



## INFORME FINAL CORREGIDO

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA  
Proyecto  
FIP N° 2002-16

**Bases biológicas para  
la evaluación y manejo  
de metapoblaciones de  
loco en la III y IV  
Regiones**

ABRIL  
2005



---

INFORME FINAL  
CORREGIDO

---

FIP N° 2002-16

Bases biológicas para la  
evaluación y manejo de  
metapoblaciones de loco  
en la III y IV Regiones

• Abril, 2005 •



#### REQUIRENTE

---

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, FIP  
Presidente del Consejo:  
Felipe Sandoval Precht

#### EJECUTOR

---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera:  
Mauricio Braun Alegría

Director Ejecutivo:  
Guillermo Moreno Paredes



## JEFE DE PROYECTO

---

JORGE GONZÁLEZ Y.

## AUTORES

---

JORGE GONZÁLEZ  
CARLOS TAPIA  
ALVARO WILSON  
WOLFGANG STOTZ  
JOSÉ MARÍA (LOBO) ORENSANZ  
ANA PARMA  
JUAN VALERO  
MÓNICA CATRILAO  
JORGE GARRIDO

## COLABORADORES

---

CARLOS CORTÉS  
CÉSAR GUEVARA  
CRISTIAN CANALES  
DOMINGO LANCELLOTTI  
JAIME ABURTO  
MARCELO VALDEBENITO  
LUIS CAILLAUX

• Abril, 2005 •





## RESUMEN EJECUTIVO

---

En la III y IV Regiones las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB) se han establecido como la principal herramienta de manejo del recurso loco (*Concholepas concholepas*). Sin embargo, su aplicabilidad para la administración y aporte en términos del desarrollo sustentable, aunque sugerentes, requieren de una evaluación objetiva, en cuanto al manejo de carácter discreto que se ha establecido para cada AMERB, desconociendo la eventual interacción espacial de las mismas. En este marco, se desarrolla una aproximación para evaluar el desempeño de las AMERBs desde una perspectiva integral bajo un enfoque metapoblacional.

Si bien, el estudio está orientado a proporcionar la información de campo que permita probar la hipótesis de metapoblaciones en el recurso loco en la III y IV Regiones y proponer un modelo inicial que incorpore las tasas de extinción y colonización de los parches o poblaciones locales. Se debe entender que para el caso del recurso loco, la metapoblación no es un conjunto de “parches” discretos, (concepto asociado al modelo original de Levins), sino a un continuo heterogéneo conformado por zonas de productividad diferencial. En este sentido, la definición de las subpoblaciones para el recurso loco, es flexible y pragmática, y por tanto dependiente del contexto del análisis, respondiendo a la teoría contemporánea de metapoblaciones, donde los modelos no están formulados en términos de una dinámica de “parches”. De acuerdo a lo anterior, el enfoque metapoblacional utilizado en el presente trabajo, corresponde a una aproximación analítica aplicado en un contexto específico apropiado para el recurso loco.

El enfoque metapoblacional pone énfasis en las propiedades de las poblaciones del loco distribuidas a lo largo de costa, consideradas como poblaciones conectadas a través de procesos de dispersión larvaria, las cuales están sujetas a un manejo local



discreto por parte de los organizaciones de pescadores. En este marco, el estudio est3 basado en una concepci3n autoecol3gica, requiriendo para su dise1o la incorporaci3n de antecedentes del recurso loco, como su distribuci3n, abundancia, comportamiento, biolog3a reproductiva, crecimiento y declinaci3n de las poblaciones locales (muerte natural y por pesca), procesos dispersivos y densodependientes que regulan el tama1o poblacional. Estos antecedentes fueron analizados e integrados con procesos oceanogr3ficos a fin de proponer un modelo de conectividad de las subpoblaciones del recurso loco en la III y IV Regiones.

El presente informe describe; las actividades desarrolladas durante la ejecuci3n del proyecto, los an3lisis de la informaci3n existente generada del recurso loco, necesaria para establecer criterios asociados a la din3mica espacio-temporal relacionados con un enfoque metapoblacional de este recurso, los cuales han sido evaluados para el dise1o del modelo METAPESCA.

Se presenta el an3lisis del levantamiento general de informaci3n relacionada con aspectos poblacionales y pesqueros del recurso loco en el litoral de la III y IV Regiones, en funci3n del componente espacial de las poblaciones del recurso y de su din3mica extractiva. En consideraci3n a la relevancia de establecer una escala espacial adecuada para este tipo de estudios, se ha sectorizado la costa de acuerdo a caracter3sticas geogr3ficas, productivas de la distribuci3n de los centros pesqueros y localizaci3n de las AMERBs, incluyendo, los sectores aptos para la distribuci3n del loco que hoy se encuentran bajo una condici3n de libre acceso. El an3lisis ha comprendido los procesos extractivos pre y post AMERBs, estableciendo una matriz de conectividad en funci3n de tres tipos de sectores aptos 1) Apta AMERBs para el loco; 2) Apta acceso libre para el loco (3reas hist3ricas); 3) No apta para el loco, a fin de correlacionar los niveles de ocupamiento, reclutamiento, producci3n y la situaci3n base del recurso loco a lo largo de la costa. El enfoque utilizado establece que la delimitaci3n de las subpoblaciones del recurso loco, corresponde a las AMERBs y a



las 3reas hist3ricas intercaladas a lo largo de la costa de la III y IV Regiones. Este ordenamiento resulta operativo a fin de modelar la din3mica del proceso de explotaci3n seg3n el mismo es modificado por las condiciones particulares del manejo.

El desarrollo del proyecto se ha orientado a generar la informaci3n para validar el modelo de conectividad para las poblaciones del recurso. Las distintas fuentes de informaci3n dan cuenta de; 1) levantamiento de informaci3n existente; 2) estudios de campos; evaluaciones directas del recurso, dispersi3n larvaria, reclutamiento, crecimiento y procesos oceanogr3ficos, entre otros y 3) recopilaci3n de conocimiento emp3rico de pescadores e investigadores.

Dentro de los principales resultados del proyecto, se encuentra la cuantificaci3n de la abundancia del recurso loco sobre una gran escala geogr3fica espacial, donde se establecen sustratos efectivos de su distribuci3n, permitiendo contar con una estructura espacial para el recurso. Por otra parte, se determin3 el efecto de la explotaci3n sobre las distintas subpoblaciones del loco (AMERBs), y 3reas hist3ricas (pesca ilegal), comparando los efectos sobre ambas 3reas. Se establecieron patrones espaciales y condiciones asociadas al reclutamiento, que permitan inferir grados de conectividad a lo largo de la costa, y predecir futuras productividades, de forma de entender de forma integrada el manejo del recurso en base a la asignaci3n de AMERBs y existencia de sectores de libre acceso.

La informaci3n, ha sido integrada a una Metabase de informaci3n vinculada a un Sistema de Informaci3n Geogr3fica, analizada y discutida en tres talleres t3cnicos, por parte del personal asignado al proyecto, asesores internacionales, investigadores y agentes p3blicos relacionados con el recurso loco. El principal objetivo, de estos talleres fue, discutir los insumos para el proceso de modelamiento y an3lisis de la pesquer3a del recurso loco en la III y IV Regi3n, considerando, la estructura, la escala



espacial y forma funcional de los distintos procesos de inter3s, para distintas aproximaciones al dise1o del modelo METAPESCA. Se debe indicar, que los esfuerzos han sido focalizados principalmente a comprender procesos en funci3n de la integraci3n de la informaci3n disponible por lo tanto, todas las acciones y an3lisis descritos en este informe han sido desarrollados con dicho prop3sito.

Dentro de los resultados se da cuenta de la distribuci3n discreta del recurso loco a lo largo de la costa de la III y IV Regiones, el cual presenta una fuerte componente espacial, con una abundancia por sobre los 31 millones de individuos distribuidos principalmente sobre sectores de AMERBs. Estos sectores, se caracterizan por estar asociados a procesos oceanogr3ficos y topogr3ficos que favorecen, los procesos de retenci3n larvaria y desarrollo de las distintas etapas de desarrollo del recurso.

Por su parte, el reclutamiento presentan con un fuerte componente espacial sur - norte, el cual es coherente con las abundancias observadas a lo largo de la costa, donde existir3a un sistema de interconectividad espacial, con relaciones de fuente – sumidero, lo cual apoya el enfoque de estudio bajo una estructura metapoblacional, donde la conectividad larval entre poblaciones implicar3a el principal mecanismo de mantenci3n de esta estructura espacial. De esta forma, se establece que el recurso en la III y IV Regiones, presentar3a dos escalas espaciales; la escala local (celdas) y la escala regional, conformando, una red de poblaciones locales distribuidas a lo largo de la costa, que se caracterizar3a como un sistema de poblaciones locales discretas, cada una con su propia din3mica interna condicionada a una escala mayor de distribuci3n por medio de dispersi3n de individuos.

Dentro de los aspectos de mayor consideraci3n para la sustentabilidad del recurso loco, se encuentra el hecho que actualmente el sistema de AMERBs en la III y IV Regiones abarca cerca del 80% de los sectores productivos del recurso loco, lo cual



indica, que bajo este régimen de AMERBs se está manejando la pesquería de este recurso. La situación anterior, da cuenta de una utilización eficiente de los sectores de mayor producción histórica del recurso loco, por parte de las organizaciones de pescadores, además como resultado del proceso de implementación de las AMERBs se ha generado información valiosa que permite establecer señales positivas para la sustentabilidad del loco. Estos aspectos, han sido comunicados oralmente en “*The Fifth William R. and Lenore Mote International Symposium in Fisheries Ecology 2004*”, antecedentes que se encuentran en etapa de preparación para su publicación en el Bulletin of Marine Science con el título; “*Chilean AMERBs: the largest TURF system designed de novo in modern times- How is it performing?*”.

A partir de la integración de información de los principales procesos del recurso loco se propone un modelo metapoblacional conceptual - comprensivo, y se presenta un plan de investigación a fin de mantener series de tiempo a partir de estudios específicos y priorizar aquellos tendientes a entender la dinámica espacio – temporal del recurso loco distribuido en la III y IV Regiones. Lo anterior, genera la necesidad de desarrollar una segunda fase del proyecto, que permita consolidar un enfoque metapoblacional para el recurso loco mediante la implementación del modelo METAPESCA para la III y IV Regiones, y reconocer sectores costeros de importancia sistémica para la sustentabilidad del recurso loco.



## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>i</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS y ANEXOS</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUCCI3N</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	<b>3</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
3.1 Objetivo general.....	5
3.2 Objetivos específcos.....	5
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	<b>6</b>
4.1 Alcances metodol3gicos .....	6
4.2 Cobertura geográfcica .....	8
4.3 Duraci3n del estudio .....	8
4.4 Desarrollo metodol3gico .....	9
4.4.1 Confecci3n de Metabase de informaci3n.....	9
4.4.2 Confecci3n de mapas temáticos en sistemas de informaci3n geográfcica (SIG) .....	10
4.5 <b>Objetivo 1.</b> Cuantificar la distribuci3n y ocupamiento (en densidad) actual del hábitat apropiado para el desarrollo de las poblaciones de locos en el área de estudio, definiendo la escala espacial adecuada para este tipo de estudios.....	11
4.5.1 Caracterizaci3n de la cobertura espacial de poblacionales de locos en la costa de la III y IV Regi3n .....	12
4.5.2 Caracterizaci3n del hábitat de distribuci3n del recurso loco .....	14
4.5.3 Escalas espaciales para establecer criterios de metapoblaciones .....	17
4.5.4 Selecci3n de sectores para realizar estudios específcos.....	18



4.6	<b>Objetivo 2.</b> Estimar, en distintos parches poblacionales, las tasas de reclutamiento y su relaci3n con la estructura de edades presentes, densidad y procesos f3sicos costeros que facilitan los transportes larvarios, y adem3s, estimar los crecimientos individuales (peso y longitud), la mortalidad natural y las remociones ..	20
4.6.1	Estimaci3n de abundancia y estructura de talla poblacional.....	20
4.6.2	Estimaci3n de las capacidades de carga, en funci3n del desempe1o de las AMERB .....	23
4.6.3	An3lisis del estado de explotaci3n del recurso loco en las AMERBs y 3reas de libre acceso .....	24
4.6.4	Desarrollo enfoque heur3stico .....	25
4.6.5	Estudios poblacionales del recurso loco .....	47
4.6.6	Caracterizaci3n de procesos oceanogr3ficos asociados a advecci3n larval .....	55
4.6.7	Estudios oceanogr3ficos asociados a la dispersi3n del recurso en la zona de estudio .....	55
4.7	<b>Objetivo 3.</b> Proponer un modelo de la situaci3n encontrada, bajo la hip3tesis de metapoblaciones, con el objeto de calcular las probabilidades de extinci3n de parches en distintos estados (incluidas las AMERB) y colapso del sistema en diferentes escalas temporales y espaciales, para ayudar al manejo de este recurso.....	58
4.8	<b>Objetivo 4.</b> Proponer un plan de investigaci3n de mediano plazo, que complete el conocimiento de los procesos y par3metros que permitan llegar a tener un modelo de evaluaci3n de stock que reconozca expl3citamente la distribuci3n espacial del recurso .....	60
5.	<b>RESULTADOS</b> .....	62
5.1	<b>Objetivo 1</b> .....	63
5.1.1	Caracterizaci3n de la cobertura espacial apta para las poblaciones de locos en la costa de la III y IV Regi3n.....	63
5.1.2	Escala espacial para la establecer estructura metapoblacional del recurso loco .....	69
5.2	<b>Objetivo 2</b> .....	71
5.2.1	Estimaci3n de abundancia y estructura de tallas del recurso loco.....	71
5.2.2	Estimaci3n de la capacidad de carga del recurso loco .....	75



5.2.3	Estado de explotaci3n del recurso loco .....	76
5.2.4	Desarrollo de enfoque heurístico .....	77
5.2.5	Estudios poblacionales del recurso loco .....	81
5.2.6	Estudios oceanográficos asociados a la dispersi3n del recurso en la zona de estudio .....	84
5.3	<b>Objetivo 3</b> .....	94
5.3.1	Modelo General de la Dinámica de una Metapoblaci3n Explotada de Invertebrados Bent3nicos – <i>METAPESCA</i> ; Aplicaci3n al loco de la IV Regi3n, Chile .....	97
5.3.2	Implementaci3n del modelo METAPESCA .....	121
5.4	<b>Objetivo 4</b> .....	123
5.4.1	Hip3tesis alternativas .....	125
5.4.2	Objetivos del Plan de Investigaci3n .....	128
5.4.3	Estructura del Plan de Investigaci3n .....	129
6.	<b>ANÁLISIS Y DISCUSI3N DE RESULTADOS</b> .....	136
7.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	149
8.	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	153

## FIGURAS

## TABLAS

## ANEXOS

- ANEXO 1.** Aplicaci3n de sistema de informaci3n geogrÁfico (SIG). (CD).
- ANEXO 2.** Entrevista- encuesta para levantamiento de conocimiento local.
- ANEXO 3.** Taller METAPESCA y fotografías.
- ANEXO 4.** Estudios de corrientes en el Área de Totoralillo y frente a las bahías de la IV Regi3n.
- ANEXO 5.** Antecedentes del recurso loco.
- ANEXO 6.** Reuni3n de Trabajo - Documento de difusi3n en preparaci3n.
- ANEXO 7.** Personal Participante.
- ANEXO 8.** Fotografías actividades de terreno (buceo y encuestaje)
- ANEXO 9.** CD con Informe final FIP N° 2002-16 en PDF.





## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

---

### Figuras

- Figura 1. Sectorización pesquera en función del desembarque pre – AMERB del recurso loco en la III y IV Regiones.
- Figura 2. Distribución espacial dentro de sector (AMERB, ALA y ANA) asociado al recurso, en la III Región.
- Figura 3. Distribución espacial dentro de sector (AMERB, ALA y ANA) asociado al recurso, en la IV Región.
- Figura 4. Distribución de las macrozonas en función del recurso Loco en la III y IV Regiones.
- Figura 5. Modelo hipotético de conectividad larval para el recurso loco. Las flechas continuas indican la componente de dirección predominante, las flechas discontinuas el transporte larval ocasional y los giros proceso de retención local.
- Figura 6. Sectores seleccionados para estudio de campo en la III y IV Regiones.
- Figura 7. Desembarque histórico del recurso loco en la III y IV Región en el periodo Pre y Post AMERBs.
- Figura 8. Curva de rarefacción en función del numero de procedencias de pesca del recurso loco, para el periodo Pre-AMERBs en la III y IV Regiones.
- Figura 9. Desembarque promedio, por sector del recurso loco en el periodo Pre y Post AMERBs.
- Figura 10. Rendimiento extractivo (locos/Viaje de Pesca) del recurso loco por macrozona, para el periodo Pre-AMERBs. Identificando las zonas de pesca que actualmente se localizan en AMERBs y ALAs.
- Figura 11. Estructura de tallas de desembarque por macrozona del recurso loco, para el periodo Pre-AMERBs.



- Figura 12. Ocurrencia de cobertura de Item presa relacionada con la densidad de locos, observada en las comunidades bent3nicas de las AMERB.
- Figura 13. Estimaci3n de densidad por tipo de comunidad, registrada en 13 3reas de manejo entre la III y IV Regi3n.
- Figura 14. Densidad media del recurso loco para las AMERBs y ALAs en la III y IV Regiones, periodo 2003.
- Figura 15. Relaci3n abundancia y densidad promedio para las AMERBs de la III y IV regi3n.
- Figura 16. Superficie Apta y largo lineal de la costa insertas en AMERBs y ALAs por macrozonas.
- Figura 17. Densidad y abundancia del recurso loco en las AMERBs y Alas por macrozonas.
- Figura 18. Estructura de tallas poblacional del recurso loco para AMERBs y Areas de Libre Acceso.
- Figura 19. Estructura de edad poblacional del recurso loco para AMERBs y Areas de Libre Acceso.
- Figura 20. Estructura de tallas de desembarque por macrozona del recurso loco, para el periodo Pos AMERBs.
- Figura 21. Relaciones de cpue y densidad (a) y modelo de Ajuste (b).
- Figura 22. Proyecci3n poblaci3n del recurso loco en funci3n del modelo logistico de producci3n de stock.
- Figura 23. 3ndice de saturaci3n de capacidad de carga (K), por macrozonas.
- Figura 24. Estimaci3n de tasas de explotaci3n ( $\mu$ ) para las AMERBs de la III y IV regiones.
- Figura 25. Estructura de talla de la poblaci3n muestreada en Pan de Az3car y curvas de crecimiento ajustadas mediante Elefan I.
- Figura 26. Estimaci3n de par3metros de crecimiento mediante el Plot de Gulland & Holt, utilizando los datos de individuos marcados y recapturados.



- Figura 27. Estimación de parámetros de crecimiento mediante el Método de Faben, utilizando los datos de individuos marcados y recapturados.
- Figura 28. Estimación de parámetros de crecimiento mediante el Plot de Munro utilizando los datos de individuos marcados y recapturados.
- Figura 29. Estimación de parámetros de crecimiento mediante el Método de Apeldoorn utilizando los datos de individuos marcados y recapturados.
- Figura 30. Encuentro de Reclutas a lo largo de la costa de la III y IV Región.
- Figura 31. Cortes con ADCP, velocidad a 5 m (líneas rojas) y a 10 m (líneas cafés), realizado el 27 y 29 de septiembre de 2003.
- Figura 32. Cortes con ADCP, velocidad 20 m, realizado el 27 y 29 de septiembre de 2003.
- Figura.33. Presentación del modelo METAPESCA desarrollado para los recursos loco, erizo, ostión y programa.
- Figura 34. Opciones del modelo METAPESCA.
- Figura 35. Análisis dispersión larvaria en función de la advección.
- Figura 36. Dispersión larvaria para la matriz de conectividad.
- Figura 37a. Simulación de 20 años con un pulso de captura partiendo en capacidad de carga poblacional ( $K_{carga}$ ) y alta productividad larval.
- Figura 37b. Simulación de 20 años con un pulso de captura partiendo en capacidad de carga poblacional ( $K_{carga}$ ) y baja productividad larval.
- Figura 37c. Simulación de 20 años sin captura partiendo en capacidad de carga poblacional ( $K_{carga}$ ).
- Figura 38a. Salida de ejemplo del modelo METAPESCA.
- Figura 38b. Salida de ejemplo del modelo METAPESCA.
- Figura 39. Secuencia de implementación del proceso de manejo.
- Figura 40. Hipótesis de Circulación-retención-reclutamiento a lo largo de la costa de las Regiones III y IV, basado en las observaciones de reclutas.



## Tablas

- Tabla 1. Cuartiles de rarefacci3n en funci3n del numero de procedencias de pesca, para el periodo Pre AMERBs.
- Tabla 2. Procedencias de pesca del recurso loco por sector, identificando su ubicaci3n en las 3reas hist3ricas (AH) y AMERBs (AM), periodo Pre AMERBs.
- Tabla 3. Aporte relativo de procedencias de pesca del recurso loco por sector, identificando su actual ubicaci3n en las 3reas de libre acceso (ALAs) y AMERBs (AM) en el periodo Pre AMERBs.
- Tabla 4a. Resumen de indicadores asociados a los tipos de 3reas (AMERBs, ALAs y No Aptas) para las macrozonas 1 a 5.
- Tabla 4b. Resumen de indicadores asociados a los tipos de 3reas (AMERBs, ALAs y No Aptas) para las macrozonas 6 a 10.
- Tabla 5. Datos de entrada para estimaci3n indirecta de densidad a partir de datos de Cpue en AMERB y experiencias en 3reas de libre acceso.
- Tabla 6. Datos de entrada para estimaci3n de capacidad de carga en funci3n del desempe1o poblacional (a) y estimaci3n de capacidad de carga (K) en Individuos/ha y tasas de crecimiento poblacional en funci3n de un modelo de producci3n global (b) de las AMERBs en III y IV Regiones.
- Tabla 7. Estimaci3n de captura ilegal de loco para la III Regi3n.
- Tabla 8. Estimaci3n de captura ilegal de loco para la IV Regi3n.
- Tabla 9. Estimaci3n de unidades de loco ilegales que se deben extraer para cubrir d3ficit de ingresos en funci3n de los gastos, para las regiones III y IV.
- Tabla 10. Estimaci3n de locos exportados en unidades, a nivel nacional y para las regiones III y IV.
- Tabla 11. Cuotas de extracci3n, desembarque y estimaci3n de locos en n3mero; y decomisos para el per3odo 1993 – 1999.
- Tabla 12. Lugares y fechas del muestreo de posturas, n3mero total de locos observado por localidad, n3mero de posturas y 3rea promedio de 3stas.



- Tabla 13. Muestreos de neuston realizados en Totalillo desde el 4 de julio de 2003 al 6 de enero de 2004. Los valores indican el n3mero de muestras colectadas.
- Tabla 14. Profundidades (m) muestreadas mediante bombeo a diferentes distancias de la costa en Totalillo desde el 4 de julio de 2003 al 6 de enero de 2004.
- Tabla 15. N3mero de muestras colectadas mediante arrastre y bombeo durante 24 horas el 26 de agosto, 10 de octubre y 19 de noviembre de 2003. Los Muestreos se realizaron a 500 m de la costa en Totalillo.
- Tabla 16. N3mero de muestras colectadas desde 250 m hasta 5 km de la costa en cinco localidades de la III y IV Regi3n durante el a3o 2003.
- Tabla 17. Colecci3n de muestras mediante aspiraci3n de la columna de agua y a ras de suelo en diferentes h3bitats en localidades de la IV Regi3n.
- Tabla 18. N3mero de locos marcados y recapturados en las diferentes fechas de muestreo en Pan de Az3car.
- Tabla 19. Resultados de b3squeda de reclutas (individuos < 20 mm LP) en el Intermareal de la III y IV Regiones.
- Tabla 20. Muestreo poblacional del loco en la costa de las III y IV Regi3n. Se indica el n3mero total de locos colectados y su distribuci3n en 4 clases de talla (el 3ndice de Reclutamiento representa el n3mero de locos entre 30-59 mm LP dividido por el n3mero de los que miden 60-79 mm LP).

## ANEXOS

- ANEXO 1.** Aplicaci3n de sistema de informaci3n geogr3fico (SIG). (CD)
- ANEXO 2.** Entrevista- encuesta para levantamiento de conocimiento local.
- ANEXO 3.** Taller METAPESCA y fotograf3as.
- ANEXO 4.** Estudios de corrientes en el 3rea de Totalillo y frente a las bah3as de la IV Regi3n.
- ANEXO 5.** Antecedentes del recurso loco.
- ANEXO 6.** Reuni3n de Trabajo - Documento de difusi3n en preparaci3n.
- ANEXO 7.** Personal Participante.
- ANEXO 8.** Fotograf3as actividades de terreno (buceo y encuestaje)
- ANEXO 9.** CD con Informe final FIP N3 2002-16 en PDF.



## 1. INTRODUCCIÓN

---

En consideración, a la presencia de “bancos de locos” distribuidos a lo largo de la costa de la III y IV Regiones, el enfoque metapoblacional resulta altamente apropiado para este recurso, dado a que, su mecanismo de reproducción contempla una fase larvaria que permanece durante aproximadamente tres meses en el plancton antes de asentarse (Gallardo, 1979; Disalvo, 1988), presumiéndose que poseen una amplia dinámica de dispersión larval que estaría fundamentalmente condicionada por procesos de transporte físicos-oceanográficos a distintas escalas geográficas (Stotz, 1997). Esta característica en particular, hace suponer que este recurso conforma una metapoblación integrada, a lo largo de la costa, por poblaciones locales interconectadas o conectadas linealmente entre sí.

El planteamiento anterior, se evidencia a la luz de nuevos antecedentes que explicarían los procesos de dispersión, retención y asentamiento de larvas del recurso loco (Moreno, *et al.*, 1993; 1998; Poulin, *et al.*, 2002 a y b), y desarrollo de la teoría de Metapoblaciones (Hanski & Gilpin, 1991, Orenzanz *com pers.*), planteando una problemática actual de manejo pesquero del recurso, en respuesta a que la situación actual de la abundancia en la costa habría sido alterada con relación a la situación original sin pesca, en la cual, las agregaciones de individuos de esta especie estaban determinadas fundamentalmente; por la abundancia y distribución del hábitat rocoso (substrato apto del recurso), por la productividad del ecosistema marino litoral y por la condición del estado de sus principales presas (conexiones tróficas), donde probablemente conformaba una gran población en todo su rango de distribución.



En este contexto, se debe considerar que la pesquería de recurso loco se desarrolla bajo el régimen de áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERBs), determinado en la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) de 1991, donde, el sistema de distribución de las AMERBs a lo largo de la costa y los eventuales efectos diferenciales de pesca, no asegura necesariamente un manejo sustentable, en consideración, a la eventual interconexión de estas áreas y por lo tanto, la renovación del recurso en una AMERBs dependerá de las acciones de manejo tomadas en otras áreas, siendo necesario una apropiada coordinación a una escala espacial global (Orensanz, com. pers). Este sistema de administración y manejo del recurso loco, configuraría un escenario en el cual la población original del recurso ha sido fragmentada, estableciendo grandes concentraciones al interior de las actuales AMERBs intercaladas con grandes extensiones de áreas sobreexplotadas, en las cuales, los niveles de abundancia y densidad poblacional son muy bajos, configurando un escenario que podría ser incierto para la conservación del recurso.

De lo anterior, se puede señalar que una de las problemáticas más importantes a evaluar es si el número y distribución espacial de las áreas de manejo del recurso loco decretadas para la III y IV Región y sus niveles de explotación son suficientes para posibilitar la sustentabilidad de la pesquería bajo el actual sistema de administración. En este marco, el enfoque de metapoblaciones permite generar las bases biológicas para la evaluación y manejo del recurso a escala regional y desarrollar a futuro un modelo de evaluación de stock que reconozca explícitamente la distribución espacial y, ayude en la toma de decisiones recurso, atendiendo a un problema significativo para el manejo de los stocks del recurso loco en las regiones III y IV.



## 2. ANTECEDENTES

---

El concepto original de metapoblaciones supone la existencia de un gran n3mero de parches de h3bitat discretos, idealmente del mismo tama1o y conectados entre s3 v3a migraci3n, propensos a la extinci3n (Levins, 1969); dando cuenta de un modelo “no estructurado”, donde no se consideran arreglos espaciales de los parches, ni la posibilidad que el grado de colonizaci3n sea diferencial entre ellos. De esta forma, el modelo de Levins, se basa en una metapoblaci3n de poblaciones locales propensas a la extinci3n persistiendo en un balance entre las extinciones locales y recolonizaciones de parches vac3os, prediciendo el umbral de la densidad de parches necesarios para la persistencia de la metapoblaci3n. Sin embargo, este modelo ha cambiado debido a la consideraci3n de los procesos de pesca, que producir3an una fragmentaci3n del h3bitat, llevando consigo la dispersi3n espacial de las especies en numerosos parches (Hanski & Gilpin, 1991).

El concepto moderno de metapoblaci3n (Hanski & Simberloff, 1997) considera a poblaciones espacialmente estructuradas dentro de un ensamblaje de subpoblaciones reproductivamente activas, que tienen alg3n efecto sobre las dem3s poblaciones locales, incluyendo, la posibilidad del restablecimiento de las poblaciones despu3s de la extinci3n. De este modo, una metapoblaci3n se puede diferenciar de otro tipo de poblaciones, en funci3n de la tasa de dispersi3n de la especie que la conforma, estableci3ndose una metapoblaci3n con tasas intermedias de interconexi3n dispersiva. Este enfoque actual, tiene una aproximaci3n autoecol3gica, de manera que los modelos de metapoblaciones dise1ados bajo este concepto, requieren de una estructuraci3n que debe considerar una escala espacial adecuada, la informaci3n sobre el comportamiento de los individuos, su biolog3a reproductiva, crecimiento y declinaci3n de las poblaciones locales producto de la reproducci3n, muerte (natural y por pesca) y migraciones, entre otras.





De acuerdo con Hanski y Simberloff (1997) ninguna metapoblaci3n real satisface completamente todos estos requerimientos y sugieren que suposiciones como los tama1os de los h3bitats apropiados y las distancias entre ellos pueden ser relajadas sin mayores correcciones conceptuales, de igual manera que en el uso del concepto de poblaci3n usado en biolog3a de poblaciones, ning3n estudio satisface totalmente la presunci3n de una poblaci3n es realmente cerrada y panmixica. De acuerdo a lo anterior, lo que realmente importa es la noci3n de poblaciones reproductivas locales conectadas por reclutamientos, y en este sentido, los eventuales cambios introducidos por el actual r3gimen pesquero del recurso loco ha concentrado las abundancias al interior de las AMERBs con extensiones de 3reas sobre-explotadas de muy baja densidad poblacional configurando un esquema distribucional que responde al concepto moderno de una metapoblaci3n.

De esta forma, el manejo apropiado de las especies que conforman metapoblaciones tendr3a una alta implicancia para la conservaci3n de 3stas, ya que las tasas de producci3n de adultos para una poblaci3n local, en especial para recursos bent3nicos, no depender3a, necesariamente de la din3mica de esta poblaci3n. Esto hace necesario contar con una aproximaci3n al manejo espacial integrado de los recursos bent3nicos, en funci3n de la persistencia de las poblaciones locales, en presencia de h3bitat fragmentados, generados por procesos de explotaci3n diferenciales.



### **3. OBJETIVOS**

---

#### **3.1 Objetivo general**

Proporcionar la informaci3n de campo que permita probar la hip3tesis de metapoblaciones en el recurso loco en la III y IV Regiones y proponer un modelo inicial que incorpore las tasas de extinci3n y colonizaci3n de los parches o poblaciones locales que se definan, considerando primordialmente que el intercambio entre poblaciones locales ocurre por dispersi3n larvaria en forma natural y por traslados de individuos en las AMERBs.

#### **3.2 Objetivos espec3ficos**

- ◆ Cuantificar la distribuci3n y ocupamiento (en densidad) actual del h3bitat apropiado para el desarrollo de las poblaciones de locos en el 3rea de estudio, definiendo la escala espacial adecuada para este tipo de estudios.
- ◆ Estimar, en distintos parches poblacionales, las tasas de reclutamiento y su relaci3n con la estructura de edades presentes, densidad y procesos f3sicos costeros que facilitan los transportes larvarios, y adem3s, estimar los crecimientos individuales (peso y longitud), la mortalidad natural y las remociones.
- ◆ Proponer un modelo de la situaci3n encontrada, bajo la hip3tesis de metapoblaciones, con el objeto de calcular las probabilidades de extinci3n de parches en distintos estados (incluidas las AMERB) y colapso del sistema en diferentes escalas temporales y espaciales, para ayudar al manejo de este recurso.
- ◆ Proponer un plan de investigaci3n de mediano plazo, que complete el conocimiento de los procesos y par3metros que permitan llegar a tener un modelo de evaluaci3n de stock que reconozca expl3citamente la distribuci3n espacial del recurso.



## 4. METODOLOGÍA

---

### 4.1 Alcances metodol3gicos

El presente estudio ha realizado un completo levantamiento de la informaci3n existente relacionada con aspectos poblacionales y pesqueros del recurso loco en el litoral de la III y IV Regiones, considerando de forma prioritaria el componente espacial de las poblaciones del recurso, y la dinámica productiva bajo el Régimen de extracci3n y proceso (Pre-AMERB 1993 - 1998) y el sistema administrativo de AMERBs (1999 a la fecha).

En una primera etapa del proyecto se sectorizó la costa de acuerdo a características geográficas de distribuci3n de centros pesqueros en funci3n del análisis de los procesos extractivos pre-AMERBs (**Figura 1**). Una segunda sectorizaci3n respondi3 al establecimiento de tres categorías de áreas para la distribuci3n del recurso loco; Apta AMERBs para el loco, Apta acceso libre para el loco (áreas históricas), y no apta para el loco (sustratos blandos), a fin de relacionar los niveles de ocupamiento, la producci3n, la distribuci3n de los agentes extractivos y la situaci3n base del recurso loco a lo largo de la costa (**Figuras 2 y 3**).

En funci3n del análisis de los antecedentes recopilados y generados, se establecieron matrices para la adecuada selecci3n de la escala de observaci3n de los procesos poblacionales, en especial los relativos ha establecer una matriz de conectividad de las "poblaciones" (celdas). Lo anterior, result3 en sectorizaci3n de la costa en 186 celdas, conservando la estratificaci3n de los tipos de áreas predefinidas.



Sobre esta escala espacial, se analizaron los indicadores y variables de interés asociadas espacialmente, destinadas a dar cuenta de la distribución y grado de ocupamiento (abundancia), del recurso loco a lo largo de la costa de la III y IV Regiones. Las fuentes de información, corresponden al estado del recurso loco (densidad, abundancia y estructuras de tallas) obtenidas de las evaluaciones directas realizadas en el marco de los estudios de seguimiento de las AMERB, y evaluaciones directas sobre sectores definidos como áreas de libre acceso apto para el loco.

En consideración a la definición de la escala espacial para el recurso loco en base a las celdas 186, se establecieron matrices de conectividad, las cuales fueron evaluadas en función del modelo de conectividad de las poblaciones del recurso (hipótesis de trabajo). La información asociada a las celdas en cuanto a los procesos asociados al recurso loco, en su contexto de las interrelación espacial del recurso; dinámica poblacional, dinámica larvaria, procesos densodependientes, características oceanográficas asociadas, y régimen de administración y manejo espacial del recurso loco, fueron discutidos durante la ejecución del proyecto en tres talleres de trabajo, a fin de sistematizar la información para la implementación del modelo METAPESCA para el recurso loco en la III y IV Regiones.

Como resultado de los últimos análisis, y en función de las características; productivas, poblacionales, geográficas y oceanográficas, se procedió a establecer una escala espacial que contempla 10 macrozonas entre la III y IV Regiones (**Figura 4**). Las macrozonas 1 a 5 se localizan en la III Región, por su parte los macrozonas 6 a 10, se entienden desde el Chañaral de Aceituno III Región hasta el Pichidangui, IV Región. En la macrozona 6, se incluyeron 7 sectores de la III Región, en consideración, a que compartirían una interrelación geográfica con los sectores ubicados al norte de la IV Región.



## 4.2 Cobertura geográfica

El estudio comprende dos escalas espaciales para la toma de información: a) el litoral de la III y IV Regiones, donde se realizaron los estimaciones de densidad poblacionales del recurso loco, la caracterización extractiva y la estimación de la cobertura de las poblaciones del recurso; y b) sectores seleccionados para modelar, aplicar y validar el modelo METAPESCA, el cual comprende las macrozonas 6 a 10 localizadas entre Chañaral de Aceituno (III Región) y Pichidangui (IV Región), donde se estableció *a priori* una matriz de conectividad (hipótesis de trabajo) a ser evaluada a través de los procesos de modelación y de esta forma establecer patrones generales para el litoral costeros de la zona de estudio (**Figura 5**).

El estudio, si bien está orientado al litoral entre la III a IV Regiones, se enfatizaron los estudios de terreno; poblacionales y oceanográficos hacia sectores representativos del litoral costero de la III y IV Región, a fin de establecer patrones generales (**Figura 6**).

## 4.3 Duración del estudio

El proyecto comprende 18 meses de ejecución, durante los cuales se han realizado las actividades destinadas a dar respuesta a los objetivos planteados. Dentro de este plazo se consideró la integración de los procesos relevantes que den cuenta del objetivo general del proyecto. Se debe mencionar que los procedimientos de modelación corresponden a una etapa terminal dada su dependencia de la conformación de bases de información de entrada para establecer los procesos asociados a la dinámica del recurso loco.



#### **4.4 Desarrollo metodol3gico**

Dado a que el desarrollo de los distintos objetivos forman parte integral del estudio, las metodologías específicas por objetivo se concentran en los principales componentes asociados al recurso loco: a) conocimiento autoecol3gico del recurso, b) distribuci3n/ocupamiento espacial, c) dinámica poblacional y d) condiciones geográficas y oceanográficas que condicionan su dinámica espacio-temporal. Los componentes anteriores, corresponden a los insumos básicos para la modelaci3n metapoblacional del recurso en la III y IV Regiones y del cual se desprenderán las necesidades de investigaci3n futuras.

Por otra parte, para el desarrollo del proyecto se ha utilizado un enfoque metodol3gico heurístico con el prop3sito de generar informaci3n a partir de conocimiento local de los actores relevantes del sistema asociado a la pesquería. De esta forma, la informaci3n recopilada es transversal para el desarrollo integral del proyecto.

##### **4.4.1 Confecci3n de Metabase de informaci3n**

A partir de la recopilaci3n, sistematizaci3n y análisis de informaci3n de documentos técnicos, y aquella estimada a trav3s de modelos, se diseñó un consolidado de informaci3n en una planilla electr3nica la cual fue integrada con el sistema de informaci3n geográfico con el prop3sito de mantener una compatibilidad entre aspectos tecnol3gicos (plataforma del software), los estándares de escalas y la representaci3n gráfca de la informaci3n.

En este consolidado se incorporaron aspectos de sectorializaci3n de la costa de la zona de estudio (III y IV Regiones), de acuerdo a aspectos poblacionales, tipos de sustratos, ubicaci3n geogrífica, aspectos pesqueros y de administraci3n pesquera,



entre otros. De esta manera, se establecieron matrices de conectividad, en funci3n de una caracterizaci3n de sectores discretos (celdas) los cuales constituyen las unidades b3sicas de an3lisis del modelo METAPESCA. Es as3 como, dentro de la matriz se identifica una base general de celdas para el 3rea de estudio, un identificador de celdas para el Modelo, y un identificador para los sectores que fueron utilizados para probar el Modelo.

#### **4.4.2 Confecci3n de mapas tem3ticos en sistemas de informaci3n geogr3fica (SIG)**

La informaci3n generada se incorpor3 a un Sistema de Informaci3n Geogr3fica (SIG – ArcView)), para la caracterizaci3n de las zonas de estudios, y su posterior an3lisis en base a atributos espaciales del recurso loco y su ambiente. En este proceso se integr3 la informaci3n relacionada con las 3reas de manejo en la III y IV Regi3n, as3 como las de libre acceso; antecedentes biol3gicos, ecol3gicos y productivos del recurso, los que se integraron con los antecedentes aportados por los estudios de campo. Las Bases de datos georeferenciadas se entregan en el **Anexo 1**, y para fines de exploraci3n se incorpora el software ArcExplorer. <http://www.esri.com/software/arcexplorer/>.

Se han generado archivos nativos de Arcview 3.2 (\*.shp), para la composici3n y visualizaci3n de proyecto AEP en Arc-explorer. Los archivos corresponde a:



Nombre archivo (*.sph)	Contenido de archivo
AM Cuarta	Descripci3n de las 1reas de manejo de la cuarta regi3n.
AM Tercera	Descripci3n de las 1reas de manejo de la tercera regi3n.
Abundancia	Abundancia de recurso loco para la zona de estudio.
Densidad	Densidad de recurso loco para la zona de estudio.
Cuarta	Pol3gono de la cuarta regi3n.
Comunidades	Descripci3n de las comunidades asociadas al recurso loco, fondos blanqueados, macroalgas, incrustantes, suspensivos.
CTP	Cosechas generadas en las AMERBs
Sectores	Ubicaci3n de zonas geogr1ficas de la tercera y cuarta regi3n.
Sustratos no aptos	Sustratos descritos como no aptos para el recurso loco en la zona de estudio.
Sustratos am_ala	Sustratos descritos como aptos para el recurso loco en la zona de estudio.
Sustratos islas 4ta	Sustratos de las islas ubicadas en la cuarta regi3n
Isla Chañaral	Pol3gono de isla Chañaral
Tercera	Pol3gono de la tercera regi3n.
Tipo de presencia	Descripci3n de tipos de presencia de recurso loco, maicillos, juveniles, adultos

**4.5. Objetivo 1.** Cuantificar la distribuci3n y ocupamiento (en densidad) actual del h1bitat apropiado para el desarrollo de las poblaciones de locos en el 1rea de estudio, definiendo la escala espacial adecuada para este tipo de estudios

Para la cuantificaci3n de la distribuci3n y grado de ocupamiento actual del h1bitat del recurso loco en la zona de estudio, se trabaj3 principalmente en un proceso de integraci3n y an1lisis de la informaci3n disponible del comportamiento y distribuci3n del recurso y de sus especies presas principales que han sido descritos en la literatura (Guisado & Castilla, 1983; Castilla *et al.*, 1979; Stotz, *et al.*, 1991; Stotz & P3rez, 1992; Stotz, 1997; Stotz *et al.*, 2003), la obtenida de los estudios AMERB y de proyectos de investigaci3n relacionados (e.j. FIP; FNDR) y la emanada de la aplicaci3n de encuestas y entrevistas efectuadas en el marco del levantamiento del Conocimiento Ecol3gico Local (CEL), realizado a los pescadores artesanales de ambas Regiones en Estudio.





#### 4.5.1 Caracterizaci3n de la cobertura espacial de poblacionales de locos en la costa de la III y IV Regi3n

La cobertura espacial de las poblaciones de locos presentes en el litoral de la III y IV Regiones, fue caracterizada en funci3n de sectores establecidos como AMERBs, y la presencia de sustratos aptos para el loco en 3reas de Libre Acceso (ALA). El trabajo se centr3 fundamentalmente en el traspaso de informaci3n espacial obtenida tanto de decretos oficiales (AMERB) como: de figuras, esquemas y/o mapas durante el levantamiento del CEL, hacia la plataforma SIG, lo que implic3 la generaci3n de vectores con m3ltiples atributos conteniendo informaci3n relevante y con la compatibilidad adecuada con los aspectos tecnol3gicos, est3ndares de escala, formato de base de datos y representaci3n gr3fica de la informaci3n. Entre los atributos considerados se encuentran:

- ◆ **Atributos f3sicos-geogr3ficos:** ubicaci3n geogr3fica y estimaci3n de coberturas de sustrato apto y no apto para el recurso, tanto en ALA como en AMERB, Ubicaci3n y superficie ocupada de las AMERB y las ALA. Toponimia y ubicaci3n de las caletas pesqueras, extensi3n lineal de la costa, l3nea de profundidad de 20-25 metros, que determina el espacio de trabajo (batim3trico y de ancho de costa) de la actividad extractiva bent3nica de los pescadores; direcci3n de vientos y corrientes predominantes; entre las m3s importantes.



- ◆ **Atributos poblacionales:** distribuci3n espacial del recurso, estimadores de densidad, abundancia, capacidad de carga, definici3n de zonas de reclutamiento y reproducci3n.
  
- ◆ **Atributos comunitarios:** Defini3n y cobertura espacial de las comunidades bent3nicas y su relaci3n con los tipos de sustratos identificados tanto en las ALA como en las AMERB.
  
- ◆ **Atributos pesqueros:** An3lisis de los indicadores de la actividad extractiva del recurso loco en los periodos pre y post AMERBs en el 3rea de influencia del proyecto. El periodo pre – AMERBs considera la extracci3n bajo el r3gimen de extracci3n y proceso (1993-1999), sectorizando la costa de acuerdo al desembarque hist3rico promedio, identificando el n3mero de procedencias de pesca, su aporte a la captura, rendimientos de pesca asociados y estructura de tallas de los desembarques.

Con el fin de identificar la ocupaci3n actual de las AMERBs en funci3n de las 3reas hist3ricas de pesca (proceso pre-AMERBs), se analiz3 la base de datos del Programa Seguimiento de las Principales Pesquer3as Nacionales, espec3ficamente del proyecto de Pesquer3as Bent3nicas (Base IFOP) y la base existente de AMERBs (Subpesca), identificando la contribuci3n relativa de 3stas durante este periodo, las cuales han sido validadas por medio de visitas a los centros pesqueros cercanos a estas 3reas. La informaci3n generada se orient3 a evaluar los principales indicadores relacionados con la actividad extractiva, a fin de incorporarlos en el an3lisis relativo a estrategias de manejo del modelo METAPESCA, una vez analizado los procesos de conectividad entre las poblaciones del recurso loco.



#### 4.5.2 Caracterización del hábitat de distribución del recurso loco

Con el fin de abordar este objetivo, primeramente se realizó una categorización de los tipos de sustratos aptos y no aptos, la que se subdividió y particularizó según el grado de detalle de la información disponible para las ALA y AMERB.

En el **Cuadro 1** se presentan la subdivisión utilizada para la definición de los tipos de sustrato en las ALA y AMERB.

**Cuadro 1**

Categorías de sustratos para AMERB y ALA.

Categoría/tipo Sustrato	Sustrato apto			Sustrato no apto
	Rocas	Bolones	Bajerías	Arena - Conchuela - Fango
Áreas de Manejo (AMERB)	●	●	●	●
Áreas de libre acceso (ALA)	●	-	-	●

Por otro lado, para la identificación y delimitación espacial de comunidades bentónicas se utilizó como referencia las clasificaciones definidas en años recientes (Wilson, 2002), las cuales están basadas principalmente en la dominancia de especies para cada tipo de ambiente, respondiendo a un “ordenamiento” natural y espacialmente estratificado de las mismas.

Las comunidades bentónicas identificadas corresponden en términos genéricos a:

- 1) La comunidad de Macroalgas,
- 2) Comunidad de Organismos Incrustantes
- 3) Comunidad de Organismos Suspensívoros, y
- 4) La comunidad de Fondos Blanqueados.



En los p3rrafos siguientes se entregan las principales caracter3sticas de estas comunidades en la zona de estudio:

1. Comunidad de Macroalgas (MA): Las comunidades de macroalgas, pueden estar estructuradas por las especies ***Lessonia trabeculata*** o ***Macrocystis integrifolia***, ambas constituyen praderas de caracter3sticas particulares en cuanto a su presencia a lo largo de la costa, su grado de extensi3n y diversidad de especies asociadas a ellas. ***L. trabeculata*** habitualmente conforma extensos bosques submarinos, entre los 3 y 15 metros de profundidad, asociada a sustratos rocosos (roca plana, bolones) cubiertos por algas crustosas calc3reas, lo que proporciona refugio y alimentaci3n a un gran n3mero de invertebrados, algas y peces.

Entre los grupos de especies com3nmente registrados en esta comunidad se encuentran, los herb3voros ***Taliepus dentatus***, ***Fissurella spp***, ***Tegula spp***, los carn3voros ***Concholepas concholepas***, ***Meyenaster gelatinosus***, ***Stichaster striatus*** y ***Heliaster helianthus***, y al grupo de algas de peque1a talla como ***Plocamium sp***, ***Glossophora kunthii***, ***Corallina spp***. y ***Gelidium spp***. Ocasionalmente se encuentran peque1as agregaciones de cirripedios (***Balanus spp***) y Piure (***Pyura chilensis***).

Por su parte, las praderas de ***M. integrifolia*** se encuentran preferentemente en sectores protegidos de la acci3n del oleaje, con los discos de fijaci3n adheridos a sustratos de bolones, roca plana y arena o conchuela endurecida, distribuy3ndose entre los 1 a 6 metros de profundidad. La flora y fauna que se encuentra asociada a esta macroalga parece depender del tipo de sustrato a la cual se fija. Espor3dicamente se pueden observar entre sus frondas, plantas juveniles de ***L. trabeculata***.



2. Comunidad de Organismos Incrustantes (I): Esta comunidad se encuentra estructurada por algas crustosas calcáreas y se caracteriza por presentar un sustrato rugoso que favorece el asentamiento y desarrollo de un gran número de invertebrados y algas de pequeña talla. Entre los grupos de especies que se encuentran asociados a este tipo de comunidad destaca la presencia de fisurélidos (*Fissurella spp.*), gastrópodos (*C. concholepas*, caracoles), chitones, (*Acanthopleura echinata*; *Chiton spp.*), asteroídeos (*M. gelatinosus*, *S. striatus*), cirripedios (*Balanus spp.*) y algas erectas de pequeña talla como *Corallina spp.* y *Plocamium sp.*
  
3. Comunidad de Organismos Suspensívoros (COS): Ubicada preferentemente en sectores de bajerías altas, cubiertas por algas crustosas calcáreas se encuentra estructurada por invertebrados filtradores como cirripedios y piures (*Austromegabalanus psittacus*; *Balanus spp.* y *P. chilensis*), donde se registran además algas como *Gelidium sp.* y *Plocamium sp.* Entre las principales especies relacionadas con esta comunidad se encuentra el recurso loco, debido a su directa relación presa - predador que mantiene con estos invertebrados.
  
4. Comunidad de Fondos Blanqueados (FB): Compuesta por un complejo de algas calcáreas denominadas genéricamente "*Messophylum sp.*", cuya principal especie asociada corresponde al erizo negro *Tetrapygus niger*. Adicionalmente, se puede registrar la presencia de algunas especies de lapas y caracoles como *F. latimarginata* y *Tegula atra*, y de los asteroídeos *M. gelatinosus* y *S. striatus*. En esta comunidad destaca la ausencia casi total de las principales presas del recurso loco.

Si bien, generalmente se considera como sustrato apto la totalidad de la superficie cubierta por roca, en términos ecológicos se ha definido como



hábitat de distribución *efectiva* del recurso loco a las comunidades que presentan sus principales Item presa (MA, I y COS) dejando de lado la comunidad de FB, debido a la baja ocurrencia de este tipo de especies y del propio recurso en esta de comunidad. Los antecedentes que permiten realizar esta diferenciación ya ha sido expuesta por Castilla & Schmide (1979), para el sector de Hornos en la IV Región, al caracterizar los tipos de ambientes donde se distribuye el recurso, lo que ha sido validado a un nivel espacial de mayor rango, por los estudios de comunidades realizado en las AMERB de la III y IV Región, donde se evaluaron cuadrantes de 0,25m<sup>2</sup> distribuidos aleatoriamente sobre cada tipo de comunidad.

Por otro lado, si bien en términos batimétricos el rango de distribución del recurso ha sido determinado entre la zona intermareal hasta los 30 - 40 m de profundidad (DuBois *et al.*, 1980), el corte batimétrico utilizado (20-25 m), está basado en la información empírica proporcionada por los pescadores artesanales, quienes afirman que la presencia del recurso a mayores profundidades sería solo incidental.

#### **4.5.3 Escalas espaciales para establecer criterios de metapoblaciones**

Las escalas espaciales para definir los criterios de cobertura metapoblacional, han resultado de la revisión documentaria, levantamiento general de información directa, vía entrevistas – encuestas, desde los principales centros de extracción de la III y IV Regiones, la integración y discusión de esta información por parte de los equipos técnicos del proyecto, los cuales se describieron anteriormente en los alcances metodológicos.

Dentro de los aspectos considerados, para definir la escala espacial de análisis se consideraron:



- o La cobertura espacial del recurso en la III y IV Regiones.
- o La distribuci3n biogeogr3fica del recurso loco entre las regiones III y IV.
- o La presencia de accidentes geogr3ficos (topograf3a costera; ensenadas, bah3as e islas).
- o R3gimen administrativo espacial del recurso; presencia de AMERBs y 3reas hist3ricas de pesca (3reas aptas para la distribuci3n del recurso).
- o Existencia de procesos oceanogr3ficos costeros.
- o Eventuales Interacciones entre AMERBs y 3reas hist3ricas de extracci3n.
- o Unidades discretas geogr3ficamente (islas).
- o Comunidades bent3nicas asociadas al recurso loco.
- o Conocimiento basado en la experiencia de los pescadores e investigadores.

Se ha establecido como escala espacial menor de la din3mica del recurso loco, la distribuci3n de las AMERB a lo largo de costa, las cuales se asocian a “bancos discretos de locos”, y la existencia de 3reas aptas para el loco (ALA) no sujetas al r3gimen de AMERBs, las cuales se intercalan entre estas. Esta sectorizaci3n gener3 una matriz de distancia entre los sectores, la cual condiciona la matriz de conectividad de las distintas poblaciones de acuerdo a la capacidad de dispersi3n de las larvas, en funci3n de procesos de advecci3n costera.

#### **4.5.4 Selecci3n de sectores para realizar estudios espec3ficos**

Para efectos de generar informaci3n de campo de los procesos que afectar3an la din3mica metapoblacional del recurso loco en la III y IV Regi3n, se han definido dos escalas espaciales. La primera escala da cuenta de procesos costeros de gran escala dispersiva, que se presentar3an a nivel de sectores espec3ficos de la costa asociados a la presencia de AMERBs y condiciones costeras de dispersi3n larvaria de acuerdo a la interconectividad o conectividad lineal entre las poblaciones de locos.



De esta forma, si bien la escala b3sica de an3lisis corresponde a celdas (AMERB y ALA), para efectos de los an3lisis de modelaci3n se estableci3 una escala mayor (macrozonas), que se caracteriza por recoger la variabilidad individual de cada una de las celdas contenidas en su interior.

Un segundo nivel espacial est3 dado por la identificaci3n de sectores de inter3s para establecer las relaciones de conectividad poblacional a escala dispersiva y procesos poblacionales (*i.e.* crecimiento y reclutamiento). Estos sectores corresponde a:

Sector	Sitios de muestreo
Pan de Az3car (III Regi3n)	Pan de Az3car
Puerto Viejo (III Regi3n)	Puerto Viejo – Punta Copiap3
Sector Los Choros (III–IV Regi3n)	Chañaral de Aceituno – El Apolillado – Hornos.
Coquimbo (IV Regi3n)	El Totoral - Totoralillo Centro y Península de Coquimbo
Los Vilos (IV Regi3n)	Chigualoco - Totoralillo Sur – Las Plailas.

En los sectores seleccionados para casos de estudio, se han realizado muestreos poblacionales y ecol3gicos del sector, los cuales se complementaron con la evaluaci3n de 15 3reas hist3ricas en los sectores aledaños a las 3reas seleccionadas, a fin de caracterizar de forma m3s consistente la estructura espacial de este recurso en el contexto metapoblacional. En 3stas se han realizado evaluaciones directas prospectivas a fin de caracterizar la situaci3n poblacional del recurso loco, en t3rminos de la densidad, estructura, y grado de explotaci3n. La estimaci3n de abundancia en estos sectores hist3ricos responder3n a la distribuci3n de sustratos aptos para el recurso loco.





**4.6. Objetivo 2.** Estimar, en distintos parches poblacionales, las tasas de reclutamiento y su relación con la estructura de edades presentes, densidad y procesos físicos costeros que facilitan los transportes larvarios, y además, estimar los crecimientos individuales (peso y longitud), la mortalidad natural y las remociones

El establecimiento de las 186 celdas (sectores), permitió definir una cobertura espacial que caracteriza a una escala fina la distribución y grado de ocupamiento del recurso loco a nivel de la III y IV Regiones, de forma de sistematizar la información integrada para los análisis de modelación metapoblacional.

Por su parte, los estudios de campo han considerando los aspectos que a continuación se describen:

#### **4.6.1 Estimación de abundancia y estructura de talla poblacional**

Para los muestreos poblacionales, las estimaciones de densidad, abundancia y caracterización de la estructura de tallas del recurso loco en los distintos sectores (celdas); AMERBs y áreas históricas para el loco, se analizaron las bases de datos 2003 de los seguimientos de las AMERBs y se realizaron evaluaciones directas en 15 sectores de áreas históricas.

Los muestreos consisten en transectos perpendiculares a la línea de costa, los cuales son distribuidos azarosamente en las áreas históricas. En cada transecto se distribuyen al azar 10 estaciones las que se ubican cada 2 metros desde cero a 20 metros de profundidad.

En cada estación y desde una embarcación, se lanzan al azar 10 cuadrantes de 1m<sup>2</sup>, con el propósito de minimizar el error en la toma de datos y a la vez intensificar el



esfuerzo muestral. De esta forma, el m3todo entrega un gran n3mero de muestras obtenidas en forma aleatoria. Los individuos de **C. concholepas** encontrados en el 3rea de cada transecto, fueron removidos, etiquetando la muestra con su correspondiente identificaci3n, para luego ser medidos y pesados, a fin de obtener estimadores de densidad, abundancia, distribuci3n de tallas, y relaciones gravim3tricas del recurso.

El c3lculo de los estad3grafos e intervalos de confianza para la media poblacional ( $\bar{X}$ ) y varianza ( $s^2$ ) para la especie objetivo, se realiz3 de acuerdo a;

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{1000} \bar{x}_i}{1000}$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{1000} \bar{x}_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{1000} \bar{x}_i\right)^2}{1000}}{1000-1}$$

donde  $\bar{x}_i$  corresponde a la i-3sima media computada despu3s de cada re-muestreo.

Se realizaron muestreos de la estructura de talla en busca de reclutas, en los meses de noviembre y diciembre, haciendo 3nfasis en los microambientes donde se encuentran los juveniles (bajo bolones, entre grietas, etc.) (Stotz, **et al.**, 1991a). La b3squeda de reclutas responde a los procesos estacionales de reclutamiento observado en la costa de la III y IV Regi3n (Stotz **com. pers.**)



#### 4.6.1.1 Estimaci3n indirecta de la densidad poblacional

Con la finalidad de contar con estimaciones de densidad para 3reas de libre acceso aptas para el recurso loco, se analiz3 la relaci3n entre los niveles de rendimiento (CPUE= locos/hr) y las densidades observadas (locos/m<sup>2</sup>) mediante evaluaciones directas. En el caso de las 3reas de manejo, se utilizaron las densidades obtenidas en los ESBAS iniciales y los rendimientos extractivos consecutivos en la primera cosecha. Por otra parte, se realizaron experiencias de campo en 5 3reas de libre acceso, donde se estim3 la densidad por medio de evaluaci3n directa y se registr3 el rendimiento por buceo (locos/hr). Esta actividad permiti3 calibrar las CPUE a bajas densidades, y ajustar un modelo de estimaci3n de Cpue en funci3n de la densidad observada, expresado de la siguiente forma:

$$Cpue(est) = Cpue(inf) * (1 - \exp(-b * d(obs)))$$

Donde:

Cpue (inf) = Cpue asint3tica (locos/hr).

b = Pendiente de la funci3n.

d(obs) = densidad observada (locos/m<sup>2</sup>).

Para fines de estimaci3n de la densidad en funci3n de la CPUE estimada a trav3s de encuestas a pescadores (**Anexo 2**), en faenas de extracci3n ilegal en 3reas de libres acceso, se utiliz3 la funci3n inversa:

$$d(est) = -\left(\frac{1}{b}\right) * \ln\left(1 - \left(\frac{Cpue(obs)}{Cpue(inf)}\right)\right)$$

Donde:

Cpue(obs) = Cpue obtenida a trav3s de antecedentes de capturas clandestinas.



#### 4.6.2 Estimaci3n de las capacidades de carga, en funci3n del desempe1o de las AMERB

A fin de obtener una primera aproximaci3n de la capacidad de carga en los distintos sectores de la costa, considerando sus niveles de productividad hist3ricos, se analiz3 el desempe1o poblacional del recurso en las AMERBs, a trav3s de sus diferentes estado de desarrollo, esto es desde los estudios bases (ESBAS) y sus posteriores estudios de seguimiento.

El procedimiento consisti3 en ajustar un modelo logistico de producci3n de stock a las observaciones de abundancia y cosechas de la AMERB en sus distintos estados de desarrollo, de acuerdo a:

$$N_{t+\Delta t} = r * N_t * \left(1 - \frac{N_t}{K}\right) - C_t$$

Donde:

- r = Tasa de incremento del stock.
- N<sub>t</sub> = Abundancia promedio por hectarea (N<sup>o</sup> locos/ha) por su estado de desarrollo (t).
- N<sub>t+Δt</sub> = Abundancia promedio por hectarea (N<sup>o</sup> locos/ha) al estado de desarrollo (t = 5 a1os).
- Δt = Diferencia en a1os entre su estado actual y su proyecci3n a 5 a1os
- K = Capacidad de carga (N<sup>o</sup> locos/ha).
- C<sub>t</sub> = Cosechas promedio por hectarea (N<sup>o</sup> locos/ha) por estado de desarrollo (t).

Como criterio de proyecci3n se utiliz3 5 a1os dado que en esta etapa se observ3 la estabilizaci3n de abundancia en las AMERB con 5 a1os de ejecuci3n. Este



m3todo permiti3 estimar la capacidad de carga de cada celda, expandiendo su K espec3fico ( $N^{\circ}$  locos/ha) a la superficie de cada una de ellas. De esta forma la capacidad de carga de las AMERB y ALA quedan determinadas por su condici3n poblacional actual y el estado de desarrollo (a3os de implementaci3n).

#### **4.6.3 An3lisis del estado de explotaci3n del recurso loco en las AMERBs y 3reas de libre acceso**

Se estim3 el grado de explotaci3n del recurso loco dentro y fuera de las 3reas de manejo, en base a la estructura de talla, en funci3n de:

- **Mortalidad Total (Z)**

La tasa de mortalidad total (Z) se estima a partir de la frecuencia de talla poblacional del recurso loco presentes en los sectores en estudio. El m3todo utilizado comprende el ajuste a una curva de captura (Pauly, 1983), a trav3s de la conversi3n a edades de las frecuencias en tallas, por medio de la ecuaci3n de crecimiento.

- **Mortalidad Natural (M)**

Este par3metro se ha obtenido de estimaciones indirectas, por medio del m3todo de Alverson & Carney, 1975, el cual considera relaciones bioanal3gicas en funci3n de los par3metros de crecimiento.

- **Mortalidad por pesca (F) y tasa de explotaci3n actual**

La mortalidad generada por pesca (F), para el recurso loco en los sectores en estudio, se estim3 a trav3s de la diferencia existente entre la mortalidad total (Z),



entregada por la curva de captura, y la mortalidad natural (M), aplicándose la ecuaci3n de Ricker, 1975:

$$F = Z - M$$

Finalmente, la tasa de explotaci3n actual, se obtuvo por medio de la siguiente formulaci3n.

$$u = \frac{F}{F + M} * (1 - e^{-F - M})$$

De manera adicional, se estim3 la tasa de explotaci3n ( $\mu$ ) por medio de la relaci3n entre las cosechas (AMERB) y extracciones ilegales (ALA) de cada sector, con sus respectivas abundancias del stock, de acuerdo a:

$$u = \frac{C}{N}$$

Donde:

C = Cosechas o extracciones ilegales ( $N^0$ ).

N = abundancia del stock ( $N^0$ )

#### 4.6.4 Desarrollo enfoque heurístico

La importancia de la experiencia acumulada, expresada en datos, anécdotas, costumbres y conocimiento del entorno, por parte de comunidades de personas ha sido por largo tiempo valorada y utilizada en estudios del ámbito sociológico. Este conocimiento individual y colectivo cumple un rol central en la comprensi3n de la realidad (Scribano, 2001). En el ámbito pesquero, el permanente contacto e interacci3n de los pescadores artesanales con el medio, ha generado gran cantidad de informaci3n y conocimiento que han sido adquiridos y transmitidos por



generaciones entre los grupos de pescadores. Sin embargo, esta experiencia de los pescadores artesanales y su conocimiento del medio ha sido ignorada o subestimada por mucho tiempo en los estudios cient3ficos, explicado fundamentalmente por la sectarizaci3n y clasismo del saber. Adem3s, la carencia de herramientas que permitieran la “conversi3n” de ese conocimiento en informaci3n v3lida cient3ficamente, hizo que su integraci3n fuese aun m3s lenta. La utilizaci3n del conocimiento tradicional, requiere de la incorporaci3n de herramientas de recopilaci3n de datos y experiencias que posean un enfoque heur3stico que permita la utilizaci3n de ese conocimiento. La interpretaci3n de ese conocimiento puede ser llevada a cabo utilizando herramientas que van desde la correlaci3n estadística hasta la semi3tica (Scribano, *op cit.*).

Dados los antecedentes descritos anteriormente, la consideraci3n de los pescadores para comprender de mejor forma el sistema pesquero, a partir de su experiencia, constituye una herramienta muy poderosa que en el 3ltimo tiempo ha sido incorporada para el estudio de ecosistemas marinos (Freire & Garc3a-Allut, 1999), a trav3s del desarrollo de m3todos r3pidos y de bajo costo que permiten llegar a datos de relevancia cient3fica a partir del conocimiento local o tradicional de los pescadores. Aun cuando, anteriormente se daba un tratamiento apor3tico a aspectos cuantitativos y cualitativos, los m3todos actuales combinan ambos enfoques (Scribano, *op cit.*). Esta informaci3n emp3rica ha sido usada para el manejo y evaluaci3n de recursos pesqueros (Garc3a-Allut *et al.*, 1999). Garc3a-Allut y colaboradores, se han basado en el concepto del *Conocimiento Ecol3gico de los Pescadores* (CEP)<sup>1</sup> el cual tiene sus ra3ces en la etnociencia y es una rama especializada del *Conocimiento Ecol3gico Tradicional* (CET)<sup>2</sup>. El CEP, t3picamente no s3lo incluye informaci3n de las especies biol3gicas, sino tambi3n informaci3n sobre el comportamiento, ecolog3a, meteorolog3a y oceanograf3a; sumado a

---

<sup>1</sup> Concepto que en ingl3s es conocido como FEK (Fishers' Ecological Knowledge)

<sup>2</sup> Este concepto, cuya sigla en ingl3s es TEK (Traditional Ecological Knowledge), aparece a mediados de los 80 y los cient3ficos sociales argumentan que al menos representa un suplemento cr3tico para el entendimiento cient3fico.



referencias de tiempo y espacio que pueden complementar el conocimiento cient3fico (Freire & Garc3a-Allut, 2000; Barreiro *et al.*, 1999; Garc3a-Allut *et al.*, 1999). Sin embargo, el concepto de CEP o CET, restringe dicho conocimiento a una forma muy espec3fica del mismo, por lo cual algunos autores sugieren ampliar el concepto a *Conocimiento Ecol3gico Local* (CEL)<sup>3</sup> donde se incluye el conocimiento de usuarios indirectos y, por otro lado, no se induce a pensar s3lo en el conocimiento asociado a experiencias pasadas, influidos por el t3rmino “tradicional” (Bear, 2003). Con este enfoque, se ampl3a el universo de “conocedores de un sistema”, permitiendo la incorporaci3n de otros usuarios, que en el caso de la pesquer3a del recurso loco incluyen a otros pescadores, recolectores de orilla, comerciantes, funcionarios de instituciones sectoriales y acad3micos (investigadores), qui3nes poseen antecedentes que no est3n documentados.

La selecci3n de los informantes calificados o informantes claves, qui3nes son los poseedores del conocimiento, constituye una cuesti3n b3sica que debe considerar la heterogeneidad de la posesi3n del conocimiento, por lo cual no se debe concentrar la recopilaci3n de antecedentes en un solo grupo de informantes (Bear, *op cit.*; Davis, 2003). Esta selecci3n debe considerar adem3s del conocimiento que posee el informante, la cercan3a (relacional) de 3ste con el investigador (o entrevistador), ya que la entrega del conocimiento no ocurre si el informante no ve en el investigador a un interlocutor v3lido que se ha ganado un espacio (respeto - confianza) en su sistema (Maurstad, 2003).

La informaci3n que se puede construir en base a la experiencia de los usuarios es bastante detallada; no obstante, la cantidad de antecedentes que entregar3n los informantes ser3 limitada, dado que la informaci3n del pescador es m3s que s3lo informaci3n de relevancia para el investigador. En consecuencia, la forma en que esta informaci3n ser3 divulgada es un elemento clave para generar espacios

---

<sup>3</sup> Concepto que en ingl3s es conocido como LEK (Local Ecological Knowledge)





apropiados para que los informantes entreguen mayor cantidad de informaci3n (Maurstad, 2003).

En el 3mbito del entendimiento metapoblacional del recurso loco, el conocimiento de los pescadores artesanales (espec3ficamente de los buzos mariscadores) es de particular relevancia. Ellos tienen en su memoria, almacenada durante sus a3os de operaci3n, gran cantidad de datos e ideas del funcionamiento del sistema marino, el cual sumado a la experiencia grupal que se ha traspasado entre generaciones, constituye una valiosa fuente de informaci3n, la cual debe ser considerada. En este contexto, la ocurrencia de procesos biol3gicos – as3 como la magnitud de los mismos – y su relaci3n con eventos oceanogr3ficos y ambientales, son aspectos de los cuales los pescadores poseen conocimiento. Por otro lado, los investigadores (acad3micos y consultores) poseen informaci3n que no est3 documentada y que tambi3n es necesario recoger e integrar.

#### **4.6.4.1 Integraci3n del conocimiento ecol3gico local**

El conocimiento ecol3gico local existente en torno al recurso loco y su entorno est3 posicionado (o depositado) en diversos individuos o grupos de personas, los cuales no necesariamente corresponden 3nicamente a los buzos que extraen (o han extra3do) el recurso loco; sino que tambi3n mucho del conocimiento no documentado es parte de la experiencia acumulada por parte de otros pescadores, funcionarios sectoriales (principalmente de Sernapesca) e investigadores (acad3micos y consultores). Dado que estos grupos son heterog3neos en su formaci3n, en la percepci3n del sistema y en su relaci3n con el medio, la metodolog3a ocupada se adapt3 a cada uno de ellos, sin perjuicio que la estructura esencial para recopilar la informaci3n se mantuvo.



**a) ¿Qué antecedentes son necesarios recopilar?**

Una primera interrogante a responder corresponde a qué antecedentes se requiere recopilar. La identificaci3n preliminar de estos antecedentes nace del conocimiento que el equipo de trabajo tiene del sistema, de los requerimientos del modelo y de los antecedentes disponibles desde informes t3cnicos, tanto publicados como no publicados (informaci3n documentada). En este sentido, se identificaron los siguientes 3mbitos de informaci3n requeridos:

- Din3mica espacio temporal de los agentes.
- Dimensionamiento de la flota (embarcaciones dedicadas a la extracci3n de recursos bent3nicos, con 3nfasis en el loco).
- Aspectos econ3micos, dirigido principalmente a la estimaci3n de ingreso v/s estimaci3n de gastos, con el prop3sito de validar en forma indirecta la estimaci3n de captura ilegal de loco.
- Dimensionar captura ilegal de loco, referida a vol3menes desembarcados, n3mero de agentes involucrados, definici3n de principales zonas de extracci3n y precios.
- Espacio-temporalidad referida al ciclo de vida del loco: agrupaciones reproductivas, posturas, eclosi3n larval, asentamiento – metamorfosis, reclutamiento (presencia de reclutas), presencia de adultos.
- Asociaciones e interacciones ecol3gicas: sucesiones, caracter3sticas de sustratos y comunidades asociadas a cada etapa del ciclo de vida del loco, relaciones presa – predador.
- Asociaciones con eventos oceanogr3ficos y/o clim3ticos, incluyendo corrientes y vientos predominantes, haciendo referencia a ellos en t3rminos espaciales y temporales.
- Estratificaci3n espacial de la distribuci3n del loco en funci3n de la talla.



- Aspectos etol3gicos del loco: migraciones, desplazamiento, posicionamiento en zonas de refugio (3reas cr3pticas).

Todos estos aspectos fueron considerados para dise1nar la entrevista aplicada. Adem3s, 3stos fueron los insumos ocupados para la siguiente fase de la recopilaci3n de conocimiento de los usuarios, que corresponde a la identificaci3n de los poseedores de dicho conocimiento.

**b) Identificaci3n de los poseedores del conocimiento (informantes claves)**

La identificaci3n de qui3nes son los que poseen el conocimiento del sistema asociado al loco fue llevada a cabo en funci3n de los siguientes criterios, considerando que el conocimiento no est3 concentrado en s3lo un informante:

- Validaci3n o reconocimiento de los pares de quienes son los que saben.
- Validaci3n o reconocimiento por parte del equipo de trabajo de quienes son los que saben.
- Caracter3sticas del informante identificado preliminarmente, referido fundamentalmente a la relaci3n entrevistador – entrevistado.
- Validaci3n del entrevistador por parte del entrevistado, basado en conocimiento previo y percepci3n del equipo.

A partir de estos criterios se defini3 los informantes claves para recopilar los antecedentes en los grupos de pescadores (buzos, recolectores de orilla y otros pescadores), los consultores con expertiz en el loco, funcionarios de instituciones relacionadas (sectoriales) y otros usuarios. En cuanto a los otros usuarios, no necesariamente deben poseer conocimiento del loco, sino que tambi3n son importantes aquellos que poseen informaci3n relevante para comprender el sistema, tal como funcionarios de cultivos que manejan informaci3n de sus propios



muestreos. Adem1s, a medida que se sistematicen los antecedentes recopilados podr1n ir quedando en evidencia vac1os de informaci3n que pueden dar paso a considerar un nuevo grupo de informantes para completar dichos vac1os, si es posible.

En funci3n de los criterios definidos los informantes identificados fueron los siguientes:

- Pescadores identificados mayoritariamente por los pares de su propia caleta.
- Pescadores identificados por el equipo de trabajo para cada caleta.
- Consultores que han trabajado en 1reas de manejo en las regiones III y/o IV, considerando a aquellos con mayor nivel de participaci3n en el universo de AMERBs actualmente en ejecuci3n.
- Profesionales con experiencia en el cultivo de loco.

#### **4.6.4.2 Descripci3n de m1todo de recolecci3n de Conocimiento del Sistema Local (CSL)**

El m1todo ocupado para recopilar los antecedentes del loco consider3 las siguientes etapas:

- I. Generaci3n de contexto.*
- II. Dise1o y aplicaci3n de instrumentos de recopilaci3n del conocimiento.*
- III. Sistematizaci3n, an1lisis y validaci3n de la informaci3n.*



## I. Generaci3n de contexto

Esta etapa es fundamental para generar las condiciones propicias para que el entrevistado entregue el m3ximo de informaci3n que disponga. La posibilidad de obtener informaci3n de mayor o menor profundidad (detalle), depender3 no s3lo del conocimiento del informante sino tambi3n de la relaci3n que se establezca entre entrevistador y entrevistado, fundamentalmente asociado a la divulgaci3n y uso que se dar3 a dicha informaci3n. Se debe recordar que la informaci3n del pescador (u otro informante) es m3s que s3lo informaci3n de relevancia para el investigador. Para el pescador, el conocimiento tiene una funcionalidad distinta que para el investigador. El poseer m3s informaci3n que otro es una ventaja competitiva y la informaci3n que es traspasada de un individuo a otro es limitada. Existe informaci3n a la que se acceder3 a trav3s de la entrevistas que no se puede revelar a todos los usuarios (por 3tica y respeto a los informantes), ya que la publicaci3n de esta informaci3n puede alterar las relaciones de poder en una comunidad, ya que en el caso de los pescadores es el pescador quien decide cuando y a quien le entrega su conocimiento. La entrega o traspaso de informaci3n depende de la percepci3n que tiene uno del otro, dado que la apertura con un par o un investigador (u otro usuario) ser3 mayor s3lo si existe un espacio ganado, ya sea por un desempe1o aceptable como pescador o el respeto ganado como investigador.

Este es un aspecto de particular relevancia, dado que tanto los pescadores como los consultores e investigadores (as3 como tambi3n otros usuarios), poseen un espacio (de dimensiones variables) de su conocimiento que lo consideran relevante para mantener ventajas competitivas en relaci3n con sus pares. En este contexto, el entrevistado debe conocer claramente el uso que se dar3 a la informaci3n que entregar3, la difusi3n que se har3 de la misma y qui3nes tendr3n acceso a dicha informaci3n.



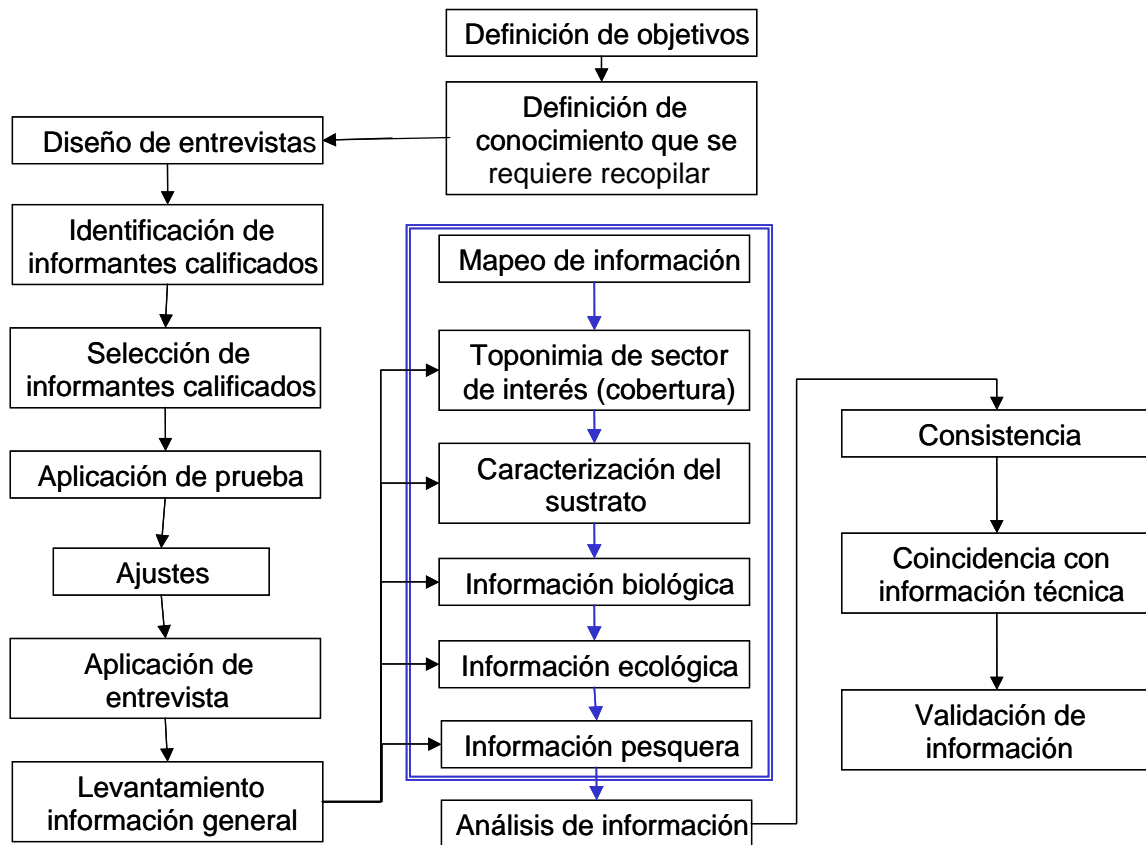
Considerando lo anterior, antes de aplicar las entrevistas se comunicó los objetivos del proyecto, la importancia de la información requerida, indicando la confidencialidad de la información y anonimato de los informantes. Se indicó que la información será utilizada para construir un modelo que permita comprender la dinámica metapoblacional del loco, destacando las implicancias que podría tener en el manejo del recurso y los beneficios para los propios usuarios.

## **II. Diseño y aplicación de instrumentos de recopilación del conocimiento**

El diseño de los instrumentos de recopilación del conocimiento, se realizó en función de los antecedentes identificados anteriormente, así como también en función de aspectos biológicos, pesqueros, oceanográficos y económicos. En el diseño se ocupó un enfoque heurístico, considerando métodos indagatorios para levantar la información relevante que poseen los diversos usuarios. La información que se recopiló consideró la espacio-temporalidad de la misma, cubriendo un período de tiempo de hasta 30 años atrás, junto con antecedentes de ocurrencia inmediata.

Para este propósito se realizaron reuniones de trabajo, se aplicaron encuestas y entrevistas, a pescadores, funcionarios de Sernapesca y consultores.

La recolección del CSL consideró un proceso de actividades, las cuales se aprecian en el siguiente flujo (**Esquema 1**):



**Esquema 1.** Flujo del proceso de recolecci3n y análisis del Conocimiento del Sistema Local

A continuaci3n se dan mayores detalles de las principales etapas:

## A) Diseño de Entrevistas

- 1. Definici3n de objetivos:** Se definieron los objetivos de la entrevista en funci3n de la informaci3n que se requería y los resultados esperados de su posterior análisis.



### **Objetivos:**

- Contar con un panorama, en términos espaciales, de la costa de las regiones III y IV que de cuenta del tipo de sustrato y comunidades asociadas, relacionada al recurso loco.
- Contar con información oceanográfica y climática de la franja costera de las regiones III y IV que de cuenta de las principales corrientes y vientos, en términos espacio temporales.
- Contar con antecedentes que contribuyan a dimensionar la captura ilegal de loco en las regiones III y IV.

