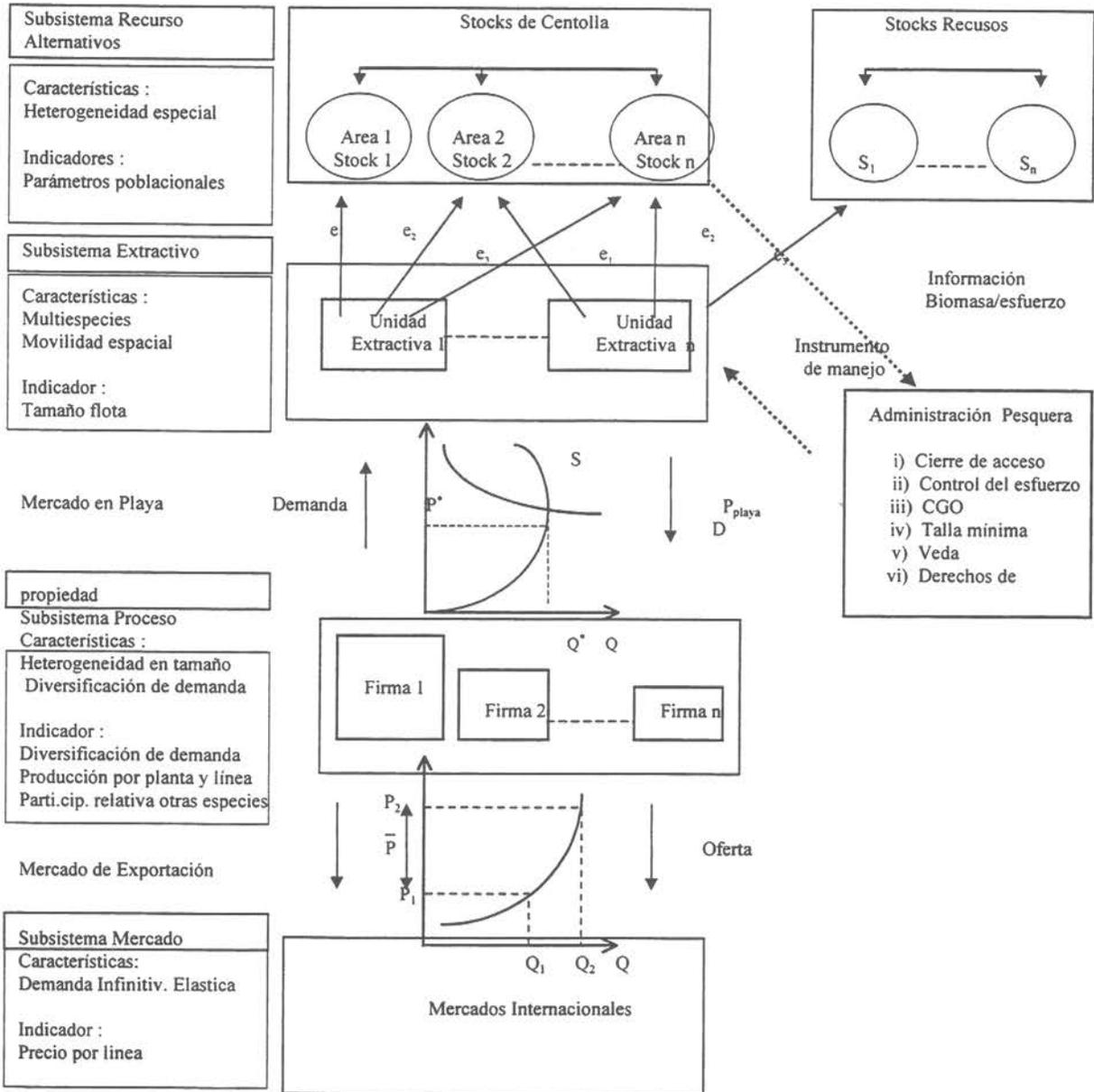


Figura 1.- Modelo conceptual de la pesquería de centolla



La estructura del sistema está determinada por la interacción de subsistemas que la componen, es decir: i) recurso, ii) extractivo, iii) proceso, iv) de mercado y v) administración pesquera.

El subsistema recurso, muestra el stock de centolla en la XII región, dividido en varias unidades de stock definidas por las diferentes áreas de pesca. Es posible asumir que cada unidad de stock (área) tiene diferentes niveles de productividad y que reaccionan de diferente manera a la explotación. El reconocimiento de la heterogeneidad espacial de la pesquería es un primer paso para comprender el comportamiento de la industria frente a diferentes alternativas de manejo y condiciones económicas. De esta manera cada stock, al ser considerado como autosustentable, queda determinado por sus propios parámetros de dinámica poblacional, i.e.: reclutamiento, fecundidad, mortalidad natural y por pesca y crecimiento específico al área/stock.

El subsistema extractivo muestra a la flota compuesta por diferentes unidades extractivas, cada una de ellas corresponde a 4 o 5 botes más una embarcación transportadora. Las principales características de este subsistema, es su carácter multiespecie y su movilidad espacial entre temporadas de pesca. Cada unidad decide en el corto plazo (un año) asignar el esfuerzo de pesca de acuerdo a condiciones económicas y tecnológicas. En una temporada cada agente decide el área donde capturar, entre los diferentes stocks locales de centolla, tomando como referencia la productividad del stock y la distancia a puerto. De la misma forma, decide cuánto esfuerzo asignar considerando la relación productividad/distancia a puerto de las otras especies alternativas (erizo y centollón, etc.).

La interacción con el subsistema de mercado se realiza a través de las transacciones que realizan los agentes en el mercado de playa. En este mercado se



definen los precios a pagar, sujeto a las cantidades ofrecidas por el subsector extractivo.

El subsistema de proceso está compuesto por todas las empresas dedicadas al procesamiento y venta del producto final a los mercados internacionales. La principal característica de este sistema es la heterogeneidad en la escala de operación de las plantas, definida por distintas condiciones tecnológicas y económicas. Otro rasgo importante es su carácter multiproducto, es decir, dedicadas a la elaboración de diferentes productos con diferentes mercados de destino.

En este caso se definen como indicadores de desempeño a la producción por planta valor que permite caracterizar el grado de concentración relativa de la industria y cualquier otro indicador de participación relativa de las especies en la producción total por empresa.

Las empresas habitualmente se comportan adecuando su capacidad (inversión / desinversión por línea) en respuesta a las condiciones definidas por la oferta de materia prima. En el corto plazo las condiciones biológicas de las especies explotadas o bien los cambios climáticos producen importantes “peaks” estacionales en muchas áreas. Cambios en las empresas por alcanzar estos peaks usualmente genera capacidad ociosa por el resto del año. En pesquerías competitivas la duración de la temporada de pesca se acorta paulatinamente, a medida que los stocks disponibles disminuyen por efectos de la explotación.

Eventualmente, esta situación entre temporadas llevan a las empresas a coordinar diferentes arreglos contractuales con las embarcaciones como una manera de internalizar los riesgos asociados a la actividad.



El comportamiento de las firmas procesadoras se limita a maximizar la demanda por materia prima compitiendo en los mercados de playa con otras firmas rivales. De esta manera, la industria es conducida por la oferta como lo señala el gráfico intermedio entre los subsistemas extractivo y de proceso. Cualquier punto de la curva de oferta (curva de costo medio evitable (en equilibrio) de largo plazo del sector extractivo) produce una condición de equilibrio definido por el traslado de la curva de demanda de las firmas procesadoras.

El subsistema de mercado está relacionado con variaciones en los precios pagados en cada mercado por los productos que la industria ofrece. En la industria que explota centolla en la XII región enfrenta una demanda infinitamente elástica, esto indica que la industria no puede afectar los precios internacionales. Sin embargo, cambios en los precios pueden determinar cambios en la conducta de la industria.

Por último el subsistema Administración Pesquera define la interrelación que existe entre el sistema a manejar y el administrador. Las fuentes de interacción es de dos tipos, a saber: 1) obtención de información del sistema, principalmente del estado recurso y del esfuerzo y 2) diseño, implementación y control de medidas de manejo. El efecto de las medidas de manejo dependerá de la estructura del sistema y su capacidad para reaccionar a éstas (resiliencia). Ejemplos de medidas de manejo, son entre otras: 1) cierre de acceso, 2) control del esfuerzo de pesca (nº de embarcaciones, trampas, etc.), 3) talla mínima, 4) reservas marinas y 5) asignación de derechos de propiedad.

Hasta este punto se ha establecido la importancia de sistematizar la información sobre la estructura de una industria asociada a la explotación del recurso en un contexto de manejo. Sin embargo, es necesario destacar que los efectos del manejo se producen en el tiempo, por lo que las connotaciones dinámicas deben ser



tratadas explícitamente para evaluar el impacto biológico y económico de diferentes opciones de manejo.

3.1.3 Subsistema biológico

a) Generalidades

La pesquería del recurso centolla en la XII Región, se desarrolla en torno a innumerables bahías y fiordos que caracterizan la geografía de la zona, aspectos que de alguna u otra forma establecen barreras físicas naturales que impiden una mezcla homogénea de los individuos que constituyen la población vulnerada de esta especie.

Durante 1996 y 1997, el Instituto de Fomento Pesquero desarrolló pescas de investigación de centolla al sur de Punta Arenas (sector Timbales y Seno Año Nuevo), con el objeto de recabar información asociada a las estructuras de tallas de los stock explotables, proporciones sexuales y rendimientos de pesca

En este contexto, la proporción promedio de machos y hembras se estableció en 1:1,5, con niveles de rendimientos de pesca para machos que variaron entre 0,3 - 0,6 individuos/trampa, y entre 0,4 y 0,98 individuos/trampa para hembras.

Con relación a las estructuras de tallas, se estableció que los individuos machos son significativamente más grandes que las hembras, por cuanto sus tallas promedios estimadas variaron entre 94,0 mm la mínima y 117,8 mm la máxima, en tanto que para las hembras las cotas de este rango se reducen a 83,7 mm la mínima y 110,8 mm la máxima. De igual forma, se estableció que para una misma zona, la variación de la talla promedio de la fracción explotable (machos sobre 120 mm de cefalotórax)



antes y después de la temporada de pesca disminuye de 120 mm a 90 mm aproximadamente, en tanto que para las hembras, sexos con total prohibición de ser capturado, las tallas promedios registradas después de la temporada llegó a una disminución de 27 mm.

Por otra parte, se determinó que el crecimiento en peso del recurso centolla en la XII Región, presenta una leve isometría positiva para machos ($b=3,06$) y levemente negativa en el caso de las hembras ($b=2,84$), destacándose que para rangos superiores a los 120 mm de longitud cefalotorácica, para una misma talla, el peso individual de machos es mayor al de las hembras.

b) Muestreo de los desembarques de centolla en la XII Región

El muestreo de los desembarques desarrollado por IFOP durante 1996, estableció que la talla promedio llegó a los 133,0 mm y un porcentaje de individuos bajo talla cercana al 11,4%. El análisis mensual de estas estructuras indicó que en el mes de octubre se registró la máxima talla promedio con 136,7 mm de longitud cefalotorácica, lo cual generó la mínima incidencia de individuos bajo la talla legal de extracción con un 8,5%, en tanto que la mínima talla promedio se registró en el mes de julio con 131,0 mm y una incidencia de machos bajo talla, cercana al 9%.

Al analizar esta talla promedio, respecto de la evolución que presentó esta variable entre 1979 y 1996, se observó que la longitud media obtenida durante 1996 fue la más alta de toda la serie, no existiendo razones biológicas de consideración que permitan sustentar la hipótesis que durante este año se vulneró con particularidad, una fracción de centollas más longevas desde la población. En este sentido, se observa que entre 1982 y 1986, la talla promedio disminuyó de 132,0 a 122,0 mm,



respectivamente, para luego presentar hasta 1994, una sostenida variación en torno de los 125,0 mm de cefalotórax.

En este sentido, Canales *et al.* (1997) plantea que este significativo desplazamiento de la frecuencia de tallas hacia los individuos más grandes de la población, se debe a una significativa presencia de pereiópodos y que las (extremidades) de individuos bajo tallas en los desembarques, por lo cual resulta obvio que lo muestreado en tierra no da cuenta de la efectiva composición de tallas del stock.

c) Estimación de parámetros de crecimiento de centolla en la XII Región

Recientemente, Canales *et al.* (1997), determinó los parámetros de crecimiento de centolla sobre la base de un análisis integrado de estructuras de tallas de las capturas entre 1984 -1987 y 1996. En este sentido, la identificación y distribución de las clases modales sugiere que el stock explotable de centolla se encontraría compuesto por 4 a 5 grupos de edad (edades 4, 5 - 8), destacándose que los machos alcanzarían la talla comercial (120 mm) a una edad aproximada de 6 años, edad levemente inferior a los resultados obtenidos por Sanhueza (1979), en los cuales se informa que una centolla macho o hembra, de 80 mm de cefalotórax, tendría por lo menos 3 años de edad y para que un macho alcance la talla mínima legal (120 mm), se requeriría de por lo menos 7 años.

Por otra parte, de acuerdo a Campodónico y Hernández (1983), el porcentaje promedio de incremento por muda de centolla alcanza un 15%, no existiendo diferencias significativas en el crecimiento de machos y hembras. En este sentido, estos autores informan que las hembras de tamaños inferiores a los 80 mm podrían tener a lo menos 2 mudas al año, pero luego de alcanzada la madurez sexual, experimentarían



sólo una muda anual. Por su parte, los machos presentarían 2 mudas anuales dentro del rango de tallas de 70 y 90 mm de cefalotórax, pero conforme aumenta el tamaño se produce, generalmente, una muda anual.

En este sentido, los parámetros de crecimiento obtenidos por Canales *et al.* (1996) corresponden la talla asintótica que en machos es de 175,4 mm, y en hembras de 167,3 mm de cefalotórax, observándose para ambos sexos una significativa similitud en el coeficiente de Brody (K), ($K=0,215$ para machos y $K = 0,214$ para hembras).

Por otro lado, ante los antecedentes que sustentan una importante variabilidad de los procesos biológicos de centolla a nivel micro-zonal, se desprende que los resultados antes mencionados deben ser atendidos con cautela y analizados desde un punto de vista macro-regional. En efecto, Guzmán (1986) informó que por sobre la talla de primera madurez sexual, las diferencias en el crecimiento de centolla eran significativas entre sexos, como también encontró que el rango de variabilidad de la talla de primera madurez para hembras se encontraba entre los 76,1 y 111,6 mm de cefalotórax, en tanto que para machos, esta talla variaba entre los 80,6 y 114,1 mm.

De acuerdo a este mismo autor, se determinó que las variaciones en las tallas de primera madurez sexual (TMS) presentaban un significativo grado de correlación en términos longitudinales, destacándose que para los sectores ubicados en las cercanías del Océano Pacífico, la TMS era superior a los ejemplares ubicados en áreas interiores y más protegidas, demostrando además que la TMS se alcanzaría en torno de un 60% de la talla máxima esperada.



d) Estimación de mortalidad natural de centolla en la XII Región

Sobre la base de los resultados obtenidos por Canales *et al.* (1997), la mortalidad natural de centolla en la XII Región se encuentra en el rango acotado por los valores de $M=0,35$ y $M=0,40$, estableciéndose como esperanza un valor de $M=0,38$ y una máxima expectativa de vida de 14 años.

En este sentido, se debe destacar que la principal causa de mortalidad natural en este tipo de crustáceos, es el parasitismo por parte del rizocéfalo *Briarossacus callosus* (Campodónico y Hernández, 1983), y que la mortalidad alcanza significativas proporciones en los organismos parasitados. En efecto, estos autores informan que a partir de muestreos efectuados en diversas áreas, la proporción de individuos parasitados disminuye conforme aumenta la talla, encontrándose que en algunos sectores más de un 20% de la población representada en las capturas está parasitada.

3.1.4 Subsistema Extractivo

a) Aparejo de pesca

El aparejo de pesca utilizado y autorizado legalmente para la extracción del recurso centolla en la XII Región, es la trampa o nasa, y que al unir varias unidades forman la "tena". Estas generalmente están compuestas entre 15 y 20 trampas.

La trampa es una estructura metálica de forma cónica truncada, la cual presenta un armazón hecho por dos aros de fierro unidos por seis travesaños y su altura es de 0,8 m aproximadamente. Su boca es un anillo doble de 0,4 m de diámetro



resguardada en su interior por una banda o anillo circular plástico que evita la fuga de los ejemplares capturados, en tanto que la base inferior esta constituida de igual forma por un anillo doble y presenta un diámetro de 1,2 m. La trampa está cubierta por un paño de red trenzado con nudo cuyo tamaño de malla varía entre 1,5 y 2,5" dependiendo de los remiendos realizados sobre éstos.

b) Embarcaciones

En lo que respecta a la composición de la flota, el mayor número de embarcaciones corresponde a cúteres y a lanchas, las que en conjunto representan más del 50% de la flota de extracción. El resto de ella está constituida básicamente por chalupas y botes y en una proporción considerablemente menor, por pesqueros de alta mar (PAM). Cabe destacar que estos últimos operaron sólo hasta 1984, posterior a esa fecha han sido utilizados como embarcaciones de transportes.

La eslora de las embarcaciones artesanales en su gran mayoría varía entre 8 y 14 metros, existiendo muy pocas mayores a 14 m.

En la figura 2 se ilustra la evolución de las embarcaciones pesqueras, en el período 1979 - 1989.

c) Operación de pesca

El régimen operacional básicamente consiste en: navegación para la búsqueda de fondos adecuados en el área de pesca, posteriormente, preparación de las trampas (encarnado), calado de las tenas, tiempo de reposo (este fluctúa entre 24 y 72



horas), búsqueda de las boyas de señalización y finalmente el virado del aparejo, que consiste en la recuperación de las trampas, para lo cual, es izado por medio de un virador hidráulico el orinque y la línea madre. Conforme va llegando las trampas a bordo, se extrae la captura, se encarna nuevamente y se va estibando las trampas para efectuar un nuevo lance.

La flota artesanal que opera en la pesquería de centolla en la XII Región, requiere de viveros flotantes para almacenar las capturas que son independiente de la estructura de la embarcación, en general, la flota no dispone de bodegas estancas a excepción de algunas embarcaciones de acero que ingresaron a la pesquería en los años 1986 y 1987. La flota además, es apoyada por un importante número de embarcaciones de transporte, los que permiten que las embarcaciones permanezcan en los caladeros durante toda la temporada de pesca.

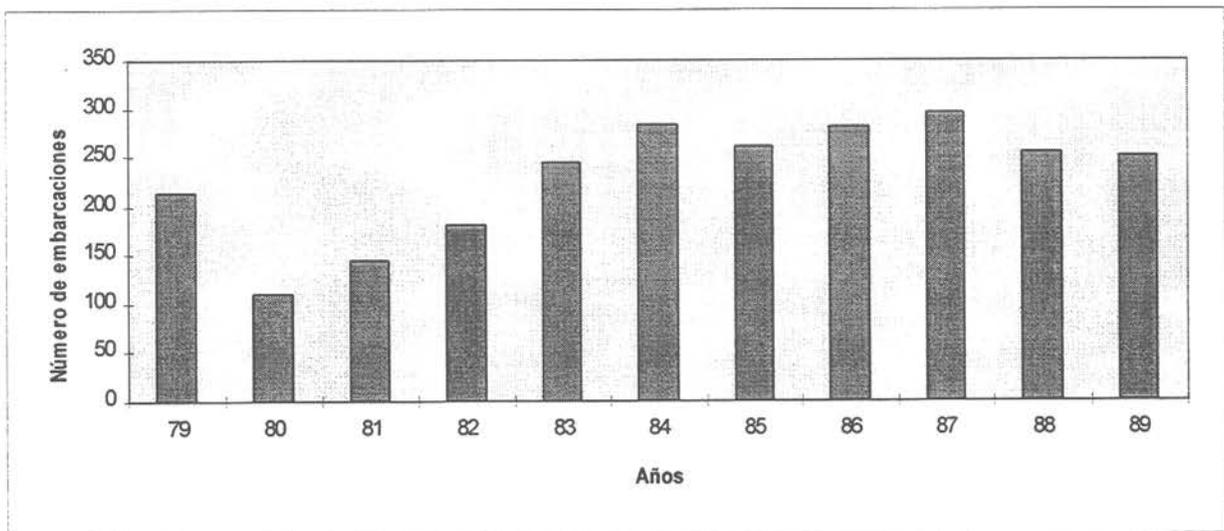


Figura 2.- Evolución del tamaño de la flota operando en centolla, XII región



d) **Desembarques**

En la figura 3 se muestra la evolución del desembarque entre 1979 y 1997. Cabe mencionar que a partir de 1974 la pesquería de centolla inicia una etapa de acelerado crecimiento en términos de desembarque, el que con anterioridad a esa fecha fluctuaba entre 200 y 450 toneladas.

Luego del máximo alcanzado en 1979, cuando el desembarque llegó a 2.242 toneladas, se produce una notable disminución en los tres años siguientes y repuntar considerablemente en 1983 (2.688 t), el mayor desembarque histórico de esta pesquería. En 1987 se alcanzó un nivel de 2.067 toneladas, continuando por cuarto año consecutivo con una leve pero sostenida tendencia decreciente. En 1995 se registró la cifra más baja del período 79 - 97 (1.038 t). En 1996 y 1997 se ha producido un leve incremento.

En la figura 4 se muestra la evolución del desembarque mensual y el número de embarcaciones (79 - 87 y 89), pudiéndose apreciar una tendencia similar en ambas. Las áreas de Canal Balleneros (V) y Seno Año Nuevo (VI) aportaron el mayor porcentaje al total, seguidas por las áreas de Isla Maldonado (X), Isla Clarence (IV) e Isla Desolación (III). Estas cinco áreas contribuyeron con un 66% del desembarque acumulado.

Además puede observarse también que el área que contribuyó en mayor proporción al desembarque total, varió en cada temporada. Ello se debe fundamentalmente al sistema de operación de la industria y la incorporación de nuevas áreas de pesca.

