

PLAN DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS ÁREA DE REPOBLAMIENTO ATICO



SINDICATO DE PESCADORES Y EXTRACTORES DE MARISCOS
DEL PUERTO DE ATICO Y ANEXOS



El presente informe ha sido elaborado en el marco del proyecto denominado "Estudio del recurso pesquero artesanal en el litoral sur del Perú", que ejecuta el Instituto per la Cooperazione Universitaria – ICU.

Institución responsable:

*Promar Pacífico Ltda.
Patricio Lynch 1433, Iquique, Chile
Fono: 56-57-573236
e-mail: info@promarpacifico.cl
www.promarpacifico.cl*

Investigadores

Cristian Hudson Martignani

Adolfo Vargas Rojas

Martin Zambrano Pinto

CONTENIDO

ANTECEDENTES GENERALES	1
OBJETIVOS.....	3
MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES TÉCNICOS.....	4
JUSTIFICACIÓN Y MARCO TÉCNICO DE LAS ACCIONES DE MANEJO	7
ACCIONES DE MANEJO	9
REPOSO Y RESGUARDO DEL AREA.....	9
DINAMICA DE LA POBLACION Y ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA.....	10
REPOBLAMIENTO POR SIEMBRA	14
Provisión de bancos naturales.....	14
Provisión de captadores naturales (Colectores).....	15
Programa de repoblamiento	17
PROGRAMA DE EXPLOTACIÓN	19
ESTIMACIÓN DE CUOTAS DE EXPLOTACIÓN.....	19
PROGRAMA DE MONITOREO	22
CONDICIONES BIOLÓGICAS.....	23
CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE ESPECIES OBJETIVOS.....	23
RECOPILACIÓN DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO.....	23
ANÁLISIS ESTADO REPRODUCTIVO DE LAS POBLACIONES	24
CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS	25
PLAN DE CONTINGENCIA	26
EVENTOS OCEANOGRÁFICOS DE GRAN ESCALA	26
CONFLICTOS A TRAVES DE INTERVENCION ANTROPOGENICA.....	26
CRONOGRAMA GENERAL.....	30
BIBLIOGRAFIA.....	31

ANTECEDENTES GENERALES

La pesca artesanal en el litoral costero del Perú, constituye una fuente generadora de trabajo y contribuye a la seguridad alimentaria de la población, entregando recursos para el consumo humano directo. Complementariamente esta actividad económica genera a lo largo de la cadena productiva, mano de obra directa e indirecta, principalmente en servicios de procesamiento, almacenamiento, transporte y comercialización de productos hidrobiológicos; demostrando con ello su activa participación en la economía del país. A la vez, esta antigua actividad otorga el sustento de vida a múltiples comunidades costeras dedicadas a la pesca artesanal, aportando al patrimonio social, cultural e histórico del país.

Para el litoral de la región de Arequipa la actividad pesquera se caracteriza por la variada gama de recursos que extrae donde destacan los peces como lorna, liza, pejerrey, corvina, lenguado, cachema, sargo, farrabuto, cabinza, cabrilla y perico; mariscos como lapa, chanque, erizo, pulpo y caracol, y durante los últimos años macroalgas del género *Lessonia*.

La pesca como fuente de alimento e ingresos, es una de las actividades económicas más importantes para la región, producto del crecimiento demográfico y a la facilidad de los cursos formadores de pescadores calificados y artesanales. Lo anterior ha permitido que se incorporen muchos pescadores artesanales entre migrantes y personas ajenas a la actividad pesquera, lo que ha ocasionado un aumento desmesurado en el esfuerzo pesquero (Produce 2008).

En virtud de lo anterior una de las principales problemáticas que se reconoce para el sector es la actual escasez de los principales recursos pesqueros, debido aparentemente a la operación de mecanismos prohibidos como el chinchorro mecanizado, ingreso de embarcaciones industriales, aumento de pescadores informales embarcados y no embarcados, lo que en su conjunto ha provocado una disminución significativa en los niveles de abundancia de muchas especies.



En varios países de Latinoamérica han sido implementadas medidas para el manejo de estos recursos con el fin de contrarrestar estas tendencias y proteger a la pesquería bentónica y su carácter de subsistencia. Ejemplo de ellas son las “áreas de manejo” implementadas en Chile, con el objetivo de restaurar y explotar los recursos bentónicos de una manera sostenible, en áreas administradas por comunidades de pescadores artesanales. De manera similar en el Perú, se han otorgado a los pescadores artesanales concesiones especiales en la Reserva Nacional de Paracas y áreas de

re poblamiento en varias partes de la costa peruana con el objetivo de manejar y conservar los recursos e incrementar los beneficios socioeconómicos de los pescadores artesanales.

Dentro de este marco, el Ministerio de la Producción y el Instituto per la Cooperazione Universitaria (ICU), han desarrollado el proyecto denominado “Estudio del recurso pesquero artesanal en el litoral sur del Perú”, siendo uno de sus componentes, el implementar un área de repoblamiento en la localidad de Atico, Región de Arequipa, siendo la OSPA beneficiaria el Sindicato de Pescadores y Extractores de Mariscos del Puerto de Atico y Anexos.

El presente documento corresponde a Plan de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (PMER), elaborado a la luz de los resultados obtenidos del Estudio de Línea Base, y considerando las aspectos técnicos requeridos y sugeridos por el Ministerio de la Producción y el Instituto del Mar del Perú. En él se establecen las estrategias, acciones y fundamentos técnicos necesarios, que permitirían, incrementar y aprovechar de manera sostenible los recursos erizo, chanque y lapa, en el sector comprendido entre Punta Blanca y Punta el Palo en la localidad de Atico, basados todos en enfoques ecosistémicos.



Objetivo general:

Disponer y ejecutar estrategias, programas y acciones de manejo, que permitan la conservación y el uso sustentable de los recursos bentónicos y ecosistema en general, en el área de repoblamiento de Atico, Región de Arequipa.

Objetivos específicos:

Generar medidas de resguardo y control que permitan la conservación de los recursos bentónicos y comunidades en general existentes en el área.

Disponer de estrategias tendientes a incrementar la productividad biológica de las poblaciones de recursos bentónicos en el área de Atico.

Implementar acciones para la explotación sustentable de los recursos bentónicos de la zona de Atico.

Contar con un sistema de recopilación y análisis de información sobre el estado de las poblaciones recurso y del ecosistema en general, el cual permita evaluar su condición y el efecto de las medidas de manejo implementadas.



MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES TÉCNICOS

La situación de gran parte de las pesquerías mundiales muestra un futuro incierto y lleva a cuestionar gran parte de las políticas pesqueras implementadas a nivel global. Así lo demuestra la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas, en un informe elaborado sobre el estado de los recursos pesqueros a nivel mundial (FAO, 2003), en el cual se indica que un 10% de los principales recursos pesqueros marinos sobre los que hay información disponible está significativamente explotado, un 18% está sobreexplotado y un 47% está completamente explotado. Pese a ello llama la atención que sólo el 0,5% de la superficie total de los océanos este considerada como área protegida (WWF, 2005), situación que puede estar determinada por el visión de propiedad común que se tiene de los recursos marinos y por la preocupación que las restricciones sobre las áreas destinadas a la pesca, se traduzcan en reducciones en los niveles de capturas, con la consiguiente merma de los beneficios asociados a la gestión pesquera tradicional (Holland y Brazee, 1996).

A nivel de las pesquerías bentónicas, por el carácter sésil o de bajo movimiento que presentan estas especies, se han impulsado durante las últimas dos décadas estrategias de administración basadas en el concepto de "Derechos de uso territorial" (Christy, F. 1983), las cuales buscan generar modelos de co-administración entre los agentes administradores y usuarios directos de los recursos (estado-pescadores). Dichas iniciativas (AMERB, Reservas Marinas Comunitarias), ha demostrado que su aplicación genera una amplia gama de valores positivos tales como los efectos desbordamiento (Gell y Roberts, 2003), la protección de la estructura, función e integridad de los ecosistemas (Bohnsack, 1998) y la reducción de la probabilidad de extinción (Grafton et al., 2005).