### **2. Análisis de contexto:**

- Se analizó el nivel de vinculación de entrevistador-entrevistado.
- Se estableció el uso que se va a dar a la información.
- Se definieron los destinatarios y usuarios de la información.
- Se estableció una retroalimentación a los informantes (Feed Back).

### **3. Determinación de información requerida:** Se definió qué información se requiere, considerando al menos los siguientes aspectos.

- Tipo (cualitativa, cuantitativa, anecdótica).
- Calidad (nivel de detalle requerido). Se jerarquizó la información requerida en función de la calidad requerida, para definir los énfasis en el proceso de recopilación.
- Espacio – temporalidad de interés. Se estableció al menos 10 años de experiencia y la cobertura espacial fue la definida en el estudio.
- Especialidad o especificidad referida al conocimiento o experiencia que debe tener el informante.
- Ámbito: pesquero, social, económico, ecológico, normativo.





- 4. Identificación de aspectos claves a recolectar:** Se definieron los aspectos claves a recolectar:
- Dinámica de la caleta.
  - Biología reproductiva.
  - Descripción del sistema, con énfasis en las comunidades y - sustratos asociados.
  - Pesqueros (esfuerzo, captura, cpue).
  - Económicos (Monto y composición de ingresos y gastos).
  - Pesca ilegal (esfuerzo, desembarque, zonas de operación, periodicidad, cobertura temporal).
  - Corrientes y vientos predominantes en términos espacio temporales.
- 5. Identificación de informantes calificados:** Bear (2003) y Davis (2003), reconocen la importancia de los informantes y recomiendan incluir etapas primarias para la identificación y selección de ellos. En este estudio, la identificación de los informantes se realizó considerando los siguientes elementos.
- Por conocimiento previo (personal).
  - Por recomendación de los miembros del sistema (puede existir más de un ámbito de informantes: biológico, económico, normativo, ecológico, etc.; así como también, puede existir un informante que conozca o domine más de un ámbito). Dado que se requería información espacio temporal, en algunos casos se escogió informantes jóvenes para recopilar información descriptiva del sistema; y de más experiencia, para recopilar información de temporalidad más amplia.
  - Por recomendación de otros investigadores o técnicos.

Se procuró contar con al menos dos informantes por caleta o sector. Dependiendo de la temática, la entrevista se aplicó en forma grupal o



por separado con cada informante. Algunos aspectos, fueron recopilados a modalidad de encuesta, otros como entrevistas y otros a través de trabajo conjunto, principalmente el referido a mapeo de información.

6. **Uso de mapas a escalas apropiadas - *Map Biography* (Maurstad, 2003):** El método de “map-biography” usa mapas y mapeos como medio principal en el proceso de la entrevista. En este método, la “historia” que cuenta el pescador da cuenta del ámbito temporal del conocimiento y el área de acción del pescador (que se mapea), da cuenta del ámbito espacial del conocimiento (Martin, 2003). De este modo, en el presente estudio la metodología de recolección de información incorpora la utilización de mapas de la zona de estudio a escala de 1:50.000, apoyado en algunos casos con fotografías aéreas de los sectores. En estos mapas se identificaron sólo algunos sectores principales (caletas, ciudades, islas, AMERB), para que sirvieran de referencia, dejando el resto para ser completado por los propios entrevistados.
7. **Aplicación preliminar de la entrevista:** Se realizó una aplicación de prueba, para detectar falencias, inconsistencias y hacer los ajustes necesarios.
8. **Confección entrevista final:** Una vez realizadas las pruebas e incorporados los ajustes necesarios, tanto en contenido y diseño como en forma de aplicación, se confeccionó la entrevista final (**Anexo 2**). El documento de trabajo, incluye módulos tipo entrevista, con preguntas cerradas y abiertas, destinadas a capturar la información necesaria. Otros módulos del documento de trabajo tiene la estructura de una



encuesta. En este sentido, este documento integra ambas herramientas de levantamiento de informaci3n, incorporando adem1s el mapeo de la informaci3n o *Map Biography*.

## **B) Aplicaci3n de Entrevistas**

### **1. Recopilaci3n de informaci3n general del sistema:**

- Historia de la pesquer1a, principales sucesos y din1mica de la caleta.
- Identificaci3n de sus principales componentes, de sus competencias o mayor experiencia.
- Dimensi3n de 1rea de trabajo (1rea de influencia o 1rea de conocimiento).

En esta etapa se debe generar el ambiente propicio para la entrevista.

### **2. Familiarizaci3n con mapas y toponimia del 1rea de estudio:**

Antes de continuar con el proceso de recopilaci3n de antecedentes, se llevaron a cabo acciones de familiarizaci3n de los usuarios con los mapas. Una vez que los informantes se ubican espacialmente en los mapas que cubren la cobertura geogr1fica que ellos conocen, se contin1a con el traspaso de los nombres de los lugares (toponimia) existentes en el sector de an1lisis. Esta etapa es clave para la calidad de la informaci3n recolectada, por lo tanto se procur3 el m1ximo de precisi3n en el mapeo de los sectores, incluyendo sinonimia y duplicaci3n de nombres.

### **3. Mapeo batitol3gico:**

Una vez concluida y traspasada al mapa toda la toponimia del sector de estudio, se definieron las siguientes caracter1sticas, las cuales tambi3n fueron mapeadas:



- Ancho de la franja trabajable (franja de 20 m).
- Batilitologí3 de la costa, identificando profundidades y tipo de sustrato.

#### **4. Recopilaci3n y mapeo de informaci3n biol3gica, pesquera, ecol3gica, oceanogr3fica y clim3tica**

En los mapas se continu3 registrando la siguiente informaci3n, anotando en forma escrita la temporalidad de los sucesos:

- Áreas de reproducci3n del loco (comidas o maicillos).
- Áreas de posturas, eclosi3n del loco.
- Áreas de crianza del loco, presencia de reclutas (individuos de talla igual o inferior a 1,5 cm).
- Áreas de presencia de adultos de loco.
- Zona de operaci3n de la flota.
- Comunidades presentes asociadas a fondos duros (Macroalgas, Suspensívoros, Fondos Blanqueados, Algas Crustosas y Cirripedios).
- Corrientes y vientos predominantes.
- Otros eventos (fen3meno del Niño, agujes).

Para el registro en el mapa se ocuparon lápices de colores distintos para facilitar su posterior lectura e interpretaci3n.

#### **5. Recopilaci3n de otros antecedentes:**

La recopilaci3n de antecedentes para estimar la pesca ilegal de loco, se realizó a trav3s de la aplicaci3n de la entrevista, bajo modalidad de encuesta. Adem3s, bajo esta modalidad se recopil3 informaci3n econ3mica y la temporalidad de los diversos aspectos mapeados.



### **III. Sistematizaci3n, an3lisis y validaci3n de la informaci3n**

- **Sistematizaci3n**

Los antecedentes recopilados fueron agrupados en funci3n del tipo de informaci3n. Aquellos aspectos trabajados directamente en los mapas fueron traspasados a sistemas geogr3ficos, de acuerdo a la metodolog3a descrita m3s adelante.

Aquella informaci3n destinada a estimar la extracci3n ilegal fue tabulada y la metodolog3a ocupada se describe en un cap3tulo aparte.

- **Validaci3n**

Los diversos antecedentes recopilados fueron validados en funci3n de la consistencia (similitud) entre los datos entregados por diversos entrevistados, con antecedentes de estudios previos o informes relacionados y por la experiencia de los profesionales que conforman el equipo de trabajo en este proyecto.

#### **4.6.4.3 Estimaci3n de extracci3n ilegal de loco**

##### **4.6.4.3.1 Fuentes de investigaci3n**

Para estimar la captura ilegal de loco se ocuparon las siguientes fuentes de informaci3n:



## **A) Información desde los propios usuarios**

En la entrevista aplicada durante la ejecución del estudio se recopilaron los siguientes antecedentes para dimensionar la pesca ilegal en las regiones III y IV, los cuales se agrupan en dos set de preguntas: unas directas, donde se consulta explícitamente por la extracción ilegal; y otro, de carácter económico asociada a ingresos y gastos, de tal modo de cruzar y validar la información recopilada.

### **Preguntas directas:**

- Número de buzos que trabaja ilegalmente en la extracción de loco.
- Principales zonas de extracción.
- Meses de operación en la pesca ilegal.
- Cpue (Unidades de locos/día), solicitando horas de operación (de buceo).
- Precio y modalidad de venta (con concha, desconchado, por kg, por docena).
- Talla media de extracción.
- Destino del loco ilegal.

### **Preguntas asociadas a antecedentes económicos:**

- Principales recursos extraídos (portafolio de especies).
- Cantidad y precio, por día típico de pesca (portafolio de especies).
- Ingresos mínimos requeridos por salida.
- Identificación y calificación de meses buenos y malos para la pesca.
- Ingresos mensuales (máximo, mínimo y rango medio).
- Días que trabaja al mes (máximo, mínimo y rango medio).
- Ingresos diarios (máximo, mínimo y rango medio).
- Dinero que entrega en su hogar.
- Dinero que se deja.
- Estructura de gastos mensuales, separada por ítem.



## **B) Desembarque y Exportación de loco**

Se ocupó información de desembarque y exportación para el período 1987 – 2001, para estimar el nivel de extracción ilegal destinado a exportaciones nacionales, de forma de poder validar las estimaciones realizadas a través de los antecedentes recogidos desde los propios usuarios. Las fuentes de información utilizadas fueron las siguientes:

- Desembarque total anual de locos en toneladas y número para aquellos años en que existe información de unidades extraídas, a nivel nacional y regional (Anuario Estadístico de Pesca de Sernapesca; Documentos Técnicos de Subpesca).
- Exportaciones anuales de loco por línea de elaboración (Bases estadísticas del Servicio Nacional de Aduanas disponibles en IFOP).

### **4.6.4.3.2 Procedimiento para estimar extracción ilegal de loco**

#### **A) Estimación a partir de antecedentes de las entrevistas**

Los antecedentes recopilados a través de las entrevistas fueron tabulados considerando los siguientes campos:

- Sector o caleta,
- N° de buzos que opera ilegalmente,
- Unidades de locos extraídos por día,
- Horas de buceo por día,
- Días de operación por mes,
- Meses de operación al año.



A partir de esta informaci3n se estim3, la cpue en t3rminos de unidades de loco por d3a y por hora de buceo.

La captura ilegal promedio anual de locos por buzo, se estim3 a partir de la siguiente expresi3n:

$$\overline{CI} = \frac{\sum_{x=1}^n \frac{Cd_x}{h_x} \times do_x \times mo_x}{n}$$

Donde:

$\overline{CI}$  = captura ilegal promedio (unid.loco/hora)

$Cd$  = captura diaria

$h$  = horas de buceo

$do$  = d3as de operaci3n al mes

$mo$  = meses de operaci3n anual

$n$  = n3mero de buzos que participan en la pesca ilegal

La captura ilegal total anual, se estim3 por la siguiente expresi3n:

$$CI = \sum_{x=i}^n Cd_x \times do_x \times mo_x$$

La estimaci3n de la captura ilegal de loco, fue contrastada con los resultados del an3lisis de la informaci3n econ3mica de los buzos (ingresos y gastos, y composici3n de los mismos).

A partir de la informaci3n recopilada se obtuvo tres datos de ingreso de los buzos para cada Regi3n:





- Ingreso mensual declarado (*ID*)
- Ingreso mensual estimado a partir de ingreso diario y d3as trabajados al mes (*IEi*)
- Ingreso mensual estimado a partir de valorizaci3n de capturas (*IEc*)

La estimaci3n de los gastos mensuales (*Gm*) se obtuvo a partir de los gastos segregados por item, el dinero que aportaban a la casa, el dinero que dejaban para gastos personales y los gastos de operaci3n.

Posteriormente, se determin3 la diferencia de los tres tipos de ingreso y los gastos estimados mensuales, obteniendo los siguientes datos:

$$D1 = ID - Gm$$

$$D2 = Iei - Gm$$

$$D3 = Iec - Gm$$

Luego, se obtuvo el n3mero de locos necesarios (Extracci3n ilegal estimada, *EIe*) para cubrir las diferencias de ingresos y gastos obtenidos. Para este c3lculo se utiliz3 el valor modal de la docena de locos declarado por los entrevistados, utilizando la siguiente expresi3n:

$$EIe = -1 * \frac{D_x}{p} \times 12$$

Donde:

*EIe* = extracci3n ilegal estimada de loco en n3meros

*D<sub>x</sub>* = cada uno de los tres datos de diferencia de gastos menos ingresos

*p* = precio modal de docena de locos en el mercado ilegal



Estos resultados obtenidos, adem3s fueron contrastados por estimaciones realizadas a partir de los registros de exportaci3n de loco.

## B) Estimaci3n a partir de desembarque y exportaci3n de loco

A partir de la informaci3n de exportaciones y desembarque, se estim3 el n3mero de locos extra3dos ilegalmente a nivel nacional y para las regiones III y IV, que fueron destinados a exportaci3n, utilizando el siguiente procedimiento.

A partir de los vol3menes exportados, los rendimientos de loco por l3nea de elaboraci3n (Congelado, Conserva, Fresco Refrigerado y Deshidratado) y el n3mero de locos por kilo (unid.loco concha/Kg), se estimaron las unidades de locos ilegales necesarias para completar los d3ficit calculados en funci3n del desembarque y los vol3menes exportados.

El rendimiento para cada l3nea de proceso ocupado fue el registrado por Quintana *et al.* (1994), que se muestra en el **Cuadro 2**:

**Cuadro 2**

Rendimiento de loco por l3nea de proceso

L3nea de elaboraci3n	Rendimiento del proceso (%)	%carne / envase
Congelado	20	92
Conserva	12	54
Fresco refrigerado	20	92
Deshidratado	6	95

El n3mero de locos por kilo utilizado fue separado en dos zonas y en tres per3odos, como se muestra en el **Cuadro 3**:



### Cuadro 3

Unidades de loco por kilo, para diferentes per3odos y zonas

PERIODO	UNIDADES DE LOCOS / Kg (con concha)	
	Zona Norte (I - VIII)	Zona Sur (IX - XII)
1978 - 1992	4,5	4
1993 - 1998	5,5	4,5
1999 - 2003	5	4

La estimaci3n de las unidades de locos exportadas anuales, fue estimada a trav3s de la siguiente expresi3n:

$$EUE = \left( \sum_{x=1}^n E_{Lx} \times R_{Lx} \right) \times (pC_N \times bu_N + pC_S \times bu_S)$$

Donde:

$EUE$  = estimaci3n de unidades exportadas

$E_{Lx}$  = exportaci3n anual de loco por l3nea de elaboraci3n  $L_x$

$R_{Lx}$  = rendimiento de l3nea de elaboraci3n  $L_x$

$pC_N$  = proporci3n de captura de loco para la zona norte

$pC_S$  = proporci3n de captura de loco para la zona sur

$bu_N$  = peso individual del loco para la zona norte

$bu_S$  = peso individual del loco para la zona sur

Posteriormente, la estimaci3n de locos ilegales provenientes de las regiones III y IV, se estim3 en funci3n de la participaci3n promedio de cada Regi3n en el per3odo 1987 – 2001.



#### **4.6.5 Estudios poblacionales del recurso loco**

En t3rminos de monitoreo de las fases tempranas de desarrollo del recurso loco; larvas, asentados, reclutas y juveniles, la escala operativa de observaci3n corresponder3 a:

- i) Los muestreos larvarios consideran a larvas competentes, las cuales se caracterizan por poseer un velo bien desarrollado y una protoconcha de alrededor de 1.600  $\mu\text{m}$ .
- ii) Reci3n asentados, individuos de m3ximo de 2 mm de longitud de concha, los cuales presentan la protoconcha con una primera franja de crecimiento en la 3ltima espira.
- iii) Reclutas, individuos entre 2 y 20 mm, correspondiendo a individuos asentados en los 3ltimos 2 a 4 meses.
- iv) Juveniles, individuos con talla inferior a 45 mm de longitud peristomal.

##### **4.6.5.1 Monitoreo de los procesos reproductivos y posturas**

El monitoreo se llev3 cabo en cinco localidades. En la tercera regi3n se monitore3 el sector del 3rea de manejo de Pan de Az3car y el sector del 3rea de manejo de Puerto Viejo. En la cuarta regi3n se monitore3 el 3rea de manejo de Totalillo centro, el 3rea de manejo de Coquimbo (sector Farellones), el 3rea de manejo de caleta el Total y el sector de punta Lengua de Vaca.

Para cada uno de los lugares el monitoreo consisti3 en seis transectas perpendiculares a la costa en las cuales se cont3 el n3mero de locos encontrados, el n3mero de agrupaciones reproductivas (m3s de tres individuos juntos) y el n3mero de posturas. Adem3s, se anot3 el tama3o, color y el estado de las posturas (si hab3an eclosionado o no). Adicional a los muestreos con transectas



se realizó luego un recorrido general de cada sitio, buscando posturas y anotando su estado (color).

Para estandarizar los recorridos de los buzos y poder establecer un número de posturas por área recorrida, los transectos se realizaron durante 15 minutos de buceo. Para cada buzo se determinará la distancia que es capaz de recorrer en 15 minutos, estimando luego así el área recorrida en cada caso.

#### **4.6.5.2 Estudios de dispersión larvaria**

- **Sitio de muestreo**

Para el muestreo de larvas se estableció un transecto perpendicular a la costa frente a la Isla de Totalillo Centro. En ese sitio se toman muestras a 50m, 250m, 500m, 1.000m y 2.000m de la costa.

- **Equipo de muestreo de plancton**

En cada una de las distancias de la costa se tomaron muestras con dos redes de Neuston, haciendo con cada una de ellas, tres arrastres de 200 m paralelos a la línea de costa. Una de las redes tiene una boca de 1 m de ancho y tiene en su primera mitad una red de 500 micrones de apertura y en la mitad cercana al copo, de 400 micrones de apertura de malla. La otra red tiene una boca de 0,5 m y es de malla de 200 micrones.

Adicional a las muestras con red de Neuston, en cada estación se bombearon 1.500 litros de agua, con una bomba de diafragma desde 3 profundidades: 1 m bajo la superficie, 1 m sobre el fondo y en la mitad de la columna de agua, en las estaciones ubicadas más cerca de la costa. En las estaciones más lejanas de la



costa, donde el fondo se encuentra a m1s de 30 m de profundidad, se toman las muestras a 1 m bajo la superficie, a 15 m y a 30 m de profundidad. El agua bombeada es filtrada por malla de 200 micrones.

- **Muestreo de larvas en distintos sitios de las Regiones III y IV**

Con el fin de verificar si el patr3n de distribuci3n horizontal y vertical de las larvas, estudiado en Totalillo, se repite a lo largo de la costa, se realizaron algunos muestreos adicionales en otros sitios. En cada caso se muestre3 a lo largo de un transecto perpendicular a la costa, llegando a 5.000 m costa afuera.

- **Muestreo de 24 horas**

Con el fin de conocer eventuales migraciones verticales de las larvas de loco, se realizaron tres muestreos de 24 horas. Para este efecto se repiti3 el mismo muestreo con las dos redes de Neuston y el bombeo de tres profundidades cada 3 horas, por un lapso total de 27 horas. Este muestreo se realiz3 en una sola estaci3n, localizada a 500 m de la costa, frente a la Isla de Totalillo Centro.

- **B3squeda de larvas en el bentos**

Considerando que ten1amos la sospecha de que las larvas de tama1o intermedio se podr1an encontrar asociadas a las comunidades bent3nicas, se realizaron tambi3n muestreos en esas comunidades. Para ese efecto se utiliz3 una bomba, con la cual se succion3, tipo aspiradora, diversas superficies: picorocales, fondos blanqueados, parches algales, estipes y frondas de *Lessonia*, entre otras.



#### 4.6.5.3 Estimaci3n de crecimiento

Dada la informaci3n existente generada en el proyecto FIP "Crecimiento del recurso loco" (Stotz *et al.*, 2001), para el litoral de la III y IV Regiones, se decidi3 realizar las experiencias de marcaje y recaptura de individuos en la localidad de Pan de Azúcar, sector extremo del norte de la cobertura del proyecto. Se ubic3 un bajarío, relativamente aislado del resto de la costa, rodeado de arena. Ese bajarío, que contenía naturalmente locos y alimento para el loco, fue muestreado periódicamente. En cada muestreo se sacaron todos los ejemplares que dos buzos fueran capaces de encontrar durante aproximadamente 45 minutos de búsqueda. Los locos fueron llevados a tierra y marcados. Para marcarlos se adhiri3 con masilla ep3xica submarina una pequeña marca (2 mm de diámetro) de plástico, de color y numerada (marcas fabricadas en Alemania para marcaje de abejas). Una vez marcado, cada ejemplar era medido (con pie de metro y 0,1 mm de precisi3n) y pesado individualmente, registrando esa informaci3n para cada ejemplar por su número. Una vez que la masilla ep3xica endurecía (aproximadamente despu3s de 1 hora de secado), los ejemplares fueron devueltos al sitio de muestreo. En las siguientes fechas se volvi3 a repetir el procedimiento, midiendo todos los ejemplares marcados que se lograban recapturar, y marcando a todos los no marcados que se capturaban. Luego de marcados, medidos y pesados, todos los ejemplares fueron nuevamente retornados al lugar de muestreo. Y así sucesivamente, en un total de 8 campañas de terreno, que cubrieron en total 13 meses.

Para la estimaci3n del crecimiento se utilizaron dos aproximaciones. Por una parte, se utilizaron las estructuras de talla de los individuos muestreados en cada fecha, analizando la progresi3n modal. Y por otra parte, se analizaron los datos de los individuos marcados y recapturados, con varios métodos. Todos los métodos son rutinas contenidas en FISAT.



- **M3todos del FISAT**

Con el fin de comparar los resultados de diferentes aproximaciones metodol3gicas, los datos de individuos marcados y recuperados tambi3n se trabajaron con varias rutinas del FISAT (Gayanilo *et al.*, 1996). Las rutinas utilizadas fueron las siguientes:

- **Plot de Gulland y Holt:** para esto se grafican los valores de tasa de crecimiento, expresada en mm/d3a *versus* la talla media del individuo ((talla inicial + talla final)/2). Luego se estima la regresi3n, correspondiendo la pendiente  $-b=K$  y el intercepto (a) dividido por la pendiente ( $-a/b = L_{\infty}$ ; equivale al punto en que la curva cruza el eje x, siendo  $y = 0$ ) a  $L_{\infty}$  de la funci3n de crecimiento de Von Bertalanffy (LVB) (Gulland and Holt, 1959; Gayanilo *et al.*, 1996). En la rutina de FISAT es posible fijar el valor de  $L_{\infty}$ , es decir forzar la regresi3n por ese punto del eje x, de tal modo que s3lo se estima la pendiente o K. Los l3mites de confianza del K son los mismos de la pendiente, s3lo que con signo opuesto.
- **M3todo de Munro:** en esta rutina, basada en Munro (1982) se estima los K y la varianza del K, utilizando diferentes valores de  $L_{\infty}$ , para los pares de valores de longitudes al inicio ( $L_t$ ) y al final ( $L_{t+\Delta t}$ ) del experimento de marcaje y recaptura. Para ello se utiliza la siguiente ecuaci3n, la cual deriva de LVB:

$$K = [\ln(L_{\infty} - L_t) - \ln(L_{\infty} - L_{t+\Delta t})] / (t_{t+\Delta t} - t_t)$$

Se selecciona el  $L_{\infty}$  en el cual se minimiza la varianza de la estimaci3n del K (Gayanilo *et al.*, 1996; Gayanilo & Pauly, 1997).





- **Metodo de Appeldoorn:** en esta rutina, basada en Appeldoorn (1987), se utiliza la funci3n de crecimiento con oscilaci3n estacional de Somers (1988), que tiene la forma:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0) - (CK/2\pi) [\sin 2\pi(t-t_s) - \sin 2\pi(t_0-t_s)]}],$$

en la cual  $L_t$ ,  $L_\infty$ ,  $K$ ,  $t$  y  $t_0$  son los habituales de la funci3n de LVB, incorpor3ndose el par3metro  $C$ , que modula la intensidad de la oscilaci3n estacional del crecimiento y  $t_s$ , que marca el inicio de la oscilaci3n en relaci3n a  $t_0$ .

Considerando:

$$S(t) = (CK/2\pi) \sin 2\pi(t-t_s)$$

y

$S(t_0) = (CK/2\pi) \sin 2\pi(t_0-t_s)$ , con lo cual la funci3n de LVB con oscilaci3n estacional se puede reescribir como

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-[K(t-t_0) + S(t) - S(t_0)]}]$$

De acuerdo a esta ecuaci3n, la longitud lograda por un individuo marcado tras un tiempo de libertad y recuperado, ser3a

$$L_{t+\Delta t} = L_\infty [1 - e^{-[K(t+\Delta t-t_0) + S(t+\Delta t) - S(t_0)]}]$$

La rutina en FISAT minimiza la suma de los cuadrados (SSE) del error, que es la diferencia entre el valor real del individuo recapturado y el valor estimado mediante esta funci3n (Gayanilo *et al.*, 1996; Gayanilo & Pauly, 1997). Cuando  $C=0$ , no hay oscilaci3n estacional, y lo que se ajusta es la funci3n de LVB



estándar. Esto se hizo en este trabajo, a pesar de que las estimaciones con FISAT sugieren de existe un fuerte componente estacional en el crecimiento del loco.

#### **4.6.5.4 Reclutamiento del recurso loco**

- **Registro de Reclutas en el Intermareal**

En la zona intermareal el reclutamiento ocurre con mayor intensidad principalmente en roqueríos asociados a ambientes de arena, generalmente en rocas existentes en el límite entre playas de arena y puntas rocosas, o bien en rocas aisladas en playas de arena. Dado estos antecedentes, se identificaron los sectores a lo largo de la costa de la III y IV Región que presentaban estas características y se realizaron en cada uno de esos sitios la búsqueda de individuos juveniles de loco (se entienden como tales a los individuos de < 20 mm de longitud de longitud peristomal), para lo cual se consideró un lapso de tiempo mínimo de 30 minutos.

La abundancia se registró por medio de cuadrantes de 50 x 50 cm los cuales fueron posicionados al azar a lo largo de la costa. El número de cuadrantes varió de acuerdo a la superficie de sustrato disponible y apto para el reclutamiento de juveniles de loco. En aquellos caso que no había limitación de sustrato, se tomaron registros en 20 cuadrantes, teniendo como número máximo de registro 25 cuadrantes. Estos registros se realizaron a fines del mes de enero e inicios de febrero, en momentos en que los individuos reclutados durante la misma temporada aún no alcanzan los 20 mm de longitud peristomal (LP).



- **Registro de Reclutas en el Submareal**

Considerando que la detección de juveniles de loco a tallas inferiores a 20 mm LP resulta muy dependiente del muestreador, como también del encuentro de los sustratos apropiados para este tipo de juveniles, es que el muestreo se centró en la población completa. De este modo, la unidad de muestreo fue el tiempo de búsqueda, el cual se estableció en 45 minutos. Así, la principal tarea de los buzos fue centrar la búsqueda bajo piedras.

Para evaluar la existencia de reclutas en el submareal se realizaron buceos en varios sitios a lo largo de la costa de la III y IV Región. Se seleccionaron en cada zona, sitios que tuvieran un fondo rocoso compuesto por abundantes cantos rodados de tamaño mediano, que fueran posibles de voltear. Esto con el propósito de encontrar los locos que viven en las grietas debajo de las piedras.

En cada sitio, dos buzos realizaron búsquedas de locos por un lapso de 45 minutos aproximadamente. Cada buzo sacó todos los locos que fueron capaces de encontrar en ese lapso de tiempo. Una vez extraídos, los locos fueron medidos y luego devueltos a su lugar de colecta.

Los ejemplares de locos fueron separados en clases de talla, que representan aproximadamente clases de edad (para el momento del muestreo), de acuerdo a análisis de crecimiento de Stotz & Pérez (1992). Las edades o clases consideradas fueron: Edad 0 = < 30 mm LP; Edad 1 = 30 – 59 mm LP; Edad 2 = 60 – 79 mm LP; Edad 3+ = > 80 mm LP.



#### **4.6.6 Caracterizaci3n de procesos oceanogr3ficos asociados a advecci3n larval**

En el marco del desarrollo del modelo de conectividad metapoblacional, fue necesario realizar un an3lisis de la informaci3n referida a procesos asociados con el recurso loco, tales como los referidos a la din3mica oceanogr3fica regional y local, con lo cual se busca establecer la relaci3n entre esta din3mica y la dispersi3n larvaria de este recurso. Esta informaci3n es un insumo para alimentar la matriz de conectividad y finalmente llegar a una aproximaci3n de los procesos reales a trav3s del modelo propuesto.

Se presenta una recopilaci3n de los antecedentes disponibles en la literatura respecto de los factores oceanogr3ficos y biol3gicos que estar3an participando en la din3mica metapoblacional del loco. En este contexto, es importante se1alar, que el an3lisis est3 acotado fundamentalmente a los procesos oceanogr3ficos que estar3an influyendo en el transporte larvario. Los estudios oceanogr3ficos dan cuenta de an3lisis de im3genes satelitales y estudios de corrientes costeras en sectores espec3ficos de la IV Regi3n.

#### **4.6.7 Estudios oceanogr3ficos asociados a la dispersi3n del recurso en la zona de estudio**

##### **4.6.7.1 An3lisis de Im3genes de Temperatura Superficial**

La metodolog3a que se utiliz3 corresponde a la desarrollada por La Violette (1984), para lo cual se midi3 el desplazamiento de un cuerpo de agua, obten3ndose una estimaci3n de la velocidad y la direcci3n de las corrientes que se generan en las zonas cercanas a la costa de la IV Regi3n. El procedimiento est3 basado en los algoritmos del m3todo de M3xima Correlaci3n Cruzada (MCC), desarrollado por



Emery *et al.* (1986). Sin embargo, dado que la resoluci3n m3xima de las im3genes satelitales NOAA (HRPT) es de 1 km, el m3todo MCC s3lo puede identificar una caracter3stica termal con una amplitud de decenas de kil3metros, mientras que la resoluci3n esperable es de los primeros 5 km de la l3nea de costa. De esta manera, es importante se1alar, que el MCC es incapaz de detectar distorsiones o rotaciones de las caracter3sticas termales, en circunstancias que un importante componente de estas caracter3sticas termales son los patrones de circulaci3n cercanos a la costa (Kamachi, 1989).

Se seleccionaron im3genes satelitales NOAA-AVHRR correspondiente al per3odo 2000-2002. Se seleccionaron im3genes tomadas al atardecer, dado que la zona de estudio (IV Regi3n) se caracteriza por encontrarse frecuentemente nublada por la ma1ana.

#### **4.6.7.2 Estudios de campos**

- **Descripci3n del 3rea de estudio**

El 3rea de estudio a la que se refieren las investigaciones realizadas, se encuentra frente a la isla de Totalillo centro y a las bah3as de la IV Regi3n (entre los 29°30' y 30°10'S). La plataforma continental no existe pr3cticamente en esta 3rea y el talud constituye una prolongaci3n de la orograf3a costera. El borde continental presenta puntas tales como Lengua de Vaca, Guanaqueros, por el sur, y punta Poroto, por el norte.

La topograf3a costera emula una bah3a de aproximadamente 100 km de boca limitada por la is3bata de 1.000 metros. El 3rea sur tiene en su interior 3 bah3as de 10 km de boca (Tongoy, Guanaqueros y Coquimbo) y una de menos de 1 km (La Herradura), todas ellas abiertas al norte o noroeste. En el sector norte, la



presencia de islas y su prolongaci3n submarina, hace que la bahía sea semi-cerrada al norte y abierta al sur (Moraga *et al.*, 1994).

- **Descripci3n de los datos**

Se utilizaron dos métodos para la medici3n de corrientes en el sector, en una primera instancia se utilizaron Derivadores (Método Lagrangiano). Los registros se efectuaron los días 4 - 5 de Agosto, 1 de septiembre y 19 de noviembre del ańo 2003. El segundo método consistió en el uso de un corrent3metro Perfilador acústico Doppler (ADCP) RD-Instruments de 300 Khz. operando en modo bottom-track (BT). Este equipo fue montado con sus transductores mirando hacia abajo y a estribor de la embarcaci3n ("Stella Maris II"), a una velocidad máxima de 3 nudos.

La trayectoria de la embarcaci3n para los registros de corrientes se realizaron cortes perpendiculares a la línea de costa. Los registros se efectuaron los días 27 y 29 de Septiembre del 2003. Se hicieron seis cortes en total tres hacia el sur de la bahía La Herradura (día 27) y tres hacia el norte (día 29), en la tabla VI se resume la informaci3n de los cortes. Este equipo registr3 las corrientes respecto al fondo, la trayectoria de la embarcaci3n y los valores de la capa superficial (0-5 m), los valores de velocidad pr3ximos al fondo, no se consideran por presentar mucho ruido. Se describirán las corrientes a los niveles de 6; 11; y, 21 m de profundidad.

Los Derivadores fueron del tipo cortina, segun modelo planteado por Vachon (1973, 1982) y por Alvial y Moraga (1986), en series de tres o cuatro en cada punto de lanzamiento; éstos se distribuyeron entre la costa y la is3bata de 100 m. Las profundidades de muestreo fueron 0, 5, 10 y 20 metros.



El área de las cortinas de los derivadores se eligió según una estimación del arrastre, siendo de 70 x 60 cm. Se reguló la fuerza de sustentación con la combinación de boyas y el peso de los lastres, tratando que el derivador tomara una máxima verticalidad (Vachon, 1974). El seguimiento de los derivadores se realizó con una embarcación rápida (bote con motor fuera de borda) tomándose a intervalos de tiempo las coordenadas de posición. Luego se calcularon los desplazamientos, magnitud y dirección de las trayectorias para el tiempo de registro.

Las posiciones de los derivadores y los cortes se determinaron a través de un GPS (Magellan). Los datos de viento fueron registrados utilizando un anemómetro portátil (ANEMO) y de la estación meteorológica del Faro Punta Tortuga, con el fin de corroborar la información.

Los datos de marea se obtuvieron de las Tablas de Pronóstico de Marea del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA, 2003).

**4.7 Objetivo 3. Proponer un modelo de la situación encontrada, bajo la hipótesis de metapoblaciones, con el objeto de calcular las probabilidades de extinción de parches en distintos estados (incluidas las AMERB) y colapso del sistema en diferentes escalas temporales y espaciales, para ayudar al manejo de este recurso**

El estudio considera la modelación de la dinámica metapoblacional del loco a través de la implementación del programa METAPESCA. Esta actividad fue liderada por medio del asesoramiento del Dr. Orenzans, en conjunto con la Dra. Ana Parma y el Dr. Juan Valero (coautores de METAPESCA). El proceso ha comprendido un primer taller de trabajo realizado, a fines de mayo del año 2003, donde se discutió sobre la fundamentación teórica y empírica de modelación de la dinámica metapoblacional



del recurso loco, generando hipótesis de trabajo alternativas (matrices de conectividad teóricas) y analizando los “inputs” de información necesarios para la modelación. En este Taller se revisaron los conocimientos autoecológicos del recurso loco; considerando sus procesos densodependientes, aspectos de coherencia espacio temporal del reclutamiento, y desempeño espacio – temporal de la pesquería del recurso loco entre la III y IV Regiones.

Como resultados del primer Taller se estableció una agenda de trabajo destinada a vincular al equipo asesor y los participantes del proyecto, estableciendo requerimientos destinados a la implementación del modelo METAPESCA. De esta forma, a comienzos del mes de octubre se realizó un segundo taller de trabajo, entre los equipos técnicos de IFOP, UCN y asesores internacionales, orientado a discutir el modelo básico de la dinámica de las metapoblaciones comprendido entre la zona sur de la III Región (Chañaral de Aceituno) y la zona sur de la IV Región (Pichidangui).

En este segundo taller se revisó, análisis y discutió aspectos referidos a:

1. Estructura del modelo (software) METAPESCA.
2. Escala espacial de análisis
3. Especificación de la dinámica del loco en función de la información disponible.
4. Información histórica sobre el sistema.
5. Dinámica de cada subpoblación bentónica (crecimiento, mortalidad, etc.)
6. Estrategias de manejo (globales, espaciales, medidas temporarias).
7. Condiciones de conectividad de las poblaciones.

Como resultado del taller se establecieron las tareas necesarias para alimentar el modelo METAPESCA, lo cual implicó la integración de la información existente,





nuevos análisis de la misma, y la incorporación de los antecedentes generados por el proyecto. En el mes de abril se realizó un tercer taller de trabajo en Puerto Madrid (Argentina), a cargo del equipo asesor internacional, en el marco del Taller METAPESCA, dentro del Pew Fellows Program in Marine Conservation, en este Taller se discutieron temas específicos del proceso de análisis, modelación y manejo de recursos bentónicos considerando sus cuatro casos de estudio (**Anexo 3**).

**4.8 Objetivo 4. Proponer un plan de investigación de mediano plazo, que complete el conocimiento de los procesos y parámetros que permitan llegar a tener un modelo de evaluación de stock que reconozca explícitamente la distribución espacial del recurso**

La proposición de un plan de investigación está orientada a establecer los indicadores necesarios para mejorar y aplicar un modelo de evaluación del recurso loco, considerando la componente espacial donde se reconozca de forma explícita la estructura metapoblación de las poblaciones de loco presentes en el área de distribución del recurso loco entre la III y IV Regiones.

En este marco, el desarrollo de este objetivo se fundamenta en el cumplimiento de los objetivos precedentes de forma de establecer un plan de investigación coherente con la dinámica de las poblaciones del recurso loco y las medidas de manejo aplicadas a la pesquería. Dentro de los aspectos a considerar se encuentran:



1. Análisis del conocimiento actual y áreas deficitarias del conocimiento para avanzar en modelos espaciales.
2. Hipótesis generadas a partir del conocimiento adquirido.
3. Objetivos del Plan de Investigación.
4. Estructura del Plan de investigación.

A partir de lo anterior, se establecen las áreas temáticas prioritarias considerando los distintos ámbitos del conocimiento a fin de establecer un plan de acción para la pesquería del loco, bajo el actual régimen normativo.



## 5. RESULTADOS

La confección de la metabase de información corresponde a uno de los principales resultados del proyecto, la cual es de carácter transversal para el desarrollo de los distintos objetivos de éste. En este contexto, el diseño de la metabase de información en planilla electrónica, consta de 25 entradas que incorporan los siguientes aspectos:

<b>Aspectos</b>	<b>Detalle</b>
<i>Identificación de la Región</i>	III y IV Región.
<i>Identificador de la base general de celdas</i>	El cual corre desde la 1 a la 186.
<i>Identificador de las celdas del modelo para simulación</i>	El cual corre desde la 1 a la 109 (7 celdas en la III Región y 102 en la IV Región).
<i>Macrocelas</i>	En la que se identifican los sectores definidos para probar el modelo general. Estas son 5 en la III Región (celdas 1-5) y 5 en la IV Región (celdas 6-10).
<i>Tipos de áreas</i>	Se identificaron tres tipos, AMERB (área de manejo y explotación de recursos bentónicos) y ALA (áreas de libre acceso con presencia de loco), y áreas no aptas para el recurso loco.
<i>Año data</i>	Indica el año en el cual se estimó el dato de densidad.
<i>Estado</i>	Estado de desarrollo histórico de las AMERB.
<i>Indicador del año de inicio</i>	Señala los años desde la implementación de las AMERBs.
<i>Fecha EVADIR</i>	Fecha en qué realizó la Evaluación Directa.
<i>Sector</i>	Indica el nombre del sector.
<i>Fuente del dato</i>	Se trabajó fundamentalmente con 3 fuentes (1) EVADIR= calculadas directamente, (2) EVADIR DT= extraídas de documentos técnicos, (3) Mod CPUE= estimados a partir de modelos de CPUE/densidad.
<i>Densidad m<sup>2</sup></i>	Número de individuos por m <sup>2</sup> .
<i>Abundancia de individuos</i>	Para las AMERBs se obtuvieron a partir de informes técnicos y para las ALA a partir de densidad media del sustrato apto.
<i>Sustrato apto (en hectáreas)</i>	Para las AMERBs se obtuvieron a partir de informes técnicos y para las ALA se estimó por cotas de 20 a 25 m de profundidad.



Continuación...

<i>Sustrato total</i> (en hectáreas)	Para las AMERBs se obtuvieron a partir de los decretos y para las ALA correspondió al sustrato apto.
Stock	Para las AMERBs se obtuvieron a partir de informes técnicos y para las ALA se calcularon a partir de las estructuras de tallas.
<i>CTP</i>	Cosechas para las AMERBs se obtuvieron a partir de informes técnicos
<i>Latitud (norte)</i>	Georreferencia de la celda
<i>Latitud (sur)</i>	Georreferencia de la celda
<i>Longitud (este)</i>	Georreferencia de la celda
<i>Longitud (oste)</i>	Georreferencia de la celda
<i>Largo de la línea de costa</i>	Recorrido de la línea de costa en metros.
Ancho apto	Ancho promedio apto en metros, estimado para determinar un índice de retención por celda.
<i>Largo lineal</i>	Distancias lineal entre límites latitudinales Norte-Sur. Expresado en metros.
<i>Abundancia / há</i>	Número de ejemplares en una hectárea de sustrato apto.
<i>K ind. Carga há</i>	Capacidad de carga estimada para una hectárea según modelo de producción.
<i>K (ind Total)</i>	Capacidad de carga (número de individuos) para la celda total.

## 5.1 Objetivo 1. Cuantificar la distribución y ocupamiento (en densidad) actual del hábitat apropiado para el desarrollo de las poblaciones de locos en el área de estudio, definiendo la escala espacial adecuada para este tipo de estudios

### 5.1.1 Caracterización de la cobertura espacial apta para las poblaciones de locos en la costa de la III y IV Región

#### 5.1.1.1 Desempeño de la pesquería del recurso loco durante el proceso pre y post implementación de AMERBs

El desembarque histórico del recurso loco entre los años 1990 -2003 para la III y IV Regiones (**Figura 7**), bajo los regímenes de extracción y proceso (1993 - 1999 -



etapa pre-AMERBs); y posterior a la implementación de las AMERBs (1999 a 2001), registra en los primeros dos años de apertura de la veda extractiva (1993-1994), una fuerte extracción del recurso loco en ambas Regiones, como producto de cuotas globales regionales, que fueron estimadas por medio de modelos indirectos. Para posteriormente, estabilizarse en volúmenes cercanos al 1.000.000 ejemplares en la IV Región y 300.000 para la III Región. Desde la etapa de plena implementación de las AMERBs (2000), las cuotas extractivas, las cuales han sido estimadas a partir de evaluaciones directas del stock en sectores discretos de la costa, alcanzaron en la IV Región niveles similares a los asignados en los últimos años bajo el régimen anterior, con una tendencia al alza durante el año 2003, por su parte la III Región, registra un proceso inverso, donde la extracción desde las AMERBs ha sido menor al régimen pre - AMERBs.

Es altamente probable que las mayores extracciones obtenidas durante los años 1993 - 1994 hayan condicionado la disminución de las cuotas para los siguientes años, producto de una sobre-estimación del stock para ambas Regiones. Sin embargo, dado que se utilizó un mismo criterio de estimación, las mayores cuotas extractivas durante el proceso pre- AMERBs para la IV Región habría respondido a mayores niveles de stock en comparación a la III Región, esta situación se vería reflejada en la menor producción actual de la III Región, bajo el régimen de AMERBs y, no siendo explicada necesariamente por un menor grado de implementación de las misma en esta Región.

A partir del análisis de los desembarques en el periodo pre-AMERBs, bajo un criterio espacial pesquero (**Figura 1**), se identificaron un total de 314 procedencias de pesca; 61 y 253 para III y IV Regiones, respectivamente. A pesar de este alto número de procedencias, las curvas de rarefacción en función de los valores acumulativos de producción por procedencia (**Figura 8**), muestran una alta concentración en un bajo número de ellas. Lo anterior, se refleja en que para la III



Región el 75% de la extracción se realizó de 18 procedencias, correspondiente al 30% del total, por su parte, la IV Región concentró el 75% de la extracción en el 21,3% del total de procedencias (**Tabla 1**), en este contexto, queda de manifiesto por un lado una distribución discreta de “bancos de locos” con alta productividad, y por otro lado, la presencia de este recurso en bajas abundancias a lo largo de la costa, que deriva del alto número de procedencias registradas.

Un aspecto interesante a considerar, es la actual ubicación espacial de las procedencias históricas de pesca del loco; las cuales bajo el actual régimen de AMERBs han quedado localizadas dentro de ellas (áreas de manejo - AM) y en sectores de libre acceso (áreas históricas – AH), identificando que el 45,9% y 35,6% de las procedencias históricas de la III y IV Región corresponderían a procedencias insertas dentro de las AMERBs para el loco, respectivamente (**Tabla 2**). En este sentido, resulta relevante el alto aporte relativo del desembarque de las procedencias asociados a AMERBs, las cuales incidieron en un 74 y 67% durante el periodo pre - AMERBs en las regiones III y IV, respectivamente (**Tabla 3**), a partir de lo cual se establece que en las AMERBs, se localizan los principales “bancos” del recurso loco en ambas Regiones y por tanto las áreas históricas debieron ser marginales en términos productivos.

El desembarque del recurso loco analizado en función de las macrozonas poblacionales (**Figura 4**), muestra una fuerte componente espacial de los niveles productivos históricos del recurso loco para el litoral de la III y IV Regiones, donde destacan los sectores comprendidos entre Chañaral de Aceituno y Hornos (macrozonas 6 y 7), y Huentelauquen-Pichidangui (macrozonas 10) observándose una alta correspondencia espacial en la incidencia relativa de las cosechas para el periodo post-AMERBs, con lo observado en el periodo pre-AMERBs, en especial para los sectores de la IV Región (**Figura 9**). La mayor participación del desembarque en los sectores de esta Región ha sido descrita por Stotz, (1996); el



cual sugiri3 que los procesos de surgencia presentes en punta de Choros y Los Vilos, beneficiaban la productividad de la poblaci3n de locos en estos sectores, cuyos sectores habrían sido los primeros en ser solicitados por los pescadores bajo el r3gimen AMERBs.

#### **5.1.1.2 Rendimientos extractivos y estructura de tallas de los desembarques y del periodo pre - AMERBs**

Durante el periodo pre-AMERBs (1993 – 1998) a nivel de las macrozonas poblacionales establecidas, se registr3 una alta variabilidad en los rendimientos extractivos fluctuando entre los 300 y 800 locos/ viaje-buzo (**Figura 10**). Si bien, tradicionalmente se ha interpretado el rendimiento extractivo, como un indicador de la abundancia del stock, en el caso de recursos bent3nicos este indicador es cuestionable debido a que est3 fuertemente condicionado al componente espacial de distribuci3n del recurso y a la asignaci3n de los niveles de esfuerzo ejercidos. Se debe recordar que durante el periodo pre-AMERBs no existían limitaciones para el desplazamiento del esfuerzo de pesca (orientaci3n espacial del esfuerzo por parte de los buzos), hacia sectores de mayor rendimiento dentro de la Regi3n. De esta forma, no es esperable encontrar una coherencias entre los niveles de rendimiento y desembarque en los sectores establecidos (**Figuras 9 y 10**), esta misma situaci3n es aplicable para la diferenciaci3n entre procedencias asociadas a los actuales sectores establecidos como 3reas de manejo (AM) y 3reas hist3ricas (AH), donde no se observan relaciones claras entre producci3n y rendimientos extractivos.

Las tallas del desembarques del recurso loco por macrozonas durante el periodo pre-AMERBs, mostr3 una tendencia a incrementar la incidencia de tallas mayores en un patr3n norte–sur, comprendiendo desde el sector Pan de Azúcar (macrozona 1) a Huasco a Los Bronces (macrozona 5). Destaca la similitud entre



las estructuras de tallas de las macrozonas 6 y 10 (Pta Choros y Los Vilos), los cuales corresponden a los sectores de mayor producci3n (**Figura 11**).

### 5.1.1.3 Caracterizaci3n de los h3bitat de distribuci3n del recurso loco

Los resultados obtenidos de la representaci3n gr3fica (**Anexo 1**), y del an3lisis de la informaci3n relacionada con la cuantificaci3n de la distribuci3n y ocupamiento del h3bitat utilizado por el recurso en la zona de estudio, se presentan en las **Tablas 4a y 4b**. La informaci3n se ha subdividido en las macrozonas 6 a 10 para la implementaci3n del modelo METAPESCA. La superficie apta (rocosa) estimada para el recurso loco, en ambas Regiones alcanza las 18.618 ha.

Por otro lado, se trabaj3 en la determinaci3n de la superficie apta **efectiva**, la cual se ha adoptado, luego del an3lisis de la informaci3n disponible en los estudios AMERB de comunidades realizados por IFOP en 13 3reas de la III y IV Regi3n (**Figura 12 y 13**), que muestra que el recurso se encuentra en las comunidades que poseen una oferta del item presa preferida por este molusco "Cirripedios" (Stotz *et al.*, 2003), registrando s3lo una presencia incidental en la comunidad de Fondos Blanquedos, (FB). De esta manera, para el sector seleccionado para el sistema de modelaci3n METAPESCA, la superficie apta efectiva corresponde al 74% (9.479 ha) de la superficie rocosa sobre los 20-25 metros de profundidad. Aunque este valor, es un valor reconocidamente grueso de la estimaci3n del h3bitat del recurso, representa una buena estimaci3n en consideraci3n a la metodolog3a y costos asociados para su generaci3n.

En el 3rea de definici3n de las macrozonas, la comunidad de mayor representaci3n (54%) corresponde a la de "Macroalgas", compuesta principalmente por *L. trabeculata*. Seguido de la comunidad de Organismos supens3voros con un 39% y de la comunidad de Organismos Suspens3voros con





cerca de un 7% de la superficie de distribución efectiva del recurso. La importancia de realizar estas estimaciones está dada por la relación existente entre cobertura de especies presa del recurso loco presentes en estas comunidades y la abundancia relativa que pueda ser “mantenida” por éstas, es decir la capacidad de carga del sistema.

#### **5.1.1.4 Cobertura de distribución del recurso loco en la III y IV Región**

La costa de las regiones III y IV presenta discontinuidades en el sustrato apto para el loco, asociada principalmente a la presencia de sectores de playas de arenas, lo cual genera una fragmentación en la distribución de las poblaciones del loco (**Figura 2 y 3**). Entre la III y IV Regiones, existe un total de 78 AMERBs para el loco; 29 en la III y 49 en la IV Región (**Tablas 4 a y b**), con dimensiones que fluctúan entre las 907,0 ha (punta de Choros) y 14,7 ha (Caldera A). Además, se debe señalar que estas AMERBs en términos generales presentan altos porcentajes de sustrato no apto (un 45% promedio para la III y IV Región), lo cual representa una fuerte limitante en las capacidades productivas de la costa.

De acuerdo al análisis de cobertura del recurso loco en función de la localización de las AMERB, áreas de libre acceso aptas para el loco (ALA) y áreas no aptas, del litoral de la III y IV Regiones (**Figura 4**), se estimó para las macrozonas 6 a 10 que el 85,6% de la costa líneal presentaría condiciones aptas para la distribución del recurso loco, comprendiendo un total de 316,7 km., de los cuales el 30,9% está ocupada por AMERBs del recurso loco (**Tabla 4 b**). En términos de superficie estas últimas representan el 36,0% del total de superficie apta para las macrozonas 6 a 10 (12.816 ha). Destaca la simetría en términos de superficie ocupada por AMERB y ALAS en los macrosectores 6 y 10, lo cual se asocia a que en estas zonas existen las mayores concentraciones del recurso loco, y por tanto las AMERB han tendido a utilizar gran parte del sustrato apto en estas



macrozonas. En el caso de las macrozonas 1 a 5, localizadas en la III Regi3n (**Tabla 4 a**), se estim3 una l3nea de costa apta de 230,8 km, de los cuales el 28,4% est3 utilizado por AMERB, las cuales cubren 1.200 ha ( 21%) de un total de 5.802 ha de sustrato apto.

### **5.1.2 Escala espacial para la establecer estructura metapoblacional del recurso loco**

Dado que el recurso loco conforma una metapoblaci3n con una estructura espacial que se caracteriza por un continuo heterog3neo de zonas mayor y menor productividad, la delimitaci3n de las subpoblaciones corresponde a las AMERBs y a las 3reas hist3ricas intercaladas. Esta delimitaci3n corresponde a l3mites pragm3ticos para poder modelar la din3mica del proceso de explotaci3n de acuerdo al actual r3gimen de manejo espacial del recurso loco. En este sentido, y de acuerdo al enfoque moderno de metapoblaciones 3stas no est3n sujetas a metodolog3as estad3sticas para determinar las subpoblaciones, ya que nos referimos a subpoblaciones y no a "parches"

De esta forma, producto del an3lisis exploratorio de la informaci3n hist3rica existente, la distribuci3n de las AMERBs para el loco, incluyendo los sectores de 3reas aptas para el recurso loco, bajo la figura de libre acceso, se gener3 una estructura espacial a fin de establecer la conectividad entre las distintas subpoblacionales, la cual se resume en el **Cuadro 4**.



#### Cuadro 4

Distribución de las celdas (sectores) para el recurso loco

Macrozonas	Celdas (sectores)	AMERBs para loco	Areas libre acceso aptas para el loco	Areas No Aptas	Areas de pesca histórica	A. Pesca en AMERBs	A. Pesca en libre acceso
1 a 5	77	29	31	17	50	21	29
6 a 10	109	49	42	18	264	97	167
Total	186	78	73	35	314	118	196

Las celdas al responder a los criterios establecidos de acuerdo al tipo de áreas (AMERB, ALA y No aptas) presentan una distribución no equidistante entre si, lo cual genera diferencias en sus dimensiones y distancias asociadas. De esta forma, quedaron establecidas 151 celdas para la distribución del recurso loco, dentro de las cuales se identificaron las áreas de pesca históricas (identificadas de las bases de datos Seguimiento de la Pesquerías del loco pre - AMERBs), cuya información asociada permitió establecer indicadores históricos de la condición del recurso por sector, para estos sectores.

Por otra parte, la escala establecida para modelar los procesos poblacionales y sus niveles de conectividad corresponde a las macrozonas, esta agregación permite tener una resolución mayor acorde al tipo de información disponible en especial a la asociada a los sistemas de corrientes (advección larvaria), y cotejar las salidas del modelo con la información disponible sobre el recurso y la pesquería.

De esta forma, la matriz de conectividad en términos de los procesos de modelación (**Figura 5**), se ha establecido para un rango entre Ch. de Aceituno (sur de la III Región) y Pichidangui (sur de la IV Región), con un total de 109 celdas, distribuidas en 5 macrozonas, las cuales se resumen en el **Cuadro 5**.



### Cuadro 5

Configuración de macrozonas para proceso de modelación METAPESCA

Macrozonas para modelación	Cobertura espacial	Nº de celdas	AMERBs Loco	Áreas de libre acceso	Áreas no aptas
Macrozona 6	Ch. de Aceituno - Los Choros	13	4	6	3
Macrozona 7	Chungungo norte – Peñuelas	24	11	8	5
Macrozona 8	Coquimbo – Guanaqueros	12	5	4	3
Macrozona 9	Tongoy – Puerto Manso	30	14	14	2
Macrozona 10	Huentelauquen _ Pichidangui	30	15	10	5
Total	Ch. de Aceituno – Pichidangui	109	49	42	18

**5.2 Objetivo 2. Estimar, en distintos parches poblacionales, las tasas de reclutamiento y sus relación con la estructura de edades presentes, densidad y procesos físicos costeros que facilitan los transportes larvarios, y además, estimar los crecimientos individuales (peso y longitud), la mortalidad natural y las remociones**

#### 5.2.1 Estimación de abundancia y estructura de talla poblacional.

- **Densidad y abundancia**

Las densidades del recurso loco, obtenidas a partir de las evaluaciones realizadas durante año 2003 para las AMERBs y 15 áreas históricas, registran densidades medias que fluctúan entre los 0,002 locos/m<sup>2</sup> para el AMERB de Chungungo B (IV Región) y 1,54 locos/m<sup>2</sup> para el AMERB Totoralillo Norte C, IV Región (**Figura 14**). En general, las AMERBs registran mayores densidades que las áreas de libre acceso, a excepción de AMERB en su estado de ESBA. Destacan las bajas densidades registradas en la zona norte de distribución del recurso loco entre la III y IV Región. Estas menores densidades responden a una baja productividad



hist3rica observada en los 3ltimos a3os en estos sectores costeros, con valores inferiores a los observados en 3reas de libre acceso localizadas en la IV Regi3n (**Figura 14**).

Las mayores densidades registradas est3n asociadas a sectores reconocidos como hist3ricamente de alta producci3n, donde destacan las macrozonas 10, 7 y 6 (**Tabla 4 b**), con una relativa homogeneidad de las densidades en los sectores adyacentes. En estos sectores se han reportado procesos continuos de surgencias que explicar3an la mayor capacidad productiva de los sistemas costeros locales (Stotz, 1997). Sin embargo, las 3reas de libre acceso en estas macrozonas presentan niveles de densidad similares a las observadas en las 3reas de libre acceso de las macrozonas donde las AMERB registran menores densidades.

La abundancia poblacional del recurso loco, estimada para cada AMERB, responde a la conjunci3n de la densidad y a la disponibilidad de sustrato apto, de forma que las mayores abundancias no se asocian necesariamente a mayores densidades, sino m3s bien a la superficie del 3rea apta (**Figura 15**).

Para las macrozonas 1 a 5, se estim3 una abundancia total de 3.181.109 ejemplares, de los cuales 57,3% se distribuyen en las AMERBs (**Tabla 4a**), fracci3n que aumenta en t3rminos de stock al 92,1%, lo cual se explica por la baja presencia de individuos mayores de 10 cm en los sectores de libre acceso.

Por su parte, las macrozonas 6 a 10 (**Tabla 4b**), entregan un valor de abundancia sobre los 28 millones de locos, donde el 75% est3n distribuidos en las AMERB, con un stock asociado de 7,7 millones. Los niveles de abundancia y stock asociados para cada macrozona, presentan altas fluctuaciones, observ3ndose las mayores concentraciones de abundancias en los sectores 10 y 9.



En general, la fracci3n del stock, presenta una relativa representaci3n de los niveles de abundancia, fracci3n que representar3a en t3rminos medios entre el 28,4 y 61,6% de la poblaci3n, esta condici3n implica que los mayores stock de las AMERB, se encuentran en los sectores 6 y 10, concordando con las mayores cosechas registradas en los macrosectores 6 a 10, representando el 67,1% del total cosechado.

Un aspecto importante a destacar, es la falta de correspondencia entre la densidad y abundancia asociadas a las AMERBs y ALAS, donde a partir de abundancias sobre los 600.000 individuos las densidades presentan un estrecho rango (0,60 y 0,80 ind/m<sup>2</sup>). Lo anterior, responde a la dimensiones de sustrato apto de cada macrozona (**Figura 16**), dado la estabilidad de las densidades en los macrozonas 6, 7 y 10 (**Figura 17**), lo anterior indica que el recurso loco presenta una marcada distribuci3n espacial, concentrada en subpoblaciones a lo largo de costa con abundancias que var3an de tama1o, condici3n que se asociar3a a la existencia de sustratos efectivos para la distribuci3n del loco, en funci3n de la abundancia de los 3tem presas del recurso.

Por tanto, el an3lisis anterior, refleja que el par3metro densidad por si solo, no resulta ser un buen indicador de la abundancia del recurso en t3rminos espaciales, siendo necesarios dimensionar la superficie efectiva de distribuci3n del recurso.

- **Estructura de tallas y edades poblacionales**

Las estructuras de tallas del recurso loco asociadas a las macrozonas diferenciando entre AMERBs y 3reas de libre acceso (**Figura 18**) registran altas variaciones a nivel general, observ3ndose patrones espaciales asociados a la distribuci3n latitudinal, donde destacan las macrozonas 1 a 3, en las cuales se presenta una baja abundancia de individuos bajo los 10 cent3metros. Por su parte,



se observa una homogenizaci3n de las tallas del recurso loco, en las macrozonas 4 y 5 y entre las macrozonas 7 a 10, en el caso de la macrozona 6 se observa un patr3n particular, que correspondera a una zona de transici3n. Este patr3n descrito se observa con mayor claridad en la estructura de edades poblacionales para las 10 macrozonas (**Figura 19**), lo cual podrfa indicar una coherencia espacial del reclutamiento, reconociendo una escala mayor de conectividad metapoblacional, donde se reconocen tendencias entre las macrozonas; 1 a 3; 4 y 5; 6; y 7 a 10.

Lo anterior, es coherente con lo observado en la estructura de tallas de las cosechas en estos sectores tanto en el proceso pre-AMERB (**Figura 11**), como en el post-AMERB (**Figura 20**) donde se puede observar una relaci3n directa entre las estructura poblacionales y las tallas de cosecha en cada uno de estos sectores.

Por su parte, las tallas asociadas a las 1reas de libre acceso, conjuntamente con registrar bajas densidades en comparaci3n a las AMERB, su estructura est1 compuesta por individuos en su mayorfa bajo la talla comercial, no observ1ndose un patr3n de correspondencia entre las estructuras de las AMERB y ALA (**Figura 18**).

Bajo una visi3n general, la distribuci3n de las estructuras de tallas poblaciones en t1rminos latitudinales, mantienen un patr3n consistente con el modelo b1sico de conectividad sur-norte para las macrozonas 6 a 10 establecido como hip3tesis de trabajo.

#### **5.2.1.1 Estimaciones indirectas de densidad del recurso loco**

En la **Tabla 5**, se muestran los valores de densidad (locos/m<sup>2</sup>) y rendimiento observados y estimados (Cpue = locos/hr) para 17 AMERB y 5 1reas de libre



acceso (ALA). Considerando la CPUE observada como una variable dependiente de los niveles de densidad (**Figura 21**), se presentan una regresión con un ajuste de  $r = 0,57$  con la densidad. Si bien, se reconoce una serie de limitaciones a la Cpue como indicador de abundancia (Gilles *et al.*, 1992), resulta interesante su evaluación en términos espacialmente acotados, a fin de obtener un parámetro relacionado con la abundancia, en especial para sectores de difícil evaluación directa. A partir de esta relación, se aplicó un modelo de estimación no lineal, el cual permite el ajuste de la densidad a bajos niveles de CPUE, procedimiento que resulta práctico para realizar aproximaciones a estimaciones indirectas de densidad en sectores con dificultades operativas. Los valores de densidad estimada para sectores históricos fueron incorporados a la base de datos, indicando su tipo de estimación.

### 5.2.2 Estimación de capacidad de carga del recurso loco

Como resultado de la aplicación del modelo de producción para las AMERB, se estimó la capacidad de carga de cada uno de los sectores comprendidos entre las macrozonas 6 a 10. En la **Tabla 6**, se entregan los datos de entrada abundancia y cosechas estandarizados a una ha de superficie y los resultados del modelo, estimando de acuerdo a las observaciones 1993–2003 (**Figura 22**), una capacidad de carga (K) de 10.699 ind./ha y una tasa de crecimiento poblacional del 0,55, la tasa de explotación si bien es equivalente al 23,1% del stock, está en términos de la abundancia corresponde sólo al 11,1%, con lo cual se corrige K y C (cosechas) en función de la abundancia.

Para las macrozonas 6 a 10, se estimó un capacidad de carga cercana a los 57 millones de individuos, los cuales se distribuirán proporcionalmente entre las AMERB y ALA (**Tabla 4 b**). Los sectores de 9 y 10 representarían el 66,7% del total estimado. Destaca las áreas de libre acceso de los sectores 8 y 9, los cuales





tendrían un mayor potencial productivo que los sectores insertos actualmente en las AMERB. Se debe indicar que la capacidad de carga específica es dependiente de los niveles históricos de productividad, lo cual se refleja en las densidades en capacidad de carga de los distintos sectores. Otro factor que condiciona los actuales niveles de abundancia, es el grado de desarrollo de las AMERB, de forma que las AMERB de las macrozonas 6, 7 y 10, se encontrarían más cercanas a su capacidad de carga ( $\text{Abundancia actual}/K$ ), en comparaci3n a las macrozonas 8 y 9 (**Figura 23**). Por su parte las áreas de libre acceso en general presentan bajos niveles en su índice de saturaci3n poblacional.

### 5.2.3 Estado de explotaci3n del recurso loco

La estimaci3n de los niveles de mortalidad total ( $Z$ ), por pesca ( $F$ ) y tasas de explotaci3n ( $\mu$ ), a partir del análisis de las estructuras de tallas poblacionales, convertidas a edades con una funci3n media de crecimiento, fue realizada para las poblaciones del recurso loco de las AMERBs, dado que los tamaños muestrales de las áreas de libre acceso fueron de baja representaci3n.

En general, se observa una alta variabilidad en los niveles de explotaci3n (indicador que refleja los valores de mortalidad total), con valores que fluctúan entre 0,2 y 0,5, con mayores tasas de explotaci3n asociados a los sectores comprendidos entre las AMERB de Chungungo y Hornos (**Figura 24**). Dado que el estimado de mortalidad total resulta de la colas mayores de la estructuras poblacionales, éstas no necesariamente serían representativas debido al proceso selectivo a la talla de en los eventos de cosechas de las AMERB, y por otra se presentarían reclutamiento anuales de menor fuerza, que condicionan las curvas de captura. En consideraci3n a lo anterior, en la **Tabla 4b**, se entrega una estimaci3n de la tasa de explotaci3n en funci3n a los registros de cosechas (AMERB) y estimaciones de capturas ilegales (ALAs), en funci3n de las abundancias del stock en éstas. Para las AMERB se



registran tasas de explotación entre 21,0 y 26% (tasa tradicionalmente aceptada por Subpesca para las AMERB), y entre 27,7 y 56,0% para el caso de las áreas de libre acceso, es interesante notar que las tasas de explotación en sectores ALA se presentan en las macrozonas de mayor concentración de pescadores artesanales (Macrozonas 6, 7 10).

## **5.2.4 Desarrollo enfoque heurístico**

### **5.2.4.1 Levantamiento de conocimiento ecológico local**

La información recolectada a través de la entrevista y el método *Map Biography* aplicado, permitió cumplir con los objetivos propuestos en el diseño de esta herramienta de levantamiento de información. Más adelante se entrega un breve reporte asociado a cada objetivo, ya que los productos de éstos son analizados en extenso en otros capítulos del informe.

#### **Objetivos**

- a) Contar con un panorama, en términos espaciales, de la costa de las regiones III y IV que de cuenta del tipo de sustrato y comunidades asociadas, relacionada al recurso loco.

Este objetivo se logró satisfactoriamente, contando con una descripción de la costa de las regiones III y IV, en términos de sustratos, ancho de la plataforma, profundidades y comunidades asociadas, la que fue digitalizada obteniendo mapas de la zona de estudio con toda la información entregada por los pescadores entrevistados. Además, se obtuvo información de la biología reproductiva del loco, identificación de zonas de reproducción, reclutamiento y abundancia de loco adulto.



- b) Contar con información oceanográfica y climática de la franja costera de las regiones III y IV que de cuenta de las principales corrientes y vientos, en términos espacio temporales.

Los pescadores artesanales conocen las corrientes y vientos predominantes en sus áreas de trabajo, diferenciando patrones a escala temporal dentro del año. Además, disponen de una amplia experiencia anecdótica asociada a pérdida de materiales, varazón de los mismos y tiempos asociados, pudiendo estimar los patrones de corrientes en los diversos sectores. Si bien es cierto, esta es una escala amplia, los resultados obtenidos fueron consistentes con investigaciones realizadas por profesionales del área oceanográfica que conforman el equipo de trabajo. Esta información permitió incorporar la influencia de las corrientes y los vientos en el modelo de las metapoblaciones de loco a través del modelo METAPESCA.

- c) Contar con antecedentes que contribuyan a dimensionar la captura ilegal de loco en las regiones III y IV.

La información recopilada durante el estudio permitió estimar la extracción ilegal de loco en las regiones III y IV, la que al ser contrastada con información indirecta de ingresos y gastos de los pescadores artesanales, así como también con una estimación a partir de las exportaciones obteniendo resultados consistentes.

#### **5.2.4.2 Estimación de extracción ilegal de loco**

La captura ilegal de loco estimada a partir de la información recolectada directamente desde los propios usuarios, consultando explícitamente por la extracción ilegal de este molusco, da como resultado una estimación de alrededor de 1,2 millones y 2,8 millones de unidades de loco, para las regiones III y IV, respectivamente (**Tablas 7 y 8**).



Para la III Región, se estimó una fuerza de pesca de 139 buzos que operan en la extracción ilegal de loco, con un promedio de 11 días al mes, durante 6,7 meses al año. La cpue promedio estimada es de 27 locos/hora.

Para la IV Región, se estima una fuerza de pesca de 323 buzos que operan en la extracción ilegal de loco, con un promedio de 12 días al mes, durante 6,7 meses al año. La cpue promedio estimada es de 28 locos/hora.

Al cruzar la captura ilegal estimada a partir de la información directa entregada por los entrevistados para las regiones III y IV, con la estimación indirecta a partir de los ingresos y gastos reportados por los mismos entrevistados, se obtiene que la diferencia entre el ingreso promedio y los gastos declarados, da como resultado que se requieren 1.031 y 1.374 unidades de locos mensuales para cubrir el déficit estimado (**Tabla 9**).

La estimación de capturas ilegales a partir de las exportaciones dan resultados que dan cuenta de la existencia de una fracción que no se explica por el desembarque registrado por Sernapesca (**Tabla 10**). Los registros de exportaciones no permiten determinar el origen de la materia prima, por lo tanto la estimación de la proporción aportada por las III y IV Regiones, se estimó bajo el supuesto que la participación promedio histórica de los desembarques es proporcional al aporte en la exportación. Sin embargo, se debe considerar que prácticamente la totalidad del loco legal extraído en las regiones III y IV es destinado a exportación; y el loco ilegal, tiene como destino el mercado local y una parte de esta extracción es transportada clandestinamente hacia Perú, donde es procesada y exportada por ese país. Reportes de prensa, dan cuenta de un persistente tráfico hacia Perú. De hecho en el mes de mayo se decomisó un total de 3.500 kg de locos procedente de Chile hacia Perú, en los controles de Tacna, lo que generó una investigación que está aún en curso, donde se contrastará el



volumen exportado por Perú que asciende a 250 t de loco, con la biomasa disponible en ese país<sup>4</sup>. Información oficial disponible de desembarque de loco en Perú para el año 2001, dan cuenta de un bajo desembarque que asciende a 16,8 toneladas<sup>5</sup>.

Las estimaciones de extracción ilegal en Regiones, a partir de las exportaciones son imposibles con los datos disponibles. No obstante, las estimaciones globales permiten visualizar que existe una fracción importante de las exportaciones que no se explica a través de los registros oficiales de desembarques. En el **Tabla 11** se muestra la cuota y el desembarque de loco en número a nivel nacional y la diferencia estimada a partir de las exportaciones, para el período 1993 a 1999. De acuerdo a estos datos, el desembarque sólo da cuenta de un promedio de 46,2% del total de locos exportados (estimación en número). Esta cifra que puede parecer excesiva, resulta más verosímil si se analizan los decomisos registrados en el período 1993 – 1998 (**Tabla 11**), donde se aprecia que los decomisos representan entre el 1 al 27% de la diferencia no explicada por el desembarque. El promedio que representa el decomiso para este período es de un 7%, con más de 7 millones de unidades decomisadas. Esta cifra es consistente con los reportes de la Subsecretaría de Pesca (2000) en relación a cuánto representa el decomiso del total de la extracción ilegal, el cual estiman está entre 5 a 10%.

Se debe indicar, que acuerdo a las entrevistas a los pescadores locales, la realización de remociones del recurso loco desde áreas históricas para ser incorporados en las AMERB, sería una práctica que se utilizó en algunos casos al inicio del proceso de implementación de las primeras AMERBs a nivel de la IV Región. Situación que actualmente no se presentaría, ya que la pesca ilegal la desarrollaría una fracción menor de los pescadores destinadas a su provecho inmediato.

---

<sup>4</sup> Nota de prensa de Diario El Mercurio de fecha 13 de junio de 2004, reporta tráfico de loco chileno a Tacna.

<sup>5</sup> Fuente: IMARPE (<http://www.imarpe.gob.pe>).



## 5.2.5 Estudios poblacionales del recurso loco

### 5.2.5.1 Monitoreo de agrupaciones reproductivas y posturas

Los muestreos de agrupaciones reproductivas comenzaron a partir de marzo y se continuaron hasta el mes de octubre del a3o 2003. Las posturas comenzaron a ser observadas en marzo y las primeras c3psulas eclosionadas en abril. En el mes de agosto en la mayor3a de los lugares muestreados ya no se observaban posturas de locos (**Tabla 12**).

### 5.2.5.2 Estudios de dispersi3n larvaria

A la fecha de este Informe a3n no est3n completamente procesadas las muestras de larvas. El procesamiento considera identificar y separar las larvas de loco del resto de larvas que se capturaron, lo cual es un trabajo laborioso. En esta actividad hay 3 personas trabajando en ello desde enero a la fecha y han logrado la primera separaci3n gruesa. En las pr3ximas semanas se terminar3 de revisar y luego avanzar hacia el an3lisis de datos final.

El detalle de las fechas de muestreo de plancton, distancias de la costa y n3mero de muestras temporales est3 resumido en la **Tabla 13**. El detalle de las fechas de muestreo, distancias y profundidades muestreadas se muestra en la **Tabla 14**. Por su parte, el detalle del muestreo de larvas de 24 horas se resume en la **Tabla 15**, y el detalle de los muestreos de colectas de larvas en 5 sectores de la III y IV Regiones est3 resumido en la **Tabla 16**. Por 3ltimo, en la **Tabla 17** se detallan los sectores y fechas de b3squeda de larvas en el bentos. Esta informaci3n est3 siendo procesada a fin de detectar patrones de dispersi3n larval entre sectores.



### 5.2.5.3 Crecimiento del recurso loco

En las 8 campañas se marcaron un total de 818 individuos de loco (**Tabla 18**). Los locos que se encontraban sin marca fluctuaron entre 61 a 144 por muestreo, mientras que los marcados recapturados fluctuaron entre 9 y 71 por muestreo. En total se lograron recapturar **281** individuos marcados, lo cual representa un 38,3% del total de individuos marcados (**Tabla 18**). Muchos de los individuos marcados que se recapturaron, si bien aún tenían la marca, el número ya no era legible. Por esta razón, para el análisis se pudieron utilizar en total sólo **119** individuos, con tallas entre 58 y 133 mm de longitud peristomal.

El análisis de la estructura de talla muestra al inicio del muestreo sólo una moda, de individuos de talla grande (**Figura 25**). De acuerdo a la estimación de crecimiento, esa moda está integrada por diversas clases de edad, las cuales se superponen a tallas cercanas al L infinito. A partir de julio-agosto comienza a aparecer una segunda moda de individuos de tallas menores. Esto representa a individuos reclutados en el año 2002 al bentos, que hasta ese momento vivían ocultos en grietas. Cabe señalar que entre la cohorte del año 2002 y la moda en que se acumulan las diversas edades cercano al L infinito, falta una cohorte. Ello indica que en el año 2001 no hubo reclutamiento. El ajuste de parámetros de crecimiento que resultó utilizando ELEFAN I, muestra un crecimiento rápido para el loco en el lugar.

Las estimaciones de parámetros de crecimiento utilizando los datos de individuos marcados y recapturados presentan algunas diferencias entre si (**Figuras 26 a 29**). Sin embargo todas apuntan hacia un crecimiento rápido del loco en este sector costero. De acuerdo a estas estimaciones, en este sector el loco demoraría alrededor de dos años para lograr la talla mínima de captura de 100 milímetros.



#### 5.2.5.4 Reclutamiento

- **Reclutamiento intermareal**

El n3mero de juveniles de loco registrado en el intermareal de los diversos sitios present3 variaciones a lo largo de la costa (**Tabla 19**). En el sector sur de la IV Regi3n, entre Los Vilos y Playa La Cebada no se encontraron reclutas en el intermareal (**Figura 30**). Los reclutas aparecieron en el sistema de bah3as que siguen a Punta de Lengua de Vaca hacia el Norte, con abundancias variables. La mayor densidad se observ3 en Playa Chungungo (**Tabla 19, Figura 30**). No obstante lo anterior, el sector en el cual se registr3 reclutamiento se extendi3 hacia el norte hasta el sector de Carrizal Bajo. Luego, hacia el norte, los reclutas vuelven a desaparecer, para luego volver a aparecer en el Sector de Pan de Az3car (**Figura 30**).

Las densidades fluct3an entre 17,5 y 61,8 Ind.\*m<sup>-2</sup>, mostrando un patr3n de aumento desde Playa Blanca hacia el Norte, con un m3ximo en Playa Chungungo, para luego decrecer paulatinamente al continuar desde ah3 hacia el norte.

- **Reclutamiento submareal**

En el submareal se encontraron locos en todos los sitios, con excepci3n de Bah3a Salado, en que no se encontraron ejemplares (**Tabla 20**). Sin embargo, el n3meros de ejemplares encontrados, en general fueron reducidos, sobre todo en las tallas menores. Considerando las tallas que se estiman que representan de mejor manera a la poblaci3n natural (30-79 mm LP: los de menor talla son dif3ciles de muestrear, los de mayor talla ya se encuentran sometidos a captura), se observa la existencia de juveniles s3lo en la IV Regi3n y, en la III Regi3n, s3lo





hasta Carrizal Bajo. Es así como todo el norte de la III Región (entre Bahía Salado y Pan de Azúcar) no se observan juveniles que representarían a los reclutas del año anterior, así mismo se observan muy pocos reclutas de dos años (**Tabla 20**).

Expresado como Índice de Reclutamiento (para el período de septiembre 2002 – enero 2003), se observa que los individuos reclutados en la temporada del año anterior presentan un patrón muy similar al del reclutamiento del intermareal, esto, en lo que respecta a buenos reclutamientos en el sector comprendido entre Playa Blanca y Carrizal Bajo (**Figura 30**). Hacia el sur de esta zona se observa que hubieron reclutamientos en los años anteriores, no así hacia el norte. Es decir, el sector medio de la III Región, de acuerdo a lo anterior no ha tenido reclutamientos en los últimos años. Por otra parte el extremo norte (Pan de Azúcar) presenta un primer reclutamiento en el presente año (**Figura 30**).

## **5.2.6 Estudios oceanográficos asociados a la dispersión del recurso en la zona de estudio**

En el **Anexo 4** se presenta el análisis de los procesos oceanográficos asociados a dispersión larval y se describen las actividades orientadas a conocer las características de circulación en el área de Totalillo, además las corrientes frente a las bahías de la IV Región.

### **5.2.6.1. Antecedentes de estudios previos**

Para tener una visión de los procesos de circulación de escala menor que se desarrollan cercanos a la costa, se realizó un levantamiento de información tomando como base los antecedentes generados por el IFOP en el marco del proyecto FIP 97-45 de “Reservas Marinas para la III y IV Región”; este estudio orientó particularmente el análisis de circulación a zonas con características



geogr3ficamente particulares, como es el caso de algunas islas que se encuentran en las regiones de estudio.

En este contexto, se establece que el sector de Cerro Castillo (III Regi3n) se caracteriza por presentar en los meses de verano dos tipos de corrientes una ubicada a 5 m de profundidad en direcci3n noreste de 0,08 m/s; y otra, superficial en sentido opuesto en direcci3n S-E tambi3n de 0,08 m/s.

Por otra parte, en el sector norte de la Isla Chañaral (III Regi3n), se observa una corriente a 5 m de profundidad de 0,05 a 0,07 m/s en direcci3n N-E, durante verano e invierno, sin embargo, en superficie se detect3 una corriente de orientaci3n S-E, la cual probablemente es el producto de los vientos predominantes en la zona. Para el sector este de la Isla Chañaral durante verano e invierno se registraron corrientes en direcci3n S-E con valores medios en superficie de entre 0,06 a 0,1 m/s, por su parte, en invierno a 5 m de profundidad de observ3 una disminuci3n de las corrientes (0,055 a 0,06 m/s).

Otro sector estudiado correspondi3 a la Isla Choros (III Regi3n), los resultados obtenidos en el sector norte de la Isla señalan la existencia de una corriente en superficie de una velocidad media de 0,09 m/s con rumbo N-E, y a una profundidad de 5 m, se registr3 una corriente de 0,03 m/s en direcci3n S-36°-W . Para el sector este de la Isla, durante verano, se observaron corrientes en superficie y a 5 m de profundidad, con velocidades de 0,05 m/s, presentando una orientaci3n S-E. Mientras que en invierno la direcci3n de la corriente fue opuesta, con orientaci3n noreste y velocidades que variaron entre 0,06 y 0,12 m/s, la diferencia en el sentido de las corrientes se deberi3 principalmente al r3gimen de mareas.



### **5.2.6.2 Estudios en el marco del proyecto**

Paralelo a la recopilaci3n de antecedentes, se realizaron distintas aproximaciones, con el prop3sito de obtener una visi3n de los patrones de circulaci3n que se est3n desarrollando en el 3rea de estudio<sup>6</sup>.

#### **a) An3lisis de Im3genes de Temperatura Superficial**

Los resultados obtenidos hasta la fecha se resumen en una serie de im3genes que describen los patrones de circulaci3n, para i) el sector de costa comprendido entre Los Vilos y Punta Lengua de Vaca, y ii) el sector comprendido entre Punta Lengua de Vaca y Punta Choros.