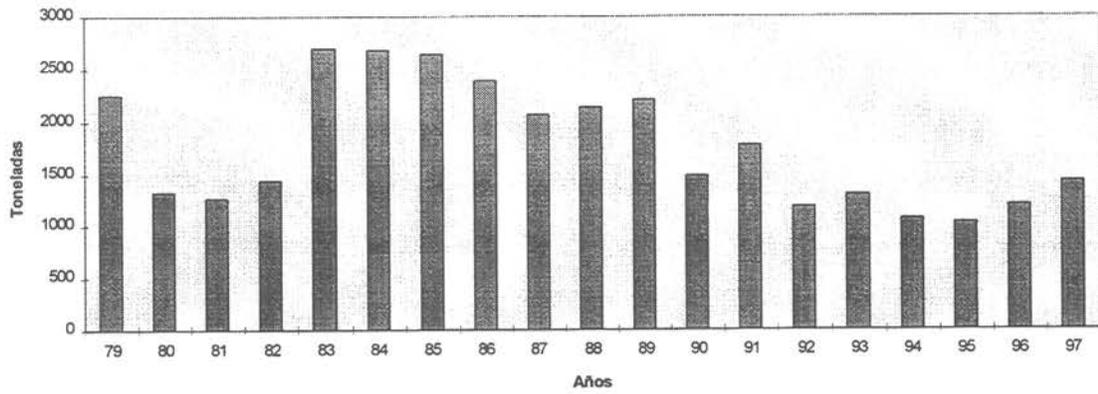


Figura 3.- Evolución de los desembarques de centolla, XII región

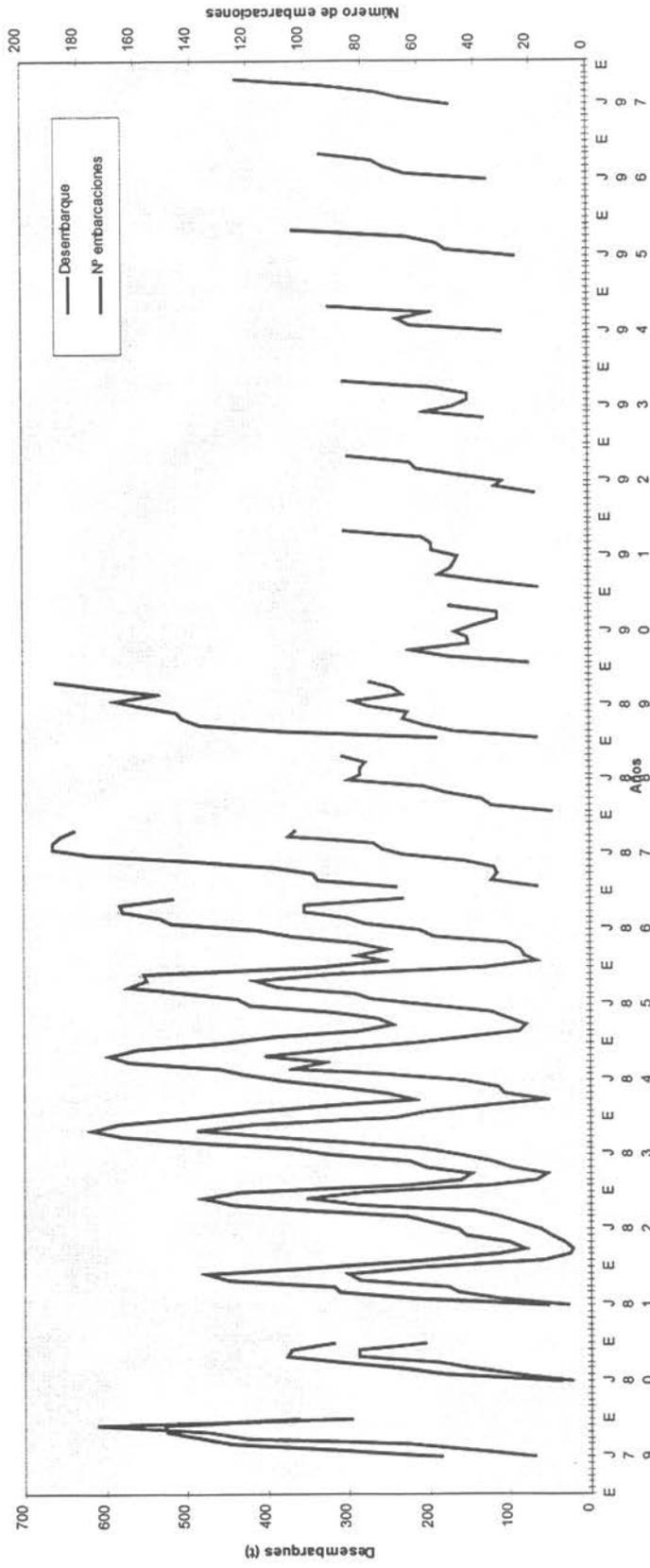


Figura 4.- Fluctuación mensual del desembarque y el número de embarcaciones de la pesquería de centolla, XII región



e) Capturas

En la figura 5 se presenta la captura y el esfuerzo analizado y la cpue estimada, para cada temporada de pesca. En general, la captura por unidad de esfuerzo presenta fluctuaciones entre las diferentes temporadas de pesca, las que en algunos casos se debería a la utilización de áreas más productivas. Sin embargo, la cpue ha tenido un rango de variación entre 0,7 y 1,4 ejemplares por trampa, presentando sus máximos niveles en las temporadas 1983 y 1984, en tanto que los menores se registraron en los años 1986 y 1987.

Se observa un comportamiento similar entre la captura y el esfuerzo, evidenciándose el alto grado de asociación lineal entre ambas variables. Además se puede apreciar que para todo el período considerado las Areas VI y VII, presentan los mayores niveles de esfuerzo y captura. en tanto que las Areas XII y IA registran los más bajos índices de estas variables. Por otra parte, la mayoría de las Areas presentan una alta variabilidad en la captura y el esfuerzo, durante el período analizado, destacándose Seno Otway (II) y Canal Beagle (VIII), como las zonas de pesca de mayor estabilidad temporal en la operación de la flota.

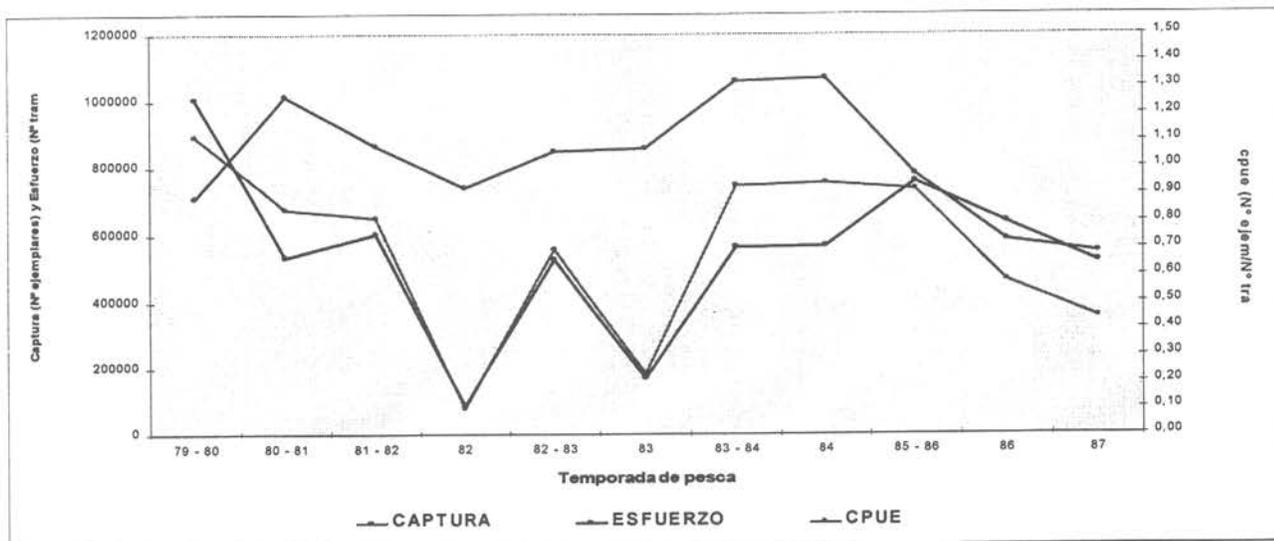


Figura 5.- Fluctuación de la captura, esfuerzo y CPUE de centolla en la XII región

3.1.5 Subsistema de Proceso

a) Estructura de la industria de proceso

El sector industrial dedicado al proceso de centolla, esta integrado por alrededor de 33 empresas de las cuales 18 se concentran en la XII región. De éstas, las más importantes en función de los ingresos¹ generados son ocho. En 1994 (último año disponible), el ingreso promedio por firma bordeó los 1,7 millones de dólares. Del total de firmas, sólo tres superaron los 2 millones de dólares situándose, la mayoría

¹ Durante el período 1984-1992, las firmas centran su producción principalmente en el recurso centolla. A partir de 1993 el esfuerzo se dirige tanto a centolla como a erizo



de ellas en torno a los 1,4 millones de dólares. La distribución del ingreso de las firmas más importantes se aprecia en la figura 6.

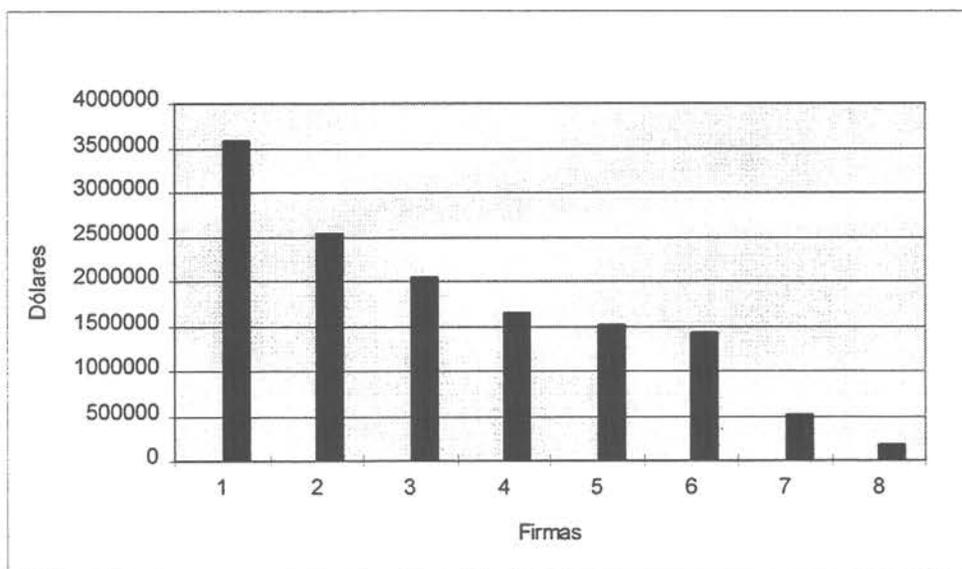


Figura 6.- Distribución de los ingresos por firma. 1984 - 1994. (Fuente: Encuesta Nacional de Industria y Manufactura. ENIA)

La industria procesadora puede clasificarse de acuerdo al tipo de proceso productivo. Los procesos más importantes son congelados, conservas y marginalmente cocido y fresco - enfriado. Estos procesos corresponden genéricamente a productos congelados y conservados, encontrando una gama de productos al interior de ellos, los que en total alcanzan a un total de 6 variedades (i.e.: cluster, fancy, carne, mero, pinzas y centolla entera).

En general, las firmas que actualmente integran el sector, emplean más de uno de estos procesos productivos en diferentes combinaciones. Sin embargo, a través del tiempo, es notoria la supremacía del congelado y las conservas. Las empresas de mayor tamaño tienden a organizarse como firmas multipropósito, ya que en general orientan su esfuerzo productivo tanto a la elaboración de congelados como



conservas. La misma se orienta en función de las demandas del mercado, modificando la mezcla de productos entre un 30% a un 60% de uno u otro producto.

De acuerdo a información de 1994, de las ocho firmas más importantes, siete se dedicaron a la producción de congelados, sólo una a la elaboración de conservas. Esta estructura productiva muestra variaciones importantes durante el período analizado encontrando años con una fuerte orientación a las conservas y hacia la producción mixta (figura 7). Por ejemplo, durante 1996, de acuerdo a información de SERNAPESCA, la producción de conservas abarcó más del 64,6% de la producción total.

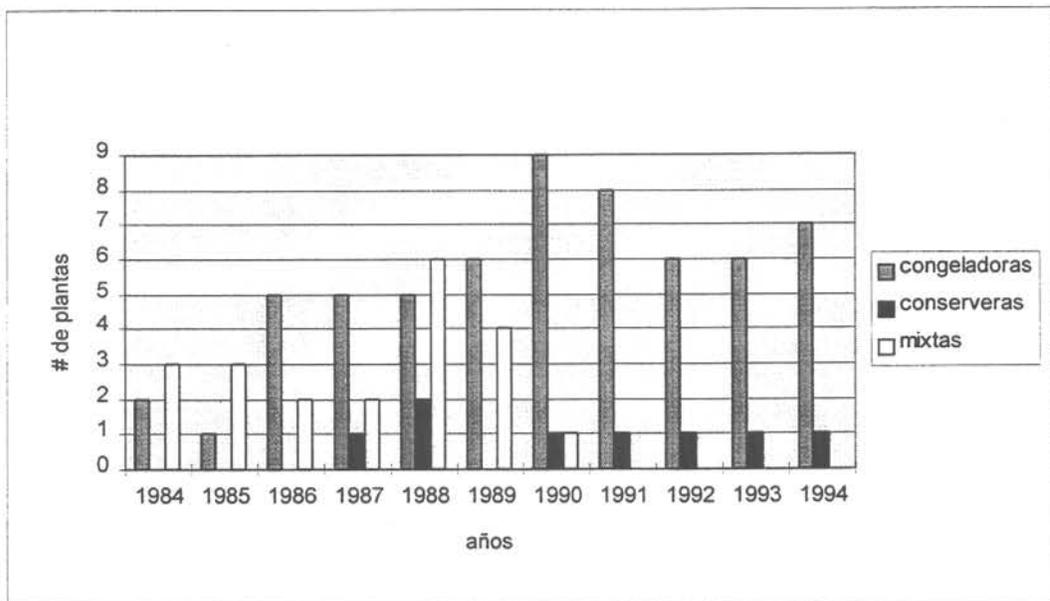


Figura 7.- Evolución de la distribución de las plantas por tipo de proceso productivo. 1984-1994. (Fuente: Encuesta Nacional de Industria y Manufactura. ENIA)



b) Producción

Durante el período comprendido entre los años 1984 - 1996, la producción de centolla presenta una tendencia a la baja con una tasa media de crecimiento anual del 4%. Esta declinación obedece a factores asociados con el estado del recurso más que a situaciones de mercado.

Como se señaló anteriormente, se aprecia un cambio significativo en la mezcla de productos quedando clara la orientación de la industria hacia la elaboración de congelados y conservas, siendo absolutamente marginal el aporte de elaboraciones como el cocido y el fresco-enfriado, las que no superan el 5% del total producido físicamente.

Es importante notar el cambio en la mezcla de productos ocurrida durante el período de análisis, donde se observa una fuerte preponderancia de la elaboración de congelados en 1984 (89,4% del total) en comparación con un 34,6% en 1996. El complemento de esta producción demuestra el cambio paulatino del esfuerzo productivo hacia las conservas.

c) Empleo, Productividad y Salarios

Durante la década 1984-1994, el empleo en la industria procesadora² de centolla medido en número de personas ocupadas al año, ha experimentado importantes cambios. En términos globales el empleo en esta industria, ha presentado un aumento de un 25% de las plazas ocupacionales generadas al inicio del período (figura 8).

² Incluye las líneas de congelados, conservas y fresco enfriado



En el año 1984 la industria empleó alrededor de 400 personas-año, cifra que creció sostenidamente hasta 1988, año que alcanzó una ocupación cercana a las 900 personas-año. A partir de entonces este indicador disminuye gradualmente registrándose la ocupación más baja del período (300 personas-año) durante los años 1991-1992, posteriormente y hasta la fecha se inicia un leve repunte en el empleo generado por la industria procesadora de centolla.

El período de repunte del empleo se explica por las expectativas de las empresas en función del abastecimiento de la materia prima. Efecto que generalmente actúa con un rezago de uno a dos años. De hecho, este factor explicaría la tendencia a la baja en la producción durante el período de crecimiento del empleo.

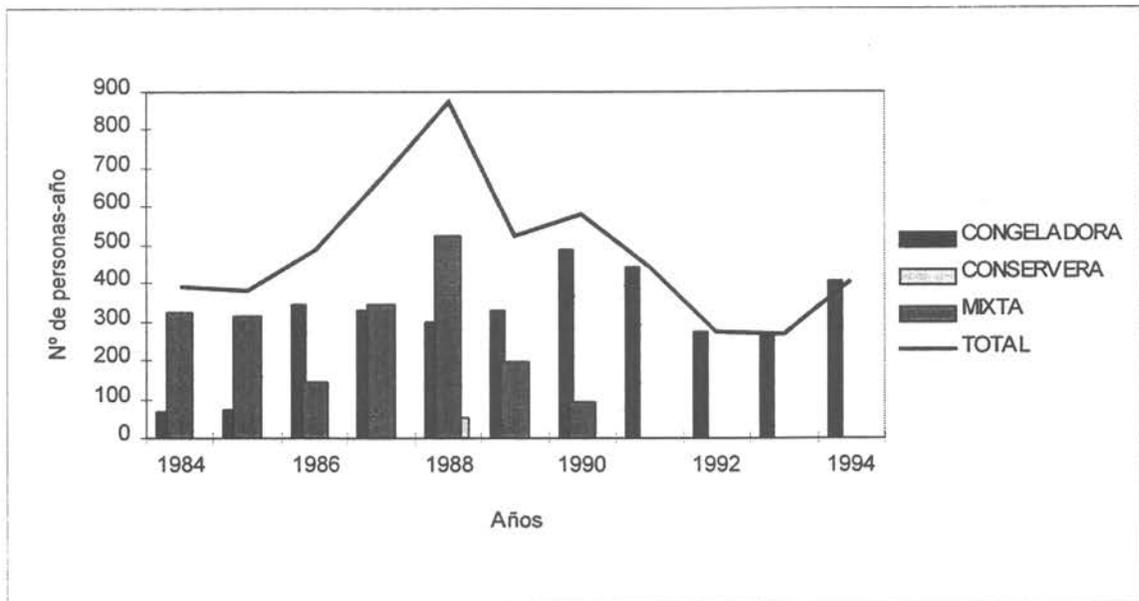


Figura 8.- Evolución de la mano de obra según línea de proceso. 1984 – 1994. (Fuente: Encuesta Nacional de Industria y Manufactura. ENIA)



En términos de tipos de procesos, la línea de congelados presenta una tendencia al alza en el nivel de ocupación empleada y a partir del año 1986 muestra cierta estabilidad, por lo que puede suponerse que es la producción de congelados la que le da mayor sustento a este indicador.

Por otra parte, al categorizar el empleo en personas ocupadas en tareas administrativas y los ocupados directa o indirectamente en el proceso productivo propiamente tal, se observa que la evolución de ambas categorías es similar, destacándose que más del 90% de los ocupados se ubica en la categoría "productivos" (figura 9).

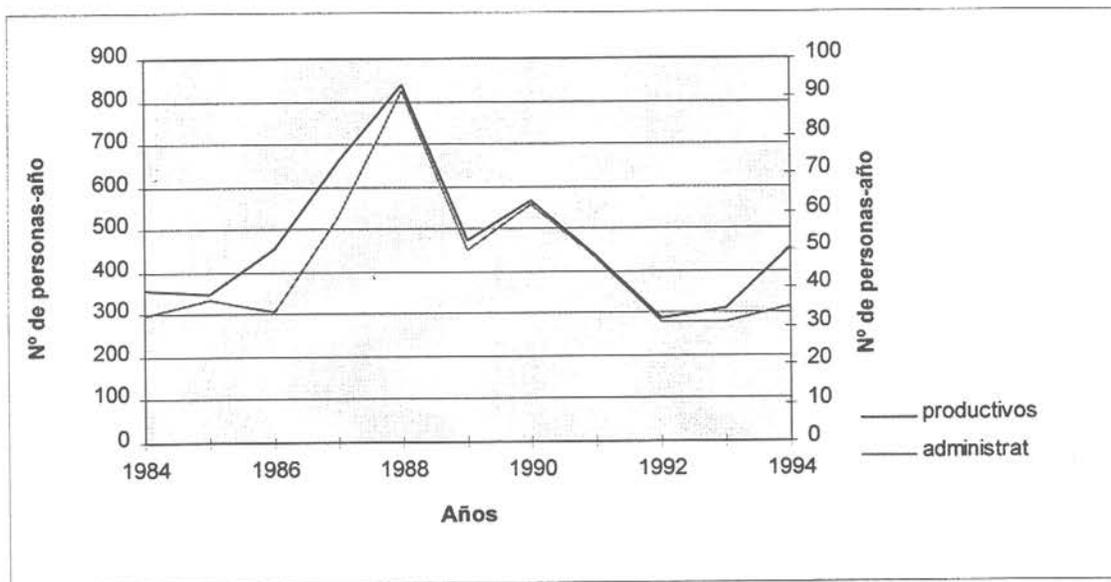


Figura 9.- Evolución de la ocupación en las firmas. 1984 – 1994, (Fuente: Encuesta Nacional de Industria y Manufactura. ENIA)

El comportamiento del empleo presenta cierta analogía con la producción industrial de centolla en el período considerado, efectivamente a partir del año 1988 la producción al igual que la ocupación evidencia una tendencia a la baja. Sin embargo, la



drástica caída en el nivel de empleo no es provocado por drásticas bajas en la producción, seguramente debido a la incorporación de tecnologías en el proceso de producción. Esto último, es particularmente importante dado que en el período 1988-1994 se registra el cierre de 5 de las 13 plantas que operaban con centolla.

La situación antes descrita, se ratifica al analizar la evolución de la productividad media del empleo (toneladas/persona-año) (figura 10). En términos globales, dicho indicador evidencia una evolución positiva. El factor relevante en el incremento de la productividad media del empleo (PmeE) obedece tanto a la incorporación de tecnologías en el proceso productivo como a la orientación de los mercados demandantes, en este caso la producción de conservas por sobre los productos congelados.

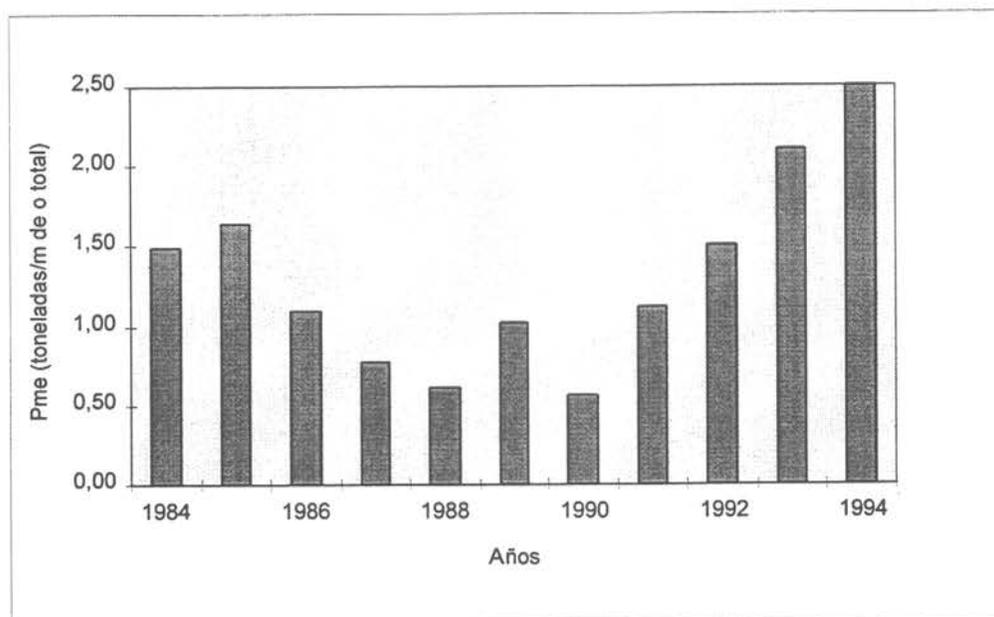


Figura 10.- Evolución de la productividad media de la mano de obra en las firmas, 1984 – 1994, (Fuente: Encuesta Nacional de Industria y Manufactura. ENIA)



En el período analizado, (1984 - 1994), la estructura de salarios medios de la industria procesadora muestra una tendencia creciente y estable en el caso de los obreros, con salarios medios del orden de los 1,2 millones de pesos anuales en 1994. En cuanto a los empleados, se aprecia una tendencia creciente pero con mayores variaciones interanuales. En el mismo año, el salario medio anual ascendió a 2,9 millones de pesos al año (figura 11).