Este tipo de iniciativas por sus beneficios ambientales han sido reconocidas por la IUCN¹ incorporándolas en las categorías de gestión de áreas protegidas, particularmente en la VI, denominada Área Protegida con Recursos Manejados², cuyos objetivos de manejo son el proteger y mantener a largo plazo la diversidad biológica y otros valores naturales del área; promover prácticas de manejo racionales con fines de producción sostenible; preservar la base de recursos naturales contra la enajenación de otras modalidades de utilización de tierras que sean perjudiciales para la diversidad biológica del área; y contribuir al desarrollo regional y nacional.

Las características tanto geomorfológicas como oceanográficas del litoral en que se sitúa el área de repoblamiento de Atico, posee el conjunto de elementos que caracterizan la zona costera de la región de Arequipa, lo que entrega a este sector un alto valor de representatividad regional.

¹ Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), es la red ambiental de carácter global más grande y antigua del mundo, fundada en 1948, con condición de observador ante la Asamblea General de las Naciones Unidas. Reúne a más de 1.000 organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, además de unos 11.000 científicos voluntarios y expertos en alrededor de 160 países, y cuya función es contribuir a encontrar soluciones pragmáticas para los urgentes desafíos del medio ambiente y el desarrollo que enfrenta el planeta, apoyando la investigación científica, gestionando proyectos de campo en todo el mundo, y reuniendo a los gobiernos, las ONG, las Naciones Unidas, las convenciones internacionales y las empresas para que trabajen juntas en el desarrollo de políticas, leyes y buenas prácticas. <http://www.iucn.org/>

² Área protegida manejada principalmente para la utilización sostenible de los ecosistemas naturales. Área que contiene predominantemente sistemas naturales no modificados, que es objeto de actividades de manejo para garantizar la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica a largo plazo, y proporcionar al mismo tiempo un flujo sostenible de productos naturales y servicios para satisfacer las necesidades de la comunidad.

En términos físicos, el área posee profundidades y pendientes en estrecha asociación con la morfología del litoral lo que entrega al área de repoblamiento diversas características de exposición al oleaje, acceso, factibilidad para la navegación y fondeo de embarcaciones. Su tipo de fondo es mayormente de conformación rocosa, lo que otorga una amplia superficie disponible para el asentamiento de especies bentónicas, particularmente para aquellas estructuradoras de comunidades como para aquellas consideradas recursos. Por su parte, las variables oceanográficas registradas (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y nutrientes), demuestran que el área de repoblamiento se encuentra influenciada por procesos de surgencia costera, lo que otorgaría al sector características de alta productividad, favoreciendo el crecimiento y renovación de los organismos que ahí habitan.

Las comunidades del bentos, no presentaron grandes variaciones en términos de los niveles de riqueza, diversidad y dominancia, resultando un área como una zona uniforme en términos estructurales.

La especie comercial de mayor distribución espacial correspondió a *Fissurella sp.* (Lapas), mientras que las especies secundarias de importancia trófica mayormente distribuidas fueron las *Pyura chilensis* (Piure) y *Lessonia trabeculata* (Alacanto). La cobertura de *Loxechinus albus* fue la de menor magnitud estando presente sólo en un 5 % del área.

A nivel de densidad *Fissurella sp.*, fue el recurso que presentó el mayor valor alcanzando los 0.95 ind/m², distinto del caso del Erizo que registró el valor más bajo (0.19 ind/m²). Por su parte para la pradera de algas submareal, *Lessonia trabeculata* registró una densidad media de 0.85 plantas/m².

En términos de abundancia, nuevamente *Fissurella sp.* alcanzó el nivel más alto, con aproximadamente 130,619 unidades presente en el área; mientras que los erizos y chanques sólo alcanzaron niveles cercanos a las 8,000 unidades. Por otra parte, la fracción de las poblaciones sobre la talla mínima legal de extracción, varió de un 20% (Erizo) a un 58.6% (Chanque).

Los resultados finales obtenidos del Estudio de Línea Base, sugieren que el sector de Atico, propuesto como área de repoblamiento, ha estado sometido durante los últimos años a una explotación intensa y permanente de sus recursos. Pese a ello, el área posee condiciones que favorecerían el desarrollo de experiencia de repoblamiento de sus recursos, particularmente para las 3 especies con mayor valor comercial, Chanque (*Concholepas concholepas*), Erizo (*Loxechinus albus*) y Lapas (*Fissurella sp.*), las cuales cuentan en primer lugar con un sustrato con condiciones aptas como hábitat, y en segundo término, con adecuadas coberturas y abundancias de especies presas o disponibilidad de alimento, lo que en su conjunto permitían, recuperar las poblaciones a nivel tal, que estas puedan ser explotados en forma sustentable por parte de los miembros de la organización de pescadores de Atico..



Al respecto, es necesario tener en consideración que de acuerdo a lo propuesto por Jeréz y Figueroa (2008), el concepto de **re poblamiento**, debiera ser entendido más que una acción tecnológica, como una vía complementaria al manejo tradicional de las pesquerías, que permita, entre otras cosas:

- I. Sustentar la explotación de los stock naturales de recursos bentónicos en el tiempo,
- II. Promover el desarrollo del sector pesquero artesanal mediante el fortalecimiento de su actividad pesquera,
- III. Mejorar las condiciones de vida de las comunidades costeras,
- IV. Estabilizar sus fuentes de trabajo, y
- V. Contribuir, en definitiva al crecimiento sustentable del país

Conforme a ello, cabe señalar que existen tres diferentes tipos de repoblación o repoblamiento, los cuales se diferencian según su propósito o el modo mediante el cual se realizan:

Re poblamiento natural o por manejo (Castilla, 1988), recuperación o mantención de poblaciones naturales de recursos bentónicos por efecto de manejar apropiadamente sus stock naturales, permitiendo que las tasas de reclutamiento y crecimiento poblacionales superen o igualan a las tasas de mortalidad total (natural + por pesca).

Re poblamiento artificial o por siembra; recuperación o mantención de poblaciones naturales de recursos bentónicos, mediante la introducción de larvas, juveniles o adultos de una especie comercial, proveniente de un centro de cultivo, de un hatchery, o del traslado y acopio desde un banco natural y,

re población mixta; recuperación o mantención de poblaciones naturales de recursos bentónicos mediante el manejo de sus stock naturales y la introducción de larvas, juveniles o adultos de una especie comercial, proveniente de un centro de cultivo, de un hatchery, o del traslado y acopio desde un banco natural (Jeréz y Figueroa, 2008).



JUSTIFICACIÓN Y MARCO TÉCNICO DE LAS ACCIONES DE MANEJO

La condición física y biológica inicial, descrita para el área de repoblamiento, sugiere el desarrollo de estrategias de trabajo, sucesivas y complementarias, tendientes fundamentalmente a la recuperación de las poblaciones, con el objeto de lograr en el mediano y largo plazo, un uso sustentable de los servicios ambientales (recursos) que el área entrega, y que a la vez otorguen utilidades económicas y estabilidad laboral a sus usuarios (pescadores).

Conforme a ello, y tomando en cuenta las propuestas establecidas en el marco regulatorio (Ley N° 27460 y DS N° 030-2001-PE) y los términos de referencia para la elaboración de planes de manejo y explotación de recursos bentónicos indicados por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE, 2007), se considera pertinente la realización de un repoblamiento mixto para el caso de los recursos erizo (*Loxechinus albus*) y chanque (*Concholepas concholepas*), debido a las bajas densidades observadas de su población que involucrarían un periodo de tiempo mucho más extenso (3 a 5 años) para lograr niveles poblacionales que permitan un uso sustentable de sus stock. Por otro lado, la situación inicial de las lapas (*Fissurella sp*), permitiría proponer un repoblamiento por manejo, donde se espera en un mediano plazo (2 a 3 años) una recuperación paulatina de sus poblaciones.



Para desarrollar lo anterior se considera necesario establecer dos fase cronológicas de operación, que permitan dar un marco de trabajo continuo a los usuarios, evitando así procesos vacíos o etapas de desmotivación, que eventualmente puedan poner en riesgo el futuro de la medida de repoblamiento, y que a la vez permitan contar con la información necesaria para el desarrollo de un modelo de explotación sustentable.