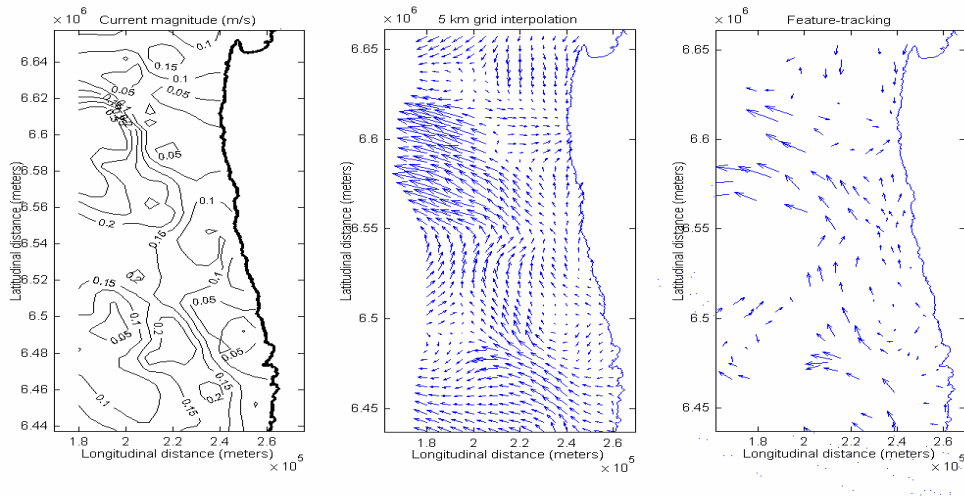
En los Esquemas 2 y 3 se presenta los patrones de circulaci3n observados en dos per3odos, uno en el mes de abril (otoño) y otro en el mes de noviembre (primavera) del año 2002, para el sector comprendido entre Los Vilos y Lengua de Vaca.

En el mes abril se observa que las mayores corrientes en magnitud, (0,2 m/s) se ubican a unos 40 km de la costa y principalmente frente al sector de Los Vilos y entre Pto. Oscuro y Río Limarí. Por otra parte, en el mes de noviembre, se observa en t3rminos generales, que las magnitudes de las corrientes que se ubican cercanas a la costa (20 km), han aumentado, lo que podr3a influir positivamente en la dispersi3n de larvas de loco, ya que, es tambi3n en la temporada de primavera, cuando se encuentran las mayores concentraciones de larvas de loco en las costas de la IV Regi3n. De esta forma, esta situaci3n es muy evidente, frente a Los Vilos, donde se genera una corriente circular de magnitud

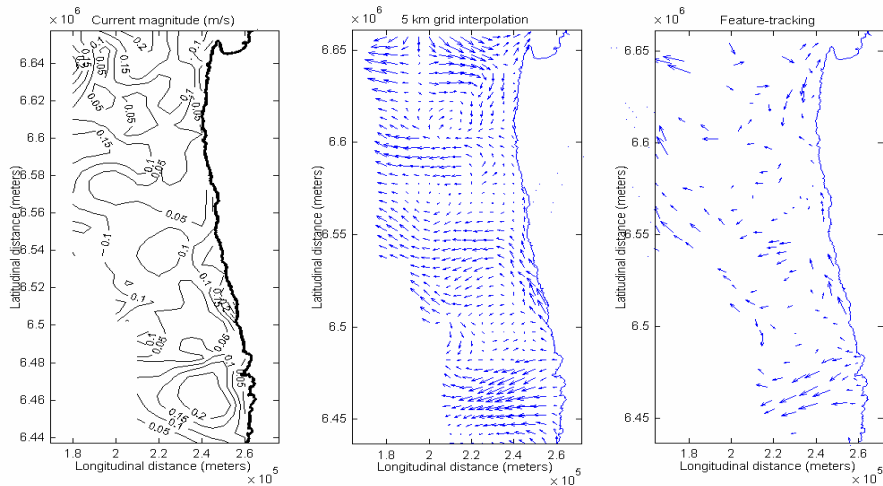
---

<sup>6</sup> Manuscrito proyecto de tesis doctoral de G. Olivares dirigido por M. Wolff, 2003. Universidad de Bremen, Alemania.

0,2 m/s; al norte de Maitencillo, donde se observa una corriente (0,1-0,2 m/s) paralela a la costa hacia el norte; y, al sur de Lengua de Vaca, donde se manifiesta una corriente m1s d6bil (0,05-0,1 m/s) hacia el sur paralela a la costa.



**Esquema 2.** Circulaci3n registrada en abril de 2002, para el sector comprendido entre Los Vilos y Punta Lengua de Vaca, IV Regi3n



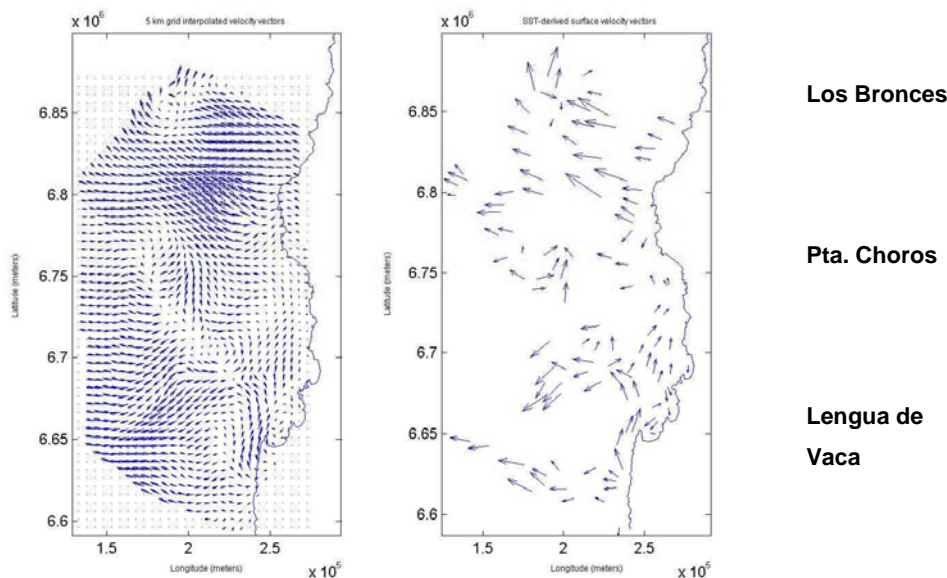
**Esquema 3.** Circulaci3n registrada en noviembre de 2002, para el sector comprendido entre Los Vilos y Punta Lengua de Vaca, IV Regi3n



En el **Esquema 4** se presenta la circulación en el sector comprendido entre Tongoy y el norte de Punta de Choros. En este esquema se observa, en términos generales, que los vectores de velocidad que señalan el desplazamiento de la capa superficial del mar, presentan una orientación N-E. Sin embargo, en Punta Lengua de Vaca se aprecia claramente una corriente que se divide en dos ramas, una que se mantiene paralela a unos 25 a 30 km de la línea de la costa, pasando por los sectores de la bahía de Coquimbo hasta al sur de Punta de Choros, y otra rama con orientación hacia el oeste que forma un giro en sentido contra reloj a unos 50 km de la costa.

Por otro lado, en Punta de Choros se aprecia un desplazamiento de corriente en dirección S-O, lo que estaría explicado por la influencia del viento hacia el norte y las características geográficas que presenta la costa en ese sector.

Entre Los Bronces (III Región) y el sector ubicado al sur de Pto. Viejo (III Región) se observa una tendencia muy marcada de los vectores hacia el oeste, lo que indica una circulación orientada hacia el océano abierto.



**Esquema 4.** Circulaci3n registrada en el 1rea comprendida entre Lengua de Vaca y Punta de Choros, IV Regi3n.

**b) Estudios de campo de procesos oceanogr1ficos**

La mayor informaci3n del 1rea de estudio que se tiene son sobre las condiciones oceanogr1ficas de la zona. En 1986 se inicia un plan de trabajo para conocer las condiciones biooceanogr1ficas de la zona costera de Coquimbo (Olivares & Moraga, 1988) frente a las bahías y frente a Punta Lengua de Vaca, 1rea de surgencia. Un resumen de las investigaciones realizadas en ańos anteriores es presentado por Acuña *et al.* (1989), en la cual seńalan la existencia de un proceso de surgencia permanente que afecta a la zona, present1ndose dos centros de surgencia, uno en los 29°S y el otro en los 31°S. El centro de surgencia se ubica al norte de los Vilos, frente al Parque Nacional Fray Jorge, llegando su influencia hasta Punta Teatinos por el norte y las aguas surgentes de Punta Lengua de Vaca llegan a la bahía de Coquimbo, por lo tanto, existiría un flujo del sur en condiciones de surgencia.



Moraga (1989), Moraga y Olivares (1993), describen las condiciones oceanogr3ficas, en la que sealanan que la topograf3a ser3a una de las principales condicionantes de las variaciones temporales y espaciales del 3rea de estudio, que conforman entre s3 una gran bah3a, la cual estar3a limitada por la is3bata de 1.000 metros. Tamb3en se detecta la presencia de un chorro costero subsuperficial en direcci3n sur frente a Punta Lengua de Vaca en per3odo de surgencia (Moraga *et al.*, 2001).

Moraga *et al.* (1994) sealanan que la circulaci3n de las aguas en el 3rea oce3nica alejada de la costa (50 km) entre la superficie y los 500 m de profundidad presenta flujos al norte, como parte del giro anticicl3nico del Pac3fico sur, y corrientes hacia el sur. Moraga *et al.* (2001) en un estudio realizado frente a Punta Lengua de Vaca y a las bah3as Tongoy y Guanaquero, a trav3s de estimaciones geostr3ficas, sealanan que existir3an corrientes del orden de  $10 \text{ cms}^{-1}$  hacia el norte en los primeros 100 m y hacia el sur, bajo esta profundidad.

Valenzuela (1998), en un estudio de corrientes realizado frente a punta Lengua de Vaca ( $30^{\circ}\text{S}$ ), sealana que a la profundidad de 170 y 400 m, existir3a un flujo predominantemente hacia el sur, y hacia el norte a 700 m de profundidad.

En esta zona se dan algunos procesos f3sicos que ocurren a escala temporal muy corta, desde segundos hasta semanas y a otros a mayores escalas como las estacionales e interanuales. El viento representa un papel importante en el movimiento de las aguas marinas superficiales.

La presencia del Anticicl3n del Pac3fico Sur Oriental, cuyo centro se localiza entre los  $25^{\circ}$ - $30^{\circ}$  Lat. Sur y los  $90^{\circ}$ - $105^{\circ}$  Long. Oeste, condiciona la presencia de vientos en esta parte del Pac3fico. Estos vientos presentan intensificaciones predominantes del sur la mayor parte del a3o, tanto a escalas locales (Alfsen,



1976; Ruttlant, 1993 y Moraga *et al.*, 1994) como a mesoescalas (Bakun y Nelson, 1991; Pizarro, 1994). Sobre la base de mediciones realizadas en la zona de Cruz Grande y punta Lengua de Vaca, Vergara (1992), señaala que los ciclos de vientos favorables a la surgencia, varían entre uno y doce días, evidenciando además intensos ciclos diarios. Moraga *et al.* (2001) indican que la serie de vientos de punta Lengua de Vaca ajusta a 7 días el ciclo de surgencia, ciclo de tiempo considerado como sinóptico en meteorología.

Los vientos registrados durante el tiempo de estudio muestran una tendencia similar a la encontrada en estudios a mesoescala (Bakun y Nelson, 1991; Pizarro *et al.*, 1994). Estos autores describen vientos suroeste en la costa norte de Chile que dominan durante todo el año, con la presencia de vientos provenientes del noreste en forma ocasional. Valenzuela señaala para esta zona que existen fluctuaciones estacionales, las cuales se caracterizan por una dominancia de vientos S y SW en primavera y verano, y de un aumento en la frecuencia de ocurrencia de vientos N y NE en otoño e invierno (sin que dejen de estar presentes los vientos del SW). La evidente dominancia de los vientos S en el área, tanto a escalas locales como a mesoescalas (Moraga *et al.*, 1994) se debe a la influencia del Anticicl3n del Pacífico Subtropical del Pacífico Sur Oriental. A lo largo de las costas de Chile, desde los 38° S, la direcci3n del viento predominante es favorable a la surgencia.

Se ha reconocido que el esfuerzo del viento sobre la superficie del mar, es la principal fuerza causante de la circulaci3n de aguas someras en el océano costero. Además, esta acci3n afecta sólo directamente a través de la fricci3n una capa superficial usualmente mucho más delgada que el total de la columna de agua; para el resto de la columna de agua los efectos del viento son comunicados a través de viscosidad o fricci3n interna y fuerzas de presi3n (Pond y Pickard, 1983; Valenzuela, 1998).





De lo anterior se puede decir, que el viento estaría afectando la direcci3n de las corrientes en la capa superficial (0-20 m), esto se pudo observar durante la primera etapa del estudio, en Totalillo (derivadores) los d3as 4 - 5 de agosto y 1 de septiembre, donde se vio que cuando el viento proviene del S los flujos tienen una direcci3n hacia el norte, y cuando el viento es del norte los flujos se dirigen hacia el sur. Para el registro efectuado el 19 de noviembre no se obtuvieron datos de viento, sin embargo, por la direcci3n que tuvieron los derivadores, se podr3a decir que siguen el mismo patr3n encontrado en los anteriores muestreos suponiendo que el viento existente en ese momento fue proveniente del sur, lo que explicaría las trayectorias observadas. El muestreo realizado el 18 de diciembre se observ3 que los flujos en las capas superficiales (0-10 m) responden al viento norte, es decir, los flujos se dirigen hacia la izquierda, direcci3n este. A los 20 m sigue el patr3n observado en los otros muestreos, es decir, direcci3n norte. Esta situaci3n coincide con lo observado con el ADCP donde existe un flujo hacia el norte a partir de los 1.000 m, aproximadamente, de la l3nea de costa (**Figuras 31 y 32**).

Para el registro con ADCP del d3a 27 de septiembre se observ3 algo similar, el viento predominante para ese d3a fue del SO, encontrándose flujos con direcci3n hacia el norte, en toda las profundidades estudiadas en el corte realizado en Pta. Guanaquero, y en las partes m3s alejadas de la l3nea de costa en los dem3s trayectos (Totalillo y punta Lobos). Debido a la direcci3n del flujo se puede decir que entrar3a agua proveniente del sur a la bah3a de Guanaquero. Esto ha sido planteado por Vergara (1992) en un modelo de surgencia bajo la acci3n de los vientos sur y por Moraga *et al.* (1999, 2001), los cuales mencionan que la entrada de agua a la bah3a de Guanaquero responde a este esquema, es decir, entrar3a aguas con un m3nimo salino desde el sur-oeste a nivel superficial y a los 60 m, aguas de caracter3sticas ecuatoriales subsuperficiales del noroeste.



Sin embargo, se observó un flujo, independiente de la dirección del viento, hacia el sur en todos los niveles estudiados en el corte realizado en Totoralillo en la parte más cercana a la costa (1.000 metros aproximadamente), esto posiblemente se deba a una circulación diferente a la que se encuentra más afuera, por vorticidad relativa, producto de fricción con el borde y fondo.

El registro realizado el día 29 de septiembre también mostró una clara influencia del viento, el cual tuvo dirección hacia el sur, lo que provocó flujos hacia el sur. Lo anterior se pudo observar claramente en los perfiles de corrientes realizados frente a islote Pájaros y en punta Tortuga, en los cuales el flujo tuvo una dirección predominante hacia el sur en todos los niveles estudiados. Sin embargo, el perfil realizado en punta Teatino, cerca de la bahía Coquimbo, muestra un comportamiento distinto, donde se pudo observar que cerca de la línea de costa el flujo tiene una dirección sur a nivel superficial entre los 0-11 m y un flujo en dirección opuesta a los 21 m de profundidad, lo que significa que el viento norte genera una capa superficial de entrada y un flujo compensador de salida simultáneo a niveles más profundos. En la parte más alejada de la costa se produce una situación contraria, es decir, existe un flujo hacia el norte a nivel superficial y un flujo hacia el sur a los 21 metros. Una posible explicación a la variabilidad de los flujos en la zona, es el efecto de la batimetría y los vientos. El efecto de la batimetría se observa en la generación de vorticidad relativa.

La alta variabilidad de las corrientes en esta zona ha sido reportada por Valenzuela (1998), en que menciona que las corrientes sobre el margen continental son altamente variables temporal y espacialmente, lo cual es resultado de su estrecha relación con el viento y con la topografía local.

Esta zona frente a los 29°S (punta Choros), presenta una plataforma con una pendiente que se proyecta hasta aproximadamente 37 km. fuera de la costa y con



una zona intermedia somera. Pasado los 44 km. la pendiente se hace m1s fuerte, lo que se1alaría la zona del talud, zona donde se apreciarían m1s los efectos oce1nicos. La presencia de una montaa submarina ubicada a 29 km de la costa sumados a la disminuci3n de profundidad entre los 16 y 26 km. y a las irregularidades de los m1rgenes costeros hacen que la circulaci3n cercana a la costa se ve altamente modificada, por una adici3n de vorticidad a los flujos costeros (Moraga, 1999 y Cubillos, 2000).

**5.3 Objetivo 3. Proponer un modelo de la situaci3n encontrada, bajo la hip3tesis de metapoblaciones, con el objeto de calcular las probabilidades de extinci3n de parches en distintos estados (incluidas las AMERB) y colapso del sistema en diferentes escalas temporales y espaciales, para ayudar al manejo de este recurso**

El modelo metapoblacional utilizado para el recurso loco, responde al enfoque moderno de metapoblaciones, donde la estructura espacial del recurso conforma un continuo heterogéneo de abundancias a lo largo de la costa, no asimilable a la teoría de parches (asociado al modelo original de Levins), donde se postulan probabilidades de extinci3n y recolonizaci3n, ya que los modelos contempor1neos no est1n formulados en términos de una din1mica de ese tipo, no estando sujetos a probabilidad de extinci3n y recolonizaci3n, ni a la identificaci3n de subpoblaciones en términos estadísticos.

De esta forma, la propuesta del modelo se basa en el an1lisis de los principales procesos asociados al recurso loco, reconociendo los siguientes niveles; procesos autoecol3gicos (individuos en el 1rea); Procesos densodependientes (Predispersi3n - Dispersi3n); Proceso de pesca (captura por 1rea; cpue; procesos de depletaci3n). El modelo operativo propuesto (METAPESCA), comprende un modelo comprensivo de la din1mica poblacional del recurso loco, donde su utilidad



predictiva est1 asociada al an1lisis sist1mico. En este marco, se ha trabajado bajo la hip3tesis de metapoblaciones, donde arbitrariamente se han asignado espacios discretos de distribuci3n del recurso (AMERBs y 1reas de libre acceso), estableciendo redes de conectividad de acuerdo a relaciones fuente/sumidero larvario, bajo procesos dependasorios/compensatorios. Los procesos anteriores est1n condicionados a la din1mica oceanogr1fica nivel regional y local. En este contexto, se ha discutido; i) la correspondencia entre las celdas establecidas y la existencia de unidades poblacionales reales, ii) la conectividad entre los procesos oceanogr1ficos locales y la dispersi3n larvaria, iii) y una extrapolaci3n del modelo a otros sectores de la costa.

En la primera etapa de desarrollo de este objetivo se realiz3 una revisi3n y an1lisis los antecedentes disponibles del recurso loco en la literatura cient1fica existente (**Anexo 5**), as1 como el conocimiento y experiencia emp1rica de los investigadores que forman parte del proyecto, informaci3n que ha sido fundamental para satisfacer los requerimiento y supuestos del modelo metapoblacional.

Entre los antecedentes revisados y analizados se encuentran los siguientes:

- a) Distribuci3n.
- b) Ecolog1a poblacional; aspectos reproductivos y deriva larval, y procesos de asentamiento.
- c) Procesos densodependientes asociados al recurso loco; predispersi3n dependasorios-compensatorios, y post-dispersi3n, dependasorios-compensatorios.
- d) Estudios de reclutamiento: coherencia espacio – temporal.
- e) Crecimiento y mortalidad del recurso.
- f) Consideraciones ecol3gicas y de refugio espacial del recurso.



- g) Aspectos de la administraci3n pesquera del recurso, y sus implicancias poblacionales.

Los aspectos anteriores han permitido establecer que la conectividad entre las poblaciones del loco implicar3a el principal mecanismo de mantenci3n de una estructura regional o metapoblacional del recurso. Lo anterior responde a que, el recurso loco presenta una fase larval que habita en la columna de agua y una fase adulta de vida relativamente sedentaria asociada al bentos. Este ciclo de vida complejo es com3n en las especies bent3nicas y en particular para el recurso loco, con una fase larval de larga duraci3n (DiSalvo, 1988).

En consideraci3n a lo antes expuesto, se ha postulado un modelo hipot3tico de conectividad de las poblaciones locales del recurso loco, cuya matriz de conectividad se ha construido para el sector costero comprendido entre Ch. de Aceituno (III Regi3n) y el sector Pichidangui (IV Regiones) (**Figura 5**).

Esta hip3tesis de trabajo considera:

1. La influencia de los sistemas de surgencia en los tres sectores principales de las zonas propuestas; punta de Choros; punta Lengua de Vaca y el sector de Los Vilos.
2. Los modelos de circulaci3n de sectores en base a informaci3n de viento y estructura t3rmica de la superficie del mar.
3. Un modelo metapoblacional estructurado mediante una matriz de conectividad de flujo larval, en consideraci3n a la productividad y evidencias disponibles coherencia en los procesos de reclutamiento.



Los aspectos antes mencionados fueron discutidos en el marco de los talleres de trabajo, el cual resume las actividades desarrollada a la fecha, y cuyos resultados se entregan a continuaci3n:

### **5.3.1 Modelo General de la Dinámica de una Metapoblaci3n Explotada de Invertebrados Bent3nicos – METAPESCA; Aplicaci3n al loco de la IV Regi3n, Chile**

Durante el segundo taller se discuti3 la estructura del modelo de la dinámica de una metapoblaci3n explotada, en desarrollo para la pesquería del loco en la IV Regi3n. Se avanz3 en la especificaci3n de distintos componentes del modelo y se analiz3 la informaci3n disponible para su parametrizaci3n.

- **Software**

El programa, llamado METAPESCA, contiene un modelo general de la dinámica poblacional y pesquera de una metapoblaci3n de organismos bent3nicos. La misma est3 compuesta por subpoblaciones conectadas entre sí por dispersi3n larval. El programa est3 escrito en VBA (Visual Basic for Applications) utilizando EXCEL como plataforma. Para mayor informaci3n ver Valero *et al.*, “METAPESCA- Instrucciones para el Usuario”.

- **Universo geogr3fico: estructura espacial, georreferenciaci3n y estimaci3n de áreas**

La informaci3n sobre la dinámica, explotaci3n y manejo de las poblaciones de loco es registrada y/o representada a siete escalas b3sicas:

1. La suma de las doce regiones del país
2. Macrozonas (e.g. Zuleta *et al.*, 1997)



3. Regiones
4. Sectores (grupos de caletas con patrones históricos similares)
5. Caletas, con sus áreas históricas
6. Areas de manejo, áreas de reserva, áreas históricas
7. Procedencias.

Las particiones correspondientes a las categorías (5) y (7) no tienen bordes geográficos precisos: dos o más particiones pueden solaparse. Las particiones de las otras categorías tienen límites bien definidos.

El modelo describe la dinámica de la metapoblación del loco desde el sur de la III Región (Chañaral de Aceituno) hasta el límite entre la IV y V Regiones (Pichidangui). La costa fue dividida en 109 celdas pertenecientes a tres categorías: áreas de manejo (AMERBs), áreas no aptas y áreas históricas. La unidad espacial mínima a los fines de modelar la dinámica pesquera y poblacional equivale a las celdas correspondientes a áreas de manejo o a áreas históricas de pesca.

Cada área tiene asociada información sobre sus límites geográficos, área total, área apta para loco y longitud de la línea de costa. En el caso de las áreas de manejo se asocia, además, información biológico-pesquera (capturas, estructura de tallas, densidades, etc.).

En una segunda etapa se obtuvo la siguiente información:

1. La identificación de la celda del modelo que contiene cada una de las “procedencias” registradas durante la vigencia del “régimen bentónico” a través de los programas de “Monitoreo” (1993) y “Seguimiento” (1994-1999).



2. Las procedencias explotadas por cada caleta durante la vigencia del r3gimen bent3nico.

Un problema detectado es que las procedencias registradas est3n georreferenciadas con una definici3n de un minuto, lo que no permite en todos los casos su asignaci3n a las celdas del modelo. Por lo tanto, para cumplir con la primera tarea, la informaci3n de georreferencias fue complementada con:

- o Informaci3n disponible en IFOP.
  - o El programa de entrevistas que se conduce como parte del proyecto.
  - o Las procedencias asociadas con el 3rea hist3rica de 13 caletas en las provincias. de Choapa/Limar3 registradas por Mendoza *et al.* (1994).
- **Especificaci3n de la din3mica e informaci3n disponible relativa a cada componente**

El programa tiene una estructura modular, donde cada m3dulo representa distintos componentes de la din3mica, tales como:

1. Din3mica de las subpoblaciones bent3nicas.
2. Producci3n de larvas.
3. Dispersi3n de las larvas.
4. Recepci3n de nuevos "settlers" y supervivencia de juveniles (procesos post-dispersi3n).
5. Asignaci3n del esfuerzo pesquero y/o capturas.
6. Estrategias de manejo (globales, espaciales, medidas temporarias).





- **Dinámica de las subpoblaciones bentónicas**

- **Crecimiento**

El crecimiento está representado en forma recursiva, de manera de facilitar la incorporación de denso-dependencia. La compensación en el crecimiento está incorporada como una relación lineal decreciente entre el parámetro correspondiente a la talla asintótica y la biomasa de la subpoblación, expresada como fracción de la capacidad de carga (K). No obstante, no existe información acerca de la existencia de denso-dependencia en el crecimiento del loco, aunque hay información anecdótica acerca de una caída en el factor de condición para animales expuestos a condiciones de muy alta densidad.

A continuación se presenta un resumen de las fuentes de información sobre crecimiento existentes para la IV Región. En todos los casos los estudios incluyeron la estimación de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy, con una variedad de métodos y en base a diferentes tipos de datos:



Área	Datos	Método	Estudio
Hornos	DFTs SFDs Annuli	Cassie, 1954	Lozada <i>et al.</i> , 1976 Castilla y Jerez, 1986 Adlerstein, 1987
Pichidangui Río Limarí	DFTs	Breen & Fournier, 1984 McDonald & Green, 1988	Mendoza <i>et al.</i> , 1994
Punta Choros Chungungo Hornos Talquilla Chigualoco	DFTs	ELEFAN & FISHPARM	IFOP, 1994 <sup>a</sup>
Huasco	SFD	ELEFAN	Wolff, 1989
Lagunillas	Serie de DFTs M-R <sup>7</sup>	ELEFAN	Stotz & Perez, 1992
Punta Choros Temblador Lagunillas Lengua de vaca	Serie de DFTs M-R	Quinn & Deriso, 1999 FISAT/ELEFAN	Stotz <i>et al.</i> (2000)

En la fase de desarrollo del modelo se utilizaron parámetros genéricos.

- **Relaci3n largo: peso**

Existe abundante informaci3n para diferentes períodos y sectores, en su mayor parte asociada con los programas de seguimiento y de AMERBs, así como otros estudios, por ejemplo: Mendoza *et al.* (1994, Sierra y Limarí), IFOP (1994a, cinco destinaciones), Miranda *et al.* (1997, monitoreo 1996), González *et al.* (1998, seis AMERBs), González *et al.* (1999, la Choros y Fray Jorge), Stotz y Pérez (1992, varias localidades combinadas), etc.

<sup>7</sup> La serie de tiempo de DFTs muestra muy bien el reclutamiento de una clase de edad y la estacionalidad en el crecimiento (Fig. 2).



En la fase de desarrollo del modelo se utilizar3n par3metros gen3ricos. Durante la pr3xima etapa se considerar3 la posibilidad de utilizar 3ndices de condici3n estimados en base a esta informaci3n como indicadores de la capacidad productiva y/o "saturaci3n" (relativa a la capacidad de carga local). Ello requerir3 la adopci3n de criterios de estandarizaci3n para contemplar la estacionalidad y otras fuentes de variaci3n.

- **Mortalidad (M, Z)**

A continuaci3n se resume la informaci3n y el m3todo utilizados en estimaciones publicadas para diferentes regiones:

<b>Estudio</b>	<b>Informaci3n</b>	<b>M3todo</b>
Castilla y Jerez, 1986	SFDs	Van Sickle (1977)
Stotz & Perez, 1992	SFD, an3lisis de la CC	ELEFAN
Aracena <i>et al.</i> , 1997	Series de SFDs, MR	ELEFAN, FISHPARM
Mendoza <i>et al.</i> , 1994	Par3metros de crecimiento	Alverson & Carney (1975)
IFOP, 1994a	Par3metros de crecimiento SFD, an3lisis de CC	Alverson & Carney (1975)
Wolff, 1989	SFD	ELEFAN
Guerra, 2001	Post-asentados	Seguimiento directo

En la fase de desarrollo del modelo se utilizar3n par3metros gen3ricos. Las estimaciones disponibles presentan una variedad de problemas metodol3gicos. Durante la pr3xima etapa se decidir3 que valores utilizar en las simulaciones.



## - **Movimientos**

Aún cuando está bien establecido que la movilidad de los locos adultos en el submareal es significativa (e.g. Schmiede y Castilla, 1979), existe poca información cuantitativa al respecto. Un mejor conocimiento de este fenómeno no se reflejaría en el vector de parámetros utilizados en las simulaciones (el movimiento no está explícitamente modelado), pero sería importante como soporte conceptual a la forma en que se tratan problemas tales como la vulnerabilidad, la depleción, la capacidad de carga local, etc.

## - **Capacidad de carga**

La capacidad de carga en el modelo está definida como la biomasa total máxima de locos que puede sustentar una celda. En el transcurso del taller se consideraron distintas fuentes de información que podrían ser utilizadas para la estimación aproximada de este parámetro:

(1) Capturas post-veda, asumiendo que durante los tres años de la veda la población creció aproximándose a su capacidad de carga en todos los sectores y considerando que el fin de la veda coincidió con un reclutamiento excepcional (Stotz, com. personal). Los desembarques históricos por área darían una idea de la capacidad de carga *relativa* de cada sector (ver González *et al.*, 1999). Se recomendó analizar la información sobre capturas junto con las distribuciones de tallas obtenidas a partir del programa de seguimiento, aplicando un modelo de análisis secuencial por conjunto de procedencias agrupadas por sector. Esto sólo podría hacerse para los sectores cubiertos regularmente por el Programa de Seguimiento. Como pieza de información adicional podrían usarse los índices de reclutamiento estimados por Stotz (1997), entregados en el primer informe de avance de este proyecto. Este análisis servirá también para acotar niveles



m3ximos posibles de reclutamiento en base a las estimaciones de las clases asentadas en 1993 y 1994.

(2) La capacidad de carga est3 localmente controlada por la abundancia/productividad de presas (principalmente cirripedios y piure). La relaci3n depredador-presa debe, por un lado, mantener bien alimentados a los locos y, por otro, mantener la productividad de las presas. Stotz y P3rez (1992) calcularon la productividad m3xima esperada en base a densidades estimadas en distintas 3reas. En el taller se discutieron posibles formas de utilizar los datos sobre comunidades obtenidos por IFOP en las AMERBs que monitorea. El IFOP ha caracterizado distintos tipos de comunidades dentro de las 3reas de manejo, estimando para cada una la cobertura de especies presa (cirripedios y piure) y la densidad de locos. La densidad de locos fue estimada en base a dos t3cnicas: conteos en cuadrantes y conteos en las transectas regulares usadas en las evaluaciones directas. Este estudio permiti3 constatar una correspondencia espacial entre los focos de mayor densidad de locos y la presencia de comunidades de organismos suspens3voros (COS), las que ocupan una fracci3n muy peque1a del sustrato apto. En el extremo opuesto, las menores densidades de locos fueron encontradas en los fondos "blanqueados" (FB). Este estudio permiti3 ver que es posible estimar densidades "representativas" para cada tipo de comunidad. Se recomend3 evaluar en qu3 medida ser3a posible conducir un an3lisis similar para las 3reas de manejo que han sido relevadas por la UCN, usando los 3ndices de presas colectados para esas 3reas.

Wilson (Comunicaci3n personal, 2004) sugiere que la correlaci3n entre densidades y tipos de comunidades podr3 usarse para obtener estimaciones aproximadas de la densidad a nivel regional a partir del mapeo de las comunidades en el 3rea. Para estimar capacidad de carga se podr3an presentar distintos escenarios variando la cobertura de estos tipos de comunidades en el



sistema y establecer, por ejemplo, qu3 capacidad tendr3a el sistema, **e.g.** si un 50% u 80% estuviese cubierto por la COS.

#### - **Producci3n de larvas**

La producci3n de larvas de cada celda es proporcional a la biomasa de individuos reproductivos. Como tal, es afectada por procesos locales pre-dispersi3n, los que incluyen mecanismos compensatorios tales como denso-dependencia en el crecimiento y, por ende, en el output reproductivo.

Las agregaciones reproductivas (“maicillos”) comienzan en diciembre-enero, peak de febrero a abril, y declinan a un m3nimo en junio (Gallardo, 1979; Ramorino, 1979; Schmiede y Castilla, 1979). La fecundidad efectiva de una hembra tiene varios componentes (Varela y L3pez, 1989; Castilla, 1979; Manr3quez y Castilla, 2001), los cuales no son expl3citamente contemplados en el modelo.

#### - **Dispersi3n de las larvas**

El proceso de dispersi3n larval es introducido mediante una matriz de conectividad entre las celdas. Dicha matriz especifica la fracci3n de larvas retenida en cada celda y la distribuci3n de las restantes entre las celdas receptoras, incluidas las zonas costeras no aptas y una fracci3n de p3rdida por deriva. Los elementos de la matriz pueden ser especificados uno a uno por el usuario, o seguir uno de los prototipos b3sicos opcionales definidos en el modelo. Estos prototipos incluyen subpoblaciones cerradas, conectividad a trav3s de 3reas adyacentes y pool larvario com3n entre subpoblaciones. Para estadios de desarrollo e informaci3n m3s avanzados, el programa contempla la posibilidad de importar una matriz de conectividad desde un archivo externo, generado por ejemplo a partir de un modelo de circulaci3n.



Para el caso de la metapoblaci3n de loco de la IV Regi3n se desarroll3 un algoritmo para distribuir las larvas en funci3n de la distancia entre 3reas (definida como la diferencia entre las latitudes medias de las 3reas) y la extensi3n latitudinal de las mismas. Esta aproximaci3n toma en cuenta la geografía de la regi3n, mayoritariamente lineal con orientaci3n norte-sur, y con corrientes dominantes hacia el norte. Casos específcos como islas y 3reas con mayor distribuci3n en longitud que en latitud son especificadas por el usuario de manera ad-hoc. La dispersi3n de las larvas desde cada celda emisora es modelada con una distribuci3n normal con varianzas desiguales a cada lado de la moda, para capturar la asimetría norte-sur producto de procesos de advecci3n. Estas curvas de probabilidad son discretizadas en funci3n de la extensi3n en latitud de las 3reas receptoras. La moda de la distribuci3n para cada celda emisora est3 determinada por la advecci3n esperada; las varianzas reflejan asimetrías causadas por la advecci3n.

Los valores de los parámetros fueron determinados tratando de reflejar de manera aproximada los escenarios definidos para 5 grandes zonas de la regi3n durante el taller de abril de 2004 (puerto Madryn). Este esquema b3sico fue discutido nuevamente durante el siguiente taller a fin de afinar los supuestos del modelo. Este ejercicio se complement3 con:

1. Los vectores de corrientes (direcci3n velocidad) en la zona costera, generados a partir de los campos de temperatura de superficie en series de im3genes satelitales (Olivares & Wolff, 2003).
2. Informaci3n empírica sobre circulaciones costeras suministrada por los pescadores como parte del programa de entrevistas conducido dentro del proyecto.
3. 3reas de retenci3n sugeridas y datos de corrent3metros para las 3reas de punta Choros y el Parque Fray Jorge (Gonz3lez *et al.*, 1999).



4. Evidencia de zonas de surgencias (IFOP, 1999; Stotz, datos in3ditos).
5. Consideraci3n de la topograf3a costera. A t3tulo de ejemplo: los sectores m3s productivos (extremos norte y sur de la Regi3n) est3n asociados con la presencia de islas, y 3stas se asociar3an con sistemas de edies (C3sar Guevara, com. pers.).

Las discusiones tuvieron en cuenta el soporte conceptual provisto por algunos estudios recientes (Poulin *et al.*, 2002a, 2002b; Pe3a *et al.*, 1994).

Se consider3 la importancia de atender a la variaci3n temporal en el asentamiento/reclutamiento, que ha sido bien demostrada en varios estudios (Moreno *et al.*, 1998; Mart3nez y Navarrete, 2002; Stotz, in3dito). Datos colectados por Stotz durante la 3ltima d3cada ilustran esa variabilidad para la IV Regi3n, as3 como patrones bien definidos de coherencia geogr3fica. Se decidi3 que durante la pr3xima etapa se estimar3 la correlaci3n de estas series a fin de incorporar esta informaci3n en el modelado de la variabilidad temporal del reclutamiento. La misma ser3 incorporada mediante una distribuci3n lognormal por 3rea, con correlaciones y varianzas obtenidas de los trabajos previos y a partir de nuevas observaciones colectadas durante el presente proyecto.

#### - **Recepci3n de nuevos “settlers” y supervivencia de juveniles**

Este m3dulo describe los procesos locales post-dispersi3n que operan en cada celda receptora de larvas, desde el asentamiento hasta que los juveniles se incorporan al pool adulto. Se discuten a continuaci3n las piezas de informaci3n que se tuvieron en cuenta para modelar este componente.

Los locos se asientan (talla bent3nica inicial ~ 1,8 mm; Gallardo, 1979; Disalvo y Carriker, 1994) y pasan los primeros meses de su vida bent3nica en el intermareal





rocoso (Guisado y Castilla, 1983; Moreno & Reyes, 1988; Moreno *et al.*, 1993a, 1993b; Reyes & Moreno, 1990; Zuleta *et al.*, 1997, **Anexo 2**) y en zonas poco profundas del submareal rocoso (Stotz *et al.*, 1991), un h3bitat estructuralmente complejo y rico en refugios. La complejidad/heterogeneidad del h3bitat fue cuantificada por L3pez & Moreno (1988) y Guerra (2001). Castilla *et al.* (1979) propusieron la hip3tesis de una migraci3n ontogen3tica de los juveniles a medida que crecen, que los llevar3a hacia el h3bitat de los adultos (submareal rocoso) (ver tambi3n Guisado y Castilla, 1983; Stotz, 1997). Los individuos completar3an su migraci3n a una talla de 50-60 mm, durante el segundo a3o de vida.

No existe evidencia de mecanismos de denso-dependencia compensatoria, *e.g.* de que el asentamiento se vea facilitado por la presencia de residentes adultos. Existen registros anecd3ticos de la presencia de juveniles sobre la concha de adultos, pero esta 3ltima parece actuar como cualquier otro elemento del substrato.

Tampoco existe evidencia de que los settlers/juveniles sean afectados negativamente por los residentes adultos (denso-dependencia compensatoria). Esto se consider3 poco probable dado que el h3bitat de los settlers es diferente del de los residentes subadultos y adultos (Stotz, 1997). No obstante, hay registros de canibalismo en condiciones de cautiverio (Castilla y Cancino, 1979).

Hay, en cambio, evidencia de interacciones denso-dependientes entre juveniles, relacionadas con la disponibilidad de refugio en el intermareal rocoso. Guerra (2001) estudi3 el crecimiento y la supervivencia de juveniles (talla media inicial y final 8,4 mm y 22,1 mm) del intermareal rocoso en la VIII Regi3n, siguiendo durante 3 meses tres plots de 5 a 23 m<sup>2</sup> con disponibilidad variable de refugios. Los juveniles se concentraron en los sectores con mayor disponibilidad de refugios, en los que las tasas de atrici3n y mortalidad (Guerra, 2001) fueron

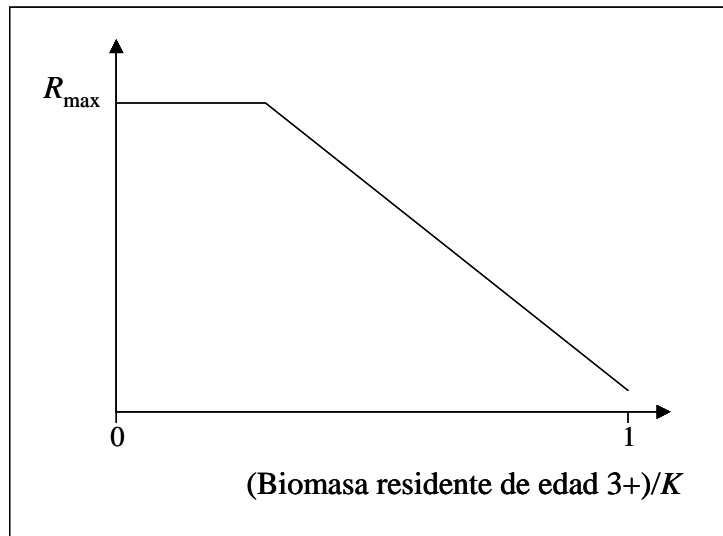


menores (no es claro como se separaron los efectos de mortalidad y emigraci3n). Para un mismo h3bitat la tasa de supervivencia disminuir3a cuando aumenta la densidad. Las tasas de mortalidad estimadas estuvieron entre  $.7$  y  $2 \text{ yr}^{-1}$ . Aracena *et al.* (1996) estimaron la tasa de mortalidad para el intermareal de Ramuntcho (VIII Regi3n) en  $2.11$ - $2.41 \text{ yr}^{-1}$ . Rivas y Castilla (1987) estimaron las tasas de atrici3n (mortalidad + emigraci3n) en el intermareal rocoso de la V Regi3n. Todos estos estudios fueron conducidos en el intermareal. Stotz (com. pers.) opina que este fen3meno es irrelevante en el caso de los settlers/reclutas del submareal rocoso, los que contribuyen mayoritariamente el reclutamiento al 3rea. Seg3n Stotz, el factor limitante para la supervivencia de juveniles ser3a la disponibilidad de picorocos peque1os.

No existe evidencia cuantitativa de la significancia de la disponibilidad de alimento u otros factores. M3ndez y Cancino (1992) mantuvieron juveniles (6-12 mm de talla inicial) durante tres meses, a tres densidades experimentales ( $0,005$ ;  $0,01$ ; y  $0,02 \text{ ind. m}^{-2}$ ), alimentados *ad libidum* con chorito maico. La tasa media de crecimiento mensual estuvo entre  $1,5$  y  $1,6 \text{ mm dia}^{-1}$ . No hubo diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual es esperable dado el dise1o del experimento. La supervivencia estuvo cerca del 100%.

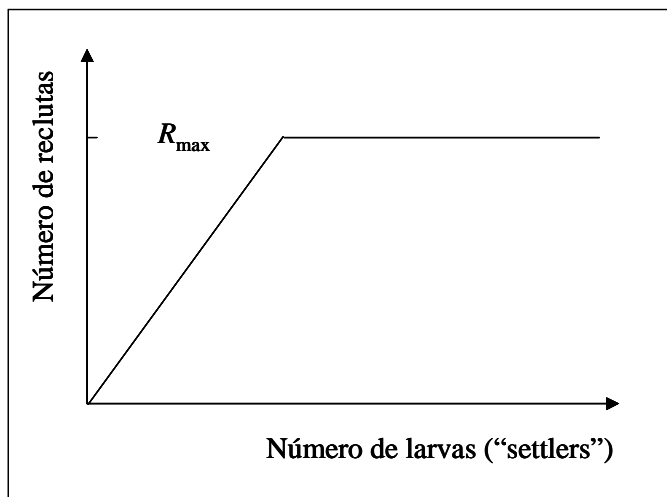
Considerando la informaci3n discutida anteriormente, se decidi3 que el modelo representar3a la din3mica de reclutas a la edad dos. La misma incluir3a denso-dependencia compensatoria para reflejar el resultado de dos procesos. Por un lado, el reclutamiento tendr3a un m3ximo determinado por la capacidad de carga para juveniles en el 3rea (de edad cero y uno). Por otro, existir3a una interacci3n negativa entre la biomasa residente de edad 3+ (sumatoria de la biomasa de individuos de edad 3 y m3s viejos) y el ingreso de reclutas de edad 2 al pool de "adultos". Esta interacci3n afectar3a diferencialmente a los reclutas. Para modelar esta interacci3n se usar3 una funci3n envolvente que especifica el n3mero

m3ximo de reclutas al pool adulto en funci3n de la biomasa de residentes de edad 3+, expresada como fracci3n de la capacidad de carga total (de biomasa de edad 2+), como se indica en el **Esquema 5**.



**Esquema 5.** Funci3n envolvente de relaci3n stock – recluta.

Cuando la poblaci3n est3 en su capacidad de carga, el reclutamiento m3ximo est3 dado por el n3mero de reclutas que compensar3a las p3rdidas resultantes del balance entre la mortalidad natural y el crecimiento de los supervivientes. La ordenada al origen de la funci3n lineal, cuando la poblaci3n de residentes es nula, est3 dada por el n3mero de reclutas que resultar3an en la capacidad de carga. As3, el m3ximo reclutamiento resultante de los dos procesos compensatorios estar3 determinado por una funci3n lineal quebrada seg3n el **Esquema 6**.



**Esquema 6.** Funci3n compensatoria reclutas – larvas.

**- Proceso de pesca y vulnerabilidad**

En el caso del loco y bajo el r3gimen de AMERBs no es necesario modelar la distribuci3n espacial del esfuerzo entre 3reas. Dada la gran movilidad de los locos, tampoco es pr3ctico modelar la distribuci3n espacial del esfuerzo de pesca dentro de las celdas.

Existen numerosos testimonios (in3ditos y publicados) que se3alan la r3pida recuperaci3n de la densidad en 3reas depletadas. Se discuti3 el posible rol de distintos tipos de refugio de donde podr3a provenir el renuevo: 3reas profundas, 3reas expuestas poco visitadas y refugios locales (anfractuosidades, grietas, etc); se enfatiz3 la posible importancia de estos 3ltimos.

Una fuente posible de informaci3n sobre este fen3meno y sus consecuencias para el modelado de la vulnerabilidad, ser3a la estimaci3n de la abundancia en 3reas relativamente cerradas mediante experimentos de depleci3n. Se recomend3



durante la pr3xima etapa recuperar y re-analizar dos sets de datos obtenidos por Stotz (resultados in3ditos):

- (a) Un experimento de 24 hrs con visitas cada 3 hrs y esfuerzo de media hora de pesca en cada visita.
- (b) Experimentos de marcaci3n tipo "Schnabel" de 4-5 meses de duraci3n, dise1ados para estudios de crecimiento.

Otra pieza de informaci3n son los datos de captura y esfuerzo analizados por Geaghan y Castilla (1987).

#### - **Estrategias de manejo**

Los controles de manejo posibles en el modelo pueden ser tanto globales como espaciales. Dentro de los controles globales posibles est3n las cuotas anuales de captura y esfuerzo. Las medidas espaciales incluyen el uso de reservas reproductiva y rotaci3n de 3reas. La rotaci3n de 3reas es caracterizada a trav3s de la determinaci3n de un n3mero o fracci3n del 3rea total explotada y una densidad m3nima de reapertura de 3reas. Las medidas temporarias incluyen cierres por biotoxinas, protecci3n de 3reas con juveniles, contaminaci3n o variaciones en la calidad del recurso. Otra medida de manejo utilizable (no implementada a3n) son las tallas m3nimas de captura.

En el caso del loco, los controles de captura ser3n determinados por 3rea, incluy3ndose las capturas ilegales en las "3reas hist3ricas", asumiendo que las mismas son el resultado de asignar un esfuerzo "ilimitado" al efectivo. Hasta el momento, s3lo se ha implementado el modelado mediante cuotas de captura por 3rea determinadas en una hoja de entrada de datos.



## - **Condiciones iniciales y parametrizaci3n del modelo global**

Las condiciones iniciales de abundancia y estructura de edades para las 3reas de manejo ser3n determinadas a partir de an3lisis secuenciales de la informaci3n disponible a partir de los estudios de base y seguimiento de las mismas y de los datos de densidades obtenidos como parte del presente proyecto. Las condiciones iniciales para las 3reas hist3ricas ser3n determinadas a partir de los datos de abundancia relativa colectados durante el proyecto. A la fecha, se han analizado de forma preliminar los datos utilizando los modelos formales, de modo que ha sido posible solucionar problemas de estimaci3n en las corridas de simulaci3n.

Adem3s de los an3lisis de 3reas individuales, se esta trabajando en "ajustar" el modelo mismo a la historia de capturas y abundancias de manera de reflejar escalas apropiadas a la productividad hist3rica de las distintas 3reas y sectores. Este ejercicio de ajuste es necesario para parametrizar las relaciones de stock-reclutamiento, fundamentalmente el par3metro que controla la productividad de reclutas para niveles bajos de densidad, por debajo de los niveles donde act3an los fen3menos compensatorios.

## - **Informaci3n hist3rica sobre el sistema**

El periodo de inter3s m3s proximal comienza con el fin de "la veda", en 1993<sup>8</sup>. A continuaci3n se detallan las piezas de informaci3n existentes que resultan de inter3s para el ajuste del modelo. Toda esta informaci3n ha sido convertida al formato adecuado para su an3lisis model3stico.

---

<sup>8</sup> En 1993 la pesca del loco se abri3 en enero y entre el 26 de julio y el 2 de agosto (Mendoza et al., 1994, p. 28).



## - **Desembarques**

La información sobre desembarques puede ser subdividida en los siguientes bloques:

- (a) *Estadísticas de desembarques de SERNAPESCA*. Se dispone de la serie completa de desembarcos por caleta para el período de interés.
- (b) *Captura legal bajo el “régimen bentónico”* entre 1993 y 1998. Los desembarques por caleta fueron monitoreados en 1993 por un programa nacional (cobertura total) conducido por IFOP (IFOP, 1993). Entre 1994 y 1998 la distribución de capturas por “procedencia” fue registrada por el Programa Anual de “Seguimiento de las Pesquerías” de IFOP para un subset de 7-10 caletas. Los datos incluyen información sobre esfuerzo; los buzos están identificados individualmente. Esta información fue compilada por Carlos Cortés (IFOP/Coquimbo). Las caletas muestreadas se entregan a continuación y variaron a lo largo del período, pero fueron seleccionadas a fin de cubrir la actividad al máximo logísticamente posible; la cobertura de sitios de desembarque para la IV Región fue del 45% (10 sobre 22) en 1996 (Miranda *et al.*, 1997), 48% en 1999 (Barahona *et al.*, 2000).
- (c) *Captura legal bajo el régimen de AMERBs* (1998 en adelante). Los datos sobre la captura son compilados y comunicados a la Subsecretaría de Pesca por los consultores, individualmente para cada AMERB. En la Región operan 5 consultores. Ocasionalmente puede producirse el reemplazo del consultor de una AMERB. El proyecto dispone de la información producida por la UCN y el IFOP; se espera que en el curso de la próxima etapa se tendrá acceso a la información producida por los otros consultores. En 1998/1999 el programa de monitoreo de IFOP cubrió tanto captura de AMERBs como de áreas



hist3ricas (R3gimen Bent3nico). Ambas est3n discriminadas en los registros (Barahona *et al.*, 2000).

<b>Caleta</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999<sup>9</sup></b>
Apolillado							
Pta. Choros	X	X	X	X	X	X	X
Chungungo	X	X	X	X	X	X	X
Totalillo N					X	X	X
Cta. Hornos	X	X	X	X	X	X	X
Puerto Aldea	X	X					
San Lorenzo	X						
R3o Limar3	X		X	X	X	X	X
Talquilla	X						
La Cebada	X			X			
Sierra	X	X	X	X			
Maitencillo	X				X	X	
Puerto Oscuro	X			X	X	X	X
Puerto Manso	X						
Huentelauquen	X						
Chigualoco	X						
Totalillo Sur <sup>10</sup>	X		X	X	X	X	X
Ñague							
San Pedro	X <sup>11</sup>	X	X	X			
Las Conchas	X						
Pichidangui	X	X	X	X	X		X

Un programa de monitoreo conducido en algunas caletas en 1992/93 y reportado por Mendoza *et al.* (1994) no registr3 desembarques de loco.

<sup>9</sup> Los registros est3n discriminados entre 3reas hist3ricas (R3gimen Bent3nico) y AMERBs. En las caletas Ñague, San Pedro y Las Conchas s3lo se monitorearon los desembarques de las AMERB (Barahona, 2000, Cuadro 3, pag. 11).

<sup>10</sup> El reporte dice s3lo "Totalillo". Corresponde a "Totalillo Sur", *vide* J. Gonz3lez.

<sup>11</sup> Como Los Vilos





(d) *Captura ilegal*, que en el caso del per3odo de veda corresponde al total de la captura. La fuente de informaci3n principal son las estad3sticas de importaci3n de los pa3ses consumidores. Esta informaci3n no es espec3fica para la IV Regi3n, pero da una idea general del volumen de la pesca ilegal en el pa3s. La informaci3n anecd3tica sobre la captura ilegal (en las "3reas hist3ricas") a partir del fin de la veda (1994 en adelante), y en particular a partir del fin del "r3gimen bent3nico" (1998/99 en adelante), es contradictoria. Las piezas m3s importantes de informaci3n, que ser3n completadas durante la pr3xima etapa del proyecto, incluyen:

1. Estimaci3n de las capturas fuera de las AMERBs en 7 caletas durante el a3o 2002 (Stotz, in3dito).
2. Estimaci3n de la consultora Biomar para las caletas que asiste (Zamora, com. pers.)
3. Informaci3n compilada a trav3s del programa de interviews conducido como parte de este proyecto.

- **Talla de los desembarques**

Los registros de capturas del programa de seguimiento y de las AMERBs cuentan con informaci3n sobre distribuci3n de tallas.

- **Abundancia**

*Estimaciones indirectas de la abundancia regional (agregada)*

Entre el fin de la veda y el fin del r3gimen bent3nico (1993-1999) la abundancia agregada para la IV Regi3n fue estimada mediante un modelo basado en la



estructura de tallas de la captura (Zuleta *et al.*, 1997). Estas estimaciones eran la base para la determinaci3n de la cuota regional.

*Estimaciones directas de la abundancia en sectores acotados*

- (a) 1978/1979. Estimaciones de densidad en las adyacencias de Caleta Hornos (Schmiede y Castilla, 1979). Tienen datos asociados de DFTs.
- (b) 1991. Estimaciones de abundancia (cuadratas) en (i) roquerías expuestas seleccionadas al azar, (ii) zonas “hist3ricas” de pesca y (iii) destinaciones para 3reas de manejo (Stotz y P3rez, 1992). La densidad media en las adyacencias de Caleta Hornos fue pr3cticamente la misma observada en 1978/1979, a pesar de haber mediado entre ambas fechas un per3odo de pesca intensiva y a3os de veda. Otro resultado de inter3s es el contraste en densidad media entre las tres categor3as (respectivamente 0,47; 2,55 y 22,7 ind/m<sup>2</sup>). Substancia la afirmaci3n recurrente de que las mejores 3reas est3n comprendidas dentro de las 3reas de manejo.
- (c) 1993/1994: Estimaci3n de abundancia en algunas “destinaciones” (3reas de manejo) con anterioridad a la implementaci3n formal de las AMERBs (Mendoza *et al.*, 1994; IFOP, 1994).



Caletas	Area apta (ha)		
	1993 (Mendoza <i>et al.</i> , 1994)	1994 (IFOP, 1994)	1997 (González <i>et al.</i> , 1998)
Punta Choros		115,5*	
Chungungo		206,3*	206,3*
Caleta Hornos		164,4*	164,4*
Totalillo Norte			110,0*
Totalillo	75,5		
Río Limarí	163,8*		
Talquilla		226.,*	
Sierra	103,1		
Huentelauquén	68,5		
Chigualoco		218,7*	
San Pedro/Las Conchas	167,2*		
Totalillo Sur			127,0*
Pichidangui	216,0*		283,0*

\* Distribución de Frecuencia de Talla (DFT) asociada

(d) 1998 en adelante: ESBA's y seguimientos en relación con la implementación formal de las AMERBs. El diseño del muestreo varía entre áreas de manejo, reflejando principalmente la preferencia de los consultores. Las estimaciones son comunicadas por estos a la Subsecretaría de Pesca, separadamente para cada AMERB. El proyecto dispone de la información producida por la UCN y el IFOP; y ha incorporado la información producida por los otros consultores, cuyas bases de datos fueron estandarizadas:



Area de Manejo	Consultor	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Pan de Azúcar	PROMAR Consult.				ESBA	X	X
Caldera A	IFOP			ESBA	X	X	X
Caldera B	Alvares y Asoc.					ESBA	X
Caldera C	Alvares y Asoc.				ESBA	X	X
Pta. Copiapo	IFOP						ESBA
Puerto Viejo C	IFOP						ESBA
Pajonales	Estudios Marinos				ESBA	X	X
Total A	Estudios Marinos					ESBA	X
Total B	Estudios Marinos					ESBA	X
Caleta Angosta	Estudios Marinos						ESBA
Los Corrales	Estudios Marinos				ESBA	X	X
Los Bronces C	Estudios Marinos					ESBA	X
Ch. de Aceituno A	IFOP		ESBA	X	X	X	X
Ch. de Aceituno B	IFOP					ESBA	X
Apolillado	IFOP		ESBA	X	X	X	X
Punta de Choros	Cíclos Ltda.		ESBA	X	X	X	X
Chungungo Sector B	UCN				ESBA	X	X
Chungungo Sector C	Cíclos Ltda.			ESBA	X	X	X
Chungungo Sector A	Cíclos Ltda.				ESBA	X	X
Totalalillo Norte Sector B	Cíclos Ltda.			ESBA	X	X	X
Totalalillo Norte Sector A	Cíclos Ltda.			ESBA	X	X	X
Totalalillo Norte Sector C	Cíclos Ltda.						ESBA
Hornos Sector B	IFOP					ESBA	X
Hornos	IFOP		ESBA	X	X	X	X
Las Minitas	Azul consult.				ESBA	X	X

Cont.1



Continuación...

Area de Manejo	Consultor	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Pen. de Coquimbo Sect.A	UCN				ESBA	X	X
Pen. de Coquimbo Sect.B	UCN				ESBA	X	X
Pen. de Coquimbo Sect.C	UCN				ESBA	X	X
Totalalillo Centro Sect. A	UCN			ESBA	X	X	X
Totalalillo Centro Sect. B	UCN				ESBA	X	X
Totalal	UCN			ESBA	X	X	X
Talcaruca	IFOP					ESBA	X
Tarcaruca Sector B	IFOP						X
Rio Limari	IFOP			ESBA	X	X	X
Talquilla	BIOMAR			ESBA	X	X	X
Punta de Talca	BIOMAR				ESBA	X	X
La Cebada	BIOMAR			ESBA	X	X	X
Sierra	BIOMAR			ESBA	X	X	X
Maitencillo	BIOMAR			ESBA	X	X	X
Maitencillo Sector B	BIOMAR						ESBA
Puerto Oscuro	BIOMAR			ESBA	X	X	X
Puerto Manso	BIOMAR			ESBA	X	X	X
Huentelauquén	BIOMAR		ESBA	X	X	X	X
Chigualoco Sector A	BIOMAR		ESBA	X	X	X	X
Chigualoco Sector B	BIOMAR		ESBA	X	X	X	X
Cabo Tablas	BITECMA					ESBA	X
Ñague	BIOMAR	ESBA	X	X	X	X	X
Los Vilos Sector A	BITECMA	ESBA	X	X	X	X	X
Las Conchas	BITECMA	ESBA	X	X	X	X	X
Cascabeles	BITECMA			ESBA	X	X	X
Totalalillo Sur	IFOP		ESBA	X	X	X	X
Las Plailas	IFOP				ESBA	X	X
Pichidangui	BIOMAR		ESBA	X	X	X	X



- (e) Abundancia y estructura por tallas en sectores del 1rea hist3rica con posterioridad a la implementaci3n de las AMERB, como parte de proyectos espec3ficos.

Sector	Año	Extensi3n (ha)	Documentaci3n
Isla Choros	Verano e invierno 1999	511,2	Gonz1lez <i>et al.</i> , 1999
Sector costero Parque Nacional Fray Jorge	Verano e invierno 1999	1394	Gonz1lez <i>et al.</i> , 1999
15 sectores	2003-2004		Data del presente proyecto

#### - Tallas de la poblaci3n

Estos datos est1n disponibles en el caso de los relevamientos directos de las AMERBS, y otros relevamientos directos.

### 5.3.2 Implementaci3n del modelo METAPESCA

La implementaci3n del modelo METAPESCA para las poblaciones de loco fue desarrollada en el curso de tres talleres (dos en Coquimbo y uno en Puerto Madryn). En los mismos se decidieron la estructura, escala espacial, forma funcional de los distintos procesos de inter3s, y codificaci3n del modelo, donde la especificaci3n de indicadores de desempeo es un aspecto previo al modelado, e independiente del mismo.

Como se indic3 el modelo operativo METAPESCA, comprende un modelo comprensivo – operativo de la din1mica espacial del recurso loco, donde su utilidad predictiva est1 asociada al an1lisis integrado. En este sentido, el modelo est1 diseoado y el desempeo del modelo fue explorado durante la ejecuci3n del



proyecto, el cuanto a la congruencia de su estructura interna, lo cual permite obtener salidas gráficas y numéricas coherentes (ilustradas mediante salidas gráficas), lo cual implica que el “el modelo corre”.

El análisis fue conducido a la escala de las subpoblaciones, y en algunos casos a escalas aún más finas. En las **Figuras 33 a 38**, se presentan las salidas preliminares (ejemplos de adecuación del modelo), indicándose la presentación y rutinas de opciones del modelo, de igual forma se muestran las salidas para las macrozonas del modelo (Chañaral de Aceituno a Pichidangui) referidas a los procesos de dispersión larvaria y simulaciones las principales variables de estado y proceso del recurso loco. Lo anterior, responde a que en algunos casos es conveniente agregar las salidas a una mayor escala espacial a fin de poder cotejar las salidas del modelo con la información disponible sobre el recurso y la pesquería, normalmente agregada (por ejemplo las estadísticas de desembarcos).

Durante esta primera fase se acordó un modelo conceptual (en el curso de los talleres), se formalizó el modelo conceptual, y se verificó que el modelo funciona adecuadamente (se evaluó su desempeño). Una segunda etapa de evaluación del desempeño del modelo requiere de estimaciones de tendencias en la abundancia a escalas espaciales apropiadas a fin de “condicionar” los parámetros del modelo a la información histórica existente. Este tipo de análisis excede el alcance del proyecto y no fue comprometido en la propuesta técnica. El análisis de indicadores de desempeño de distintas estrategias de manejo, es parte de las tareas previstas para una instancia posterior del proyecto a fin de implementar los procedimientos de manejo (**Figura 39**). En este sentido, en los talleres técnicos se llegó a consenso entre el equipo del proyecto, y los sectorialistas de Subpesca una segunda fase del presente estudio.



**5.4 Objetivo 4. Proponer un plan de investigaci3n de mediano plazo, que complete el conocimiento de los procesos y par3metros que permitan llegar a tener un modelo de evaluaci3n de stock que reconozca expl3citamente la distribuci3n espacial del recurso**

La implementaci3n de un plan de investigaci3n, debe ser fundada en relaci3n con el actual marco legal/administrativo y lo objetivos de manejo integrados para la pesquer3a del loco desarrollada en la III y IV Regiones, considerando la viabilidad pr3ctica y costo-eficiencia de indicadores de desempe1o del recurso. El Plan de Investigaci3n resulta de acuerdo a los resultados del proyecto, estableci3ndose los temas prioritarios, el cual debiera estar dirigido a responder las siguientes interrogantes:

- ◆ ¿Cu3les son las implicancias generales de una estructura metapoblacional en los procesos de evaluaci3n y manejo del recurso?.
- ◆ ¿Que dificultades est3n asociadas a tasas de dispersi3n asim3tricas entre subpoblaciones que conforman una metapoblaci3n?.
- ◆ ¿Podr3a el conocimiento espacial del reclutamiento dar cuenta de la din3mica metapoblacional del recurso loco?.
- ◆ ¿Podr3a la informaci3n ha generar ser realmente 3til para evaluar la estructura metapoblacional?.
- ◆ ¿Tienen las AMERBs escalas apropiadas para manejar la pesquer3a del recurso loco?.
- ◆ ¿Cu3les deben ser las variables a seguir para establecer la condici3n del recurso loco?.

Existe consenso en la necesidad de contar con un plan de investigaci3n que defina las principales l3neas que deben ser desarrolladas, de tal modo de





concentrar los esfuerzos en generar el conocimiento necesario para comprender la dinámica de una metapoblaci3n de loco.

Durante la ejecuci3n de este proyecto, se han obtenido importantes resultados, dentro de los cuales se destacan:

- a) Generaci3n de una metabase de datos con toda la informaci3n disponible del loco, que incluye registros estadísticos, estudios técnicos, informaci3n de AMERB y el conocimiento de los propios usuarios<sup>12</sup>,
- b) Generaci3n de un sistema de informaci3n geográfico donde se integra toda la informaci3n disponible para la zona de estudio,
- c) Estimaci3n de la magnitud de la pesquería de loco, incluyendo la extracci3n ilegal de este molusco,
- d) Parametrizaci3n de la metapoblaci3n de loco para las regiones III y IV, incluyendo áreas protegidas (AMERB) y áreas de libre acceso (ALA),
- e) Identificaci3n preliminar de subpoblaciones de loco; esto es, poblaciones emisoras (source), receptoras y mixtas,
- f) Primera aproximaci3n de la dinámica metapoblacional del loco en la zona de estudio, y la modelaci3n de esta metapoblaci3n utilizando METAPESCA.

Sin embargo, para avanzar en la comprensi3n de la dinámica de la metapoblaci3n de loco es necesario completar áreas de conocimiento deficitaria. En este contexto, los avances logrados permiten identificar con mayor claridad aquellas áreas de investigaci3n necesarias.

---

<sup>12</sup> CSL, conocimiento del sistema local que poseen los pescadores artesanales y otros usuarios, tales como Investigadores y Consultores



La revisi3n e integraci3n de la informaci3n generada por d3cadas de estudios en diversos 3mbitos, dejan en evidencia la dispersi3n de informaci3n, la carencia de hilos conductores de dichas investigaciones y en consecuencia la inconexi3n de los mismos. As3, el principal desaf3o no s3lo es definir un plan de investigaci3n, sino que el desaf3o es que este plan se constituya en el marco que gu3e las futuras investigaciones y las correspondientes asignaciones presupuestarias.

Dado el marco jur3dico vigente, tanto en la asignaci3n de fondos como en la administraci3n del recurso loco, se requiere tender hacia un espacio de investigaci3n com3n donde los proyectos de investigaci3n, los programas de seguimiento de pesquer3as bent3nicas y los estudios de AMERB solicitados a las organizaciones de pescadores artesanales, sean consistentes, coherentes y complementarios, al plan de investigaci3n que se propone, de tal modo de maximizar los recursos financieros disponibles, delimitar los 3mbitos de acci3n de cada uno de los actores; y definir, redefinir o adecuar los objetivos de cada uno.

El Plan de Investigaci3n, con sus acciones, pretende no s3lo potenciar la calidad y cantidad de informaci3n disponible para el recurso loco, sino que tambi3n pretende contribuir a la compresi3n de la din3mica metapoblacional de recursos bent3nicos con ciclos de vida pelagob3nticos que incluyen fases larvales planct3nicas y adultos bent3nicos.

#### **5.4.1 Hip3tesis alternativas**

A partir de la informaci3n disponible, la experiencia del equipo de trabajo y los resultados del presente estudio, es posible construir ciertas hip3tesis sobre el funcionamiento de la metapoblaci3n de loco, las cuales permitir3n formular el Plan de Investigaci3n requerido. Estas Hip3tesis son:



- a) El asentamiento es afectado por la interacción de tres grupos de factores principales:
- Poblacionales: la cantidad de larvas, relacionada con el tamaño del stock parental desde donde provienen las larvas,
- Físicos (oceanográficos – climatológicos): corrientes y vientos. Dispersión por desplazamiento de masas de aguas, existentes al momento de la eclosión, durante su desarrollo y una vez competentes las larvas,
- Ecológicos: disponibilidad de sustrato apto; esto es, sustratos duros con existencia de comunidades que gatillarían los procesos de asentamiento y metamorfosis,
- b) Las larvas de loco tienen comportamientos diferenciales en sus diversos estados de desarrollo, estando asociados a procesos de retención y dispersión larval; y búsqueda y selección de sustratos para el asentamiento,
- c) Las larvas de loco tienen una fuerte dispersión al momento de la eclosión, dado que las posturas son depositadas preferentemente en zonas expuestas a las corrientes, posteriormente éstas son retenidas por masas de aguas y/o bosques de macroalgas hasta alcanzar la competencia larval, donde cambios conductuales las llevan a concentrarse en las capas superficiales de la columna de agua, constituyendo ésta otra etapa de dispersión larval asociada principalmente al efecto de los vientos,
- d) La concentración de ejemplares (comunidades) que constituyen el alimento de recién asentados y juveniles de loco, generan señales que gatillan los procesos fisiológicos asociados al asentamiento y metamorfosis larval,
- e) Existe un grado de retención de larvas desde la eclosión hasta alcanzar su competencia en sus zonas de origen, afectado por la



- interacción de procesos biológicos (conductas) y físicos (retención en masas de agua que funcionarían como verdaderas cápsulas que mantendrían las larvas en áreas geográficas restringidas),
- f) En el loco existen procesos densodependientes asociados sólo a procesos compensatorios que operan en la etapa predispersión del loco, afectando el crecimiento individual, con una consecuente menor contribución reproductiva,
  - g) La dispersión larval está afectada por las corrientes y vientos sur-norte, que predominan desde Los Vilos hasta Punta de Choros (Isla Choros); siendo Los Vilos una zona emisora, en forma de cascada, desde Los Vilos hasta decaer en el sector de Punta Lengua de Vaca. Los Vilos es receptor de larvas producidas al sur de esa zona (V Región). El sector de Punta Lengua de Vaca, sería un sector receptor de larvas producidas en la zona de Los Vilos; y un emisor importante para el sector de Los Choros. Los Choros es receptor de larvas producidas en el sector de Punta Lengua de Vaca y de larvas de Chañaral de Aceituno y de zonas más al norte, donde predominan en primavera vientos y corrientes norte-sur. Punta de Choros es emisor, en menor grado, de áreas costeras al sur de la Isla, con mayor aporte en el sector de Hornos,
  - h) La sustentación de las poblaciones de loco se deben fundamentalmente a la existencia de zonas crípticas que permiten el escape de una biomasa de desovantes (parentales) suficientes para la manutención de la población, creando áreas de refugio a gran escala.



#### 5.4.2 Objetivos del Plan de Investigaci3n

- **Objetivo Central**

*Comprender la din3mica metapoblacional del loco en t3rminos espacio temporales, los factores involucrados y la conectividad de las poblaciones de loco en la zona centro norte de Chile, considerando diversos 3mbitos y escalas de investigaci3n, con el prop3sito de contribuir a un manejo ecosist3mico de este recurso.*

- **Objetivos Generales:**

- a) Completar la descripci3n del desarrollo larval y fases tempranas del asentamiento y metamorfosis del loco, incluyendo la etolog3a larval y fases bent3nicas tempranas, a trav3s de experiencias en laboratorio e *in situ*,
- b) Identificar las se3ales ambientales (a diversas escalas) que inducen los procesos de asentamiento y metamorfosis del loco; y su participaci3n en los patrones de distribuci3n de los individuos reci3n asentados,
- c) Describir la din3mica poblacional de las presas que forman parte de la cadena tr3fica del loco, incluyendo ciclos de vida, procesos de asentamiento y patrones de distribuci3n espacio temporal,
- d) Describir la din3mica de los eventos oceanogr3ficos (corrientes, surgencias, mareas) y climatol3gicos (vientos, temperatura) a una escala apropiada para contribuir a la comprensi3n del transporte larval (dispersi3n y acercamiento a la costa, a zonas potenciales para el asentamiento),
- e) Determinar y estimar los procesos densodependientes pre y post dispersi3n para el loco (compensatorios y depensatorios),



- f) Describir la dispersión larval de loco desde las diversas macrozonas definidas en el presente estudio, de modo de probar la hipótesis de conectividad (fuentes-sumidero) entre cada una de las poblaciones de loco,
- g) Diseñar un plan de monitoreo y seguimiento del recurso loco que permita la generación de información que contribuya al manejo ecosistémico de la pesquería del loco, incluyendo la generación de áreas de reserva, un manejo integrado de las AMERB incluyendo a las ALA.

#### 5.4.3 Estructura del Plan de Investigación

Con el fin de alcanzar el objetivo central y los objetivos generales definidos en los párrafos anteriores, el Plan de Investigación deberá contemplar **programas horizontales**. Estos programas, deberán estar conformados por todas las iniciativas de seguimiento de pesquerías bentónicas que ya están implementadas, incorporando todas las adecuaciones que se consideren de interés especial para los propósitos actuales. Entre estos programas se cuenta con el *Programa de Seguimiento de Pesquerías Bentónicas* y los *Informes de Seguimiento de AMERB*. Además, se debe considerar programas de desarrollo y consolidación de recursos humanos que permitan generar las capacidades necesarias para dar continuidad al Plan de Investigación.

Las **Áreas Prioritarias de Investigación** fueron definidas en función de los déficit de conocimiento para cada etapa del ciclo de vida del loco, identificando las áreas de investigación para cada ámbito y aquellas de carácter transversal.

Para la gestión del Plan de Investigación se considerarán dos tipos de **áreas de gestión**. Por una parte, se establece el **Área del Progreso General del**



**Conocimiento**, con la finalidad de promover y dar apoyo a cualquier actividad de investigación básica o aplicada de calidad que pueda contribuir a incrementar el conocimiento de las áreas prioritarias definidas en este plan. Por otra parte, se establece el **Área de Gestión del Financiamiento**, con la finalidad no sólo de procurar los recursos necesarios, sino que también de racionalizar el uso de los recursos que ya están asignados y de los que se encuentran disponibles.

#### 5.4.3.1 Programas horizontales

Los programas horizontales los deberán constituir los actuales programas de seguimiento de pesquerías bentónicas y Programas de Desarrollo y Consolidación de Recursos Humanos, los que se describen a continuación:

- ***Programa de Seguimiento de Pesquerías Bentónicas - PSPB***

Este programa anual tiene cobertura nacional y actualmente es ejecutado por IFOP. Considerando los resultados del presente estudio y en función de los requerimientos de información detectados para el loco, se propone incluir explícitamente la operación de las AMERB, de tal modo que sea este programa el que genere las bases consolidadas a partir de la información entregada en los informes de seguimiento de cada AMERB. Lo anterior, porque no existe una instancia permanente que integre esta información. Para este propósito, es necesario incorporar adecuaciones a los informes de seguimiento de AMERB.

- ***Informes de Seguimiento AMERB***

Los requerimientos de estos informes han sido definidos por la Subsecretaría de Pesca, a través de los Informes Técnicos AMERB. La información necesaria para estimar las cuotas de extracción de las AMERB y las cosechas de las mismas,



deber3 ser consolidada por el PSPB; sin embargo, para hacer posible esta tarea es necesario estandarizar la estructura de las bases de datos (campos), ya que actualmente no existe una forma est3andar de dichas bases, siendo recomendable solicitar las bases crudas para evitar p3rdida de informaci3n y diferencias producto de diversas metodolog3as de evaluaci3n ocupadas por los asesores t3cnicos de las organizaciones de pescadores artesanales. Los requerimientos y formatos definidos por Subpesca, son los apropiados; sin embargo, estos requerimientos no son cumplidos por todas las unidades t3cnicas que asesoran a los pescadores, siendo necesario que exista mayor rigurosidad en las exigencias realizadas por la entidad administrativa (Subpesca).

- ***Programa de Desarrollo y Consolidaci3n de Recursos Humanos***

Este programa es uno de los ejes fundamentales del Plan de Investigaci3n. Los recursos humanos son el elemento central de cualquier sistema de ciencia, ya que se requiere de equipos multidisciplinarios en la cantidad y calidad suficientes.

En este contexto, el Plan de Investigaci3n deber3 ser capaz de reunir las mejores capacidades disponibles a nivel nacional e internacional; as3 como tambi3n, deber3 generar las capacidades donde y cuando sea necesario.

Considerando lo anterior, es importante dar continuidad a las l3neas de investigaci3n, conformando equipos de trabajo que re3nan a investigadores que est3n desarrollando l3neas de investigaci3n asociadas a la generaci3n de conocimiento de metapoblaciones de recursos pelagob3nticos.





### 5.4.3.2 3reas Tem3ticas Prioritarias

En el siguiente cuadro se resumen las l3neas de investigaci3n necesarias, las que han sido ordenadas en funci3n del ciclo de vida del recurso loco, destacando para cada una de ellas las 3reas de investigaci3n prioritarias para cada 3mbito de investigaci3n. Adem3s, se incluyen 3reas de investigaci3n transversales.

Ciclo de Vida del Loco ETAPAS	3MBITO DE INVESTIGACI3N	3REA DE INVESTIGACI3N
C3pula (Agregamientos reproductivos)	ETOLOG3A REPRODUCTIVA  ECOLOG3A REPRODUCTIVA	Descripci3n del comportamiento durante el proceso reproductivo del loco (c3pula, formaci3n de agregaciones reproductivas, etc.). Determinar la proporci3n de machos y hembras durante la formaci3n de agrupaciones reproductivas <sup>13</sup> .
Posturas de c3psulas	ECOLOG3A REPRODUCTIVA BIOLOG3A REPRODUCTIVA	Determinar factores que limitan la coberturas de las posturas de loco (asociada a sustrato). Determinar densodependencia en potencial reproductivo, referida a n3mero de c3psulas por individuo (proceso compensatorio predispersi3n).
Desarrollo intracapsular	BIOLOG3A REPRODUCTIVA	Determinar densodependencia en potencial reproductivo, referida a n3mero de larvas por c3psula (proceso compensatorio predispersi3n).
Eclosi3n larval	OCEANOGRAF3A F3SICA  ETOLOG3A LARVAL ECOLOG3A LARVAL	Influencia de corrientes y otros factores oceanogr3ficos y clim3ticos en la dispersi3n larval post-eclosi3n. Descripci3n del comportamiento larval inmediatamente post-eclosi3n. Determinar la influencia o interacci3n del entorno con la dispersi3n larval post-eclosi3n.
Desarrollo larval	OCEANOGRAF3A F3SICA  ETOLOG3A LARVAL OCEANOGRAF3A F3SICA	Descripci3n de sistemas de corrientes costeras y fen3menos oceanogr3ficos y climatol3gicos y su relaci3n con la dispersi3n larval. Descripci3n del comportamiento larval durante todo su desarrollo (post-eclosi3n a pre-metamorfosis <sup>14</sup> ). Determinar la dimensi3n de los parches larvales y su relaci3n con la din3mica de masas de agua.

<sup>13</sup> Las agregaciones de adultos durante la reproducci3n son llamadas Maicillos o Comidas por los pescadores artesanales de las regiones III y IV.

<sup>14</sup> La descripci3n de la conducta larval debe incluir la fase de asentamiento, ya que 3sta es una etapa reversible, de b3squeda del sustrato apropiado; a diferencia de la metamorfosis, que es un proceso irreversible.



Continuaci3n...

Asentamiento	ECOLOGÍA LARVAL	Determinaci3n de los inductores naturales del asentamiento del loco. Descripci3n del asentamiento larval. Determinar si existen procesos densodependientes durante el asentamiento.
Metamorfosis	ECOLOGÍA LARVAL	Determinaci3n de los inductores naturales de la metamorfosis del loco.
Desarrollo temprano post-asentamiento y metamorfosis (individuos reci3n asentados)	ECOLOGÍA PESQUERA	Determinar tasas de reclutamiento (reci3n metamorfoseados - settler). Determinar si existen procesos densodependientes en esta etapa del ciclo de vida del loco.
Desarrollo juveniles	BIOLOGÍA PESQUERA	Determinar tasas de crecimiento y mortalidad.
Adultos	ECOLOGÍA POBLACIONAL	Determinar la proporci3n de machos y hembras capturadas. Determinar tasas de recuperaci3n del loco (depletion). Determinar 3rea de influencia para el loco (Neighborhood <sup>15</sup> ).
TRANSVERSAL	BIOLOGÍA PESQUERA	Ajustes de parametrizaci3n del loco para Areas de Libre Acceso; y a nivel latitudinal. Determinar diferencias latitudinales en las diversas fases del ciclo de vida del loco (tasa de crecimiento, mortalidad, tasa de asentamiento). Mejorar la modelaci3n espacial del loco (Metapesca).

### 5.4.3.3 3reas de gesti3n

Considerando que es poco probable que el Plan de Investigaci3n definido, disponga del financiamiento necesario, es importante que exista un responsable de la gesti3n del mismo que procure que el Plan de Investigaci3n se vaya ejecutando. En este sentido, se definen dos tipos: **3rea del Progreso General del Conocimiento** y **3rea de Gesti3n del Financiamiento**.

<sup>15</sup> El 3rea de influencia (Ambit, Neighborhod o Area of influence) de un individuo es una regi3n espacial (2D o 3D) dentro de la cual alguna interacci3n del individuo y su ambiente (incluidos otros individuos) es efectiva.



- **Área del Progreso General del Conocimiento**

Esta área de gestión está asociada a la necesidad de encauzar los proyectos de investigación, en función de los requerimientos definidos en el Plan de Investigación. Lo anterior, con dos propósitos: (1) Ejecutar el Plan, lo cual significa priorizar, promover y encauzar los proyectos en función de los requerimientos de investigación y (2) Evitar duplicidad e inconexión de la investigación.

Este rol debería ser asumido por la Subsecretaría de Pesca y operativizado a través del Consejo de Investigación Pesquera, los Consejos Zonales y Sectorialistas de Pesca regionales<sup>16</sup>.

- **Área de Gestión del Financiamiento**

Esta área de gestión tiene una importancia evidente, que es contar con los recursos financieros para hacer posible la ejecución del Plan de Investigación. Dado que los recursos son insuficientes, se requiere de una gestión efectiva en este sentido.

Este rol debería ser asumido por la Subsecretaría y operativizado a través del Consejo de Investigación Pesquera, los Consejos Zonales y Sectorialistas de Pesca regionales.