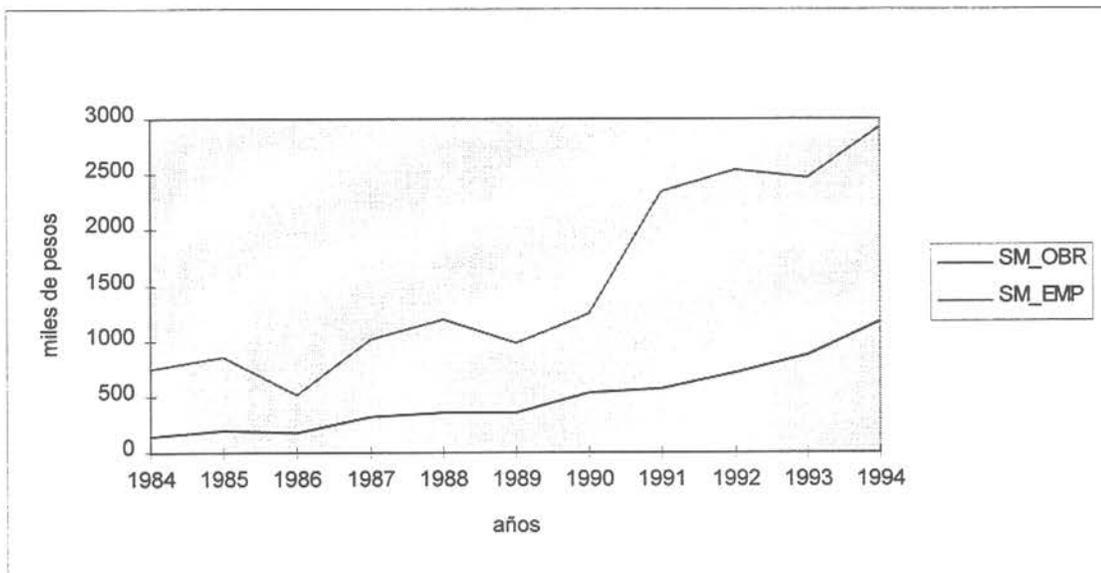


Figura 11.- Evolución de los salarios medios, por categoría ocupacional. 1984 - 1994, (Fuente: Encuesta Nacional de Industria y Manufactura. ENIA)

En general, la mano de obra empleada dedicada a la manipulación de la materia prima en planta, presenta un escaso nivel de capacitación la que en la mayoría de los casos no supera una manipulación básica de la materia prima utilizada en los procesos productivos. En el caso de la categoría empleado, se observa una mayor capacitación, la que obedece principalmente a las distintas funciones desempe-



ñadas por el personal al interior de las firmas. Destaca el control de calidad del producto ya que los mercados de destino son altamente exigentes en este ítem.

3.1.6 Subsistema de mercado

La producción nacional se orienta en base a productos congelados y conservas, quedando sólo una pequeña parte que se consume en fresco. Dicha producción es destinada casi en su totalidad al mercado externo, siendo marginal la participación del mercado interno. Cabe destacar el grado de especialización que poseen las plantas en su sistema de proceso orientado mayoritariamente a un tipo de producto, como es el caso de la producción 1996 donde cuatro plantas producen congelados y cuatro conservas.

El destino de la producción nacional como se mencionaba anteriormente es casi exclusivamente el mercado externo existiendo una clara diferenciación de los mercados de destino en función de los productos comercializados. Las conservas son destinadas a Francia, Bélgica e Italia y los congelados a Estados Unidos (principal mercado para ese producto), Taiwan y Holanda.

Los canales más usados para comercializar la centolla chilena son: importador, broker, distribuidor mayorista, restaurantes, consumidores.

a) Valor de exportación de la industria

Históricamente, la producción de las firmas procesadoras de centolla han orientado su oferta hacia los mercados de exportación donde el producto es considerado de



un alto nivel de calidad, pero al ser competencia de productos principalmente elaborados por la industria americana y comunitaria enfrenta fuertes barreras de entrada de orden proteccionista que en definitiva se traducen en un castigo en el precio final del producto. La evolución de las exportaciones de las firmas se aprecia en la figura 12.

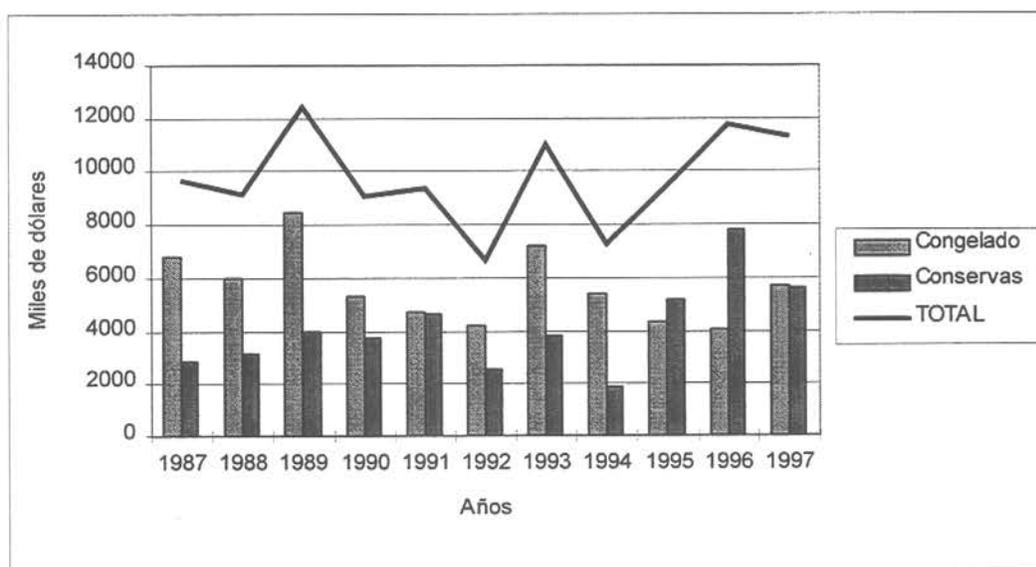


Figura 12.- Evolución del valor de las exportaciones totales de centolla por línea de elaboración. 1987 – 1997, (Fuente: Elaborado por IFOP en base a información de ADUANA)

Pese a que la estructura general de las firmas se orienta a la elaboración de productos congelados y en conservas, existe una clara diferenciación de los mercados de destino en función de los productos comercializados. En el caso de los productos congelados estos se destinan mayoritariamente al mercado americano, a países Comunitarios y al Asia Pacífico.

En los últimos años el valor de los productos congelados ha representado alrededor del 50% del valor total generado por la actividad industrial orientada al proceso de centolla. Sin embargo, durante el período 1992 - 1994, ésta línea de producción en



promedio concentró prácticamente el 68% del valor, aporte que disminuyó ante el incremento experimentado por el valor de las conservas en los últimos tres años.

El mercado más importante, de acuerdo a cifras de 1997, es Estados Unidos con un 57,2% del valor total, le siguen en orden de importancia Taiwan, con un 18% y Holanda con un 15,9%. La tendencia de aprecia claramente en la figura 13.

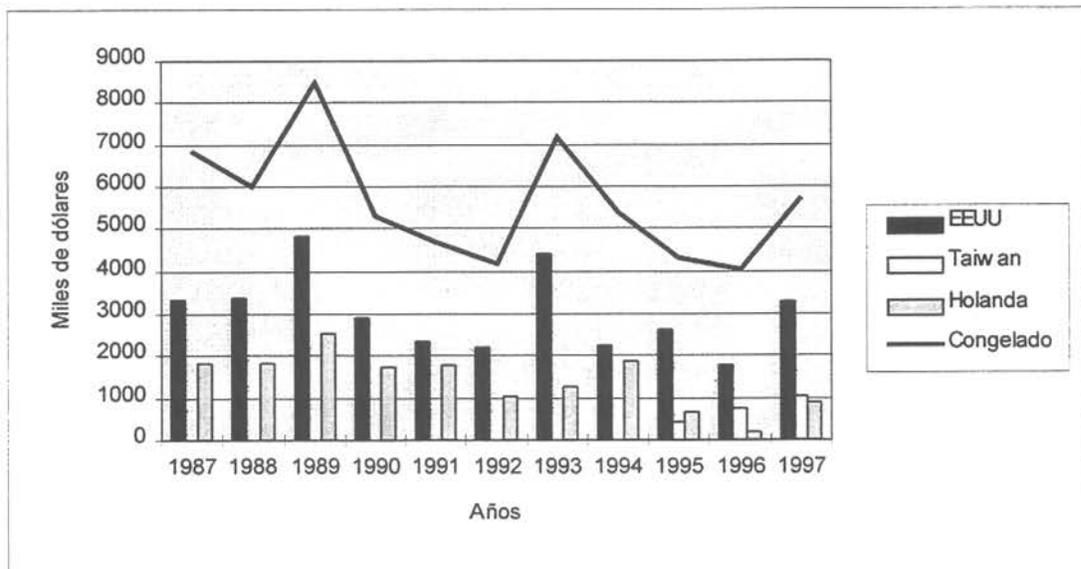


Figura 13.- Evolución del valor de las exportaciones totales de centolla congelada. 1987-1997, (Fuente: Elaborado por IFOP en base a información de ADUANA)

Durante los últimos 12 años, las conservas se han destinado hacia el mercado comunitario, siendo predominante la participación de Francia. Sin embargo, esta tendencia se disipa en los últimos tres años, donde el mercado Belga y el mercado Italiano pasan a tener un rol importante en la orientación del producto chileno. De hecho, los tres mercados absorben el 94% del valor total de las exportaciones nacionales. (figura 14).

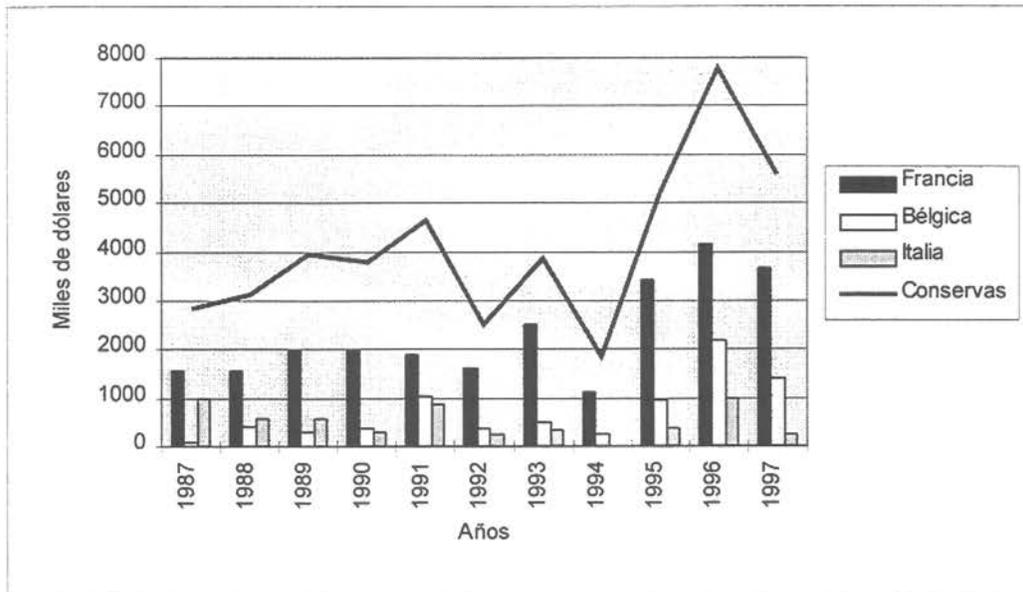


Figura 14.- Evolución del valor de las exportaciones totales de centolla en conservas. 1987-1997, (Fuente: Elaborado por IFOP en base a información de ADUANA)

b) Comportamiento del precio

En la figura 15 se observa el comportamiento del precio (FOB) por línea de elaboración para centolla en los últimos 11 años. En ella se muestra que a partir de 1990 se abre una brecha entre las líneas de tendencia de precio, aumentando el nivel para las conservas y disminuyendo en los congelados. Esta tendencia ha generado una readecuación de procesos al interior de la industria.



De hecho, la tasa media de crecimiento anual de conservas, para los años 1984 - 1994, alcanzó a un 2%, con un precio mínimo de 23 miles de dólares la tonelada, un máximo de 27,4 miles de dólares la tonelada, mientras que el promedio se situó en 25.300 U\$/t.

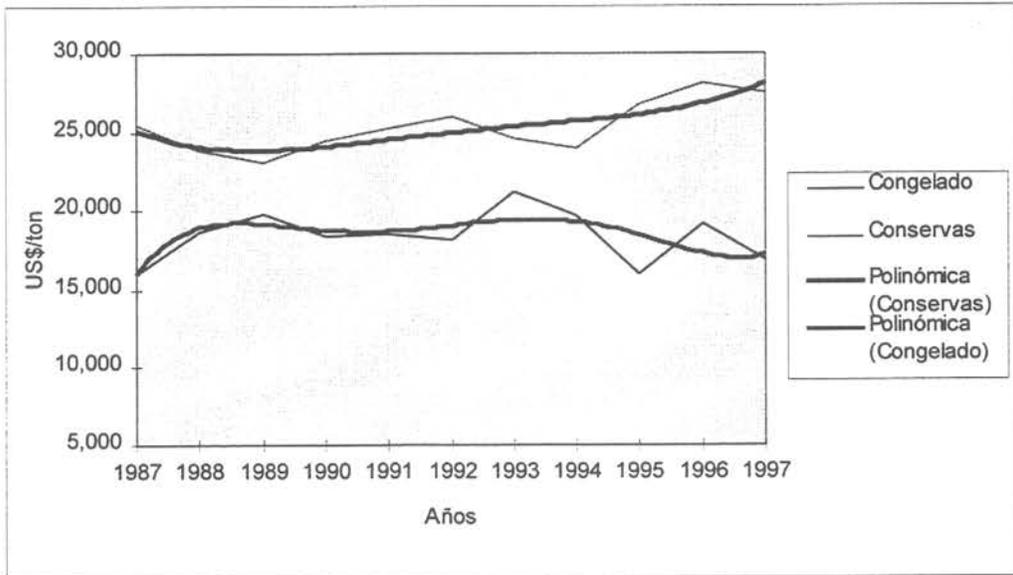


Figura 15.- Evolución y tendencia de los precios FOB de exportaciones totales de centolla, (Fuente: Elaborado por IFOP en base a información de ADUANA)



3.1.7 Estimación de la renta económica en el subsector extractivo

a) Introducción

En este capítulo se presenta la estimación de la renta económica obtenida por una unidad productiva durante el año 1997; este ejercicio proporciona la base de referencia para el cálculo del costo medio total por embarcación, que posteriormente es utilizado como dato de entrada a la modelación.

La flota en Magallanes posee un tipo de organización que hemos denominado **Unidades Productivas** las cuales operan sobre el recurso centolla y especies alternativas como el erizo; para lo cual utilizan embarcaciones de pesca y embarcaciones de transporte. Por lo tanto, los valores de rentabilidad son referidos a unidades productivas y no por embarcación. Los cálculos que se han realizado, están basados sobre información que refleja la operación del año 1997.

La **unidad productiva** en estudio, es considerada una **unidad tipo** de pesca de la XII Región, la cual comparte dos actividades dentro de una temporada. Esta unidad opera en la pesca de erizos, los primeros meses del año y posteriormente continúa en la extracción de centollas (Tabla 1). Los meses de diciembre a febrero son el período en el cual la mayoría de las embarcaciones están en mantención en el varadero de Punta Arenas.



Tabla 1.-Régimen operacional de Unidad Productiva de Pesca en la XII Región

	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.
Centolla												
Erizo												
Veda	*01/12	***	***	***	***	***	*30/06		*15/08	***	***	*30/11
Mantenición												

Barco operando en transporte de erizos
Barco operando en extracción de centolla
Veda de erizo
Veda de centolla
Mantenición

La unidad productiva en estudio es autodependiente en el apoyo logístico de su flota, en la pesquería de centolla y de erizos. Sin embargo, existe un compromiso de exclusividad de entrega a una empresa determinada, (esto debido a que para iniciar las faenas la empresa con la cual se adquiere el compromiso de entrega de producto, aporta el capital necesario, previo compromiso de pago mientras dure la temporada de pesca), lo cual la hace dependiente de ésta. Además, la empresa procesadora debe encargarse de desembarcar el producto en el puerto base; lo cual presenta ciertas complicaciones debido a la gran movilidad de la flota que puede, por ejemplo, desembarcar en Puerto Natales, lo que obliga a la empresa a proveer de camiones especialmente acondicionados que lleven el producto (erizo o centolla, esto de acuerdo a la actividad que se esté realizando) a Punta Arenas donde es finalmente procesado.

b) Extracción de erizos

En la actividad de extracción de erizos, la **unidad productiva** opera manteniendo en zona de pesca a los bongos y transportando el producto a Puerto base en las lanchas transportadoras. Cada bongo opera con dos tripulantes; un buzo y un asistente. El



personal que opera en los bongos se mantiene en zona de pesca el tiempo que dura la temporada (aproximadamente 5 meses), siendo relevados en caso de viajar a puerto por otro tripulante. Para el período en estudio la flota operó en zonas de pesca tales como, Canal Cutler, Canal Molina, Paso Toro, Isla Jorge Montt que corresponden al área X del mapa de referencia de la XII Región, distante del puerto base (Puerto Natales) aproximadamente 11 Horas. Haciendo al mes un promedio de 4 viajes. El transporte del erizo a planta de Punta Arenas es realizado en camiones.

c) Extracción de Centolla

La extracción de centolla es hecha por tres lanchas que se mantienen en zona de pesca por el período que dura la temporada (aproximadamente 4 meses), y una embarcación que recolecta y transporta el producto a puerto.

La zona de pesca en que operó la flota correspondió al área X del mapa de referencia de la XII Región (Canal Bertrand, Grupo 40 días, Canal Bambach, Canal Smyth). La distancia promedio a puerto base fue de 11 horas de navegación. Cada embarcación de la unidad cuenta con 250 trampas las que son caladas en su totalidad y luego de un período de reposo de 24 horas, son viradas. Si la captura es aceptable en términos comerciales, la maniobra se repite en el mismo lugar, de lo contrario la faena se realiza en otro sitio donde se asegure mejores expectativas de pesca. El rendimiento de pesca promedio obtenido en la temporada 1997 de esta unidad productiva alcanzó de acuerdo a la cantidad de trampas caladas por embarcación (250), 70 centollas por día; en carne da una relación de 4:1(cuatro centollas dan aproximadamente 1 Kg., de carne).



d) Beneficios y costos

La Tabla 2, muestra valores de beneficios y costos para cada mes del año. Muestra datos reales de producción y de precios de una embarcación de la unidad productiva en estudio. En tabla 6, se aprecia el valor de beneficios netos y costos que produce la unidad productiva, basándose en datos promedios de capturas.

Los rendimientos de capturas son calculados de acuerdo a recopilación de información de capturas de las embarcaciones que conforman la unidad productiva y con las cuales se ha calculado un promedio mensual, tanto para la pesca de erizos que aporta aproximadamente 14.000 docenas por mes; como para la pesca de centolla que aporta un promedio de 1300 Kg., por mes.

El costo de combustible se mantiene relativamente constante, debido a que ambas pesquerías las zonas de pesca están a una distancia similar del puerto base. En la pesca de centolla en los meses donde la captura es elevada el costo por remuneración es más alto.

Se consideran dos alternativas de evaluación de costos; una referida a una temporada con datos de producción reales y otra con datos de promedios de producción (ver anexos). La producción real de una unidad productiva es determinada de acuerdo antecedentes recogidos de las embarcaciones que conforman la unidad en estudio, en una temporada de pesca. La producción promedio está referida al cálculo de promedios de capturas obtenidos de entre las producciones de las embarcaciones que conforman la unidad de pesca.

En la actividad extractiva de erizos se consideró operando como transportadoras 4 lanchas y en zona de pesca 11 bongos. Estas no se consideran como unidades



independientes, sino sólo como un costo total de operación para la **unidad productiva**, las cuales abastecen a la unidad de materia prima (ver anexos). En la extracción de centollas se considera operando en zona de pesca, tres lanchas y una lancha transportadora (no se utilizan bongos). En ambas actividades es necesario considerar dentro de los costos variables producidos en el período de pesca, el costo por iniciación de actividades, que alcanza en la actividad de extracción de erizo a 11,4 millones de pesos, en la actividad de extracción de centolla este costo fue de 3,9 millones de pesos.

El costo variable para la actividad de extracción de erizos utilizando el **promedio de capturas** fue de \$ 58,8 millones y costo tomando en cuenta **una producción real** fue de \$ 53,6 millones (una embarcación CV \$8.4 millones + CV flotilla \$19.6 millones). En el caso de la extracción de centollas, al considerar un **promedio de captura**, el costo fue de 22,8 millones de pesos y considerando datos **de producción real** fue de 27,1 millones de pesos (una embarcación CV \$6.7 millones)

En la actividad de extracción de centolla para el cálculo de costos se consideró un promedio de captura por viaje de 325 Kg. Los bonos de producción se calculan según datos de acuerdo entre el armador y tripulación con un valor de \$150/Kg para el capitán y \$130 /Kg. para los marinos.

La Tabla 2, muestra los costos fijos. Se consideró depreciación para compensar el desgaste del capital físico para el cual se asumió un valor 7% del valor de los activos de las embarcaciones de la **unidad productiva**, que corresponden a buque, motor, equipos de pesca, equipos de ayuda a la navegación y equipo de salvamento, (resumidos en tabla 4). Estos ascienden a 16.7 millones de pesos anuales, donde los costos por administración corresponden a 36% del total de costos fijos, que junto a al



ítem de mantención y reparación con 16% son los que afectan en mayor grado a los costos fijos de esta pesquería.

Tabla 2.- Estimación de costo fijo anual de una unidad productiva (en pesca de erizo y pesca de centolla)

Costos Fijos	Miles \$
Mantención y reparación	2.800
Costo de capital (8%)	1.680
Depreciación	6.126
Costos fijos de administración	6.160
Total	16.766

e) Determinación del Valor del Capital Invertido

Los ítems considerados para determinar el nivel de inversión en la pesquería de centollas son mostrados en la tabla 3. Sólo son estimados los activos fijos, de los cuales el valor de la embarcación corresponde al 49% del total de activos, le siguen en orden de importancia la puesta en marcha de la pesquería con 16% y posteriormente el material de pesca que corresponde a 16%.

Tabla 3.- Estimación del capital invertido en una embarcación de pesca artesanal típica

Ítem	Miles \$
Embarcación	21.700
Equipos electrónicos	2.000
Equipos de pesca	1.200
Material de pesca	7.200
Implementación en tierra	200
Puesta en marcha	11.420
Total de inversiones	43.720



Estos valores serán usados para estimación del costo de capital, necesario para el cálculo de renta económica.

f) Beneficio Neto Operacional

El beneficio neto para ambas actividades extractivas, se estimó descontando a los beneficios de esta pesquería, los costos totales para operar en ella. Para determinar estacionalidad de los beneficios, fue calculada por la multiplicación del precio mensual con su correspondiente captura mensual, la variación de los precios es la variación real ocurrida durante el año 1997.

En ambos casos, la estimación se realizó tomando en cuenta datos **promedios de captura e ingresos y datos reales** (Tablas 4 y 5), de acuerdo a antecedentes recogidos de embarcaciones particulares tomados como referencia y asumiéndolo como un ejemplo de la situación actual que se presenta en la pesquería de Magallanes.

La diferencia fundamental que presentan los ingresos está referida al precio de acuerdo entre la planta procesadora y la administración de la **Unidad Productiva**. En ambas actividades de pesca la base de precios la establece el mercado internacional.

En la pesquería de centolla, el beneficio que proporciona una embarcación transportadora en una temporada de cuatro meses y con un promedio de captura de 325 Kg. y a un precio promedio de \$2000 en planta es \$ 4,0 millones, para una embarcación operando en zona de pesca el valor de beneficio es de 6,9 millones de



pesos. La **Unidad Productiva en estudio** por operar en esta pesquería obtiene como Beneficio Neto \$ 20,9 millones.

El valor de beneficio que obtiene la **Unidad Productiva** en faena de **extracción de erizos** en una temporada con valores promedio de capturas y a un precio de \$400 pagados en planta es de 69,1 millones de pesos.

La estimación de beneficios para ambas actividades con valores reales de producción arrojó los siguientes resultados: el valor de beneficio para la *Unidad productiva* en faena de erizo fue de \$ 90,2 millones y en faena de centolla fue de \$16,5 millones. Valores que no difieren en forma significativa de los resultados de cálculos estimados con promedios.

Tabla 4.- Estimación del beneficio neto operacional (BNO) de la pesca de Centolla en la XII Región, (basada en datos promedio de captura)

Ítem	Nº de embarcaciones	BNO por embarcación (miles \$)	BNO por temporada, (miles \$)
Emb. Transportadora	1	3.089	3.089
Emb, Zona de pesca	3	5.932	17.795
Total Unidad Productiva	4		20.884

(Duración de temporada 4 meses)

Tabla 5.- Estimación del beneficio neto operacional (BNO)de la pesca de Erizo en la XII Región, (basada en datos promedio de captura)

Ítem	Nº de embarcaciones	BNO por embarcación (miles \$)	BNO por temporada, (miles \$)
Emb. Transportadora	4	17.280	69.118
Total Unidad Productiva	4		20.884

(Duración de temporada 5 meses)



g) Renta económica en el subsector extractivo

La renta económica es la diferencia entre lo que un factor de producción está obteniendo y lo que podría obtener en cualquier otro lugar (su coste de oportunidad). De este modo la diferencia entre el total de beneficios obtenidos por el esfuerzo de pesca y los costos económicos (relevantes) producidos por éste, representan la renta económica de la pesquería en estudio.