La primera fase consiste en el desarrollo de un conjunto de actividades de resguardo, control, observación y experimentación, todas ellas tendientes a complementar la información obtenida del ELBA y establecer los protocolos definitivos que se emplearán para la obtención y siembra de los organismos a repoblar, que permitan dar viabilidad ecosistémica y económica, a las futuras actividades de repoblamiento y cosecha.

La segunda fase, consiste en la aplicación de los protocolos finales de repoblamiento, definidos del análisis de la información recopilada en la primera fase, y fundamentalmente de los resultados obtenidos de las evaluaciones de bancos donantes y experiencias piloto realizadas, todo lo cual deberá ser estructurado en un programa anual de repoblamiento.

Por último y conforme a los resultados obtenidos de la aplicación de las medidas de resguardo y de los protocolos de repoblamientos desarrollados, se deberá establecer un plan de cosechas o sacas, el cual deberá estar definido a modo de programa de explotación.

Todo lo anterior se enmarca dentro del siguiente modelo de teórico trabajo.

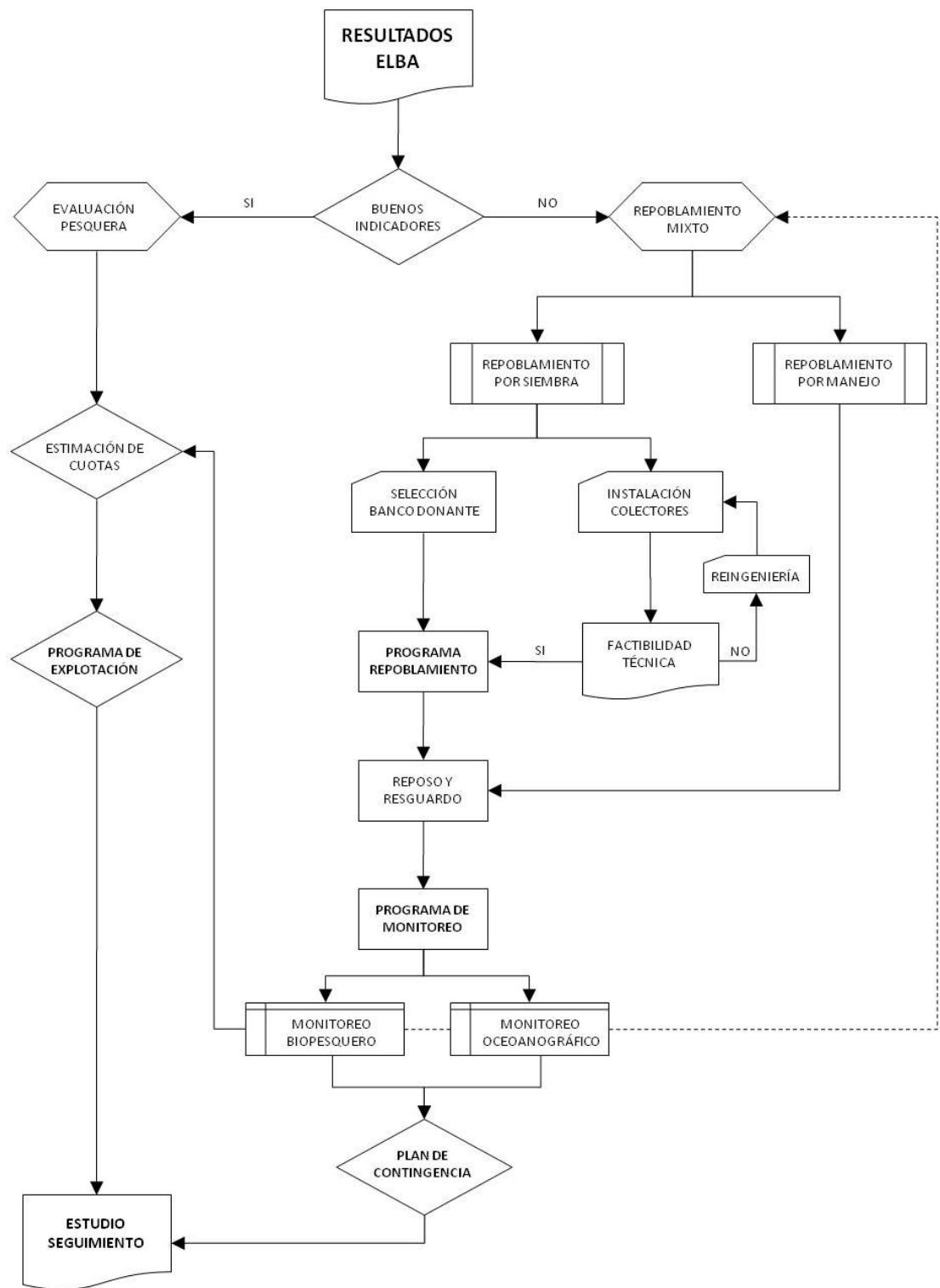


Figura 1. Modelo teórico de operación del Plan de manejo y explotación

ACCIONES DE MANEJO

A continuación se describe las diversas acciones de manejo propuestas, describiendo cada una de ellas y estableciendo el alcance, duración y actividades a desarrollar a partir de la aprobación del presente plan de manejo.

REPOSO Y RESGUARDO DEL AREA

La capacidad de recuperación de las poblaciones de recursos bentónicos depende de variados factores ambientales, los que determinan el éxito de los procesos reproductivos y de asentamiento, sin embargo la presión de pesca es quizás la variable que con mayor fuerza y en menor tiempo determina la condición productiva de una determinada área.

Por tal razón, y en virtud de la actual condición del área y sus poblaciones, se sugiere iniciar un régimen de resguardo, descanso y control, con el objeto de favorecer los procesos de recolonización o repoblamiento natural (re poblamiento por manejo).

Esta primera acción de manejo juega un rol fundamental en el desarrollo a largo plazo del régimen de áreas de repoblamiento, ya que permite al cabo de 2 a 3 años, evaluar el real potencial productivo que posee el área y estimar los niveles de producción máxima que se pueden alcanzar, mientras que en el camino se generan acciones de empoderamiento del área por parte de los socios del sindicato, lo que otorga viabilidad. Lo anterior no indica que el área se mantendrá sin ejercer acciones de explotación durante el periodo antes descrito, sino que el concepto de reposo implica acciones de no extracción y explotación de forma rotatoria o controlada, dirigidas a dar sustentabilidad.

Para iniciar este proceso, mientras se tramita la obtención del área de repoblamiento, se deberá establecer un acuerdo tácito y reglamentado entre todos los miembros de la organización, de modo de asegurar la no explotación del área durante una fase inicial de trabajo que deberá ser evaluada al cabo de 6 meses.

Del mismo modo, se deberá procurar no intervenir las praderas de *Lessonia* existentes en el área, puesto que estas constituyen una fuente primordial de alimento y protección para varias especies claves al interior del ecosistema bajo manejo (e.g. Cáceres et al., 1993; Vásquez 1993; Vásquez & Buschmann 1997; Vásquez et al., 1998; Vásquez et al., 2001; Villegas et al., 2008).

El desarrollo práctico de la presente actividad requiere que la organización de pescadores establezca dentro de sus objetivos gremiales el cuidado y la administración del área de repoblamiento, con el objeto que este trabajo permita posteriormente, hacer uso de los servicios ambientales que esta área proveerá.

Para ello se sugiere que la organización establezca un reglamento y comité de protección y control del área, cuya función será el establecer las formas de resguardo más adecuadas para evitar las acciones contrarias a los objetivos y actividades del plan de manejo, y a la vez contar con información respecto de las operaciones que en ella se desarrolle.

Dentro las actividades de dicho comité, se deberá considerar además, el generar todos los canales de información necesarios para que los pescadores conozcan las actividades y restricciones propuestas para el área, con el objeto de evitar infracciones por falta de información.

Uno de los elementos que debe ser considerado al momento de planificar algún tipo de intervención sobre un ecosistema, es la capacidad de carga del sistema natural, entendiendo esto, como el nivel poblacional óptimo que puede soportar un ecosistema sin verse afectado negativamente. Esta capacidad de carga (K) es variable en el tiempo y depende de múltiples factores como el alimento disponible, sustrato apto, mecanismos de regulación endógenos y exógenos, etc. En función de esta situación inicial podemos describir el estado de equilibrio de las poblaciones lo que permitirá el incremento poblacional (El cual puede ser acelerado a través de repoblamiento) o la regulación.