Como resultado de este primer estudio bajo un enfoque metapoblaciona, se ha establecido la necesidad de realizar una segunda fase del proyecto a fin de consolidar el enfoque metapoblacional para la evaluación y el manejo sustentable del “loco” (***Concholepas concholepas***), mediante la implementación de

---

<sup>16</sup> Este rol es cumplido por sectorialistas del Mideplan que forman parte de los equipos de trabajo de las Serplac regionales. Además, el papel de asesor de los Intendentes (por ende de los Gobiernos Regionales) en el tema pesquero lo llevan a cabo los Directores Regionales de Sernapesca.



estrategias de explotaci3n geogr3ficamente expl3citas de las regiones III y VI. En esta etapa se consideran los aspectos de investigaci3n tendientes a constar con planes de manejo que permitan asegurar la sustentabilidad del recurso loco considerando un marco anal3tico metapoblacional.

En esta l3nea se realiz3 una reuni3n de trabajo que permiti3 consensuar criterios y conceptos utilizados en el presente estudio, y por otra parte presentar los principales antecedentes generados los cuales est3n en etapa de preparaci3n para su publicaci3n (**Anexo 6**). Este trabajo presenta una reseña de la pesquer3a del recurso loco, y la implementaci3n del sistema de 3reas de manejo de recursos bent3nicos, dentro del esquema de asignaci3n de derechos de usos territorial. Se examina la informaci3n existente y la generada por el proyecto a fin de evaluar el desempeo de las AMERBs y su relaci3n con la sustentabilidad biol3gica del recurso loco. Se describen consideraciones del manejo de las AMERBs en funci3n de una escala de observaci3n mayor a la utilizada actualmente, la cual se basa en el manejo y explotaci3n de 3reas discretas (AMERBs), sin considerar las interrelaciones que eventualmente se presentar3an bajo una estructura metapoblaci3n, entendida esta como un ordenamiento espacial de sectores productivos a lo largo de la costa. A partir de este trabajo, se espera generar las l3neas de investigaci3n necesarias a fin de contar a futuro con un esquema de manejo que considere la pesquer3a del recurso loco dentro de su real contexto espacial.



## 6. ANÁLISIS Y DISCUSI3N DE RESULTADOS

---

De acuerdo al enfoque moderno, la metapoblaci3n no es una hip3tesis, si no un marco conceptual, en este sentido carece de sentido testear si hay o no una metapoblaci3n. De este forma, el presente estudio ha enmarcado el análisis de la dinámica del loco en un contexto espacial, reconociendo que la existencia de estructura espacial no es una hip3tesis: sino un hecho, y donde las hip3tesis posibles se refieren a la importancia de esa estructura en relaci3n con procesos específcos. De esta forma, los modelos contemporáneos de dinámica metapoblacional, no están formulados en términos de una dinámica de parches y por tanto las probabilidades de extinci3n y recolonizaci3n no son del principal interés. El modelo de Botsford *et al.*, 1998 para la metapoblaci3n de la jaiba de Dungeness del Pacífico de USA es tal vez el más elaborado para una metapoblaci3n marina bentónica, en este modelo, ni siquiera se contemplan subpoblaciones discretas: donde la metapoblaci3n es continua, pero los procesos modelados varían espacialmente a lo largo del continuo.

De acuerdo a Kritzer. & Sale, 2004, a partir de mediados de los 90 se ha incrementado el uso del concepto de metapoblaciones en el área de ciencias marinas y pesqueras, preocupándose de las consideraciones que definen a una metapoblaci3n, observándose una falta de consenso en cuanto al uso del concepto y de sus alcances prácticos. Estos autores indican, que modelos con estructuras mas complejas que el modelo original del Levin, 1967 permiten entender un amplio rango de dinámicas poblacionales tales como el tamaño poblacional, estructura de edades y estructura genética. Ellos enfatizan el acoplamiento de escalas espaciales para definir la característica primordial de una metapoblacional, es decir, la metapoblaci3n se define a partir del grado de conectividad demográfica, donde la dinámica propia de poblaciones locales es



fuertemente dependiente de procesos externos. Esta perspectiva define a la metapoblaci3n sobre la base de un ordenamiento de poblaciones locales y su interrelaci3n, sin especificar una forma particular de dinámica que la origina. Esta visi3n permite ampliar el modelo clásico de metapoblacional de Levin, describiendo un amplio rango de fenómenos de ordenamiento de poblaciones, criterio utilizado en el presente estudio.

El proyecto, se concentr3 en la generaci3n y análisis de informaci3n existente asociada al recurso loco, a fin de caracterizar su cobertura y abundancia a lo largo de costa de la III y IV Regiones. Se ha procedido a resumir la informaci3n relacionada con la dinámica extractiva del recurso loco entre la III y IV Regiones, incluyendo el periodo pre y post AMERBs, y se ha realizado una revisi3n de la literatura dirigida a obtener y analizar los insumos poblacionales y oceanográficos, para evaluar la estructura metapoblacional del loco, en el marco del modelo METAPESCA. Para lo anterior, se orientaron esfuerzos a estandarizar bases de informaci3n de los proyectos de Seguimiento de la Pesquerías Bentónicas y la informaci3n generada a la fecha en los Seguirnientos de las AMERB, con el propósito de establecer una matriz de conectividad, en funci3n de la caracterizaci3n de áreas discretas (celdas) las cuales corresponden a la unidad básica de análisis de informaci3n. Para fines de modelaci3n se procedió a la sectorizaci3n en macrozonas, en funci3n del análisis de la metabase de datos generados, la incorporaci3n del conocimiento del sistema local y la experiencia de los investigadores del proyecto. La generaci3n de la metabase, se considera uno de los principales productos del estudio, ya que a partir de ésta se puede obtener informaci3n que puede ser analizada de forma sistémica, y por otro lado, permite su actualizaci3n periódica, para fines de mantener indicadores de control sobre el sistema de AMERBs y de la pesquería del recurso loco en general, para la III y IV Regiones.



El enfoque tendiente a establecer relaciones de aptitud del 1rea en funci3n de la comunidad de presas para el recurso loco, permite establecer niveles productivos del recurso loco por sector en funci3n de la condici3n tr3fica, aspecto que ha sido poco considerado en los estudios realizados para el manejo del recurso dentro de una componente espacial, el avance en esta 1rea se considera prioritario a fin de estimar la capacidad productiva para el recurso loco en el litoral de la III y IV Regi3n, en especial para dar respuesta a las diferentes niveles productivos observados en ambas regiones.

El patr3n m1s uniforme de las AMERBs observado en el litoral de la IV Regi3n, dado por una distribuci3n equidistante entre ellas, resulta coherente con los mayores niveles productivos hist3ricos en comparaci3n a la III Regi3n, en la cual las AMERBs, en menor n1mero, est1n distribuidas de forma m1s contagiosa, dejando mayores espacios de costa apta para el loco no sujeta a la medida de AMERBs. Esta configuraci3n generar1a grados diferenciales de conectividad entre las AMERBs. En este sentido, queda de manifiesto que el principal mecanismo para alcanzar el objetivo funcional de conectividad poblacional debiera estar asociado a procesos de advecci3n larvaria entre las subpoblaciones del recurso loco en la III y IV Regiones.

De acuerdo a lo anterior, la distribuci3n espacial de las AMERBs responder1a a los principales sectores productivos hist3ricos del recurso loco, asociados a la presencia de sustrato apto, condici3n que ha generado un mosaico de distribuci3n discreta de las AMERBs a lo largo de costa. Esta caracter1stica condicionar1a los procesos de conexi3n larvaria v1a dispersi3n asociada a la distancia entre sectores, tomando relevancia los procesos oceanogr1ficos de mesoescala, condici3n que determin3 la redefinici3n de la escala espacial de an1lisis, definiendo una matriz de conectividad en base a macrozonas para fines de modelaci3n.



La importancia de la fase larval radica en que estas larvas que habitan en la columna de agua son transportadas v3a dispersi3n por mecanismos de tipo oceanogr3fico hacia otras poblaciones locales (Poulin *et al.*, 2002). Esto permite plantear que las poblaciones locales que habitan dentro de una AMERB pueden estar acopladas con otras poblaciones locales v3a dispersi3n larval y formar una estructura metapoblacional, es decir, un conjunto de poblaciones locales unidas por dispersi3n (Haski & Gilpin, 1991). Una consecuencia directa de la dispersi3n entre poblaciones locales es que introduce correlaciones espaciales o falta de independencia en las din3micas locales implicando que la din3mica de una localidad depende de la din3mica de las otras localidades y esta dependencia ocurre a una escala espacial finita. Es decir, si la costa fuera un medio est3tico, la correlaci3n espacial o conectividad entre poblaciones locales depender3a de la capacidad de dispersi3n de las larvas. Sin embargo, debido a que la dispersi3n es afectada por la din3mica del transporte costero, entonces la correlaci3n espacial entre poblaciones podr3a manifestar una escala espacial similar a la de los mecanismos de transporte (Lagos *et al.*, 2002).

En general, se ha postulado que la surgencia costera podr3a tener una gran importancia en establecer los patrones de conectividad de las poblaciones meroplanct3nicas debido a que opera directamente sobre la fase de dispersi3n larval de las especies (Botsford, 2002). En consecuencia, es esperable que los patrones de abundancia de las poblaciones bent3nicas (*e.g.*, loco) est3n correlacionados a meso-escala (*i.e.*, 10 - 100 km), lo cual deber3a manifestarse en correlaciones positivas a escalas reducidas y negativas a grandes distancias. Lo cual implica que los patrones de abundancia deber3an ser similares a distancias reducidas e ir de la mano con las diferencias en abundancia a escalas mayores.

El patr3n de reclutamiento observado, en conjunto con los antecedentes de producci3n y estudios de corrientes a lo largo de la costa de las regiones III y IV,





permite plantear algunas hipótesis respecto a la retención de larvas a lo largo de la costa, generando, en conjunto un conocimiento general de la circulación y zonificación de la costa de la zona de estudio.

Sin perjuicio a la sectorización de los macrozonas, la costa del área de estudio en función de la integración de información, puede ser dividida en un total de 7 zonas (**Figura 40**). El centro del área costera analizada, contiene un sector (punta Choros) que funciona básicamente como una gran zona que retiene y atrapa larvas, condicionado fundamentalmente por accidentes topográficos. Este es un sector costero que se proyecta hacia el este, generando una plataforma más amplia que el resto de la costa, con varias islas (isla Chungungo, isla Choros, isla Damas, isla Gaviota, isla Chañaral) y amplias zonas de bajerías. En términos de larvas, en este sector probablemente éstas provienen en forma predominante desde el sur, tanto del sistema de bahías (bahía Tongoy, Guanaqueros, Herradura y Coquimbo), como de todo el sector de costa expuesta y bastante rectilínea característico del sector desde punta Lengua de Vaca hacia el Sur.

Por los grandes reclutamientos, punta de Choros siempre presenta poblaciones densas de locos, con biomásas altas y que, tras una explotación, se recuperan rápidamente. Es una zona que se caracterizaría por mantener altas capturas año tras año, sin fluctuaciones muy marcadas, en comparación al resto de la IV Región. A ambos lados de este gran resumidero (al norte y sur) se ubicarían zonas con retención-reclutamientos moderados. Por un lado, hacia el sur, se genera un sistema de bahías (ya mencionado) que genera una retención y por otro lado, hacia el norte, se genera una especie de rebalse o turbulencias detrás de esta gran Punta.

Estas zonas en general tendrían reclutamientos moderados, no obstante ocasionalmente puede generar reclutamientos fuertes, desarrollando poblaciones



de loco densas, que en algunos años pueden recuperarse rápidamente después de las cosechas, pero que en otros años podrían demorarse mayor tiempo en recuperarse. Es decir, zonas con capturas variables entre distintos años, las que pasan de moderadas a muy altas.

A continuación de estas zonas de retención-reclutamiento moderados se agregan dos zonas más, también de retención-reclutamiento, de baja intensidad. Hacia el sur está el sector comprendido entre caleta puerto Manso y punta Lengua de Vaca, el cual es un sector de costa muy rectilínea, con pocos accidentes, de plataforma muy estrecha. Las corrientes, son ocasionadas tanto por el viento predominante sur-oeste, como por las mareas, lo cual generaría un transporte predominantemente hacia el norte, lo que estaría favoreciendo, por un lado la dispersión de las larvas que produce, y por otro, estaría generando una baja retención de larvas que llegan desde más al sur. Esto se traduciría en que en este sector se desarrollarían reclutamientos muy pobres, con poblaciones de locos de renovación lenta, que pueden acumular biomasa con el tiempo, pero que una vez cosechada, se recupera con mucha lentitud. En términos pesqueros es una zona con capturas ocasionalmente altas, pero luego seguidas por muchos años de capturas muy bajas o inexistentes.

Hacia el norte, esta zona se extendería entre Carrizal Bajo por el sur hasta aproximadamente frente a Chañaral. En este sector, la costa se retira hacia el oriente, generando lo que podría ser visto como una enorme bahía. A pesar de tener diversos sectores con accidentes geográficos importantes, asociados con sistemas de bahías que en términos topográficos se asemejan al sistema de bahías del sector de Coquimbo, éstas se encuentran lejos, hacia el oriente, del flujo general de las corrientes. Bajo estas características se encuentra punta Chascos y el sistema de bahías o ensenadas que componen el sector de bahía



Salado, bahías Inglesa, Calderilla y Caldera, así como también más al norte bahía Flamenco.

Esta zona no sería receptora de las larvas que podrían provenir desde el sur, las cuales en el sector de punta Choros son desplazadas principalmente hacia mar abierto, alejándolas de la costa. A su vez, las larvas que esta zona produce parecen ser poco retenidas. Consecuentemente, estos procesos en su conjunto generarían reclutamientos muy bajos, a menudo ausentes en este sector de costa. Asimismo, las poblaciones de locos presentarían un crecimiento muy lento, pudiendo acumular biomasa con el tiempo, pero una vez cosechada, ésta se recuperaría en forma muy lenta. Esas capturas podrían ser seguidas por años sin reclutamiento, lo cual podría generar prácticamente una ausencia de locos procedentes de este sector costero.

Esta gran bahía terminaría en el sector de Pan de Azúcar, donde la costa en un tramo se proyecta algo más hacia el poniente. Ello podría generar en ese sector nuevamente un fenómeno de retención-reclutamiento similar al observado en punta de Choros, no obstante, sería de mucho menor grado. Este sector presentaría reclutamientos que pueden ir desde moderados a muy intensos, lo que genera biomasa de loco y consecuentemente capturas, que pueden fluctuar fuertemente entre años.

A su vez en el extremo sur del sector costero analizado, se ubica Los Vilos donde también se identifica una zona de retención-reclutamientos de tipo moderado. Este sector se caracteriza por presentar diversos accidentes geográficos, con ensenadas, bahías, pero sobre todo con amplias zonas de bajerías, que en algunos sectores se proyectan, a profundidades de 15- 20 m, lejos de la costa, como es el caso del sector de Chigualoco-Huentelauquen. Estas condiciones generarían una retención de larvas, y posiblemente una captura de larvas que



podrían provenir desde la V Región. Esta zona se caracterizaría por presentar poblaciones de locos que fluctuarían bastante en el tiempo, con reclutamientos variables, pero ocasionalmente muy fuertes, que generan biomاسas, y consecuentemente capturas, muy altas. Sin embargo, esos períodos pueden luego ser seguidos por años de biomاسas y capturas muy moderadas y fluctuantes en el tiempo. En esta zona la retención-reclutamiento más fuerte ocurriría en el sector comprendido entre isla Huevo y Chigualoco en esta parte de la costa.

La hipótesis general antes planteada fue evaluada para el sector sur de la IV Región (Chigualoco – Pichidangui), en función de la información pesquera histórica (1993 – 1998) y la integración del desempeño de las poblaciones del recurso loco distribuidos en esta zona, explotadas bajo el sistema de Áreas de Manejo. Lo anterior, permite establecer las relaciones cuantitativas entre el desempeño poblacional y pesquero entre los períodos pre y post AMERB, que estarían dando cuenta de las fluctuaciones poblacionales del recurso loco durante el período 1993 – 2003, asociados a los cambios en la forma de administrar esta pesquería en la IV Región (**Anexo 6**).

Dentro de los aspectos más relevantes dentro del enfoque metapoblacional, resulta ser la estimación de la escala espacial a la cual se acoplan las dinámicas poblacionales, ésta puede realizarse desde dos perspectivas: **1)** medir la sincronía espacial usando datos de series de tiempo para la abundancia del recurso loco registrada a través de las AMERB, en el transcurso de los últimos años, es decir a partir de una base de datos espacial y temporal; y **2)**, estimar la estructura de autocorrelación espacial en la abundancia poblacional a partir de un gran muestreo extendido espacialmente, en especial, por medio de patrones de reclutamiento espacial, ambas aproximaciones han sido tomadas en la ejecución del proyecto y están siendo evaluadas en función de la integración de la información generada.



En este sentido, durante las 3ltimas dos d3cadas se le ha dedicado considerable atenci3n al estudio de la variaci3n espacial y temporal del reclutamiento de especies marinas (Botsford, 2001). Esto ha estado motivado por el hecho que en poblaciones marinas con ciclo de vida complejo o meroplanct3nicas, como es el caso del recurso loco, los procesos que afectan la etapa larval en la columna de agua son distintos a los procesos que afectan a la fase adulta bent3nica y probablemente tengan una importancia crucial en determinar las din3micas poblacionales (Gaines & Roughgarden 1985; Roughgarden *et al.*, 1988; 1994; Connolly & Roughgarden, 1998; 1999a,b; Menge, 2000; Connolly *et al.*, 2001).

Pero, en poblaciones bent3nicas, el reclutamiento exitoso tiene una connotaci3n adicional ya que su ocurrencia permite diagnosticar la persistencia de la poblaci3n local debido al aporte de individuos desde otras poblaciones locales. En consecuencia, el seguimiento de las variaciones espacial y temporales que manifiesta la magnitud del proceso de reclutamiento es un requisito necesario para entender la demograf3a de especies meroplanct3nicas y por lo tanto es de crucial importancia para el manejo y conservaci3n de estas poblaciones (Botsford *et al.*, 1994, 1998). En este sentido, el contar con informaci3n temporal y espacial de la estructuras de tallas y niveles poblacionales como producto de los estudios de seguimiento de las AMERBs, sumado a estudios espec3ficos en sectores de libre acceso, resulta un antecedente de gran utilidad para explorar a trav3s de m3todos anal3ticos la historia de las cohortes en el tiempo y espacio, proceso que requerir3 eventualmente la continuidad de este tipo proyecto, a fin de contar con modelos de manejo que consideren de forma prioritaria la componente espacial, modelos que a nivel nacional han sido poco explorados.

De acuerdo a la informaci3n generada y discusiones al respecto, se puede sostener que 5 propiedades podr3an considerarse como indicadores de la funcionalidad de las AMERBs del recurso loco, y por lo tanto determinar su



potencial aporte a la integridad y sustentabilidad de la pesquería sujeta a esta herramienta de manejo, en un contexto metapoblacional:

1. La conectividad entre poblaciones locales contenidas en las AMERBs.
2. El reclutamiento de individuos hacia la población local dentro de una AMERB.
3. El rol como semilleros naturales de las AMERBs.
4. Identificación de las relaciones depredador-presa y efectos para un conjunto de AMERBs.
5. Los efectos de la pesca sobre la metapoblación, en especial los sectores de libre acceso.

La importancia de estas propiedades radica en que algunas pueden ser aproximadas mediante las bases de datos resultantes de los seguimientos de AMERB y validadas mediante un análisis integrado de la información. De esta forma, la relación entre la abundancia del recurso loco y la presencia de sus presas puede entregar indicadores de la capacidad de carga para sectores específicos a partir de datos históricos de captura, evaluaciones las AMERBs, e información empíricamente de los pescadores. En el caso de la conectividad entre poblaciones, esta medida reflejaría la mantención de una estructura metapoblacional, la cual es necesaria para la persistencia regional de las poblaciones con ciclo de vida complejo o meroplanctónicas (Botsford *et al.*, 1994). El grado de conectividad puede ser estimados a partir de los patrones de autocorrelación espacial y/o sincronía espacial en la abundancia poblacional del recurso loco a través de un gradiente geográfico regional (Lagos, 2003).

Por otra parte, mediante la incorporación de protocolos simples de muestreo sería posible evaluar la distribución de tamaños de post-asentamiento, lo cual permitiría registrar la magnitud del reclutamiento dentro de una AMERB, reflejando la entrada exitosa de individuos a la población local y, en consecuencia, su potencial



sustentabilidad a corto y mediano plazo. En este sentido, aunque el seguimiento del reclutamiento hacia la población local podría observarse en cambios en la distribución de tamaños de los individuos, en la práctica esto podría presentar un sesgo debido a que las evaluaciones del recurso loco dentro de una respectiva AMERB está orientado a evaluar principalmente la abundancia de individuos de tamaños medios hacia arriba (susceptibles de observar), por lo tanto tiende a subestimar el número de individuos de pequeño tamaño o reclutas. Así, este aspecto podría ser abordado desde 2 perspectivas: **1)** evaluando la distribución de frecuencias de tamaños de “locos” registrada en las evaluaciones realizadas en las AMERB a través de métodos indirectos para estimar reclutamiento (Análisis de población virtual), y **2)** desarrollando un método de evaluación directo para caracterizar el número de individuos reclutas dentro de un conjunto de AMERB.

Por su parte, mientras que cuantificando el número de posturas o cápsulas de “loco” podría evaluarse el rol como semilleros naturales de las AMERB y en consecuencia estimar el potencial servicio ecosistémico que estaría cumpliendo una AMERB como zonas exportadoras de larvas hacia zonas de libre acceso (Manríquez *et al.*, 2001). La hipótesis que establece el potencial rol de las AMERB como zonas fuentes de exportación de larvas hacia zonas explotadas ha sido evaluada empíricamente por Manríquez y Castilla (2001) quienes demostraron el aumento del número de posturas de cápsulas de locos en sistemas intermareales y, por lo tanto, la importancia del aporte de semillas o larvas desde zonas protegidas como las AMERB hacia zonas sobreexplotadas, las cuales debido a la menor abundancia de adultos, representan un pobre aporte al potencial reproductivo de la población a escala regional.

A nivel macrozonal, se debiera tener especial cuidado en la ventana temporal en la cual se evalúe la presencia de reclutas. Lo anterior respondería a las diferencias en el periodo o ventana de reclutamiento de “loco” que pueda existir a través de un



gradiente latitudinal, en principio esta aproximación debería tener una periodicidad a lo menos estacional, para luego, dependiendo de la región desarrollar un muestreo en la ventana de reclutamiento estacional correspondiente.

Por otra parte, debido a que no todos los sectores o AMERB presentan las mismas aptitudes para el reclutamiento (*e.g.*, diferencias en tipos de hábitat y extensión) y el reclutamiento también podrían ser afectados por procesos de transporte costero que afectan la dispersión larval, afectando su grado de conectividad, resultaría relevante mantener una red de evaluación de reclutas en el tiempo, a fin de detectar componentes espaciales a escala regional a través del tiempo.

Dado que la perspectiva planteada en este estudio se basa en la evaluación de procesos dinámicos de las poblaciones locos presentes en la III y IV Regiones, los cuales varían a través del espacio y tiempo, futuros protocolos de manejo que intenten involucrarse con estos aspectos deben considerar ambos factores. Así, este estudio al utilizar la teoría de dinámica espacial de poblaciones bajo un enfoque metapoblacional, para evaluar los aspectos funcionales que deberían evidenciarse en las poblaciones que son manejadas dentro de las AMERB, debiera permitir establecer variables de control de den cuenta del sistema a una escala espacial por sobre las AMERBs.

En este último punto, el estudio deja en evidencia los altos niveles de extracción ilegal desde áreas de libre acceso, las que en algunos casos en el estado inicial de las AMERB permitieron aumentar drásticamente sus abundancias (vía transporte de individuos adultos), pero que actualmente benefician a una fracción menor de los pescadores de ambas Regiones. Esta situación, debe ser analizada con cuidado, tanto en términos poblaciones y de ordenamiento pesquero, considerando que la extracción ilegal proviene de amplios sectores de la costa, los cuales serían de baja abundancia de acuerdo a los niveles de rendimiento





observados, en comparación con las AMERB, y por tanto se estaría actuando sobre una fracción menor de la población total, pero tal vez no menos importante en función de su participación a la manutención del recurso loco a nivel global. Por otro lado, en estos sectores de libre acceso estarían actualmente sujetos a relativos bajos niveles de esfuerzo, en comparación si se generan los incentivos legales para explotar este recurso en las áreas de libre acceso por parte del conjunto de pescadores.

Así también, la información básica para generar un modelo de dispersión larval basado en los antecedentes oceanográficos, teniendo presente escalas espaciales y temporales de los procesos involucrados, requiere además de los estudios de circulación basados en temperatura superficial del mar registrada desde satélites, u otros métodos indirectos, la obtención de datos de corrientes superficiales con equipamiento *ad hoc*, como correntómetro basado en el efecto Doppler (ADCP) en barridos en la zona de interés y en el tiempo de mayor deriva larval, junto con estudios de la estratificación de la columna de agua (distribución vertical de densidad). Considerando además, los registros de vientos continuos, muestreos de otras variables como temperatura en distintos niveles de profundidad y lugares de la costa, que permitan conocer los cambios temporales de la columna de agua y del forzante local, etc., lo anterior permitirá alimentar los modelos con información empírica concluyente.

Por ultimo, a partir de la modelación de la situación encontrada y el análisis de escenarios alternativos por medio del modelo METAPESCA, se esperan obtener respuesta en cuanto a la sustentabilidad de la pesquería del loco, bajo el actual esquema de administración, en el cual se presentan áreas con altas concentraciones de locos resguardadas bajo la medida de AMERBs, intercaladas entre áreas de libre acceso, las cuales estarían sometidas a una importante pesca ilegal.



## 7. CONCLUSIONES

---

- El recurso loco presenta una distribución continua a lo largo de la costa de la III y IV Regiones con una fuerte componente espacial, estableciendo subpoblaciones de abundancias variables, condicionado por la presencia de sustrato apto e ítems presas para el recurso loco.
- La distribución del recurso loco estructura una metapoblación, donde la delimitación de las subpoblaciones corresponde a las AMERBs y a las áreas históricas intercaladas. Esta conclusión, se basa en la conceptualización de una metapoblación como un sistema de poblaciones locales discretas, cada una determinada por su propia dinámica interna dentro de un rango de distribución de poblaciones, pero con un grado de influencia demográfica desde otras poblaciones a través de dispersión de individuos.
- En la III Región y IV Regiones existirían abundancia del recurso loco de 3 y 28 millones de individuos respectivamente. Las principales abundancias del recurso están asociadas a las AMERBs, las que se localizan sobre los bancos históricos de extracción, ocupando el 36% y 21% de la superficie de la III y IV Regiones, con un 57 y 75% de la abundancia al interior de las AMERB.
- Las mayores concentraciones del recurso loco se asocian a sectores con presencia de procesos oceanográficos (corrientes, vorticidad y zonas de surgencia) y topográficos (batimetría e islas), que favorecen los procesos de retención larvaria y desarrollo de las distintas etapas de desarrollo del recurso. Entre estos destacan las macrozonas de Chañaral de aceituno – Hornos y Huentelauquen – Pichidangui, los cuales dan cuenta del 67% de la producción actual entre la III y IV Regiones.



- Los patrones de reclutamiento observados presentan un fuerte componente espacial sur - norte, con fallas en el reclutamiento espacial y temporal en especial en la zona centro norte de la III Región. Estos patrones son coherentes con el sistema de corrientes sur – norte, que favorecen la advección de larvas desde el sur de la IV Región hasta la zona sur de la III Región, sector donde las corrientes costeras presentan dirección hacia mar abierto, justificando las fallas de reclutamiento en sector centro - norte de la III Región.
- Se concluye que para el recurso loco existiría un sistema de interconectividad espacial, donde se presentarían relaciones de fuente–sumidero con patrones que concuerdan con los niveles de productividad históricos del recurso en la costa, lo cual apoya la hipótesis de una estructura metapoblacional, donde la conectividad larval entre poblaciones implicaría el principal mecanismo de mantención de esta estructura espacial. Bajo este esquema la estimación de las tasas de intercambio interpoblacional debe ser una prioridad para futuras investigaciones.
- La aproximación metapoblacional de la dinámica del recurso loco, reconoce la existencia de jerarquía de escalas espaciales, con stocks estructurados como metapoblaciones, donde la dinámica de las poblaciones es dominada por la heterogeneidad espacial y temporal, lo que justifica abordar el entendimiento del recurso loco bajo criterios espaciales que consideren su dinámica poblacional y pesquera.
- Los patrones de conectividad entre las subpoblaciones del recurso loco, dan cuenta de zonas de alta importancia para la sustentabilidad espacial del recurso, en especial las localizadas en el sector centro – sur de la IV Región, cuyas poblaciones de loco abastecerían la zona sur de la IV Región.



- La identificación de las áreas adscritas a AMERBs y la cobertura de las áreas históricas, resultan de gran relevancia en razón de la importancia que ello reviste en la implementación de una estrategia integrada de manejo para el recurso. En este sentido, se establece que cerca del 80% de la productividad del recurso loco en la III y IV Regiones se inserta dentro de las AMERBs, situación ventajosa para establecer pautas de manejos espacialmente integradas para el este recurso, en especial, para establecer eventuales cambios generados por la pesquería en la abundancia del recurso loco.
- De acuerdo a lo anterior, el enfoque metapoblacional de modelación se presenta como una opción razonable y preferible para el diseño de estrategias de manejo del recurso loco, las cuales pueden incluir diversas formas de regulación espacialmente explícitas, las cuales deberán servir como bases para establecer un programa de monitoreo asociado a la pesquería del recurso loco.
- Considerando la información disponible, el diseño de un primer modelo espacial de conectividad, permitió generar hipótesis alternativas de conectividad entre sectores de la costa en función de indicadores poblacionales y antecedentes oceanográficos, reconociendo los elementos que lo componen y su interrelación para ser considerado en la elaboración de estrategia de manejo espaciales, en consideración a la escala global de distribución del recurso y las interrelaciones entre las distintas poblaciones actualmente explotadas legalmente bajo el régimen de AMERBs e ilegalmente desde áreas de libre acceso.
- Sin embargo, esta asociación debe ser coherente con procesos oceanográficos y observaciones directas de los estados iniciales de desarrollo del recurso loco, que expliquen la estructuración de las poblaciones del loco por medio de la conectividad de sectores costeros particulares. De esta forma, después de esta



fase considerada inicial para el enfoque de tipo metapoblacional, los estudios y análisis deberán estar orientados a establecer la conectividad entre poblaciones, en función de la dinámica poblacional del recurso, la cual deberá ser analizada a través de la integración modelística, haciendo uso de la información generada mediante los estudios de seguimiento de las AMERB, las observaciones de campo y la interpretación analítica de las mismas.

- La integración de información y modelamiento de los principales procesos del recurso loco permitió proponer un primer modelo conceptual – operativo en un contexto espacial (METAPESCA –Loco), sin embargo, se requiere de una segunda etapa para implementar el modelo metapoblacional propuesto a fin de evaluar estrategias alternativas que ayuden al manejo integral de la pesquería del recurso loco.
- La propuesta de un plan de investigación para el monitoreo de los principales procesos asociados a la dinámica del recurso loco, en especial el reclutamiento en sectores costeros específicos, resultara de gran relevancia, dado que se ha establecido que la costa en su conjunto está abierta a los procesos de reclutamiento originados en otras áreas, en especial a AMERBs, las cuales se comportarían como poblaciones abiertas, de forma que el efecto de éstas bajo un manejo no integrado podría tener consecuencias no observables en cortas escalas de tiempo.
- Por ultimo, de acuerdo a lo anterior, una de la principales aspectos ha considerar dentro de un estructura metapoblacional esta dado en la posibilidad de identificar sectores para ser establecidas como areas marinas protegidas (AMP) que tenga la posibilidad de auto-reclutamiento y exportación de larvas a otras poblaciones que conformar la red de areas productivas (AMERBs).



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Acuña, E., J. Moraga y E. Uribe. 1989.** La zona de Coquimbo: Un Sistema nerítico de surgencia de alta productividad. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Pacífico Sur (número especial).
- Adlerstein, S. 1987.** Age and growth of *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) using microgrowth structure and spectral analysis. MSc Thesis, University of Washington (Seattle), 179 pags.
- Ahumada, R. y L. Chuecas. 1979.** Algunas Condiciones hidrográficas estacionales de la Bahía de Concepción y áreas adyacentes. Gayana Miscelanea, 8: 1-56.
- Alfsen, J. 1976.** Descripción oceanográfica de la Bahía Herradura de Guayacán. Serie oceanográfica e ingeniería. Universidad del norte. Coquimbo. Publicación ocasional.
- Alverson, D. & M. Carney, 1975.** A graphic review of the growth and decay of population cohorts. J. Const. Explor.Mer. 326 (2): 133-134.
- Alvial, A. y J. Moraga. 1986.** Estudio de la circulación en la Bahía de Iquique (20°12'S; 70°10'W) usando derivadores. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 14: 17-33.
- Aracena, O., Lépéz, M.I., Olivares, O. y Peña, G. 1996.** Crecimiento y mortalidad de *Concholepas concholepas* en Ramuntcho, Chile. XII Jornadas de Ciencias del Mar: 54 (resumen).



**Bakun, A. and C. S. Nelson. 1991.** The seasonal cycle of wind-strees curl in subtropical Eastern Boundary current region. *J. Phys. Oceanogr.* 21: 1815-1834.

**Bakun, A. (1996).** Patterns in the Ocean, ocean processes and marine population dynamics. California Sea Grant College System, NOAA in cooperation with Centro de Investigaciones del Noroeste, La Paz, M3xico. 323 pp.

**Barahona T., N. (Jefe de Proyecto) y colaboradores. 2000.** Seguimiento del estado de situaci3n de las principales pesquerías nacionales, 1999-Tomo IV (recurso loco). Subsecretaría de Pesca. IFOP, Informe Final, 64 pags., figures, tables.

**Barreiro, A., D. Losada, A. García-Allut & J. Freire. 1999.** Using description logics to integrate fishers' ecological knowledge in the research of artisanal fisheries. Documento t3cnico de proyecto PGIDT99X110201B del Gobierno de Galicia, Junta de Galicia, España.

**Bear, C. 2003.** Ecological Knowledge: Key informant approaches for the Gulf of St. Lawrence Lobster Fisheries. 5 pp.  
<http://match.stfx.ca/research/ecoknow/6505c2.htm> (Consultado el 09.Oct.2003).

**Botsford L. (2001).** Physical influences on recruitment to California current invertebrates populations on multiple scale. *ICES Jour. Mar. Sci.* 10:1-11.



**Botsford, L. W., Moloney, Hastings, A., Largier, J.L., Powell T.M, Higgins, K, and Quinn, J.F. 1994.** The influence of spatially and temporally varying oceanographic conditions on meroplanktonic metapopulation. *Deep-Sea res.* 41:107-145.

**Botsford, L. W., Moloney, C.L., Largier, J.L., and Hastings, A. 1998.** Metapopulation dynamics of meroplanktonic invertebrates: the Dungeness crab as an example. En: G.S. Jamieson y A. Campbell, editores: *Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management.* Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 125: 295-306.

**Breen, P. & D. Fournier, 1984.** A user's guide to estimating total mortality rates from length frequency data with the method of Fournier & Breen. *Can. Tech. Rep.. Fish. Aquat. Sci.* 1239: iii+63 p.

**Cassie, R. M., 1994.** Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Aust. J. Mar. freshwat. Res.*, 5:513-22.

**Castilla JC (1979).** *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae): posturas de c3psulas en el laboratorio y la naturaleza. *Biol Pesq* 12:91-97.

**Castilla, J.C & P. Schmide, 1979.** Estudio del recurso *Concholepas concholepas* (Loco) en la IV regi3n de Chile. Convenio SERPLAC-IV Regi3n y La Pontificia Universidad Cat3lica de Chile. 214 pp.





**Castilla, J.C. Ch. Guisado & J. Cancino, 1979.** Aspectos ecológicos y conductuales relacionados con la alimentación de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae) *Biología Pesquera*: 12: 99-114.

**Castilla, J.C. y Cancino, J. 1979.** Principales depredadores de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae) y observaciones preliminares sobre mecanismos conductuales de escape y defensa. *Biol. Pesq. (Chile)* 12: 115-123.

**Castilla, J.C. 1983.** El recurso *Concholepas concholepas*, su biología y estado en que se encuentra la pesquería en Chile. En: "Análisis de pesquerías chilenas". P. Arana. (ed.). Escuela de Ciencias del Mar. Universidad Católica de Valparaíso. pp. 37-51.

**Castilla, J.C. y Jerez, G. 1986.** Artisanal fishery and development of a data base for managing the loco, *Concholepas concholepas*, resource in Chile. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 92: 133-139.

**Chávez, F., R. Barber, P. Kosro, A. Huyer, S. Ramp, T. Stanton & B. Rojas de Mendiola (1991).** Horizontal transport and the distribution of nutrients in the coastal transition zone off northern California: effects of primary production, phytoplankton biomass and species composition. *Journal of Geophysical Research* 96: 14833-14848.

**Connolly S. & Roughgarden J. (1998).** A latitudinal gradient in northeast Pacific intertidal community structure: evidence for an oceanographically based synthesis of marine community theory. *Am. Nat.* 151: 311-326.



**Connolly S. & Roughgarden J. (1999b).** Increased recruitment of northeast Pacific barnacles during the 1997 El Niño. *Limnol. Oceanogr.* 44: 466-469.

**Connolly S., Menge B., & Roughgarden J (2001).** A latitudinal gradient in recruitment of intertidal invertebrates in northeast Pacific ocean. *Ecology* 82: 1799-1813.

**Cubillos, G. 2000.** Estudio a mesoescala de frentes costeros en la zona centro norte de Chile (30-26°S) y sus implicancias biológicas. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Univ. Cat. Del Norte. 96 pp.

**Davis, A. 2003.** Thoughts on approaches to designing and conducting ecological knowledge social research. 5 pp.

<http://math.stfx.ca/research/ecoknow/6504c3.htm> (Consultado el 09.Oct.2003).

**Disalvo LH (1988).** Observations on the larval and post-metamorphic life of *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) in laboratory culture. *Veliger* 30:358-368.

**Disalvo L. H, 1991.** "Metamorfosis y vida temprana del loco *Concholepas concholepas* en un microcosmos sumareal de laboratorio". Proc. XI Jornadas de Ciencias del Mar. p 23.

**Desalvo, L.H. y Carriker, M.R. 1994.** Planktonic, metamorphic, and early benthic behavior of the Chilean loco, *Concholepas concholepas* (MURICIDAE: GASTROPODA: MOLLUSCA). *J. Shellfish Res.* 13: 57-66.



**DuBois, R., J.C. Castilla & R Cacciolatto. 1980.** Sublittoral observations of behaviour in the Chilean "Loco" *C. concholepas*. (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). *The Veliger*, 23: 83-92.

**Emery W. J., A. C. Thomas, M. J. Collins, W. R. Crawford, D.L Mackas,** An objective method for computing advective surface velocities from sequential infrared satellite images, *J. Geophys. Res.*, 91 (C11), 12865-12878, **1986**.

**Fonseca, T. y V. Hickmann. 1978.** Contribución al conocimiento de las condiciones oceanográficas de la Bahía de Valparaíso. *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 6(5): 78-80.

**Fonseca, T. y V. Hickmann. 1979.** Nota sobre la circulación de la Bahía de Valparaíso (abril 1976). *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 7(1): 47-53.

**Fonseca, T. y E. Morales. 1983.** *Corrientes Marinas*. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ciencias del Mar. Univ. Cat. de Valparaíso. 180 pp.

**Freire, J. & A. García-Allut. 1999.** Integration of fishers' ecological knowledge in fisheries biology and management. A proposal for the case of the artisanal fisheries of Galicia (NW Spain). Theme Session S.: Evaluation of Complete Fisheries Systems. Economic, Social and Ecological Analyses.

**Freire, J. & A. García-Allut. 2000.** Socioeconomic and biological causes of management failures in European artisanal fisheries: the case of Galicia (NW Spain). *Marine Policy* 24: 375-384.



**Kritzer J.P. & P. Sale. 2004.** Metapopulation ecology in the sea: from Levin's model to marine ecology and fisheries science. *Fish and Fisheries*, 2004. 5, 131 – 140.

**Gaines S & Roughgarden J., 1985.** Larval settlement rate: a leading determinant of structure in an ecological community of the marine intertidal zone. *Proc. Natl Acad Sci USA*. 82:3707-3711.

**Gallardo C (1979).** El ciclo vital del Murícido *Concholepas concholepas* y consideraciones sobre sus primeras fases de vida en el bentos. *Biol Pesq* 12:79-89.

**García-Allut, A., J. Freire, A. Barreiro & D. Losada. 1999.** Methodology for integration of fishers' ecological knowledge in fisheries biology and management using knowledge representation (Artificial Intelligence). Documento técnico de proyecto PGIDT99X110201B del Gobierno de Galicia, Junta de Galicia, España.

**Gayanilo, F.C. Jr., P. Sparre & D. Pauly. 1996.** FAO- ICLARM stock assessment tools (FiSAT) user's manual. FAO. Computerized Information Series (Fisheries) 8, FAO, Rome. 126 pp.

**Geaghan, J.P. y Castilla, J.C. 1987.** Population dynamics of the loco (*Concholepas concholepas*) fishery in Central Chile. *Invest. Pesq. (Chile)* 34: 21-31.

**Gilles D., R. Peterman & A. Tyler, 1993.** Movement dynamics in fishery: application of the ideal free distributions to spatial allocatio of effort. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 50:323 –333.



**González Y., J. (Jefe de Proyecto) y colaboradores. 1998.** Investigación y análisis bioeconómico en áreas de manejo de la IV Región. FNDR, Informe Final, 152 pags, figures, tables, anexos.

**González Y., J. (Jefe de proyecto) y colaboradores 1999.** Estudio piloto ecológico y socio-económico en areas potenciales de reserva marina en las III y IV Regiones. FIP No. 97-45, Informe Final. IFOP, 194 pags., figuras, tablas, anexos.

**Graham, W., J. Field & D. Potts (1992).** Persistent "upwelling shadows" and their influence on zooplankton distributions. *Marine Biology* 114: 561-570.

**Guerra M., J. 2001.** Evaluación de la mortalidad temprana y patrones de dispersión de los post-asentados de *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789), en la zona intermareal rocosa. Univ. Austral de Chile, Facultad de Ciencias, tesis de magister, 64 pags.

**Guisado, Ch. & J.C. Castilla. 1983.** Aspects of the ecology and growth of a juvenile population of *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae) at Las Cruces, Chile. *Marine Biology*. 78: 99-103.

**Gulland, J.A. and S.J. Holt. 1959.** Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. *J.Cons. CIEM*, 44: 200- 209.

**Hanski, I., and M. E. Gilpin. 1991.** Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. 3-16 IN I. Hanski and M. E. Gilpin, eds., *Metapopulation Dynamics*, Academic Press, London.



**Hanski I, and Simberloff D (1997).** The metapopulation approach, its history, conceptual domain and application to conservation. In: Hanski I, Gilpin ME (eds) Metapopulation biology. Academic. Press, London, pp 5–26.

**IFOP. 1993.** Investigaci3n monitoreo pesquería del recurso loco Zona Centro Norte 93; Regiones I a VIII. Informe IFOP-SUBPESCA, 33 pgs.

**IFOP. 1994a.** Diagn3stico, evaluaci3n y manejo de las principales pesquerías bent3nicas de la IV Regi3n. SERPLAC-IFOP, Informe Final, 2 vols., 308 pags.

**IFOP 1994b.** Investigaci3n, evaluaci3n y manejo de recursos bent3nicos de la IV Regi3n. CORFO-IFOP, 51 pags.

**IFOP, 1996.** Áreas de Manejo, base productiva para el desarrollo sustentable de las comunidades de pescadores artesanales IV Regi3n (Etapa I) Informe final. CORFO-IFOP. 51pp.

**IFOP 1999.** Investigaci3n y usos del borde costero de la IV Regi3n. FNDR, Informe Final, 175 pags.

**Incze LS, Wahle RA, Palma AT (2000).** Advection and settle-ment rates in a benthic invertebrate: recruitment to first benthic stage in *Homarus americanus*. ICES J Mar Sci 57:430-437.

**Kamachi M.,** Advective surface velocities derived from sequential images for rotational flow field: limitations and applications of maximum cross-correlation method with rotational registrations, J. Geophys. Res., 94 (C12), 18227-18233, 1989.



**Knauss, J. (1978).** Introduction to Physical Oceanography. Prentice Hall Inc. N.J. USA. 338 pp.

**Kosro, P. & A. Huyer (1986).** CTD and velocity surveys of seaward jets off northern California, July 1981 and 1982. Journal of Geophysical Research 91: 7680-7690.

**La Violette P. E.,** The advection of submesoscale thermal features in the Alboran Sea Gyre, J. Phys. Ocean., 14, 450-505, **1984**.

**Lagos N.A., I. Barría & P. Paolini (2002).** Upwelling ecosystems in northern Chile: integrating benthic ecology with oceanography through remote sensing. Pags 117-141. En J. Largier & J.C. Castilla (eds) The oceanography and ecology of the nearshore and bays in Chile. Ediciones Universidad Cat3lica de Chile.

**Landry, M., V. Fagerness & W. Peterson (1991).** Ontogenetic patterns in the distribution of *Pseudocalanus* spp. During upwelling off the coast of Washington, USA. Bulletin of Plankton Society of Japan, Special Volume: 451-466.

**L3pez MI, Moreno CA (1988).** Recruitment of *Concholepas concholepas* (Brugui3re, 1789) Gastropoda, Muricidae) in the coast of Valdivia: adults and habitat type influences. Biol Pesq 17:47-56.

**Levins R (1969).** Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. Bull Ento-mol. Soc Am 15:237-240.



- Lozada, E., López, M.T. y Desqueyroux, R. 1976.** Aspectos ecológicos de poblaciones chilenas de *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) (MOLLUSCA, GASTROPODA, MURICIDAE). *Biología Pesquera (Chile)* 8: 9-29.
- Mann, K. & J. Lazier (1991).** *Dynamics of Marine Ecosystems, Biological-Physical Interactions in the Oceans.* Blackwell Scientific Publications, Boston EU. 446 pp.
- Manríquez, P.H. y Castilla, J.C. 2001.** Significance of marine protected areas in central Chile as seeding grounds for the gastropod *Concholepas concholepas*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 215: 201-211.
- Martin, K. 2003.** Operationalizing ecological knowledge. 7 pp. <http://math.stfx.ca/research/ecoknow/6504c12.htm> (Consultado el 09.Oct.2003).
- Martínez, P. y Navarrete, S.A. 2002.** Temporal and spatial variation in settlement of the gastropod *Concholepas concholepas* in natural and artificial substrata. *J. Mar. Biol. Ass. UK* 82: 257-264.
- Maurstad, A. 2003.** Obstacles to mapping fisher knowledge. 4 pp. <http://math.stfx.ca/research/ecoknow/6504c8.htm> (Consultado el 09.Oct.2003).
- McDonald, P. & P. Green, 1988.** User's guide to program MIX: An interactive program for fitting mixtures of distributions. Release 2.3. ICHTHUS DATA SYSTEM. Canada. 59 p.





- Méndez, M.A. y Cancino, J.M. 1992.** Crecimiento de ejemplares post-metamórficos y juveniles de *Concholepas concholepas* (Bruguiere) en condiciones de laboratorio. Efecto de densidad, dieta y temperatura. Biol. Pesq. (Chile) 21: 21-30.
- Mendoza U., O. (Jefe de Proyecto) y colaboradores. 1994.** Evaluación y manejo de recursos bentónicos IV Región. FIP, Informe Final. IFOP, 86 pags, tablas, figures, anexos. [Provincias del Choapa & Limarí].
- Menge B. (2000).** Recruitment vs. post-recruitment processes as determinants of barnacle population abundance. Ecology 70: 265-288.
- Mesías, J. y S. Salinas. 1986.** Corrientes en la Bahía de Concepción, Chile. Biología Pesquera. 15: 55-62.
- Miranda, P., H. (Jefe de Proyecto) y colaboradores. 1997.** Monitoreo de la pesquería del recurso loco a nivel nacional (temporada de pesca 1996). FIP 96-43, Informe Final. IFOP, 51 pags., tables, figures.
- Moraga, J. 1989.** Observación de ondas internas frente a Coquimbo, Chile. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 13: 3-17.
- Moraga, J. y J. Olivares. 1993.** Condiciones oceanográficas del area próxima a la costa frente a Coquimbo, Chile. Fac. Ciencias del Mar. Univ. Cat. del Norte. Coquimbo. Serie Ocasional 2: 125-140.
- Moraga, J., A. Valle-Levinson y J.L. Blanco, 1994.** Hidrografía y dinámica de la capa superior del océano en la zona costera del Pacífico Suroriental (30°S). Invest. Pesq. (Chile) 38:55-73.



- Moraga, J., E. Valdebenito y J. Rutllant, 2001.** Condiciones oceanográficas durante la fase de relajación de un evento de surgencia invernal frente a Punta Lengua de Vaca, Coquimbo. Invest., Mar., Valparaíso, 29 (1): 59-71.
- Moreno, C.A. y Reyes, A.E. 1988.** Densidad de *Concholepas concholepas* en la Reserva Marina de Mehuin: evidencias de fallas en el reclutamiento. Biología Pesquera (Chile) 17: 31-38.
- Moreno CA, Asencio G, Ibáñez S (1993).** Patrones de asentamiento de *Concholepas concholepas* (Bruguière) (Mollusca: Muricidae) en la zona intermareal rocosa de Valdivia, Chile. Rev Chil Hist Nat 66:93-101.
- Moreno, C.A., Reyes, A.E. y Asencio, G. 1993a.** Habitat and movements of the recruits of *Concholepas concholepas* (MOLLUSCA: MURICIDAE) in the rocky intertidal of southern Chile. J. exp. Mar. Biol. Ecol. 171: 51-61.
- Moreno, C.A., Asencio, G. y Ibáñez, S. 1993b.** Patrones de asentamiento de *Concholepas concholepas* (Bruguiere) (MOLLUSCA: MURICIDAE) en la zona intermareal rocosa de Valdivia, Chile. Rev. Chilena Hist. Nat. 66: 93-101.
- Moreno, C., G. Asencio, W.E. Duarte & V. Marín. 1998.** Settlement of the muricid *Concholepas concholepas* and its relationship with El Niño and coastal upwellings in southern Chile. Mar.Ecol. Prog. Ser. Vol 167: 171-175.
- Olivares, J., y J. Moraga. 1988.** Caracterización química de masas de agua frente a la zona de Coquimbo. Informe Final DGI Univ. Cat. del Norte. Sede Coquimbo, 25 p.



**Olivares, G. y Wolf, M. 2003.** Coastal circulation off Central Chile (28°S-31°S) derived from sea surface temperature imagery. MS, 5 pags.

**Parsons, T.R. & M. Takahashi (1977).** Biological Oceanographic Processes. Pergamon Press Ltd. Oxford England. 332 pp.

**Pauly, D., 1983.** Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. F.A.O. Documento Técnico de pesca. 234. FIRM/T234.FIRM/T234.49 p.

**Peña, G., Huepe, P., Lépéz, I., Aracena, O., Olivares, O. y Santos, C. 1994.** Registro de larvas de *Concholepas concholepas* en el plankton costero de bahía San Vicente y Coliumo, VIII Región. Bol. Soc. Biol. Concepción (Chile) 65: 81-87.

**Pérez, E.P. y Stotz, W.B. 1992.** Comparaciones múltiples de parámetros gravimétricos entre poblaciones submareales de *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) en el norte de Chile. Rev. Biol. Mar. (Valparaiso, Chile) 27: 175-186.

**Peterson, W., C. Miller & A. Hutchinson (1979).** Zonation and maintenance of copepod populations in the Oregon upwelling zone. Deep-Sea Research 26: 467-494.

**Pizarro, O., S. Hormazábal, A. Gonzáles y E. Yánez. 1994.** Variabilidad del viento, nivel del mar y temperatura en la costa norte de Chile. Inv. Mar., 22: 85-101.



**Pond, S. y G. Pickard, 1983.** Introductory dynamical oceanography. 2nd edition. Pergamon Press. 329 pp.

**Poulin, E., Palma, A.T., Leiva, G., Hernández, E., Martínez, P., Navarrete, S.A. y Castilla, J.C. 2002a.** Temporal and spatial variation in the distribution of epineustonic competent larvae of *Concholepas concholepas* along the ceantral coast of Chile. Mar. Ecol. Progr. Ser. 229: 95-104.

**Poulin, E., Palma, A.T., Leiva, G., Narvaez, D., Pacheco, R., Navarrete, S.A. y Castilla, J.C. 2002b.** Avoiding offshore transport of competent larvae during upwelling events: the case of the gastropod *Concholepas concholepas* in Central Chile. Limnol. Oceanogr.

**Quinn, T.J., and R.B. Deriso. 1999.** Quantitative fish dynamics. Oxford University Press, NY.

**Quintana, M, A. Ferman, S. Pino & M.J. Badilla. 1994.** Adecuamiento de la industria exportadora ante nuevos requerimientos de Exportación. Informe Interno IFOP. Proyecto CORFO.

**Reyes, A.E. y Moreno, C.A. 1990.** Asentamiento y crecimiento de los primeros estadios bentónicos de *Concholepas concholepas* (MOLLUSCA, MURICIDAE) en en el intermareal rocoso de Mehuin, Chile. Rev. Chilena Hist. Nat. 63: 157-163.

**RICKER, W.E. 1975.** Acomputation and interpretation of biological statistic of fish population. Bull Fish RES. BD. Can. 191 – 382 pp.



**Rivas DA, Castilla JC (1987).** Dinámica de poblaciones inter-mareales de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) (Mollusca: Gastropoda) en Chile Central. Invest Pesq 34: 3-19.

**Roughgarden J., S. Gaines & H. Possingham (1988).** Recruitment dynamics in complex life cycles. Science 241: 1460-1466.

**Ruttlant, J. 1993.** Interacci3n océano atm3sfera. Revista Geofísica. Inst. Panamer. De Geografía e Historia, 24: 173-189.

**Schmiede, P. y Castilla, J.C. (Jefes de Proyecto) y colaboradores. 1979.** Estudio del recurso *Concholepas concholepas* (loco) en la IV Regi3n de Chile. Convenio SERPLAC (IV Regi3n)-Pontificia Universidad Católica de Chile, Informe Final, 215 pags.

**Scribano, A. 2001.** Investigaci3n Cualitativa y Textualidad. La interpretaci3n como práctica sociológica. Cinta de Moebio N° 11. Septiembre 2001. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Chile. 11 pp.

**Stotz WB, De Amesti P, Martinez DJ, Perez E, 1991a.** Lugares de asentamiento y desarrollo de juveniles tempranos de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) en ambientes inter y submareales de la IV Region, Coquimbo, Chile. Rev Biol Mar 26:339-350.

**Stotz, W., Lancellotti, D.A., Martínez, D.J., De Amesti, P. y Pérez, E. 1991 b.** Variaci3n temporal y especial del registro de juveniles recién asentados de *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789), en el intermareal rocoso de la IV Regi3n, Chile. Rev. Biol. Mar. (Valparaiso, Chile) 26: 351-361.



**Stotz, W., P. De Amesti, D. Martinez & E. Pérez. 1991 c.** Lugares de asentamiento y desarrollo de juveniles tempranos de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) en el inter y sub mareal de la IV Región. Coquimbo. Revista de Biología Marina. Valparaíso. 26: 339 - 350.

**Stotz, W. & E. Pérez. 1992.** Crecimiento y productividad del loco de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789): como estimador de la capacidad de carga en las Áreas de Manejo. Invest. Pesq. 37: 13-22.

**Stotz, W. B. 1997.** Las Áreas de Manejo en la ley de pesca y acuicultura: Primeras experiencias y evaluación de la utilidad de esta herramienta para el recurso loco. Estud. Oceanol. 16: 67-86.

**Stotz, W. (Jefe de Proyecto) y colaboradores. 2000.** Formulación de una metodología para el estudio de edad y crecimiento en el recurso loco. FIP 97-36, Informe Final, 151 pags.

**Stotz W., S. González, L. Caillaux & J. Aburto. 2003.** Quantitative evaluation of the diet and feeding behavior of the carnivorous gastropod, *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) (Muricidae) in subtidal, habitats in the southeastern pacific upwelling system. Journal of Shellfish Research, Vol . 22 N° 1, 147-164.

**Subpesca, 2000.** Veda extractiva para el recurso loco en las regiones I a XI. Informe Técnico (R.Pesq.) N° 06. Subsecretaría de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Valparaíso, enero de 2000. 30 pp.



**Vachon, W. A. 1973.** Scale model testing of drogues for free drifting buoys. Reports N° R 769, C.S. Draper Laboratory, 455 Technology Square, Cambridge, Mass. 02139, 131 pp.

**Vachon, W. A. 1974.** Improving drifting buoy performance by scale model drogues testing. Marine Technology Society Journal, 8: 58-62.

**Vachon, W. A. 1982.** Drifters. Pub. Air-Sea Interaction, Instruments and Meted. Ed. By F. Dobson, L. Hasse and R. Davis. Plenum Press. 2nd Print: 201-217.

**Valenzuela, C. 1998.** Variabilidad de baja frecuencia de las corrientes costeras y agentes forzantes asociados en la zona central de Chile, entre 1991 y 1995. Tesis para optar al T3tulo de Ocean3grafo. Univ. Cat. de Valpara3so. 109 pp.

**Varela, C.E. y L3pez, D.A. 1989.** Manejo de los reproductores de **Concholepas concholepas** (Bruguere) en el dise1no de una estrategia de repoblaci3n. Medio Ambiente (Chile) 10: 3-12.

**Vergara, J. 1992.** Simulaci3n de un evento de surgencia costera a los 29.5°S, Chile. Invest. Pesq. (Chile) 37: 73-87.

**Wilson A, 2002.** Estudios de Situaci3n Base y Seguimientos en 3reas de manejo: Marco conceptual e importancia de los estudios realizados en comunidades bent3nicas. Tesis para optar al t3tulo de Bi3logo Marino. U.C.N. 44 pp + tablas y figuras.



**Wing, S., L. Botsford, S. Ralston & J. Largier (1998).** Meroplanktonic distribution and circulation in a coastal retention zone of the northern California upwelling system. *Limnology and Oceanography* 43: 1710-1721.

**Wolff, M. 1989.** Estimates of growth, mortality and recruitment of the loco *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) derived from a shell mound in northern Chile. *Stud. Neotrop. Fauna Envir.* 24: 87-96.

**Wroblewski, J. (1982).** Interaction of current and vertical migration in maintaining *Calanus marsellae* in the Oregon upwelling zone - a simulation. *Deep-Sea Research* 29: 665-686.

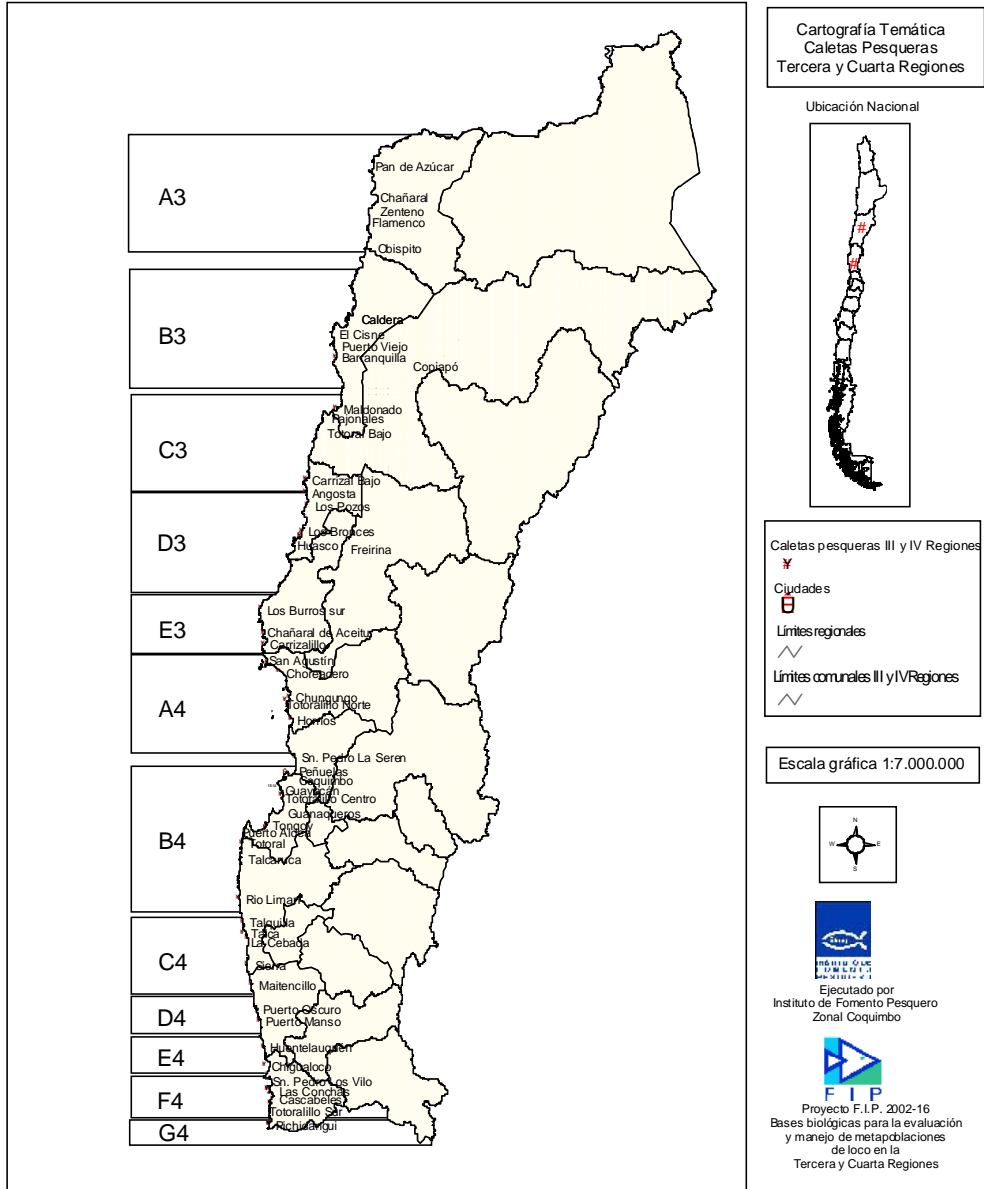
**Zuleta V., A. (Investigador Principal) y colaboradores. 1997.** Evaluación indirecta del stock del recurso loco (*Concholepas concholepas*) a nivel nacional. Proyecto FIP No 95-22B, Informe Final. ECOFISH Consultores, 61 pags., anexos.



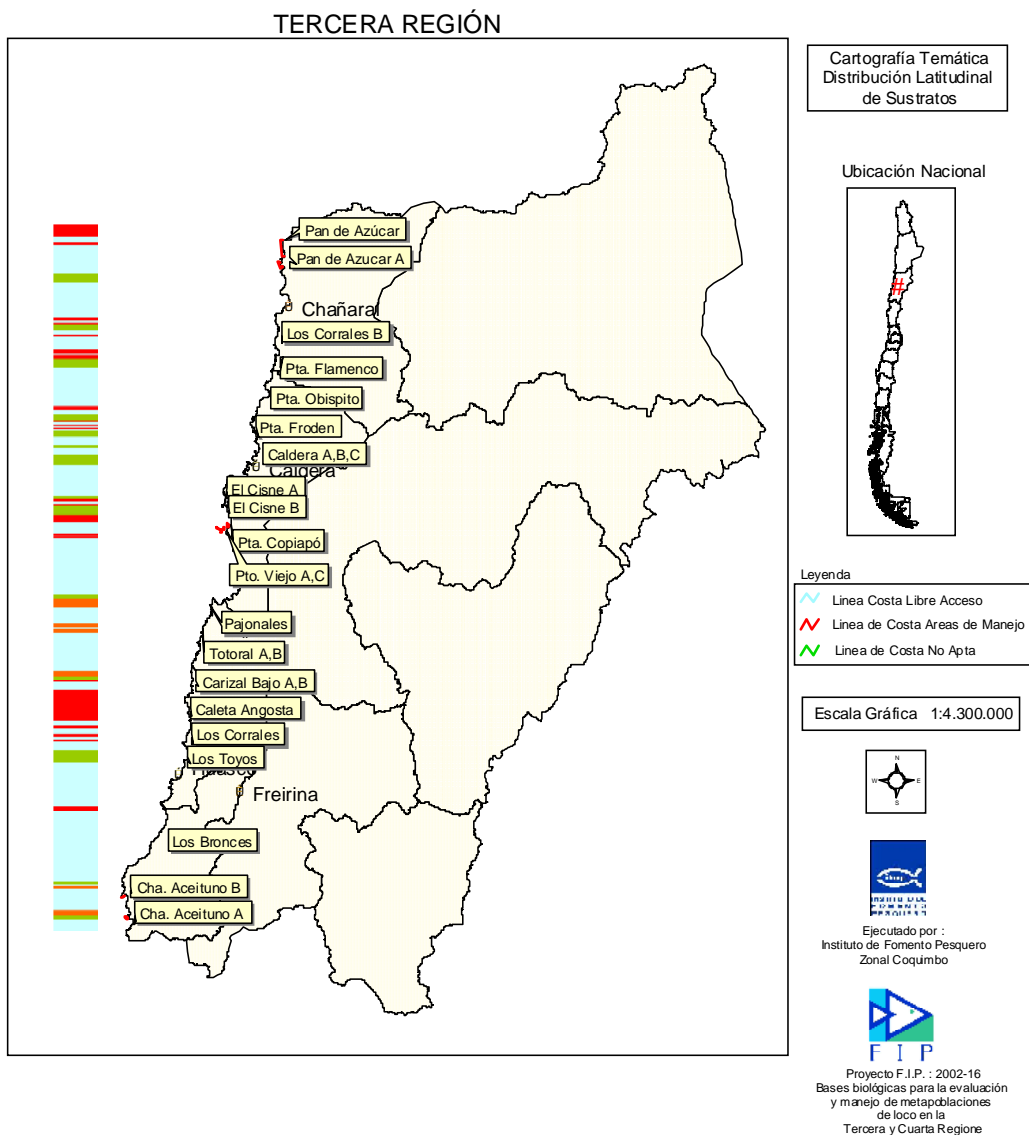
# FIGURAS



TERCERA Y CUARTA REGIONES



**Figura 1.** Sectorización pesquera en función del desembarque pre – AMERB del recurso loco en la III y IV Regiones.



**Figura 2.** Distribución espacial dentro de sector (AMERB, ALA y ANA) asociado al recurso, en la III Región.



CUARTA REGIÓN

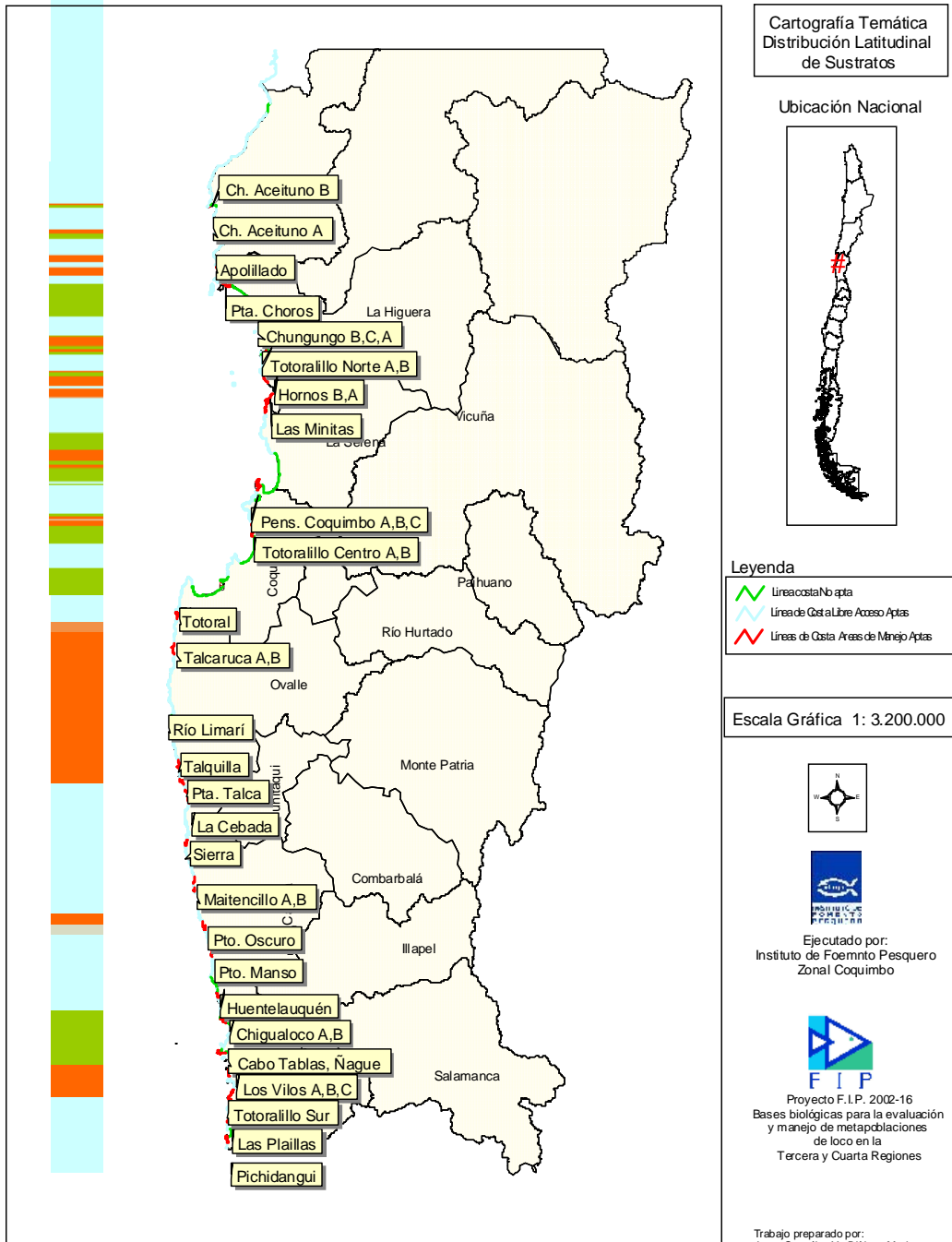
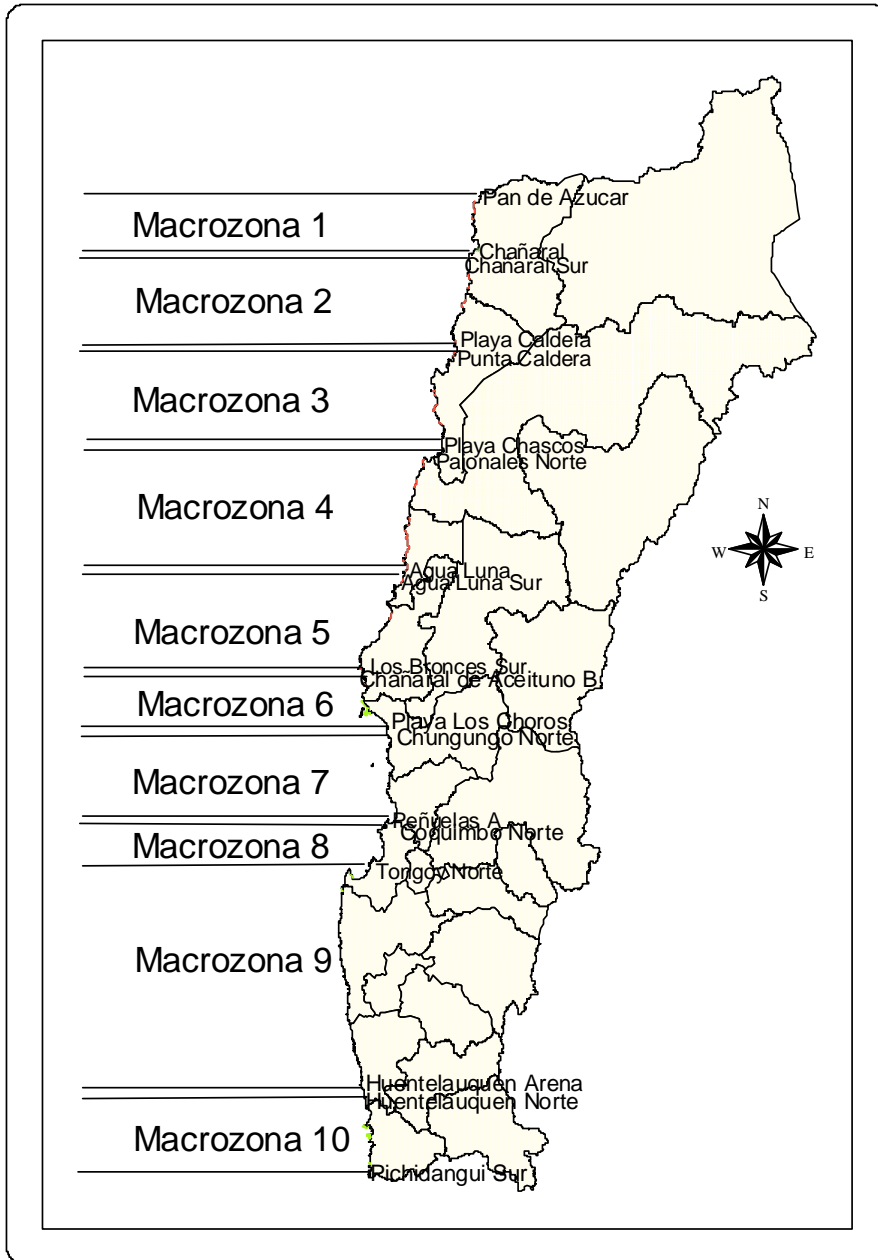
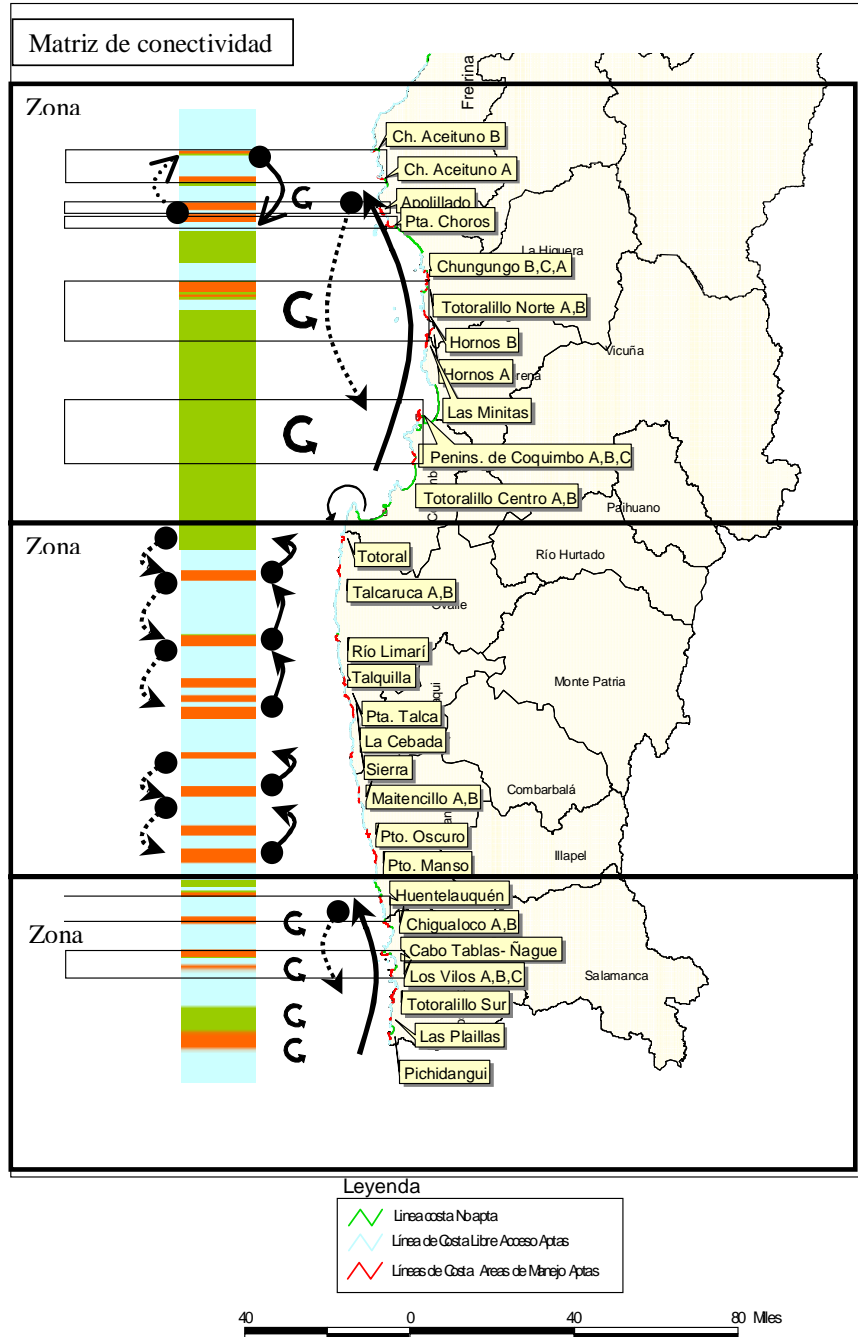


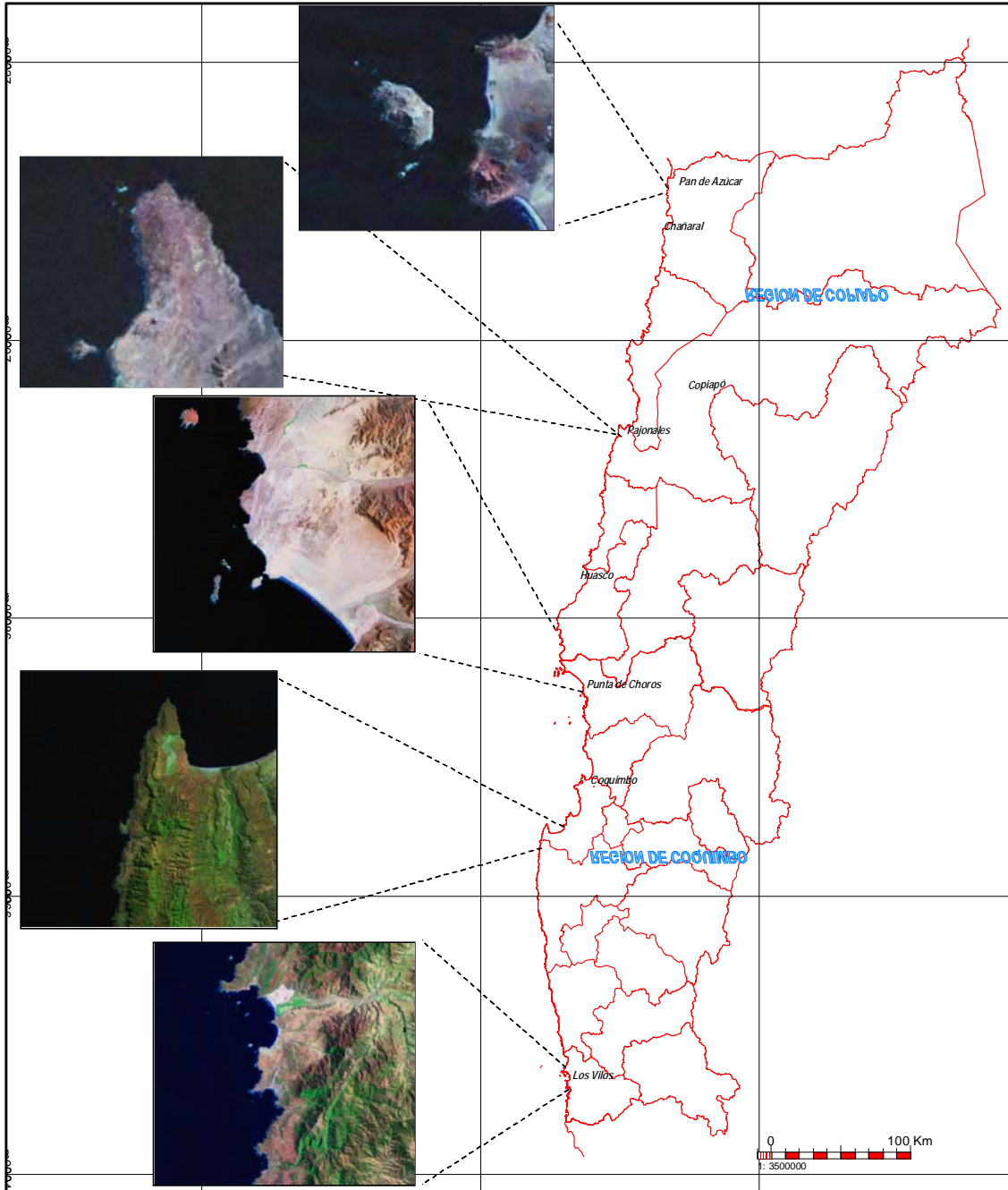
Figura 3. Distribución espacial dentro de sector (AMERB, ALA y ANA) asociado al recurso, en la IV Región.