Se trabajó con datos de una **Unidad Productiva**, los que fueron obtenidos de barcos particulares que se consiguieron por medio de entrevistas con armadores de la zona, estos resultados son mostrados en Tabla 6.

Los beneficios fueron obtenidos de datos reales de producción y de valores de transacción, como muestra Tabla 2.

Costos de mano de obra, fueron calculados sobre la base del principio de costo de oportunidad. Se ha asumido que un pescador podría en forma alternativa ser empleado en labores agrícolas. De acuerdo a esto lo que podría ganar en estas labores un capitán sería aproximado a \$230.000 y un marino \$ 150.000.

Costos operacionales se consideraron los costos variables de operación en lo que dura la temporada de faena de pesca de centolla y de erizo, se trabajó con datos promedios de producción.

El costo de capital; se consideró la depreciación de capital, separada del costo alternativo, asumiendo un valor de 8% de la tasa de retorno de capital, si fuera invertido de un modo distinto que en esta actividad. Para el cálculo de la depreciación se asumió un 7% del valor de los activos.



Valor del Stock de capital, una embarcación artesanal de las características que posee la flota de la unidad productiva, tiene un valor aproximado en el mercado (con todos sus equipos) de 21 millones de pesos, (cuatro embarcaciones de esta unidad productiva tienen un valor de 84 millones considerados en el cálculo).

Tabla 6.- Estimación de renta económica en el sector extractivo de la pesquería artesanal de la XII Región, sobre la base de datos de una unidad productiva, 1997

	CENTOLLA	ERIZO
Valor del stock de capital (K) (miles \$)	84.000	84.000
Costo de Capital (miles \$)		
Costo alternativo	6.720	6.720
Depreciación	5.880	5.880
Total Costo de Capital	12.600	12.600
Costo Operacional (miles \$)	19.340	23.956
Costo de mano de obra (miles \$)	15.680	15.680
Total Costos (miles \$)	47.612	52.236
Ingreso Total (miles \$)	78.552	139.405
Renta Económica(miles \$)	31.940	87.169
% del Ingreso	41%	63%
Retorno del Capital (%)	38%	119%

Las diferencias con los resultados del beneficio neto operacional (BNO) se deben a los costos de oportunidad de mano de obra (en la zona la mano de obra es barata y



en este cálculo se supera los valores actuales de mano de obra en la actividad de pesca); a la obtención de beneficios calculados con producciones muy pesimistas (esto es rendimientos muy bajos a los que realmente se producen en la pesquería); y por último, el considerar el costo de capital.

De acuerdo a los resultados de este estudio es necesario separar el análisis del cálculo de renta económica, tanto para erizo como para centolla. Si bien ambas actividades son desarrolladas por la misma **unidad productiva** los resultados económicos de su operación son independientes y diferentes para ambas actividades.

3.1.8 Estimación de la renta económica en el sector de proceso

En esta sección es estimada la renta económica que se origina en el sector de proceso de centolla en la XII Región, para una planta considerada **típica** de las que operan en la zona; producción correspondiente al año 1997.

En la actualidad el número de plantas operando en la zona es 37 y dado los antecedentes disponibles acerca de la capacidad instalada de la región, ésta es demasiado alta de acuerdo a la producción actual de los productos en base a centolla, por lo que no se necesitan más que dos o tres plantas grandes en este proceso, (Además, cabe mencionar que adicionalmente existe un número no confirmado de plantas clandestinas que operan en diversos sectores de la ciudad de Punta Arenas).



a) Costos

Según la información disponible, en cinco meses ingresan como materia prima app. 500 ton., de centolla, de los cuales de acuerdo al nivel de producción de la planta se obtienen 115 ton., lo que constituye un nivel de rendimiento del orden del 23%, (una caja pesa 5,9 Kg. y contiene 24 tarros).

Los costos variables incluyen los costos de operación de una planta procesadora de conservas en cinco meses de producción. Los factores determinantes en este cálculo, son el ítem materia prima, seguido del personal necesario para realizar el proceso.

Se considera el costo por procesar 500 ton. de materia prima, utilizando una mano de obra app. de 90 personas. De allí se obtiene un costo directo por Kg. procesado de aproximadamente \$ 10.000 (US\$/K 21). Finalmente, el costo variable directo de operación de la planta en cinco meses de producción fue de 997 millones de pesos (Tabla 7).

Tabla 7.- Costos variables directos de una planta faenadora típica de conservas de centolla en la XII Región (basado en cinco meses de producción)

Ítem	Total (millones \$)
Materia prima	900.000
Personal temporal	45.000
Envases y cajas	33.000
Etiquetas	12.000
Aditivos	1700
Energía eléctrica, vapor y petróleo	4300
Transporte	1000
Total Costo Variable	997.000



Los costos fijos se presentan en la tabla 8, se asume un valor de depreciación que alcanza en porcentaje 7% del valor de los activos depreciables, en donde el activo más relevante corresponde al ítem de instalaciones de la planta y la maquinaria. Dentro del cálculo de costos fijos el ítem que más relevancia tiene dentro de éste el valor de sueldos administrativos lo que alcanza a un 51% del total de costos fijos.

Tabla 8.- Estimación del costo fijo anual de una planta típica faenadora de centolla

Ítem	Total (miles \$)
Mantenición	20.280
Imprevistos	16.580
Depreciación	21.140
Sueldos Administrativos	85.950
Gastos generales	20.900
Permisos y patentes	4.630
Total Costos Fijos	169.480

b) Determinación del valor de activos de una planta

En la tabla 9, son mostrados los valores de activos en una planta de proceso de conservas de centolla. En términos porcentuales los valores de activos más sobresalientes que se detallan son, las instalaciones de la planta con un 42% del total de activos, junto con la maquinaria y equipo de frío que alcanza al 40%. A partir de estos valores se estima el costo de capital, necesario para el cálculo de renta económica de una planta típica.



Tabla 9.- Estimación del valor de activos de una planta faenadora de centolla, típica.

Ítem	Total (miles \$)
Terrenos	30.000
Galpones	100.000
Baños	20.000
Cierres	10.000
Redes de alcantarillado	20.000
Cámara y equipo de frío (100 ton)	15.750
Maquinaria	106.800
Total Activos	302.550

c) Beneficio Neto Operacional

El beneficio de una planta en una temporada de proceso, se estimó descontando a los beneficios que proporciona esta actividad, los costos por operación. El cálculo fue realizado basándose en una producción estimada, de acuerdo a los antecedentes reunidos y datos de ingresos por venta de precios de exportación y precios de transacción entre planta y proveedores de materia prima. Lo cual ha sido tomado como referencia de la situación actual que se presenta en Magallanes.

La diferencia fundamental que presentan los ingresos es debida a las fluctuaciones del precio internacional del producto, también sufre variaciones pero de menor intensidad al variar las capturas donde se varían los precios de transacción con los proveedores (aumentándolos como incentivo para tener más producción).

En la estimación del beneficio neto operacional, se considera el precio promedio de exportación (US\$ 22.8 el Kg). Dado que el precio de transacción ó de playa de la materia prima fluctúa entre \$1.800 y \$2.400 el Kg, se utiliza el mayor de ellos en el



cálculo, para una producción de 115.000 Kg., en cinco meses de operación. El beneficio neto operacional que obtiene una planta conservera de centolla típica alcanza a 52.74 millones de pesos (Tabla 10).

Tabla 10.- Estimación del beneficio neto operacional (BNO) de una planta procesadora de centollas en la XII Región.

Ítem	Miles \$
Ingresos	1219.230
Costos variables	997.000
Costos fijos	169.480
Total BNO	52.740

d) Renta económica de una planta procesadora

Como antes el cálculo de la renta económica es obtenido de la diferencia del total de beneficios producidos en el período (1996) y los costos de oportunidad generados de su operación.

Toda la información en la cual está basado el cálculo fue obtenida a través de entrevistas dirigidas de industriales de la zona y sus resultados son mostrados en la tabla 11.

Se considera en el ítem de costos de oportunidad de mano de obra, que el sueldo que reciben los empleados de este proceso es similar a su costo de oportunidad en la zona, para razones de cálculo se utilizan los sueldos reales. El costo operacional es considerado como el valor de costos totales de operación dentro de los cuales el costo variable es considerado en una producción de cinco meses y el costo fijo anual (18% del total de costos operacionales).



Tabla 11.- Estimación de la renta económica, de una planta faenadora típica de la XII Región.

Ítem	Miles \$
Valor del stock de capital (K) (miles \$)	302.550
Costo operacional	1166.490
Costo de capital	30.255
Total costos	1196.745
Ingreso Total	1219.230
Renta Económica % del Ingreso	22.485 2%

La tabla 12 muestra el resultado de la renta económica de una planta de proceso de gran tamaño, calculada para una producción de 115.000 Kg. de conservas de centolla en un período de cinco meses. El valor de renta originado de éste cálculo asciende a 22.5 millones de pesos, esto corresponde al 2% del ingreso. La renta que genera el capital invertido alcanza en ésta firma al 8% (para este nivel de producción).

Los costos producidos por la operación de la planta, incorporan una estimación de costos variables de producción en un período de cinco meses y los costos fijos son una estimación anual y corresponden al 15% del total de costos operacionales; esto provocado por que a pesar de sólo procesar en un período de cinco meses, el período ocioso significa un importante costo económica para las plantas.

Sin embargo, se aprecia que la renta es muy sensible a cambios en los precios de materia prima (precios que han sido observados en la pesquería por Kg. \$1800-



\$2400). Estos tienden a variar según los niveles de captura obtenidos por la flota que abastece a la planta, ya que ésta a modo de incentivo para cubrir compromisos de entrega debe aumentar a sus abastecedores de materia prima los precios de compra. También los niveles de renta se ven afectados cuando los precios de compra del producto procesado varían en el mercado externo, ya que es éste el que fija los precios.

Tabla 12.- Efecto del precio de la materia prima en la rentabilidad de la operación anual de una planta de centolla.

Ítem	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Renta económica (miles de \$)	22.940	12.840	-7.050
% del ingreso	16%	9%	-5%
Valor del Stock de Capital (miles de \$)	302	302	302
Retorno al Capital	89%	58%	-11%

Por los actuales niveles de rentabilidad obtenidos es posible considerar que para ésta planta no es conveniente mantener su capacidad ociosa y debe utilizarla en el proceso de otras especies (multiespecífica).

3.1.9 Indicadores bioeconómicos

Se presentan los resultados obtenidos de los distintos indicadores bioeconómicos en el tiempo. Los mismos tienen por objetivo dar cuenta tanto de la dinámica poblacional como económica – social del sistema pesquero, los que están orientados principalmente a proveer una medida del grado de explotación de la actividad productiva.



a) Indicadores biológicos

Los resultados obtenidos de la evaluación de stock antes descrita, aportan los indicadores biológicos utilizados como parámetros de entrada en la modelación.

Tabla 13.-Indicadores biológicos

Crecimiento	L_{∞}	175,358	mm
	k	0,215	mm/año
	t_0	0,255	años
Talla – peso	alfa	0,0006	
	beta	3,5420	
Mortalidad natural	M	0,3800	1/año

b) Indicadores Tecnológicos

En general, durante el período 1979 – 1997, los indicadores tecnológicos muestran una tendencia a la baja con tasas medias de crecimiento anual decrecientes. En el caso de la captura se aprecia una disminución media anual del 2%. Un efecto similar se observa en el comportamiento del esfuerzo, medido tanto en número de trampas como en número de embarcaciones, (ambos decrecen en un 3% medio anual). El esfuerzo medido en trampas caladas por embarcación decrece a una tasa menor 2%. El único indicador que presenta un crecimiento positivo (5%) es el número de plantas que procesan centolla como uno de sus insumos. Éste se explica debido a que estas plantas son multifuncionales, teniendo dentro de su estructura productiva distintas alternativas de materia prima, hecho que les posibilita minimizar el proceso estacional aparejado a la producción de centolla.



Tabla 14.- Indicadores tecnológicos

AÑOS	Captura (t)	Esfuerzo n° de trampas	Esfuerzo n° de embarcaciones	Esfuerzo n° de trampas / embarcación	N° plantas
1979	2242	1557969	214	7280	s/i
1980	1326	570722	109	5236	s/i
1981	1273	644311	145	4444	s/i
1982	1441	725926	182	3989	s/i
1983	2688	1183520	245	4831	s/i
1984	2682	1229078	283	4343	8
1985	2636	1678161	261	6430	8
1986	2386	2114766	281	7526	11
1987	2067	1769238	296	5977	13
1988	2132	1444777	255	5666	16
1989	2208	1409721	250	5639	12
1990	1477	1423173	252	5649	16
1991	1778	1499376	263	5707	23
1992	1184	928858	179	5201	17
1993	1292	998656	189	5274	18
1994	1078	926649	178	5198	15
1995	1038	892059	173	5160	13
1996	1199	1003732	190	5280	14
1997	1424		132		

Las capturas presentaron un máximo de 2.688 toneladas en 1983, con un mínimo de 1.038 toneladas en 1995. Durante el período analizado los valores promedio alcanzaron a 1.766 toneladas. Con relación al comportamiento del esfuerzo medido en número de trampas, el máximo esfuerzo aplicado en la historia de la pesquería ocurrió en el año 1986 con un total de 2.114.768 unidades. El esfuerzo mínimo fue de 570.722 trampas en el año 1980. En el caso del esfuerzo medido en número de embarcaciones el máximo alcanzó a 296 barcos (corresponde a la suma de transportadoras y barcos) en 1986, el mínimo llegó a 109 en 1980, con un promedio de 215 barcos para el periodo comprendido entre los años 1979 y 1997. Las plantas presentaron un nivel máximo en 1991 con 23 establecimientos para luego



decrecer hasta un mínimo de 8 en 1984³, el promedio de plantas operando en el período ascendió a 14.

c) Indicadores económicos

La mayoría de los indicadores económicos arrojan tasas medias de crecimiento anual positivas para los años 1979 a 1997. Los precios playa muestran un crecimiento medio anual de un 2%, tasa similar a la que presenta la serie de precios FOB. En relación a los costos (proceso y extracción) se aprecia un leve incremento en los primeros (1% medio anual), mientras que los segundos experimentan una disminución (3% medio anual) al estar íntimamente relacionados con el nivel de esfuerzo aplicado (número de embarcaciones que entran o salen de la pesquería).

Los beneficios netos, tanto del sector extractivo como del sector proceso, muestran un desarrollo positivo en el tiempo, con tasas medias de crecimiento anual de un 14% y un 25% respectivamente. Los resultados son reflejo tanto de la disminución en el número de embarcaciones presentes en la pesquería como de un paulatino aumento en el nivel de desembarques en los últimos tres años.

³ Estos datos corresponden a establecimientos de 10 o más personas ocupadas consignados en la ENIA y por SERNAPESCA



Tabla 15.- Indicadores Económicos

AÑOS	Precios playa (US\$/t)	Precio FOB (US\$/t) ⁴	Producción (toneladas)	Costos de extracción (dólares)	Costos de proceso (dólares)	Beneficio neto extracción (dólares)	Beneficio neto proceso (dólares)	Beneficio neto pesquería (dólares)
1979	3117	13438	487	6822194	6526804	166120	17367	183487
1980	3004	12338	284	3889485	3493390	93819	10495	104313
1981	3211	14644	251	3899207	3667003	188396	8596	196991
1982	2994	12338	368	4618176	4526647	-303822	13599	-290223
1983	3105	14644	582	8223137	8502772	123103	19931	143034
1984	3241	13958	584	8370999	8131131	321363	20470	341832
1985	3154	12758	622	8180201	7912991	133743	22678	156421
1986	3226	14547	538	7622479	7807704	74757	18486	93242
1987	3483	17995	519	6775548	9215856	423711	71857	495568
1988	3707	20336	536	6759223	10647681	1144101	111441	1255542
1989	3834	20828	526	6938058	10728344	1527414	174714	1702128
1990	3998	20742	325	5006773	6515244	898375	160932	1059307
1991	3805	21588	387	5855100	7868228	910190	378099	1288289
1992	3979	20785	304	3825002	6009652	885599	204649	1090248
1993	4121	21896	323	4160996	6671815	1163336	400270	1563606
1994	4186	21623	339	3496771	6641375	1015737	345987	1361724
1995	4005	21379	282	3365852	5937318	791377	-134322	657055
1996	4231	22998	352	3872403	7330722	1200566	764222	1964788
1997	4111	20806		4201866		1652198		1652198

Durante los años 1979 – 1997, los precios playa presentaron un valor máximo de 4.231 dólares la tonelada en 1996, el mínimo ocurrió en 1982 con un valor que ascendió a 2.994 dólares la tonelada, mientras que el promedio se situó en 3.606 dólares la tonelada. Por su parte, la evolución de los precios FOB presenta un nivel máximo de 22.998 US\$/t en 1996, un mínimo de 12.338 US\$/t en 1982 con niveles promedio de 17.876 US\$/t.

El comportamiento histórico de los costos de extracción establece un máximo para el año 1984 con 8,37 millones de dólares, el valor mínimo surge en 1995 ascendiendo a aproximadamente 3,37 millones de dólares, el promedio se situó en

⁴ Corresponde a precio promedio ponderado



torno a los 5,6 millones de dólares. En el caso de los costos de proceso el máximo ocurre en 1989, el valor mínimo se alcanza en 1980, mientras que el promedio alcanzó a 6,9 millones de dólares.

En cuanto al beneficio neto del sector extractivo el máximo ascendió a 1,65 millones de dólares en 1997, apreciándose un mínimo negativo (pérdidas) cercanas a 0,3 millones de dólares durante 1982. El valor promedio ascendió a 653 mil dólares. A diferencia del sector extractivo, el área proceso presenta sólo valores positivos, con un máximo de 764,2 miles de dólares en 1991, un mínimo (negativo) de 134.3 miles de dólares en 1980 u un promedio de 145 miles de dólares.

d) Indicadores sociales

Durante los 19 años analizados, los indicadores sociales muestran dos tendencias opuestas. Se observa una contracción del empleo a nivel del sector extractivo, apreciándose una expansión moderada en el caso de la mano de obra asociada al proceso. De hecho, tanto la categoría de pescadores tripulantes como patronos muestran una tasa media de crecimiento anual decreciente para el período (3%). En el caso de la mano de obra ocupada en planta se observa un incremento medio anual del 2%. Por otra parte, los salarios del sector proceso también experimentaron un aumento medio anual, el que ascendió a un 7% para el período comprendido entre los años 1984 – 1994⁵.

⁵ Los datos disponibles fueron elaborados a partir de la Encuesta Anual de Industria Manufacturera



Tabla 16.- Indicadores sociales

AÑOS	Numero de pescadores		Numero de empleados en planta	Salarios medios en planta (dólares)
	patrones	tripulantes		
1979	214	696	s/i	s/i
1980	109	354	s/i	s/i
1981	145	471	s/i	s/i
1982	182	592	s/i	s/i
1983	245	796	s/i	s/i
1984	283	920	449	1656
1985	261	848	518	1264
1986	281	913	823	1229
1987	296	962	1013	1450
1988	255	829	1150	1543
1989	250	813	728	1608
1990	252	819	592	2056
1991	263	854	638	2363
1992	179	580	469	2476
1993	189	615	459	2526
1994	178	579	538	3161
1995	173	562	s/i	s/i
1996	190	618	s/i	s/i
1997	132	429	s/i	s/i

En el caso del número de pescadores, el número máximo de patrones fue de 296 en 1987, el mínimo alcanzó a 109 en 1980, situándose el valor promedio en torno a los 215 patrones durante el período. El número de tripulantes alcanzó el mayor nivel en 1987 con 962 personas empleadas, el mínimo llegó a 354 tripulantes con un promedio para la serie de 697 tripulantes. Con relación a la mano de obra empleada en planta, el nivel de mayor ocupación fue de 1.150 personas en 1988, el número mínimo fue de 449 en 1984 observándose un promedio de 671 empleos. Los salarios alcanzan su nivel máximo en 1994, con 3.161 dólares por año, un mínimo de 1.229 dólares año en 1986 y un promedio de 1.939 dólares por año.



3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS N° 2 Y 3.

Desarrollar una aplicación bioeconómica que permita evaluar el impacto económico y social de la puesta en práctica de diversas estrategias de manejo en esta pesquería

Determinar el beneficio económico social neto óptimo de la actividad comercial en la pesquería del recurso centolla en la XII región.

3.2.1 Modelación Bioeconómica

a) Subsistema biológico

De acuerdo a la evaluación del stock de centolla en la XII Región, se estableció que las capturas se encontrarían sustentadas en 7 grupos de edades repartidos entre los 3 y 9 años de vida, siendo los grupos de edades 6 y 7 los de mayor contribución a los desembarques.

Los parámetros biológicos de entrada al modelo de evaluación talla - estructurado, corresponden a las estructuras de tallas de los desembarques entre 1979 y 1996 (Figura 16), los parámetros de crecimiento, los parámetros de la relación talla - peso, y la mortalidad natural según se muestran en la Tabla 17.

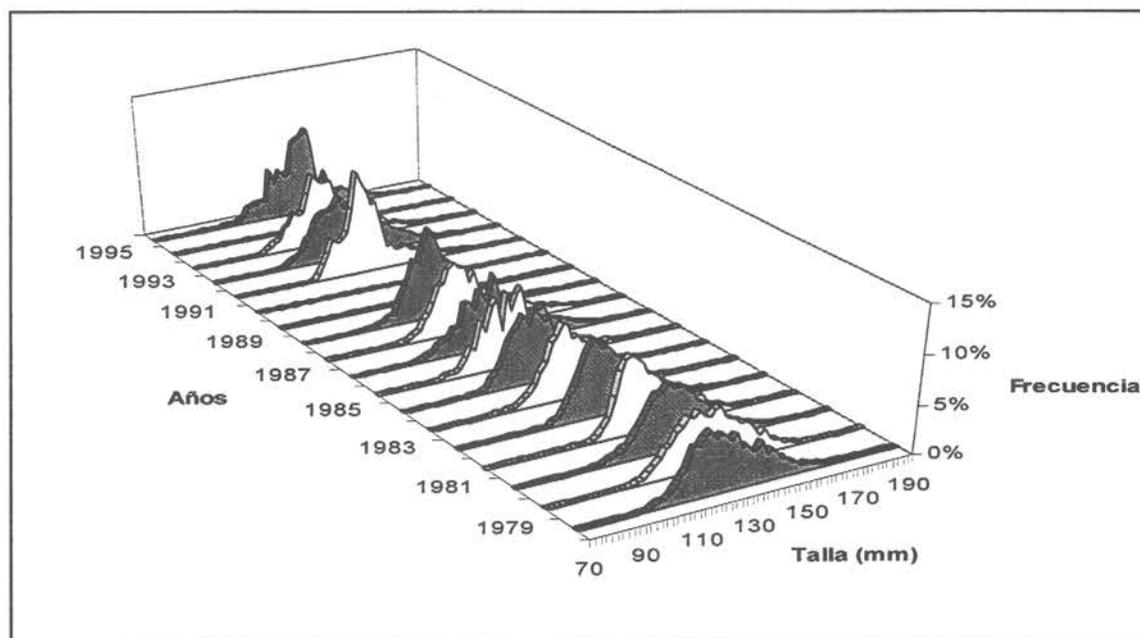


Figura 16.- Estructura de tallas de los desembarques entre los años 1979 y 1996

Tabla 17.- Parámetros biológicos de entrada a la modelación

Crecimiento	L_{∞}	175,358	mm
	k	0,215	mm/año
	t_0	0,255	años
Talla - peso	alfa	0,0006	
	beta	3,0542	
Mortalidad natural	M	0,3800	1/año

En relación con los principales resultados obtenidos de esta evaluación, se destaca que el cociente entre los reclutas (individuos de edad 3) y la abundancia total del stock ha variado en torno a un 36% (Figura 17), situación que obviamente establece que las evoluciones del stock de centolla se han visto fuertemente determinados por las intensidades en las clases anuales que han pasado por la pesquería. Por otra



parte, en la Figura 18 se presenta el patrón de explotación de centolla, el cual indica que el 50% de los ejemplares reclutados a la pesquería no supera los 6 años de vida, en tanto que el 100% se lograría a una edad superior a los 8 años, situación que permite inferir que la pesquería se sustenta principalmente en la fracción mas longeva y de mayor aporte en la reproducción de esta especie, lo cual obviamente debe ser atendido a la hora de propiciar medidas de manejo.