Se propone el modelamiento del sistema, donde el comportamiento de la abundancia de los recursos principales del área de repoblamiento se describen en base a una función logística discreta (Schaefer 1954, Gordon, 1954 y, Hilborn y Walters 1992), incorporando la mortalidad por pesca y permitiendo incluir condiciones para el uso sustentable de los recursos en un momento en el tiempo, de acuerdo a la metodología propuesta por ICSED (2001).

$$N_{(r,t+1)} = N_{(r,t)} + \left[r_m(r) \cdot N_{(r,t)} \cdot \left(1 - \frac{N_{(r,t)}}{K_{(r)}} \right) \right] - H_{(r,t)}$$

donde:

$N(t+1)$: abundancia o número de individuos que componen el stock de recurso en el período siguiente o en el t -ésimo más un intervalo de tiempo.

$N(r,t)$: abundancia (unidades / año) del r -ésimo recurso existente en el área de repoblamiento en el t -ésimo intervalo de tiempo.

t : t -ésimo intervalo de tiempo (años).

r : r -ésimo recurso bentónico principal existente en el área de repoblamiento.

$r_m(r)$: tasa intrínseca de crecimiento poblacional del r -ésimo recurso existente en el área de repoblamiento.

$K(r)$: tamaño máximo del stock del r -ésimo recurso existente en el área de repoblamiento.

$H(r,t)$: captura o desembarques (unidades / año) del r -ésimo recurso en el t -ésimo intervalo de tiempo.

Los valores de r_m para los distintos recursos del área de repoblamiento se calculan a partir de la formulación de Blueweiss *et al* (1978), presentada en Pauly (1984), que plantea que esta tasa de crecimiento está inversamente relacionada al peso corporal de los individuos.

$$r_m = 9.13 \cdot \left(\frac{W_{\max} + W_m}{2} \right)^{-0.26}$$

donde:

W_{\max} : peso asintótico de los individuos del stock.

W_m ; peso de los individuos del stock a la edad de primera madurez sexual.

Una vez conocido r_m , se pudo estimar los valores de K para cada recurso a partir de la información disponible de abundancia de individuos en el área de repoblamiento obtenidas a través del ELBA. El concepto de capacidad de carga está relacionado como el tamaño poblacional total que el ambiente puede soportar (Putman, 1994).

Se incorporó la siguiente restricción asociado a la condición de sustentabilidad.

$$H(r, t) \leq N(r, t)$$

La solución matemática para la estimación de la capacidad de carga del sistema, se realizó a través de iteración empleando la función SOLVER en Excell. Este sería el primer punto de referencia que permitiría dimensionar la actividad de repoblamiento a proponer. El análisis se efectuó para cada especie objetivo a ser repoblada.

Las estimaciones de la tasa de crecimiento intrínseco y capacidad de carga del sistema actual, se presentan en la tabla adjunta:

Tabla 1 Estimaciones tasa intrínseca de crecimiento poblacional y capacidad de carga de las poblaciones de erizo y chanque en el área de repoblamiento del sector de Atico

Recursos	Tasa intrínseca crecimiento poblacional	Capacidad de carga (k)
<i>Loxechinus albus</i>	2.17	271,611
<i>Concholepas concholepas</i>	2.07	14,304

De acuerdo a estos resultados la capacidad de carga actualmente del sistema está siendo ampliamente superado por la población existente, sin embargo, es importante hacer la salvedad que efectos de estos cálculos, solo se consideró un ítem presa, el que fue debidamente cuantificado.

Para determinar el rango de tallas a ser repoblados, se analizó la actual estructura de edades de las poblaciones a través de la ecuación inversa de crecimiento de Von Bertalanffy.

$$t_{(L)} = t_0 - \frac{1}{K} * \ln \left(1 - \frac{L}{L_\infty} \right)$$

Para efectos de todas las estimaciones realizadas sobre las especies objetivos, se emplearon los siguientes parámetros de entrada (Tabla 2).

Tabla 2 Parámetros de entrada para la estimación de repoblamiento para especies objetivos

Parámetros	<i>Concholepas concholepas</i>	<i>Loxechinus albus</i>	<i>Fissurella latimarginata</i>
L_∞	136	150	98.15
K	0.24	0.2	0.32
Tasa instantánea de mortalidad	0.26	0.31	0.34
Talla primera madurez sexual	50	37	45
Parámetro Alfa relación longitud-peso	0.00004578	0.0086	0.000188
Parámetro Beta relación longitud-peso	3.3298	2.1814	2.9812
Área total habitable	446,690	170,584	384,389
Superficie apta	139,834	54,287	137,912
Proporción superficie apta	31.3%	31.8%	35.9%
Densidad media ELBA	0.19	0.1	0.9
Abundancia total (N_t)	26,409	5,280	130,619
Fracción explotable	58.6%	20%	28.1%
Longitud de cosecha	80	70	60
Referencias	Herrera y Alveal, 1983 Lara et al., 2007	Guisado et al., 1997	Brown et al., 1997 Olguín et al., 1997

En el caso del recurso erizo, se determinó que la actual estructura de edades de la población se encuentra centrado entre 1 a 3 años (Figura 2), es por ello y considerando que el consumo de *Lessonia sp.* por cada erizo (edad entre 3 a 3.5 años) puede alcanzar \approx a 0.4 g/día/peso húmedo (modificado de Contreras & Castilla, 1987), la actual tasa de consumo de la población llegaría a 771 kg/año/peso húmedo. La biomasa total disponible de *Lessonia trabeculata* se estimó en 970,759 kg de los cuales un 30% corresponde a la fronda (291,228 kg), principal fuente de alimento para este recurso.

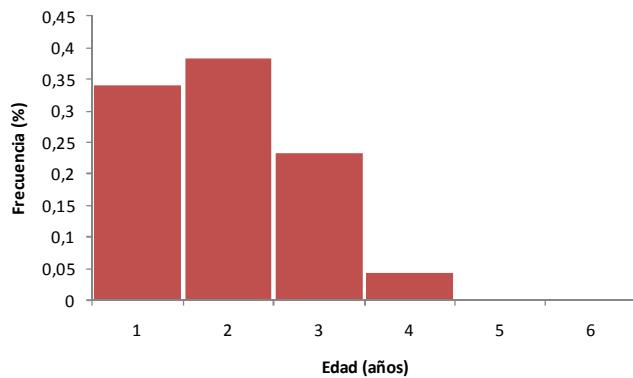


Figura 2. Distribución de edades especie erizo (*Loxechinus albus*) presente en el área de repoblamiento Atico.

Para el recurso erizo, las restricciones para la actividad de repoblamiento solo estarían dadas por la disponibilidad de alimento y no así por la disponibilidad del actual sustrato apto, dada las características de agregación del recurso. Para este caso, se proyecta un repoblamiento gradual el cual sustente una población autosustentable en el tiempo y que logre su autoregulación en el mediano plazo.

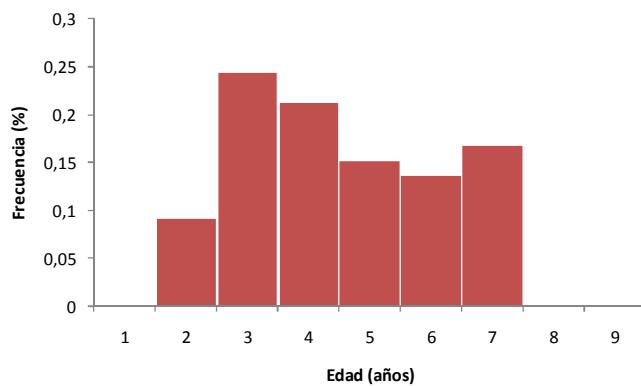


Figura 3. Distribución de edades especie chanque (*Concholepas concholepas*) presente en el área de repoblamiento Atico.

Para el caso del recurso chanque, el rango de edad observado varió entre 2 a 7 años (Figura 3). La tasa instantánea actual de consumo estimada sería de 2.31 g/día (González y Sanhueza, 2002) para rangos de tallas de 50 a 70 mm (equivalentes a 2.8 a 4 años). Asumiendo que esta sería la tasa de consumo promedio de la población, los requerimientos anuales alcanzarían a 22,266 kg/año.