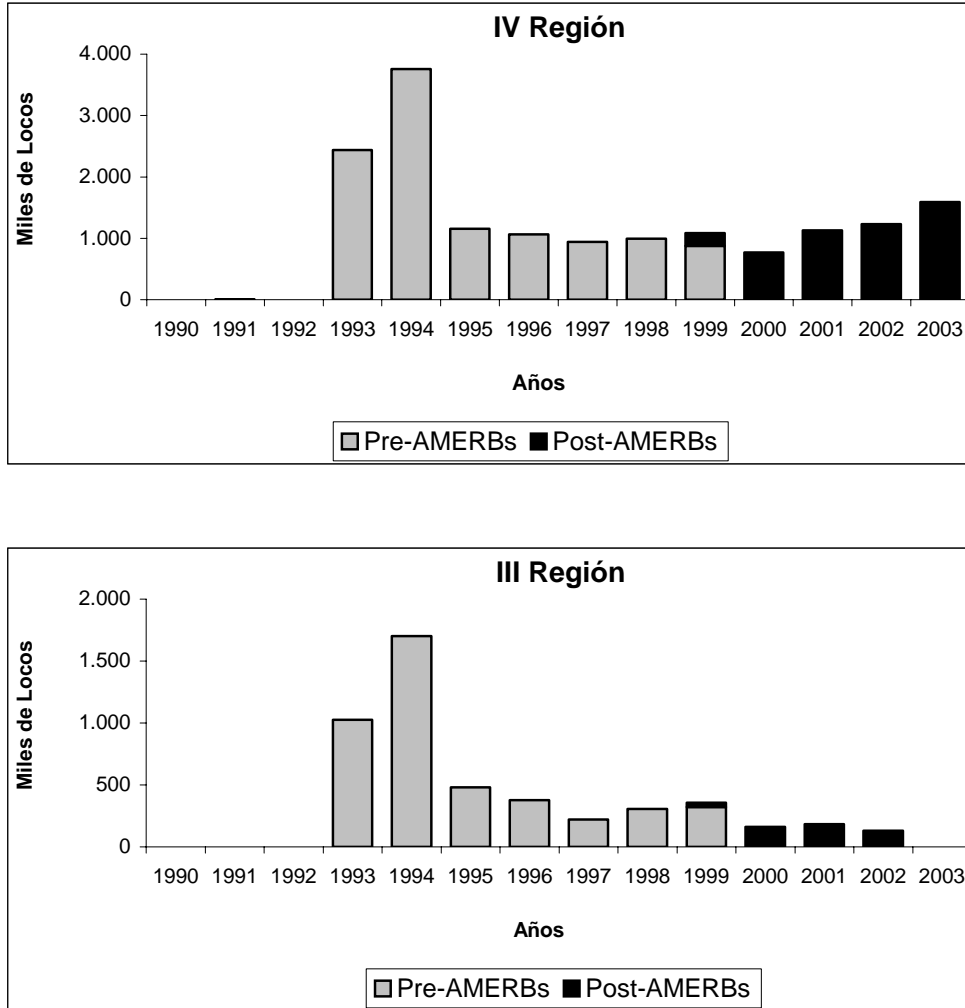
**Figura 4.** Distribución de las macrozonas en función del recurso Loco en la III y IV Regiones.



**Figura 5.** Modelo hipotético de conectividad larval para el recurso loco. Las flechas continuas indican la componente de dirección predominante, las flechas discontinuas el transporte larval ocasional y los giros proceso de retención local.

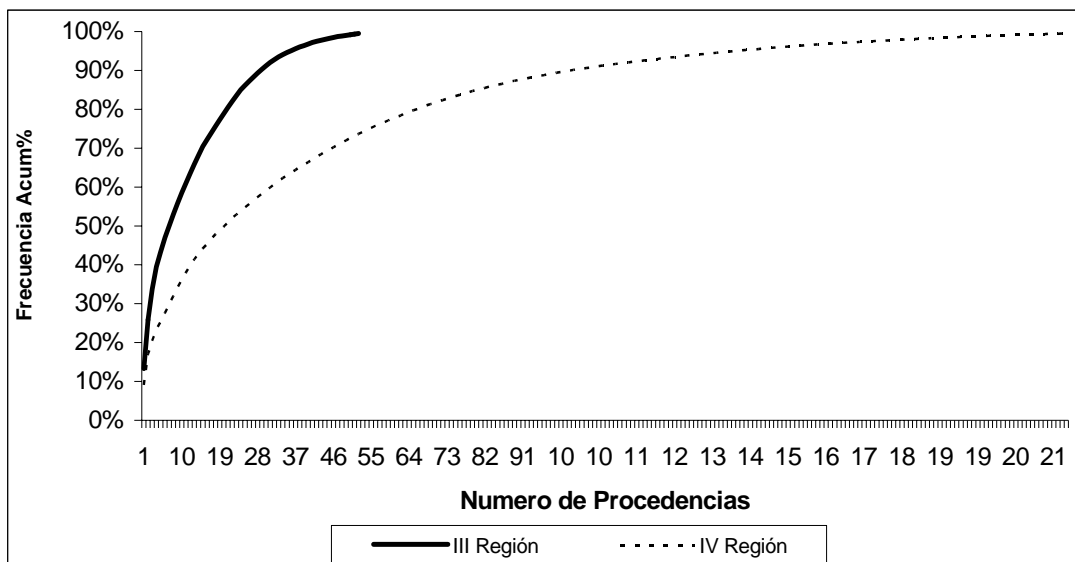


**Figura 6.** Sectores seleccionados para estudio de campo en la III y IV Regiones.

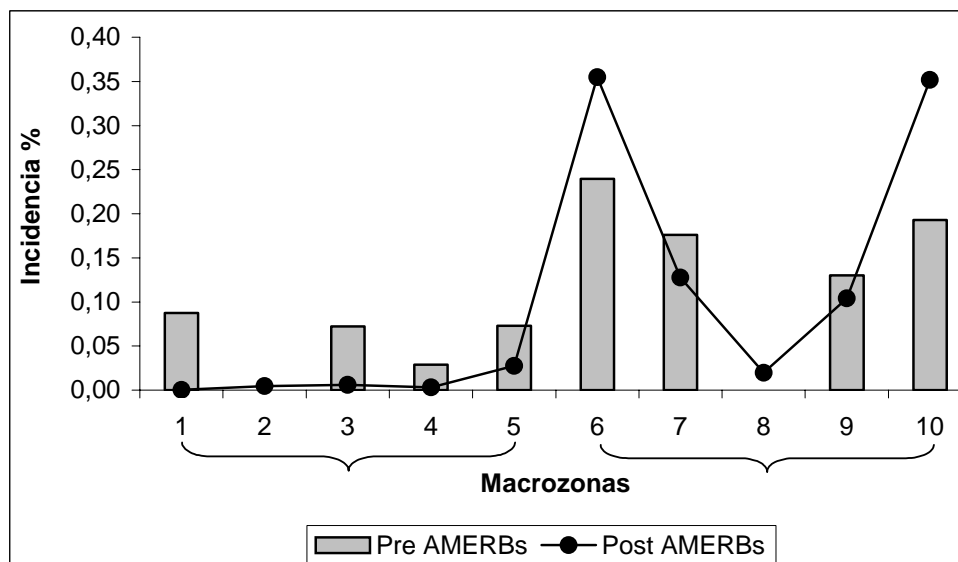


**Figura 7.** Desembarque hist3rico del recurso loco en la III y IV Regi3n en el periodo Pre y Post AMERBs.

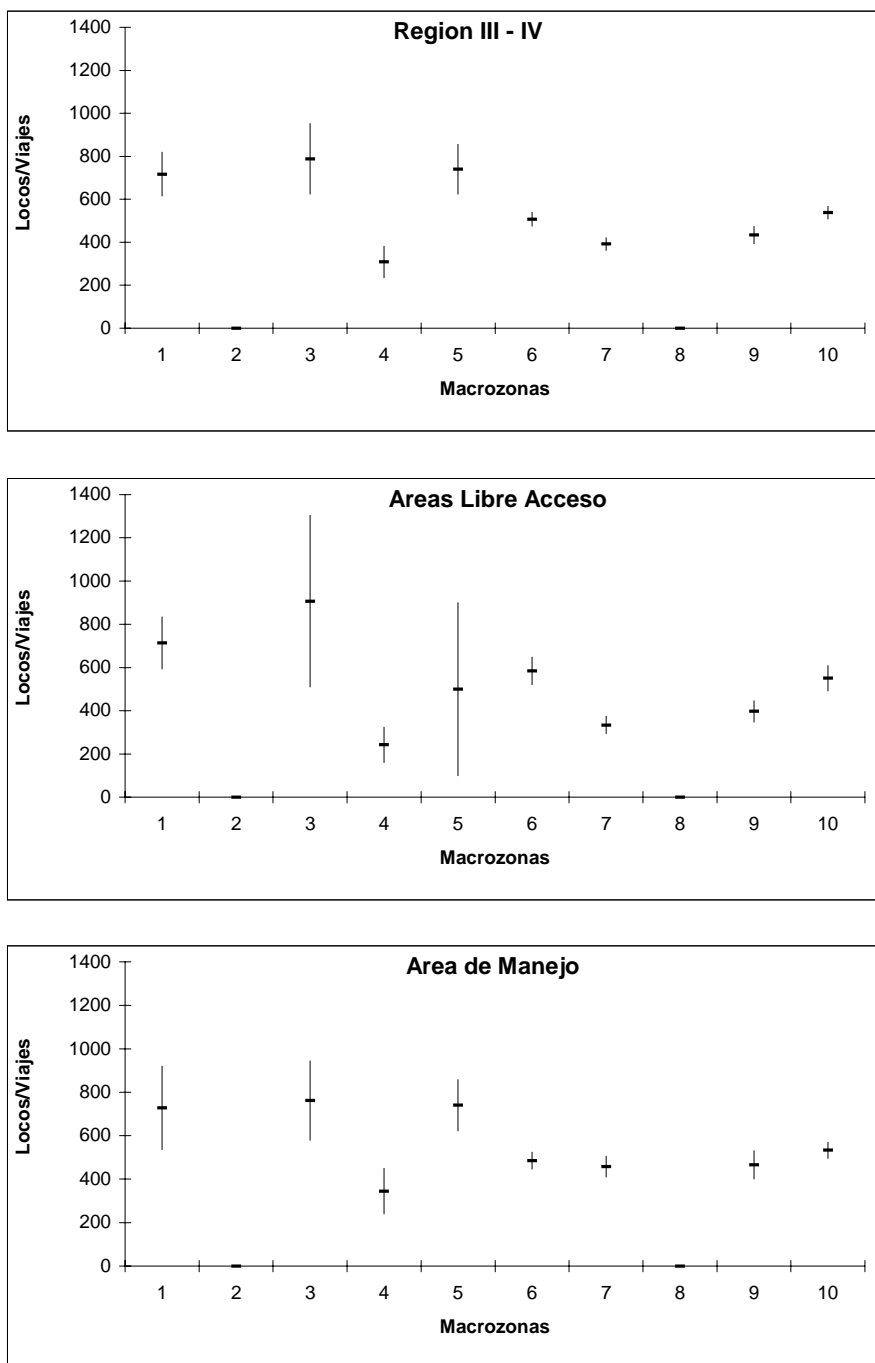




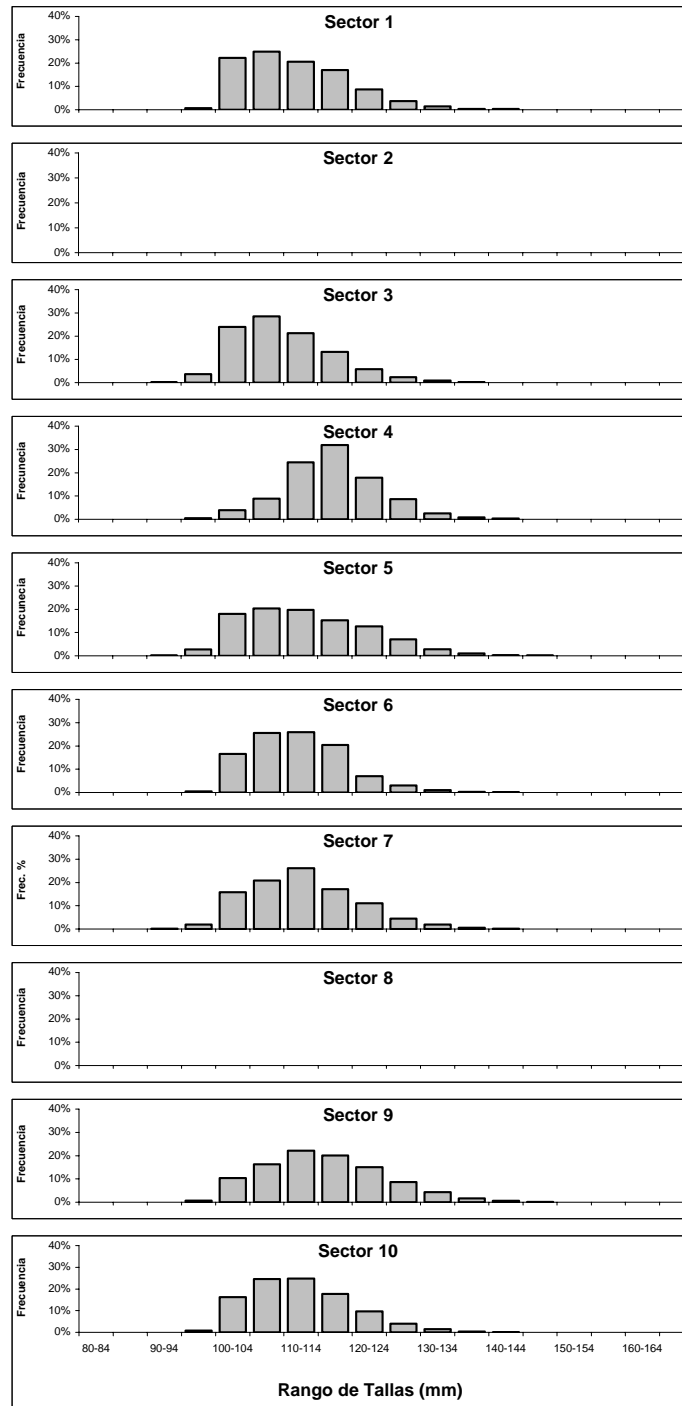
**Figura 8.** Curva de rarefacci3n en funci3n del numero de procedencias de pesca del recurso loco, para el periodo Pre-AMERBs en la III y IV Regiones.



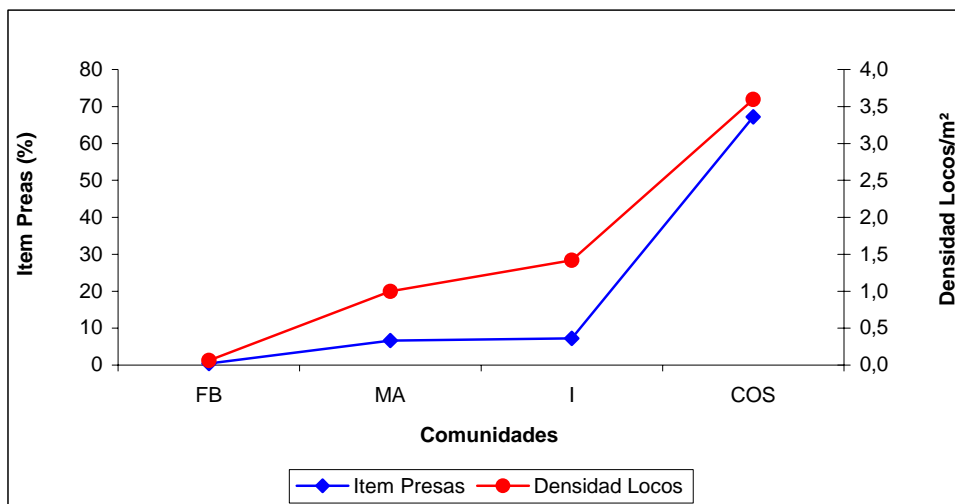
**Figura 9.** Desembarque promedio, por sector del recurso loco en el periodo Pre y Post AMERBs.



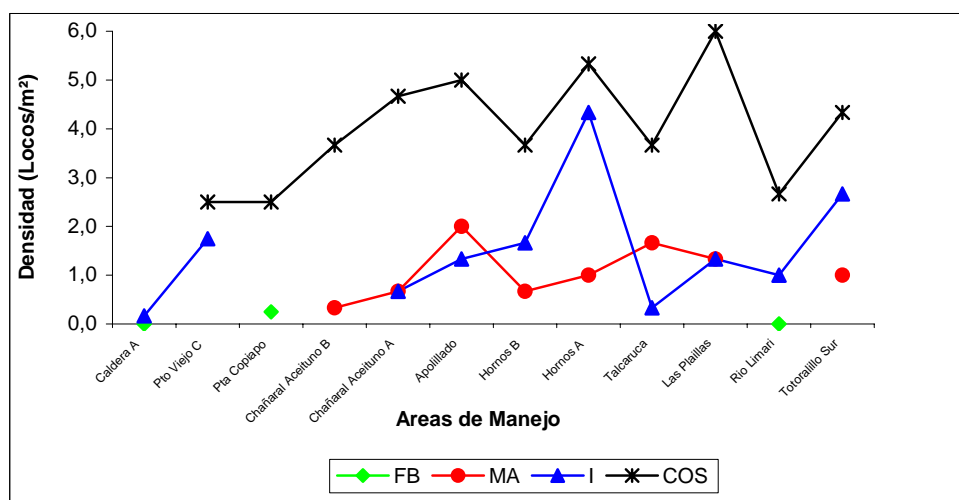
**Figura 10.** Rendimiento extractivo (locos/Viaje de Pesca) del recurso loco por macrozona, para el periodo Pre-AMERBs. Identificando las zonas de pesca que actualmente se localizan en AMERBs y ALAs.



**Figura 11.** Estructura de tallas de desembarque por macrozona del recurso loco, para el periodo Pre-AMERBs.

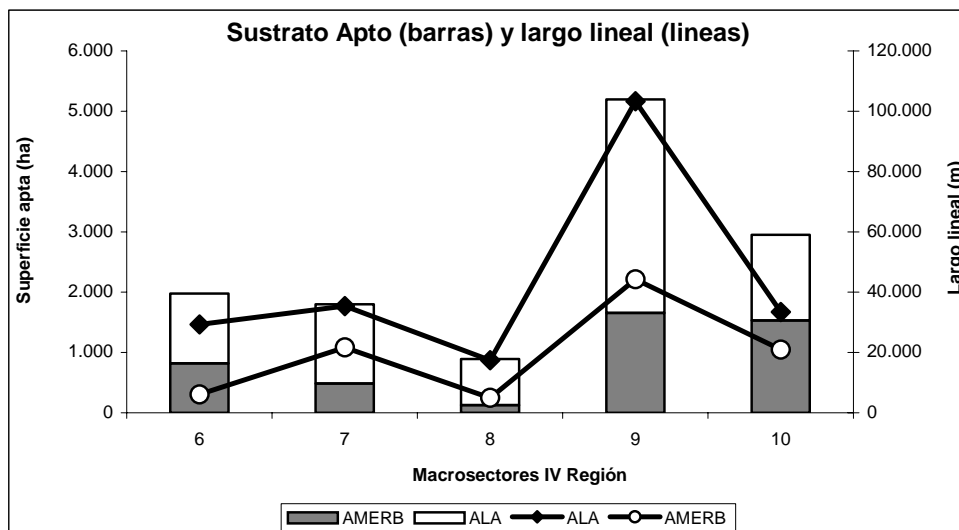


**Figura 12.** Ocurrencia de cobertura de Item presa relacionada con la densidad de locos, observada en las comunidades bent3nicas de las AMERB.

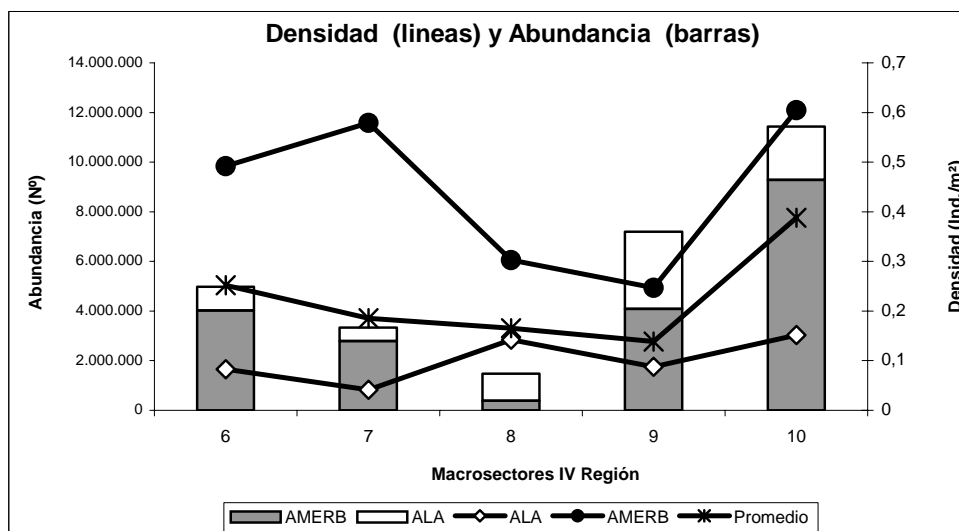


**Figura 13.** Estimaci3n de densidad por tipo de comunidad, registrada en 13 3reas de manejo entre la III y IV Regi3n.

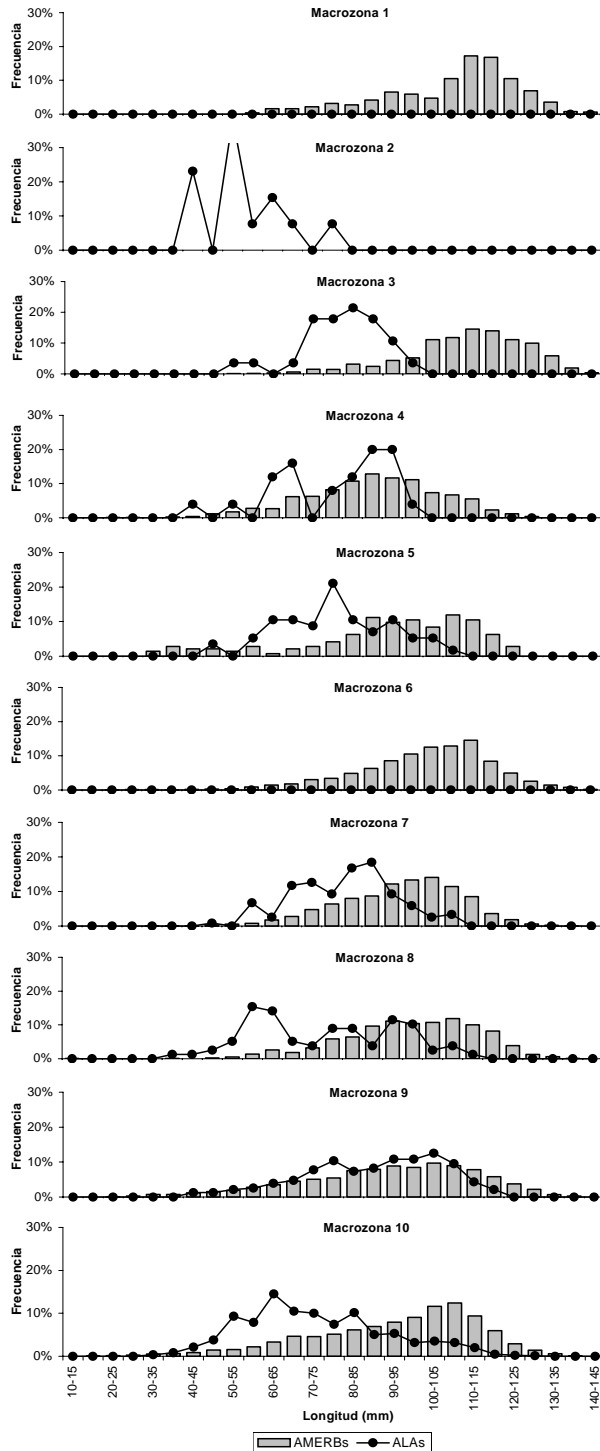




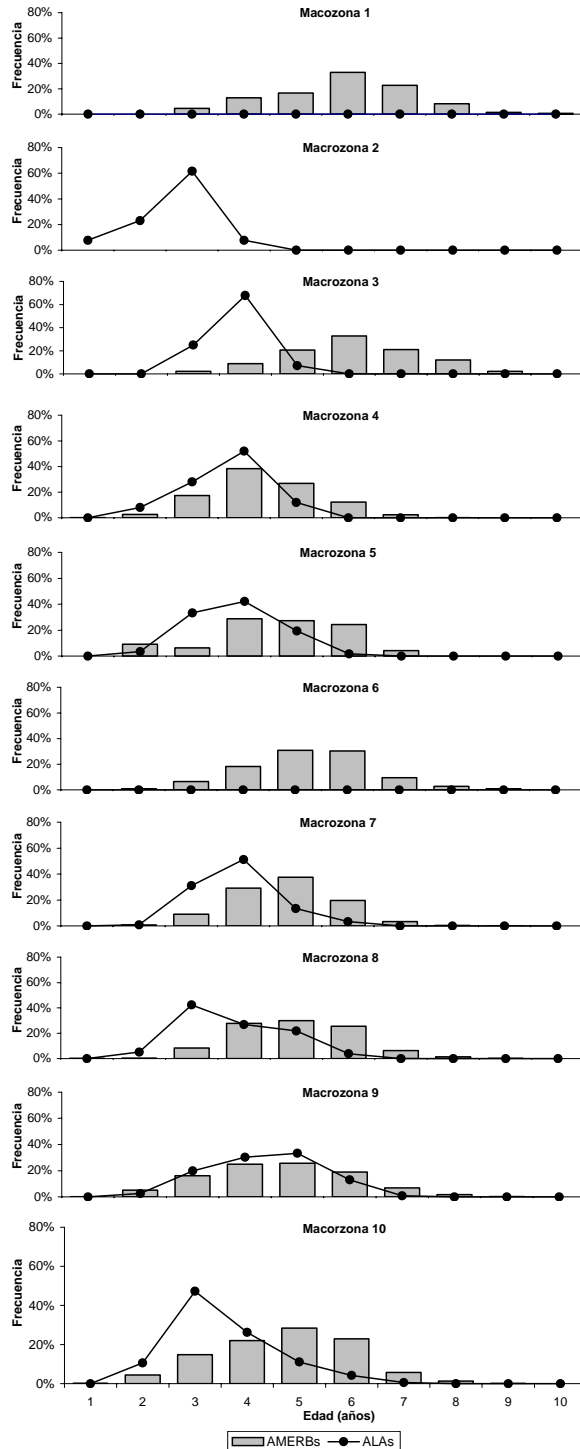
**Figura 16.** Superficie Apta y largo lineal de la costa insertas en AMERBs y ALAs por macrozonas.



**Figura 17.** Densidad y abundancia del recurso loco en las AMERBs y Alas por macrozonas.

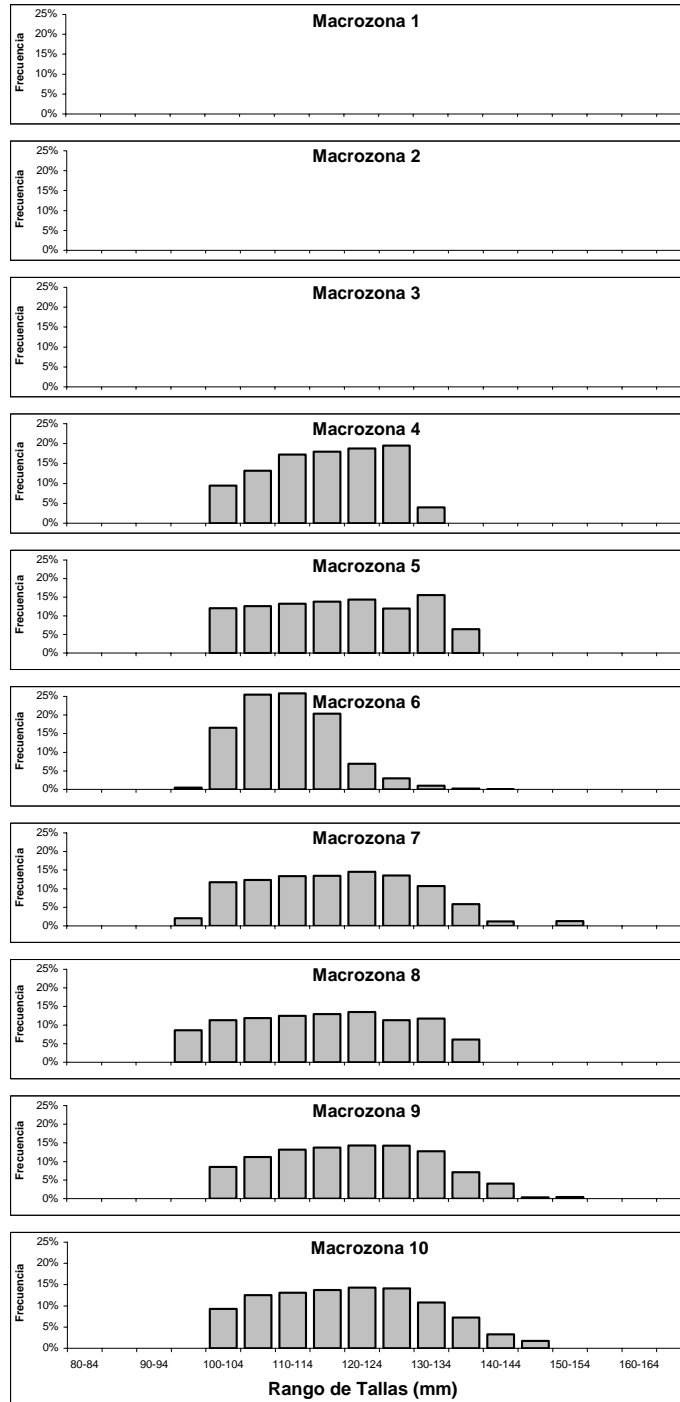


**Figura 18.** Estructura de tallas poblacional del recurso loco para AMERBs y Areas de Libre Acceso.

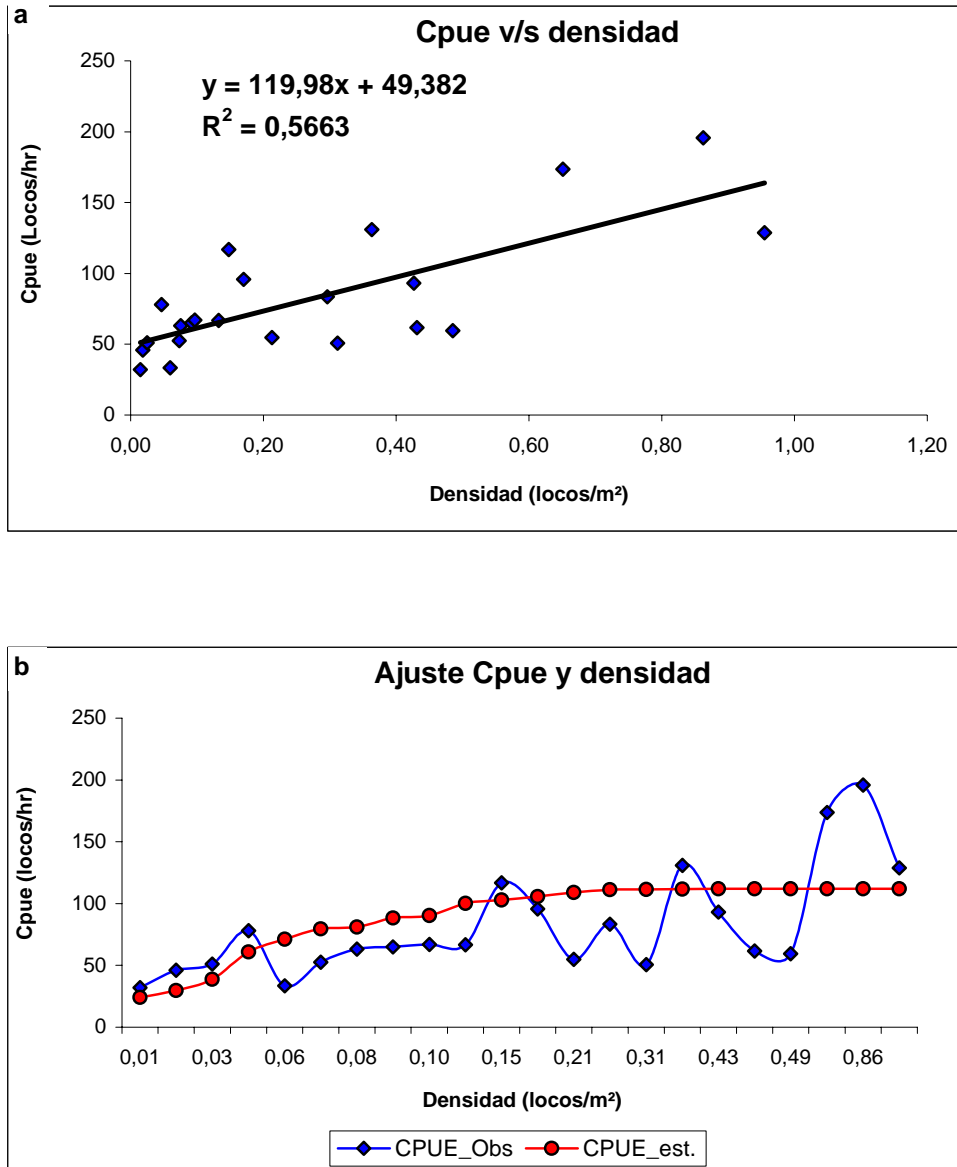


**Figura 19.** Estructura de edad poblacional del recurso loco para AMERBs y Areas de Libre Acceso.

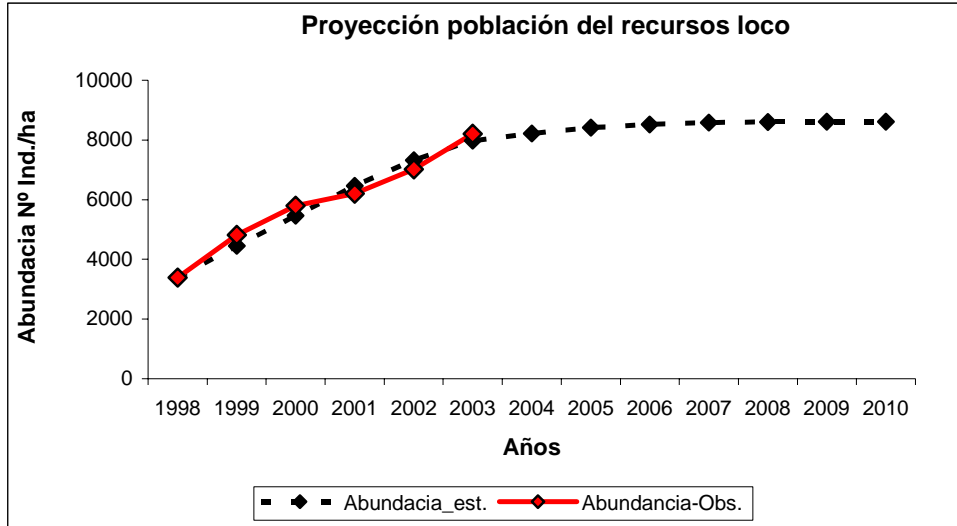




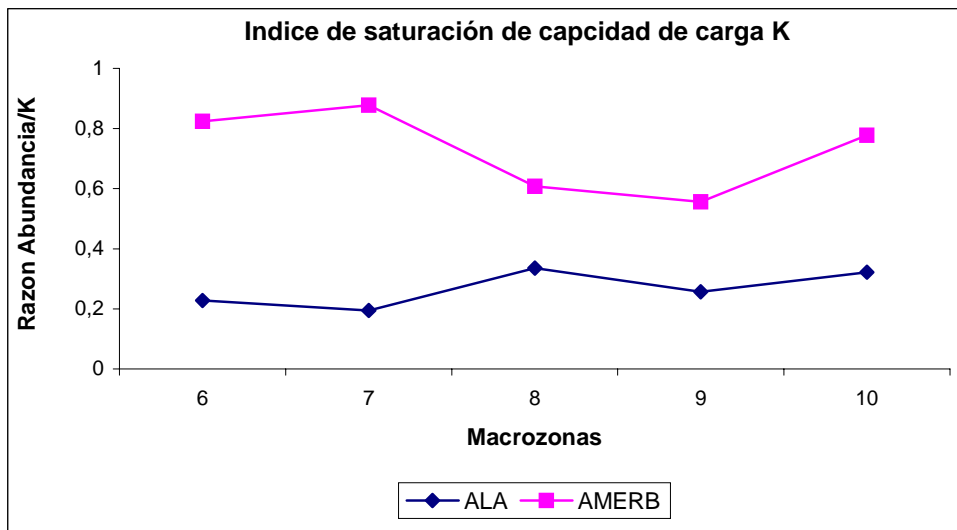
**Figura 20.** Estructura de tallas de desembarque por macrozona del recurso loco, para el periodo Pos AMERBs.



**Figura 21.** Relaciones de cpue y densidad (a) y modelo de Ajuste (b).



**Figura 22.** Proyecci3n poblaci3n del recursos loco en funci3n del modelo logistico de producci3n de stock.



**Figura 23.** Índice de saturaci3n de capacidad de carga (K), por macrozonas.

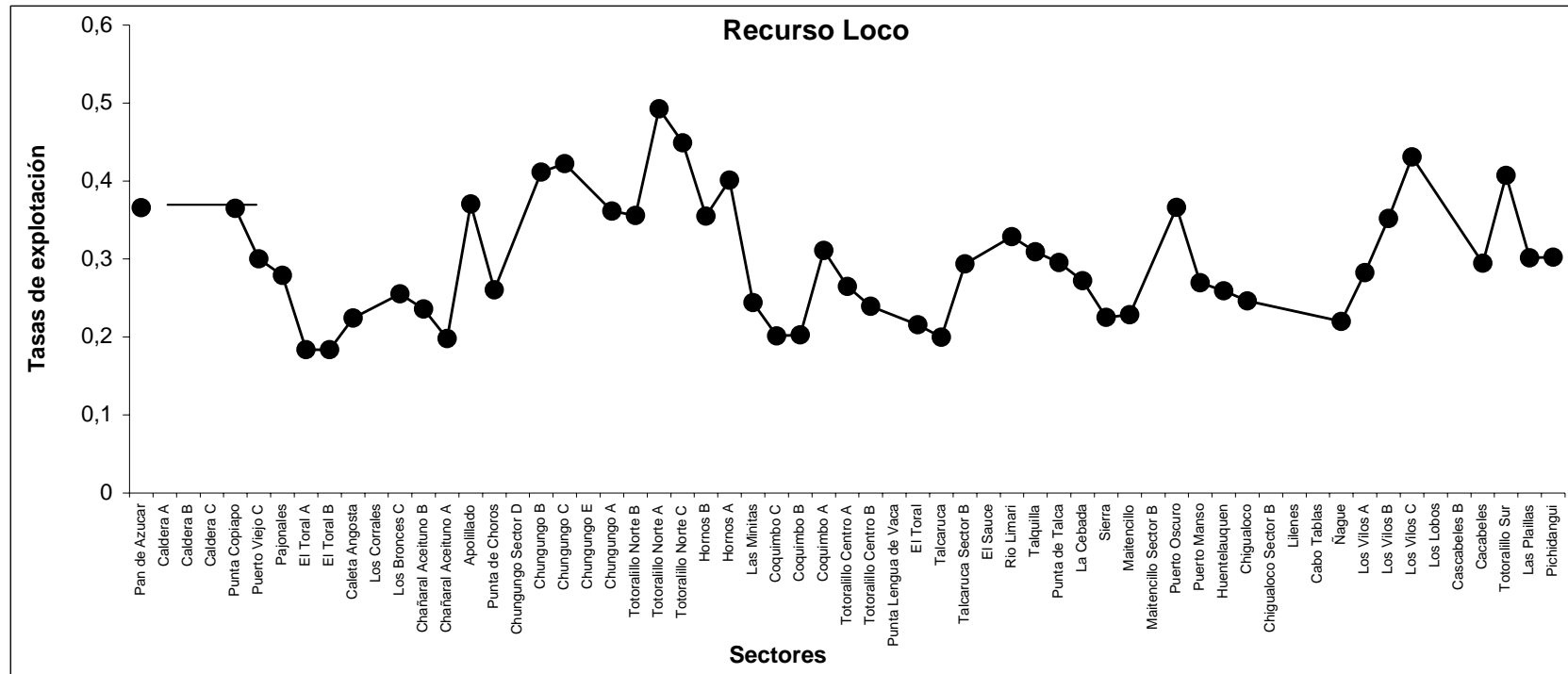
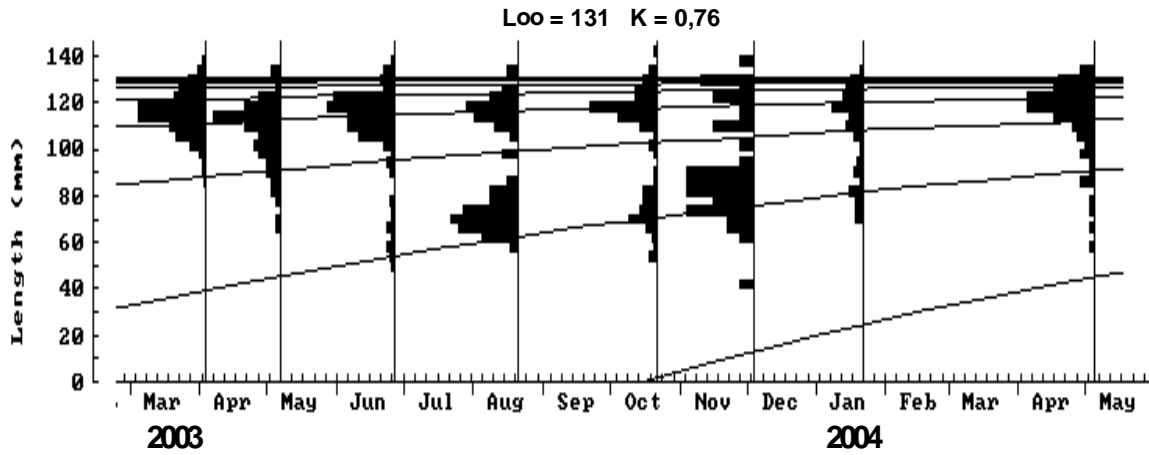
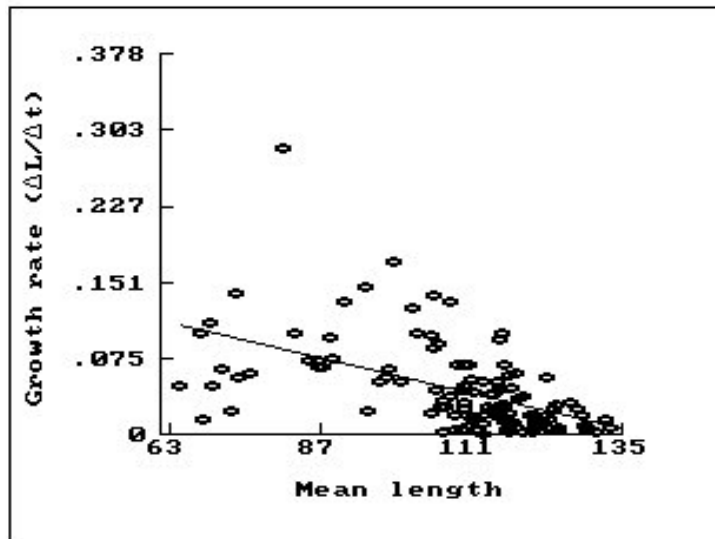


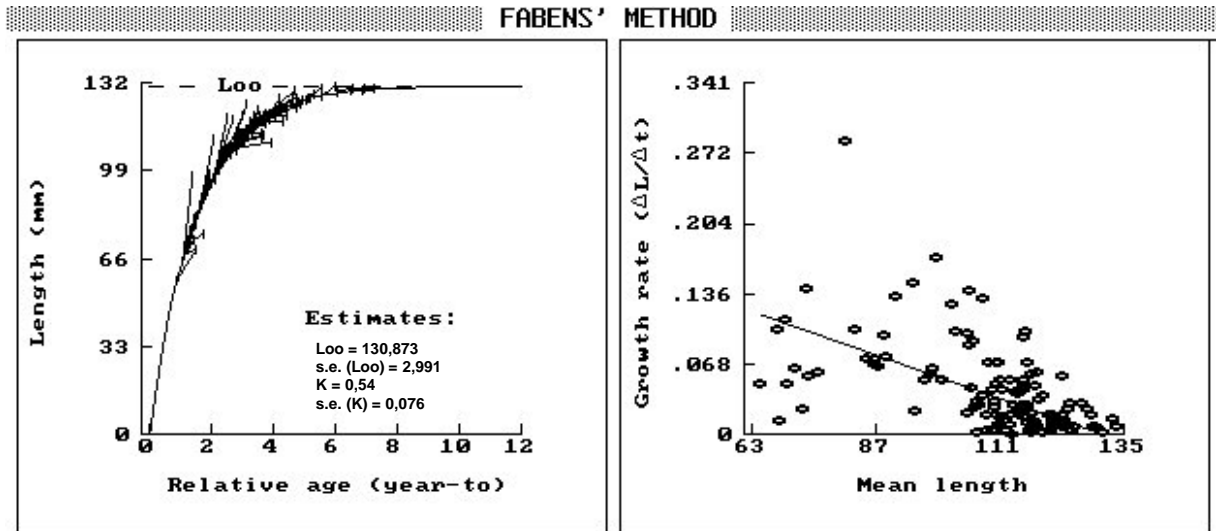
Figura 24. Estimaci3n de tasas de explotaci3n ( $\mu$ ) para las AMERBs de la III y IV Regiones.



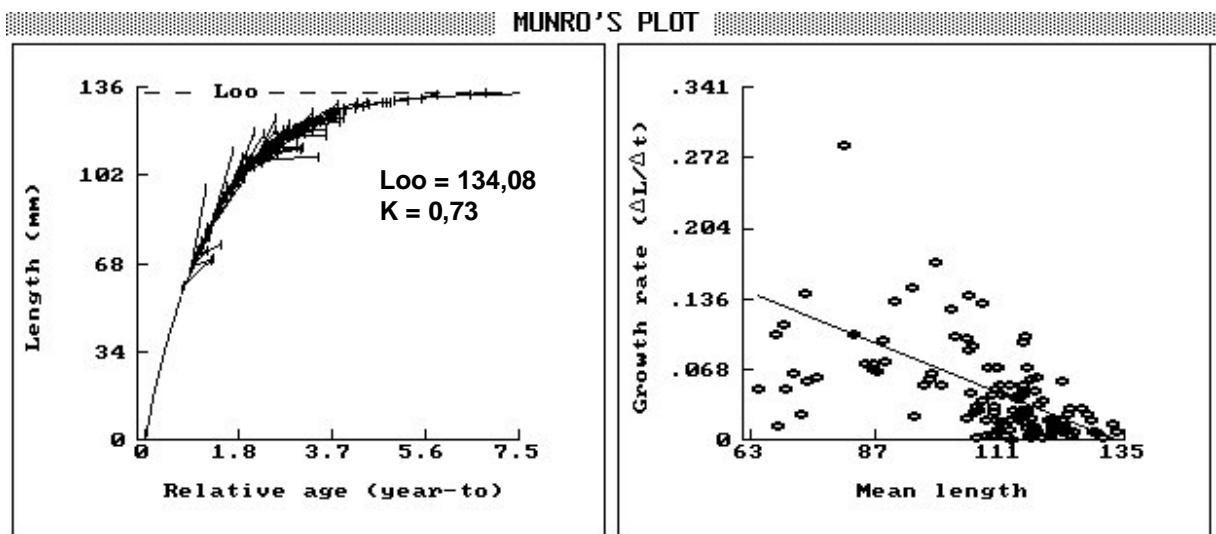
**Figura 25.** Estructura de talla de la poblaci3n muestreada en Pan de Azucar y curvas de crecimiento ajustadas mediante Elefan I.



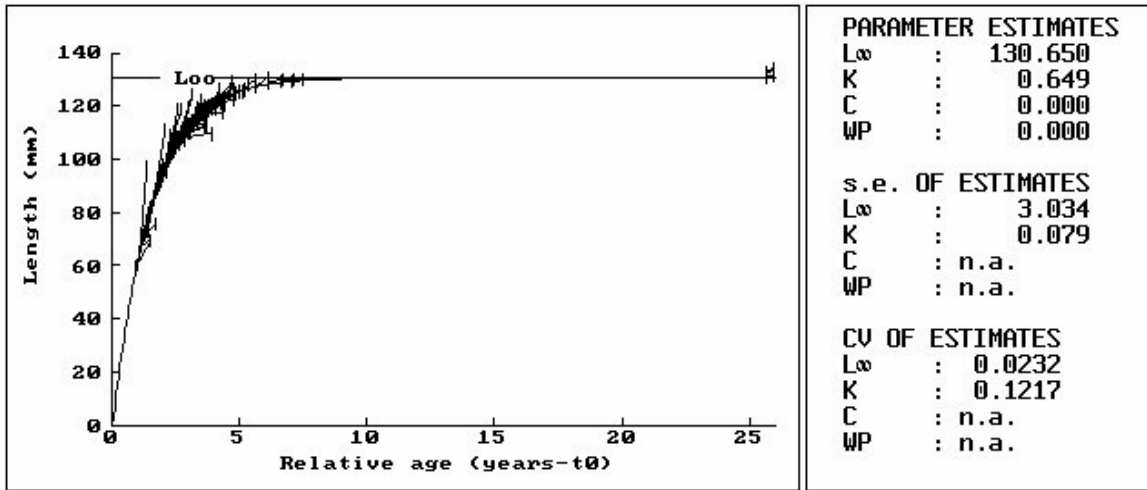
**Figura 26.** Estimaci3n de par3metros de crecimiento mediante el Plot de Gulland & Holt, utilizando los datos de individuos marcados y recapturados.



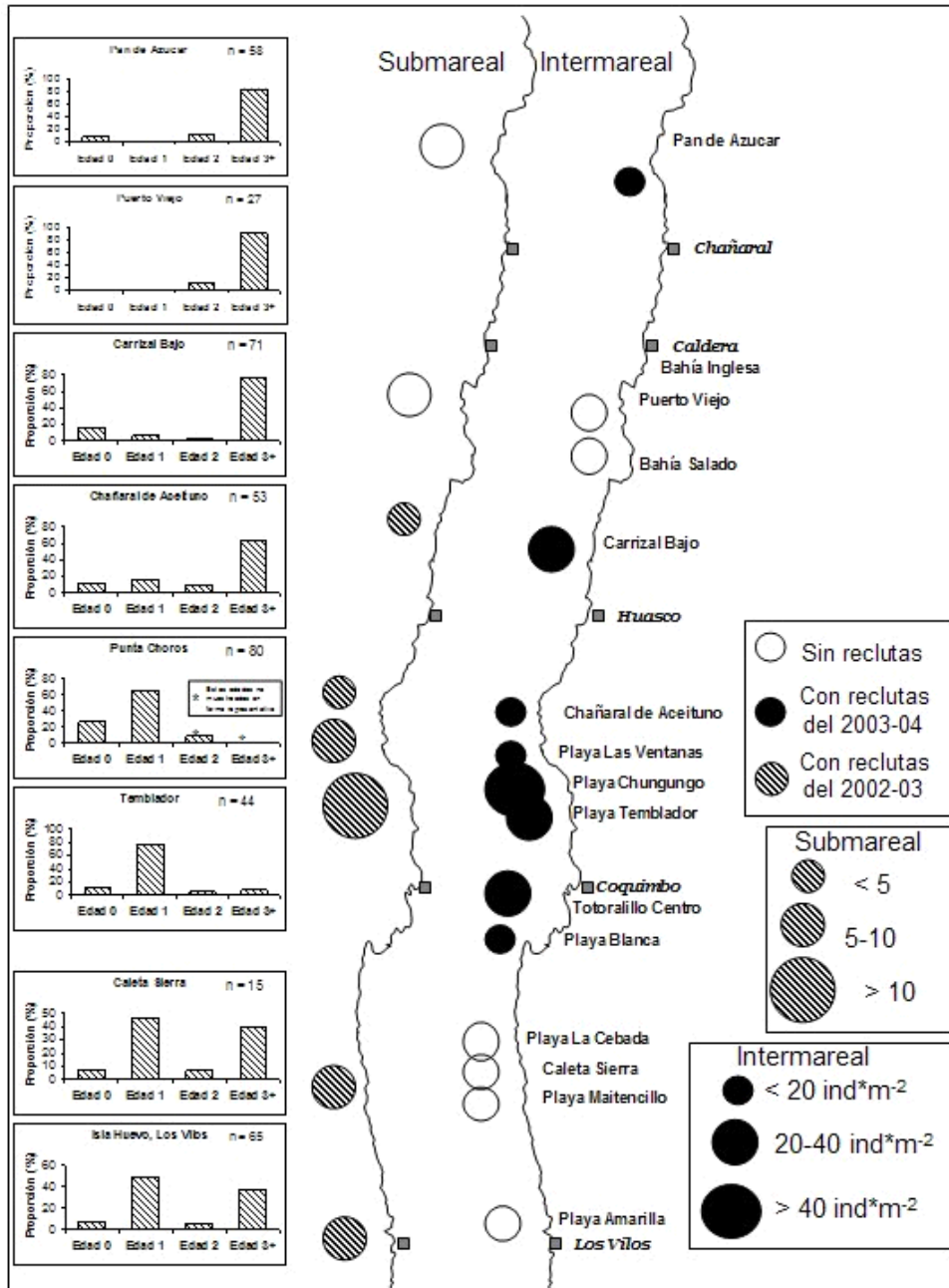
**Figura 27.** Estimaci3n de par3metros de crecimiento mediante el M3todo de Faben, utilizando los datos de individuos marcados y recapturados.



**Figura 28.** Estimaci3n de par3metros de crecimiento mediante el Plot de Munro utilizando los datos de individuos marcados y recapturados.



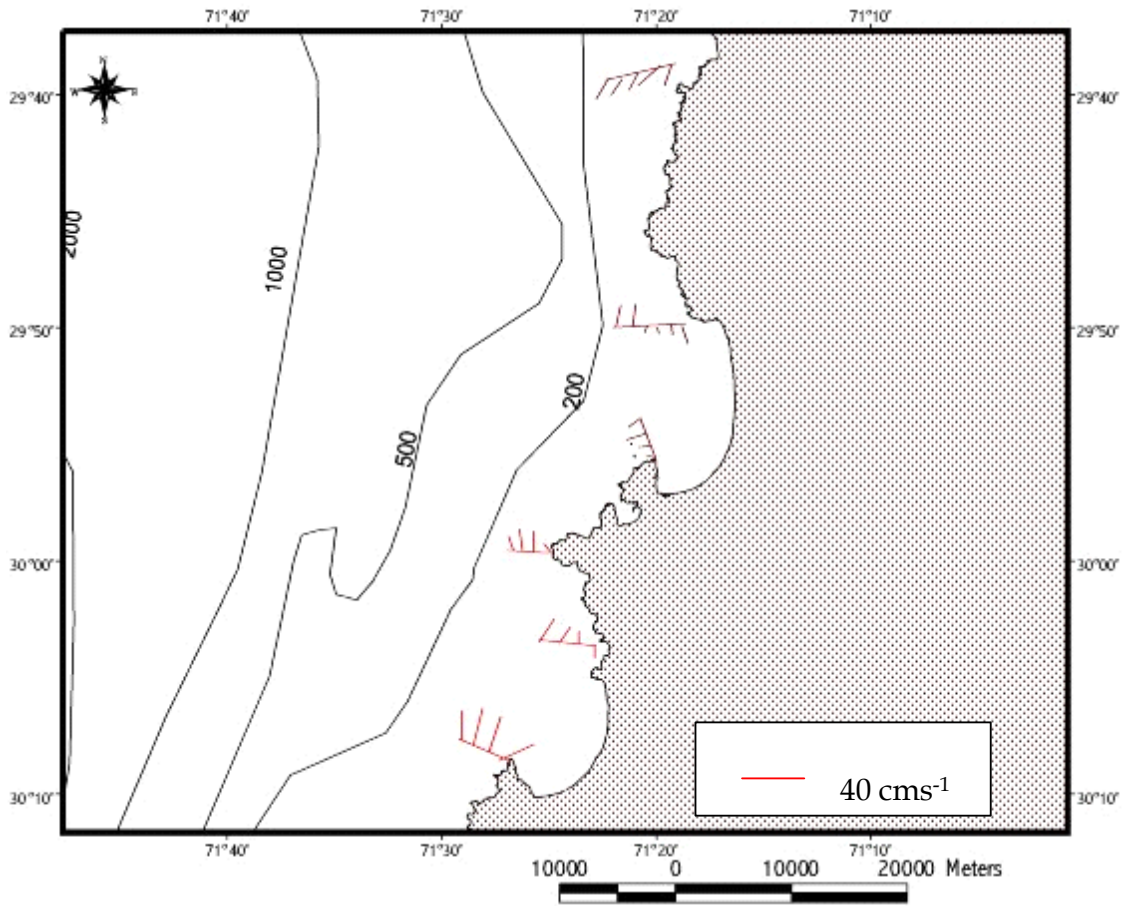
**Figura 29.** Estimaci3n de par3metros de crecimiento mediante el M3todo de Apeldoorn utilizando los datos de individuos marcados y recapturados.



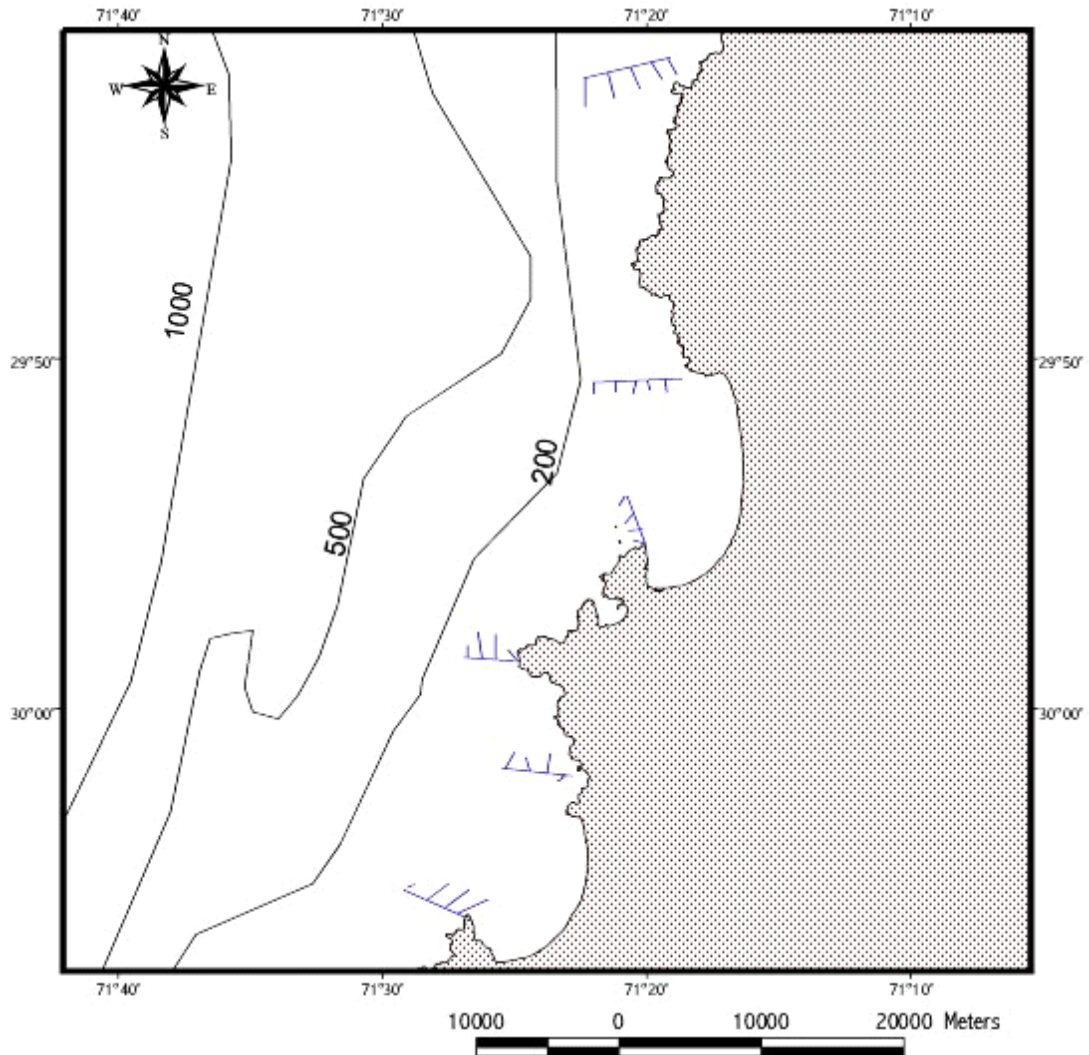
**Figura 30.** Encuentro de Reclutas a lo largo de la costa de la III y IV Región.

En el intermareal se evaluó la densidad de individuos < 20 mm de LP. En el Submarea se evaluó la relación entre el número de individuos de la Edad 1/Edad 2. Los gráficos en el borde izquierdo muestran la proporción de Clases de Talla en la muestra submarea de cada sitio (Edad 0 = < 30 mm LP; Edad 1 = 30 – 59 mm LP; Edad 2 = 60 – 79 mm LP; Edad 3+ = > 80 mm LP).

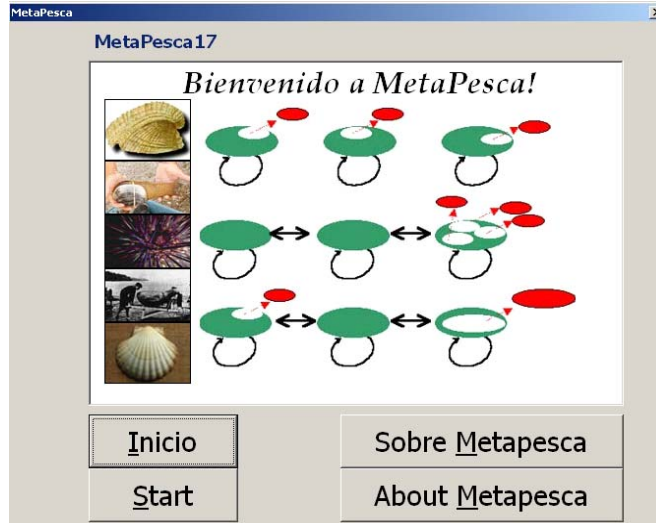




**Figura 31.** Cortes con ADCP, velocidad a 5 m (líneas rojas) y a 10 m (líneas cafés), realizado el 27 y 29 de septiembre del 2003.



**Figura 32.** Cortes con ADCP, velocidad 20 m, realizado el 27 y 29 de septiembre del 2003.



**Figura.33.** Presentaci3n del modelo METAPESCA desarrollado para los recursos loco, erizo, osti3n y programa.

The screenshot displays the METAPESCA software interface, which includes an Excel spreadsheet for parameter input and three dialog boxes for model configuration.

**Excel Spreadsheet Data:**

	B	C	D	E	F
locos					
III & IV Region					
Chile					
Manejo	5				
Graficos de Salida	2000				
Iniciar simulacion	2020				
Editar Codigo Alt+F11	12				
Exportar Archivo	1				
Restaurar Menu de Excel	0.01				
Restaurar Menu de Metapesca	1				
Sobre Metapesca	0.001				
Ayuda	1000				
Fishing effort allocation	3				
Larvae Production	1				
Connectivity	1				
Recruitment	2				
Type of Growth	2				
Type of Graphs	1	3			
<b>Area Specific Parameters</b>	<b>N</b>			<b>S</b>	
Region	1	2	3	4	5
Index Area	1	2	3	4	5
Asymptotic Length (Bertalanfy)	133	133	133	133	133
Growth rate, K (Bertalanfy)	0.442	0.442	0.442	0.448	0.579
Multiplier L-W Relationship	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Exponent L-W Relationship	2.840	3.281	3.281	3.281	3.281
Natural Mortality Rate	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
$\mu$	0	0	0	0	0
Catchability coefficient	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Surface habitat	818	446	129	967	942
Latitude	29.12	29.49	31.01	30.86	31.88
Longitude	71.49	71.32	71.07	71.66	71.53
Population Carrying Capacity (K)	1250831	668578	105083	508040	1599396
Frac. reduccion de crecimiento en Kcarga	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999
Start at Kcarga? 1 yes, 2 HR, 3 Input File	1				
Biomasa inicio densdep % K	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Depletion (Initial Biomass/K)	1	1	1	1	1
Initial Harvest Rate	0	0	0	0	0
MaxRec	10000	10000	10000	10000	10000
Lambda_ProdxBiomasa	1				
Asignacion de capturas (1) o esfuerzo (2)	1	1	1	1	1

**Conectividad larval Dialog:** Options include  Poblaciones cerradas,  Conectividad lineal (with Fraccion retenida input),  Interconexion (with Fraccion retenida input),  Pool larvario,  Posicion geografica, and  Archivo externo. Buttons: Calcular conectividad, Salida.

**Manejo Pesquero Dialog:** Tabs: Global, Espacial, Medidas temporarias. Buttons: Implementar Reserva, Cancelar Reservas. Rotacion de areas:  Fraccion del area total a explotar,  Numero de areas explotadas, Densidad minima de apertura. Buttons: Aplicar manejo, Salir.

**Graficos Dialog:** Options:  Lineas,  Sin graficos,  Graficos espaciales. Buttons: Aceptar tipo de grafico, Aceptar variable a mapear, Animar mapa, Salir. Opciones de escala:  Sin transformacion,  Raiz cuadrada,  Logaritmica.

Figura 34. Opciones del modelo METAPESCA.

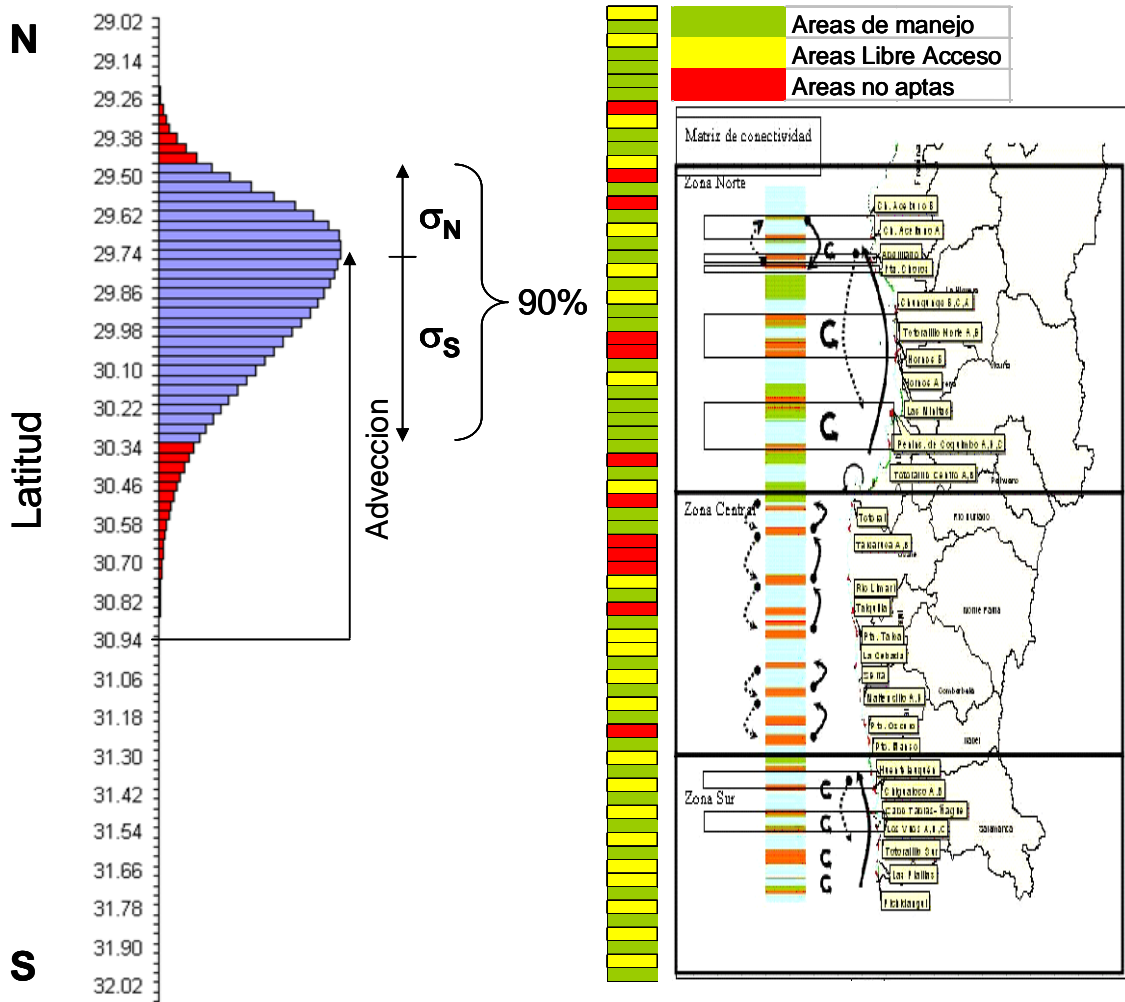
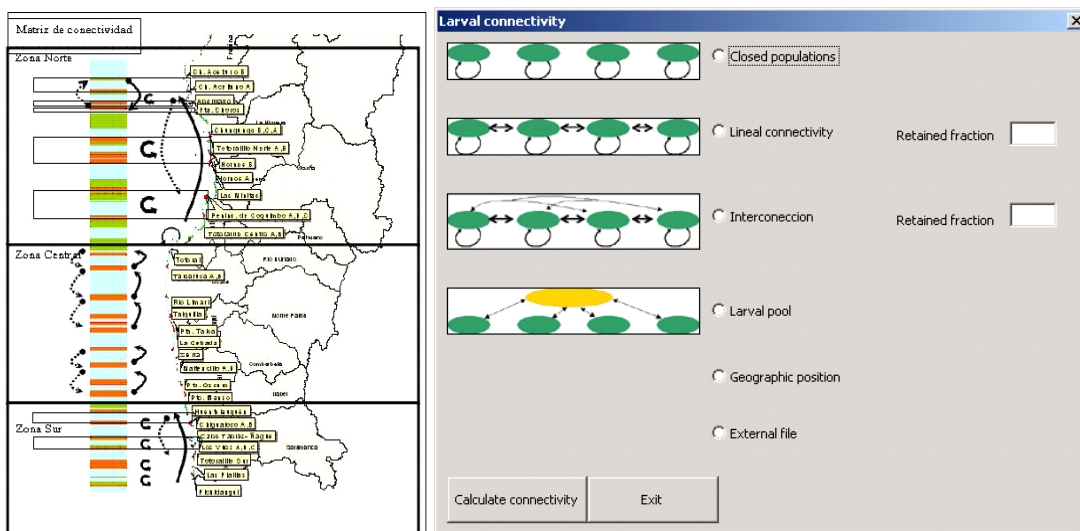


Figura 35. Análisis dispersi3n larvaria en funci3n de la advecci3n.

## Dispersi3n

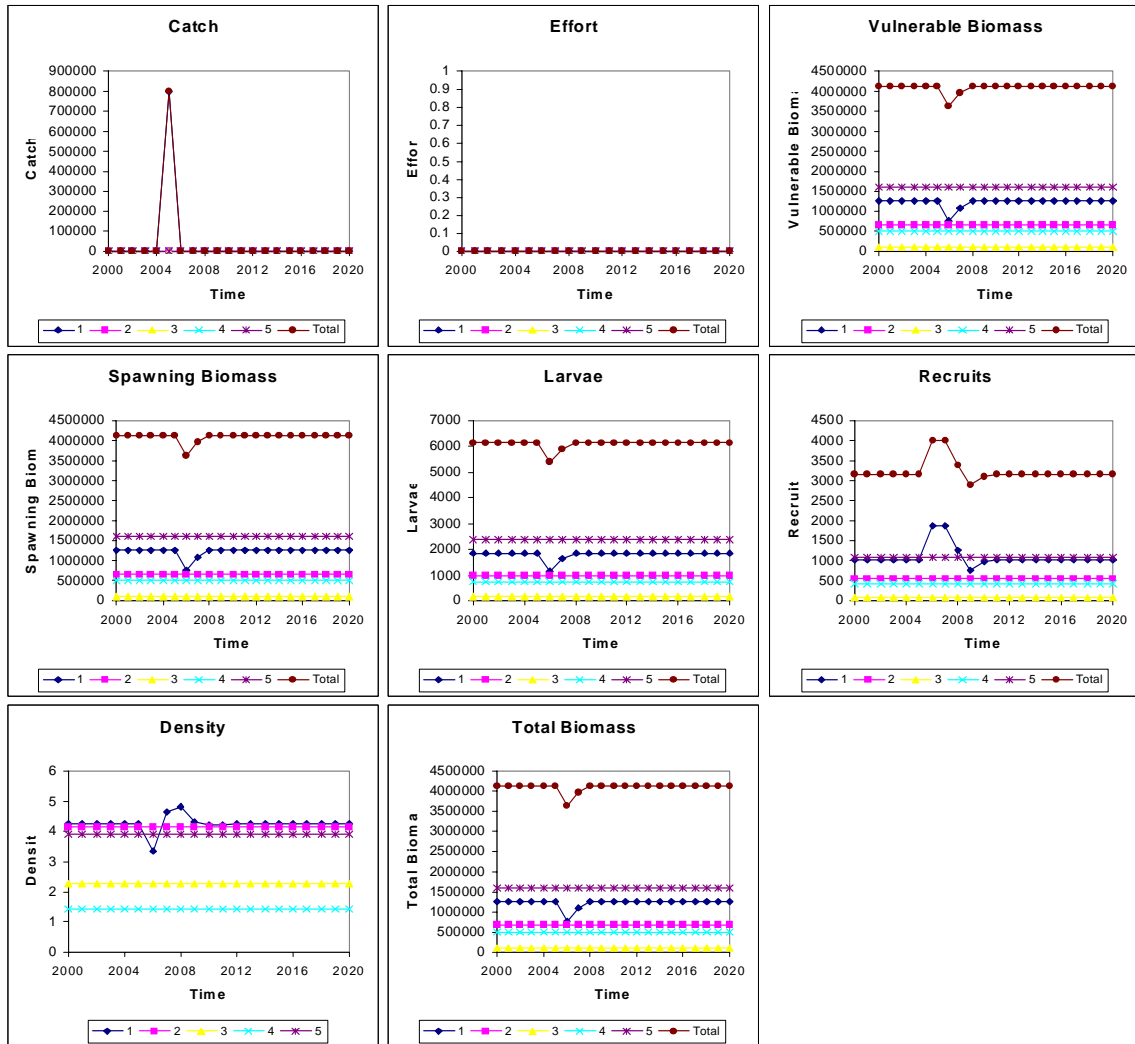


### Matriz de conectividad

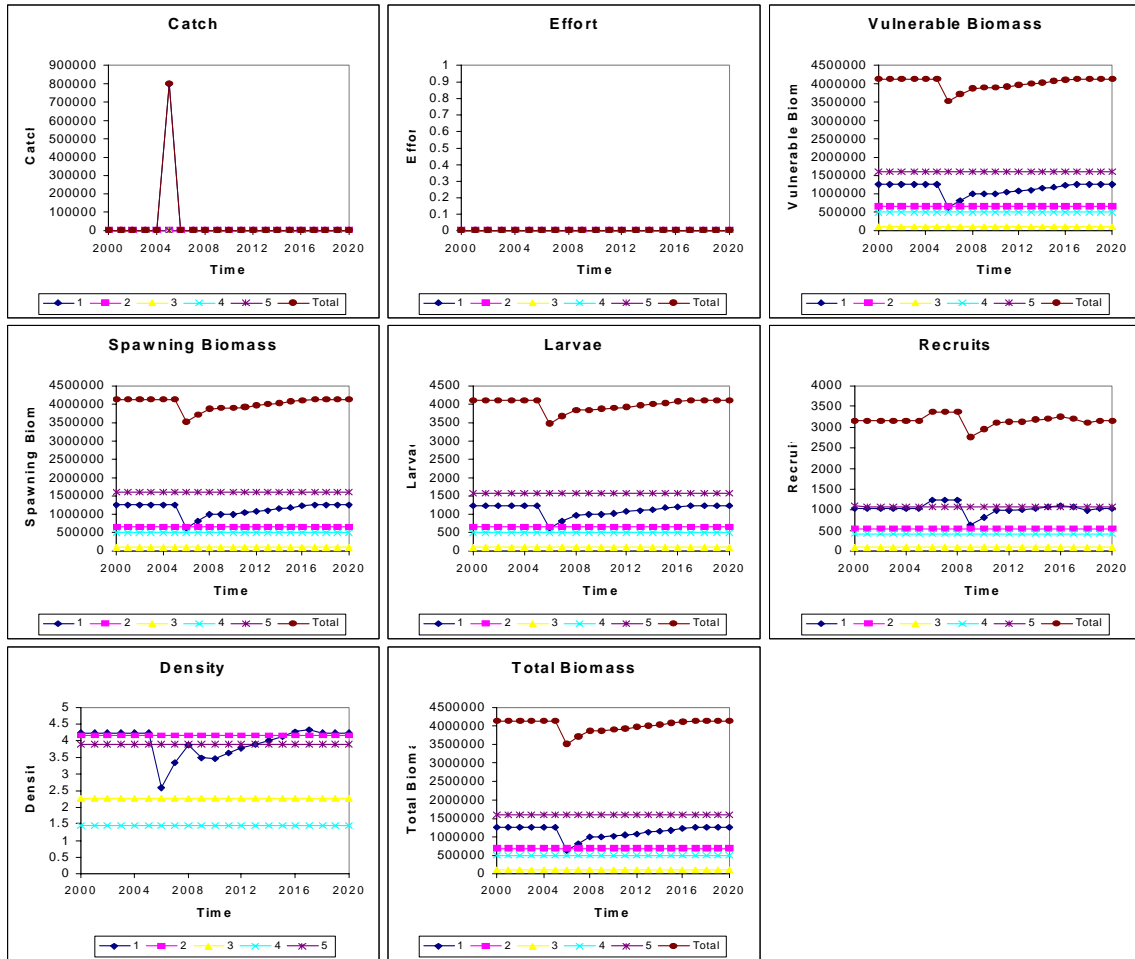
	Larvas producidas en area:			
Asentadas en area	1	2	3	4
1	0.50	0.17	0.17	0.17
2	0.17	0.50	0.17	0.17
3	0.17	0.17	0.50	0.17
4	0.17	0.17	0.17	0.50

**Figura 36.** Dispersi3n larvaria para la matriz de conectividad.



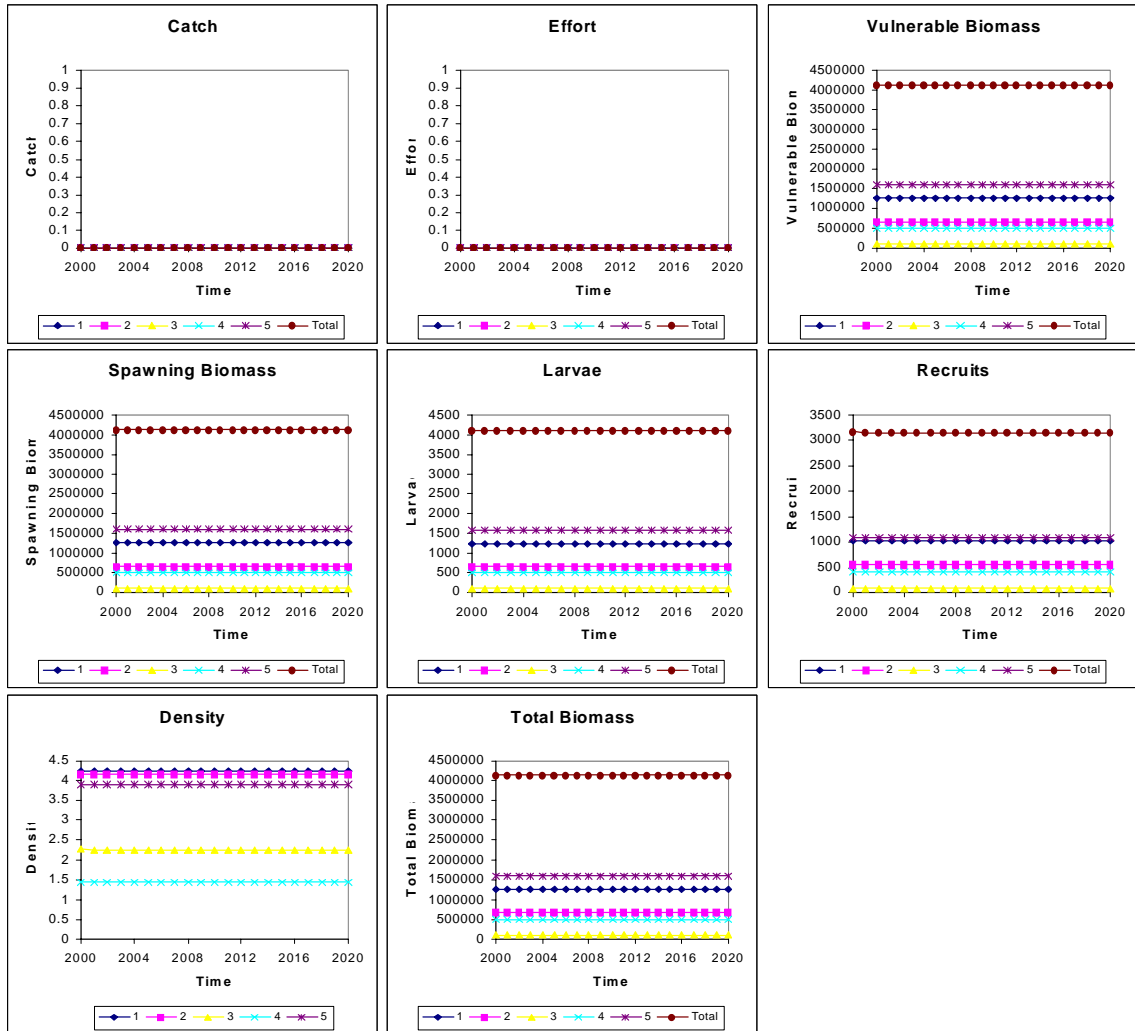


**Figura 37a.** Simulaci3n de 20 a1os con un pulso de captura partiendo en capacidad de carga poblacional ( $K_{carga}$ ) y alta productividad larval.