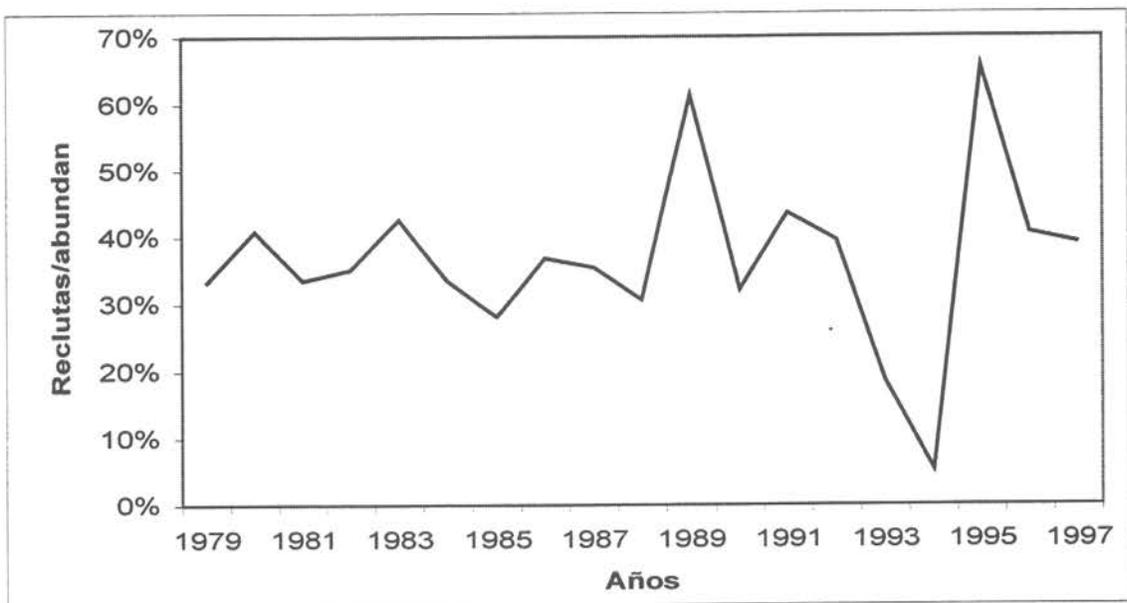


Figura 17.- Evolución de reclutas sobre la abundancia total de centolla en la XII región, 1979-1989

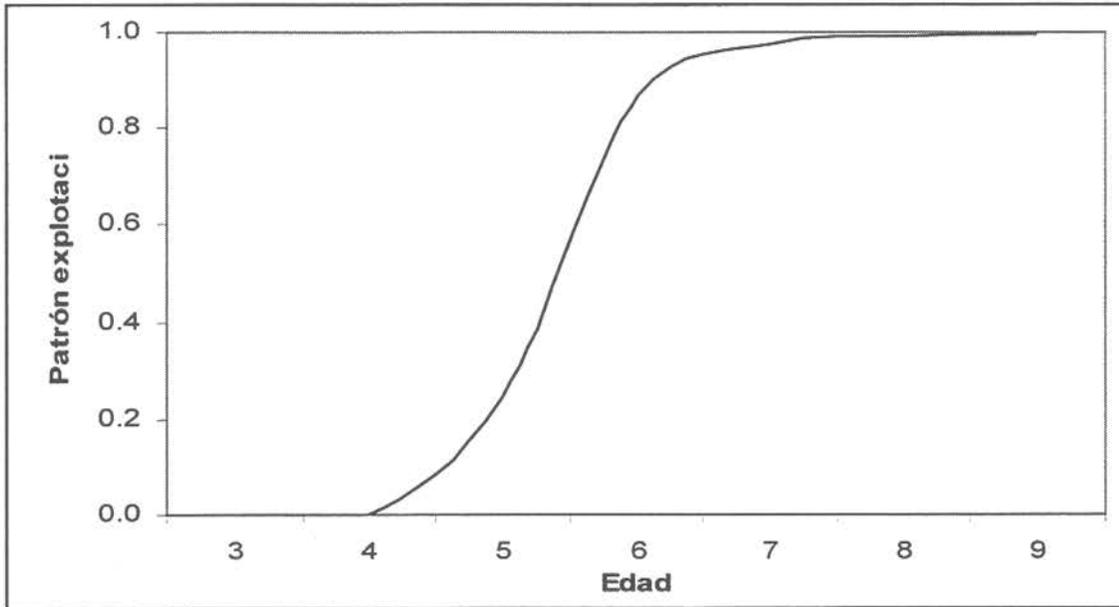


Figura 18.- Patrón de explotación edad-específico de centolla en la XII región

En la Figura 19 se presenta la evolución de la biomasa de centolla en la XII Región, derivada del modelo de evaluación de stock discreto de Shaeffer (B pred) y calibrado con los resultados del modelo talla estructurado (B obs). En este contexto, los parámetros del modelo indican una tasa intrínseca de crecimiento de $r=0,407$ y una biomasa máxima teórica de $K=16.455$ toneladas. De igual modo, se destaca que los valores de biomasa predichas por el modelo resultaron ser significativos, con leves discrepancias entre los años 1987-1989 y 1991-1993 que probablemente se deban a variaciones puntuales en la capturabilidad de este recurso.

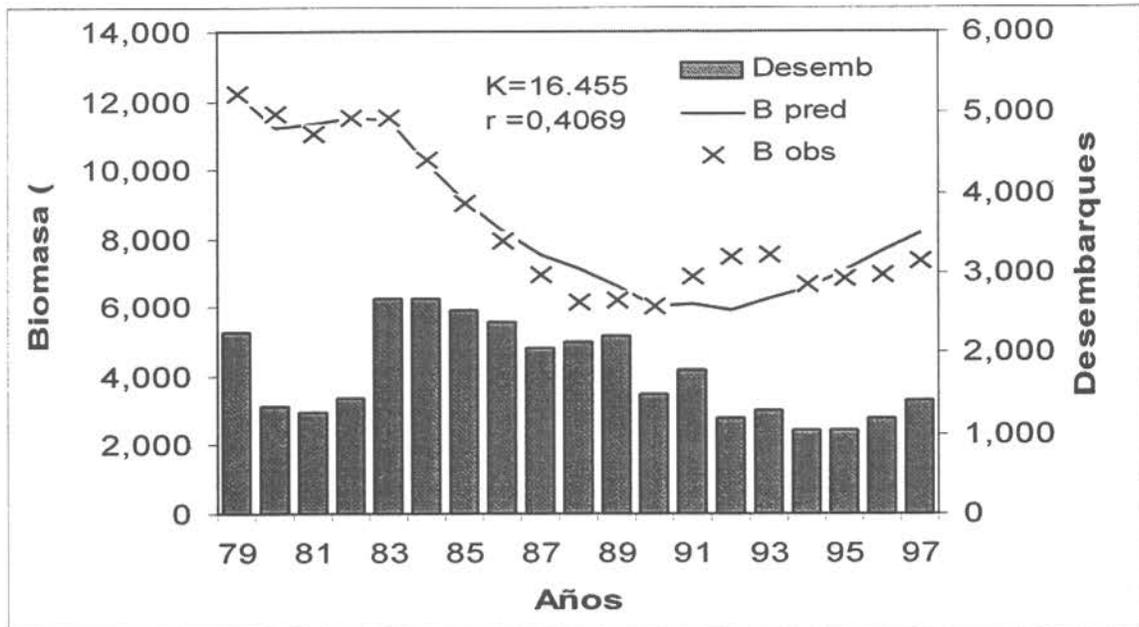


Figura 19.- Evolución de los desembarques y biomasa de centolla (predicha y observada) en la XII región, 1979-1989

En términos de la evolución de la biomasa, se destaca que a inicios de 1979 existían 12,2 mil toneladas de machos, los cuales y como consecuencia de niveles de explotación que en promedio superaban las 2,3 mil toneladas, entre 1983 y 1992 se registró una brusca disminución de la población explotable, llegando a fines de este mismo año a niveles de 5,8 mil toneladas. Posteriormente, y como consecuencia de la reducción del esfuerzo, mortalidad por pesca y los desembarques, la biomasa de machos explotables de centolla en la XII Región podría estar presentando una recuperación que a la fecha alcanzaría las 8 mil toneladas.

En la Figura 20 se muestra la evolución de la mortalidad por pesca y el número de naves, destacándose que para la serie entre los años 1979 y 1989, las variaciones



de ambos parámetros (F y naves) presentaron similares tendencias que sugieren una fuerte dependencia. En efecto, en la Figura 21 se presenta el modelo de poder que describe el 87% de la variabilidad de la mortalidad por pesca en función del tamaño de la flota, modelo que en definitiva permitió completar la serie restante (de embarcaciones) según se muestra en la Figura 20, en la cual destaca una notable disminución en el número de naves a partir de 1987, llegando en 1997 a un efectivo de 132 unidades equivalentes al 45% de la flota original.

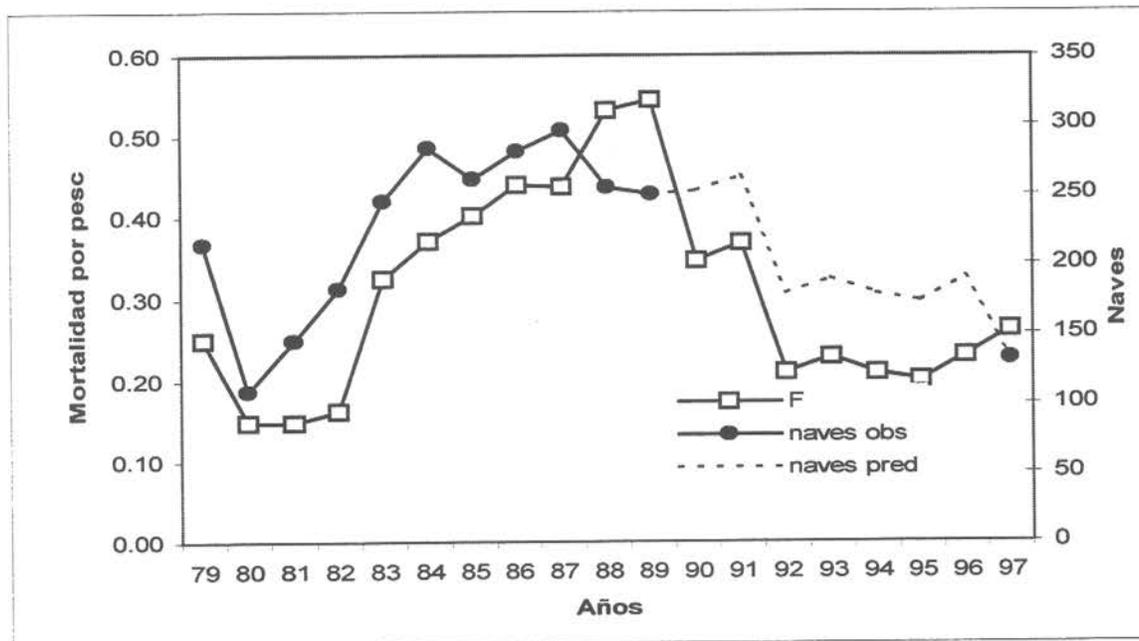


Figura 20.- Evolución de las mortalidades por pesca y el n° de embarcaciones que operaron en centolla, en la Xii región, 1979-1989

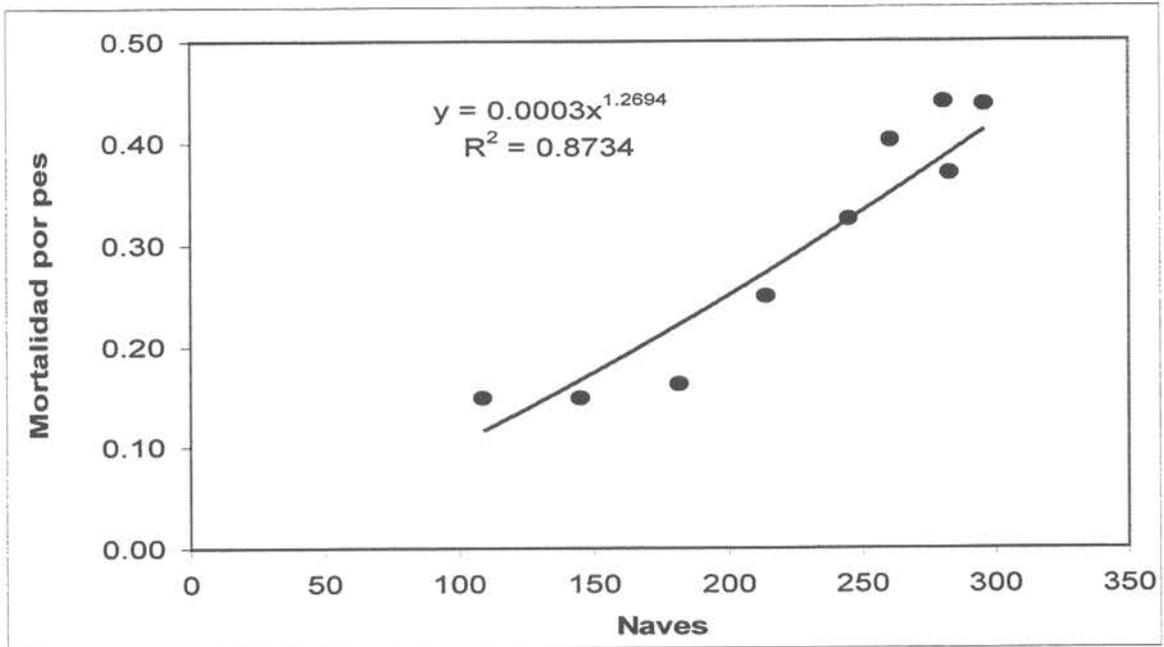


Figura 21.- Relación entre la mortalidad por pesca y el nº de embarcaciones que operaron en la pesquería de centolla, XII región, 1979-1989

Por otra parte, en las Figuras 22 y 23 se presentan las relaciones de equilibrio entre el desembarque respecto a la mortalidad por pesca y la biomasa, respectivamente, destacándose que el máximo rendimiento sostenido de este stock alcanzaría las 1.657 toneladas, alcanzables en el largo plazo, para una mortalidad por pesca de $F=0,247$ y una biomasa de 8.215 toneladas. De igual forma, incorporando la relación N° naves v/s Mortalidad por pesca, se deduce que el tamaño de la flota óptimo desde el punto de vista biológico, correspondería a 225 naves (Figura 24).

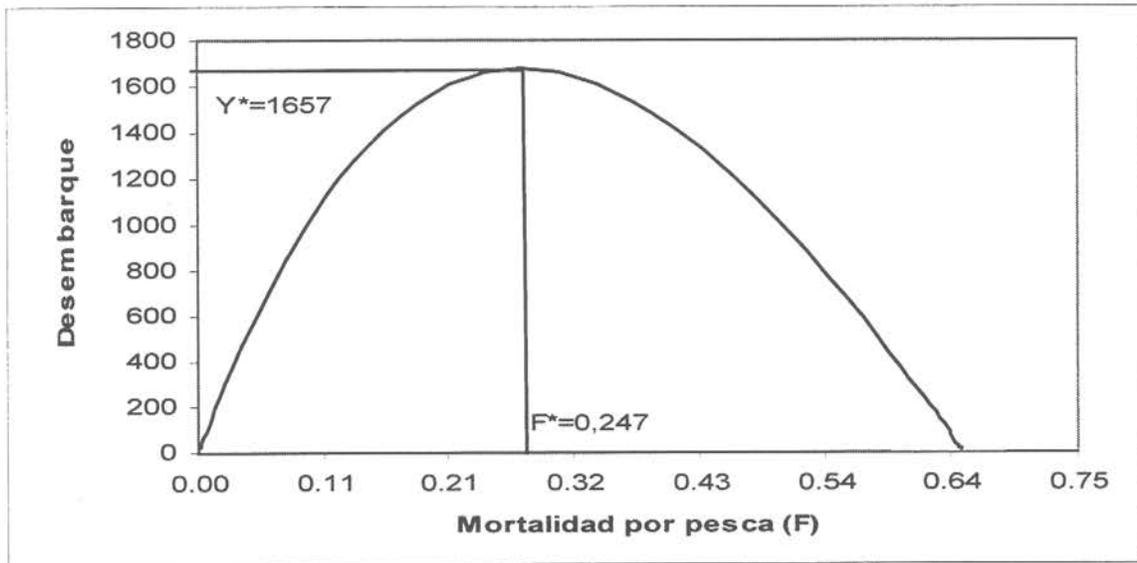


Figura 22.- Desembarques y mortalidades por pesca de centolla, equilibradas en el largo plazo, XII región

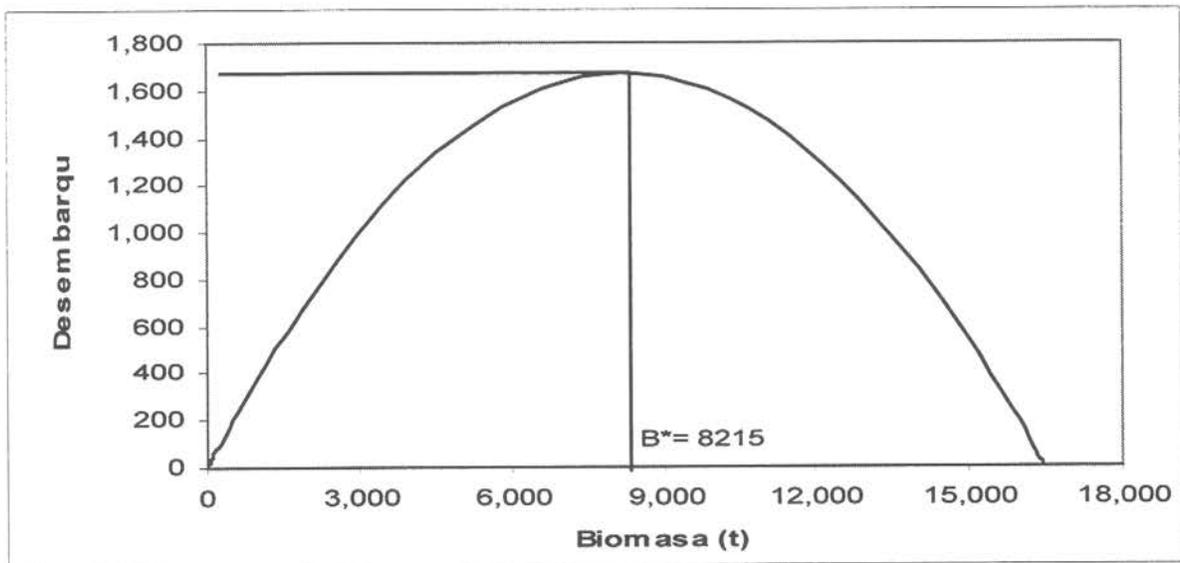


Figura 23.- Desembarque y biomasa total de centolla equilibradas en el largo plazo, XII región

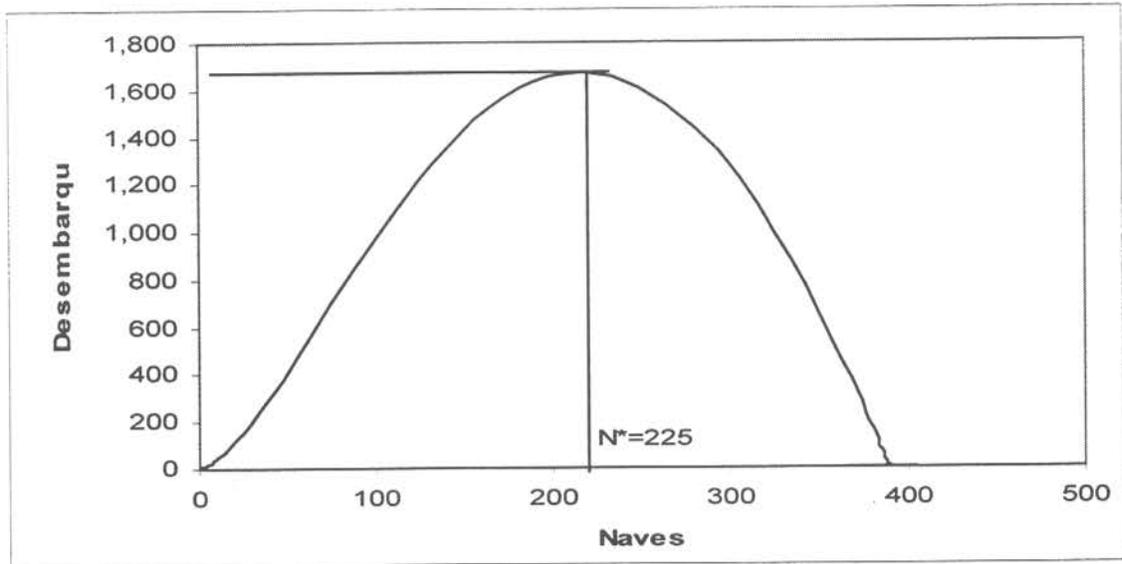


Figura 24.- Desembarque y tamaño de flota de centolla, equilibradas en el largo plazo, XII región, 1979-1989

b) Subsistema económico

Los siguientes son los supuestos modelo económico:

1. El precio es considerado constante. Asimismo, los costos marginales y promedio se asumen constantes para cualquier nivel de esfuerzo
2. Los cambios en el esfuerzo se darán de manera inmediata como respuesta a las variaciones de los ingresos netos
3. Los costos totales crecen de manera proporcional al esfuerzo de tal manera que un cambio de pendiente en la curva de costos determinará un desplazamiento en el nivel en que se alcanza el equilibrio bioeconómico y el MRE
4. Debido a que la captura de la flota no contribuye significativamente a la oferta global del recurso no es necesario determinar la función de precios (ecuación de demanda)



Los resultados planteados permiten evaluar el comportamiento ex – post de la pesquería de centolla tanto en términos de costos (fijos y variables) como con relación a los ingresos obtenidos por el sector extractivo y de proceso.

Los costos fijos del sector extractivo se determinaron mediante la siguiente ecuación:

$$CF_t = -354.196,8059 + NB_t * 3.015,885 + NM_t * 22.666,5$$

Donde:

CF_t : costo fijo en el tiempo t

NB_t : número de embarcaciones en t

NM_t : número de meses de operación en el año t

Dicha ecuación corresponde a un ajuste de regresión lineal efectuado a los datos reales disponibles (1979-1989) de costos, n° de embarcaciones y meses de operación.

Los costos variables se determinaron mediante la siguiente ecuación:

$$CV_t = Cvt_t + Cvc_t$$

Donde:

Cvt_t = costo variable en función del número de trampas

Cvc_t = costo variable en función del desembarque (bono de pesca)



En la figura 25, se presenta la evolución de los costos fijos y variables para el período comprendido entre los años 1979 – 1997. En el caso de los costos variables, se aprecia claramente la tendencia a la baja ocurrida con posterioridad al año 1995. Esto se explica debido a que éstos se encuentran relacionados directamente con los niveles de captura y en menor grado con las trampas caladas. Con posterioridad a 1995 comienza un proceso de alza que alcanza un valor máximo de 4 millones de dólares año.

Por otra parte, los costos fijos se mantienen estables en el tiempo con algunas variaciones producto tanto de la dependencia de los mismos del número de embarcaciones como de la duración de la operación de pesca.