La estimación de biomasa total de *Pyura chilensis* corresponde a 11,386 kg/año, por lo que para el caso de este recurso, también el alimento sería una limitante para la actividad de repoblamiento, pero de forma más relevante que para el caso del recurso erizo. Cabe consignar que en este caso solo se estimó la biomasa disponible de 1 ítem presa, lo que no quiere decir que el recurso pude alimentarse de otras presas presentes en el sistema.

Sin duda los resultados de captación natural de mitílidos y tunicados planteados en el capítulo anterior pueden constituir una alternativa viable para incrementar la biomasa de estas especies en estos ambientes. Proyecciones mayores respecto a la cantidad de ejemplares a ser repoblados quedaran supeditadas al incremento de la biomasa de estas especies presas.

Finalmente, para la estimación de ejemplares para repoblamiento se empleó la ecuación propuesta por Jeréz y Figueroa (2008), modificada para áreas de repoblamiento, cuya fórmula está definida por;

$$Ns = \left[\frac{(d_{es} - d_{ob})}{exp\left(-M\left[\frac{1[L_{\infty} - Lc]}{k[L_{\infty} - Ls]}\right]\right)} \right] * [pA_{ap} * A_{rep}]$$

Donde;

- N_s = Número de unidades a sembrar
 d_{es} = Densidad poblacional esperada a repoblar ind/m²
 d_{ob} = Densidad poblacional actual del área repoblación ind/m²
 M = Tasa instantánea de mortalidad natural (1/año)
 K = Coeficiente crecimiento (1/año)
 L_{∞} = Talla asintótica de crecimiento
 Lc = Talla de cosecha mm
 Ls = Talla de siembra mm
 pA_{ap} = Proporción del área de repoblamiento apta del recurso
 A_{rep} = Superficie total habitable del recurso

Se estimó considerando la situación actual del área un total de 570,666 los ejemplares a ser incorporados a través de repoblamiento para el recurso erizo, con rangos de tallas que debieran oscilar entre los 30 a 50 mm, mientras que para el caso del recurso chanque dada las actuales limitaciones de alimento, solo se puede considerar un repoblamiento total de 10,797 unidades. Es importante hacer la salvedad, que el número de total de ejemplares a repoblar no implica que este sea el tamaño poblacional final, puesto que se espera la ocurrencia de procesos de mortalidad natural y migración una vez incorporados al ambiente.

Tabla 3 Estimaciones de ejemplares a ser repobladas de las especies objetivos definida para el área de repoblamiento Atico.

Especies objetivo	Densidad observada (ind/m ²)	Densidad esperada (ind/m ²)	Número de ejemplares a repoblar	Rango de tallas de ejemplares a repoblar	Porcentaje de presa consumidas al año (tasa instantánea)
<i>Loxechinus albus</i>	0.09	3.5	570,666	30 a 50 mm	30%
<i>Concholepas concholepas</i>	0.19	0.3	10,797	40 a 80 mm	95%



REPOBLAMIENTO POR SIEMBRA

La actual condición de las poblaciones de recursos bentónicos presentes en el área indica que estas se encuentran deprimidas por efecto de las altas tasas de explotación a que han estado sujetos durante los últimos años. En virtud de ello el cese de la actividad extractiva, puesto en marcha con el Programa de resguardo y control, generará paulatinos aportes al crecimiento de estas, sin embargo la viabilidad de la medida de área de repoblamiento al largo plazo, dependerá de que los pescadores tengan la posibilidad de obtener ingresos en plazos de tiempo menor. Por lo anterior la intervención externa del área mediante el aporte de recursos vía repoblamiento, se hace necesaria con el objeto de acelerar el crecimiento de las población objetivos y dar viabilidad económica a la actividad en el corto y mediano plazo.

Las experiencias de repoblamiento de recursos bentónicos, se han desarrollado durante las últimas décadas fundamentalmente a través de aportes provenientes de actividades de cultivo en laboratorio, y particularmente para especies de alto valor para la acuicultura como la concha de abanico y bivalvos en general (almejas), siendo escasas las experiencias de repoblamiento para los recursos de valor para el buceo extractivo como chanque, lapas, pulpo, y erizo, muchas de las cuales aún no logran cerrar los ciclos completos de cultivo, o los costos de producción superan las posibilidades de dar rentabilidad a los recursos finalmente cosechados.

Conforme a lo anterior se plantea el desarrollo de 2 subprogramas de estudio y experimentales tendientes a evaluar posibles fuentes de recurso para desarrollar un programa de repoblamiento adecuado y conforme a las capacidad de carga del área de repoblamiento.

PROVISIÓN DE BANCOS NATURALES

Un primer subprograma a evaluar para lograr obtener recursos que sean incorporados mediante repoblamiento, son aquellos provenientes de posibles bancos donantes existentes en las cercanías del área de repoblamiento. Al respecto, es necesario establecer el concepto de banco donante, entendiendo por estos a zonas del litoral, que por sus condiciones poblacionales y ecosistémicas cuenten con un volumen poblacional que permitan la extracción y traslado de ejemplares hacia bancos receptores y cuya intervención no altere los equilibrios poblacionales del banco original (donante).

La identificación de dichos bancos donantes se realizará sobre la base actual de la información disponible. En función de la información se definirá una estrategia de repoblamiento definitiva considerando el número de ejemplares a repoblar, su rango de tallas y periodicidad de las cosechas, así como la posibilidad de considerar uno o más bancos donantes.

En el caso que la información disponible no sea suficiente para definir la cantidad de ejemplares a ser trasladados, se realizará una estimación general de densidad media y un análisis de la estructura de tallas de los bancos donantes de modo de conocer la situación inicial de esta.

El diseño muestral a ser empleado en la zona de abastecimiento se definirá en función de las características de la(s) zona(s) seleccionada(s), sin embargo, se puede definir a priori un diseño aleatorio simple sobre la base de 4 puntos de referencia que permitan su posterior evaluación post actividad de extracción de semillas. Para el caso de la estructura de tallas, también se propone un diseño de muestreo aleatorio con un número muestral de por lo menos 500 ejemplares, que cubran la amplitud de tallas existentes en este banco.

PROVISIÓN DE CAPTADORES NATURALES (COLECTORES)

El segundo subprograma presenta como objetivo central la evaluación de factibilidad de captación natural de ejemplares post asentados, que puedan posteriormente incorporarse a las poblaciones bajo manejo a través de repoblamiento.

Las especies presentan ciclos naturales de reproducción donde se produce un período de deriva larval que varía entre especies de 1 a 3 meses, hasta que se encuentra con un sustrato apropiado que permite el asentamiento de estos ejemplares, metamorfoseando hasta convertirse en ejemplares juveniles.

Esta captación se propone tanto para especies definidas como objetivos (chanque y erizo), como para especies presas (mitilídos y tunicados). Esto último se propone de modo de evaluar la factibilidad de incrementar la biomasa de estos organismos de modo de proyectar una mayor repoblación para el recurso chanque, el cual estaría actualmente limitado por el alimento disponible en el área.

En lo específico, las actividades propuestas presentan carácter piloto y debiesen entregar antecedentes que permitan evaluar el posible éxito de las acciones desarrolladas (nº ejemplares captados/unidad colectora), lo que permitiría dimensionar a una escala mayor los requerimientos de materiales que permitan obtener la cantidad estimada y necesaria de ejemplares a repoblar en el área.

Se propone el desarrollo secuencial de las actividades propuestas en el cronograma adjunto (Tabla 4).

Tabla 4. Cronograma de actividades propuesto para evaluación de factibilidad de captación de ejemplares post asentados de especies objetivos y especies presas presentes en el área de repoblamiento.

Actividad	2010						
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Instalación de colectores captación erizo	X	X	X				
Instalación de colectores captación mitilídos y piure			X	X	X	X	
Instalación de colectores captación chanque				X	X	X	
Evaluación banco donante			X				
Análisis de resultados							X

Para su puesta en marcha se deben gestionar los permisos respectivos para desarrollar actividades tanto al interior del área de repoblamiento como en sectores aledaños o cercanos que cuenten con la presencia de las especies de interés de esta actividad.