**Figura 37b.** Simulaci3n de 20 a1os con un pulso de captura partiendo en capacidad de carga poblacional ( $K_{carga}$ ) y baja productividad larval.

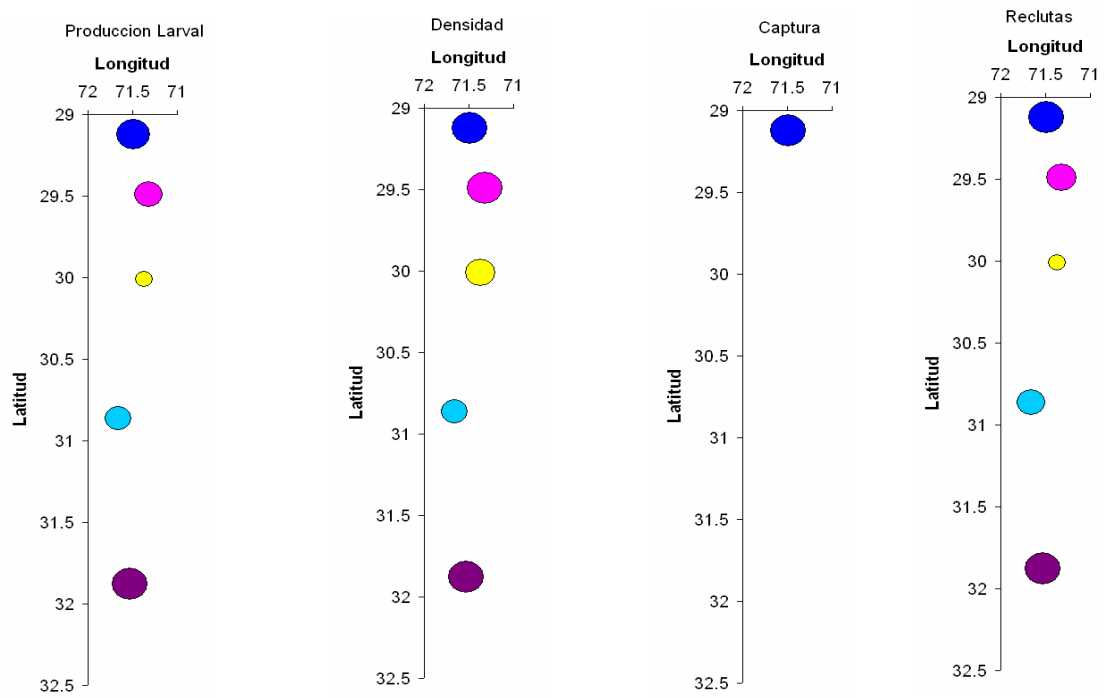




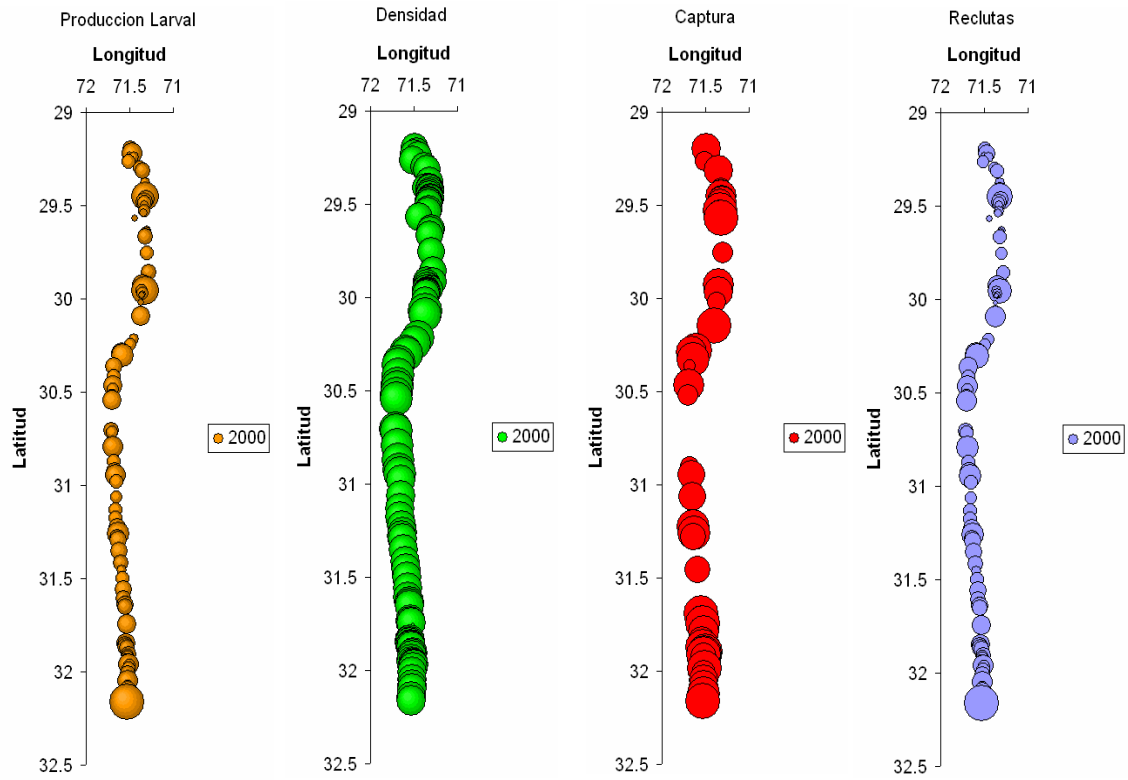
**Figura 37c.** Simulaci3n de 20 a3os sin captura partiendo en capacidad de carga poblacional (Kcarga).



- Macrosector 1
- Macrosector 2
- Macrosector 3
- Macrosector 4
- Macrosector 5

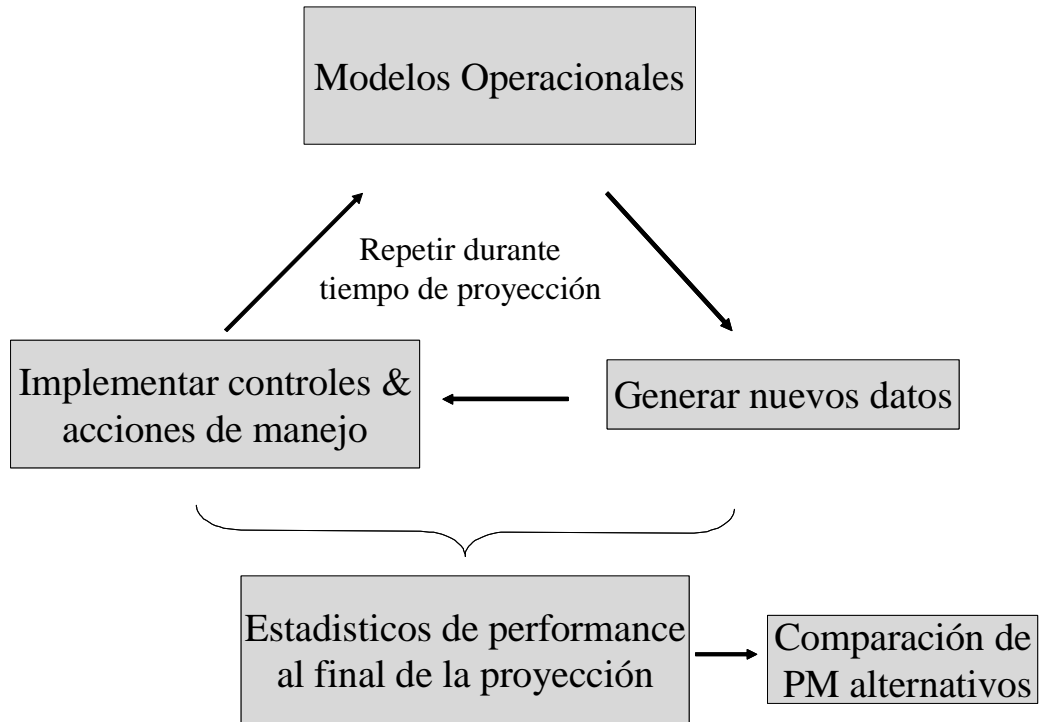


**Figura 38a.** Salida de ejemplo del modelo METAPESCA.

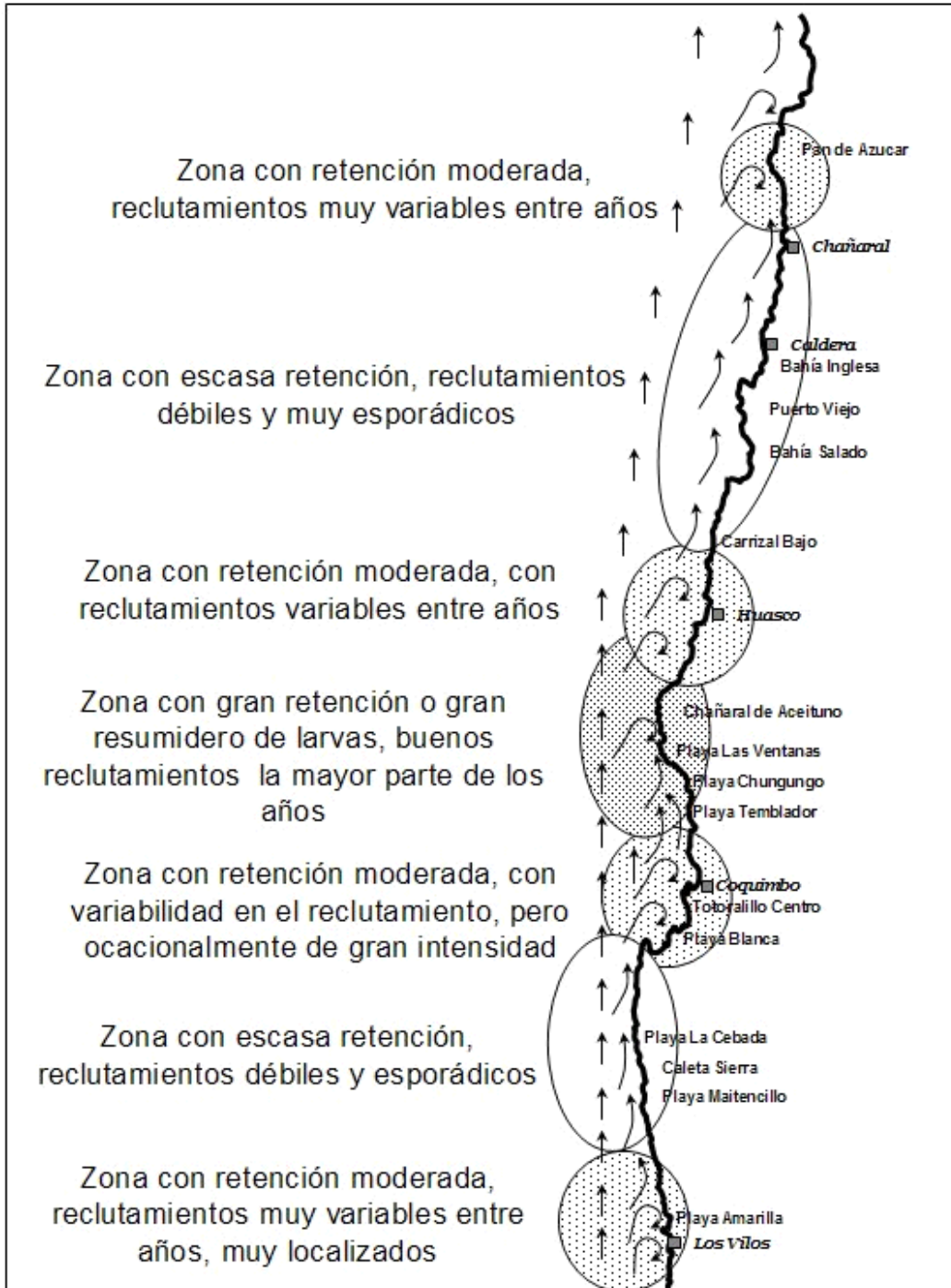


**Figura 38b.** Salida de ejemplo del modelo METAPESCA.

## Implementaci3n de Procedimientos de Manejo (PM)



**Figura 39.** Secuencia de implementaci3n del proceso de manejo.



**Figura 40.** Hipótesis de Circulación-retención-reclutamiento a lo largo de la costa de las Regiones III y IV, basado en las observaciones de reclutas.

# T A B L A S

---



**Tabla 1.** Cuartiles de rarefacci3n en funci3n del n3mero de procedencias de pesca, para el periodo Pre AMERBs.

Codigo	Sector	25%	50%	75%	100%
A 3	Pan de Azucar		1	2	12
B 3	Puerto Viejo	1	3	5	16
C 3	Carrizal	1	3	6	17
D 3	Huasco	1	3	5	18
E 3	Chañaral de Aceituno	1	2	4	13
<b>Total III Regi3n</b>		<b>2</b>	<b>7</b>	<b>18</b>	<b>61</b>
A 4	Pta. de Choros - Hornos	1	4	10	62
B 4	Lengua de Vaca - Limari	2	6	11	43
C 4	Talquilla - Maitencillo	4	12	26	82
D 4	Pto. Oscuro - Pto. Manso	2	5	11	30
E 4	Huentelauquen - Chigualoco	1	4	8	23
F 4	Los Vilos - Totoralillo Sur	1	4	12	64
G 4	Pichidangui	2	3	8	25
<b>Total IV Regi3n</b>		<b>5</b>	<b>20</b>	<b>54</b>	<b>253</b>

**Tabla 2.** Procedencias de pesca del recurso loco por sector, identificando su ubicaci3n en las 3reas hist3ricas (AH) y AMERBs (AM), periodo Pre AMERBs.

Codigo	Sector	AH	AM	Total
A 3	Pan de Azucar	9	3	12
B 3	Puerto Viejo	8	8	16
C 3	Carrizal	12	5	17
D 3	Huasco	2	16	18
E 3	Chañaral de Aceituno	10	3	13
<b>Total III Regi3n</b>		<b>33</b>	<b>28</b>	<b>61</b>
A 4	Pta. de Choros - Hornos	38	24	62
B 4	Lengua de Vaca - Limari	31	12	43
C 4	Talquilla - Maitencillo	60	22	82
D 4	Pto. Oscuro - Pto. Manso	18	12	30
E 4	Huentelauquen - Chigualoco	16	7	23
F 4	Los Vilos - Totoralillo Sur	46	18	64
G 4	Pichidangui	14	11	25
<b>Total IV Regi3n</b>		<b>163</b>	<b>90</b>	<b>253</b>

**Tabla 3.** Aporte relativo de procedencias de pesca del recurso loco por sector, identificando su actual ubicaci3n en las 3reas de libre acceso (ALAs) y AMERBs (AM) en el periodo Pre AMERBs.

Codigo	Sector	AH	AM	Total (1)	Tota %
A 3	Pan de Azucar	80%	20%	113.468	30%
B 3	Puerto Viejo	21%	79%	93.993	25%
C 3	Carrizal	26%	74%	37.429	10%
D 3	Huasco	1%	100%	94.675	25%
E 3	Chañaral de Aceituno	60%	40%	33.290	9%
<b>Total III Regi3n</b>		<b>26%</b>	<b>74%</b>	<b>372.854</b>	<b>100%</b>
A 4	Pta. de Choros - Hornos	33%	67%	517.167	45%
B 4	Lengua de Vaca - Limari	37%	63%	72.853	6%
C 4	Talquilla - Maitencillo	54%	46%	79.793	7%
D 4	Pto. Oscuro - Pto. Manso	28%	72%	24.195	2%
E 4	Huentelauquen - Chigualoco	31%	69%	228.858	20%
F 4	Los Vilos - Totoralillo Sur	35%	71%	163.539	14%
G 4	Pichidangui	19%	85%	58.427	5%
<b>Total IV Regi3n</b>		<b>33%</b>	<b>67%</b>	<b>1.144.832</b>	<b>100%</b>

(1) Desembarque promedio periodo 1993 -1998.



**Tabla 4a.** Resumen de indicadores asociados a los tipos de 1reas (AMERBs, ALAs y No Aptas) para las macrozonas 1 a 5.

Caracteristicas	Tipo de area	MACROZONAS					General
		1	2	3	4	5	
Numero de celdas (sectores)	ALA	4	9	7	7	4	31
	AMERB	1	10	8	8	2	29
	No APTA	2	4	5	2	4	17
	<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>77</b>
Superficie apta (ha)	ALA	393	811	1.265	1.024	1.109	4.602
	AMERB	70	245	327	446	112	1.200
	<b>Total</b>	<b>463</b>	<b>1.056</b>	<b>1.592</b>	<b>1.470</b>	<b>1.221</b>	<b>5.802</b>
Costa lineal (m)	ALA	18.754	37.080	47.894	35.486	26.050	165.264
	AMERB	8.318	9.418	7.738	35.075	4.981	65.530
	<b>Total</b>	<b>27.071</b>	<b>46.498</b>	<b>55.632</b>	<b>70.561</b>	<b>31.031</b>	<b>230.794</b>
Ancho de costa (1).	ALA	183	207	179	207	128	187
	AMERB	85	184	296	173	160	207
	Promedio	163	195	241	189	138	197
	<b>Ind. de retenci3n</b>	<b>1,18</b>	<b>1,41</b>	<b>1,74</b>	<b>1,36</b>	<b>1,00</b>	<b>1,42</b>
Densidad (ind/m2)	ALA	0,04	0,01	0,01	0,01	0,07	0,03
	AMERB	0,08	0,02	0,08	0,28	0,18	0,15
	<b>Promedio</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,05</b>
Abundancia N°	ALA	150.741	98.014	181.707	129.868	799.703	1.360.033
	AMERB	53.666	44.293	251.851	1.267.179	204.687	1.821.676
	<b>Total</b>	<b>204.407</b>	<b>142.307</b>	<b>433.558</b>	<b>1.397.048</b>	<b>1.004.390</b>	<b>3.181.709</b>
Stock N°	ALA	0	0	0	0	56.139	56.139
	AMERB	38.425	33.727	203.219	297.660	81.588	654.619
	<b>Total</b>	<b>38.425</b>	<b>33.727</b>	<b>203.219</b>	<b>297.660</b>	<b>137.727</b>	<b>710.758</b>
Fracci3n de stock %	ALA	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	4,1
	AMERB	71,6	76,1	80,7	23,5	39,9	35,9
	<b>Total</b>	<b>18,8</b>	<b>23,7</b>	<b>46,9</b>	<b>21,3</b>	<b>13,7</b>	<b>22,3</b>
Cosechas (N°) 2003	AMERB	7.487	0	14.730	44.939	22.940	90.096
Tasa de explotaci3n %	AMERB	19,5	0,0	7,2	15,1	28,1	13,8





**Tabla 4b.** Resumen de indicadores asociados a los tipos de 3reas (AMERBs, ALAs y No Aptas) para las macrozonas 6 a 10.

Características	Tipo de area	MACROZONAS					Total
		6	7	8	9	10	
Numero de celdas (sectores)	ALA	6	8	4	14	10	42
	AMERB	4	11	5	14	15	49
	No APTA	3	5	3	2	5	18
	<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>109</b>
Superficie apta (ha)	ALA	1.157	1.319	763	3.544	1.415	8.198
	AMERB	818	483	129	1.654	1.535	4.618
	<b>Total</b>	<b>1.975</b>	<b>1.802</b>	<b>892</b>	<b>5.197</b>	<b>2.950</b>	<b>12.816</b>
Costa lineal (m)	ALA	29.327	35.374	17.422	103.270	33.426	218.819
	AMERB	6.060	21.623	4.903	44.304	20.968	97.858
	<b>Total</b>	<b>35.387</b>	<b>56.997</b>	<b>22.325</b>	<b>147.574</b>	<b>54.394</b>	<b>316.677</b>
Ancho medio de costa (m)	ALA	190	163	175	223	252	209
	AMERB	298	187	80	218	277	222
	Promedio	233	177	122	221	267	216
	<b>Ind. de retenci3n</b>	<b>0,87</b>	<b>0,66</b>	<b>0,46</b>	<b>0,83</b>	<b>1,00</b>	<b>0,81</b>
Densidad (ind/m2)	ALA	0,08	0,04	0,14	0,09	0,15	0,10
	AMERB	0,49	0,58	0,30	0,25	0,61	0,45
	<b>Promedio</b>	<b>0,25</b>	<b>0,19</b>	<b>0,17</b>	<b>0,14</b>	<b>0,39</b>	<b>0,22</b>
Abundancia N3	ALA	955.484	542.876	1.085.645	3.111.984	2.149.659	7.845.649
	AMERB	4.022.228	2.794.469	390.149	4.081.755	9.284.912	20.573.513
	<b>Total</b>	<b>4.977.712</b>	<b>3.337.346</b>	<b>1.475.794</b>	<b>7.193.739</b>	<b>11.434.572</b>	<b>28.419.162</b>
Stock N3	ALA	114.658	63.842	194.873	1.225.811	273.867	1.873.051
	AMERB	2.479.122	1.197.469	164.380	1.161.102	2.665.786	7.667.859
	<b>Total</b>	<b>2.593.780</b>	<b>1.261.311</b>	<b>359.253</b>	<b>2.386.912</b>	<b>2.939.653</b>	<b>9.540.909</b>
Fracci3n del Stock %	ALA	12,0	11,8	18,0	39,4	12,7	23,9
	AMERB	61,6	42,9	42,1	28,4	28,7	37,3
	<b>Total</b>	<b>52,1</b>	<b>37,8</b>	<b>24,3</b>	<b>33,2</b>	<b>25,7</b>	<b>33,6</b>
Capacidad de carga (K en N3)	ALA	4.201.731	2.794.360	3.237.782	12.101.628	6.680.949	29.016.451
	AMERB	4.879.448	3.184.552	641.717	7.338.442	11.936.087	27.980.245
	<b>Total</b>	<b>9.081.179</b>	<b>5.978.913</b>	<b>3.879.499</b>	<b>19.440.070</b>	<b>18.617.035</b>	<b>56.996.696</b>
Densidad en K (ind/m2)	ALA	0,39	0,25	0,41	0,36	0,52	0,39
	AMERB	0,66	0,62	0,50	0,51	0,78	0,63
	<b>Promedio</b>	<b>0,50</b>	<b>0,46</b>	<b>0,46</b>	<b>0,43</b>	<b>0,68</b>	<b>0,52</b>
Relaci3n Abundancia/K (3ndice de saturaci3n)	ALA	0,23	0,19	0,34	0,26	0,32	0,27
	AMERB	0,82	0,88	0,61	0,56	0,78	0,74
	<b>Promedio</b>	<b>0,55</b>	<b>0,56</b>	<b>0,38</b>	<b>0,37</b>	<b>0,61</b>	<b>0,50</b>
Cosechas (N3) 2003	AMERB	549.423	306.826	35.011	244.299	648.434	1.783.993
Capturas ilegales N3	ALA	534.750	280.800	347.760	861.060	1.063.164	3.087.534
<b>TOTAL</b>	<b>Total</b>	<b>1.084.173</b>	<b>587.626</b>	<b>382.771</b>	<b>1.105.359</b>	<b>1.711.598</b>	<b>4.871.527</b>
Tasa de explotaci3n %	AMERB	22,2	25,6	21,3	21,0	24,3	23,3
	ALA	56,0	51,7	32,0	27,7	49,5	39,4
	<b>TOTAL</b>	<b>31,6</b>	<b>33,8</b>	<b>30,6</b>	<b>25,9</b>	<b>35,5</b>	<b>31,4</b>



**Tabla 5.** Datos de entrada para estimación indirecta de densidad a partir de datos de Cpue en AMERB y experiencias en áreas de libre acceso.

Tipo de area	Estado	Fecha Evadir	Sectores	Densidad (Ind./m <sup>2</sup> )	CPUE_Obs.	CPUE_Est.
ALA	-	05/06/04	Sierra Sur	0,014	32	24
ALA	-	10/06/04	Las Minitas Sur	0,018	46	30
ALA	-	04/06/04	Pto. Oscuro Sur	0,025	51	39
ALA	-	02/06/04	La Herradura Sur	0,046	78	61
AMERB	ESBA	20/01/00	La Cebada	0,059	34	71
AMERB	ESBA	15/05/04	Talcaruca B	0,073	53	80
AMERB	ESBA	14/04/00	Maitencillo	0,076	63	81
AMERB	ESBA	11/07/00	Río Limari	0,092	65	88
ALA	-	08/06/04	Total Norte	0,097	67	90
AMERB	ESBA	13/01/00	Puerto Oscuro	0,132	67	100
AMERB	ESBA	21/04/02	Talcaruca	0,147	117	103
AMERB	ESBA	12/01/99	Hornos A	0,170	96	106
AMERB	ESBA	24/03/00	Sierra	0,213	55	109
AMERB	ESBA	07/03/02	Hornos B	0,296	83	111
AMERB	ESBA	22/08/01	Chungungo A	0,312	51	111
AMERB	ESBA	24/08/03	Las Plailas	0,363	131	112
AMERB	ESBA	23/10/01	Las Minitas	0,427	93	112
AMERB	ESBA	29/04/99	Apolillado	0,431	62	112
AMERB	SEGN <sup>01</sup>	25/08/00	Totalillo Norte B	0,485	60	112
AMERB	ESBA	28/04/99	Punta de Choros	0,651	174	112
AMERB	ESBA	01/08/00	Totalillo Norte A	0,862	196	112
AMERB	ESBA	02/08/00	Chungungo C	0,955	129	112
					<b>Cpue_inf.</b>	112
					<b>q</b>	17,0



**Tabla 6.** Datos de entrada para estimación de capacidad de carga en función del desempeño poblacional (a) y estimación de capacidad de carga (K) en Individuos/ha y tasas de crecimiento poblacional en función de un modelo de producción global (b) de las AMERBs en III y IV Regiones.

Datos	Estado de Implementación						Total
	ESBA	SEG1	SEG2	SEG3	SEG4	SEG5	
Sustrato Apto (ha)	3.571	3.375	3.108	2.798	1.729	497	15.077
Abundancia (N°)	11.373.040	16.023.807	18.420.610	16.294.680	11.103.794	4.377.617	77.593.548
Cosechas (N°)	655.377	1.254.727	1.333.876	1.373.306	1.020.365	422.436	6.060.088
Abundancia/ha Media	3.392	4.821	5.802	6.208	7.018	8.205	5.226
Cosecha/ha Media	206	408	456	549	603	870	425
Numero de Observaciones	36	36	34	25	12	5	148

(b)

K (Capacidad de carga)	10.699		
r (Tasa de crecimiento)	0,55		
Tasa explotación poblacional	0,11		
Años	Abundancia-Obs.	Cosechas	Abundancia_Est.
1998	3.392	206	3.392
1999	4.821	408	4.452
2000	5.802	456	5.464
2001	6.208	549	6.469
2002	7.018	603	7.317
2003	8.205	870	7.977

**Tabla 7.** Estimación de captura ilegal de loco para la III Región.

Caleta/sector	Nº buzos	locos/día	hr buceo	cpue (ind/hr)	días/mes	locos/mes	meses/año	locos/año	Total	Talla
Pta. Achurra	15	252	4	63	15	3780	7	26460	396900	5
Cerro Castillo	15	63	4	16	15	945	7	6615	99225	7
Caldera (sibucal)	35									
El Cisne	18									
Caldera	12	60	4	15	9	540	7	3780	45360	4,5
Pto. Viejo	18	60	4	15	10,8	648	7	4536	81648	4,5
Barranquillas	4	54	4	14	12	648	6	3888	15552	8
Barranquillas	15	300	4	75	0,5	150	6	900	13500	5
Maldonado	4	54	4	14	12	648	6	3888	15552	8
Pajonales	10	39	4	10	15	585	7	4095	40950	7
Los Burros Norte	18	60	4	15	7,2	432	7	3024	54432	4,5
Carrizal Bajo	3	117	4	29	6	700	7	4900	14700	6
Carrizal Bajo	18	48	4	12	10	480	7	3360	60480	7
Ch de Aceituno	20	188	4	47	15	2812,5	6	16875	337500	6
<b>Promedio</b>		<b>108</b>	<b>4</b>	<b>27</b>	<b>11</b>	<b>1031</b>	<b>6,7</b>	<b>6860</b>		<b>6,0</b>
<b>Total</b>	<b>139</b>	<b>1294</b>			<b>128</b>	<b>12369</b>		<b>82321</b>	<b>1175799</b>	

Los buzos que operan en Pta. Achurra y Cerro Castillo son los mismos; al igual que los que operan en El Cisne, Puerto Viejo y Los Burros Norte



**Tabla 8.** Estimaci3n de captura ilegal de loco para la IV Regi3n.

Caleta/sector	Nº buzos	locos/día	hr buceo	cpue (n/hr)	días/mes	locos/mes	meses/año	locos/año	Total	Talla
Los Choros (Apolillado)	25	96	4	24	10	960	7	6720	168000	6
Pta Choros	5	120	4	30	15	1800	7	12600	63000	9
Chungungo	54	54	4	13,5	10	540	6	3240	174960	9
Hornos	21	60	4	15	12	720	7	5040	105840	9
Totalillo Centro	16	165	4	41,25	12	1980	7	13860	221760	4,5
Tongoy	10	175	4	43,75	12	2100	6	12600	126000	6
Pto Aldea	20	112	4	28	15	1680	7	11760	235200	6,5
Talcaruca	14	150	4	37,5	12	1800	7	12600	176400	9
Limarí	15	60	4	15	10	600	6	3600	54000	6,5
La Cebada	13	125	4	31,25	12	1500	7	10500	136500	8
Sierra	9	100	4	25	12	1200	7	8400	75600	9
Maitencillo	11	72	4	18	15	1080	7	7560	83160	7,5
Pto Oscuro	6	150	4	37,5	10	1500	6	9000	54000	8
Pto Manso	10	66	4	16,5	10	660	7	4620	46200	7,7
Los Vilos	30	240	4	60	12	2880	7	20160	604800	7,5
San Pedro buzos	15	156	4	39	12	1872	6	11232	168480	8
San Pedro orilleros	7	120	4	30	15	1800	7	12600	88200	7
Totalillo Sur	23	42	4	10,5	10	420	7	2940	67620	9
Pichidangui	19	84	4	21	12	1008	7	7056	134064	9
<b>Promedio</b>		<b>113</b>	<b>4</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>1374</b>	<b>6,7</b>	<b>9268</b>		<b>7,7</b>
<b>Total</b>	<b>323</b>	<b>2147</b>			<b>228</b>	<b>26100</b>		<b>185356</b>	<b>2783784</b>	



**Tabla 9.** Estimaci3n de unidades de loco ilegales que se deben extraer para cubrir d3ficit de ingresos en funci3n de los gastos, para las regiones III y IV.

III REGION									
Caleta/sector	Ingresos (en M\$)			Gastos (M\$)	Ingreso-Gasto				
	ID	IEi	IEc		D1	D2	D3	D prom	
Pan de Azúcar	276	429	336	594	-318	-165	-258	-247	
Pan de Azúcar	226	294	242	435	-210	-141	-193	-181	
Caldera (sibucal)	276	204	306	380	-105	-176	-74	-118	
Caldera (sibucal)	176	429	336	275	-99	154	62	39	
Barranquillas	176	240	240	379	-204	-139	-139	-161	
Barranquillas	276	204	214	324	-49	-120	-110	-93	
Barranquillas	176	294	217	300	-125	-6	-83	-71	
Carrizal Bajo	125	429	380	274	-149	155	106	38	
Ch de Aceituno	176	204	299	365	-190	-161	-66	-139	
<b>Promedio</b>	<b>209</b>	<b>303</b>	<b>286</b>	<b>369</b>	<b>-161</b>	<b>-66</b>	<b>-84</b>	<b>-104</b>	
<b>Estimaci3n de locos (N°)</b>					<b>1927</b>	<b>798</b>	<b>1006</b>	<b>1244</b>	

IV REGION									
Caleta/sector	Ingresos (en M\$)			Gastos (M\$)	Ingreso-Gasto				
	ID	IEi	IEc		D1	D2	D3	D prom	
Totalillo Centro	90	144	150	223	-133	-79	-73	-95	
Limarí	125	144	252	273	-148	-129	-21	-99	
Limarí	125	84	175	294	-169	-210	-119	-166	
Los Vilos	125	84	126	224	-99	-140	-98	-112	
Totalillo Sur	176	429	336	309	-133	120	28	5	
Totalillo Sur	90	84	234	278	-188	-194	-44	-142	
Totalillo Sur	125	210	336	309	-184	-99	27	-85	
<b>Promedio</b>	<b>122</b>	<b>168</b>	<b>230</b>	<b>273</b>	<b>-150</b>	<b>-104</b>	<b>-43</b>	<b>-99</b>	
<b>Estimaci3n de locos (N°)</b>					<b>1805</b>	<b>1251</b>	<b>514</b>	<b>1190</b>	

ID : ingreso declarado

IEi : ingreso estimado por ingreso diario y días promedio trabajados

IEc: ingreso estimado por valorizaci3n de captura mensual

D1 : ID menos gastos

D2 : IEi menos gastos

D3 : IEc menos gastos

Dprom : (D1+D2+D3)/3



**Tabla 10.** Estimaci3n de locos exportados en unidades, a nivel nacional y para las regiones III y IV.

Año	Desembarque loco (t)					Export (t)	Estimaci3n N° de locos export		
	III R	IV R	Total	% III R	% IV R		Total	IV Reg	III Reg
1987	1.541,0	2.219,0	21.236,0	7,3	10,4	3.948,9	74.603.507	11.118.603	3.559.904
1988	538,0	1.010,0	11.180,0	4,8	9,0	4.008,0	75.770.479	11.292.524	3.615.589
1989						1.206,1	22.587.927	3.366.413	1.077.843
1990			227,0			132,6	2.421.275	360.857	115.538
1991		1,0	218,0		0,5	210,2	3.792.155	565.167	180.953
1992			5,0			16,1	289.350	43.124	13.807
1993	338,0	804,0	8.574,0	3,9	9,4	2.392,7	51.829.987	7.724.531	2.473.205
1994	561,0	1.240,0	8.111,0	6,9	15,3	1.622,8	35.855.626	5.343.777	1.710.946
1995	158,0	382,0	2.670,0	5,9	14,3	1.777,7	39.141.590	5.833.504	1.867.744
1996	124,0	351,0	2.541,0	4,9	13,8	837,8	18.555.715	2.765.468	885.435
1997	73,0	312,0	3.154,0	2,3	9,9	1.015,0	21.986.805	3.276.824	1.049.159
1998	101,0	328,0	2.564,0	3,9	12,8	764,7	16.528.745	2.463.377	788.713
1999	106,0	289,0	2.294,0	4,6	12,6	663,6	12.789.768	1.906.135	610.298
2000	39,0	258,0	1.274,0	3,1	20,3	386,4	7.565.244	1.127.493	360.996
2001	40,0	419,0	828,4	4,8	50,6	287,8	6.583.684	981.206	314.158
Total	3.619,0	7.613,0	64.876,4				390.301.856	58.169.003	18.624.285
			x pond	4,8	14,9				

**Tabla 11.** Cuotas de extracci3n, desembarque y estimaci3n de locos en n°; y decomisos para el per3odo 1993 – 1999.

Año	Cuota (N°)*	Des (N°)*	Est (N°)**	Des-Est (N°)	Decomisos (N°)*		
					Total	I - VI	VII - XII
1993	29.467.900	26.597.676	51.829.987	-25.232.311	701.240	583.455	117.785
1994	27.844.848	24.119.690	35.855.626	-11.735.936	614.340	537.981	76.359
1995	10.360.900	10.360.900	39.141.590	-28.780.690	356.951	264.805	92.146
1996	8.560.800	8.383.009	18.555.715	-10.172.706	439.754	123.404	316.350
1997	10.300.000	9.100.000	21.986.805	-12.886.805	2.609.536	2.381.388	228.148
1998	8.800.000	7.500.000	16.528.745	-9.028.745	2.444.817	290.280	2.154.537
1999	7.900.000	6.300.000	12.789.768	-6.489.768			

\* Fuente: Informe T3cnico (R. Pesq.) N° 06. Subpesca, 2000.

\*\* N°mero estimado a partir de exportaciones



**Tabla 12.** Lugares y fechas del muestreo de posturas, n3mero total de locos observado por localidad, n3mero de posturas y 3rea promedio de 3stas.

Lugar	Fecha	N3 posturas/transecto	3rea promedio posturas cm <sup>2</sup>	N3 locos en transecto
Pan de azucar	2/04/03	0,5 ± 1,52	842,8 ± 515,9	4,83 ± 2,56
Pan de azucar	6/05/03	1,66 ± 1,03	654,5 ± 436,7	n/d
Pan de azucar	25/06/03	0,83 ± 0,75	1940 ± 1666,7	20,83 ± 14,67
Pan de azucar	20/08/03	0	0	1,83 ± 1,94
Pto Viejo	4/04/03	0,33 ± 0,51	700 ± 424,26	3,66 ± 3,61
Pto Viejo	5/05/03	0,16 ± 0,40	200	5 ± 4,19
Pto Viejo	25/06/03	0,33 ± 0,51	1550 ± 1343,5	3 ± 1,78
Pto Viejo	19/08/03	0,16 ± 0,40	12	17,16 ± 14,87
Totalillo	10/04/03	0,16 ± 0,40	200	n/d
Totalillo	28/05/03	0,66 ± 0,81	875 ± 441,7	n/d
Totalillo	15/07/03	2 ± 3,16	1083,3 ± 1751,6	68,5 ± 43,33
Totalillo	21/08/03	0	0	
Pta. Lengua de vaca	26/03/03	0,33 ± 0,816	375 ± 106,06	5 ± 5,05
Pta. Lengua de vaca	29/05/03	1 ± 2	133,33 ± 60,55	7,83 ± 9,66
Pta. Lengua de vaca	15/07/03	0,66 ± 1,63	42,75 ± 28,46	6 ± 5,29
Pta. Lengua de vaca	19/08/03	0	0	1,83 ± 2,22
Ttotal	18/03/03	1,33 ± 1,96	2268,7 ± 3523,6	24 ± 26,05
Ttotal	26/06/03	1,66 ± 2,65	4555 ± 9067,72	22,5 ± 20,7
Ttotal	11/08/03	1,5 ± 2,34	71,88 ± 94,36	32,83 ± 20,15
Farellones	3/07/03	1 ± 0,81	3550 ± 2403,46	47,75 ± 24,18
Farellones	8/08/03	0	0	19 ± 16,87



**Tabla 13.** Muestrdeos de neuston realizados en Totalillo desde el 4 de julio de 2003 al 6 de enero de 2004. Los valores indican el n3mero de muestras colectadas.

	Red de neuston (600 um)					Red de neuston (250 um)				
	Distancia a la costa					Distancia a la costa				
	50-80	250	500	1000	2000	50-80	250	500	1000	2000
04-Jul-03	1	1				1	1			
31-Jul-03	4	5	3	2	2	3	4	3	2	2
13-Ago-03	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2
19-Ago-03	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2
03-Sep-03	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2
11-Sep-03	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2
24-Sep-03	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2
02-Oct-03	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2
29-Nov-03	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2
12-Nov-03	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2
28-Nov-03	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2
18-Dic-03	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2
06-Ene-04	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2

**Tabla 14.** Profundidades (m) muestreadas mediante bombeo a diferentes distancias de la costa en Totalillo desde el 4 de julio de 2003 al 6 de enero de 2004.

	Distancia a la costa				
	50-80	250	500	1000	2000
04-Jul-03	1-3	1-15-30	nada	1-15-30	nada
31-Jul-03	1-3	1-11-21	1-15-26	1-15-30	1-15-30
13-Ago-03	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
19-Ago-03	1-4	1-7-14	1-15-25	1-15-30	1-15-30
03-Sep-03	1-3	1-11-21	1-15-26	1-15-30	1-15-30
11-Sep-03	1-3	1-11-21	1-15-26	1-15-30	1-15-30
24-Sep-03	1-3	1-11-21	1-15-26	1-15-30	1-15-30
02-Oct-03	1-3	1-11-21	1-15-26	1-15-30	1-15-30
29-Nov-03	1-3	1-11-21	1-15-26	1-15-30	1-15-30
12-Nov-03	1-3	1-11-21	1-15-26	1-15-30	1-15-30
28-Nov-03	1-4	1-11-21	1-15-26	1-15-30	1-15-30
18-Dic-03	1-4	1-11-21	1-15-26	1-15-30	1-15-30
06-Ene-04	1-4	1-11-21	1-15-26	1-15-30	1-15-30





**Tabla 15.** N3mero de muestras colectadas mediante arrastre y bombeo durante 24 horas el 26 de agosto, 10 de octubre y 19 de noviembre de 2003. Los Muestreos se realizaron a 500 m de la costa en Totoralillo.

Hora	Red grande	Red Chica	Bomba		
			1 m	15 m	24 m
10:00 PM	3	3	1	1	1
13:00 pm	3	3	1	1	1
7:00 PM	3	3	1	1	1
19:00 pm	3	3	1	1	1
22:00 pm	3	3	1	1	1
1:00 AM	3	3	1	1	1
4:00 AM	3	3	1	1	1
7:00 AM	3	3	1	1	1
10:00 AM	3	3	1	1	1

**Tabla 16.** N3mero de muestras colectadas desde 250 m hasta 5 km de la costa en cinco localidades de la III y IV Regi3n durante el a3o 2003.

	Sistema	Distancia de la Costa			
		250	500	2000	5000
Totoralillo 5 de Nov de 03	Red Grande	3	3	3	3
	Bombeo (m)	1	1	1	1
		17	1	1	
30			1	1	
Pan de Az3car 22 de Oct de 03	Red Grande	3	3	3	3
	Bombeo (m)	1	1	1	1
		20			
30		1	1	1	
Lengua de Vaca 25 de Nov de 03	Red Grande	3	3	3	3
	Bombeo (m)	1	1	1	
		20	1		
30			1		
Totoral 26 de Nov de 03	Red Grande	3	3	3	3
	Bombeo (m)	1		1	1
		20			
30				1	
Los Vilos 2 de Dic 03	Red Grande	3	3	3	3
	Bombeo (m)	1	1	1	1
		20	1	1	1
30		1	1	1	



**Tabla 17.** Colecci3n de muestras mediante aspiraci3n de la columna de agua y a ras de suelo en diferentes h3bitats en localidades de la IV Regi3n.

Localidad y Fecha	Sustrato
Totoralillo 05 de Agosto 2003	Picorocal
	Picorocal
	Picorocal
	<i>L. trabeculata</i> Columna de agua
Totoralillo 05 de Septiembre de 2003	Fondo Lessonia
	Fondo Lessonia
	Fondo Lessonia
	Frona Lessonia
	Frona Lessonia
	Frona Lessonia
	Fondo Blanquado
	Fondo Blanquado
	Fondo Blanquado
	Media agua entre <i>L. trabeculata</i> Media agua fondo blanqueado
Farellones (Coquimbo) 4 de Octubre 2003	Incrustantes
	Incrustantes
	Incrustantes
	Incrustantes
	Incrustantes
	Incrustantes
Totoralillo 6 de Octubre de 2003	Bosque de Lessonia
	Bosque de Lessonia
	Bosque de Lessonia
	Frona Lessonia
	Frona Lessonia
	Frona Lessonia
	Fondo Blanquado
	Fondo Blanquado
	Fondo Blanquado
	Bosque de Lessonia Fondo Blanqueado
Pta Lengua Vaca FECHA: 15 de Octubre 2003	Fondo Lessonia
	Fondo Lessonia
	Fondo Lessonia
	Frona Lessonia
	Frona Lessonia
	Frona Lessonia
	Fondo Blanqueado
	Fondo Blanqueado
	Fondo Blanqueado
	Media agua entre <i>L. trabeculata</i> Media agua fondo blanqueado
Cta. Pan de Azucar 21 de Octubre de 2003	Fondo Lessonia
	Fondo Lessonia
	Fondo Lessonia
	Frona Lessonia
	Frona Lessonia
	Frona Lessonia
	Fondo Blanqueado
	Fondo Blanquado
	Fondo Blanquado
	Media agua entre <i>L. trabeculata</i> Media agua fondo blanqueado
Guayacancito 30 de Octubre de 2003	Fondo Blanqueado
	Fondo Blanqueado
	Fondo Blanqueado
	Fondo Blanqueado
	Fondo Blanqueado
	Fondo Blanqueado
Totoralillo 14 de Noviembre de 2003	Fondo blanqueado con <i>Halopteris</i>
	Fondo blanqueado con <i>Halopteris</i>
	Fondo blanqueado con <i>Halopteris</i>
	Fondo blanqueado con <i>Halopteris</i>
	Fondo blanqueado con <i>Halopteris</i>
	Fondo blanqueado con <i>Halopteris</i>
	Fondo blanqueado con <i>Halopteris</i>
	S3lo agua



**Tabla 18.** N3mero de locos marcados y recapturados en las diferentes fechas de muestreo en Pan de Az3car.

Fecha Muestreo	Total Capturado (n)	Total Marcado acumulativo (n)	Marcados recapturados (n)	Recaptura acumulada (n)	Proporci3n de Recaptura (%)	Recaptura acumulada (%)
03-04-2003	144	144				
06-05-2003	75	219	21	21	14,6	14,6
26-06-2003	131	350	71	92	32,4	42,0
20-08-2003	123	473	43	135	12,3	38,6
21-10-2003	103	576	59	194	12,5	41,0
03-12-2003	61	637	9	203	1,6	35,2
21-01-2004	97	734	39	242	6,1	38,0
04-05-2004	84	818	39	281	5,3	38,3

**Tabla 19.** Resultados de b3squeda de reclutas (individuos < 20 mm LP) en el Intermareal de la III y IV Regiones.

Lugar	Fecha	Presencia de Reclutas	Cuadratas (n)	Densidad (Ind.*m <sup>-2</sup> )
Playa Amarilla	16/1/2004	no	21	0
Caleta Maitencillo	3/2/2004	no	0	0
Caleta Sierra	3/2/2004	no	0	0
Playa La Cebada	3/2/2004	no	0	0
Playa Blanca	5/2/2004	si	13	17,5±21,9
Totalillo Centro	5/2/2004	si	20	27,2±42,8
Playa Temblador	12/2/2004	si	5	36,8±49,8
Playa Chungungo	12/2/2004	si	16	61,8±58,2
Playa Las Ventanas (Choros)	13/1/2004	si	21	17,7±16,5
Chañaral de Aceituno	23/1/2004	si	25	17,9±16,5
Carrizal Bajo	23/1/2004	si	25	25,3±22,7
Bahía Salado	22/1/2004	no	0	0
Puerto Viejo	20/1/2004	no	0	0
Pan de Azucar	21/1/2004	si	21	19,6±20,1

**Tabla 20.** Muestreo poblacional del loco en la costa de las III y IV Regi3n. Se indica el n3mero total de locos colectados y su distribuci3n en 4 clases de talla (el 3ndice de Reclutamiento representa el n3mero de locos entre 30-59 mm LP dividido por el n3mero de los que miden 60-79 mm LP).

Lugar	Fecha	Total	<30mm	30-59mm	60-79mm	>80mm	3ndice Reclut
Las Conchas	16-01-2004	65	5	32	4	24	8
Caleta Sierra	03-02-2004	15	1	7	1	6	7
Temblador	12-02-2004	44	5	34	2	3	17
Los Choros	16-01-2004	80	21	52	7	0	7,4
Chañaral de Aceituno	23-01-2004	53	6	8	5	34	1,6
Carrizal Bajo	23-01-2004	71	12	4	1	54	4
Bahía Salado	22-01-2004	0	0	0	0	0	0
Puerto Viejo	20-01-2004	27	0	0	3	24	0
Pan de Azucar	21-01-2004	58	4	0	6	48	0

# ANEXOS

---

# A N E X O 1

---

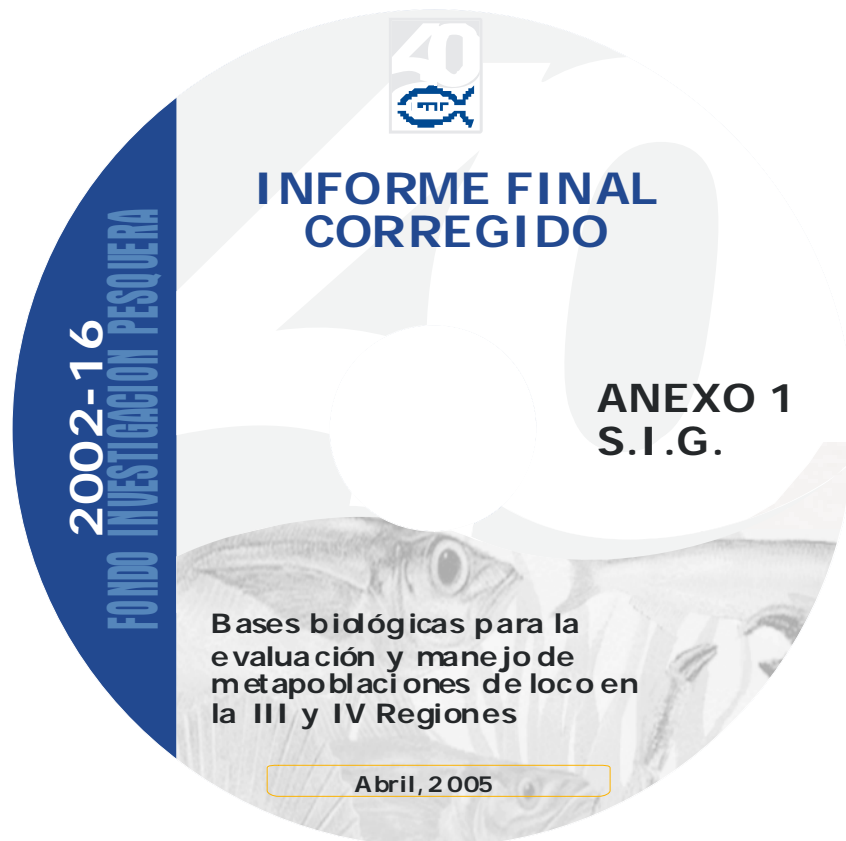
Aplicación del sistema de  
información geográfica (SIG)

---



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

---



# A N E X O 2

---

Entrevista – Encuesta para el  
levantamiento del  
conocimiento local

---



## ENTREVISTA - ENCUESTA METAPOBLACIONES

Proyecto FIP 2002-16

(APOYAR CON GRABADORA)

Regi3n

Caleta: .....

Categoría

B: Buzo AB: Ay. Buzo T: Tele

¿Pertenece a alguna área de manejo? SI

NO

¿Cuál .....

Edad:

1. Tiempo que lleva trabajando

2. ¿Cuántos buzos trabajan permanentemente (durante todo el año) en la caleta)?

Buzos

Referirse en detalle a la dinámica de la caleta: .....

.....  
.....  
.....

3. Presencia de Maicillos (utilizar color VERDE para mapeo)

En qué meses (tache): E F M A M J J A S O N D

¿Ha observado variaciones entre años? SI  NO

Si es SI, indicar qué años y qué variaciones.....

.....  
.....  
.....

¿En qué sectores ha observado maicillos? Apoyarse con mapas / indicar gradientes  
(dimensionar los sectores, asociarlos a abundancia)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

¿A qué profundidad? (Indicar la unidad y rangos que maneja el encuestado: mts, brazas)

.....  
.....  
.....

¿Qué características tienen los sectores donde se forman los maicillos?  
(Describir con el mayor detalle posible: tipo sustrato, especies asociadas, otros)

.....  
.....  
.....

¿Qué otros eventos relevantes recuerda Ud. asociados a los maicillos?

.....  
.....  
.....





**4. Presencia de Posturas (utilizar color AZUL para mapeo)**

En qu3 meses (tache):    **E F M A M J J A S O N D**

¿Ha observado variaciones entre a±os?    SI     NO

Si es SI, indicar qu3 a±os y qu3 variaciones.....

.....  
.....  
.....

**¿En qu3 sectores ha observado posturas?** Apoyarse con mapas / indicar gradientes  
(dimensionar los sectores, asociarlos a abundancia)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**¿A qu3 profundidad?** (Indicar la unidad y rangos que maneja el encuestado: mts, brazas)

.....  
.....  
.....

**¿Qu3 característic3s tenían los sectores donde observ3 posturas?**  
(Describir con el mayor detalle posible: tipo sustrato, especies asociadas, otros)

.....  
.....

**¿Qu3 otros eventos relevantes recuerda Ud. asociados a las posturas?**

.....  
.....  
.....

**5. Observaci3n de Eclosi3n Larval** (Referirse a coloraci3n de las c3psulas -

**USAR COLORES para tachar meses: blanco - amarillo - caf3. Para blanco tachar con l3piz negro)**

En qu3 meses (tache):    **E F M A M J J A S O N D**

¿Ha observado variaciones entre a±os?    SI     NO

Si es SI, indicar qu3 a±os y qu3 variaciones.....

.....  
.....  
.....

**¿En qu3 sectores ha observado eclosiones?** Apoyarse con mapas / indicar gradientes  
(dimensionar los sectores, asociarlos a abundancia)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**¿Qu3 elementos relevantes recuerda en relaci3n con las eclosiones?**  
(Describir con el mayor detalle lo indicado por el encuestado)

.....  
.....  
.....



**6. Presencia de Reclutas (Indicar tama1o m3nimo de visualizaci3n) ....Cms (Usar color ROJO para mapeo)**

En qu3 meses (tache):    **E F M A M J J A S O N D**

¿Ha observado variaciones entre a1os?    SI                       NO

Si es SI, indicar qu3 a1os y qu3 variaciones.....

.....  
.....

**¿En qu3 sectores ha observado reclutas?** Apoyarse con mapas / indicar gradientes  
(dimensionar los sectores, asociarlos a abundancia)  
(identificar **Areas Cr3pticas**)

.....  
.....  
.....  
.....

**¿A qu3 profundidad?** (Indicar la unidad y rangos que maneja el encuestado: mts, brazas)

.....  
.....

**¿Qu3 caracter3sticas ten3an los sectores donde observ3 reclutas?**  
(Describir con el mayor detalle posible: tipo sustrato, especies asociadas, otros)

.....  
.....

**¿Qu3 otros eventos relevantes recuerda Ud. asociados a los reclutas?**

.....  
.....

**7. Abundancia de loco (principalmente grande: = 3 > TML) (Usar color NEGRO para mapeo)**

En qu3 meses (tache):    **E F M A M J J A S O N D**

¿Ha observado variaciones entre a1os?    SI                       NO

Si es SI, indicar qu3 a1os y qu3 variaciones.....

.....  
.....

**¿En qu3 sectores ha observado mayores abundancias?** Apoyarse con mapas  
(dimensionar los sectores, asociarlos a abundancia)  
(referirse a 3reas hist3ricas de pesca: AM y ALA)  
(identificar **Areas Cr3pticas**)

.....  
.....

**¿A qu3 profundidad?** (Indicar la unidad y rangos que maneja el encuestado: mts, brazas)

.....  
.....

**¿A qu3 atribuye Ud. esas variaciones en abundancia?**  
(Describir con el mayor detalle posible: eventos clim3ticos, oceanogr3ficos, otros)

.....  
.....  
.....  
.....



**¿A qué atribuye la disminuci3n de la abundancia de loco en algunos sectores?**

(Describa con detalle lo se~alado por el encuestado)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**¿Ha observado recuperaci3n del loco en alg3n sector?**

SI  NO

**Describala** (en detalle: aparici3n de especies - sucesiones; aspectos climáticos, oceanográficos, tiempo transcurrido, áreas crípticas, otros)

.....  
.....  
.....  
.....

**8. Refiérase a la dinámica migratoria del loco en relaci3n a la talla (reclutas, juveniles, adultos)**

Hacer referencia a la fundida (Apoye con material escrito)

**9. Si tuviera que ir a buscar loco de menos de 2 cms, ¿D3nde lo iría a buscar?**

(Indicar la talla a que hace referencia el encuestado) ..... cms

Sector 1	
Sector 2	
Sector 3	
Sector 4	
Sector 5	

Traspasar a mapas (dimensionar los sectores)

**10. ¿Cuál ha sido la mejor época del loco?** (en términos de volumen - cantidad)

..... (Indicar años)

**11. ¿Cuánto loco sacaba en esa oportunidad y en cuántas hrs de buceo?** (Indicar sector)

(Referirse tanto a loco legal como ilegal)

.....  
.....

**12. ¿Cuál es el máximo de loco observado?** (máx. de unid/m2 observada - Hacer referencia a cuánto más en funci3n a lo actual: e.g. 2 veces más, 5 veces más)

(Indicar sectores - Traspasar a mapas)

.....  
.....

**13. ¿Ud. reconoce diferencias (principalmente de talla) entre locos de diferentes sectores?**

SI  NO

**14. ¿Cuáles son esos sectores y las características de las poblaciones de loco asociadas?**

(Referirse a talla, abundancia, densidad - Poner énfasis en los quiebres latitudinales)

.....  
.....  
.....  
.....



15. Si Ud. tuviera que solicitar otra 1rea de manejo ¿D3nde la pediría? (Apoyarse con mapas)

(Indicar sectores)

Sector 1	
Sector 2	
Sector 3	
Sector 4	
Sector 5	

Si la respuesta es NO, se1alarse por qu3: .....

.....

.....

16. La cuota de extracci3n estimada para el 1rea de manejo ¿Es extraída s3lo del 1rea de ma SI  NO  Indique otros sectores que ocupa para completar la cuota (Mapearse):

.....

.....

17. ¿Cu1les son los principales recursos que extrae?

Cantidad Precio

| Pulpo  
| Loco  
| Lapa  
| Erizo  
| Locate  
| Otros (indique) .....

¿Cu1nto dinero necesita obtener por salida? \$ .....

18. Indique cu1les son los mejores y peores meses en funci3n de los ingresos (tache)  
ajores) E F M A M J J A S O N D

eoeres) E F M A M J J A S O N D

19. ¿Cu1les son sus ingresos mensuales?

| Menos de \$100.000 M1ximo \$ ...../mes  
| \$100.000 a \$150.000  
| \$151.000 a \$200.000 M1nimo \$ ...../mes (excepto \$0)  
| \$201.000 a \$250.000  
| \$251.000 a \$300.000  
| M1s de \$300.000

20. ¿Cu1ntos d1as trabaja al mes?

| M1s de 20 d1as M1ximo  d1as/mes  
| 15 a 20 d1as  
| 10 a 14 d1as M1nimo  d1as/mes  
| 5 a 9 d1as  
| Menos de 5 d1as

21. ¿Cu1nto gana en un d1a? (Indicar si es individual o por salida - Se1alar las partes)

| M1s de \$100.000  
| \$80.000 a \$100.000 M1ximo \$ ...../d1a  
| \$50.000 a \$79.000  
| \$40.000 a \$49.000 M1nimo \$ ...../d1a (excepto \$0)  
| \$30.000 a \$39.000  
| \$20.000 a \$29.000  
| \$15.000 a \$19.000  
| \$10.000 a \$14.000  
| \$5000 a \$9.000  
| Menos de \$5.000



22. **¿Cuánto dinero entrega o deja en su casa?** (Tachar el período asociado correspondiente)  
\$..... / diario semanal mensual otro (indicar: .....)
23. **¿Cuánto dinero se deja Ud.?** (Tachar el período asociado correspondiente)  
\$..... / diario semanal mensual otro (indicar: .....)
24. **Indique cuánto gasta mensualmente en cada uno de los siguientes ítem**

Ítem	Monto (\$)
Arriendo o dividendo	\$ .....
Alimentación	\$ .....
Vestuario	\$ .....
Agua	\$ .....
Luz	\$ .....
Gas	\$ .....
Viveres	\$ .....
Gastos personales	\$ .....
Educación	\$ .....
Otros (indicar) .....	\$ .....
.....	\$ .....

**Observaciones:** .....

.....

.....

25. **¿Continúa habiendo extracción ilegal de loco?** SI  NO

26. **¿Por qué?** .....

.....

.....

27. **¿Cuáles son las principales zonas de extracción de loco ilegal?** Apoyarse con mapas  
..... (Señalar si la extracción ilegal también se realiza en las áreas de manejo)  
.....  
.....

28. **¿Qué cantidad de loco ilegal se puede extraer en un día? (señalar hrs. de buceo)**  
.....  
.....

29. **¿Cuántos buzos están trabajando en la extracción ilegal de loco?**

buzos

30. **¿Cuánto pagan por el loco ilegal?**

\$ ..... Indicar si es por  Kg. o  docena

Indicar forma de comercialización: c/concha

desconch

31. **¿Cuál es la talla media del loco ilegal?** Bajo T  TM  Sobre TM

Indicar talla media: ..... cms.

32. **¿Cuál es el destino del loco ilegal?** Marque todas las alternativas que correspondan

| Plantas de proceso de la misma localidad (Región o Comuna)

| Plantas de proceso de otras regiones (Indicar qué Región: .....)

| Restaurantes y Hoteles

| Intermediario

| Venta a público (domicilio)

| Otro (Indicar) .....

**Observaciones:** .....

.....

.....



**33. Si existiera un buen precio para el loco ilegal ¿D3nde lo extraer3a?**

(Apoyarse con mapas)	Cantidad estimada a extraer
Sector 1	
Sector 2	
Sector 3	
Sector 4	
Sector 5	

**34. Cuando se extrae TODO el loco de un lugar ¿Cu3nto tiempo demora en aparecer nuevamente?** (Indicar el sector al que se refiere el encuestado sealando si es AM o ALA)

.....  
.....  
.....

**35. ¿De d3nde cree Ud. que vienen esos locos?** (Sealalar 3reas cr3pticas - zonas de refugio)

.....  
.....  
.....

**36. Sealale las corrientes predominantes en los diversos sectores que Ud. Conoce**

Apoyarse con mapas (utilizar color AZUL para flechas en mapas)

.....  
.....  
.....

**37. Cuando Ud. ha perdido alg3n material ¿D3nde lo recuper3?** (Apoyar con mapas)

(Indicar sector de p3rdida y sector de recuperaci3n - sealalar tiempo transcurrido)

.....  
.....  
.....

**38. ¿Qu3 relaci3n cree Ud. que hay entre las corrientes y los procesos de deriva larval y reclutamiento?**

.....  
.....  
.....

**39. Recuerda Ud. algunos sucesos de relevancia en este sentido** (describa en detalle)

.....  
.....  
.....  
.....

**40. Sealale los vientos predominantes en los diversos sectores que Ud. Conoce**

Apoyarse con mapas (utilizar color ROJO para flechas en mapas)

.....  
.....  
.....

**41. ¿Qu3 relaci3n cree Ud. que hay entre los vientos y los procesos de deriva larval y reclutamiento?**

.....  
.....  
.....

**42. Recuerda Ud. algunos sucesos de relevancia en este sentido** (describa en detalle)

.....  
.....  
.....



**43. Existen otros aspectos que tengan relaci3n con la deriva larval y el reclutamiento de loco** (describa con detalle)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**44. ¿Qu3 relaci3n cree Ud. que existe entre los agujajes y la presencia de reclutas, juveniles y/o adultos de loco?**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**45. ¿Qu3 relaci3n cree Ud. que existe entre los agujajes y la presencia de especies presa del loco?** (e.g. piure, picoroco, chorito)

.....  
.....  
.....  
.....

**46. En los lugares donde ha trabajado (o trabaja actualmente)**

¿Se observan agujajes? SI  NO

**47. Indique los sectores y el tipo de agujaje (coloraci3n) y magnitud relativa**

Para magnitud relativa usar la siguiente escala: - - ; - ; = ; + ; + +

Sector	Tipo de agujaje	Magnitud relativa (extensi3n)	Duraci3n

**48. ¿Existe una temporalidad en la ocurrencia de agujajes?**

SI  NO

**49. Describa con detalle:** .....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



**50. ¿Qué relación cree Ud. que existe entre la ocurrencia del Evento del Niño y la presencia de loco?** (Describir en detalle)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**51. ¿Existe alguna relación entre el Evento del Niño y la ocurrencia de agujajes u otros fenómenos?** (Describa en detalle)

.....  
.....  
.....  
.....

**52. Comentarios Adicionales** (capturar todo comentario relevante de la conversación con el máximo detalle posible)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



# A N E X O 3

---

Taller METAPESCA  
y fotografías

---



## Taller METAPESCA

**(Modelado de la Dinámica de Metapoblaciones Explotadas)  
Puerto Madryn (Argentina), abril 12-15, 2004**

### Coordinaci3n

*Ana M. Parma y Lobo Orensanz*  
(CENPAT/CONICET, Puerto Madryn, Argentina,  
Pew Fellows Program in Marine Conservation)  
Asistente: *Andrea Rodriguez*

### Participantes invitados:

Subsecretaría de Pesca de la Repúolica de Chile: Darío Rivas  
y Gustavo San Martín  
Direcci3n General de Intereses Marítimos y Pesca  
Continental, Provincia del Chubut, Argentina: Kitty  
Sarsa  
Universidad Católica del Norte (Coquimbo, Chile): Wolfgang  
Stotz  
Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, Chile: Nancy  
Barahona y Gabriel Jerez  
Instituto de Fomento Pesquero, Coquimbo, Chile: Jorge  
González, Jorge Garrido y Carlos Tapia  
Universidad de Concepci3n, Chile: Billy Ernst  
Universidad Austral, Valdivia, Chile: Carlos Molinet<sup>17</sup>  
Consultores independientes (Valparaiso, Chile): Alejandro  
Zuleta y Pedro Rubilar  
School of Aquatic and Fishery Sciences, University of  
Washington (Seattle, USA): Juan Valero  
Centro Nacional Patag3nico (CONICET), Puerto Madryn,  
Argentina: Néstor Ciocco, Eugenia Bogazzi y Ricky  
Amoroso

---

<sup>17</sup> Se esperaba contar también con la participaci3n del Prof. Carlos Moreno, qui3n debió cancelarla debido a conflictos de calendario con otros compromisos.



## Introducción y casos de estudio

El taller está auspiciado en el marco del Pew Fellows Program in Marine Conservation<sup>18</sup>. En su curso se considerarán cuatro casos de estudio a través de los cuales se busca desarrollar criterios y herramientas generales para el análisis y manejo de pesquerías bentónicas. Estas pesquerías tienen los siguientes stocks objetivo:

1. La vieira (*Aequipecten tehuelchus*) del golfo San José, Chubut, Argentina
2. El erizo (*Loxechinus albus*) de las X-XI Regiones, Chile
3. El loco (*Concholepas concholepas*) de la IV Región, Chile
4. El geoduck (*Panopea abrupta*) del Puget Sound (USA) y British Columbia (Canada)

Estas cuatro pesquerías tienen muchos elementos en común:

- ✓ Los stocks son metapoblaciones de organismos bentónicos en los que las subpoblaciones están interconectadas por larvas pelágicas.
- ✓ Todas son pesquerías de pequeña escala, en las que las unidades de pesca son embarcaciones relativamente chicas.
- ✓ La técnica de extracción consiste en todos los casos de buzos que utilizan hookah (narguiles conectados a un compresor).
- ✓ Todos los productos derivados tienen gran valor en el mercado, y en casi todos los casos el destino es la exportación.
- ✓ Todas revisten considerable importancia para las economías de su ámbito regional.

A pesar de esta aparente homogeneidad, estos cuatro sistemas son radicalmente diferentes en aspectos importantes de su dinámica, de las escalas de tiempo y espacio que es relevante considerar, del proceso de pesca y del manejo. Es justamente por esta razón que este conjunto ofrece interesantes oportunidades para el análisis comparativo de este tipo de pesquerías, tal vez las más recalcitrantes a la aplicación de métodos de análisis y estrategias de manejo convencionales.

En todos los casos las acciones desarrolladas como parte del PFP están asociadas a proyectos independientes. Los casos son:

**Caso 1:** Programa de co-manejo para las pesquerías bentónicas del golfo San José, que involucra a investigadores del Centro Nacional Patagónico, a la Asociación de Pescadores Artesanales de Puerto Madryn y a la Secretaría de Pesca de la Provincia del Chubut (Argentina).

---

<sup>18</sup> Para mayor información visitar <http://www.pewmarine.org/aboutPFP.php>.



**Caso 2:** Proyecto “*Bases Biológicas para la Rotación de Areas del Recurso Erizo*”, financiado por el Fondo de Investigación Pesquera (FIP, Chile) y ejecutado por científicos y técnicos del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP, Chile) y otras instituciones. Este proyecto está destinado a proveer soporte científico a la implementación del Plan de Manejo para el recurso erizo en las X-XI Regiones, principalmente a través de la Mesa Técnica (multisectorial) convocada por la autoridad zonal. Una primera etapa ya fue ejecutada.

**Caso 3:** Proyecto “*Bases Biológicas para la Evaluación y Manejo de Metapoblaciones de Loco en la III y IV Regiones*”, también financiado por el FIP y ejecutado conjuntamente por científicos y técnicos del IFOP (Sede Coquimbo) y de la Universidad Católica del Norte (Coquimbo, Chile). Este proyecto está concebido para proveer soporte científico a la implementación del sistema de derechos de uso territorial en el centro-norte de Chile.

**Caso 4:** Proyecto “*Spatial Dynamics, Recruitment Trends and Sustainability of Puget Sound Geoducks*”, financiado por Washington Sea Grant (USA) y conducido por investigadores de la Universidad de Washington. Este proyecto está concebido para brindar soporte científico a la implementación de estrategias de manejo espacialmente explícitas para la pesquería de geoduck en British Columbia y Washington.

En todos estos casos los proyectos de investigación son conducidos con vistas a la provisión de soporte técnico al manejo, y en todos los casos existe algún nivel de participación de pescadores, managers y científicos en el proceso de manejo (co-manejo, en el sentido más amplio del término).

### Objetivos

El propósito de este taller es reunir a científicos y a personal técnico de las agencias de manejo a fin de discutir y analizar algunos aspectos específicos del soporte técnico:

- ✓ Identificación de los procesos y escalas de interés en los distintos sistemas.
- ✓ Estado del conocimiento existente, desde el punto de vista de los requerimientos del manejo.
- ✓ Datos, métodos y modelos para procesos específicos de interés (e.g., crecimiento, mortalidad, conectividad, proceso de pesca, etc).
- ✓ Integración de la información en modelos de simulación, con énfasis en el desarrollo de METAPESCA (modelo de una metapoblación bentónica explotada), y de sus diferentes aplicaciones.



- ✓ Desarrollo de “procedimientos de manejo” (“management procedures”) para pesquerías con estructura espacial

El foco del taller será estrictamente técnico. El estilo de la reuni3n será informal.

Finalmente, y dependiendo del tenor de las discusiones, proponemos considerar la inicializaci3n de un documento sobre la identificaci3n de escalas y procesos relevantes, estimaci3n y modelado en pesquerías bent3nicas, con énfasis en su aplicaci3n a problemas de manejo y a la luz de la experiencia de los cuatro casos de estudio. Nuestra impresi3n es que no existe en la literatura una revisi3n con estas características, y que la misma sería bien recibida en una revista del tipo de *Reviews in Fish Biology and Fisheries* o *Fish and Fisheries*.

### Agenda

La siguiente es una agenda tentativa para la reuni3n. El grupo se reunirá en las instalaciones de CENPAT, de 9 am a 17:30 pm, con una interrupci3n para el almuerzo (colaciones).

Domingo 11 por la noche: arribo a Puerto Madryn de los colegas chilenos. Cena informal (asumimos que llegarán bastante cansados).

Lunes 12, mañana: presentaciones.  
Introducci3n general y marco conceptual. Néstor Ciocco y Lobo Orensanz.  
Procedimientos de manejo. Ana Parma.

Lunes 12, tarde: más presentaciones  
Modelado. Juan Valero  
Breve introducci3n informal de los cuatro casos:

- Geoduck: Juan Valero
- Erizo: Alejandro Zuleta
- Loco: Jorge González y Wolfgang Stotz
- Vieira: Ricky Amoroso y Néstor Ciocco

Lunes 12, noche: cena (pasta) en el restaurant Playa Mimosa.

Martes 13, mañana y tarde: Formalizaci3n de un caso específico (loco).

Martes 13, noche: cena en el local de la Asociaci3n de Pescadores Artesanales.

Miércoles 14, mañana y tarde: Ibid.

Miércoles 14, noche: paella en El Monstruo (casa de Ana y Lobo).



Jueves 15, mañana

- Grupo A (Zuleta, Rubilar, Jerez, Barahona, Molinet, Rivas, Ernst, Parma, Orensanz): erizo, con énfasis en la revisi3n de la propuesta t3cnica del proyecto FIP
- 
- Grupo B (Stotz, Gonz3lez, Tapia, Garrido, San Mart3n, Valero): loco, con énfasis en el contenido del pre-informe final del Proyecto FIP

Jueves 15, tarde: sesi3n de recapitulaci3n. Discusi3n del outline para un documento de s3ntesis.

Jueves 15, noche: libre.

Viernes 16, d3a: excursi3n a la Pen3nsula de Vald3s (Punta Delgada, Puerto Pir3mides y El Riacho).

Viernes 16, noche: asado en El Monstruo (casa de Ana y Lobo).

S3bado 17: retorno de los colegas chilenos.

Wolfgang Stotz	wstotz@nevados.ucn.cl
Jorge Garrido	jgarrido@ifop.cl
Jorge Gonzalez	jegonzalez@ifop.cl
Carlos Tapia	ctapia@ifop.cl
Gabriel Jerez	gjerez@ifop.cl
Nancy Barahona	nbarahon@ifop.cl
Carlos Moreno	cmoreno@uach.cl
Carlos Molinet	cmolinet@uach.cl
Alejandro Zuleta	alzuleta@entelchile.net
Pedro Rubilar	cepes@entelchile.net
Gustavo San Martin	gsanmar@subpesca.cl
Dario Rivas	drivas@subpesca.cl
Billy Ernst	biernst@u.washington.edu
Juan Valero	juan@u.washington.edu
Ana Parma	parma@cenpat.edu.ar
Ricky Amoroso	ricardoamoroso@yahoo.com
Lobo Orensanz	lobo@cenpat.edu.ar
Eugenia Bogazzi	ebogazzi@lisa.inidep.edu.ar
Kitty Sarsa	limato@infovia.com.ar



















# A N E X O 4

---

Estudios de corrientes en el  
área de Totalillo y frente a  
las bahías de la IV Región

---



## DESCRIPCIÓN DE CORRIENTES EN EL ÁREA DE TOTORALILLO Y FRENTE A LAS BAHÍAS DE LA IV REGIÓN

### 1. Derivadores

#### 4 de Agosto

Se lanzó una serie de cuatro derivadores a las profundidades señaladas anteriormente, a 896 m de la línea de costa. Las horas de seguimiento fueron 6h, entre las 10:00 y las 16:00 h, tomando solamente una posición de inicio y cada 30 min se registró la posición de cada derivador. El derivador de 0 m, no se tomó en consideración para calcular la velocidad del flujo, porque tuvo que ser rescatado, por dirigirse hacia la costa en pocos minutos, y lanzado nuevamente, siendo el tiempo de muestreo muy corto (1 hora aprox.).

El flujo a todos los niveles se dirigió hacia el norte. La mayor magnitud de la corriente se presentó a los 20 m, siendo de  $6,7 \text{ cms}^{-1}$ . El viento predominante para ese período de tiempo provenía del Sur. El oleaje observado fue casi nulo.

En la **Figura 1** se presentan las trayectorias de los derivadores a distintos niveles. En la **Tabla I** se resume la posición inicial, el desplazamiento, magnitud y dirección (con respecto al Norte) para los distintos niveles muestreados.

**Tabla I.** Resumen de resultantes, desplazamiento, magnitud y dirección de los flujos, para el 4 de agosto, 2003.

	Posición	Profundidad (m)	Desplazamiento (m)	$\Delta t$ (h)	Magnitud ( $\text{cms}^{-1}$ )	Dirección
P1	30°04'28.4"S 71°23'12.9"W	5	823	6	3,8	350°
		10	1270	6	5,8	350°
		20	1449	6	6,7	45°

#### 5 de Agosto

Se lanzaron dos series de tres derivadores, en dos posiciones diferentes (P1 y P2), P1 se lanzó a 881 m de la línea de la costa y P2 a 1080 m, a profundidades de 0, 5 y 10 m de profundidad, entre las 10:00 y 17:00 horas. Las horas de muestreo para los niveles de 0 y 5 m fue de 5 h debido a la pérdida de éstos, para el nivel de 10 m el total de horas muestreadas fue de 7 horas. Se registró la posición de cada derivador cada hora.



El flujo a los niveles de 0 y 5 m se dirigi3 hacia la costa, para las dos series; a la profundidad de 10 m el flujo fue hacia el norte. La magnitud m3xima registrada durante las 5 h se presenta a 0 m, con un valor de  $4,3 \text{ cms}^{-1}$ . Para los 10 m las magnitudes fueron similares (**Figura 2, Tabla II**). El viento predominante para el per3odo fue del Sur.

**Tabla II.** Resumen de resultantes, desplazamiento, magnitud y direcci3n de los flujos, para el 5 de agosto, 2003.

	Posici3n	Profundidad (m)	Desplazamiento (m)	$\Delta t$ (h)	Magnitud ( $\text{cms}^{-1}$ )	Direcci3n
P1	30°04'28"S 71°23'12"W	0	668	5	3,7	90°
		5	627	5	3,5	80°
		10	995	7	3,9	350°
P2	30°04'28"S 71°23'19"W	0	780	5	4,3	90°
		5	754	5	4,2	90°
		10	961	7	3,8	350°

### 1 de Septiembre

Se lanzaron dos series de cuatro derivadores cada uno, en dos posiciones diferentes (P1 y P2), P1 se lanz3 a 389 m y P2 a 654 m de la l3nea de costa. A las mismas profundidades se3aladas anteriormente, entre las 12:10 y 15:45 horas. El derivador de 5m, correspondiente a la posici3n 1, se perdi3 al principio del muestreo, y el de 10 m no se consider3 porque se enred3 y su desplazamiento fue nulo. Se registr3 la posici3n cada hora.

El flujo a todos los niveles muestreados para las dos series de derivadores se dirigieron hacia la costa. La magnitud m3xima registrada fue de  $3,6 \text{ cms}^{-1}$  a la profundidad de 0 m (**Figura 3, Tabla III**). El oleaje observado fue fuerte con olas de una altura media estimada de 3 metros.

**Tabla III.** Resumen de resultantes, desplazamiento, magnitud y direcci3n de los flujos, para el d3a 1 de septiembre, 2003.

	Posici3n	Profundidad (m)	Desplazamiento (m)	$\Delta t$ (h)	Magnitud ( $\text{cms}^{-1}$ )	Direcci3n
P1	30°04'22.2"S 71°22'55.2"W	0	158	3	1,5	125°
		20	112	3	1,6	95°
P2	30°04'25.4"S 71°23'04.4"W	0	389	3	3,6	125°
		5	183	3	1,7	135°
		10	173	3	1,6	215°
		20	83	3	0,8	120°



## 19 de Noviembre

Se lanzaron dos series de tres derivadores a las profundidades de 0, 5 y 10 m, en dos posiciones diferentes (P1 y P2), entre las 10:00 y las 18:45 horas. Sin embargo, el tiempo de seguimiento de cada derivador fueron cortas (máximo 2 horas) debido a que los derivadores se dirigían muy rápido a la línea de costa, por lo tanto tuvieron que ser reemplazados varias veces. Debido a esto se eligieron los más representativos y se dividió el muestreo en tres partes, las cuales se describirán a continuación. En esta ocasión no se presentan las magnitudes por lo mencionado anteriormente.

**a) entre 10:00 – 12:00 horas.** La primera serie de derivadores (P1) se lanzó a 742 m de la línea de costa, P2 a 978 m de la costa aproximadamente. Se observó que a todos los niveles estudiados el flujo tuvo una dirección NO. Esta situación es distinta a la observada para los días 4 y 5 de agosto, ya que los derivadores de 0 y 5 m de profundidad se dirigieron hacia la costa (noreste). Sin embargo, el derivador de 10 m siguió el mismo patrón observado en los muestreos anteriores (4-5 de agosto), es decir, hacia el noroeste.

En la **Figura 4a** se presentan las trayectorias de los derivadores a los distintos niveles estudiados. En la **Tabla IVa** se resumen las posiciones iniciales, desplazamiento y dirección para los niveles estudiados.

**Tabla IV a.** Resumen de resultantes, desplazamiento y dirección de los flujos, para el 19 de noviembre, 2003.

	Posición	Profundidad (m)	Desplazamiento (m)	$\Delta t$ (h)	Dirección
P1	30°04'32.5"S 71°23'01.2"W	5	977	2	344°
		10	1459	2	350°
P2	30°04'35.1"S 71°23'11.2"W	0	448	2	298°
		5	647	2	348°

**b) entre las 13:00-15:00 horas.** La primera serie de derivadores (P1) se lanzó a 668 m de la línea de costa, P2 a 871 m de la costa aproximadamente. Los derivadores de 5 y 10 m, correspondientes a la posición P2 se perdieron.

Se observó al igual que las horas anteriores que el flujo tiene una dirección hacia el noroeste. A pesar de lo corto del muestreo el derivador ubicado a la profundidad de 10 m, siguió la dirección encontrada en los muestreos anteriores (4-5 de agosto), no así los superficiales de 0 y 5 m los cuales se desplazaron hacia el noroeste (**Figura 4b, Tabla IV b**).

Las condiciones de marea en que se realizó el seguimiento fue durante llenante.





**Tabla IV b.** Resumen de resultantes, desplazamiento y direcci3n de los flujos, para el 19 de noviembre, 2003.

	Posici3n	Profundidad (m)	Desplazamiento (m)	$\Delta t$ (h)	Direcci3n
P1	30°04'27.4''S 71°23'03.4''W	5	1109	2	334°
		10	491	1	348°
P2	30°04'35.1''S 71°23'11.2''W	0	700	1	332°

**c) entre las 17:00-18:45 horas.** La primera serie de derivadores (P1) se lanz3 a 420 m de la l3nea de costa, P2 a 748 m de la costa aproximadamente, al sur de la posici3n anterior.