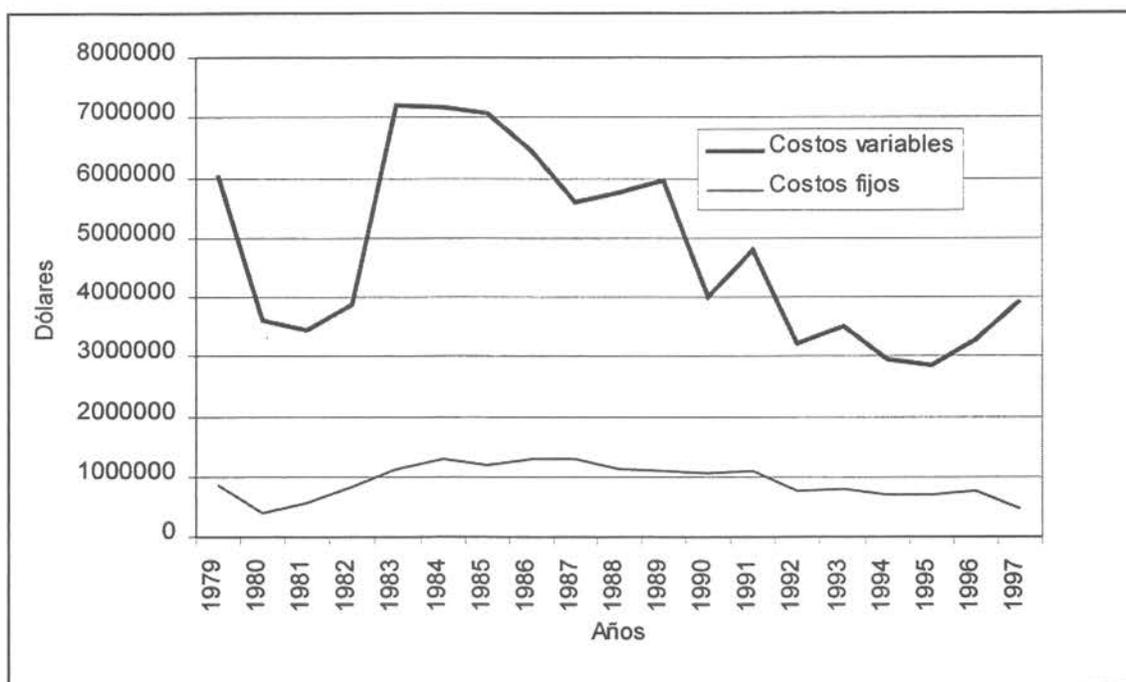


Figura 25.- Evolución de los costos de extracción de la pesquería de centolla de la XII región



Los ingresos del sector extractivo se determinaron multiplicando el desembarque por el precio playa para cada año. La figura 26 indica la evolución de los ingresos en el tiempo, la misma presenta tendencias similares a la curva de costos variables, esta situación se explica por la fluctuación de los desembarques y la variación de las embarcaciones. El máximo ingreso se obtuvo en el año 1994 con un ingreso equivalente a 8,7 millones de dólares. Actualmente, la flota genera ingresos que bordean los 5,9 millones de dólares.

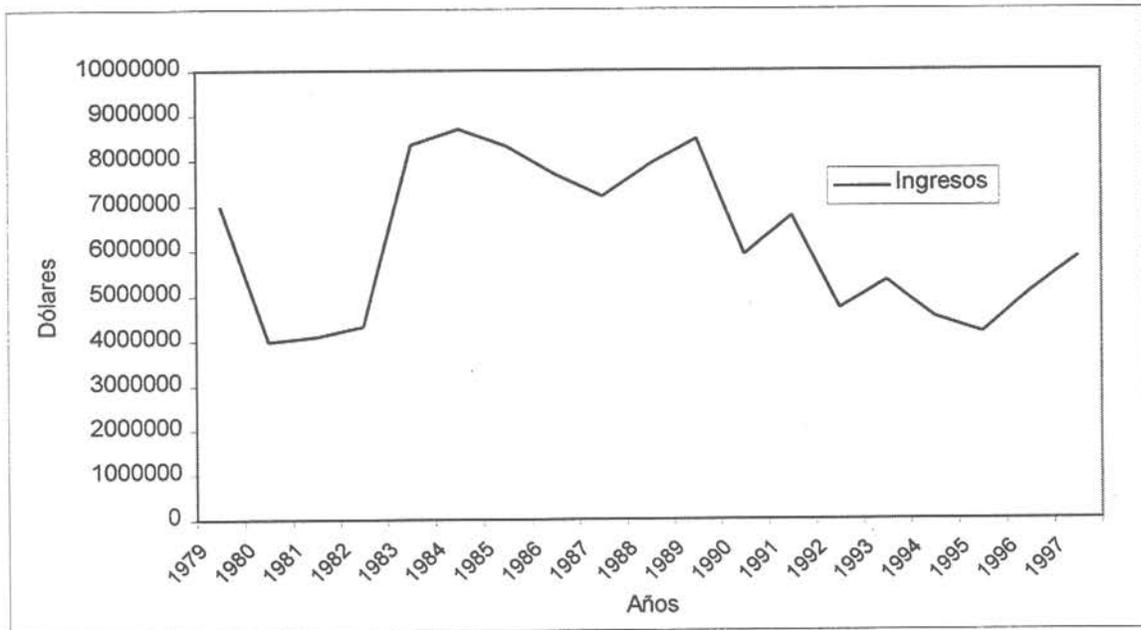


Figura 26.- Evolución de los ingresos del sector extractivo de la pesquería de centolla de la XII región

En el caso del sector proceso, los costos totales incluyen costos variables y costos fijos. Los primeros están directamente asociados al proceso productivo e incluyen materia prima, mano de obra empleada, energía consumida entre los más importantes. El costo fijo corresponde a un 19% de los costos totales.



De acuerdo a antecedentes obtenidos en plantas de la zona de Punta Arenas, el costo más importante en la estructura de costos de proceso de centolla, es el costo de materia prima, que alcanza una incidencia de hasta el 80% de los costos variables y cuyo valor corresponde al precio de playa del recurso. En la siguiente tabla se presenta una estructura generalizada de los costos de producción de centolla.

Tabla 18.- Estructura de costos de proceso

COSTOS	ITEM	
Costos Variables (81% del total)	Materia Prima	80%
	Combustibles Agua Energía eléctrica Aditivos Envases Fletes	20%
Costos Fijos (19% del total)	Remuneraciones Mantenimiento y reparación Seguros Gastos generales Depreciaciones	

Los ingresos del sector proceso se calcularon de la siguiente manera:

$$IT_t = MP_t * Rd * P_t$$

Donde:

Mp = materia prima en el tiempo t

Rd = rendimiento a producto final

P = precio FOB en el tiempo t



En la figura 27 se presenta la evolución de los costos fijos y variables de la industria dedicada a la producción de centolla, para los años 1979 – 1996. En los costos variables se observan dos períodos claramente diferenciados, uno ascendente que se extiende entre los años 1980 – 1988, para luego descender entre los años 1989 y 1995. El año 1996 indica una tendencia ascendente con un costo variable de 5,9 millones de dólares.

En el caso de los costos fijos, se observa una estabilización de los mismos en valores cercanos a los 1,5 millones de dólares.

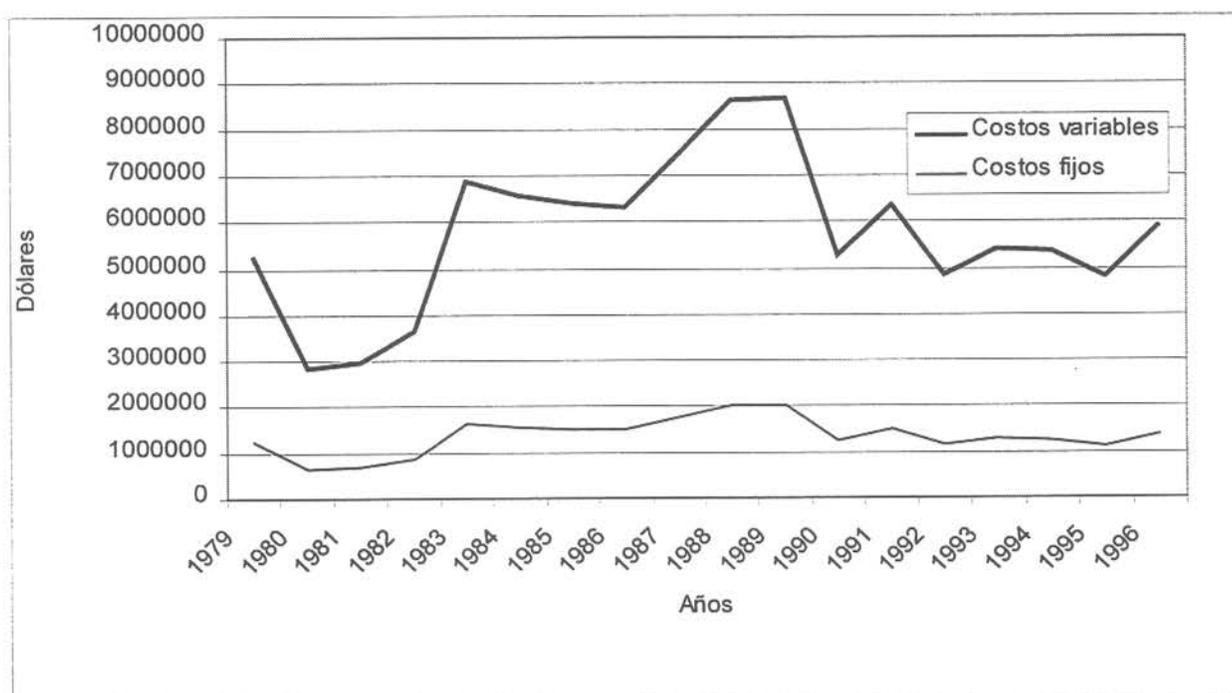


Figura 27.-.- Evolución de los costos de proceso de la pesquería de centolla de la XII región

Los ingresos presentan una tendencia al alza para luego estabilizarse en torno a los 8 millones de dólares (figura 28). Este factor de comportamiento se ve fuertemente influenciado por los precios del mercado mundial ya que Chile es un tomador de



precio por no tener una incidencia relevante en el concierto mundial. Lo anterior deriva tanto de las cantidades comercializadas como de no poder introducir el producto como king crab en los mercados internacionales.

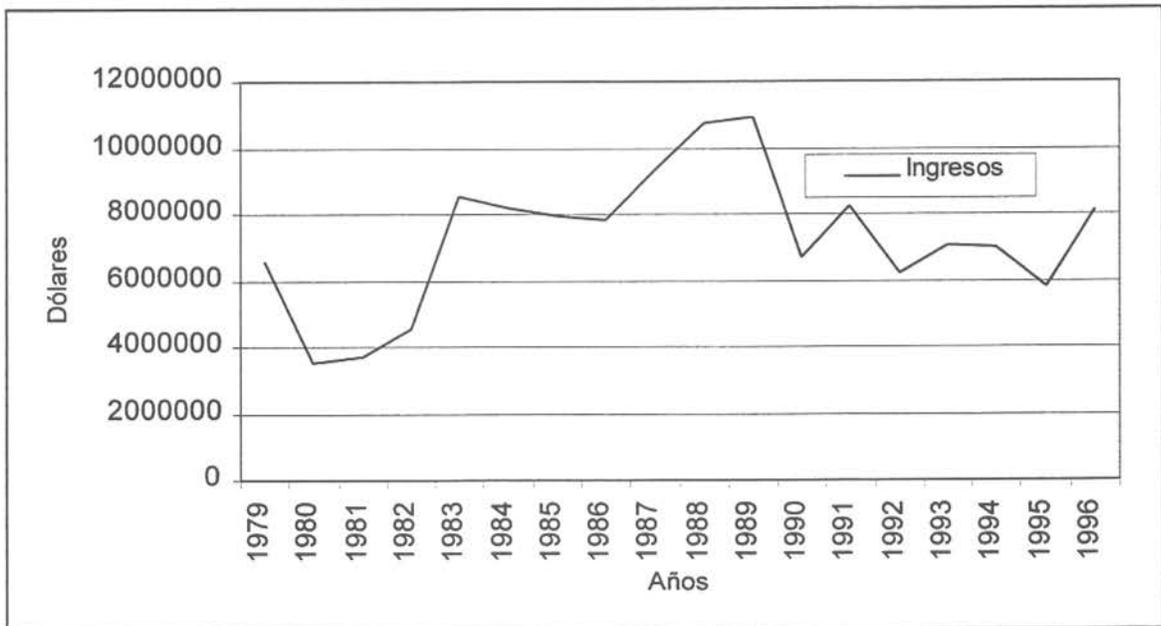


Figura 28.- - Evolución de los ingresos del sector proceso de la pesquería de centolla de la XII región

Es destacable observar que los beneficios del recurso en este sector dejan de ser marginales a partir del año 1987, producto de los mejores precios obtenidos en los mercados internacionales, un decremento de los costos variables y la estabilización de los costos fijos. (figura 29).

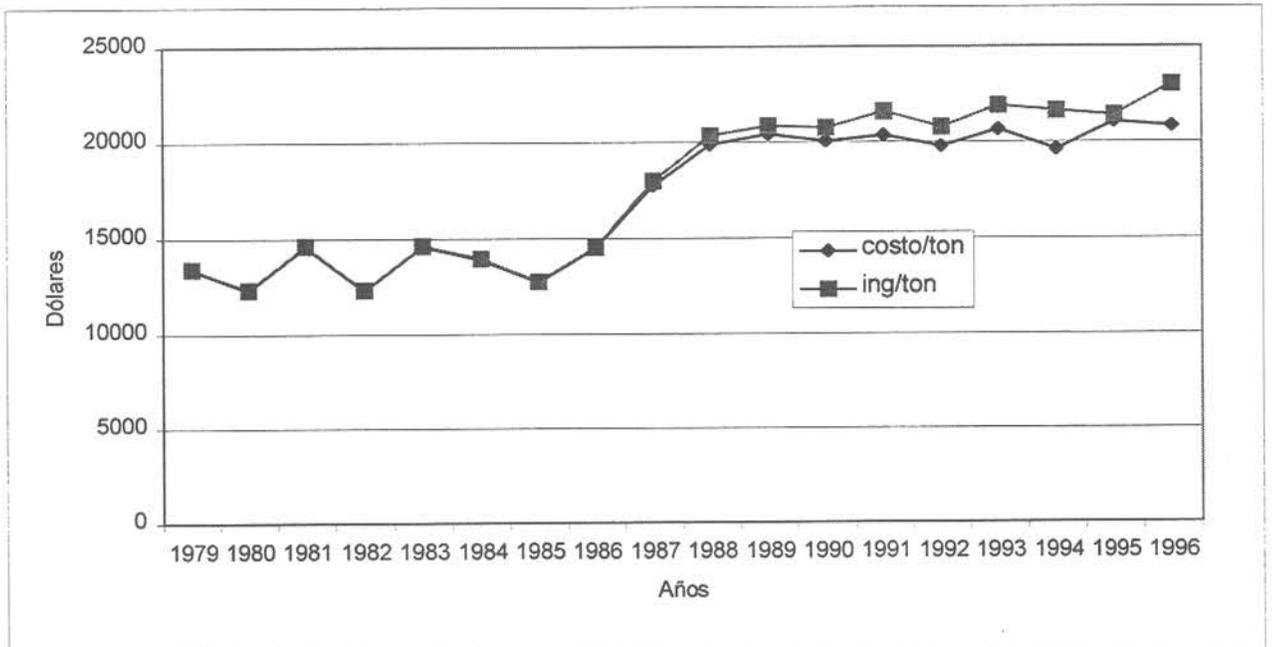


Figura 29.- Evolución de los indicadores costo/ton e ingreso/ton del sector proceso de la pesquería de centolla de la XII región

c) Subsistema flota

Para la determinación del parámetro que describe la tasa de cambio del tamaño de la flota, en relación con las variaciones en las rentas generadas por la pesquería, se debió analizar el segmento ascendente correspondiente a la etapa 1980-1985, esto debido a dos factores: el primero de ellos se asocia a que los datos reales se relacionan al tamaño de la flota registrado entre 1979 y 1989, y el segundo, a que la tasa de crecimiento de la flota se ve mejor representada en etapas de expansión de capacidad, en la cual, la renta se asume como factor primordial.

En este sentido, en la Figura 30 se muestra la evolución en el número de naves observada y predicha por el modelo dinámico de flota, destacándose que R_t



representa la renta generada en la pesquería en el año t-ésimo, y que el ingreso o abandono de naves se realizaría conforme a una tasa de $4,903E-06$ naves/US\$. En este contexto y dada las fuentes de información disponibles referidas a la expansión de la pesquería entre 1980 y 1984, este parámetro permite dar cuenta solo de la velocidad de ingreso de nuevas naves, pero no de la salida de estas ante rentas negativas, situación que en definitiva ante la imposibilidad de conocer las reales diferencias entre las tasas de entrada y salida de naves a la pesquería de centolla, para los efectos de este estudio se suponen que son las mismas.

La interpretación directa de esta tasa, establece que una nueva nave ingresará cuando la renta esperada de la pesquería se vea incrementada en un monto igual o superior a US\$ 203 mil anuales ($1/\eta$) por embarcación, en caso contrario la flota no se verá afectada.

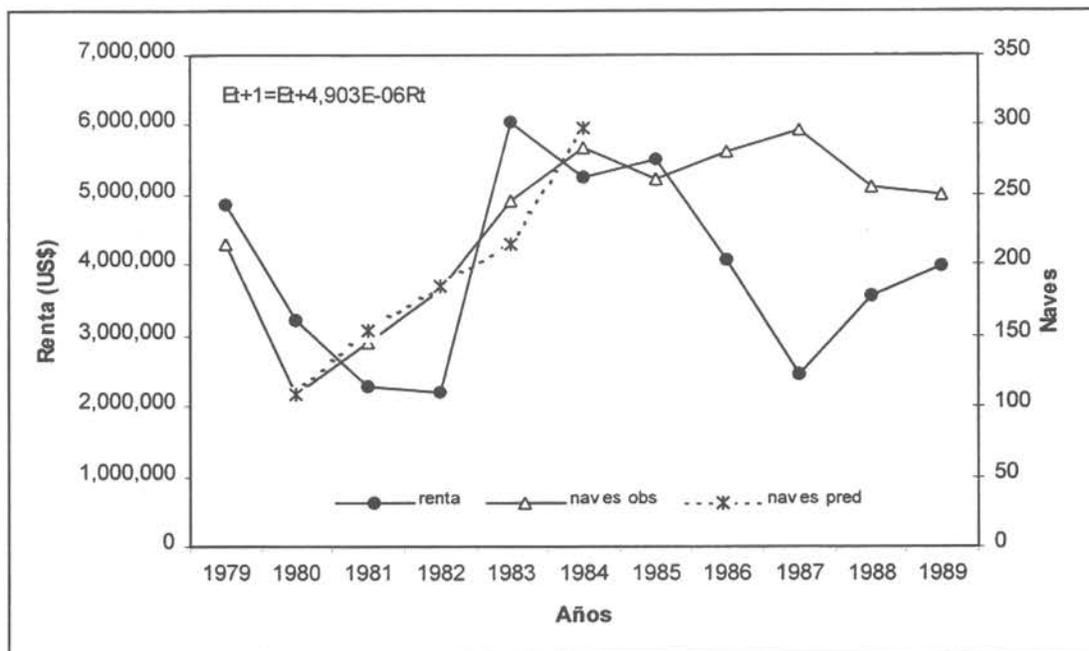


Figura 30.- Número de embarcaciones observadas y predichas a través del modelo dinámico de la flota de la pesquería de centolla, 1979-1989



3.2.2 Análisis bioeconómico estático

a) Puntos biológicos de referencia

Considerando los resultados del modelo talla-estructurado y lo consignado en la metodología, la aplicación del modelo de Thompson & Bell permitió la identificación de ciertos puntos biológicos de referencia. En este sentido, se debe tener presente ciertos aspectos relacionados a políticas de manejo sustentable de acuerdo a lo que persiguen los puntos biológicos más importantes:

- F0.1: nivel de mortalidad que en el largo plazo reduce el riesgo de sobrepesca por crecimiento
- Fmax: nivel de mortalidad sobre la cual, y en el largo plazo, se genera sobrepesca por crecimiento
- F2/3: nivel de mortalidad que en el largo plazo reduce el riesgo de sobrepesca por reclutamiento
- F1/3: nivel de mortalidad sobre la cual, y en el largo plazo, se genera sobrepesca por reclutamiento.

En este sentido, y de acuerdo al objetivo que se persiga, se deben evitar niveles de mortalidad superiores a Fmax o F1/3, a través de las políticas F0.1 o F2/3, respectivamente. En términos del recurso analizado, en la Figura 31 se destaca que el valor de referencia F2/3 alcanzó un nivel de 0,25 equivalente a un 11% de remoción en biomasa, en tanto que el valor F0.1 estableció un umbral de 0,75,



correspondiente a un grado de explotación del 23% de la biomasa total, cifra muy cercana a $F_{1/3} = 0,85$ que se traduce en una tasa de explotación del 25%. De igual forma y dado el rango de valores de mortalidad analizado, el punto de referencia $F_{máx}$ no pudo ser derivado, esto debido que la trayectoria de la curva de rendimiento por recluta presentó un valor creciente sin segmento asintótico, revelando con esto que la remoción de ejemplares estaría siendo efectuada por debajo de la talla crítica del recurso.

En este contexto, y dado que el recurso en estudio es propenso a la sobrepesca por reclutamiento, debido a su una baja tasa de renovación y gran longevidad relativa (app 17 años), el manejo de esta especie debiera apuntar a reducir el riesgo de sobrepesca por reclutamiento ($F_{2/3}$), medida que en definitiva se evalúa en el análisis dinámico de la pesquería.

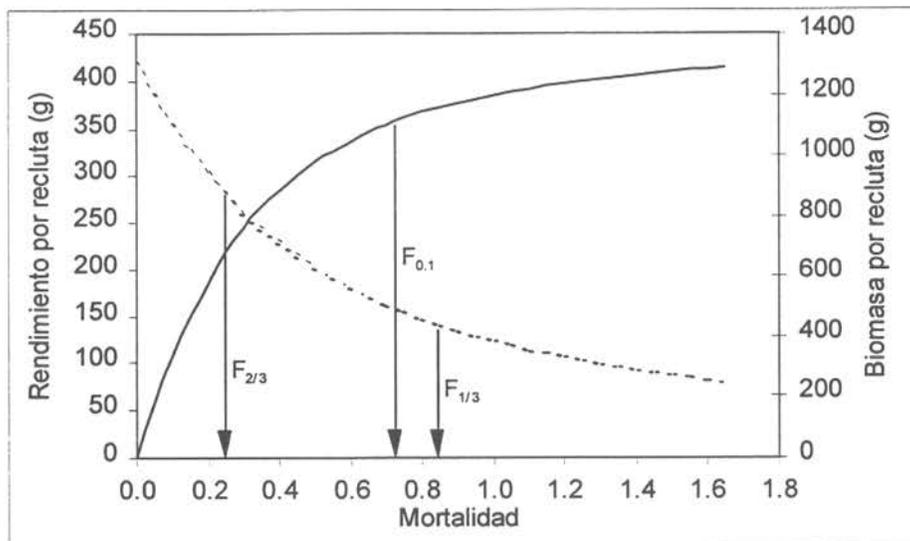


Figura 31.- Curvas de rendimiento y biomasa por recluta, y puntos biológicos de referencia para *Centolla XII Región*



b) Puntos bioeconómicos de referencia

A través del análisis biológico en equilibrio para este stock, e incorporando el costo unitario y el precio de playa de los años más recientes, se obtienen las curvas de costos e ingresos en el largo plazo para esta pesquería según se presentan en la Figura 32. En este sentido se destaca que la máxima renta esperada para esta pesquería podría llegar a los US\$ 2,2 millones anuales, si el tamaño de la flota se fija en 164 embarcaciones y la pesquería se desarrolla en equilibrio, en tanto que la mínima renta (cero) que genera la normalización de los beneficios y asegura el máximo empleo (861 ocupaciones en flota), se obtiene para un tamaño de flota de 265 naves.