CAPTACIÓN POST ASENTADOS ERIZO ROJO (LOXECHINUS ALBUS)

Para la captación de ejemplares post asentados de erizo, se sugiere el inicio de la actividad a partir de junio del presente año y por un período de hasta 3 meses. El período planteado es coincidente con los resultados obtenidos de captación natural registrados por el proyecto del Fondo de Investigación Pesquera de Chile FIP 2006-45 “Estrategias de sustentabilidad para las principales pesquerías bentónicas de la I y II regiones”, en el cual se registró la presencia de organismos post asentados en estos meses durante 2 años consecutivos.

Sin duda el reclutamiento de post asentados es un proceso altamente variable, por lo que la realización de la actividad puede presentar diversos resultados, sin embargo debiesen entregar antecedentes concretos de la factibilidad de realizar a una escala mayor un proceso de captación del erizo rojo. Como sistema de captación, se sugiere el empleo de líneas de cultivo como el empleado para la de concha de abanico (Longline, dispuestos en forma perpendicular a la línea de costa), donde se cuelguen tubos de PVC de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, cubierto en ambos extremos por malla de 10 mm y en cuyo interior se colocará 1 metro de malla MIN JP (malla interna de colector para concha de abanico) de acuerdo a las metodologías descritas por Barahona et al., 2003 y Molinet et al., 2010.

El diseño experimental propuesto debiese considerar la instalación de los sistemas colectores tanto al interior del área de repoblamiento como fuera de ella. La cantidad de estos sistemas a ser implementados dependerá exclusivamente de la obtención de recursos económicos que permitan la puesta en marcha de estas actividades, el cual se puede extender más allá del período sugerido, con el fin de evaluar posibles pulsos secundarios de liberación de larvas de erizo al ambiente.

El proceso de captación de ser exitoso, debiese permitir la obtención de ejemplares de hasta un tamaño máximo de 10 mm, los que posteriormente debiesen ser trasladados a sistemas de confinamiento similares a los empleados para el cultivo de concha de abanico en densidades de hasta 30 individuos por linternas para ser alimentados con un promedio de 800 gramos de alga/mes hasta lograr una longitud de 30 a 40 mm para posteriormente ser trasladados al área de repoblamiento. Sin duda la realización de esta actividad está supeditada al éxito obtenido durante el proceso de captación de ejemplares post asentados, por lo cual su dimensionamiento dependerá de los resultados observados en la etapa previa.

CAPTACIÓN POST ASENTADOS DE CHANQUE (CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS), MITÍLIDOS Y TUNICADOS.

Para evaluar la factibilidad de captación de ejemplares post asentados primero se debe generar un sustrato apto que facilite el asentamiento y posterior alimentación y crecimiento de estos ejemplares. También los resultados de este proceso de captación, pueden ser útiles para determinar la factibilidad de obtención de organismos presas a ser incorporados al sustrato primario del área de repoblamiento y así aumentar el potencial de áreas aptas para el repoblamiento principalmente del recurso chanque.

Se propone la instalación de sistemas de colectores tendiente a captar semillas de mitilidos y del tunicado *Pyura chilensis*. Para ello se debiesen instalar al igual que para el erizo en los sistemas longline (dispuestos en forma perpendicular a la línea de costa), cuelgas con mallas colectoras de 15 a 20 cm de ancho y con una abertura de malla de 2 mm, con pesos muertos que permitan su disposición vertical en la columna

de agua y a distancias que eviten el entrecruzado de los sistemas. Una alternativa en términos de los materiales a emplear, lo pueden constituir el uso de redes anchoveteras o pejerreyeras u otro material que estime conveniente. El objetivo final de la actividad es lograr el asentamiento de este tipo de especies que puedan servir como sustrato primario para la captación de estas larvas.

Estas metodologías habitualmente han sido empleadas en zonas protegidas de baja circulación, sin embargo el área de estudio corresponde a una zona expuesta con fuerte corriente por lo que es necesario adecuar las técnicas propuestas, lo que se logrará a través del desarrollo de estas experiencias previas. Como fecha de inicio de esta actividad se propone el mes de agosto y debiese extenderse por lo menos por 2 o 3 meses posteriores a la verificación de la presencia de estas especies de modo de lograr una adecuada fijación a los sistemas. En función del éxito de la actividad propuesta, estos sistemas pueden ser empleados para el incremento de la biomasa de organismos presas del chanque, lo que permitiría incrementar la fracción a ser incorporada a este sistema.

A partir de octubre y hasta diciembre debiese comenzar el proceso de instalación de sistemas para la captación de larvas de chanque. Para ello, se propone el uso de sistemas de confinamiento similar al empleado para el cultivo de concha de abanico (internas), en cuyo interior se debiesen instalar estos trozos de mallas con los ejemplares asentados y fijados como sustrato primario. Se espera la mantención de los sistemas a lo menos por 3 meses.

Finalizado todo este proceso de experimentación, debiesen evaluarse los resultados y generar las correcciones metodológicas que se estimen pertinentes, determinando la viabilidad del uso de estos sistemas como medio de captación de ejemplares de chanque y erizo. En el caso de obtener resultados favorables, debiese planificarse en periodos de meses similares a los propuestos en esta etapa, pero con un dimensionamiento de materiales apropiados que permita proyectar la obtención de semillas apropiadas para cubrir parcial o totalmente los requerimientos definidos en el área de repoblamiento.

Previo al inicio de todas estas actividades debe gestionarse ante las autoridades los permisos respectivos que permitan la realización de las acciones propuestas.

PROGRAMA DE REPOBLAMIENTO

Una vez finalizada la primera fase de experimentación para determinar el origen de los ejemplares para el repoblamiento por siembra, se deberá realizar una nueva planificación de actividades, estableciendo un cronograma mucho más acotado que el presentado en este plan de manejo, acorde con actividades factibles de ser llevadas a cabo.

Entre las actividades a definir, se debiera considerar:

- Establecer origen definitivo organismos a repoblar (Puede ser un proceso mixto, con ejemplares asentados artificialmente y/o provenientes de un(os) banco(s) natural(es).
- Establecimiento de calendario de siembras para cada recurso objetivo
- Establecimiento de protocolos para el monitoreo parámetros poblacionales de especies objetivos repobladas.
- Evaluación del nivel de éxito de la actividad de repoblamiento.

- Establecimiento de nuevas cuotas de explotación de especies objetivos.

Tomando en cuenta el actual nivel poblacional en que se encuentran los recursos bentónicos de interés comercial presentes en el área, se sugiere para estimular o acelerar el potencial productivo del área, la aplicación de estrategias de **repoplación mixta**, el cual considere una introducción inicial de ejemplares para las poblaciones más intervenidas (erizo y chanque) y el repoblamiento natural o por manejo para las lapas. Dicha actividad debiese iniciarse a partir del segundo semestre del primer año de funcionamiento del área de repoblamiento.

Un programa de explotación se basa en la estimación de cuotas de explotación sustentables, que permitan el aprovechamiento económico de los recursos presentes en un sector, sin vulnerar las poblaciones existentes. Para dicha estimación se considera la obtención de puntos de referencia basados en modelos pesqueros, que para el caso del recurso erizo rojo y chanque debiesen aplicarse una vez que se establezca una población que permita realizar este tipo de actividades. Por otro lado, se establece una cuota de explotación para el recurso lapa (*Fissurella latimarginata*).

ESTIMACIÓN DE CUOTAS DE EXPLOTACIÓN

Para la estimación de cuotas de explotación se propone el uso de un modelo basado en la estructura de talla, donde cada estrato debería representar una edad determinada (pseudocohorte), para ello se analizarán los siguientes intervalos de talla en función de los parámetros de crecimiento (Tabla 5).

Tabla 5. Rango de tallas (mm) de ejemplares de *Fissurella latimarginata*, *Loxechinus albus* y *Concholepas concholepas* en el área de repoblamiento Atico.