Se observ3 la misma situaci3n anteriormente descrita, los derivadores se desplazaron con direcci3n hacia el norte. Los derivadores lanzados en P1, no tuvieron el comportamiento esperado, ya que el de 10 m se desplaz3 con direcci3n noreste, es decir, hacia la costa y los ubicados a 0 y 5 m tuvieron una direcci3n hacia el noroeste. Los derivadores lanzados en la segunda posici3n (P2), se observ3 que s3lo el de 10 m sigui3 el mismo patr3n encontrado el 4 y 5 de agosto, sin embargo los superficiales (0 y 5 m) presentaron un patr3n distinto, estos se desplazaron con direcci3n noroeste (**Figura 4c, Tabla IV c**).

Las condiciones de marea en que se realiz3 el muestreo fue en llenante.

**Tabla IV c.** Resumen de resultantes, desplazamiento y direcci3n de los Flujos, para el 19 de noviembre, 2003.

	Posici3n	Profundidad (m)	Desplazamiento (m)	$\Delta t$ (h)	Direcci3n
P1	30°03'39.1''S 71°23'19.3''W	0	735	1	350°
		5	722	1	340°
		10	862	1	5°
P2	30°04'23.9''S 71°23'09.1''W	0	1065	2	333°
		5	1187	2	337°
		10	1114	2	343°



## 18 de Diciembre

Se realizaron dos lances, en el primero se lanzaron dos series de cuatro derivadores cada uno, en dos posiciones diferentes (P1 y P2), P1 se lanzó a 697 m y P2 a 1060 m de la línea de costa, en el segundo lance se lanzaron una serie de cuatro derivadores en una sola posición (P1) a 1425 m de la línea de costa. Las profundidades muestreadas fueron a 0, 5, 10 y 20 m, el primer lance se realizó entre las 9:30 - 14:18 h, y el segundo entre las 14:35 – 16:35 horas.

El flujo a niveles superficiales 0, 5 y 10 m de profundidad tuvo una dirección hacia el noreste (**Figura 5 a y b**), es decir, hacia la costa, el flujo a 20 m tuvo una siempre una dirección norte, en el primer lance (P1) la dirección fue hacia el norte, en P2 la dirección fue hacia el noreste, al igual que en el segundo lance, es decir, hacia fuera. Se observó un gran desplazamiento a los 20 m en P1, recorriendo 2156 m en casi 5 horas. La magnitud máxima registrada fue de  $12,6 \text{ cms}^{-1}$  a la profundidad de 20 m (**Figura 5, Tabla V**).

En este muestreo se registró la magnitud y dirección del viento en el momento de registro de la posición de los derivadores.

**Tabla V.** Resumen de resultantes, desplazamiento, magnitud y dirección de los Flujos, para el 18 de diciembre, 2003.

	Posición	Hora	Profundidad (m)	Desplazamiento (m)	$\Delta t$ (h)	Magnitud ( $\text{cms}^{-1}$ )	Dirección
P1 (primer lance)	30°04'17"S 71°23'09"W	9:30 – 14:14	0	749	4,75	4,3	68°
			5	565	4,75	3,3	32°
			10	642	4,75	3,8	17°
			20	2156	4,75	12,6	359°
P2 (primer lance)	30°04'17"S 71°23'23"W	9:37 – 14:18	0	874	4,75	5,1	74°
			5	767	4,75	4,5	60°
			10	825	4,75	4,8	54°
			20	569	3	5,3	342°
P1 (segundo lance)	30°04'22"S 71°23'36"W	14:35 – 16:35	0	1444	2	20,1	102°
			5	784	2	10,8	103°
			10	340	2	4,7	109°
			20	453	2	6,3	291°



### 16 de Enero, 2004

Se lanzaron dos series de cuatro derivadores cada uno, en dos posiciones diferentes (P1 y P2), P1 se lanz3 a 1.229 m y P2 a 1.236 m de la lnea de costa. A las mismas profundidades se1aladas anteriormente, entre las 10:10 y 16:00 horas. Se registr3 la posici3n cada hora.

Se observ3 que los derivadores m1s profundos (en las dos posiciones) tuvieron un comportamiento distinto al encontrado en los anteriores muestreos, en los cuales a la profundidad de 20 m presentaba una tendencia hacia el norte, sin embargo en este muestreo los derivadores a 10 y 20 m tuvieron una direcci3n sur. Los m1s superficiales se dirigieron hacia la costa (**Figura 6 a y b, Tabla VI**).

**Tabla VI.** Resumen de resultantes, desplazamiento, magnitud y direcci3n de los Flujos, para el 16 de enero, 2004.

	Posici3n	Profundidad (m)	Desplazamiento (m)	$\Delta t$ (h)	Magnitud ( $\text{cms}^{-1}$ )	Direcci3n
P1	30°04'08"S 71°23'29"W	0	1210	6	5,6	83°
		5	308	6	1,4	0°
		10	205	6	0,9	235°
		20	187	6	0,9	180°
P2	30°04'14"S 71°23'30"W	0	1230	5	6,8	48°
		5	552	6	2,5	293°
		10	183	6	0,8	255°
		20	319	6	1,5	185°



## 2. Perfilador de Corriente Doppler Acústico (ADCP)

En la **Figura 7** se observa la posici3n de los cortes y longitud de los registros de corrientes realizados con el ADCP. En la **Tabla VII**, se resumen los tiempos y posiciones de los mismos.

**Tabla VII.** Resumen de los Cortes realizados.

	Fecha	Posici3n Inicial	Hora Inicio	Posici3n Final	Hora Final
Corte 1 Pta. Lobos	27-09-03	30°0'5.95"S 71°25'1.94"W	9:24	29°59'57.29"S 71°26'54.50"W	9:59
Corte 2 Totoralillo	27-09-03	30°4'26.09"S 71°22'49.91"W	12:59	30°4'10.36"S 71°25'26.83"W	14:05
Corte 3 Pta. Guanaquero	27-09-03	30°9'45.76"S 71°26'55.38"W	18:42	30°8'46.75"S 71°29'10.26"W	19:42
Corte 4 Pta. Tortuga	29-09-03	29°53'56.46"S 71°20'43.45"W	12:24	29°55'55.05"S 71°20'4.03"W	12:59
Corte 5 Pta. Teatino	29-09-03	29°49'26.87"S 71°18'37.59"W	16:22	29°49'35.55"S 71°22'2.46"W	17:45
Corte 6 Islote Pájaros	29-09-03	29°38'5.77"S 71°22'20.28"W	20:26	29°37'16.30"S 71°19'4.17"W	21:45

### Descripci3n de los Cortes

#### **Corte 1. Pta. Lobos**

Este corte se realiz3 desde punta Lobos, a una distancia inicial de 388 m de la lnea de costa, con direcci3 oeste, el largo del trayecto fue de 3.014 metros.

Se observa que existe un flujo al sur cerca a la costa los primeros 300 m del corte, este no es muy evidente a la profundidad de 6 m (**Figura 8 a**), pero si se nota con mayor claridad a la profundidad de 11 metros. La direcci3n del flujo es variable durante los primeros 600 m de la trayectoria al nivel de 6 y 11 m (**Figura 8 a, b**), a diferencia del flujo a 21 m, el cual tiene durante todo el trayecto una direcci3n norte (**Figura 8 c**).

En general se observaron velocidades bajas al inicio del trayecto, con valores  $< 0,1 \text{ms}^{-1}$ , en todos los niveles; esta situaci3n cambia a los 600 m del trayecto aproximadamente, donde las velocidades van en aumento, alcanzando los  $0,25 \text{ms}^{-1}$ , sin embargo, esta situaci3n se revierte entre los 2400-3000 m del trayecto, donde se encontraron bajas velocidades ( $< 0,1 \text{ms}^{-1}$ ).



## **Corte 2. Totalillo**

Este corte se inici3 a 543 m de la costa, con direcci3n oeste, el largo del trayecto fue de 4.387 metros

Se observ3 que existe un flujo cerca de la costa con direcci3n sur, al nivel de 6 m alcanza hasta los 500 m de la trayectoria (**Figura 9 a**) y a niveles m3s profundos, 11 y 21 m, hasta los 600 m (**Figuras 9 b, c**). El flujo cambia de direcci3n hacia el norte, a los 6 m se encuentra entre los 500 a los 4500 m del trayecto y entre los 600 a los 4.500 m a 11 y 21 m de profundidad.

En general se observaron bajas velocidades al inicio del trayecto (entre los 0 y 1000 m), con valores  $< 0,1 \text{ ms}^{-1}$ , a los tres niveles estudiados. Sin embargo, se observ3 a los 6 m un aumento de magnitud al alejarse de la l3nea de costa, alcanzando velocidades  $> 0,12 \text{ ms}^{-1}$  entre los 3000 a 4400 m del trayecto (**Figura 9 a**). A los 11 m, las velocidades se mantienen constante durante todo el trayecto (**Figura 9 b**). A 21 m se observ3 un aumento de velocidad entre los 1.000-3.000 m del trayecto (**Figura 9 c**).

## **Corte 3. Punta Guanaquero**

Este corte se realiz3 frente a punta Guanaquero, partiendo a 250 m de la costa, en direcci3n hacia el noroeste, el largo del trayecto fue de 4.174 metros.

Se observ3 que a los tres niveles estudiados la corriente tiene siempre una direcci3n noreste (**Figura 10**). La velocidad disminuye con la profundidad. A los 6 m la velocidad durante todo el trayecto se mantiene constante, con valores  $> 0,12 \text{ ms}^{-1}$  (Fig. 10 a); a los 11 m se observa una condici3n similar, donde la corriente alcanza valores mayores a  $0,10 \text{ ms}^{-1}$  (**Figura 10 b**). A los 21 m se observa una disminuci3n en la magnitud de la corriente a partir de los 3.000 m, la cual permanece igual hasta el final del trayecto, con velocidades  $< 0,1 \text{ ms}^{-1}$  (**Figura 10 c**).

## **Corte 4. Punta Tortuga**

Este corte se realiz3 frente a punta Tortuga, de mar a tierra, llegando a una distancia de 153 m de la l3nea de costa, con direcci3n hacia el sureste, el largo del trayecto fue de 3.437.

Se observa en los niveles estudiados, 11 y 21 m, que el flujo tiene durante todo el trayecto de registro una direcci3n suroeste (**Figura 11 a, b**). Adem3s, las magnitudes son menores a mayor profundidad. En general las velocidades son bajas, con valores que no sobrepasan los  $0,13 \text{ ms}^{-1}$ .

## **Corte 5. Punta Teatino**

Este corte se realiz3 desde punta Teatino, a 874 m de la costa, con direcci3n hacia el oeste, el largo del trayecto fue de 5.618 m.



Se observ3 (Figura 12 a) que a la profundidad de 11 m al inicio del trayecto el flujo tiene una direcci3n sureste, alcanzando hasta los 3.300 m aproximadamente, en donde la corriente tiene direcci3n contraria, o cambia de direcci3n al noreste, esta direcci3n se mantiene hasta el final del trayecto. A los 21 m se observa un comportamiento distinto, en donde se ve que existe un flujo norte los primeros 300 m del trayecto, este cambia de direcci3n al sur, la cual se mantiene hasta el final del trayecto (Figura 12 b).

Las velocidades a los 11 m son mayores que las registradas a 21 m. A los 11 m existe un aumento de velocidad al inicio, los primeros 1.800 m y a partir de los 3.600, alcanza valores  $> 0.1 \text{ ms}^{-1}$ , entre los 1.800-3.600 las velocidades son muy bajas,  $< 0,1 \text{ ms}^{-1}$ . A los 21 m se observa que las velocidades se mantienen constantes durante todo el trayecto, con valores  $< 0,1 \text{ ms}^{-1}$ .

### Corte 6. Islote Pájaros

Este corte se realiz3 frente al islote Pájaros, de mar a tierra, con direcci3n este, llegando a una distancia de 1.843 m de la l3nea de costa, el largo del trayecto fue de 5.127 metros.

Se observa que a los dos niveles estudiados el flujo en toda trayectoria siempre presenta la misma direcci3n al sur (Figura 13). A los 11 m se observa que las velocidades son mayores al inicio del trayecto, estas van disminuyendo al final con valores  $< 0,1 \text{ ms}^{-1}$ , las corrientes a esta profundidad tienen una direcci3n suroeste. Las velocidades son mayores a los 21 m, alcanzando valores  $> 0,12 \text{ ms}^{-1}$ , las corrientes de dirigen hacia el sureste.

### 3. Viento

Los datos de viento predominante durante los registros de corriente se presentan en la Tabla VIII a y b. El predominio de vientos SO (de procedencia del Suroeste), significa que el arrastre de las aguas ser3a hac3a el noreste, y si proviene del NO, el arrastre ser3a al sureste.

Tabla VIII a. Magnitud y Direcci3n del Viento.

Fecha	Magnitud ( $\text{ms}^{-1}$ )	Direcci3n
4/8/2003	4,6	SO
5/8/2003	3,0	SO
1/9/2003	3,0	NO
27/9/2003	5,6	SO
29/9/2003	5,1	NO

El muestreo realizado el d3a 19 de noviembre no se tiene datos de vientos.



**Tabla VIII b.** Magnitud y Direcci3n del Viento, registrado el 18 de diciembre, 2003.

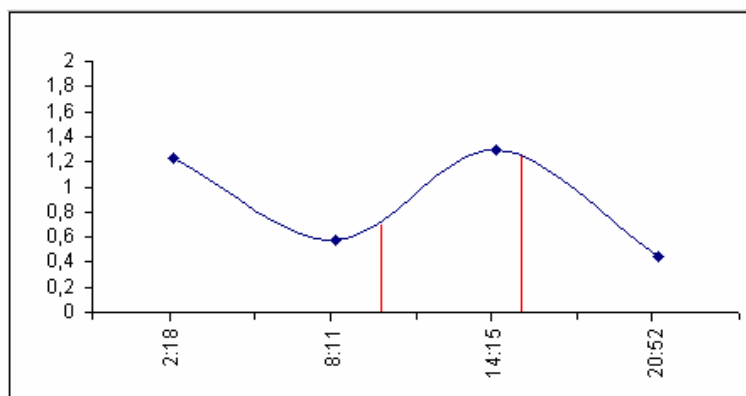
Hora	Magnitud (ms <sup>-1</sup> )	Direcci3n
11:12	2,0	N
12:28	1,0	N
14:14	4,0	N
15:27	3,0	N
16:37	4,0	N

**Tabla VIII c.** Magnitud y Direcci3n del Viento, registrado el 16 de enero, 2004.

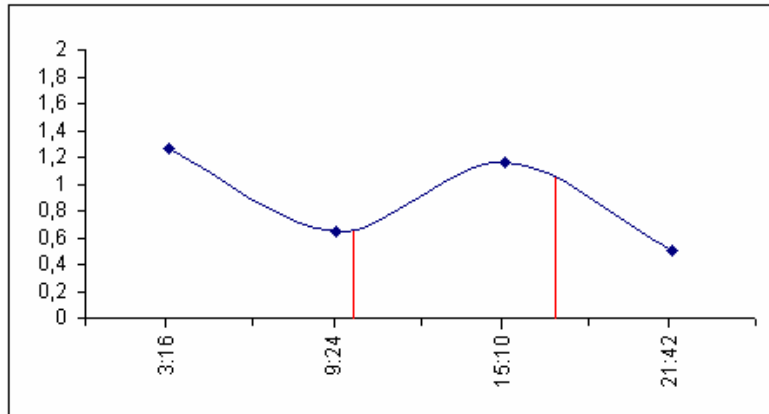
Hora	Magnitud (ms <sup>-1</sup> )	Direcci3n
11:00	1,5	NO
12:00	2,0	NO
13:00	2,0	NO
15:00	2,0	NO
16:00	2,0	NO

#### 4. Nivel del Mar

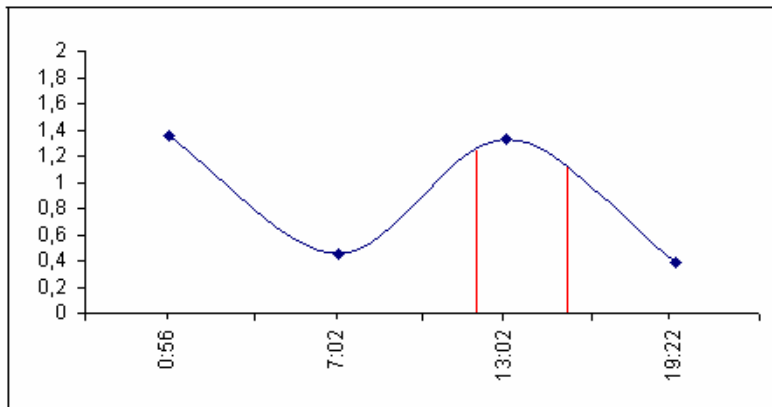
Las diferentes condiciones de marea en que se realizaron los muestreos con derivadores los d1as 4-5 de Agosto, 1 de Septiembre y 19 de Noviembre. Hay registros en llenante, vaciante y ambas (19 nov.), como se observa en las siguientes figuras:



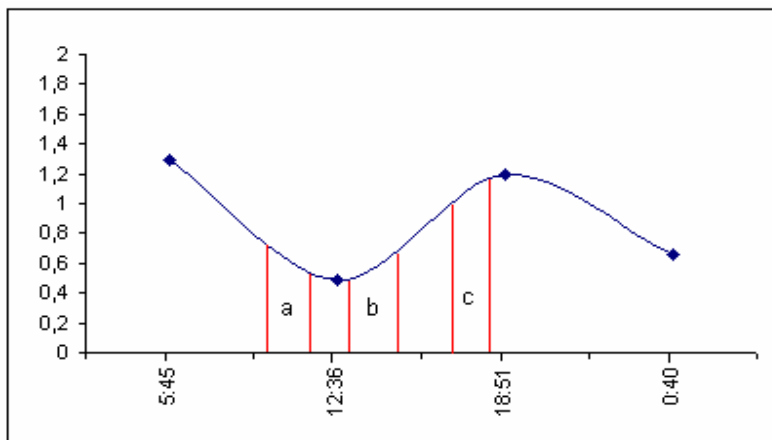
Altura de marea registrada el d1a 4 de Agosto, 2003



Altura de Marea registrada el d3a 5 de Agosto, 2003.

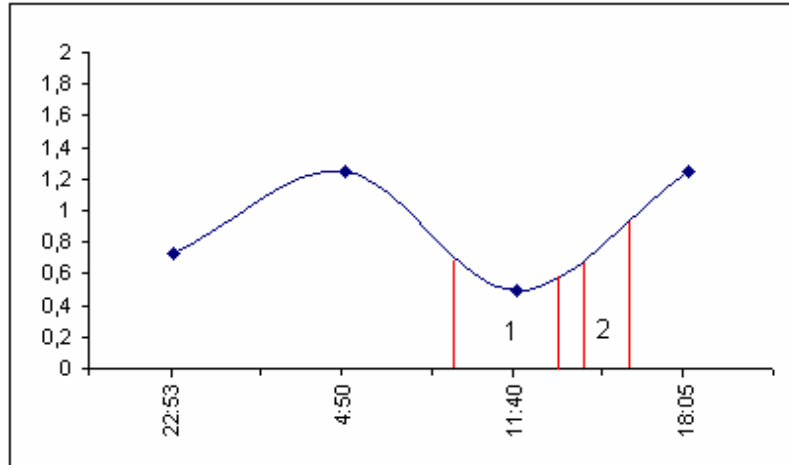


Altura de Marea registrada el d3a 1 de Septiembre, 2003.

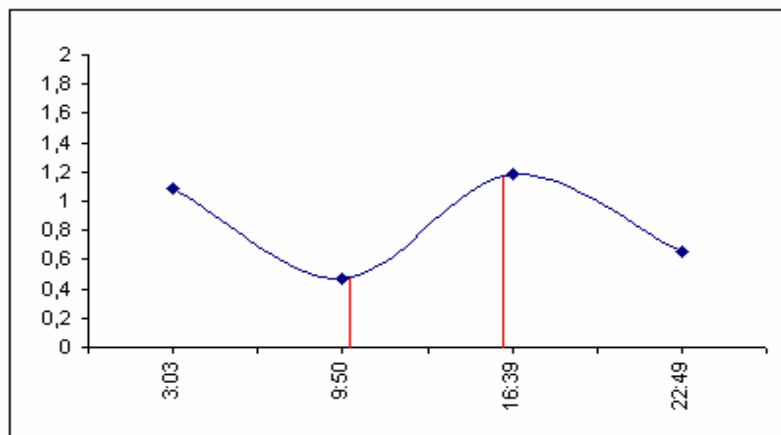


Altura de Marea registrada el d3a 19 de Noviembre, 2003.





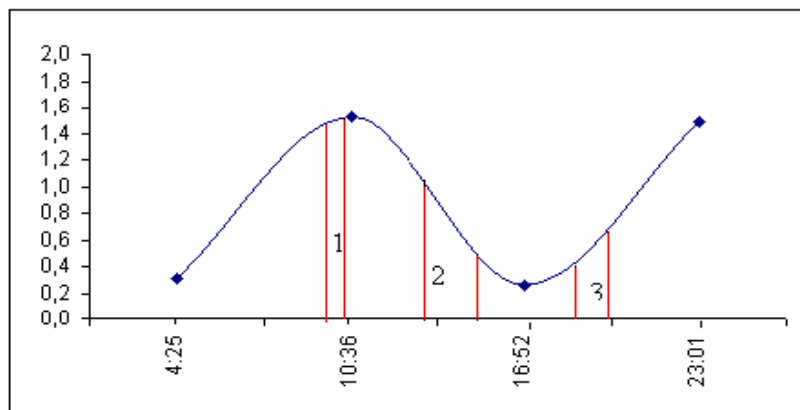
Altura de Marea registrada el d3a 18 de Diciembre, 2003.



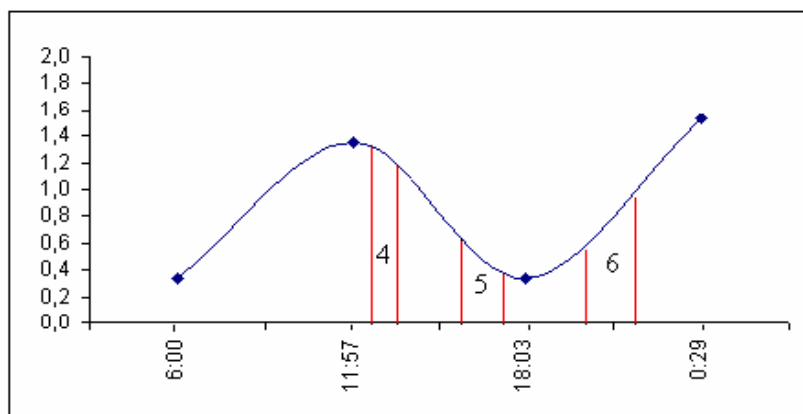
Altura de Marea registrada el d3a 16 de Enero, 2004

Las condiciones de marea en que se realizaron los registros de corriente, utilizando ADCP, para el d3a 27 fueron hechas en pleamar para el corte de punta Lobos y punta Guanaquero (1 y 2) y en bajamar en Totalillo (3). El 29 de septiembre los cortes de punta Tortuga, punta Teatino fueron hechos en bajamar (4 y 5) y el corte Frente a islote P3jaros en pleamar (6). Lo anterior se observan en las siguientes figuras, donde:

- 1 : Corte Punta Lobos
- 2 : Corte Totalillo
- 3 : Corte Punta Guanaqueros
- 4 : Corte Punta Tortuga
- 5 : Corte Punta Teatino
- 6 : Corte Islote P3jaros



Altura de Marea registrada el d3a 27 de Septiembre, 2003.



Altura de Marea registrada el d3a 29 de Septiembre, 2003.

# A N E X O 5

---

Antecedentes del recurso loco

---



## 1. Antecedentes del recurso loco

### 1.1 Distribuci3n

**Concholepas concholepas** (Bruguiere, 1789) (Gastropoda: Muricidae) se distribuye desde Lobos de Afuera Per3 (6°57' L.S), hasta Cabo de Hornos de Chile (55°52') (Stuardo, 1979), y se encuentra desde la zona intermareal hasta los 30 a 40 m de profundidad (DuBois *et al.*, 1980).

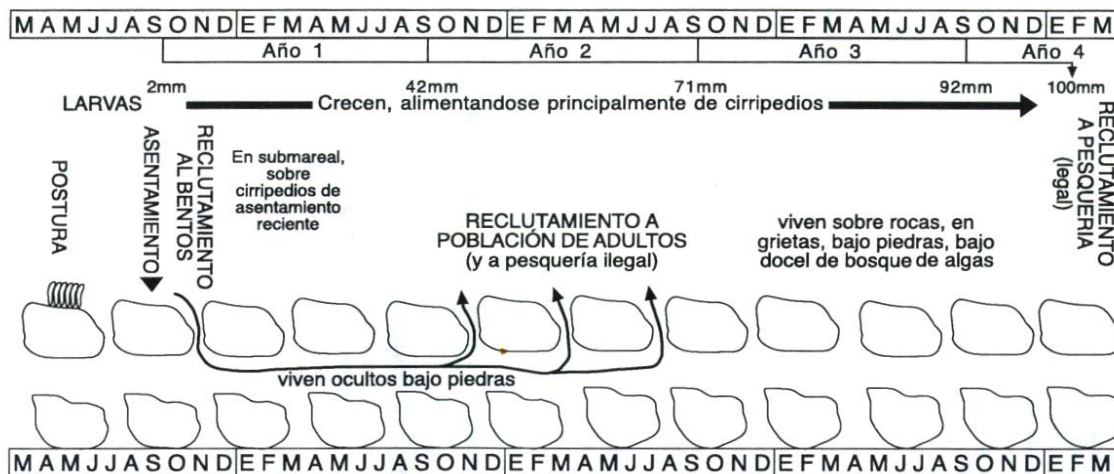
### 1.2 Ecolog3a Poblacional

#### a) Aspectos reproductivos y deriva larval

El recurso loco corresponde a una especie dioica, de fecundaci3n interna y sin dimorfismo sexual. Las talla m3nimas de madurez gon3dica la alcanza a longitudes peristomales entre los 40 y 70 mm, en condiciones de laboratorio y entre 80 y 90 mm seg3n observaciones en la naturaleza (Lozada *et al.*, Castilla & Schmide, 1979; Castilla *et al.*, 1979; Herrera & Avial, 1983; Castilla, 1983).

Caracter3stica de este recurso es la conducta reproductiva de agregaci3n, llamada com3nmente por los pescadores "maicillo" o "comidas", donde individuos adultos migran a sectores poco profundos, preferentemente entre los 4 a los 8 metros de profundidad, donde se agrupan para el proceso de copulaci3n, luego de lo cual, las hembras adhieren ovic3psulas sobre el sustrato rocoso (Castilla & Schmide, 1979), pudiendo estas conservar los espermios provenientes de la c3pula durante un periodo de 4 a 5 meses. (Ramorino, 1979).

Este proceso reproductivo comienza, en la IV Regi3n, en los meses de diciembre - enero de cada a3o, con la formaci3n de las primeras agregaciones, las que est3n constituidas por una mayor proporci3n de machos con respecto a las hembras; luego a partir de febrero, marzo y comienzos de abril las proporciones se equiparan (alrededor de un 50%), y hacia fines de abril y comienzos de mayo, aumenta la proporci3n de hembras con respecto a los machos. Si bien, el proceso de agregaci3n comienza en el mes de diciembre, las primeras c3psulas se observan a partir del mes de febrero hasta junio, donde la mayor3a de ellas ya se observan vac3as. Los meses peak, tanto en la registro de agregaciones como en el tama3o o cobertura de las posturas ocurre entre marzo y mayo de cada a3o (Castilla & Schmide, 1979; Stotz, 1997). Este 3ltimo autor, en base a antecedentes biol3gicos de la especie e integrando informaci3n existente, resume la historia de vida del recurso en el siguiente esquema:



**Esquema 1.** Historia de vida del recurso loco en la IV Regi3n.

Si consideramos que el periodo de incubaci3n de las ovic3psulas fluctúa entre los 36 y 60 días, desde donde eclosionan larvas veliger que se incorporan y "mantienen" en el plancton durante un periodo de 30 a 90 días (Gallardo, 1979; Disalvo, 1988), los primeros individuos asentados ocurrirían al bentos a principios del mes de julio, no obstante el peak del reclutamiento se podría observar en los meses de verano de cada a5o, cuando los individuos de esa cohorte alcanzarían tallas de alrededor de 20 mm de longitud peristomal (Stotz, 1997).

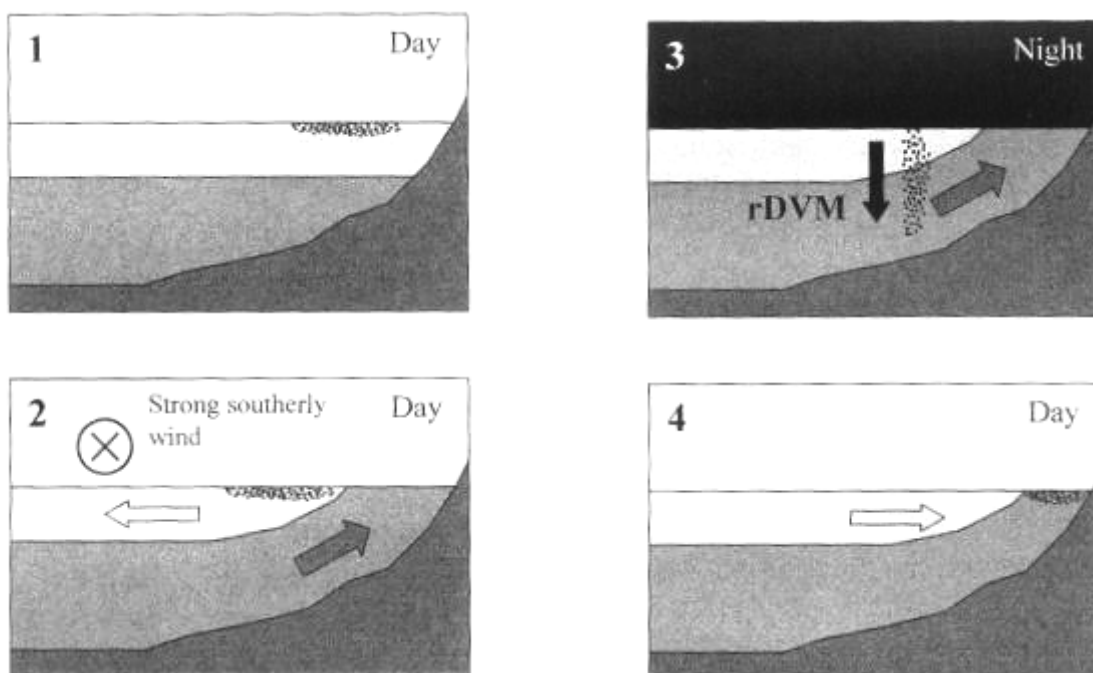
La prolongada "permanencia" de las larvas en la columna de agua hace suponer que estas presentarían un amplio rango de dispersi3n geogr3fica de componente direccional neta sur-norte, producto de la influencia de la corriente permanente de Humbolt. No obstante, los procesos que retendrían y transportarían a las larvas competentes del recurso hacia la costa, estarían relacionados con la dinámica de procesos oceanogr3ficos que ocurrirían a dos escalas especiales: meso y micro escala (Stotz, 1997; Moreno *et al.*, 1998; Elie *et al.*, 2002).

El proceso a meso escala, corresponde a "Surgencia" de aguas sub –superficiales frías cercanas a la costa, las que aportan nutrientes que generan "centros" de alta productividad costera, el cual se fortalece o debilita a lo largo de las costa dependiendo de componentes como la amplitud de la plataforma continental, la direcci3n de la costa, y los ciclos de direcci3n e intensidad de los vientos predominantes.

A micro escala serían relevantes los factores físicos como la dinámica de corrientes locales, el tipo de sustrato, la profundidad, luz, temperatura, entre otras, y factores bi3ticos como los procesos que incorporan nuevos individuos a la poblaci3n (reproducci3n - asentamiento), así como las relaciones intra e inter-específicas que mantienen estos individuos, con las especies con las que co-habitan estas zonas.

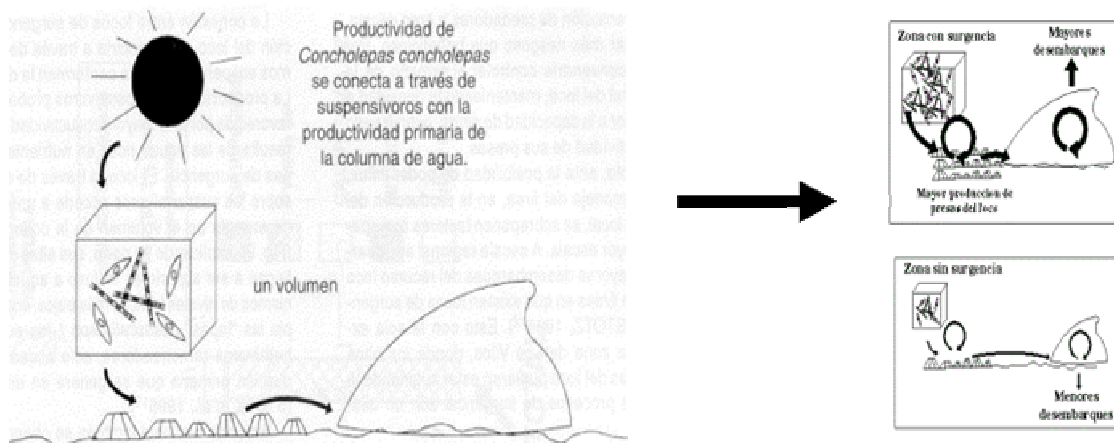
En los 3ltimos a3os en la zona centro-norte se han realizado estudios de presencia de larvas del recurso en el plancton. Knickmeier & Stotz (1991), registraron frente a la Punta Lagunillas (IV Regi3n) un peak de abundancia en el mes de octubre de 1990. Posteriormente Elie y colaboradores (2002a), registraron para la zona del Quisco (V Regi3n), un m3ximo de larvas en el plancton entre los meses de Septiembre y Octubre del a3o 1999, observando adem3s un peak de reclutamiento entre los meses de Octubre y Noviembre, en colectores artificiales dispuestos en el intermareal frente a la zona de muestreo y en el sector Las Cruces ese mismo a3o (Mart3nez & Navarrete, 2002).

Basado en 3stos y otros antecedentes complementarios, Elie y colaboradores (2002b) han propuesto un modelo que explicaría el mecanismo de transporte y retenci3n de larvas desde el sector oriental del frente de surgencia, hacia a los sectores de asentamiento del recurso en las zonas del submareal somero e intermareal. Este proceso ocurrir3a durante las estaciones de primavera y verano, cuando los vientos que favorecen la surgencia se intensifican, donde las larvas ubicadas en la superficie del mar (1) ser3an arrastradas hacia fuera de la costa como consecuencia del transporte de Eckman (2). Durante la noche y mediante un mecanismo de la migraci3n vertical, las larvas podr3an cruzar el frente termal (localizado a unos 20-25 metros de profundidad) y ser arrastradas por la corriente fr3a de surgencia hacia la costa (3), para el siguiente d3a y dependiendo de la posici3n inicial de las larvas alcanzar la costa (y eventualmente asentarse) o ser retenidas cerca de ella (4). Este proceso ha sido representado mediante el siguiente esquema:



**Esquema 2.** Modelo que integra la migraci3n vertical reversa y el proceso de surgencia, para explicar la retenci3n de larvas del recurso loco.

Anteriormente, ya diversos autores (Moreno *et al.*, 1998; Stotz, 1997), habían establecido una relaci3n positiva entre este proceso oceanogr3fico y los registros locales de producci3n (desembarque tanto nivel nacional como regional) y tasas de reclutamiento del recurso. Estas observaciones estarían explicadas por la din3mica propia de los sectores donde se ubican los centros de surgencia, y cuya conexi3n estaría dada por los organismos suspensívoros que conforman la dieta del loco. De esta manera la producci3n de organismos suspensívoros sería probablemente favorecida por la mayor productividad primaria de las zonas de surgencia, mientras que el recurso loco a trav3s de su predaci3n sobre los suspensívoros, accedería a una gran fuente de energía en el volumen de la columna de agua (Stotz, 1997). En el siguiente esquema representa esta última relaci3n:



**Esquema 3.** Relaci3n de los centros de surgencia con productividad y niveles desembarques observados, en estas zonas.

### b) Procesos de asentamiento

El recurso loco presenta un patr3n de asentamiento gregario, el cual estaría explicado por la agregaci3n de las larvas en el plancton (Disalvo, 1988). Tal proceso da origen a un juvenil de 1,8 a 2,0 mm, lo que ocurre principalmente en la zona submareal somero, sobre fondos rocosos donde abundan cirripedios balánidos de asentamiento reciente (*Notobalanus flosculus*, *Balanus leavis* y/o *Austromegabalanus psittacus*), de los cuales se alimenta (Stotz *et al.*, 1991; Disalvo, 1991), características que se observan tanto en la comunidad de *Lessonia trabeculata*, como tambi3n en la franja de transici3n entre el bosque de *L. trabeculata* y la franja de *L. nigrescens*, cuando no est3 dominada por erizos negros (Stotz *et al.*, 1994;1995). Aunque, tambi3n se observa asentamiento en la zona intermareal, este se supone m3s bien marginal, si se considera las superficies disponibles de ambas zonas, estableciendo que el asentamiento que ocurre en la zona submareal es el que probablemente, genera y mantiene las poblaciones de adultos que sustentan la pesquería (Stotz *et al.*, 1991).



### c) Procesos densodependientes asociados al recurso loco

Dentro de los aspectos asociados a la dispersión y asentamiento de nuevos individuos a la población, es importante considerar el eventual efecto de los procesos de carácter densodependientes del recurso. A continuación se presentan antecedentes a fin de establecer estas relaciones:

- ◆ **Predispersión, depensatorios:** No hay evidencia de que la densidad de adultos afecte la capacidad de fertilización en el caso del loco. El loco (al igual que otros gastrópodos depredadores) es un organismo fuertemente cefalizado, con la capacidad de orientarse HACIA una fuente emisora detectable por los quimiorreceptores. Lo anterior, facilita la localización de presas, pero también debería facilitar la orientación hacia “partners” co-específicos durante el período de receptividad reproductiva. La densodependencia en la fertilización es más importante en especies con fertilización externa, con poca cefalización y capacidad limitada para orientarse HACIA (no necesariamente “Away Of”) un estímulo olfativo.
- ◆ **Pre-dispersión, compensatorios:** Este proceso afectaría al recurso loco, como resultado de la densodependencia en el crecimiento. Aún cuando, esta última no ha sido evaluada, la existencia de una capacidad de carga local implica que hay una densidad por encima de la cual el crecimiento debería disminuir. Esos efectos locales pueden ser paliados hasta cierto punto por la emigración densodependiente. Pero cuando la subpoblación (en su conjunto) está cerca de la capacidad de carga del área ocupada, la emigración es insuficiente para mitigar los efectos deletéreos del apiñamiento (“crowding”). Estos efectos son más fáciles de verificar experimentalmente en el caso de organismos sedentarios (*e.g.* erizos, bivalvos), por razones obvias. La densodependencia en el crecimiento tiene por resultado individuos más pequeños, con una menor contribución reproductiva per capita.
- ◆ **Post-dispersión, depensatorios:** No existe evidencia de que el asentamiento de las larvas del loco esté estimulado por la presencia de conoespecíficos residentes (situación que si se da en el caso de algunos cirripedios, crepidúlidos, y ostras, entre otros), tampoco que la presencia de estos últimos aumente la supervivencia de los recién asentados (como en el caso de algunos erizos y porcelánidos). En este sentido, la presencia de reclutas detectada sobre las conchas de los adultos, sería simplemente interpretable como el uso de un substrato apropiado para el asentamiento.
- ◆ **Post-dispersión, compensatorios:** No existe evidencia de que los adultos residentes interfieran con el asentamiento de larvas o con la supervivencia de los juveniles, dado que el asentamiento del loco se realizaría en ambientes críticos no sobrepuesto con los de los adultos. Este proceso se presenta en el caso de algunas especies con canibalismo (algunas jaibas), o de suspensivos que filtran las larvas pelágicas de su propia especie, aún cuando no las ingieran.



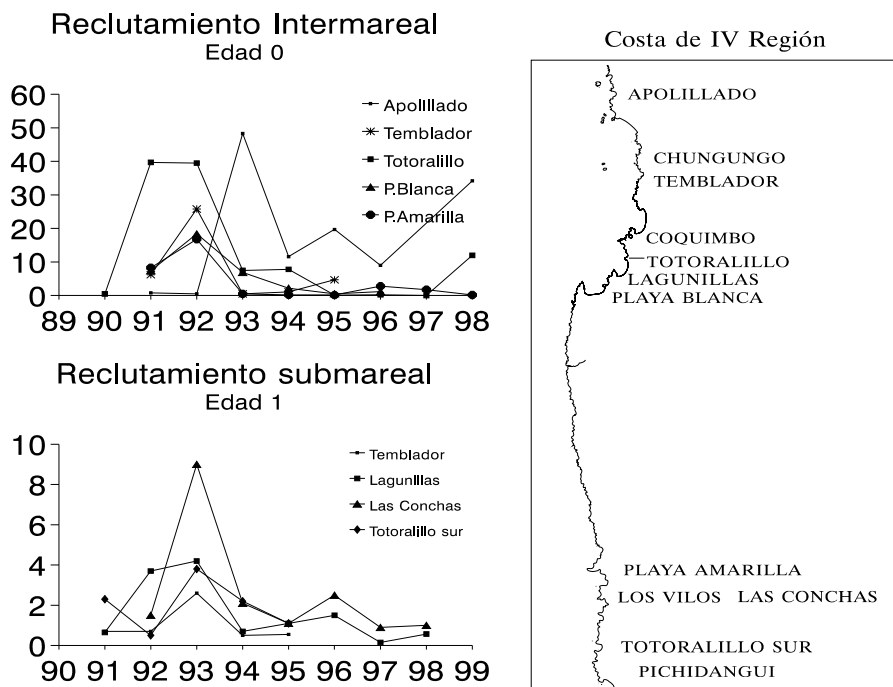


El an3lisis de los procesos de densodependencia que afectar3an a la dispersi3n larvaria del recurso loco, indica que solo se presentar3an efectos de Pre-dispersi3n compensatoria. En el siguiente cuadro se resumen los procesos asociados a la densodependencia del recurso loco.

<b>Procesos densodependientes</b>	<b>Depensatorio</b>	<b>Compensatorio</b>
Predispersi3n	NO; la densidad de adultos no afectar3a la capacidad de fertilizaci3n	SI; la densidad de individuos afecta el nivel de crecimiento (capacidad de carga), generando una menor producci3n de huevos (a menor tama1o menor producci3n de huevos).
Postdispersi3n	NO; no existe entre los niveles de asentamiento y la presencia de adultos.	NO; No existe interferencia entre los adultos y niveles de asentamiento.

#### **d) Estudios de reclutamiento: Coherencia espacio - temporal**

En el marco de diferentes proyectos realizados en la zona costera de la IV Regi3n, (Fondecyt; 3reas de manejo, entre otros), desde 1990 a 1998 se realiz3 un monitoreo del reclutamiento tanto en el intermareal como en el submareal del recurso, en el mes de enero de cada a1o, registrando los individuos de edad cero y uno, en ambientes caracterizados por una gran cobertura de cirripedios. Los resultados se resumen en el siguiente esquema:



**Esquema 4.** Variaciones del reclutamiento en diversos puntos de la IV Regi3n.

Como resultado del an3lisis se pudo establecer un patr3n de reclutamiento del recurso, el cual se3alari3a:

- i) El patr3n de variabilidad temporal observado para la edad 0 en el intermareal, se observa de igual manera, con un a3o de desfase, para la edad 1 en el submareal.
- ii) Todos los sitios entre Chungungo por el Norte a isla Huevo por el sur, presentan el mismo patr3n de variabilidad temporal, fragmentada s3lo por el sector localizado en el extremo norte de la regi3n (Apolillado). De acuerdo a esto, el reclutamiento en la mayor parte de la regi3n se ver3a afectado por un mismo factor, que actuar3a a una escala espacial amplia o mayor, con lo cual la variabilidad no estar3a afectada por factores locales.
- iii) En la mayor parte de la Regi3n se observ3o un buen reclutamiento en los a3os 1991-1992, seguido por un largo per3odo con escaso reclutamiento. Recien en el a3o 1998, con la ocurrencia del Ni3o, se observ3o un nuevo buen reclutamiento, al menos en la parte del centro y norte de la regi3n. En esta ocasi3n el extremo sur tuvo un comportamiento diferente. De acuerdo a esto 3ltimo, el factor que genera la variabilidad tendr3a una extensi3n que cubre aproximadamente toda la regi3n, con leves desplazamientos hacia el norte y sur entre a3os.



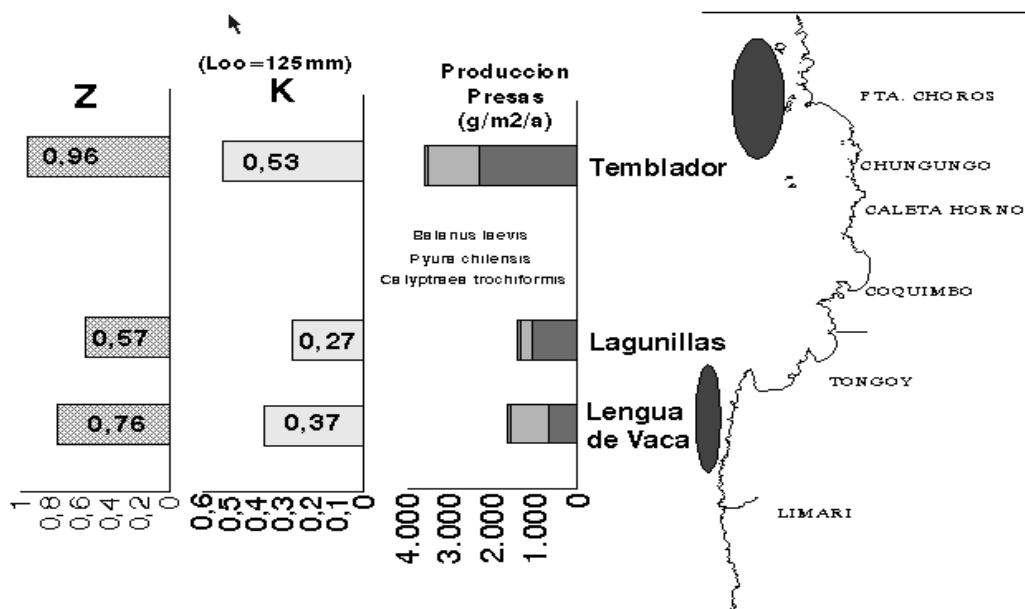
Estos tres aspectos en su conjunto demuestran para el patr3n de reclutamiento una gran coherencia espacio - temporal.

- iv) Un cuarto punto indica que el recurso loco presenta una pobre relaci3n stock-reclutamiento. En Totalillo, entre al a3o 1990 y 1991 se registr3 un enorme aumento del reclutamiento, que no puede ser atribuido a un aumento equivalente de las poblaciones de adultos (Stotz *et al.*, 1991), mientras que lo opuesto se observ3 el a3o 1993, cuando se registr3 una fuerte baja del reclutamiento en toda la regi3n. Esto coincidi3 con poblaciones de loco muy abundantes, producto de que durante el a3o previo se redujo al m3nimo la captura clandestina, en momentos en que las organizaciones estaban negociando la apertura de la veda. Ese a3o, seg3n muestreos hab3a poblaciones muy densas, de individuos de talla grande, a lo largo de toda la costa de la IV Regi3n. Tambi3n se observaron grandes agrupaciones reproductivas y grandes extensiones de posturas. La gran abundancia del loco en ese a3o tambi3n se vio reflejada en las capturas, las cuales sin embargo se deben a cuotas autorizadas y negociadas, que no necesariamente representan la situaci3n de la poblaci3n. Esta falta de correlaci3n entre stock y cuotas de captura se observa en los a3os posteriores, pues el buen reclutamiento del a3o 1991-92 deber3a haber producido un aumento de capturas en los a3os 1994-95-96, lo cual no se observ3. Las cuotas eran estimadas por la subsecretar3a de pesca, en base a la informaci3n pesquera de los a3os previos (sin evaluaci3n directa) y resultaron bajas para esos a3os (en las capturas del a3o anterior no hay manera de registrar el reclutamiento a la pesquer3a del a3o presente o futuro). Los locos que no se pod3a extraer legalmente, los pescadores los sacaron en forma clandestina, gener3ndose una captura que no fue registrada. Por lo tanto, para registrar el efecto del buen reclutamiento del a3o 1991-92 sobre la captura se habr3a requerido del registro de las capturas clandestinas.

#### e) Crecimiento y mortalidad del recurso

El recurso loco tiene un crecimiento lento y es de gran longevidad, presentando tasas de crecimiento juvenil, que fluct3an entre 2,6 y 3,7 mm al mes, para distintas regiones del pa3s (Guisado & Castilla, 1983). Para la IV se ha estimado que el recurso alcanza la talla comercial (100 mm) entre los 3 y 4 a3os (Stotz & P3rez, 1992; IFOP, 1996).

El crecimiento del recurso loco podr3a ser variable entre localidades, lo que ser3a atribuible a las diferentes abundancias de las presas que sustentan la dieta del recurso, la cual se compone principalmente de cirripedios y *Pyura chilensis*. (Stotz & P3rez, 1992; P3rez & Stotz, 1992). Para comprobar esta hip3tesis se realiz3 un estudio del crecimiento y productividad de cirripedios y del loco en diferentes sitios para la IV regi3n (Stotz, en preparaci3n). Este estudio comprob3 que la producci3n de las principales presas (picorocos, piure y chocha) var3a entre sitios, siendo mayor en aquellos sitios asociados a centros de surgencia. Y consecuentemente, donde fue mayor la producci3n de las presas, tambi3n fue mayor el crecimiento del loco, como tambi3n su productividad (expresada como  $Z = P/B$ ). El siguiente esquema muestra lo anteriormente descrito.



**Esquema 5.** Producci3n de presas, parámetros de crecimiento y mortalidad total del loco en tres localidades de la IV Regi3n.

Esta evidencia de la variabilidad de crecimiento a pequeña escala, como la sugerencia de que esto se verifica también a mayores escalas, plantea como hipótesis que el crecimiento del loco varía de un sitio a otro, y que no lo hace de acuerdo a un patr3n latitudinal uniforme, sino de acuerdo a las particulares condiciones de productividad del sector.

Por su parte, las estimaciones de los parámetros de mortalidad (M; F; y Z), necesarios en la mayoría de los estudios realizados referente a la dinámica poblacional del recurso, han sido efectuadas mediante métodos indirectos. En general, para la estimaci3n de M se ha aplicado un método bio-anal3gico propuesto por Alverson & Carney (1975), el cual asume una proporcionalidad de M con parámetros como la talla crítica y el coeficiente de crecimiento de Von Bertalanffy.

La Mortalidad total (Z) ha sido estimada a partir de las frecuencias de talla poblacional del recurso (a partir de muestreos directos), mediante el método del ajuste de la curva de captura de Pauly (1983), mientras que F se ha obtenido mediante la diferencia existente entre Z y M según la ecuaci3n de Ricker (1975)

Los rangos de las distintas mortalidades estimados para la zona de estudio en los últimos años corresponden a:

Mortalidad Natural (M)	Mortalidad por pesca (F)	Mortalidad Total (Z)
0,25 - 0,34	0,42 - 0,22	0,56 - 0,77



### **1.3. Consideraciones ecológicas y de refugio espacial del recurso**

La condición de alto predador trófico de las comunidades submareales de esta especie implica que su presencia o ausencia puede conducir a cambios sustanciales en las comunidades marinas naturales, pudiendo afectar principalmente a las especies con las que mantienen una relación directa de presa-predador, como es el caso de los cirripedios y piure.

En este sentido, los estudios de área de manejo, en la IV Región donde el recurso loco es especie principal, se ha establecido que existe una relación directa entre la cobertura de las comunidades de organismos suspensívoros, compuestas por las especies anteriormente mencionadas y los focos de densidad de adultos del recurso en esas áreas.

Por lo tanto, la importancia de estas comunidades de organismos suspensívoros, según los antecedentes recogidos en esta revisión, es fundamental para las fases de asentamiento, crecimiento y reproducción del recurso. Esto sugiere que, para entender la dinámica de este recurso, es necesario conocer también la dinámica espacio-temporal de las poblaciones de estas especies que componen esta comunidad tanto a nivel local como regional.

Otro factor importante, para la sobrevivencia y conservación del recurso estaría dado por los refugios naturales que este recurso tendría en zonas de difícil acceso a la costa, determinados por la topografía costera o por un factor batimétrico, motivo por el cual el recurso no estaría disponible para los pescadores (Orenzanz & Jamieson, 1998; Freire, 2003). En el caso del recurso loco, es probable que existan a lo largo de la zona de estudio, refugios naturales constituidos por bajerías cubiertas por organismos suspensívoros sobre los 30 metros de profundidad, aunque su número y dimensionamiento es desconocida.

### **1.4. Aspectos de la administración pesquera del recurso**

El recurso loco, es la especie con un mayor número y diversidad de regulaciones, entre las que se cuentan vedas extractivas y reproductivas: talla mínima legal, áreas de manejo, cuotas totales de extracción regionales, cuotas individuales intransferibles, cierre de registros artesanales, entre otras.

Hasta principios de 1983, el recurso loco sólo contaba con regulación de talla mínima legal, estableciéndose ese año la primera veda reproductiva del recurso por un periodo de 3 meses. Ha contar de esa fecha y hasta 1986, estas medidas de administración fueron las principales herramienta utilizadas para la regulación de esta pesquería. Durante el periodo 1986-1988, se sumó el establecimiento de cuotas extractivas regionales en un intento por estabilizar los niveles de desembarque que hasta ese momento venían decreciendo a un ritmo acelerado. Sin embargo, la alta demanda por el recurso de los mercados internacionales durante más de una década y el fracaso de las medidas tomadas por la autoridad pesquera, provocó el colapso de esta pesquería, estableciéndose a partir de julio 1989 un veda extractiva extraordinaria que se prolongó por tres años y medio, hasta comienzos de 1993.



A partir de ese a1o y en el marco de La Ley de Pesca de 1991, se establece para este recurso el nuevo R3gimen bent3nico de extracci3n y proceso, lo que permiti3 mayores regulaciones entre las que se cuentan el restablecimiento de vedas biol3gicas, definici3n de cuotas extractivas totales e individuales por regi3n y el cierre del registro pesquero artesanal, producto del establecimiento del estado de plena explotaci3n para el recurso a partir de 1992.

Sin embargo, una nueva ca3da en los desembarques y estudios realizados, evidenciaron el fracaso de este r3gimen de explotaci3n, lo que se encuentra fundamentado en un informe t3cnico emitido por la autoridad pesquera, cuyo contenido explica el fracaso de la aplicaci3n de dicho r3gimen (Subpesca, 2000).

A partir de 1998 se pone en pr3ctica el nuevo r3gimen denominado: 1reas de manejo y explotaci3n de recursos bent3nicos (Art.48, letra d de la Ley de Pesca), el cual constituye, la herramienta de manejo m3s efectiva que dispone la Autoridad Pesquera en la actualidad. Con la implementaci3n de este r3gimen, se inici3 una profunda transformaci3n estructural y funcional de las pesquer3as artesanales de recursos bent3nicos, cuyo prop3sito est3 orientado a lograr una recuperaci3n del sector, a trav3s de el cumplimiento de cuatro objetivos b3sicos: 1) recuperar los stock naturales al m3ximo nivel de abundancia posible, 2) integrar la oferta a nivel local (dado que es la organizaci3n de pescadores y no pescadores individuales, quien posee el derecho de explotaci3n del 1rea) ofreciendo productos de mejor calidad (mayor tama1o, peso u otro atributo demandado por el mercado); 3) disminuir costos de inversi3n en flota y esfuerzo pesquero, dado que no se hace necesario "correr" para apropiarse de la mayor fracci3n del recurso que pueda explotar; y 4) aumentar los incentivos para cooperar, buscando la maximizaci3n de la renta colectiva por la venta conjunta de la producci3n del 1rea.

En la pr3ctica la implementaci3n de la medida anteriormente se1alada, signific3 el t3rmino de la fijaci3n de las cuotas totales e individuales de extracci3n a partir de 1999, siendo en la actualidad entre la I y XI regi3n el 1nico r3gimen en aplicaci3n.

A la fecha, el proceso de aplicaci3n de esta nueva medida de administraci3n puede considerarse exitosa entre la III a V Regi3n. Aunque, en la III Regi3n hubo un estancamiento del proceso iniciado, principalmente debido a la falta de financiamiento para continuar con este proceso. En las regiones I, II y VI a XI, este proceso se ha desarrollado m3s paulatinamente y el 3xito de esta medida deber3 ser evaluado en la medida que avance el proceso de implementaci3n.

En la actualidad el recurso loco se encuentra bajo una veda extractiva de la I a la XI Regi3n, desde junio del 2000 hasta junio del 2003. Adem3s, la zona norte cuenta con una veda reproductiva entre el 16 julio y el 31 de enero de cada a1o, periodo en el cual, las 1reas de manejo de recursos bent3nicos que cuenten con planes de manejo aprobados por la Subpesca, pueden realizar extracci3n del recurso.

El **Cuadro 1**, resume las principales medidas de administraci3n establecidas para el recurso loco.



**Cuadro n3 1**

Periodos de Vedas	T. M. L. de Extracci3n	Periodos y Cuotas de Extracci3n	Registros Artesanales	Otras
<p>DTO N3 9-85. Establece veda extractiva. IV a IX entre 01-03 y el 31-05 de cada a3o.</p> <p>DTO N3 33-85. Establece veda extractiva. I a III R. 01-03 al 31-05 87.</p> <p>DTO N3 262-85. Establece veda extractiva. Desde la IV R al paralelo 403 S, entre el 01-09-85 al 31-05-87.</p> <p>DTO N3 102-87. Establece veda estacional. I a XII 01-07-87 al 14-05-88.</p> <p>DTO N3 139-87. I a XII R. Prorroga veda hasta el 15-07-88.</p> <p>DTO N3 264-88. Establece veda estacional. I a XII desde el 01-08-88 al 16-07-89.</p> <p>DTO N3 126-89. Establece veda extraordinaria. 17-07-89 al 31-12-91. I a XII R.</p> <p>DTO N3 614-91. Prorroga veda extraordinaria hasta el 31-12-92.</p> <p>DTO N3 115-92. Prorroga veda extraordinaria, hasta el 31-12-93</p>	<p>DTO N3 49-65. Establece TML I a IV 9.5 cm. V a XII 10.5 cm</p> <p>DTO N3 373-81 Establece TML. I a XII R. 10 cm</p> <p>DTO N3 264-88 Establece TML. I a XII R. 10 cm ( modif, forma de medirlo)</p>	<p>DTO N3 264-88. Establece cuota extractiva (ton). I a XII R. A3o 88. Suspende veda extractiva. 16-07 al 31-07-88.</p> <p>DTO N3 1-93. Establece Cuotas totales de extracci3n. I a XII R. Suspende veda biol3gica. I a XII R. Entre el 18 y 22-01-93.</p> <p>R. N3 5-93. Establece Cuotas Individuales de extracci3n (CIE). I a XII R. Extraer: 18 al 22-01-93.</p> <p>DTO N3 110-93. Suspende veda extraordinaria. II a XII R. 26 al 31-07-93.</p> <p>DTO N3 119-93. Prorroga Suspensi3n veda. II y III; 1 y 2-08-93 y para IV a XI R; del 01-08 al 03-08-93.</p> <p>DTO N3 370-93. Establece C.T.E. II a XII R. Extraer:26 al 31-07-93.</p> <p>R. N3 504-93. Establece C.I.E. II a XII R. A3o 93</p> <p>DTO N3 131-94. Establece 2 periodos extractivos, invierno y primavera de 1994.</p> <p>DTO N3 170-94. Suspende veda biol3gica. I a XII R. 21-11 al 31-12-94.</p> <p>DTO N3 310-94. Establece C.T.E. I a XII R. A3o 94</p> <p>R. N3 692-94. Establece C.I.E. I a XII R. A3o 94 01al 31-08-94</p> <p>DTO N3 71-95. Establece C.T.E. I a XII R. A3o 95. Suspende veda. I a VI; entre 16-08 al 31-10-95.</p> <p>DTO N3 375-95. Establece C.I.E. De I a VI R. A3o 95.</p> <p>DTO N3 32-96. Establece C.T.E. I a XII R. A3o 96</p> <p>DTO N3 367-96. Establece C.I.E. I a VI R. A3o 96. A extraer 1-08- al 30-11-96</p> <p>DTO N3 155 y 529-97. Establece. C .E T. I a XII R. A3o 97.</p> <p>R. N3 469-97. Establece C.I.E. I a XII R. A3o 97 A extraer 1-08- al 30-11-97</p> <p>DTO N3 419-98. Establece C.T.E. I a IV R. A3o 98</p> <p>DTO N3 509-98 Suspende veda biol3gica. III R. Desde 02-12 al 21-12-98.</p>	<p>R. N3 1.278-92. Suspende Inscripci3n registros del 01-01-93 al 31-12-93.</p> <p>R. N3350-93. Autoriza inscripci3n registros. Entre 24-05 al 07-06-93.</p> <p>R. N31095-93. Suspende Inscripci3n registros del 01-01-94 al 31-12-94. (Por P.E)</p> <p>R. N31224-94 Suspende Inscripci3n registros del 01-01-95 al 31-12-97.</p> <p>R. N3 1.758-97 Suspende Inscripci3n registros. 01-01-98 al 31-12-02.</p>	<p>R. N3 86-92. Peca de Investigaci3n P.U.C. "Proyecto sectorial loco". Gen3tica de stocks biol3gicos.</p> <p>DTO N3 574-92. Reglamenta r3gimen bent3nico de extracci3n y proceso y regula sistema de asignaci3n de cuotas.</p> <p>R. N3 694-92. Establece plena explotaci3n para la pesqueria a partir del 01-04-90.</p> <p>R. N3 984-92. Peca de Investigaci3n IFOP. Crecimiento recurso loco</p> <p>R N 3 56-93. Establece puntos desembarque a nivel nacional. Extraer 18 al 22-01-93.</p> <p>R N 3 1.386-93. Establece puntos desembarque a nivel nacional A3o 1993</p> <p>R N3 1178-94. Establece puntos desembarque a nivel nacional. A3o 1994.</p> <p>DTO N3 355-95. Establece reglamento Areas de manejo de recursos bent3nicos.</p> <p>R. N3 625-95. Establece puntos desembarque a nivel nacional. A3o 1994</p> <p>R. N3 1281-95. Peca de Investigaci3n U. Cat3lica del Norte. Productividad recurso loco.</p> <p>R. N3 248-96. Establece puntos desembarque a nivel nacional A3o 1996.</p>



Periodos de Vedas	T. M. L. de Extracci3n	Periodos y Cuotas de Extracci3n	Registros Artesanales	Otras
<p>DTO N° 196-93. Pr3rroga veda extraordinaria desde el 01-01-94 al 31-12-94.</p>		<p>R. N° 1288-98. Establece C. I. E. para la. I a VI A±o 98. A extraer 1-08- al 30-11-98</p> <p>DTO N° 329-99 Establece C.T.E. , para la I a IV R. A±o 99</p>		<p>R. N° 647 -97. Establece puntos desembarque a nivel nacional. A±o 1997</p>
<p>DTO N° 268-95. Establece veda biol3gica anual. I-VI R. 1-01 al 31-07; y entre 01 al 31-12.</p> <p>DTO N° 243-00. Establece veda extractiva. I a XI R 27-06-00 al 27-06-03. Exceptuando las 3reas de manejo</p>		<p>DTO N° 447-99. Suspende veda biol3gica. Areas de Manejo III a V R del 17-12-99 al 2-01-00</p> <p>R. N° 1621-99. Establece C. I. E. para la. I a VI. A±o 99. A extraer 1-08- al 30-11-99</p> <p>DTO N° 364-00. Suspende veda biol3gica. III a V R. Areas de Manejo 01-al 31-12 a±o 2000</p> <p>DTO N° 1-01 Suspende veda biol3gica. I a V R. 15-01 al 31-01-01</p> <p>DTO N° 374 01 Suspende veda biol3gica anual. Areas de manejo I -VI R 01-al 31 del 01; del 16 al 31- 07 y del 1 al 31 - 12 de cada a±o.</p> <p>Nota: Los periodos y cuotas extractivas para el recurso en las AM, dependen exclusivamente de Informes t3cnicos, que est3n sujetos a revisi3n y aprobaci3n mediante una Resoluci3n de la Subpesca</p>		<p>R. N° 1295 y 1944 -98. Establece puntos desembarque a nivel nacional A±o 1998</p> <p>R. N° 1572 y 1194 -99. Establece puntos desembarque a nivel nacional A±o 1999.</p>

Las principales medidas de administraci3n vigentes para resguardar la conservaci3n del recurso loco corresponden a:

- a) Veda extractiva aplicada en las zonas de libre acceso. (DTO 243-2000).
- b) Asignaci3n de derechos de uso territoriales, a trav3s de la figura Areas de manejo (AM).
- c) Talla m3nima de extracci3n (DTO N° 373-81).
- d) Veda biol3gica vigente en las AM. (DTO. N° 268-1995 y DTO N° 374 del 2001).
- e) Cierre de registros artesanales para la pesquer3a del recurso (R. N° 1.758-1997).

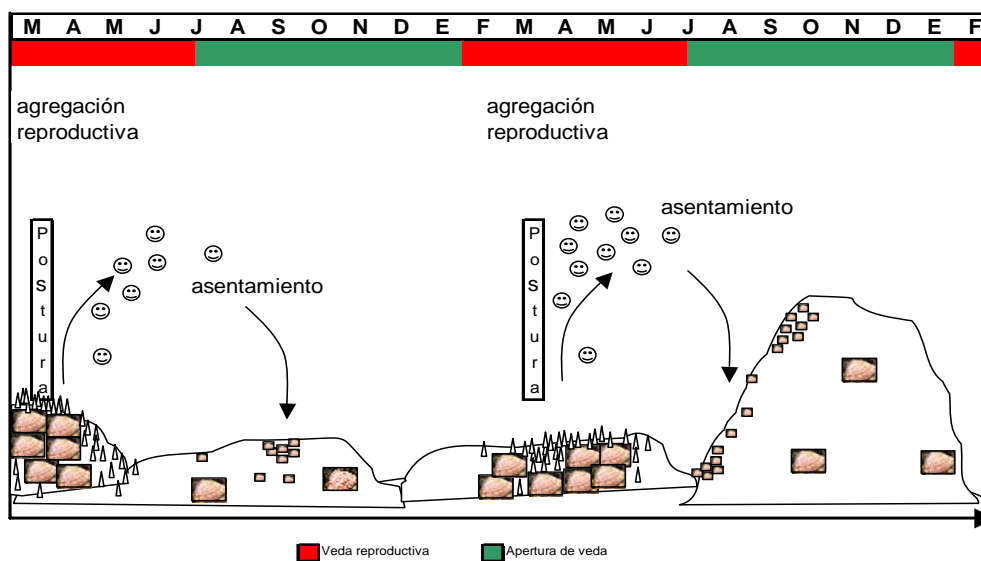
Este recurso presenta dos tipos de veda, que tienen como objetivo resguardar la conservaci3n del mismo

- i) Una veda extractiva, vigente entre el 27 de junio del a±o 2000 hasta el 27 de junio del 2003, la cual se encuentra fundamentada en la situaci3n de deterioro de los stock del recurso que se encontraban a la fecha, en una condici3n critica de conservaci3n y con riesgo de agotamiento, debido al efecto combinado entre la sobrepesca y sus consecuencias biol3gicas derivadas y expresadas por una incierta renovabilidad de sus poblaciones, fen3meno conocido como riesgo de fallo de reclutamiento (Doc t3cnico Subpesca N° 06 del 2000).



- ii) Una veda biol3gica anual entre el 1º de febrero y el 15 de julio de cada año, la cual rige para los sectores establecidos como 3reas de manejo cuya especie objetivo sea el recurso loco y que presenten cuotas de extracci3n aprobadas por la subsecretaria de pesca.

El siguiente esquema muestra la temporalidad (meses) del ciclo reproductivo del recurso y su relaci3n con el periodo de veda vigente.



Los antecedentes necesarios para establecer las opciones o sistemas de manejo para el recurso loco dentro del marco de modelaci3n propuesto se resumen en el siguiente cuadro:



<b>OPCIONES \ SISTEMA</b>	<b>RECURSO LOCO</b>
<b>Manejo x talla</b>	Si
<b>Cierres x Juveniles</b>	No
<b>Modelado del esfuerzo</b>	Depende (1)
<b>In-season biological update (x crecimiento)</b>	No
<b>Cierres x biotoxinas</b>	No
<b>Thresholds de CPUE</b>	Si
<b>Modelos de circulaci3n preexistentes</b>	Si (2)
<b>Recovery rate data available</b>	SI
<b>Datos dinámica poblacional x regi3n</b>	Si
<b># Botes/equipos fijo?</b>	No aplicable
<b>Cierres x calidad</b>	No
<b>Cierres x contaminantes</b>	No
<b>Cierres x veda reproductiva</b>	Si
<b>Cierres x veda extractiva</b>	Si
<b>Manejo espacial (AMERBs)</b>	Si
<b>Cuotas extractivas (Tasa variables)</b>	Si
<b>Coherencia geogrÁfica en reclutamiento</b>	SI
<b>Postdispersion compenatoria</b>	No
<b>Postdispersion depensatoria</b>	No
<b>Crecim. Densodependiente</b>	Si
<b>Predispersion depensatoria</b>	No

- (1) Esta opci3n seria útil para la modelaci3n bajo un sistema de libre pesca en áreas hist3ricas.  
 (2) Se cuenta con informaci3n bÁsica para postular una matriz de dispersi3n/conectividad larvaria

# A N E X O 6

---

Reunión de Trabajo -  
Documento de difusión en  
preparación.

---



**PROYECTO FIP BASES BIOLÓGICAS PARA LA EVALUACIÓN Y MANEJO DE  
METAPOBLACIONES DE LOCO EN LA III Y IV REGIONES  
FIP N° 2002-16**

**REUNION DE TRABAJO**

**IFOP - Valparaíso, 29 de Noviembre de 2004**

Participantes:

Sr. Jorge González, Jefe de Proyecto FIP N° 2002-16, IFOP.  
Sr. Mauricio Braun, Jefe de División Investigación Pesquera, IFOP.  
Sr. Francisco Cerna, Jefe del Departamento Especialidades Técnicas, IFOP.  
Sr. Marcelo Nilo, Jefe Sección Economía y Areas de Manejo, IFOP.  
Srta. Nancy Barahona. Investigadora IFOP.  
Dr. José María (Lobo) Orensanz. Consultor IFOP.  
Sr. Ruben Pinochet. Secretario Ejecutivo Consejo de Investigación Pesquera.  
Sr. Darío Rivas. DAP. Subsecretaria de Pesca.  
Sr. Javier Rivera. URB. Subsecretaria de Pesca.  
Sra. Lorena Buroto. Subsecretaria de Pesca.  
Sra. Jorge Guerra. Subsecretaria de Pesca.  
Sr. Marcelo Baeza. Evaluador FIP.  
Dr. Carlos Moreno. Evaluador FIP - UACH.  
Dr. Ernesto Ortiz. Evaluador FIP - U del Mar

La reunión fue presidida por el Sr. Rubén Pinochet, y se estructuró sobre la base de las Observaciones Técnicas realizadas al Pre - Informe Final Corregido del proyecto en cuestión. Los principales aspectos discutidos fueron los que a continuación se indican:

1. La identificación de las subpoblaciones que componen la metapoblación explotada, incluyendo el eventual uso de métodos estadísticos.
2. Un aparente conflicto entre una "concepción autoecológica" y el pragmatismo en la definición de las celdas.
3. La falta de atención a las probabilidades de extinción y recolonización de las subpoblaciones.
4. La formulación de una "hipótesis metapoblacional".
5. Marco conceptual adoptado para el análisis de una metapoblación explotada, capturada en la estructura del modelo Metapesca.
6. Presentación de Información en sistema SIG.

En la reunión se realizó una exposición, por parte del Sr. Jorge González, jefe de proyecto, quien enfatizó en la presentación de los principales resultados del proyecto. Posteriormente, el Dr. Orensanz presentó una revisión exhaustiva de los principales conceptos y criterios relativos al marco de trabajo bajo una concepción metapoblacional, incorporando elementos referidos al manejo espacial de pesquerías. Además, se analizó la situación de sustentabilidad del recurso loco, desde una perspectiva pre y post



implementación del sistema AMERB en las regiones III y IV, indicando que dentro de los resultados del proyecto fue aceptada la publicación de los antecedentes del estudio en el Bulletin of Marine Science en un trabajo denominado "*Chilean AMERBs: the largest TURF system designed de novo in modern times- How is it performing?*", por González, W. Stotz, A. Zuleta, C. Tapia, A. Parma y L. Orenzans, el cual se encuentra en etapa de preparación. Además, estos antecedentes fueron presentados por el Dr. Orenzans y discutidos en el marco del "*The Fifth William R. and Lenore Mote International Symposium in Fisheries Ecology 2004*", el cual tuvo lugar en Sarasota (Florida) durante los días 9-11 de noviembre.

Por otra parte, el Dr. Orenzans enfatizó los grandes esfuerzos institucionales, financieros y logísticos demandados para la compilación, síntesis y análisis realizada por parte del equipo de trabajo, debido en gran medida a la heterogeneidad de la información disponible, y al desarrollo de un trabajo único de compilación de toda la información histórica del recurso. Este esfuerzo de síntesis de información resulta imprescindible para evaluar en forma objetiva el impacto del sistema de AMERBs sobre la sustentabilidad del recurso loco.

Como resultado de ambas presentaciones realizadas, se generó una discusión orientada a consensuar los aspectos antes mencionados, a fin de satisfacer las observaciones realizadas al proyecto y de generar un marco de trabajo que trascienda a la ejecución del proyecto mismo.

Dentro de los aspectos discutidos, se estableció que:

- 1) Los problemas de conceptualización responden a la multiplicidad de modelos de una metapoblación, desde la formulación original de Richard Levins (dinámica de parches) hasta la flexibilidad que caracteriza a la literatura contemporánea. Con este fin, se entregó a los interesados una revisión publicada por Kritzer y Sale, 2004, que trata exactamente sobre el tema en discusión. En este aspecto se generó un consenso, entiendo que el uso del concepto corresponde a un marco de trabajo que permite analizar la estructura espacial de un recurso, considerando distintas escalas espaciales y temporales de observación. En ese punto, el Dr. Ortiz señaló que no se debiera usar el término metapoblaciones – afirmación basada en una visión clásica del término. Por su parte, el Dr. Moreno, indicó que cuando él escribió los TBR del proyecto, su visión correspondía al enfoque moderno, pero que sin embargo la justificación la realizó sobre la base de los libros tradicionales. Este aspecto, a su vez generó que el evaluador N° 1 FIP Sr. Baeza, "mantuviera una estructura clásica de metapoblaciones". Por tanto, con respecto a la observación de pragmatismo realizada a juicio del jefe de proyecto, queda zanjado el asunto, una vez sociabilizado el enfoque utilizado, el cual está explícitamente establecido en el Pre\_informe final.
- 2) De acuerdo al Dr. Moreno, uno de los principales aspectos que debiera dar respuesta el proyecto, dice relación con la sustentabilidad de la pesquería del loco, bajo el sistema AMERB. Este aspecto, corresponde a un proceso de análisis, que ha sido contenido en una primera parte en la presentación del trabajo "*Chilean AMERBs: the largest TURF system designed de novo in modern times- How is it*



*performing?*". Dado que esta informaci3n no fue incluida en el Informe Pre\_Final, por lo que "resulta de gran importancia para dar respuesta a la sustentabilidad del loco" (Dr. Moreno), se solicit3 su inclusi3n en el Informe, lo cual fue acogido por parte del ejecutor.

- 3) El Sr. Darío Rivas, manifest3 la importancia de los resultados del proyecto para la administraci3n del sistema AMERB, con lo cual el Sr. Pinochet indica que siendo la SSP uno de sus principales requirentes del FIP se siente satisfecho con la ejecuci3n del proyecto.
- 4) En cuanto a la incorporaci3n de la informaci3n generada a un SIG, se indic3 que se utiliz3 el software ARC\_View como contenedor de informaci3n georeferenciada, sin desarrollar análisis SIG. En este aspecto, el Dr. Ortiz señal3 que la base de informaci3n contenía errores cartográficos y de asignaci3n de atributos espaciales. El jefe de proyecto, explic3 que durante el estudio, se había integrado informaci3n existente en unidad de AMERB de la SSP, generada en los estudios ESBA's por diversos consultores, la cual tiene problemas de origen, que escapan al proyecto. Por tanto, el Sr. Darío Rivas manifest3 que estas limitaciones queden contenidas en el informe, a fin que se pueda tener en consideraci3n para fines de otros estudios, observaci3n que es acogida.

Por ultimo, si bien en la reuni3n se abordaron y analizaron variados aspectos relativos a los procesos de modelaci3n y uso del modelo METAPESCA, los puntos indicados arriba, recogen los aspectos mäs relevantes tendientes a dar buen termino al proyecto en comento,

JGY/6/12/2004



Chilean AMERBs: the largest TURF System designed *de novo* in modern times-  
Does it contribute to biological sustainability?<sup>19</sup>

By

**Jorge Gonz1lez, Wolfgang Stotz, Carlos Tapia, Alejandro Zuleta, Jorge Garrido,  
Ana Parma and Lobo Orensanz**

➤ **Introduction**

Granting secure access rights to fishers is increasingly predicated as a key element for the sustainability of fisheries (Hilborn *et al.*, in press). In the case of benthic resources, exclusive access rights may take the form of territorial use rights (TURFs), often allocated to communities of coastal fishers (Christy 1982, 2000). TURFs have existed for centuries as a form of traditional tenure in different parts of the World (Johannes 1977), and were institutionalized in modern Japan for the harvest of sedentary ("Type II") resources (Ruddle and Akimishi 1984; Yamamoto 1995; Takahashi et al. 2004). While these systems are watched with interest as a possible alternative for the management of benthic shellfish (e.g. Prince et al. 1998), Chile has taken the lead by incorporating TURFs, locally known by the Spanish acronym AMERBs ("Areas de Manejo y Explotaci3n de Recursos Bent3nicos"), into the Fisheries Act ("Ley General de Pesca y Acuicultura", or LGPA) enacted in 1992 (Castilla and Fern1ndez 1998; Castilla et al. 1998; Orensanz *et al.* in press). Involving tens of thousands of artisanal fishers and hundreds of communities spread along a coastline that spans 32 degrees of latitude, this is the largest contemporary attempt to introduce a TURF system *de novo*, where it did not exist by tradition.

Formal implementation of the Chilean TURF system started in 1998, and was reviewed by an external panel in 1999 (Orensanz et al. in press). While perception of the system has been generally positive (San Mart3n et al. 2003), it has not been formally evaluated. Here we utilize several pieces of information to examine how it is performing with regards to biological sustainability. We focus on the harvest of loco snails (*Concholepas concholepas*) in Region IV (one of the 12 administrative regions in which the country is divided). Although ca. 50 species of benthic invertebrates and algae are harvested by Chilean artisanal fishers, loco is the most significant resource. It was a closure of the loco fishery (1989-1992) that triggered the quest for management alternatives, and in the end led to the implementation of the TURF system (Castilla and Fern1ndez 1998). Region IV has been a cradle of artisanal fishers' activism, a focal area for their proactive empirical exploration of de facto territorial tenure and spatially-explicit management practices (Stotz 1997; Avilez and Jerez 1999).

---

<sup>19</sup> Document in preparation on the base oral communication presented in *The Fifth William R. and Lenore Mote International Symposium in Fisheries Ecology 2004*, Sarasota (Florida, USA) in November, 2004, for their publication *Bulletin of Marine Science*.



## ➤ The Study System

### Chile's Artisanal Fishery

Continental Chilean spans ca. 32 degrees of latitude, from 22° SL (border with Perú) to 54° SL (Cape Horn). Administratively the country is divided into 12 Regions; Regions I-IX correspond to the central-north coast, spreading almost linearly with a north-south direction. Along this extensive coastline “caletas” and their adjacent fishing grounds form the social/geographic/ecological template of the artisanal; caletas are coastal locations that serve as operational bases for local artisanal fleets. In rural areas, caletas are equivalent to fishing villages; in urban areas, fishers and their families are part of larger communities. (Castilla *et al.*, 1998). The fleet is composed of 7-8 m long boats without a deck or cabin (“botes” or “bongos”). A typical caleta of Central Chile has a mixture of divers and longliners, with variable levels of mobility of individuals between the two. Benthic resources are harvested primarily by commercial divers, crab trapping being an occasional complement. Fishers are generally well organized; caleta-based organizations are grouped in regional federations, and these in two national confederations.

A centralized agency, the Under-Secretary of Fisheries (“Subsecretaría de Pesca”, SubPESCA) has authority over management of all fisheries, offshore as well as inshore. Under this umbrella, the National Fisheries Service (“Servicio Nacional de Pesca”, SERNAPESCA) is in charge of enforcement and compiling landing statistics. The Institute for Fisheries Development (“Instituto de Fomento Pesquero”, IFOP), a semi-governmental agency, monitors benthic fisheries under a contract to SubPESCA.

- Crises in the loco fishery
- The closure
- Benthic fisheries/ regimes
- Origins of the Chilean TURF system

The rise and fall of the loco fishery has been described and discussed in detail by Castilla and Fernández (1998). Demand increased sharply during the 1970s, as new markets developed in the Far East countries. Under open access there were no incentives for conservation. Mounting effort was countered with increasingly shorter seasons. Catches remained high during the 1980s, then dropped sharply in 1988. Prompted by apparent symptoms of overfishing, the loco fishery was nominally closed during the period August 1989-December 1992. A main effect of that draconian closure was turning the activity illegal, with disastrous consequences for fishing communities. Illegal fishing never stopped, as is evidenced by import statistics from consumer countries (Reyes, 1990; González, 1996; Darío Rivas, Under-Secretary of Fisheries, pers. comm.), as well as anecdotal information provided by fishers themselves (Stotz, 1997).