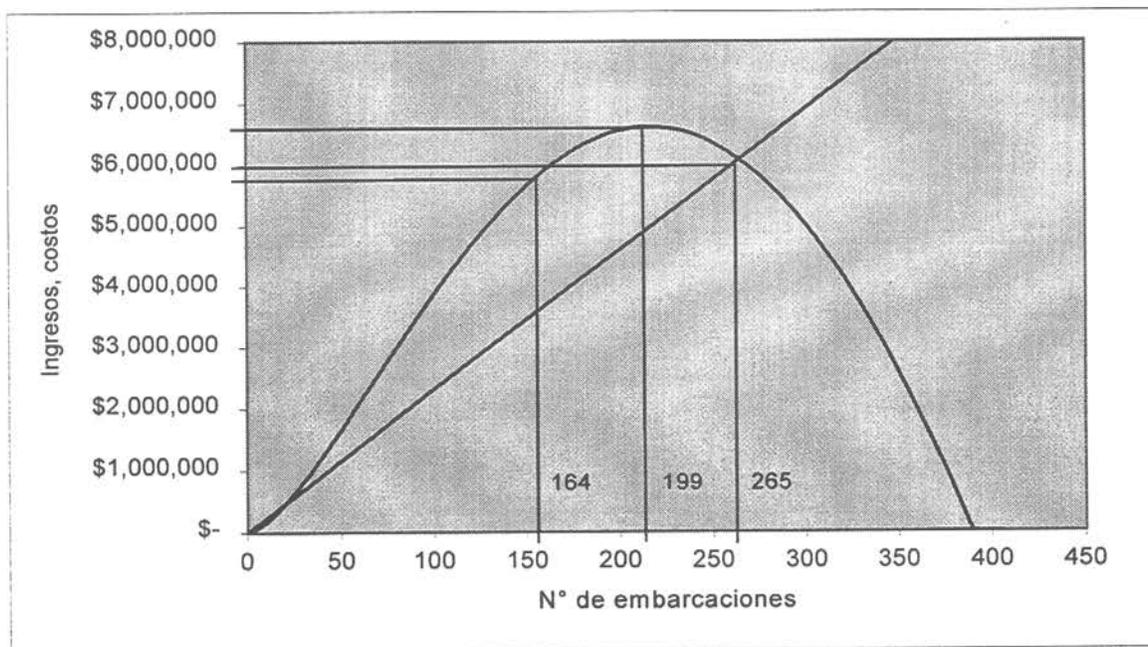


Figura 32.- Curva de ingreso y costo total de largo plazo, en función de diferentes tamaños de flota de la pesquería de centolla, XII región.



De igual forma, y consecuentemente al tamaño de la flota óptima en términos biológicos, se obtiene que para un total de 199 embarcaciones, el ingreso de esta pesquería se maximiza en el largo plazo.

3.2.3 Análisis bioeconómico dinámico

Para el desarrollo del modelo dinámico, se simulan los distintos escenarios a partir del tamaño actual de la flota, y de una tasa de explotación constante correspondiente al criterio $F_{2/3}$ y equivalente al 11% de la biomasa para los escenarios que restringen la operación extractiva.

a) Parámetros de entrada utilizados en el modelo dinámico

Los parámetros económicos de entrada al modelo corresponden a promedios de los últimos 10 años. Lo anterior a modo de establecer un factor de entrada a la modelación que da cuenta del comportamiento ex - post de la pesquería. Los parámetros de costo medio de extracción y precio playa se presentan en la tabla 18.

Tabla 19.- Parámetros económicos de entrada a la modelación

Parámetros	Precio playa (US\$/t)	Costo medio por embarcación (dólares)
	\$3,951	\$23,000



b) Curvas bioeconómicas de referencia

La figura 33, muestra las condiciones bajo las cuales se estabiliza la renta y el esfuerzo en el tiempo en un sistema de acceso abierto. La renta se estabiliza en torno a un valor cero, es decir en el equilibrio económico en un lapso de 60 años a contar del año 1997. De hecho, la misma presenta fluctuaciones a partir del año 20 donde se torna negativa para recuperar valores positivos a partir del año 39, tomando valores negativos nuevamente a partir del año 59. Por otra parte, el esfuerzo se estabiliza en torno a las 269 embarcaciones. Los valores observados en el modelo fluctúan entre las 132 y 304 embarcaciones.

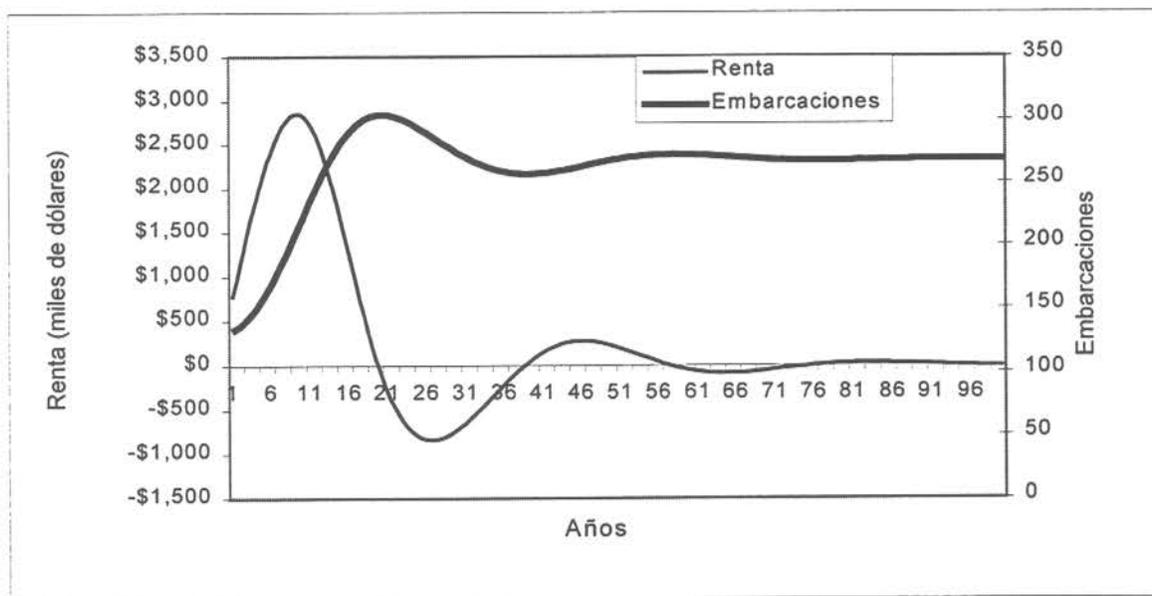


Figura 33.- Dinámica de la renta y del esfuerzo para la pesquería de centolla de la XII región

Para entender las trayectorias de la renta y el número de embarcaciones, se debe analizar el comportamiento de la pesquería y la biomasa en el horizonte de años simulado. En efecto, la biomasa responde conforme a las tasas de crecimiento



intrínseco de la población y a la explotación, en tanto la flota actuará en función de la velocidad de ingreso-egreso de naves conforme la renta presente variaciones.

En este sentido, la figura 34 muestra que durante los primeros 4 años simulados la biomasa se desarrollará a un máximo de 10,2 mil toneladas, lo cual motivará el repunte de los desembarques y los ingresos económicos, a niveles tales que las rentas sobrenormales generadas permitirán el crecimiento de la flota a un tamaño máximo de 304 naves. Sin embargo, este desmesurado crecimiento de la flota y los desembarques, ocasionarán la sobrepesca del recurso y la posterior caída de la biomasa a partir del 5° año y de los desembarques a partir del 8° año (la respuesta de los desembarques nunca es instantánea).

La reducción del stock llegará a niveles que en el año 26 bordeará las 5,3 mil toneladas, generando con esto una abrupta caída de los desembarques a niveles de 1,4 mil toneladas, y con ello a rentas negativas en la pesquería con el consecuente abandono de naves, situación que en definitiva se traducirá en una flota de 257 embarcaciones. Esta disminución de la presión extractiva permitirá al recurso recuperarse levemente, logrando con ello que la pesquería alcance en el año 38 un nuevo equilibrio económico (figura 35), por sobre el cual el aumento de la renta generará un nuevo crecimiento de la flota mucho menor al tamaño máximo observado, estabilizándose finalmente en torno a las 269 naves.

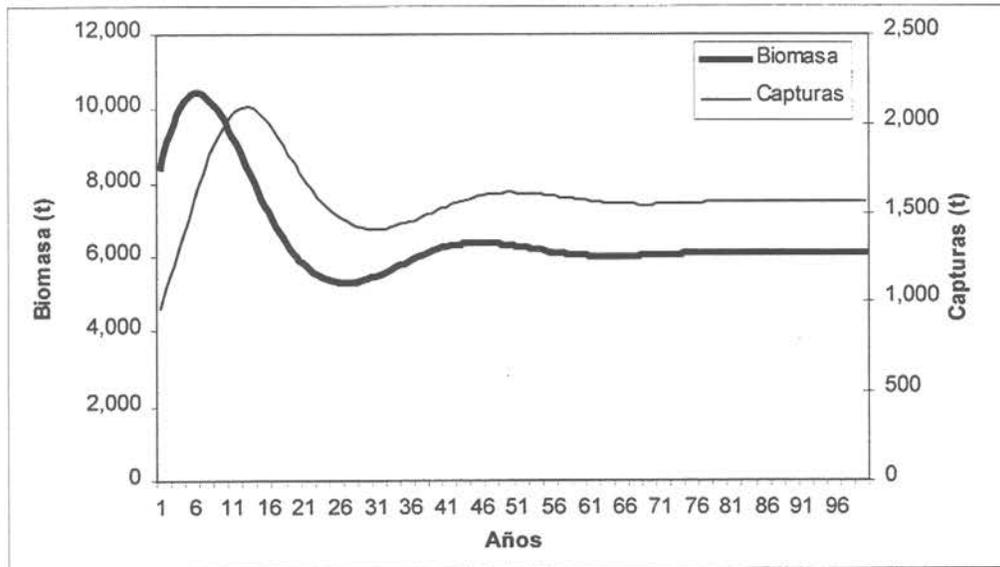


Figura 34.- Dinámica de la biomasa y las capturas de centolla en la XII Región para un régimen de acceso abierto.

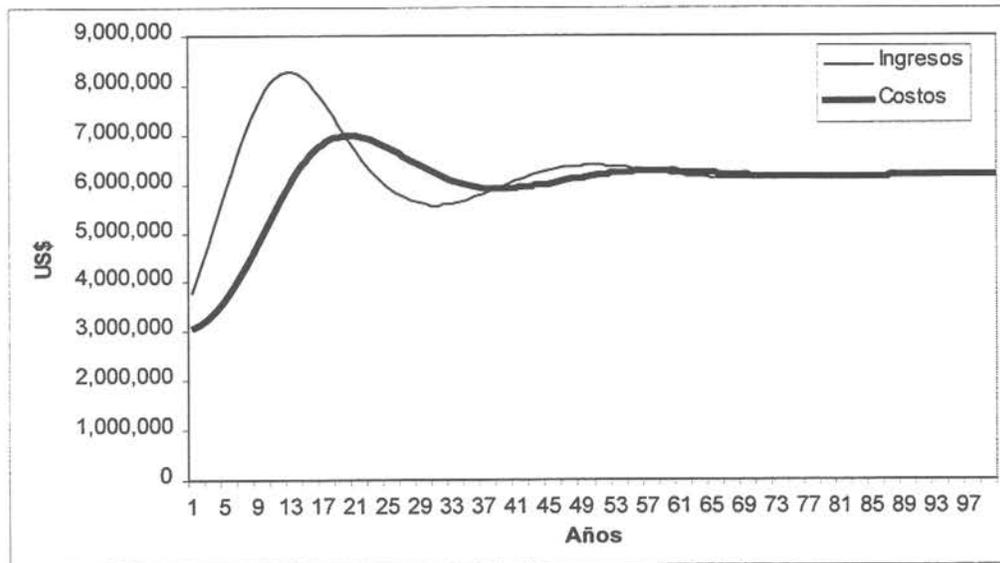


Figura 35. Dinámica del ingreso y los costos de la pesquería de centolla en la XII Región, en un régimen de acceso abierto.



Como consecuencia de la dinámica antes descrita, la biomasa y los desembarques de centolla confluirán a tamaños de 6 mil y 1,5 mil toneladas respectivamente, en una permanente dinámica de los puntos de equilibrio biológico (figura 36).

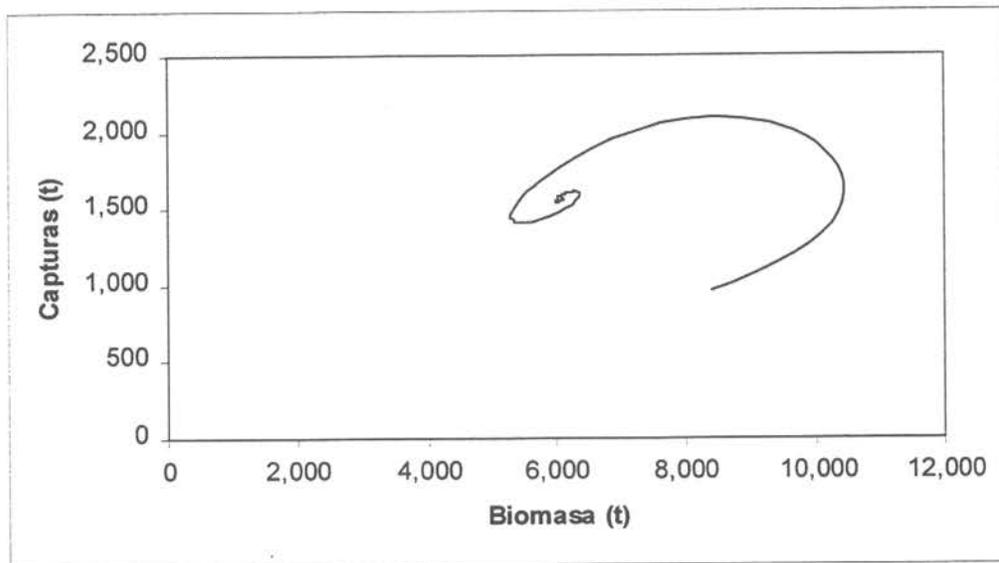


Figura 36.- Diagrama de equilibrio biológico entre la biomasa y las capturas de centolla en la XII Región en un régimen de acceso abierto.

La figura 37, muestra las condiciones de equilibrio dinámico entre la renta y el esfuerzo de pesca. El punto de equilibrio se localiza en las 269 embarcaciones, punto donde la renta es cero.

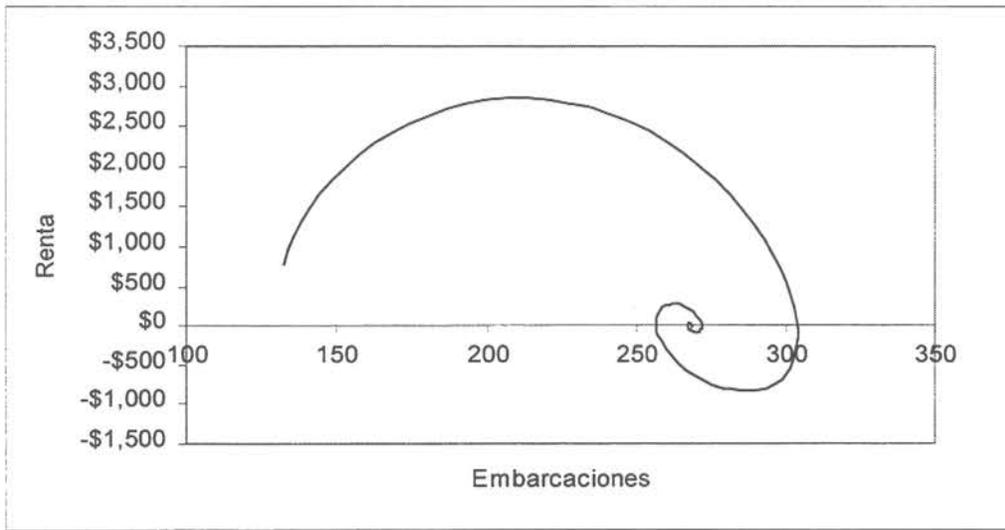


Figura 37.- Condición de equilibrio dinámico de la relación renta-esfuerzo en la pesquería de centolla de la XII región

En el caso de un sistema de acceso abierto con cuota global de captura las trayectorias del esfuerzo y las rentas se presentan en la figura siguiente:

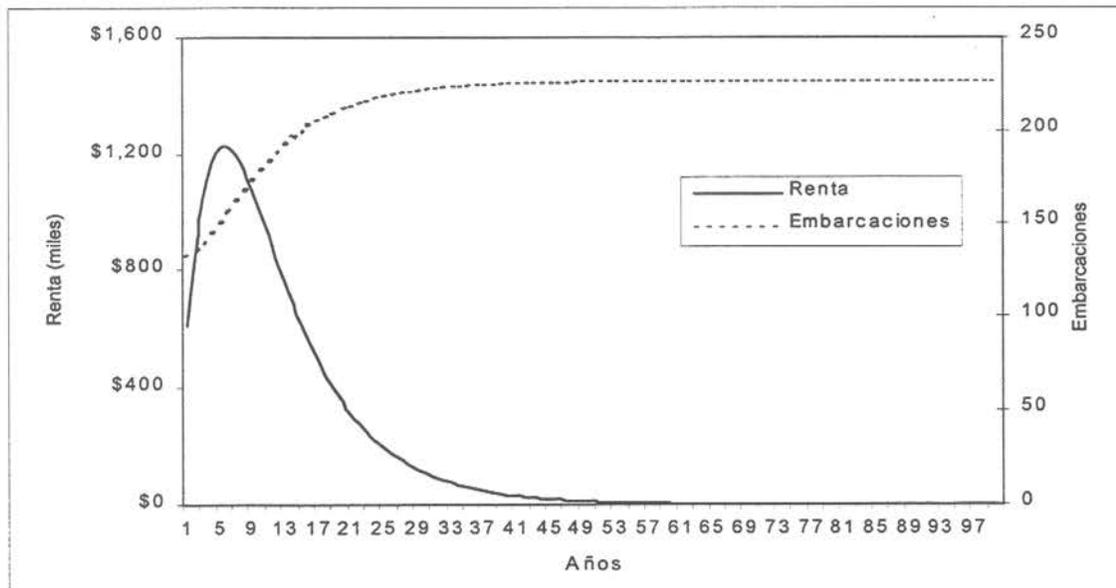


Figura 38.- Dinámica de la renta y del esfuerzo para la pesquería de centolla de la XII región bajo un sistema de acceso abierto con cuota global de captura



Se aprecia la disipación de la renta en el año 70 período en el que el nivel de esfuerzo alcanza a 227 embarcaciones.

De manera análoga al análisis de acceso abierto, el comportamiento del tamaño de la flota y la renta es consecuencia de los parámetros que describen la dinámica de la flota y el recurso. En este contexto, la figura 39 muestra que la evolución de las capturas es proporcional al desarrollo de la biomasa, la cual se estabiliza a partir del 14° año en torno a las 12 mil toneladas, como consecuencia del establecimiento de una cuota global de captura (techo) de 1,3 mil toneladas.

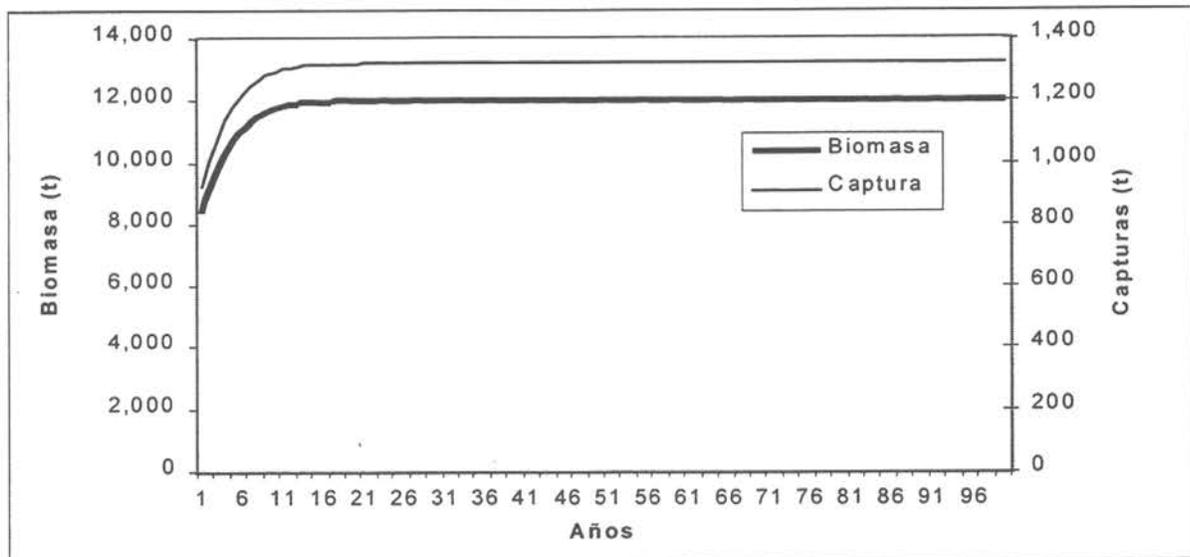


Figura 39. Dinámica de la biomasa y las capturas de centolla en la XII Región para un régimen de acceso abierto y cuota global.

En términos de los principales indicadores económicos, en la figura 40 se observa que hasta el año 31 los ingresos se mantienen por sobre los costos totales, generando con ello rentas sobrenormales que permiten el ingreso de naves a la



pesquería, ingreso que se realiza a tasas decrecientes las que en definitiva permiten estabilizar a la flota en torno a las 227 embarcaciones.

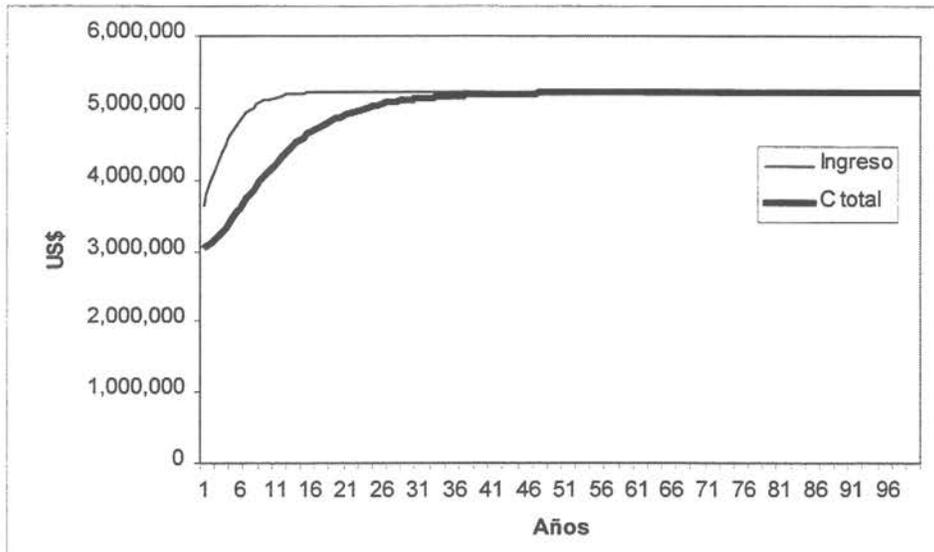


Figura 40. Dinámica del ingreso y los costos de la pesquería de centolla en la XII Región, en un régimen de acceso abierto con cuota global de captura.

Para un sistema con restricción de acceso fijando el esfuerzo en un máximo de 132 embarcaciones, la trayectoria de la renta es la siguiente:

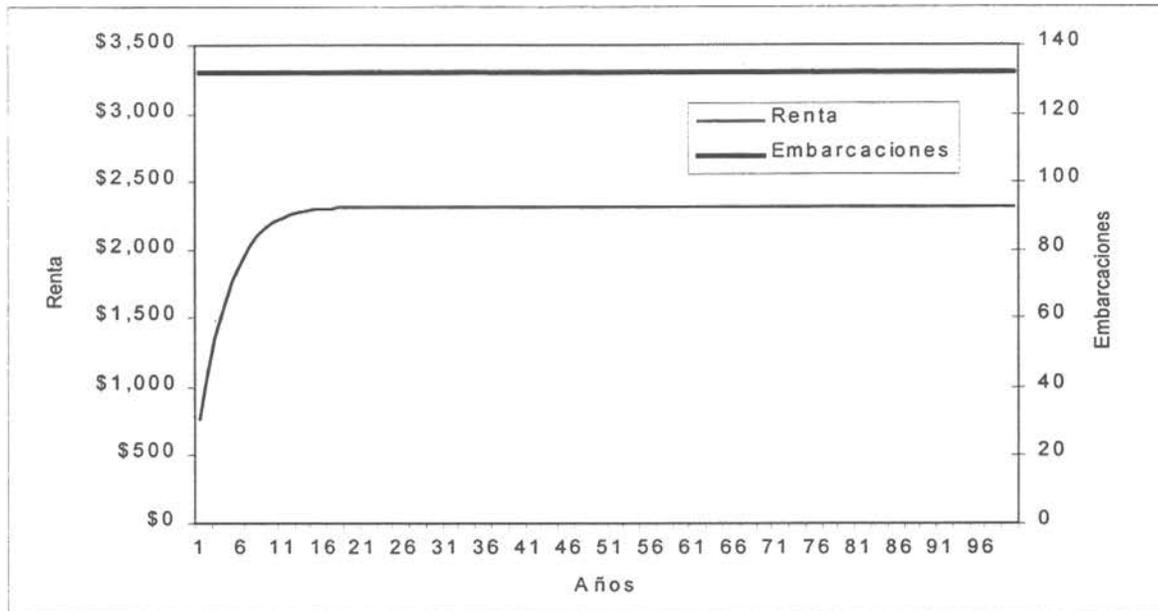


Figura 41- Dinámica de la renta y del esfuerzo para la pesquería de centolla de la XII región bajo un sistema de acceso limitado

Aquí, la renta presenta un fuerte crecimiento hasta el año 7, para posteriormente estabilizarse en 2,3 millones de dólares.

Para un sistema de administración con restricción de acceso y cuota global de captura, las rentas presentan un comportamiento similar al escenario anterior estabilizándose en torno a los 2,2 millones de dólares. La figura 42, muestra dicho comportamiento.

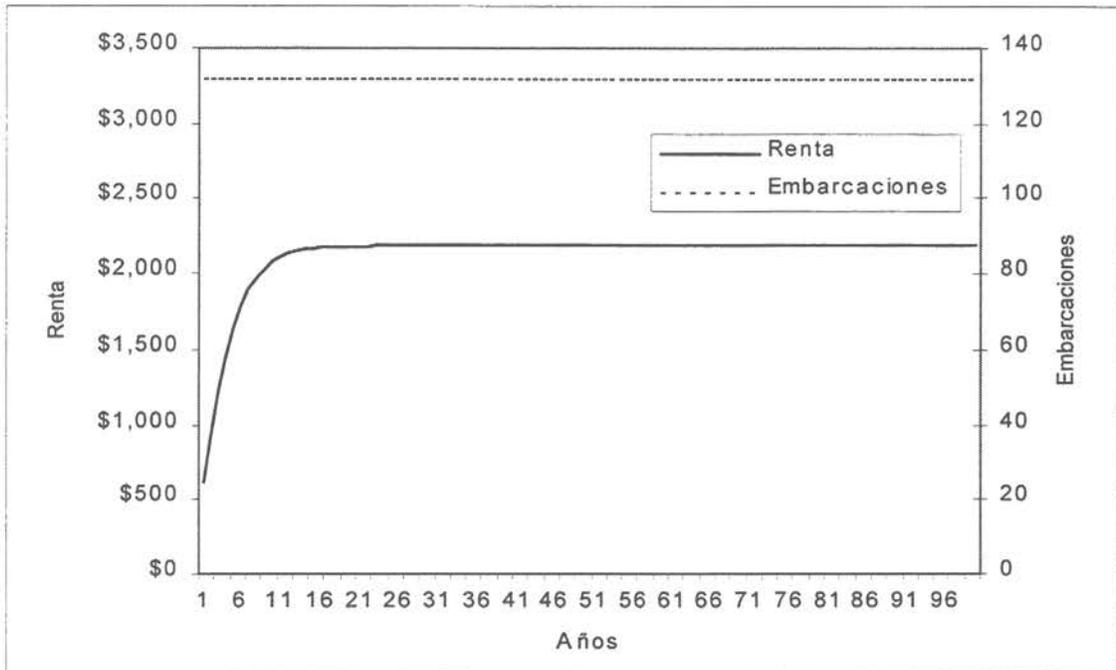


Figura 42- Dinámica de la renta y del esfuerzo para la pesquería de centolla de la XII región bajo un sistema de acceso limitado, con cuota global de captura

3.2.4 Análisis de la pesquería ante distintos escenarios de manejo

La tabla 20 presenta los resultados obtenidos a través del cálculo del VPN frente a dos escenarios de manejo. Los escenarios corresponden a la implementación de Cuota global de captura para dos estados de la naturaleza, sin restricción y con restricción de acceso. La tasa de descuento utilizada corresponde a la aplicación de criterios sociales es decir equivalente a un 12%.



Tabla 20- Valor Presente Neto de los beneficios del sector extractivo de la pesquería de centolla en la XII región

Escenarios	VPN sin restricción de acceso (US\$)	VPN con restricción de acceso (US\$)
Con cuota global de captura	\$7,087,536	\$13,748,779
Sin cuota global de captura	\$13,199,659	\$14,916,779

El mayor VPN se obtiene en la combinación del escenario sin cuota global y con restricción de acceso, situación que arroja un VPN de 14,9 millones de dólares. Es importante señalar que la pesquería de centolla actualmente se encuentra bajo un sistema de cierre de registros de pescadores y sin cuota global. En este contexto los resultados de la modelación dinámica señalan que el VPN de la actual administración es el mayor. Efectivamente, al tratarse de una pesquería donde el ingreso y salida de embarcaciones es extremadamente lento (coeficiente de Smith) y el valor de la cuota equivalente al 11% de la biomasa es mayor que el desembarque de los últimos años se maximiza el VPN de la alternativa sin CGC y con restricción de acceso, siendo la segunda mejor opción la aplicación de un sistema con CGC y con restricción de acceso.

Los criterios de tablas de decisión no probabilística utilizados permiten evaluar tanto a aquellos responsables de la ordenación pesquera altamente adversos al riesgo y cautos como a aquellos altamente optimistas y buscadores de riesgo. Los resultados se presentan a través de la aplicación de criterios Maximin, Minimax y Maximax. (Tabla 21, 22 y 23).



Tabla 21.- Criterio Maximin

Decisión	VPN (dólares) en distintos estados de la naturaleza		
	Sin cuota	Con cuota (11% Biomasa)	Mínimo VPN
Acceso abierto	\$13,199,659	\$7,087,536	\$7,087,536
Acceso cerrado (132 emb.)	\$14,916,779	\$13,748,779	\$13,748,779

En este caso se selecciona aquél proyecto que arroja el máximo mínimo VPN, en este caso corresponde a la alternativa acceso cerrado con CGC, equivalente a 13,7 millones de pesos. De hecho, este resultado explica la visión cauta del tomador de decisiones al preferir una alternativa que le permite tanto controlar la salud del recurso como cautelar el ingreso de nuevas naves a la pesquería, decisión que además posibilita la mantención del nivel de empleo en el largo plazo.

Tabla 22.- Criterio de pérdidas Minimax

Decisión	VPN (dólares) en distintos estados de la naturaleza		
	Sin cuota	Con cuota (11% Biomasa)	Máximo lamento
Acceso abierto	$14,9 - 13,2 = 1,7$	$13,7 - 7,1 = 6,7$	6,7
Acceso cerrado (132 emb.)	$14,9 - 14,9 = 0$	$13,7 - 13,7 = 0$	0

Aquí, debe tomarse la decisión que minimiza las pérdidas máximas, la que se define como la diferencia entre el beneficio real y el que pudo ser si se hubiese tomado la decisión correcta. En este caso y consecuentemente con lo esperado la decisión corresponde a un cierre de acceso.



Tabla 23.- Criterio Maximax

Decisión	VPN (dólares) en distintos estados de la naturaleza		
	Sin cuota	Con cuota (11% Biomasa)	Máximo VPN
Acceso abierto	\$13,199,659	\$7,087,536	\$13,199,659
Acceso cerrado (132 emb.)	\$14,916,779	\$13,748,779	\$14,916,779

Se selecciona la decisión con el beneficio neto más alto. En este caso acceso cerrado y sin cuota global de captura. El máximo VPN es 14,9 millones de dólares.

3.2.5 Beneficio neto de la pesquería

La siguiente tabla contiene los parámetros económicos de entrada de la función de beneficio neto de la pesquería:

Tabla 24.- Parámetros económicos utilizados en el cálculo del beneficio neto de la pesquería

Ítem	
Precio FOB (US\$/t)	20.999
Costo medio proceso (US\$/t)	19.528
Costo fijo anual planta (en dólares)	76.410
Numero de plantas	14
Rendimiento a producto final	30%
Parámetros sector extractivo	
Precio playa (US\$/t)	3.951
Costo medio por embarcación (en dólares)	23.000



El comportamiento de los beneficios tanto del sector extractivo como del sector proceso son simulados en el tiempo. Se asume un sistema de administración de acceso abierto. El beneficio neto de la pesquería corresponde a la suma de ambos sectores, la trayectoria de los mismos se ve reflejada en la figura 43. Se constata que una vez que el beneficio se hace máximo este decrece para luego tomar valores negativos.

Lo anterior se explica producto de la tendencia histórica de la industria asociada a la producción de centolla, la que presenta una tasa media de crecimiento anual negativa del 5% para el período comprendido entre los años 1990-1997. De hecho, de 23 plantas operando en 1991 se reduce a 14 en 1997. Este comportamiento ha sido observado en otras pesquerías importantes del país, pesquería pelágica, donde las plantas han debido fusionarse para enfrentar tanto los vaivenes del mercado como la variabilidad de los recursos.

El máximo beneficio se logra en el año 10 de la simulación con un valor de 2,649 millones de dólares. El punto de transición entre los beneficios positivos y negativos ocurre en el año 22 de la simulación. Efectivamente, estos resultados asumen un escenario conservador ya que el número de plantas podría aumentar al existir una condición de libre acceso en la pesquería simulada, sin embargo la tendencia en el sector proceso es a la baja del número de plantas y a la multiespecificidad de la producción. Esto último, es una situación que complejiza el análisis económico debido a la dificultad de desagregar la información relevante (principalmente costos fijos).

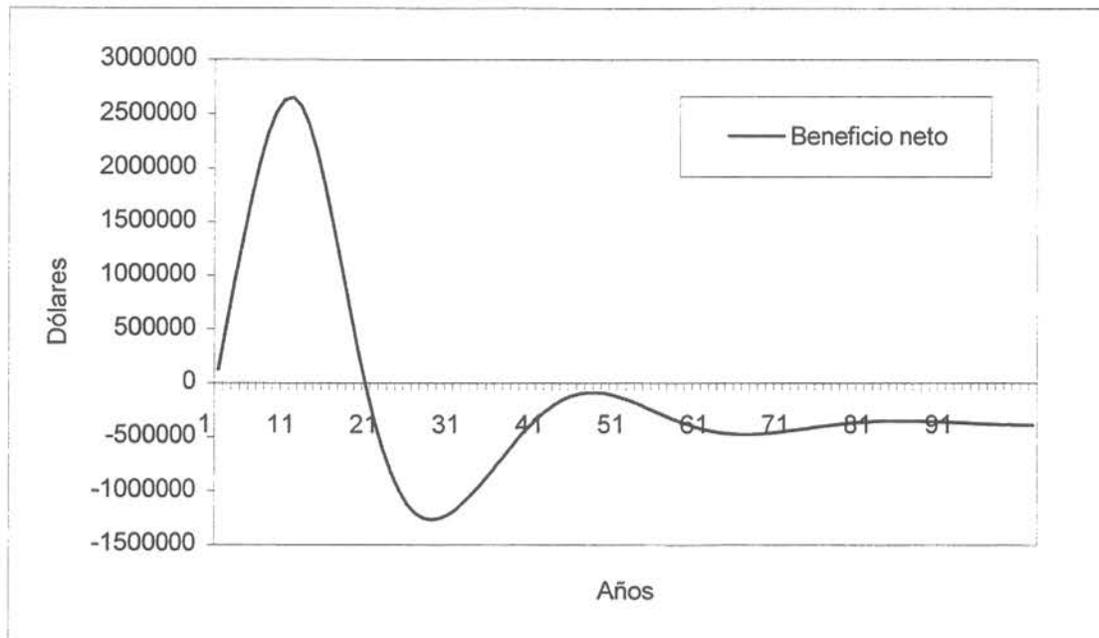


Figura 43- Evolución de los beneficios netos de la pesquería de centolla, simulados en un horizonte de 100 años



4. CONCLUSIONES

A la luz de los resultados obtenidos, las conclusiones más importantes son las siguientes:

Objetivo n° 1.- Definir y analizar en forma integral el sistema productivo de la pesquería de centolla en la XII Región

- El subsistema extractivo se desarrolla en base a unidades extractivas, cada una de ellas compuesta por 4 o 5 botes más una embarcación transportadora. Las principales características de este subsistema, es su carácter multiespecie y su movilidad espacial entre temporadas de pesca. La eslora de las embarcaciones artesanales en su gran mayoría varía entre 8 y 14 metros, existiendo muy pocas mayores a 14 metros.
- Las principales características del subsistema de proceso es la heterogeneidad en la escala de operación de las plantas y su carácter multiproducto, es decir, dedicadas a la elaboración de diferentes productos con diferentes mercados de destino. Este sector está integrado por alrededor de 33 empresas de las cuales 18 se concentran en la XII región. De éstas, las más importantes en función de los ingresos⁶ generados son ocho. Los procesos más importantes son congelados, conservas y marginalmente cocido y fresco - enfriado.
- El destino de la producción de centolla, corresponde casi exclusivamente el mercado externo existiendo una clara diferenciación de los mercados de destino

⁶ Durante el período 1984-1992, las firmas centran su producción principalmente en el recurso centolla. A partir de 1993 el esfuerzo se dirige tanto a centolla como a erizo



en función de los productos comercializados. Las conservas son destinadas a Francia, Bélgica e Italia y los congelados a Estados Unidos (principal mercado para ese producto), Taiwan y Holanda.

- En el periodo (1984 – 1994), el comportamiento del empleo presenta cierta analogía con la producción, a partir del año 1988 la producción al igual que la ocupación evidencia una tendencia a la baja. Sin embargo, la drástica caída en el nivel de empleo no es el resultado de drásticas bajas en la producción, sino más bien de la incorporación de tecnologías que hacen más eficiente el proceso de producción. En términos globales, la productividad media del empleo (toneladas/persona-año), presenta una evolución positiva.
- En general, los indicadores tecnológicos (1979 – 1997) muestran una tendencia a la baja, con tasas medias de crecimiento decrecientes. En el caso de la captura se aprecia una disminución media anual del 2%. Un efecto similar se observa en el comportamiento del esfuerzo, medido tanto en número de trampas como en número de embarcaciones, (ambos decrecen en un 3% medio anual). El único indicador que presenta un crecimiento positivo (5%) es el número de plantas que procesan centolla como uno de sus insumos.
- La mayoría de los indicadores económicos arrojan tasas medias de crecimiento positivas para los años 1979 a 1997. Los precios playa muestran un crecimiento medio anual de un 2%, tasa similar a la que presenta la serie de precios FOB.
- A partir de 1990 la tendencia del precio FOB es positiva para la línea de conservas y negativa para los congelados. De hecho, la tasa media de crecimiento anual de conservas, para los años 1984 - 1994, alcanzó a un 2%,



con un precio mínimo de 23 miles de dólares la tonelada, un máximo de 27,4 miles de dólares la tonelada, mientras que el promedio se situó en 25.300 U\$/t.

- Con relación a los costos de producción (proceso y extracción), se aprecia un leve incremento en los primeros (1% medio anual), mientras que los segundos experimentan una disminución (3% medio anual), al estar íntimamente relacionados con el nivel de esfuerzo aplicado (número de embarcaciones que entran o salen de la pesquería).
- Los beneficios netos, tanto del sector extractivo como del sector proceso, muestran un desarrollo positivo en el tiempo, con tasas medias de crecimiento anual de un 14% y un 25% respectivamente. Los resultados son reflejo tanto de la disminución en el número de embarcaciones presentes en la pesquería como de un paulatino aumento en el nivel de desembarques en los últimos tres años.

Objetivo nº 2.- Desarrollar una aplicación bioeconómica que permita evaluar el impacto económico y social de la puesta en práctica de diversas estrategias de manejo en esta pesquería

Objetivo nº 3.- Determinar el beneficio económico social neto óptimo de la actividad comercial en la pesquería del recurso centolla en la XII región.

- En relación con los principales resultados obtenidos de esta evaluación, se destaca que el cociente entre los reclutas (individuos de edad 3) y la abundancia total del stock ha variado en torno a un 36%. Por otra parte, el patrón de explotación de centolla indica que el 50% de los ejemplares reclutados a la pesquería no supera los 6 años de vida, en tanto que el 100% se lograría a



una edad superior a los 8 años, situación que permite inferir que la pesquería se sustenta principalmente en la fracción más longeva y de mayor aporte en la reproducción de esta especie.

- Los parámetros del modelo biológico son: una tasa intrínseca de crecimiento de 0,407 y una biomasa máxima teórica de 16.455 toneladas. El máximo rendimiento sostenido de este stock alcanzaría las 1.657 toneladas, alcanzables en el largo plazo, para una mortalidad por pesca de $F=0,247$ y una biomasa de 8.215 toneladas.
- El máximo ingreso del sector extractivo se obtuvo en el año 1994 con un ingreso equivalente a 8,7 millones de dólares. Actualmente, la flota genera ingresos que bordean los 5,9 millones de dólares. Los ingresos presentan una tendencia al alza para luego estabilizarse en torno a los 8 millones de dólares. Este factor de comportamiento se ve fuertemente influenciado por los precios del mercado mundial ya que Chile es un tomador de precio por no tener una incidencia relevante en el concierto mundial.
- Una nueva nave ingresará cuando la renta esperada de la pesquería se vea incrementada en un monto igual o superior a US\$ 203 mil anuales por embarcación, en caso contrario la flota no se verá afectada.
- Es destacable observar que los beneficios del recurso en el sector proceso dejan de ser marginales a partir del año 1987, producto de los mejores precios obtenidos en los mercados internacionales, un decremento de los costos variables y la estabilización de los costos fijos.



- En términos del recurso analizado, el valor de referencia $F_{2/3}$ alcanzó un nivel de 0,25 equivalente a un 11% de remoción en biomasa, en tanto que el valor $F_{0.1}$ estableció un umbral de 0,75, correspondiente a un grado de explotación del 23% de la biomasa total, cifra muy cercana a $F_{1/3} = 0,85$ que se traduce en una tasa de explotación del 25%..
- En este contexto, y dado que el recurso en estudio es propenso a la sobrepesca por reclutamiento, debido a su baja tasa de renovación y gran longevidad relativa (app. 17 años), el manejo de esta especie debiera apuntar a reducir el riesgo de sobrepesca por reclutamiento ($F_{2/3}$), medida que en definitiva se evalúa en el análisis dinámico de la pesquería.
- El análisis bioeconómico estático arroja que la máxima renta esperada para esta pesquería podría llegar a los US\$ 2,2 millones anuales, si el tamaño de la flota se fija en 164 embarcaciones, en tanto que la mínima renta (cero) que genera la normalización de los beneficios y permite el máximo empleo (861 ocupaciones en flota), se obtiene para un tamaño de flota de 265 naves. El tamaño óptimo de la flota, en términos biológicos corresponde a 199 embarcaciones.
- A partir del análisis bioeconómico dinámico para un sistema de acceso abierto, se deduce que la renta presenta fluctuaciones negativas y positivas a partir del año 20 de la modelación, el equilibrio económico (estabilización de la renta en torno a cero) se obtiene en el año 60, con un nivel de esfuerzo de alrededor de 269 embarcaciones. Como consecuencia de la dinámica de la pesquería, la biomasa y los desembarques confluirán a tamaños de 6 mil y 1,5 mil toneladas respectivamente, en una permanente dinámica de los puntos de equilibrio biológicos.



- En el caso de un sistema de acceso abierto y establecimiento de cuota global de captura de 1,3 mil toneladas la renta se disipa en el año 70, año en que el nivel de esfuerzo de pesca asciende a 227 embarcaciones. La evolución de las capturas es proporcional al desarrollo de la biomasa, la cual se estabiliza a partir del año 14, en torno a las 12 mil toneladas.
- Para un sistema con restricción de acceso fijando el esfuerzo en un máximo de 132 embarcaciones (tamaño actual de la flota), la trayectoria de la renta presenta un importante crecimiento hasta el año 7, año en que se estabiliza.
- Para un sistema de administración con restricción de acceso y establecimiento de cuota global de captura, las rentas presentan un comportamiento similar al escenario anterior estabilizándose en torno a los 2,2 millones de dólares.
- El mayor Valor Presente Neto de los beneficios de la pesquería, se obtiene en el escenario sin cuota global de captura y con restricción de acceso (actual medida de administración). La segunda mejor opción corresponde a la aplicación de un sistema de CGC y con restricción al acceso de las embarcaciones.
- Al simular el comportamiento de los beneficios netos de la pesquería (sector extractivo y sector proceso), asumiendo un sistema de administración de acceso abierto, se constata que una vez que el beneficio se hace máximo (año 10), decrece, para luego tomar valores negativos indefinidamente.





5. BIBLIOGRAFÍA

- Beddington, J.R. y R.B. Rettig. 1984. Criterios para la ordenación del esfuerzo de pesca. FAO. Doc. Tec. Pesca (243): 44pp.
- Clark, C.W. 1985. Bioeconomic modelling and fisheries management. John Wiley & Sons. New York.
- Canales. C. 1995. Evaluación del stock del recurso Langostino Amarillo en la III-IV Región. Informe Técnico, Subsecretaría de Pesca.
- Canales. C. R. Gonzales, T. Peñailillo, L. Guzmán 1995. Evaluación indirecta del stock de centolla (*Lithodes antarcticus*) en la XII región. FIP 95-21 en actual ejecución.
- Hannesson, R. 1989. Optimum fishing effort and economic rent: a case study of Cyprus. FAO Fish.Tech.Pap., (299): 57pp.
- Hernández, M.B.; I.Campodónico, y P. Oyarzun, 1984. Investigaciones Biológicas-pesqueras del recurso centolla (*Lithodes antarcticus*) realizadas entre 1979 y 1984 en la XII Región. Instituto de Fomento Pesquero: 138 pp.
- Campodónico, I, y M.B. Hernández, 1983. Estado actual de la pesquería de centolla (*Lithodes antarcticus*) en la Región de magallanes. Análisis de Pesquerías Chilenas. P. Arana (De), Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso: 55-76 pp.



- Guzmán, L. 1986. Aspectos reproductivos de la centolla : fecundidad, madurez sexual y tasa operacional de sexos. La pesquería de la centolla en la XII Región. Seminario CORFO-IFOP: 11 pp.
- McGoodwin, J. 1990. Crisis in the World's Fisheries, People, Problems and Policies. Stanford University Press, California.
- Sanhueza, A. 1979. Centolla. *Lithodes antarticus*, Jaquinot. Crustacea, Decapoda, Anomura, Lithidae. En. Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Public, CORFO-IFOP, Chile 39 pp.
- Smith, V.L. 1969. On the commercial fishing. J. Polit. Econ. 77: 181-198.
- Seijo J.C., O. Defeo y S. Salas. Bioeconomía Pesquera. Teoría, modelación y manejo. Epomex, Serie Científica, 6. Universidad Autónoma de Campeche.
- Zuleta A. y C. Moreno (1993). Investigación modelo de manejo pesquería recurso loco (Fase II). Informe Final. Universidad Austral de Chile: 45 pp