The Fisheries Act enacted in 1992 (LGPA) introduced the “Benthic Extraction Regime” for resources designated as fully exploited (specifically loco). This regime, which was expected to solve the problems created by open access, consisted of a total allowable catch (TAC, “CTP” in Spanish) established for each region, split into individual quotas among registered divers.





The same year, organized fishers demonstrated their political muscle when the President of the Republic (Dr. Patricio Aylwin) ordered the lifting of the moratorium on loco harvests after an impromptu meeting with Mr. Oscar Avilez, a leader of the fishers' federations (fishers were assisted in technical matters by scientists from IFOP; Jerez, ed., 1993; Avilez, 2003). The fishery re-opened under the Benthic Extraction Regime. Regional TACs were determined based on analytical size-based stock assessments conducted on a regional basis. Individual quotas were assigned to registered divers with a history in the fishery, through a system of individual tickets. This regime was an improvement over the pre-closure years (Bernal *et al.*, 1999, p.130). Yet, in retrospect, the performance of the system is generally viewed as a failure (Bacigalupo-F., 2000), due to different reasons:

- The assessment model (though internally consistent) was inadequate for a sedentary resource like loco. Estimates of abundance at the large scale of regions were meaningless.
  - Fishers forced the reopening of the registry of divers, which grew from 5264 to 10794 in 1993.
  - A black quota market developed: fishers that decided not to fish sold their tickets, which were often used to launder illegal catches. Although this informal ticket market would not necessarily lead to overfishing, it introduced a distortion in the system, particularly because the registry was "dirty" (badly outdated, with many inactive divers entitled to receive tickets).
  - Because tickets were given to divers alone, other participants (e.g., deckhands) were marginalized, with a resulting distortion of the social matrix of the caletas (Bernal *et al.*, 1999, p. 130).
  - Most important of all, there were no incentives for conservation whatsoever, and the state had no means to enforce the quotas. Illegal fishing never stopped.
- The aftermath

Besides the Benthic Extraction Regime, the LGPA contemplated another instrument for the management of benthic fisheries: TURFs (territorial use rights in fisheries), known in Chile as "Areas de Manejo y Explotaci3n de Recursos Bent3nicos" (AMERBs) or shortly as "management areas" ("3reas de manejo"). Their inception into Chilean legislation was triggered to a large extent by the crisis in the loco fishery (Stotz, 1997; Castilla and Fern3ndez, 1998; Avilez and Jerez, 1999). Subsequently, during the 1990s, Chile made one of the boldest moves in recent times towards the incentive-based management of S-fisheries: the implementation of one of the largest TURF systems in the world, in a region where it did not exist by tradition.

The Chilean TURF system was influenced by several antecedents:

- The existence of historical fishing territories that were harvested mostly (albeit not exclusively) by nearby caletas (*e.g.* Castilla and Jerez, 1986, their **Figure 3**; Payne and Castilla, 1994).
- Experimental work conducted during the 1980s in intertidal rocky shores, demonstrating cascading ecological changes in areas closed to fishing (Moreno *et al.*, 1984; Castilla and Dur3n, 1985; Dur3n *et al.*, 1987; Dur3n and Castilla, 1989; Castilla, 1999). These experiments led to the delimitation of seabed tracts where



- harvests were excluded, monitored jointly by fishers and scientists (Castilla and Jerez, 1986; Castilla, 1994; Castilla and Fernández, 1998; Barrios, 2003). CPUE and individual size of commercial species predictably increased within the enclosures.
- Motivated by these results, the state granted exclusive harvest rights over benthic resources in grounds adjacent to a few well-organized caletas between 1987 and 1992 (Castilla, 1997; Barrios, 2003; Barría, 2003), well before the formal implementation of TURFs. Granted tracts of sea-bed extended over up to 300 ha. The objective of management was to rebuild local loco densities by leaving the tracts unharvested during 2-3 years.
  - Organized actions by artisanal fishers of several caletas from the Provinces of Choapa and Limarí starting in 1989, that allowed effective lobbying for incorporation of the TURFs into the fisheries act (Avilez and Jerez, 1999; Avilez, 2003).
  - Informal experiments and empirical manipulative practices implemented spontaneously by fishers in some caletas from Central Chile (Stotz, 1997). These included maximization of the local productivity through harvests, protective closures, protection of nursery grounds (“maternidades”), removal of predators and competitors (“limpiezas”), translocations, and manipulation of species upon which loco preys.

Implementation of the TURF system started only in 1996 (San Martín, 2003), the reason for the delay being political and institutional uncertainty regarding how to proceed with such a transcendental change, and at such a large scale. The interpretive document of the LGPA regarding the TURFs (“Reglamento sobre Areas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos”) was published in August, 1995 (Subsecretaría de Pesca, 1995). The discussion of the “reglamento” was bitter and protracted. At one point there were 48 versions under consideration (O. Avilez, pers. comm.). Fishing grounds outside TURFs (“historical grounds”, or “áreas históricas”) remain open to all fishers registered in the region, subject to resource-specific regulations. This is known in Chile as “open access” (also as “libertad de pesca”; LGPA, Art. 50), although in this case access is more restricted than in the usual meanings of the term (Charles, 2001). Industrial fleets and artisanal fishers registered in other regions are excluded, and under the current freeze of the registry there is a de facto limited entry situation. During the late 1990s TURFs coexisted with the individual quota system (only for loco) and “open access” (benthic resources other than loco) in the “historical grounds”. A 3-year moratorium on loco fishing in “historical grounds” was sanctioned in June, 2000, putting a de facto end to the Benthic Extraction Regime. Since then, loco fishing in Regions I-IX has been allowed only within the TURFs. In 2000 a controlled (“research”) fishery was allowed in Regions X-XI, but this was also closed in 2001.

The assignation of TURFs is a rather elaborate process (San Martín, 2003). Territorial rights over pre-established areas (“destinaciones”) are vested on a fishers’ organization upon request, provided that it produces a base-line ecological study (ESBA, “Estudio de Situación Base del Area”) and a two-year management plan (PMEA, “Plan de Manejo y Explotación del Area”) (Bacigalupo-F., 2000; Montecinos, 2000). Applications must follow detailed technical guidelines, as described in document “AMERB 3” (Departamento de Pesquerías, 2001). ESBA’s include mapping of habitat types and benthic communities, as well as an estimate of the abundance of all the target resources and the specification of the methods utilized in the surveys. PMEAs must include a schedule of annual harvests



and other proposed management measures. The organization is also required to produce annual follow-up reports of management performance (“seguimientos”), including trends in estimated abundance. TURFs are assigned for 4-year periods, renewable upon compliance with the regulations. Fishers’ organizations are required to hire consultants for the preparation of ESBAs, PMEAs and follow-ups. A consultant must be chosen from a registry certified by the Under-Secretary. So far, the execution of these studies has been almost entirely subsidized by the state through different agencies and programs. Consultants are a significant element in the system.

The system described is a co-management agreement in which the central fisheries authority negotiates the management of TURFs on a one-by-one basis with the individual organizations. Some specific aspects are worth mentioning here:

- (1) There is no coordination in the management of the TURFs, for example at the scale of geographic clusters of TURFs, or of regions.
- (2) TURFs are currently under a tax moratorium, but according to the LGPA their users will pay a tax proportional to extension, with the same rate applied to all TURFs in the country.
- (3) No equity considerations were made when the TURFs were assigned. Their productivity varies greatly in relation to target resources, quality of the fishing grounds, extension, etc.

The internal arrangements in the organizations that receive a TURF are stipulated in written regulations (“Reglamento”), but are virtually “invisible” to the fisheries authority. They vary greatly among caletas. Important things defined at that level include, among others:

- How the rent is distributed among members of the organization. The share of deckhands, divers, owners of the equipment and the boat, etc, vary among caletas. Not all the fishers of a caleta participate of the TURF.
- The percentage destined to communal needs (school, celebrations, maintenance, vigilance, etc).
- Elementary forms of welfare (contribution to widows, elders or sick/injured fishers).
- Entry of new members, as well as dismissal of old ones because of violation of internal regulations.

This is a tier of the management system that, although fundamental, is still poorly studied.

The guidelines for implementation of the TURF system have evolved through an elaborate process of institutional feedback. The largest project during the initial phase of the implementation (“Aumento de la Competitividad del Sector Pesquero Artesanal a Través de la Optimización de las Areas de Manejo”) was sponsored by a national agency (FONDEF) and executed by IFOP, in collaboration with three regional fishers’ federations: FEPAR (Region III), FEPEMACH (Region IV) and FEDEPESCA (Region V). It generated the ESBAs and PMEAs for 14 TURFs in Regions III-V. This test project served to identify many of the difficulties faced by the implementation, providing substantial feedback to the managers. In 1998 the Under-Secretary called a meeting with the consultants, who expressed many of their doubts and concerns (summary available from the senior author



upon request). On this basis, IFOP conducted a survey of perceived problems among managers, scientists, consultants and leaders of fishers' organizations (document available from the senior author upon request), and used the results to develop the agenda of a one-week workshop held in September 1999 to evaluate the implementation process. The workshop, co-sponsored by the Under-Secretary, involved all the participants in the management system, plus an international panel. At the end the panel produced a consensus report [The members of the panel were L. Botsford (U. of California- Davis), R. Hilborn (U. of Washington), G. Jamieson (Pacific Biological Station, DFO, Canada), J. LeFur (ORSTOM, Montpellier, France), R. Pomeroy (World Resources Institute, Washington DC), J. Prince (Biospherics Inc., Australia), and S. Thompson (Pennsylvania State University). Copy of the report is available from the authors upon request]. The main points made in the report were:

- The TURF system should be expanded to encompass the whole fishery. In terms of one of the panelists, the coexistence of TURFs and an "open-access" fishery was a "recipe for disaster".
- The implementation process was too complex. The system had to be designed so that it could be efficiently implemented in hundreds of TURFs.
- The data collection system was considered unnecessarily demanding and too costly, and its purpose not clearly understandable by the fishers. Too much emphasis was placed on collection of ecological data, which, although scientifically interesting, were not needed for management. The advice was to simplify the information required
- In general, implementation of the system was viewed as too "top-down". The advice was to empower fishers' organizations. Education was considered necessary so that fishers and managers could participate actively in the co-management arrangements.

Over the subsequent two years the guidelines for the implementation of the TURFs were updated twice, becoming simpler. Also, the latest version (Departamento de Pesquerías, 2001) pays substantial attention to the socio-economical aspects of management. The TURF system expanded at a fast pace (Montecinos, 2000). By 2001, 264 had been decreed, encompassing 43,200 ha of seabed; among these, 80 were being implemented. Distribution of TURFs along the coast of Chile is uneven; the highest rate of requests occurred in Regions IV and VIII. In Region IV, TURFs encompass 30% of the inshore seabed: 68 TURFs, covering 12,800 ha out of a total of 44,400 ha. The number of TURFs is very low in Regions XI-XII (southern coast), where the intricate coast is very sparsely populated. Region X is the most significant in terms of registered divers and shellfish landings. Here, however, many fishers are concentrated in urban areas (mostly in Ancud) and are poorly organized; their fishing operations overlap widely, in areas often distant from their home ports. Although this scenario does not lend itself to the implementation of TURFs, there has been a flurry of requests over recent years as fishers' organizations learned about management successes in other regions (San Martín et al., 2003). Many new organizations are being formed, prompted by the prospects of claiming a TURF.

Through a process of trial and error the system has gradually converged to a state that was early envisioned by Stotz (1997), based in his observations on the dynamics of exploited loco populations. While this species drives the system, others (mostly limpets and sea urchins) are also becoming significant. Under the



TURF system, fishers' organizations are now better positioned to arrange sales (Avilez, 2003; Espinoza-Lavergne, 2003). In the past, the catch was sold "on the beach" and individual fishers were unable to make convenient deals; price and sale conditions deteriorated when fishers were forced to operate illegally (O. Avilez, pers. comm). Now, sales are pre-arranged, are thus more predictable and the quality of the product is higher (Bacigalupo-F., 2000). The organization decides how much to sell and receives offers from middlemen, providing information about the condition ("calibre") of the snails. Middlemen occasionally send their own divers to verify on site the quality of the locos. Once a price is negotiated, fishers bring the catch to the beach on a pre-arranged date. Given the higher quality and predictability of supplies from the TURFs (Avilez and Jerez, 1999), some organizations are evaluating the possibility of advertising shellfish from TURFs with a "certification of origin" label. Another significant development was increased emphasis and investment in vigilance, with many villages patrolling their TURFs around the clock. There is positive feedback between the establishment of a TURF and fishers' organization (Payne and Castilla, 1994; Stotz, 1997); this is, by itself, a significant plus (Avilez, 2003; Barrios, 2003; Barría, 2003).

### **Implementation Process of the TURF System<sup>20</sup>**

The first experimental area closures in Region IV were conducted in Caleta Hornos during the late 1970s (Schmiede and Castilla, 1979).

- Antecedents (Castilla & Defeo, Parma et al)

LGAP/91 > Interpretive doc of the law (reglamento)/95 > AMERBs/98.  
Criteria for allocating TURFs to organizations (2 approaches)

- Some TURFs already functioned de facto by 1993/1994 in "destinaciones" granted by provisionally the fisheries authority well before the formal implementation of the TURF system (Mendoza et al. 1994)

#### ➤ **Methods and Sources of Information**

- **Spatial range and partitions**

**Geographic range.** The study area includes the seabed along the coasts of Region IV and the southern end of Region III, down to a depth of 25 m. Although the bathymetric range of distribution of loco may reach a depth of 40 m (DuBois et al., 1980), fishers interviewed indicate that abundance of loco below 25 m is negligible. The study area was conceptualized as a latitudinally-spread stripe including AMERBs and interspersed segments of background area. The latter are often referred to as "open access areas" or "historical areas" in Chile; both denominations are here considered misleading.

---

<sup>20</sup> From now topic in development..





**Spatial partitions** The basic spatial elements recognized in the analysis of the fishing process are the “procedencias”, sites of variable extension that fishers recognize by vernacular name and use to indicate the place of origin of the catch. A total of 266 procedencias were recorded through a port-sampling program conducted between 1993 and 1999 (described below). All procedencias were located and geo-referenced using GPS.

The stripe-shaped study area was partitioned into polygonal, discrete “cells”. Cells belong to three categories: (1) AMERBs that have loco as a target resource, (2) interspersed segments that contain at least some suitable habitat (see below), and (3) segments with no suitable habitat (e.g. extended stretches of subtidal sandy bottom associated with sandy beaches), including AMERBs that do not have loco as a target resource. The total number of cells defined was 109, subsuming 49 AMERBs, 42 background areas with suitable habitat and 18 areas (background or AMERBs) with no suitable habitat (Figure 1). All procedencias were assigned to cells according to their location. Cells were grouped into five “macrozones” for some of the analyses. Macrozones group strings of caletas that, according to our team’s experience, share significant structural traits.

All the geo-referenced information was incorporated to a GIS platform; the software utilized was Arcview.

**Ecological categories of seabed.** Areas of seabed were coarsely classified in two broad categories: potentially suitable (hard substrate) and unsuitable (soft bottoms). Suitable substrates include rocky bottoms, large boulders (“bolones”) and shallows; unsuitable substrates are composed of variable admixtures of sand, shell hash and mud. Following Wilson (2002), four basic benthic physiognomies were recognized in the case of suitable areas: (1) communities dominated by macroalgae (*Lessonia trabeculata*, *Macrocystis integrifolia*), (2) communities dominated by encrusting organisms (mostly crustose coralline algae), (3) communities dominated by suspensivores (mostly colonies of large barnacles, *Austromegabalanus psittacus*, and piure ascidians, *Piura chilensis*, that tend to occupy exposed rocky shallows), and (4) bleached bottoms dominated by coralline algae (“*Messophylum*”) and grazers (mostly the black sea urchin, *Tetrapygus niger*). The proportion of suitable and unsuitable area was calculated for each cell.

- **Catch statistics**

**Total catch statistics.** Sernapesca compiles and reports landing statistics by caleta, available at [www.sernapesca.cl](http://www.sernapesca.cl); hard copies of Anuario Estadístico de Pesca (annual reports) are distributed upon request).

**Port sampling.** IFOP conducted a port-sampling program between 1993 (after the fishery re-opened) and 1999 (last year in which fishing was allowed in background areas). In 1993 the survey covered all the designated landing sites, aiming at 100% coverage (IFOP, 1993). There were 20 designated sites, including 14 caletas and 6 “authorized landing sites” (some of the latter were formally recognized as caletas in subsequent years). Between 1994 and 1999 the sites sampled were a subset of variable composition; only three caletas (Pta. Choros, Chungungo and Hornos) were continuously sampled during that period (Barahona et al., 2000, and references therein). In 1999 (last year of the



program) port-samplers covered landings originating from both AMERBs and background areas.

Surveyed caletas were selected each year to maximize coverage of the total landings with the logistical and financial resources available. Port-samplers, stationed during the entire length of the season, interviewed crews of all boats as they arrived to the caleta. Information recorded for each trip included boat ID, number and name/s of diver/s, catch, duration, depth at fishing location, "procedencia", diving time, ex-vessel price, and expenditures (fuel, etc.). A sample of the catch was measured *in situ*. Samplers had as a goal to measure (total shell length in mm) a minimum number for the season (e.g. 6,000 per caleta in 1993). Approximately half of the sampled individuals had to be weighted (total weight in g). In cases when samplers were overwhelmed, they were instructed to sample the catch attempting to maximize the number of "procedencias". Landings and measurement files are linked in the database by information on the trip.

**Catch statistics for the AMERBs.** Starting in 1999 catch statistics from the AMERBs have been collected, compiled and reported to SubPesca by the consultants. Six of them operate in Region IV, including IFOP and UCN.

### Surveys of abundance

#### *Surveys of abundance before implementation of the AMERBs*

**Surveys of abundance in the AMERBs.** After the implementation of the AMERBs (starting in 1998) surveys were conducted in the form of ESBA and follow-ups, as described earlier. Since fishers are always involved in the surveys, sampling protocols followed by the consultants (with approval of Subpesca) are designed to be simple, understandable by commercial divers. Each ESBA and follow-up is documented in a detailed report submitted to Subpesca, and is available in electronic format upon request.

In the surveys conducted by UCN transects perpendicular to the coastline are quasi-regularly spread over the study area at approximately 50 m intervals. Half of the transects are surveyed by divers from UCN and the other half (interspersed with the preceding) by commercial divers from the caleta. Ten stations are spread along each transect at 2-m depth intervals, down to 20 m depth. Five 1-m<sup>2</sup> quadrats are haphazardly sampled at each station; each corresponds to a frame thrown from the support boat. All locos in the quadrats are collected, labeled, measured and weighted, and released back.

Surveys conducted by IFOP are based on stripes (sampling units) perpendicular to the coastline; each stripe is 100 m long and 4 m wide. The number of stripes is dictated to some extent by available logistical support and the configuration of the coast. Typically stripes are spread haphazardly at intervals of approximately 150 m. The diving team is always integrated by technicians from IFOP and fishers from the local caleta. Divers swim along the stripe, counting all the individuals in sight. Sampling units are post-stratified by broad habitat types: large boulders ("bolones"), rocky shallows and sand. ESBA also include charts of bathymetry, type of bottom (IFOP uses a Questar-Tangent acoustic bottom classification system), and major benthic physiognomies (described earlier). Divers collect (haphazardly) up to 50 locos from each stripe; these are measured (shell



length in mm) and weighted (in g). Ancillary information recorded includes local toponomy, a census of the fleet and fishers, specifics about fishers' organizations and infrastructure. The other consultants (except UCN) follow IFOP's protocol.

### ***Surveys of abundance in background areas.***

A total of 11 cells of background area were surveyed in 2003 (Gonzalez et al., 2004). Diving transects, perpendicular to the coastline, extended between the isobaths of 2 and 20 m. Ten stations were distributed along each transect at intervals of 2 m. A sample of 10 1-m<sup>2</sup> quadrats (sampling units) was obtained at each station; quadrats were haphazardly thrown from the boat. All locos found along the transect were removed, labeled and measured (shell length in mm, total weight in g).

### ***Miscellaneous surveys conducted before the implementation of the AMERBs***

#### **Experimental calibration of the CPUE**

Field experiments were conducted in five cells of background area in 2003 (González et al., 2004). In each case density was estimated in an experimental plot following the protocol described above for the survey of AMERBs. CPUE (locos/hr) of commercial divers was measured in the same locations and at the same time.

#### **Interview program**

An interview program was conducted among fishers, consultants and managers from Sernapesca. The purpose was to gather empirical information on resource ecology and abundance, CPUE in background areas, economical indicators and illegal catch from background areas. The questionnaire and other details of the survey were described in detail by González et al. (2004).

### ➤ **Results**

**“Open access” (before 1989); Closure (1990-1992); Benthic Fisheries Regime (1993-1999)** Figure 2.

**Concentration of yield.** The level of concentration of yield among procedencias was explored using “rarefaction curves”. First procedencias were ranked by catch (highest to lowest), and then the accumulated catch was plotted for the sequence of ranked procedencias. This was done with the 1993 data only, because it was the only in which landings were monitored in all the caletas. The curve (Figure 3) shows high concentration: 75% of the catch originated from 21.3% of the procedencias.

**Area of influence of the caletas;** overlap area. Figure 4.

**Abundance when the fishery was re-opened** Depletion by procedencia using 1993 data and 1993 -1998 data. Figures 5 and 6.





## **AMERB system (after 1999)**

### ***Characteristics of the AMERBs that have loco as a target resource.***

The extension of suitable area in Region IV was estimated in 12,816 ha, of which 4,618 ha (36%) are located within the AMERBs (Figure 7). Loco was most abundant in the assemblages dominated by suspensivores, but present also in areas where the physiognomy is dominated by encrusting algae or macroalgae; it is virtually absent from bleached substrates. Hard bottoms, with the exclusion of bleached areas, were defined as “effectively suitable”.

Out of 226 procedencias harvested in 1993, 71.2% into the AMERB cells that were implemented by 2003; those contributed 81.7% of the 1993 catch. This indicates the extent to which AMERBs were positioned so as to incorporate the most productive sectors (Figure 8).

#### **- Abundance within the AMERBs.**

**Relation between CPUE and abundance.** The relation between average density estimated in the ESBA and CPUE during the first subsequent harvest was investigated using data from 17 AMERBs tracked by IFOP. These data contain little information on the pattern at low density. An experiment conducted in five background cells (described earlier) was conceived to fill that gap. The two data sets complement each other reasonably well. A power function,  $CPUE = \alpha D^\beta$ , was fitted to the composite data set (Figure 9).

**Abundance in background areas.** CPUE from background cells communicated by commercial divers as part of the interview program (described earlier) was used to calculate density in 2003. Estimates of density and area of suitable substrate were combined to provide rough estimates of abundance in background cells. Estimated density was higher in AMERBs than in background cells along the entire coast of Region IV (Figure 10): grand mean was 0.45 locos m<sup>-2</sup> in AMERBs, and 0.10 locos m<sup>-2</sup> in background cells. This may have a double origin: (1) location of AMERBs was chosen to capture the most productive procedencias, and (2) illegal harvests in background cells keep density a low level. Density in background cells was similar in areas of high and low productivity. This may be indicative of an IFD-type dynamics, with divers equalizing CPUE across space and keeping it at the minimum profitable level.

**Illegal catch.** Annual illegal catch was calculated for each cell of background area using information from the interview program (number of divers that fish illegally, days of operation, average daily catch and average number of diving hours).

Comparison of catch and export statistics gives an idea of the illegal export-oriented catch at the scale of the whole country (export statistics are not split by region of origin). Loco exports are reported for each type of processed product (frozen, canned, refrigerated, dried) in weight. These figures can be converted to number of individuals using the



average yield for each product (Quintana et al., 1994) and average weight of live locos. Taking the period 1993-1999, reported landings accounted for only 46% of the reconstructed number of exported locos. Subpesca (2000) estimates that confiscations account for 5-10% of the illegal catch.

***Patterns of productivity by cells and macrozones (Figure 11).***

***Size-structure in AMERBs and background areas. (Figure 12).***

### **Modeling of abundance**

Intended coverage of the 1993 fishing season, following the 3-year closure of 1989-1992, was 100% (Fig. 13). There is general agreement about recording of catch and effort being very effective during that year. Catch was recorded independently by SERNAP and IFOP, and the end result was very similar. While the total landing are comparable, spatial resolution within Region IV differed markedly between the two projects. Records from SERNAPESCA were linked to the caleta of origin of the fisher (not of the catch). Since fishers were unconstrained in their operations, the catch of a fisher from a given caleta could have originated in any place within the Region. This is made clear by reporting of important "landings" in Coquimbo and Peñuelas, neither of them close to significant loco fishing grounds. Coquimbo was a concentration hub for loco landed in Macrozones 6-9, while the product from Macrozone 10 was channeled through Los Vilos. The limited spatial resolution of the total catch reported by IFOP, combined with the partial coverage by IFOP in 1994-1999, created problems for the analyses.

We decided to focus on Macrozone 10 for two reasons: (1) catches recorded by SERNAPESCA for a macrozone most likely originated there, and (2) the artisanal fishery of Los Vilos has a long tradition, and is considered the cradle of commercial diving in Region IV. Within Macrozone 10 we excluded the northernmost caletas (Huentlauquen, Chigualoco and El Maitén in the records of SERNAPESCA) because IFOP sampled landings only in 1993. The catch originating in those caletas between 1993-1997 accounted for 4-18% of the catch from the macrozone. We subdivided the restricted Macrozone into three spatial strata: Pichidangui, Totoralillo Sur and the Los Vilos complex (Las Conchas, San Pedro and Ñagué). For these strata we used the landings recorded by IFOP in 1993, and by SERNAPESCA during subsequent years.

### **➤ Discussion & Conclusions**

#### **Dynamics of the TURF System; a system in rapid evolution.**

#### **Status of the resource before and after implementation of the AMERB system**

While the closure was an attempt to prevent overfishing, in retrospect, perceived overfishing appears as a symptom, not the structural disease that required treatment. Overfishing of loco has been never conclusively demonstrated. Recovery of areas that were effectively closed to harvesting during the country-wide closure was too fast (0.5-3



years; Stotz, 1997; Castilla, 1997) to reflect recovery from recruitment overfishing. This and other pieces of information can be interpreted as evidence of immigration from inaccessible harvest refuges that may have effectively prevented recruitment overfishing (Stotz, 1997).

### **Perceived problems**

Assessment- Diversity of protocols for direct assessments

Management

- ✓ Integration at larger spatial scale
- ✓ Extension of the system to Regions X-XII

Incentives

- ✓ Fishers' behavior: within TURFs and in "open-access" areas; illegal fishing
- ✓ Taxation, size of the TURFs and "apozamiento"

Other goals/values

- ✓ Social equity
- ✓ Economical efficiency
- ✓ Ecological integrity
- ✓ Cultural identity
- ✓ Political/social conflict
- ✓ Client satisfaction
- ✓ Cost & subsidies

### **Alternatives**

- ✓ Expansion of the TURFs to encompass current "open-access" areas; taxation
- ✓ Diversification ["risk management"], non-target resources, aquaculture and enhancement, eco-tourism
- ✓ Processing and marketing: what role for fishers' organizations? Problems with the system

### **Restrospective and prospective**

- ✓ Largest experiment in the World in *de-novo* inception of a TURF system
- ✓ Lessons from the loco fishery, in retrospect:
  - Problems with open access, individual quotas and moratoria
  - Overfishing: disease or symptom
- ✓ Incentives vs. enforcement



## References

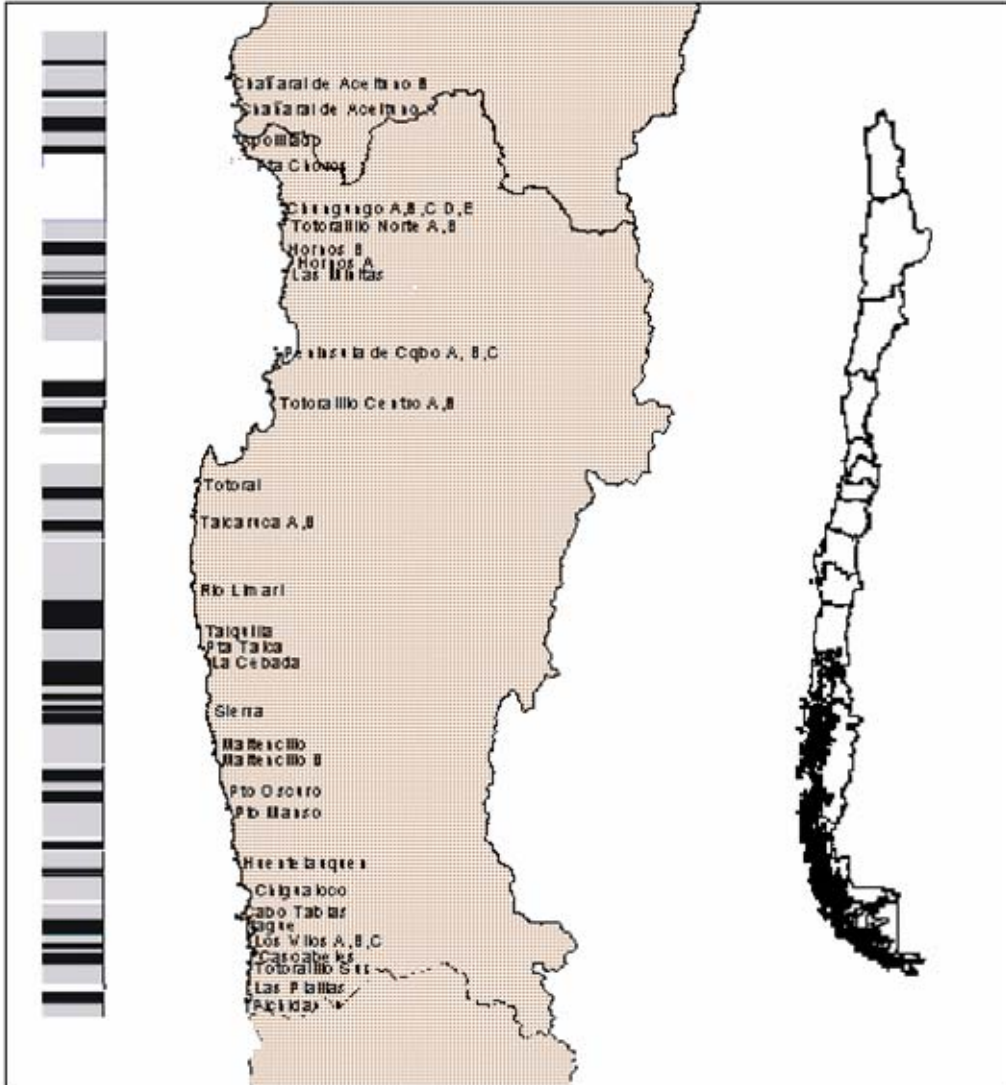
- Avilez, O. and Jerez, G. 1999. Gesti3n sustentable de recursos marinos bent3nicos en caletas de la IV Regi3n. *Ambiente y Desarrollo (Chile)* 15: 6-10.
- Barahona, N. (compiler). 2000. Seguimiento del estado de situaci3n de las principales pesquerias nacionales, 1999- Tomo IV (recurso loco). Subsecretarfa de Pesca. IFOP, Informe Final, 64 pages., figures, tables.
- Castilla, J.C. and Fern3ndez, M. 1998. Small-scale benthic fisheries in Chile: on co-management and sustainable use of benthic invertebrates. *Ecological Applications* 8 (Supplement): S124-S132.
- Castilla, J.C., Manrriquez, P., Alvarado, J., Rosson, A., Pino, C., Espoz, C., Soto, R., Oliva, D. and Defeo, O. 1998. Artisanal "caletas" as units of production and co-managers of benthic invertebrates in Chile. In G.S.Jamieson and A. Campbell, eds., *Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management*, Canadian Special Publication in Fishery and Aquatic Sciences 125: 407-413.
- Christy, F.T.Jr. 1982. Territorial use rights in marine fisheries- Definitions and conditions. *FAO Fisheries Technical Paper* 227, 10 pp.
2000. Common property rights: an alternative to ITQs. In R. Shotton, ed., *Use of Property Rights in Fisheries Management*. Proceedings of the FishRights99 Conference, Fremantle, Western Australia, 11-19 November 1999. *FAO Fisheries Technical Paper* 404/1: 118-135.
- DuBois, R., Castilla, J.C. and Cacciolatto, R. 1980. Sublittoral observations of behaviour in the Chilean "loco" *Concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). *The Veliger* 23: 83-92.
- Gonz3lez, J., Garrido, J., Jerez, G., Wilson, A., Figueroa, E., Toledo, C., Cort3s, C. and Olgu3n, A. 1999. Estudio piloto ecol3gico y socio-econ3mico en areas potenciales de reserva marina en la III y IV Regiones. Project FIP No 97-45, 189 pages, tables, figures. Instituto de Fomento Pesquero (Valpara3so, Chile).
- Gonz3lez, J.E., Olgu3n, A., Garrido, J., Cort3s, C., Guevara, ., Irrar3zabal, A., Toledo, C., Jerez, G., Miranda, H., Figueroa, E., Catasti, V., Wilson, A., Valdivia, W. and Romero, C. 1998. Investigaci3n y an3lisis bioecon3mico en 3reas de manejo de la IV Regi3n. Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), Final Report, 152 pages. IFOP (Valpara3so, Chile)



- González, J.E., Tapia, C., Wilson, A., Stotz, W., Orensanz, J.M., Parma, A., Valero, J., Catrillao, M. and Garrido, J. 2004. Bases biológicas para la evaluaci3n y manejo de metapoblaciones de loco en las III y IV Regiones. IFOP (Chile). Fondo de Investigaci3n Pesquera, Project FIP N° 2002-16. IFOP. PreFinal Report; 101 pages, figures, tables, appendices.
- Hilborn, R., Orensanz, J.M. y Parma, A.M. (in press). Institutions, incentives and the future of fisheries. Proceedings of the Royal Society of London (A: Biological Sciences).
- IFOP. 1993. Investigaci3n monitoreo pesquería del recurso loco Zona Centro Norte 93; Regiones I a VIII. Informe IFOP-SUBPESCA, 33 pages.
- 1994a. Diagn3stico, evaluaci3n y manejo de las principales pesquerías bentónicas de la IV Regi3n. SERPLAC-IFOP, Informe Final, 2 vols., 308 pags.
1995. Investigaci3n y manejo de recursos bent3nicos en areas de manejo de pescadores artesanales de la III Regi3n. Instituto de Fomento Pesquero, Direcci3n Zonal III-IV, 43 pages, tables, figures.
- Johannes, R.E. 1977. Traditional Law of the Sea in Micronesia. *Micronesica* 13: 121-127
- Mendoza, O. (project leader) 1994. Evaluaci3n y manejo de recursos bent3nicos IV Regi3n. FIP, Informe Final. IFOP, 86 pages, tables, figures, annexes.
- Orensanz, J.M., Parma, A.M., Jerez, G., Barahona, N., Montecinos, M. and Elías, I. (in press) What are the key elements for the sustainability of "S-fisheries"? Insights from South America. In N. Erhardt, ed., *The Scientific Bases for the Sustainability of Fisheries*. Bulletin of Marine Science (special issue).
- Prince, J., Walters, C., Ruiz-Avila, R. and Sluczanski, P. 1998. Territorial user's rights and the Australian abalone (*Haliotis* sp.) fishery. En G.S. Jamieson y A. Campbell (eds.): *Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock-Assessment and Management*. Canadian Special Publication in Fishery and Aquatic Sciences 125: 367-375
- Quintana, M., Ferman, A., Pino, S. and Badilla, M.J. 1994. Adecuamiento de la industria exportadora ante nuevos requerimientos de exportaci3n. IFOP, internal report. Project CORFO.
- Ruddle, K. and Akimichi, T. (eds.) 1984. *Maritime Institutions in the Western Pacific*. National Museum of Ethnology (Osaka). Senri Ethnological Studies No. 17, 329 pp.
- San Martín, G., Pinto, A., Montecinos, M., González, A. and Guerra, J.E. (eds.) 2003. *Taller de Areas de Manejo- Experiencias y Proyecciones*. Subsecretaría de Pesca, Chile.

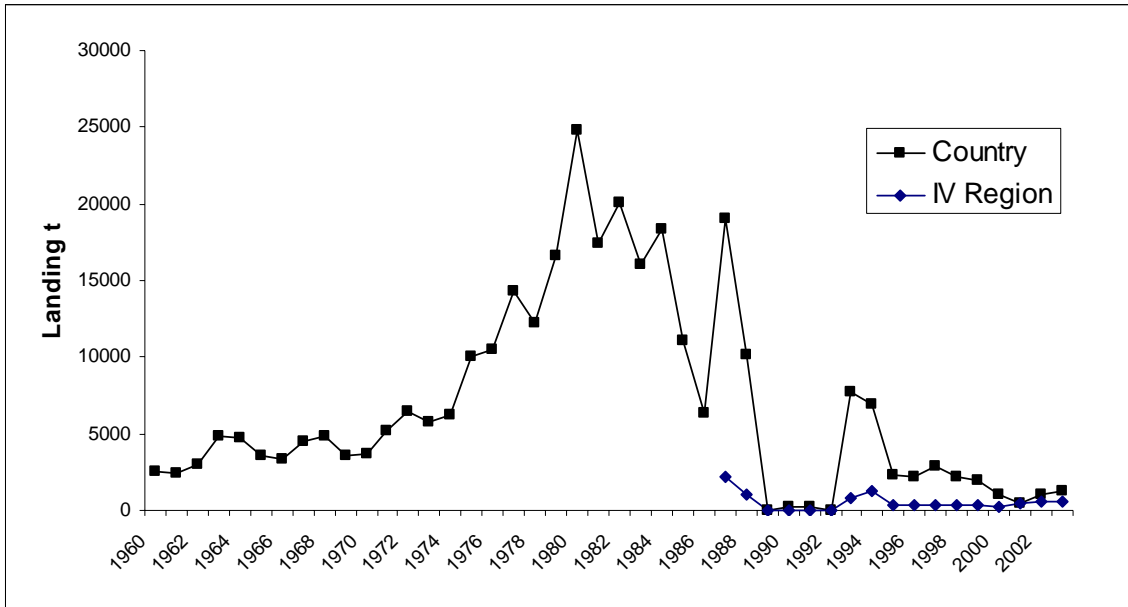


- Schmiede, P. and Castilla, J.C. (project leaders). 1979. Estudio del recurso *Concholepas concholepas* (loco) en la IV Regi3n de Chile. Convenio SERPLAC (IV Regi3n)- Pontificia Universidad Cat3lica de Chile, Informe Final, 215 pages.
- Stotz, W. 1997. Las 3reas de manejo en la Ley de Pesca y Acuicultura: primeras experiencias y evaluaci3n de la utilidad de esta herramienta para el recurso loco. *Estudios Oceanol3gicos (Chile)* 16: 67-86.
- Subpesca. 2000. Veda extractiva para el recurso loco en las Regiones I a XI. Informe T3cnico (R. Pesq.) N3 06. Ministerio de Econom3a, Fomento y Reconstrucci3n, Subsecretar3a de Pesca (Valpara3so, Chile), 30 pages.
- Takahashi, S., McCay, B.J. and Baba, O. 2004. The Good, the bad, or (gasp!) the ugly? De-romanticizing Japanese coastal fisheries management. Fifth Mote International Symposium in Fisheries Ecology: The Good, the Bad, and Ugly. Integrating Marine and Human Ecology into Fisheries Management. Sarasota, Florida, 9-11 November, 2004.
- UCN (Universidad Cat3lica del Norte, Coquimbo, Chile). 2002. Programa Territorial Integrado- Desarrollo productivo subsector pesca artesanal de la regi3n de Coquimbo. Grupo de Ecolog3a y Manejo (Dep. Marine Biology) and School of Commercial Engineering. Final Report, 37 pages, appendices.
- Yamamoto, T. 1995. Development of a community-based fishery management system in Japan. *Marine Resource Economics* 10: 21-34
- Wilson, A. 2002. Estudios de Situaci3n Base y Seguimientos en 3reas de manejo: marco conceptual e importancia de los estudios realizados en comunidades bent3nicas. Thesis (licenciatura program), Universidad Cat3lica del Norte, Coquimbo (Chile), 44 pages, tables, figures.

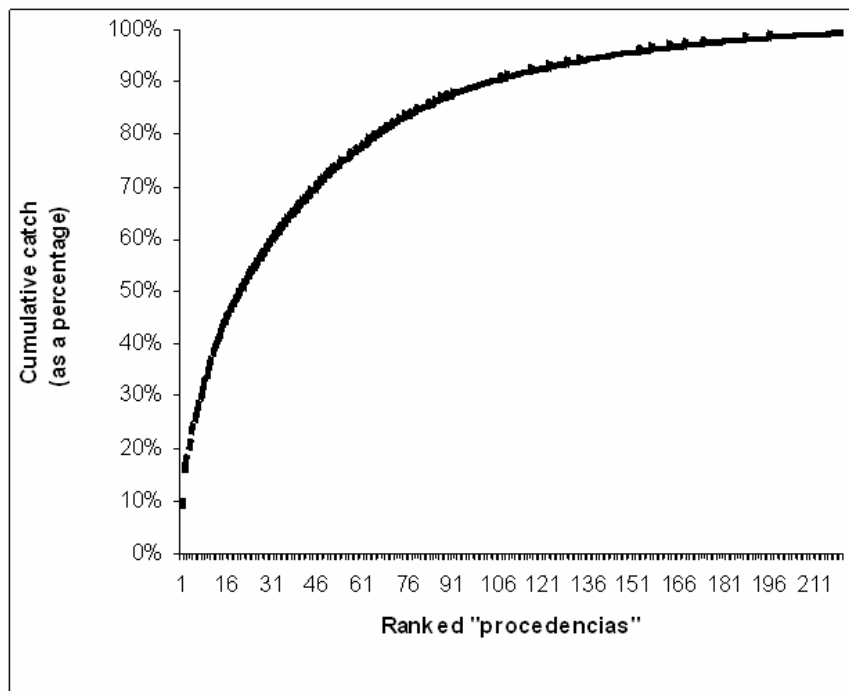


**Figure 1.** Right: map of Chile showing the country's 12 administrative regions; left: Region IV with indication of the caletas that hold AMERBs (TURFs). Bar to the extreme left indicates status of cells along the coast; black: AMERBs that include loco as a target resource, gray: sectors with suitable substrate outside AMERBs, white: sectors where substrate is not suitable for loco.



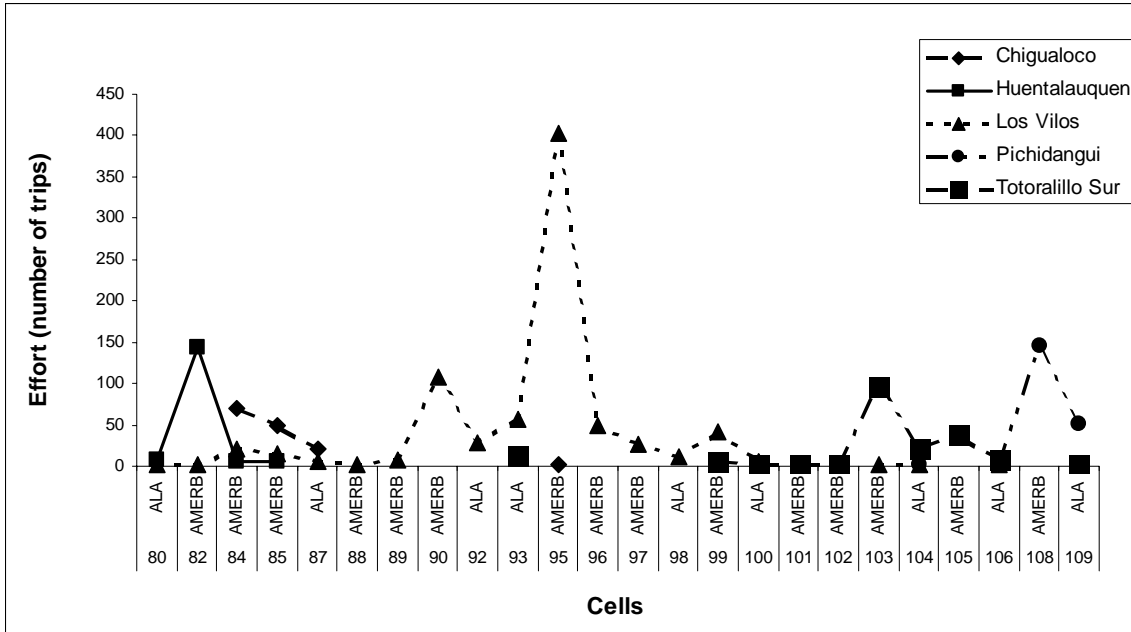


**Figure 2.** Legal landings of loco for the whole country and Region IV.

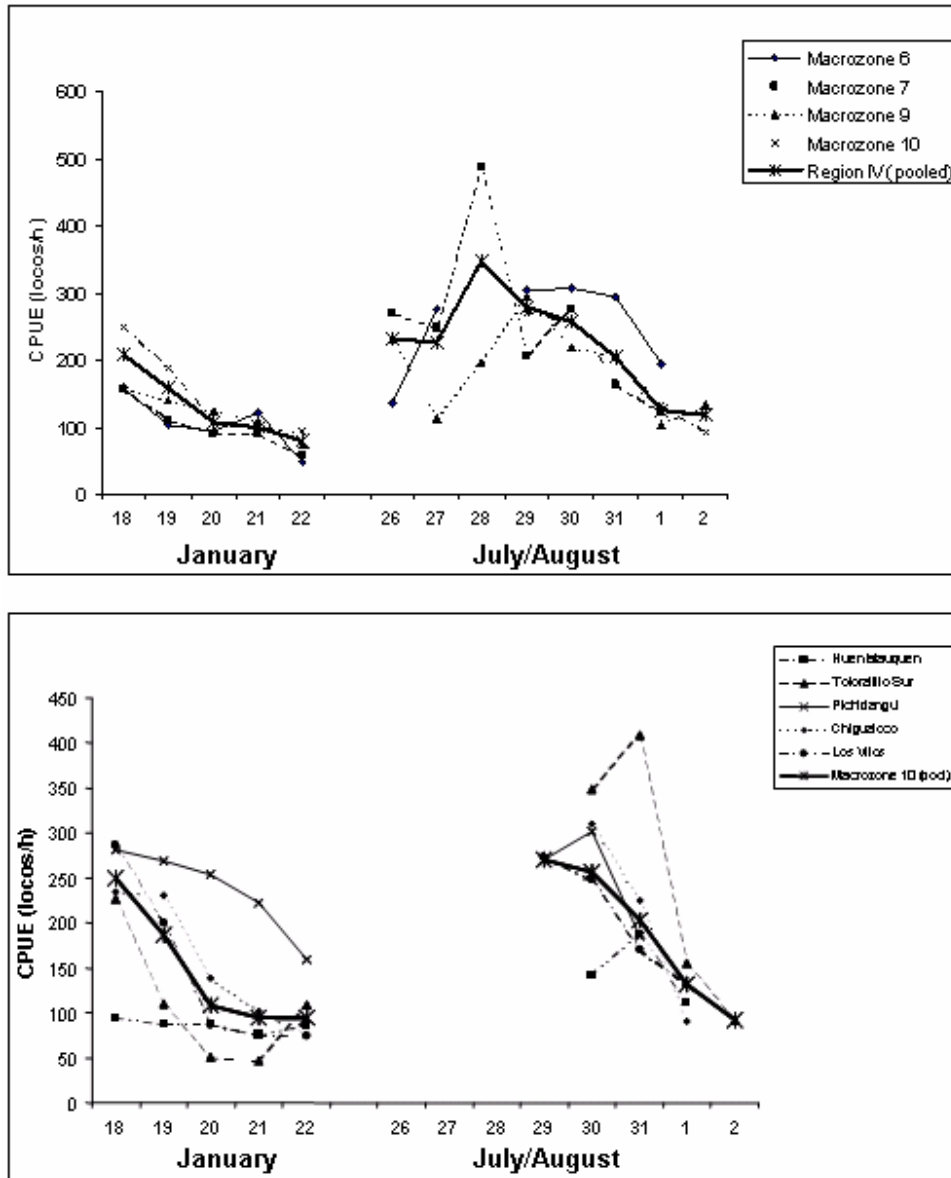


**Figure 3.** Concentration of the catch by "procedencia" before implementation of the turf system; rarefaction curve based on port sampling during 1993.

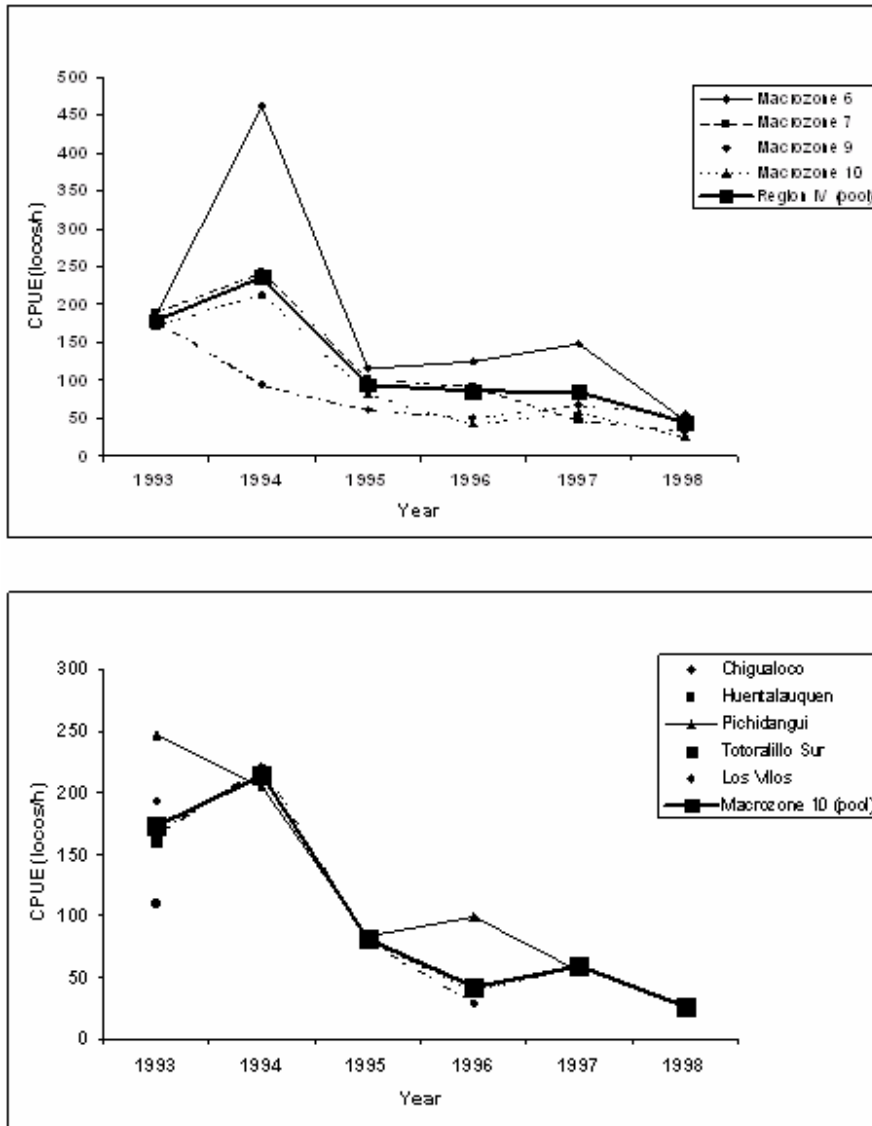




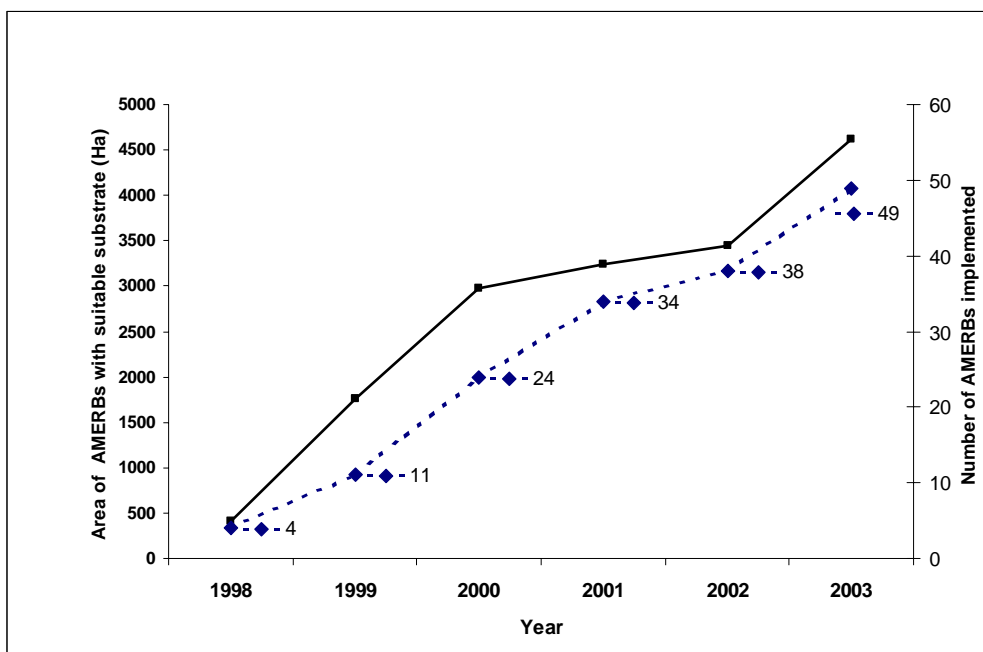
**Figure 4.** Area of influence of caletas from Macrozone 10 in 1993, indicated as number of fishing trips to cells with suitable substrate.



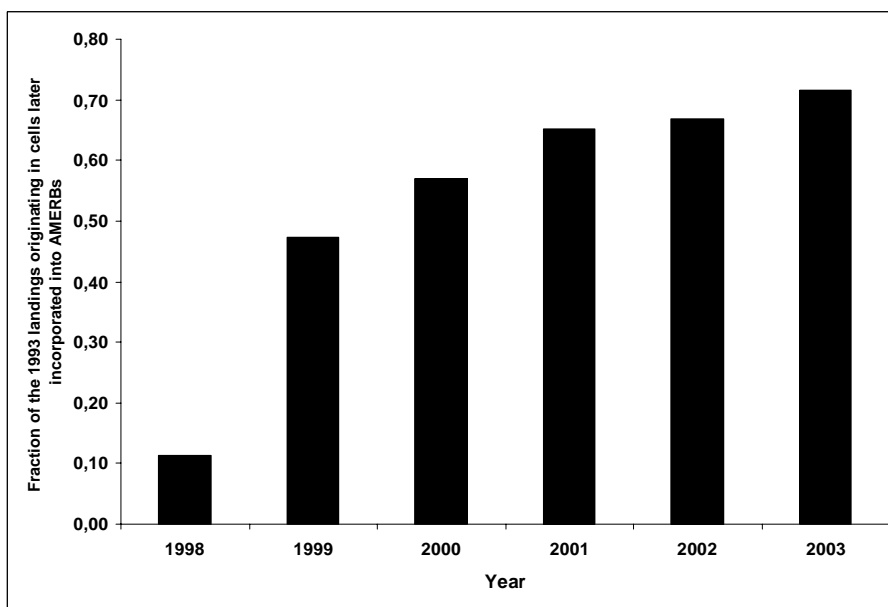
**Figure 5.** Within-year (1993) trends in CPUE after the fishery was opened in 1993. Top: by macrozone; bottom: by caleta (Macrozone 10).



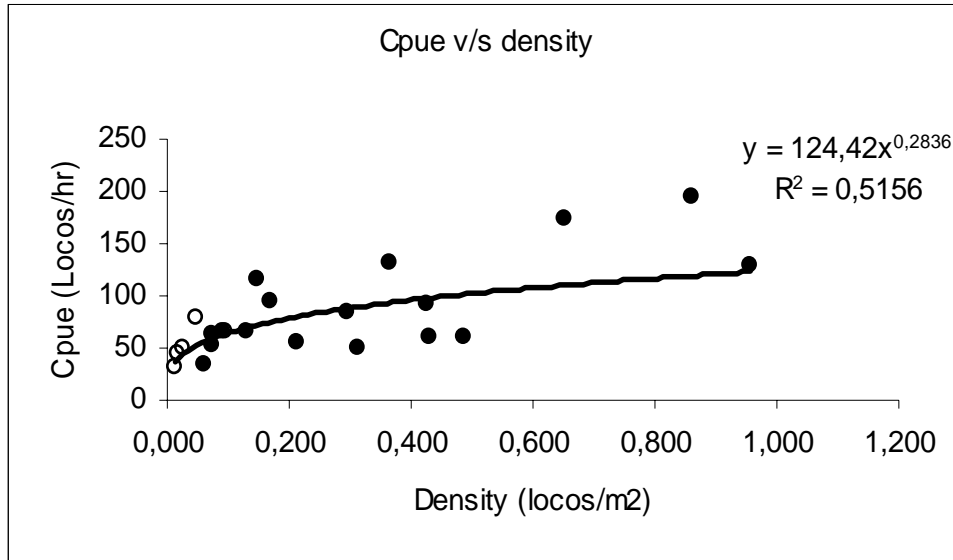
**Figure 6.** Trends in CPUE after the fishery was opened, and before implementation of the AMERBs (1993-1998). Top: macrozones of Region IV; bottom: caletas of Macrozone 10.



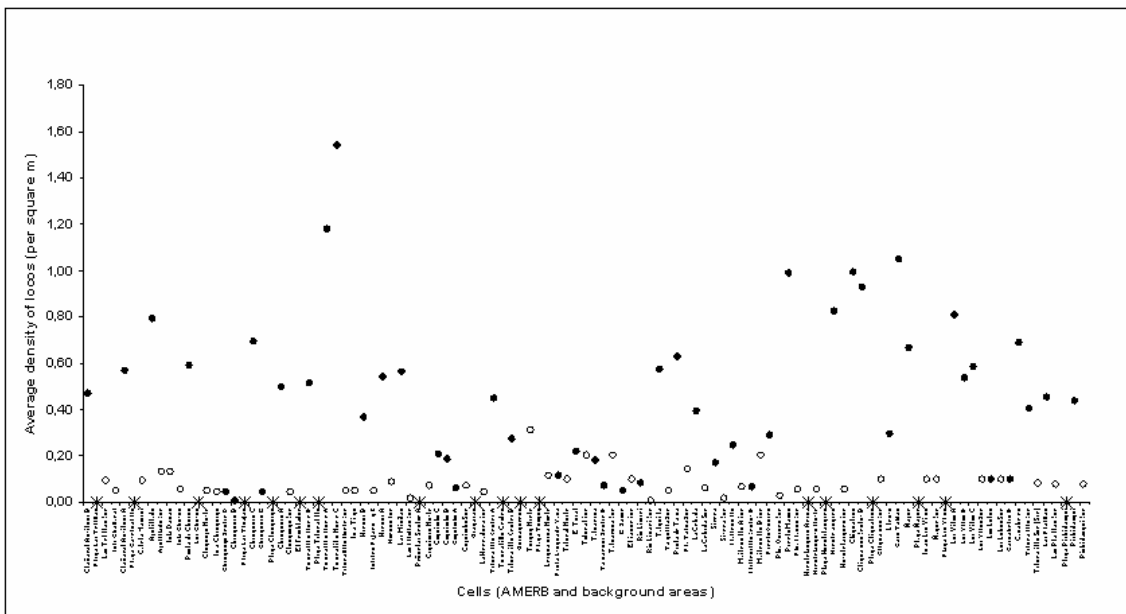
**Figure 7.** Expansion of the TURF system after 1998. Area of AMERBs with suitable substrate for loco and number of AMERBs with loco as a target resource.



**Figure 8.** Fraction of the catch landed in 1993 that originated from "procedencias" later locked into AMERBs.



**Figure 9.** Relation between CPUE and density in cells surveyed by IFOP. Solid circles: density observed in ESBA's vs. CPUE during the first harvest event; empty circles: experiments conducted in background cells.



**Figure 10.** Estimated density in areas within (solid circles) and outside (empty circles) AMERBs in 2003. Asterisk indicate cells without suitable habitat.

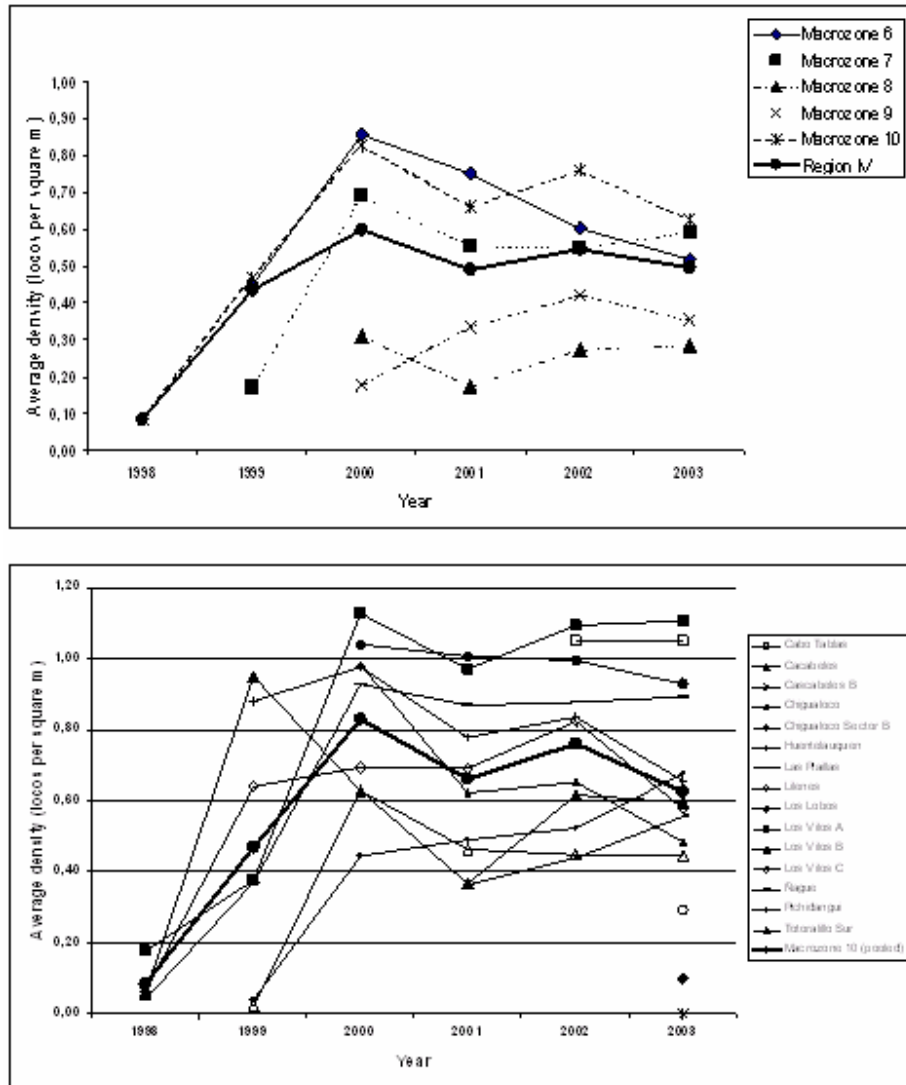
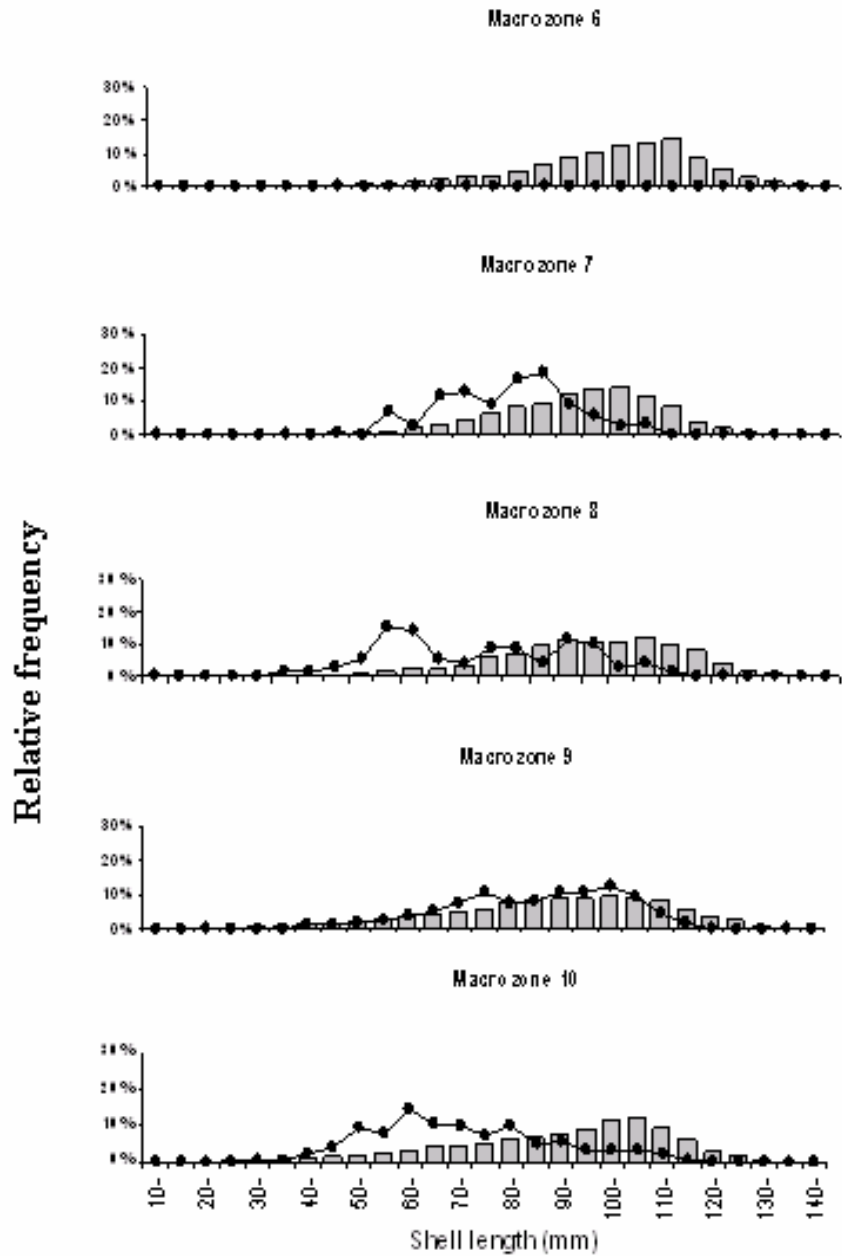
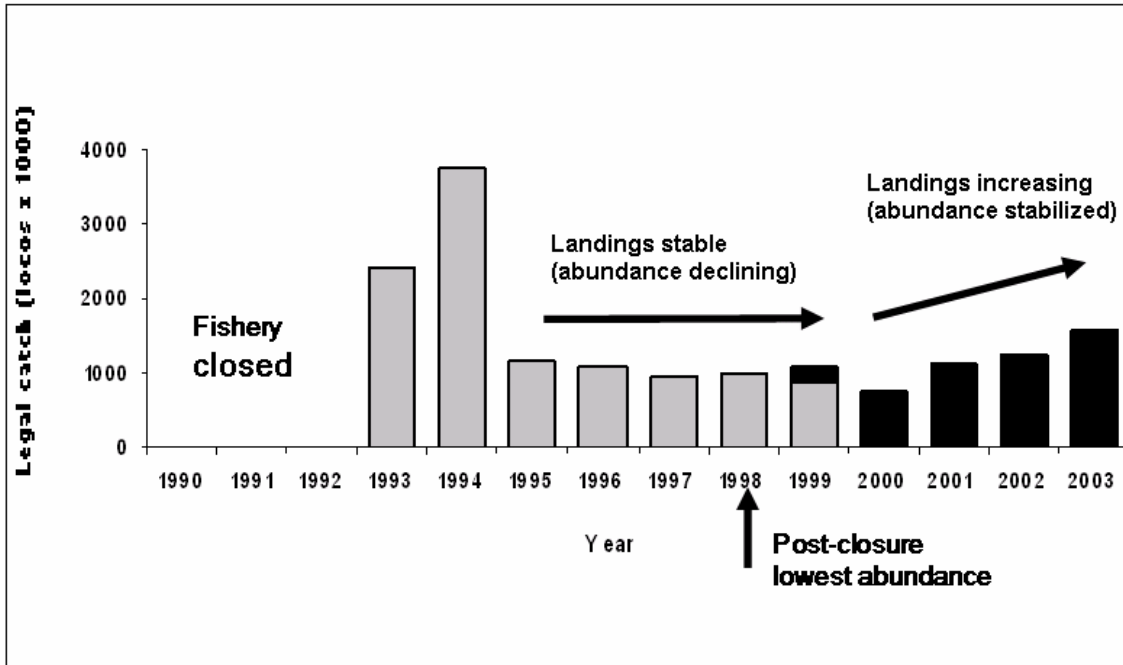


Figure 11. Abundance in the AMERBs following the implementation of the system.



**Figure 12.** Size frequency distribution of locos within AMERBs (bars) and in background areas (dots; no information available for Macrozone 6).



**Figure 13.** Legal landings after the fishery was opened in 1993. Shaded: individual quota system (1993-1999), black: AMERBs (1999 to present).



# A N E X O 7

---

Personal Participante

---



**PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD**  
**Proyecto FIP N° 2002-16**  
**Bases biol3gicas para la evaluaci3n y manejo de**  
**metapoblaciones de loco III y IV regiones**

El equipo de trabajo presentado en la propuesta, correspondiente a las actividades establecidas para los meses 9 a 17, es la siguiente:

Nombre	Titulo	Funci3n/Actividad
<b>INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO</b>		
Jorge Gonz1lez	Bi3logo Marino	Jefe de Proyecto / Modelaci3n
Carlos Tapia	Bi3logo Marino	An1lisis pesquero / Propuestas de investigaci3n
Jorge Garrido	Bi3logo Marino	Estrategias de ordenaci3n pesquera
Cristian Canales	Ingeniero en Pesca	An1lisis & Modelaci3n
Alvaro Wilson	Licenciado en Ciencias del Mar	Estudios poblacionales y comunitarios
Carlos Cort3s.	T3cnico Pesquero	Estructura y validaci3n de bases de datos
C3sar Guevara	Tecn3logo Marino	Estructura y georreferenciaci3n de datos
M3nica Catrillao	Bi3logo Marino	An1lisis de sectores de estudio y an1lisis de procesos oceanogr1ficos

<b>UNIVERSIDAD CAT3LICA DEL NORTE</b>		
Wolfgang Stotz	Dr. en Ecolog1a de poblacionales	Estudios de campo y an1lisis de informaci3n
Julio Moraga	Ocean3grafo MS of Science	Estudios de campo y an1lisis de informaci3n
Domingo Lancellotti	Bi3logo Marino MS. Of Science	Estudios de campo y an1lisis de informaci3n
Pablo Araya	Lic. En Ciencias del Mar	Estudios de campo y an1lisis de informaci3n
Jaime Aburto	Bi3logo Marino	Estudios de campo y an1lisis de informaci3n
Marcelo Valdebenito	T3cnico en Acuicultura	Estudios de campo y an1lisis de informaci3n
Luis Caillaux	Bi3logo Marino	Estudios de campo y an1lisis de informaci3n



<b>CONSULTOR EXTERNO</b>		
Dr. Jos3 Mar3a (Lobo), y asociados; Dra Ana Parma y Dr. Juan Valero.	PhD. Fisheries	Consultor externo Modelaci3n metapoblacional

- (1) El se1or Sergio Rosales formaba parte del equipo de trabajo en la propuesta inicial, lamentablemente se alejo de IFOP en febrero de 2003, asumiendo labores en el sector privado que hacen incompatibles su participaci3n en el desarrollo del proyecto. En su reemplazo, la funci3n y actividades han sido cubiertas por la Sra M3nica Catrillao y el Sr. Julio Moraga ocean3grafo de la Universidad Cat3lica del Norte.

En el siguiente cuadro se resumen las horas dedicadas por cada uno de los profesionales participantes durante los meses 9 a 17:

PERSONAL IFOP	MESES									TOTAL
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
JORGE GONZALEZ	20	20	0	10	20	20	20	30	20	160
CARLOS TAPIA	10	20	20	0	10	0	0	10	10	80
JORGE GARRIDO	0	30	20	10	0	10	10	0	0	80
CRISTIAN CANALES	10	10	0	0	0	0	5	0	0	25
MONICA CATRILAO	10	30	30	10	10	0	0	10	0	100
CARLOS CORTES	20	10	0	0	10	5	0	0	10	55
CESAR GUEVARA	0	0	10	0	10	0	0	0	10	30
ALVARO WILSON	0	0	0	10	10	5	0	0	5	30
MUESTREADOR	60	60	60	60	60	60	60	60	60	540
<b>SUBTOTAL</b>	<b>130</b>	<b>180</b>	<b>140</b>	<b>100</b>	<b>130</b>	<b>100</b>	<b>95</b>	<b>110</b>	<b>115</b>	<b>1100</b>
PERSONAL UCN										
WOLFGANG STOTZ	20	10	30	40	20	20	20	20	10	190
JULIO MORAGA	0	20	10	0	0	10	10	0	0	50
DOMINGO LANCELOTTI	10	40	20	10	20	10	10	10	0	130
PABLO ARAYA	50	30	20	20	10	0	0	0	0	130
JAIME ABURTO	30	20	10	20	0	20	0	20	0	120
MARCELO VALDEBENITO	20	40	40	40	10	0	0	0	0	150
LUIS CAILLUX	20	0	20	10	10	20	20	0	0	100
<b>SUBTOTAL</b>	<b>150</b>	<b>160</b>	<b>150</b>	<b>140</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>60</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>870</b>
ASESOR INTERNACIONAL										
JOSE ORENSANZ	50	10	0	30	40	20	10	20	30	210
<b>SUBTOTAL</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>210</b>
<b>TOTAL</b>	<b>330</b>	<b>350</b>	<b>290</b>	<b>270</b>	<b>240</b>	<b>200</b>	<b>165</b>	<b>180</b>	<b>155</b>	<b>2180</b>



En el cuadro adjunto se entrega es desglose por actividad para los meses 9 - 17 de ejecución del proyecto:

### PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TECNICO

#### PERSONAL INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

PERSONAL	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	TOTAL
JORGE GONZALEZ	12	8	24	16	48	16	12	24	160
CARLOS TAPIA	8	8	8	8	11	14	11	11	80
JORGE GARRIDO	6	11	6	0	6	29	17	6	80
CRISTIAN CANALES	3	0	0	0	15	3	0	5	25
MONICA CATRILAO	5	20	10	5	5	30	5	20	100
CARLOS CORTES	1	3	10	35	0	0	0	5	55
CESAR GUEVARA	1	7	15	4	0	0	0	4	30
ALVARO WILSON	1	13	12	1	0	0	0	3	30
MUESTREADORES (2)	10	390	140	0	0	0	0	0	540
<b>SUBTOTAL</b>	<b>46</b>	<b>460</b>	<b>226</b>	<b>69</b>	<b>85</b>	<b>91</b>	<b>45</b>	<b>78</b>	<b>1.100</b>

#### PERSONAL UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE

PERSONAL	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	TOTAL
WOLFGANG STOTZ	13	30	52	13	17	35	17	13	190
JULIO MORAGA	4	7	17	11	2	2	2	4	50
DOMINGO LANCELOTTI	8	15	31	50	0	11	4	11	130
PABLO ARAYA	3	42	29	52	0	0	0	3	130
JAIME ABURTO	3	40	47	27	0	0	0	3	120
MARCELO VALDEBENITO	4	38	60	45	0	0	0	4	150
LUIS CAILLUX	2	29	43	24	0	0	0	2	100
<b>SUBTOTAL</b>	<b>38</b>	<b>200</b>	<b>279</b>	<b>221</b>	<b>19</b>	<b>48</b>	<b>23</b>	<b>41</b>	<b>870</b>

#### ASESOR INTERNACIONAL

ASESOR	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	TOTAL
JOSE ORENSANZ	10	5	0	10	132	20	10	24	210
<b>SUBTOTAL</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>132</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>24</b>	<b>210</b>
<b>TOTAL PROYECTO</b>	<b>94</b>	<b>665</b>	<b>504</b>	<b>300</b>	<b>236</b>	<b>159</b>	<b>78</b>	<b>144</b>	<b>2.180</b>

#### Actividades:

1. COORDINACIÓN
2. DIAGNÓSTICO SECTORES EN ESTUDIOS
3. DESARROLLO DE ESTUDIOS DE CAMPO
4. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN
5. MODELACIÓN ESPACIAL DE METAPOBLACIONES
6. PROPUESTA DE PLAN DE INVESTIGACIÓN
7. DIFUSIÓN DE RESULTADOS
8. ELABORACIÓN DE INFORMES

# A N E X O 8

---

Fotografías actividades  
de terreno  
(buceo y encuestaje)

---





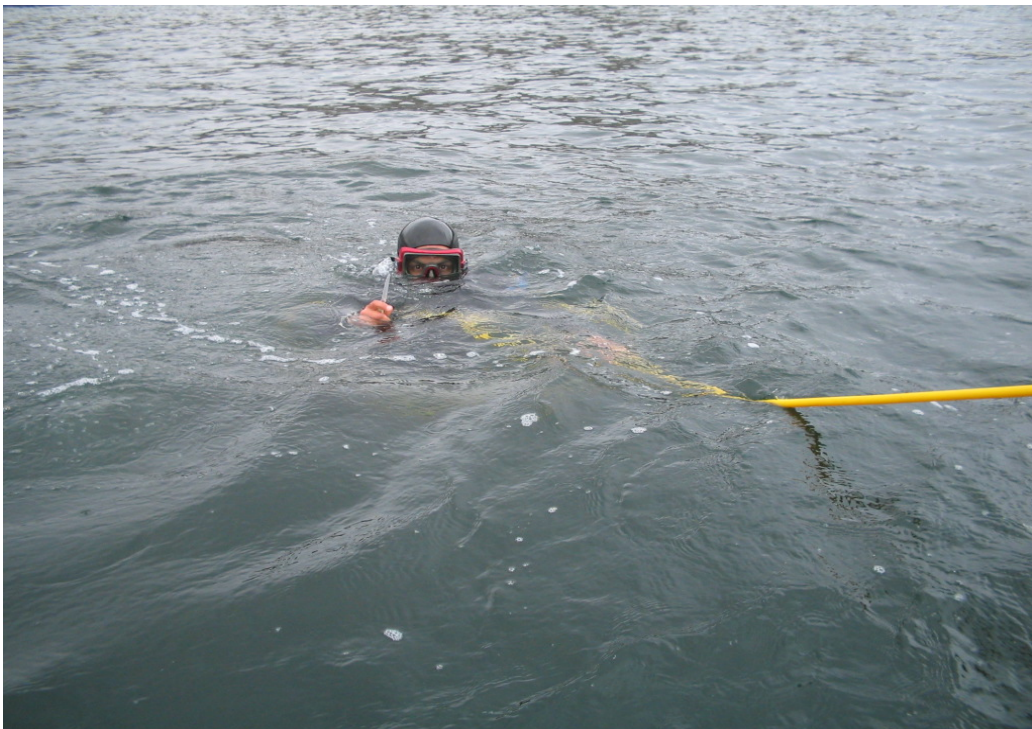














# A N E X O 9

---

CD con Informe Final  
FIP N° 2002-16 en PDF

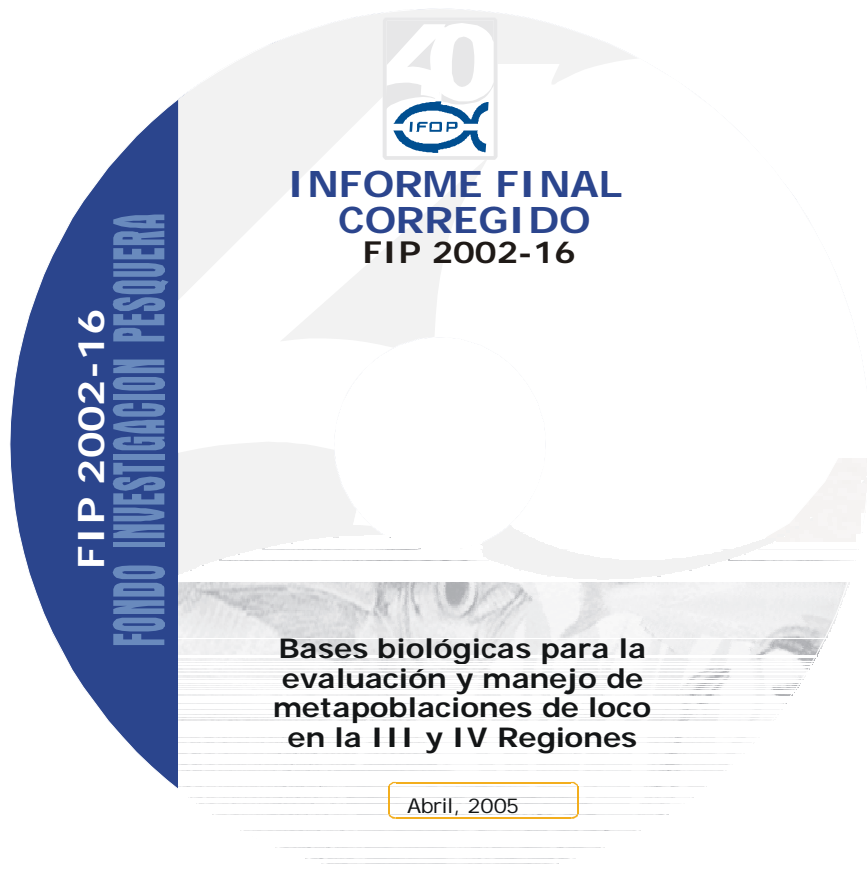
---





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

---





---

Sección Documentación,  
Difusión y Bibliotecas

---

IFOP  
Valparaíso  
Chile