Recurso					
<i>Fissurella latimarginata</i>		<i>Loxechinus albus</i>		<i>Concholepas concholepas</i>	
Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
10	30	10	30	1	10
30	50	30	47	10	40
50	65	60	70	40	56
65	74	70	79	56	72
74	80	79	85	72	86
80	85	85	93	86	105
85	88	93	98	105	110
88	91	98	103	110	115
91	93	103	∞	115	130
93	∞			130	∞

Los supuestos generales para la utilización del modelo son:

- La tasa de mortalidad por pesca y la mortalidad natural son valores constantes para cada grupo de talla.
- El reclutamiento se asume constante.
- El stock permanece en equilibrio.
- Los reclutas corresponden a un porcentaje de la fracción más pequeña de la población.
- Los rangos de talla corresponden a una aproximación de las edades.
- La selectividad responde a la selección “filo de cuchillo”.

Para la estimación de las abundancias estructuradas por tallas se utilizará la ecuación:

$$N(L_{i+1}) = N(L_i) * \frac{\frac{1}{H_i} - X * \frac{F_i}{Z_i}}{\frac{1}{H_i} - X * \frac{F_i}{Z_i}}$$

donde

$$H_i = \left(\frac{L^\infty - L_i}{L^\infty - L_{i+1}} \right)^{\frac{M}{2K}}$$

Luego se estimará la captura por estrato de talla mediante la fórmula:

$$C_i = [N(L_i) + N(L_{i+1})] * X * \frac{F_i}{Z_i}$$

Con esta captura se determinará el rendimiento mediante:

$$Y_i = w_i * C_i$$

Donde w_i se obtiene de la relación longitud peso, utilizando la marca de clase de cada intervalo. Una vez obtenido el rendimiento se divide por el número de reclutas (suponiendo que este es igual a la abundancia del primer estrato) obteniendo así el rendimiento por recluta, del cual se estiman los puntos de referencia del F_{RMS} obtenidos mediante solver y $F_{0,1}$ (10% de la pendiente al origen) obtenido mediante el método gráfico.

Para la determinación de los puntos de referencia se someterán los rendimientos a diferentes mortalidades por pesca estructurados por rango de talla. Para ello se basa en el supuesto que la selectividad responde a la selección tipo filo de cuchillo, en donde todos los individuos menores a 70 mm (erizo rojo), 65 mm (lapa negra) y 80 mm (chanque) no son sometidos a la mortalidad por pesca, en cambio los individuos mayores tienen la misma probabilidad de ser capturados.

A partir de los resultados del rendimiento por recluta se evaluaron diferentes escenarios de extracción utilizando los valores de referencia F_{RMS} , $F_{0,1}$, $F_{(30\% \text{ stock})}$ y $F_{(20\% \text{ stock})}$.

El F_{cuota} seleccionado corresponderá a aquel valor que implique una extracción del stock inferior al 50%, valores cercano al punto de referencia ($F_{10\%}$) y que genere los mayores ingresos económicos per cápita.

La cuota se estimará mediante la ecuación de captura de Baranov utilizando el F_{cuota} seleccionado:

$$C_t = N_0 * \frac{F}{Z} * (1 - \exp^{(-ZT)})$$

Para evaluar el impacto producido por la mortalidad por pesca, se aplicará el modelo de decaimiento exponencial.

$$N_t = N_0 * \exp^{(-(M+Z)t)}$$

Simbología

L^∞ = Longitud asintótica del modelo Von Bertalanffy

K = Parámetros de curvatura de crecimiento

t_0 = Parámetros de condición inicial

I = Índice del grupo de talla i

Z_i = Tasa instantánea de mortalidad total por talla i

M = Tasa instantánea de mortalidad natural

F_i = Tasa instantánea de mortalidad por pesca por talla i

N_i = número de ejemplares de talla i en el stock

N_{i+1} = Número de ejemplares de talla i+1 en el stock

C_i = captura del grupo de talla i

C_t = Captura del intervalo de tiempo t

a = Coeficiente intercepto de la relación longitud peso

b = Pendiente de la relación longitud peso

w = Peso promedio de la marca de clase del grupo de talla i

N_0 = Número inicial de ejemplares

N_t = Número de ejemplares al tiempo t

Z = Mortalidad total

F = Mortalidad por pesca

M = Mortalidad natural

Para el caso del recurso lapa (*Fissurella latimarginata*) la proyección del stock a junio del 2010 permite estimar una cuota de explotación de 6.108 unidades equivalentes a 324 kg las cuales se sugieren sean extraídos hasta diciembre del 2010. En la figura 4 se observan la curva de rendimiento por recluta de acuerdo al modelo de Thompson y Bell cuyo FRMS se estimó en 0.295.

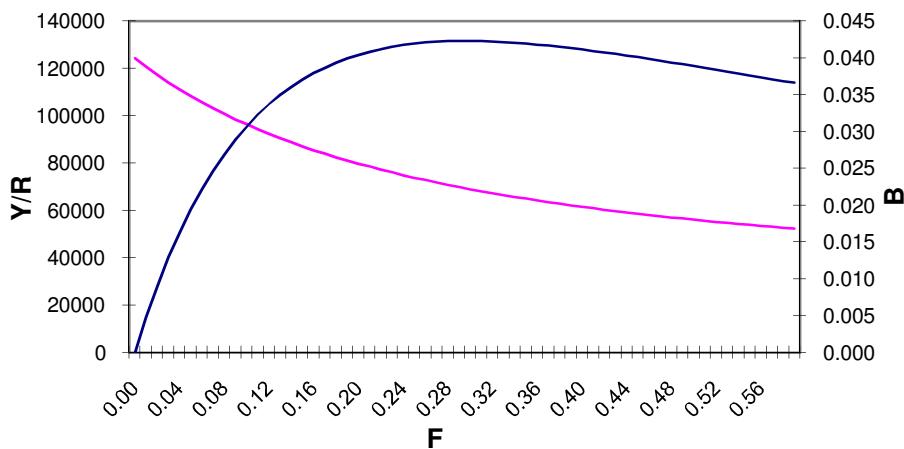


Figura 4. Curva rendimiento por recluta recurso *Fissurella latimarginata*

PROGRAMA DE MONITOREO

La dinámica del ambiente marino genera permanentes cambios en las condiciones poblacionales de los recursos bentónicos, situación que exige disponer de un sistema que observe dichos cambios y establezca las modificaciones necesarias a las actividades programadas dentro del plan de manejo, con el objeto de fortalecer las acciones de recuperación de las poblaciones y uso sustentable de sus recursos.

El presente programa de monitoreo presenta dos objetivos centrales:

- Actualizar la información referente a la dinámica poblacional de las especies objetivos
- Recabar información de aspectos oceanográficos y biológicos del área de repoblamiento.

Para dar cumplimiento a estos dos objetivos, se definen cuatro fuentes básicas de información, la primera, proveniente directamente de las evaluaciones directas realizadas anualmente, las cuales permitirán conocer cambios en la distribución espacial, abundancia y estructura de tallas de las especies objetivos. La segunda fuente de información debiese establecer en forma paralela al proceso de evaluación directa, es la obtención de información oceanográfica (Temperatura, salinidad y oxígeno). Como tercera fuente de información, se considera la medición de las estructuras de tallas provenientes de los procesos de captación natural y repoblamiento, los cuales debiesen ser empleados para la estimación de parámetros de crecimiento y finalmente, como cuarta fuente de información, se considera la realización de un muestreo durante las actividades de cosecha referente a la caracterización del estado reproductivo de las poblaciones.

Sobre la base de estas cuatro fuentes de información se analizará:

1. Características oceanográficas del área de repoblamiento
2. Cambios en la distribución y abundancia de especies objetivos
3. Recopilación de parámetros de crecimiento
4. Análisis estado reproductivo de las poblaciones

Se espera contar durante toda la fase de monitoreo con un profesional idóneo que realice el análisis de la información recopilada.



El análisis de las condiciones biológicas está orientado a determinar el estado poblacional de los recursos en un momento posterior al estudio de línea base y que permita evaluar su evolución en el tiempo sobre la base de 3 elementos básicos, cambios en la dinámica poblacional (abundancia y distribución espacial), estimación de parámetros de crecimiento y conocimiento de estado reproductivo de las especies.

CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE ESPECIES OBJETIVOS

Para la evaluación de los cambios experimentados en la distribución espacial, abundancia y estructura de tallas poblacional se empleará el mismo diseño utilizado durante el estudio de línea base. Se sugiere la mantención de este diseño a lo menos por un período de tres años. Posteriormente (después de 3 años de manejo), se debiera definir en aquellas zonas donde se observen la presencia permanente de las especies objetivos estaciones de control que permitan evaluar a posterior posibles cambios en la dinámica poblacional de estas especies.

RECOPILACIÓN DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO

La estimación de parámetros locales de crecimiento constituye una información fundamental para entender la dinámica de las poblaciones de interés. Sin embargo, la recopilación y análisis de esta información constituye un proceso especializado, que sólo puede ser llevado por un profesional del área con conocimientos específicos que permitan la obtención de estos parámetros y su adecuada interpretación.

Considerando estas limitaciones, se propone el análisis de información de frecuencias de tallas obtenidas del proceso de evaluación directa, las cuales podrían ser complementadas con muestreos trimestrales entre cada período a través de la medición de 100 ejemplares de todas las tallas presentes en el área, post período de repoblamiento después del segundo año de manejo, una vez que existan poblaciones más estables principalmente para los recursos erizo y chanque.

De acuerdo con Campana (2001) el análisis detallado de la progresión modal puede ser considerado un método alternativo de validación o de corroboración de las edades determinadas mediante lectura en estructuras duras. El método específico de análisis de esta información se determinará en función de la calidad y características de los datos recopilados, siendo alternativas de análisis el empleo del algoritmo Multifan (Fournier et al., 1990; 1991) el cual se basa en un modelo no-lineal altamente parametrizado, y permite una estimación robusta de los parámetros de crecimiento mediante un método de máxima verosimilitud para estimar la proporción de ejemplares a cada edad, en cada una de las muestras, y por supuesto los parámetros de MCVB, con o sin oscilación estacional en la tasa de crecimiento. Además, Multifan calcula el error estándar y correlación de todos los parámetros estimados. Por otra parte, el uso del método de máxima verosimilitud ayuda a discriminar objetivamente entre modelos alternativos que se diferencian estructuralmente.

Se colectarán un total de 50 ejemplares, coincidentes con las actividades de cosecha de los recursos principales. Para el caso del análisis de parámetros reproductivos sólo se considera un análisis macroscópico de estas, los cuales si bien no presentan la precisión del análisis microscópico, entregan una muy buena tendencia respecto al comportamiento de esta variable en el tiempo.

A cada ejemplar recolectado se les registrará su longitud peristomial (chanque), testal (erizo) y total (lapa) con sus correspondientes pesos totales.

Para el caso del recurso erizo se pesará en forma independiente la totalidad de las góndadas. Para el caso del recurso chanque se pesará el total de partes blandas (pie y el complejo góndada-glándula digestiva (CGGD) (considerado como peso gonadal), con una precisión 0.01 g. Para el caso del recurso lapa se realizará la medición del peso versus las partes blandas del organismo.

El sexo para lapas será reconocido en concordancia a los patrones de coloración gonadal mencionados para machos y hembras (Bretos & Chihuailaf, 1993 y Olivares *et al.*, 2009).

El sexo de chanque se reconocerá una vez desconchados los ejemplares, ubicando en los machos de un pene situado en la base del tentáculo derecho y en las hembras, un poro genital en el mismo lugar e identificando la glándula de la cápsula y digestiva (Lara *et al.*, 2007).

El cálculo del índice permitirá obtener una aproximación de los sucesos fisiológicos que ocurren en la góndada, asociado al grado de madurez, como un indicador preliminar de la condición reproductiva, con sus fluctuaciones mensuales, en los ejemplares de ambas localidades. El índice gonadosomático (e.g. chanque), se calculará de acuerdo a la siguiente expresión (Cañas y Schuffeneger, 1988):

$$IGS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{Peso\ húmedo\ CGGD}{(Partes\ blandas\ totales - Peso\ Pie)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} IGS_i$$

donde,

CGGD = complejo góndada-glándula digestiva (chanque).

Calculado el IGS promedio, se establecerá su varianza y desviación estándar a través del siguiente estimador:

$$\hat{V}(IGS) = \frac{1}{n} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [IGS_i - IGS]^2 \Rightarrow DS = \sqrt{\hat{V}(IGS)}$$

Se emplearán las mismas estaciones y metodología utilizadas durante la realización del estudio de línea base, considerando una grilla de estaciones distanciadas a 400 metros en sentido longitudinal y a 200 metros en sentido latitudinal.

En cada una de las 9 estaciones se registrará, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH, a nivel superficial y de fondo, empleando una botella oceanográfica tipo Nískin para la toma de muestras a distintos niveles y profundidades.

Para el registro de temperatura, se utilizará un termómetro digital de 0.1°C de precisión. La salinidad será registrada mediante un conductímetro, mientras que el oxígeno disuelto, se estimará a través del empleo de oxigenómetro. Finalmente el pH será registrado con un medidor Hanna de 0.1 puntos de precisión. Toda la información será contrastada con los datos obtenidos durante el estudio de línea base.

Otra de las medidas a implementar es el seguimiento de la temperatura superficial, la cual puede ser asumida por los socios del comité, el cual encargara a uno de sus miembros la lectura de este parámetro en horas del mediodía.

Por otro lado, dado de que la organización cuenta con acceso a internet se capacitará a algunos socios en el ingreso e interpretación de imágenes satelitales de temperatura, salinidad y mareas disponibles en páginas nacionales e internacionales que brindan esa información en forma diaria y/o semanal.



PLAN DE CONTINGENCIA

El desarrollo del presente plan de manejo apunta directamente a la recuperación y uso sustentable de las poblaciones presentes en el área de repoblamiento. No obstante, la situación inicial da cuenta de un fuerte deterioro de sus poblaciones que implica una fuerte intervención tendiente a acelerar dicho proceso de recuperación. Los efectos ambientales y antropogénicos que puedan influir durante todo este proceso pueden actuar tanto negativa como positivamente.

Ante este escenario se consideran dos los factores más preponderantes que podrían influir en el deterioro de las poblaciones bajo manejo:

- Eventos oceanográficos de gran escala: Evento el Niño, La Niña, ascenso de la ZMO (Zona mínima de oxígeno), entre otros.
- Conflictos a través de intervención antropogénica no autorizada: Extracción de organismos presas o especies objetivos del área de repoblamiento a través de acciones no autorizadas por miembros ajenos a la organización.

EVENTOS OCEANOGRÁFICOS DE GRAN ESCALA

En el caso de la ocurrencia de eventos oceanográficos de gran escala como El Niño o La Niña, se seguirá permanentemente su evolución a través de los boletines oceanográficos mensuales emitidos por entidades internacionales como el centro de predicciones climáticas /National Centers for Environmental Prediction (NCEP)/National Weather Service (NWS) de la NOAA y el CIFEN (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno El Niño), y nacionales como el Comité multisectorial encargado del estudio nacional del fenómeno el Niño (ENFEN) y la opinión de expertos de la página OANNES.

Conociendo que es el evento El Niño con magnitud fuerte o extraordinaria, el que mayor efecto negativo tiene sobre los recursos Chanque, Lapa, Choro y las praderas de Aracanto (Tarazona et al, 1985), se tomarán las acciones pertinentes con la finalidad de garantizar el mejor aprovechamiento de los recursos marinos, para lo cual se pueden considerar acciones de “extracción extraordinaria”, previa evaluación ante la presencia de perturbación directa en el área de repoblamiento. Del mismo modo se podrá evaluar la extracción de recursos que se ven positivamente afectados como es el caso del Caracol (*Thais chocolata*).

CONFLICTOS A TRAVES DE INTERVENCION ANTROPOGENICA

La intervención antropogénica es la acción más relevante, debido a que los antecedentes que se tienen en las áreas de repoblamiento iniciadas en las regiones de Tacna y Moquegua, siempre han generado enfrentamientos entre los pescadores artesanales. En ese sentido las vías de comunicación y dialogo entre los pescadores y autoridades locales y regionales deberían de seguir el modelo del “Co-manejo”.

El co-manejo es un enfoque que surge en respuesta a la profunda crisis del enfoque convencional centrado en el Estado que dominó la política de manejo pesquero la mayor parte del Siglo XX (McGoodwin 1990; Sen y Nielsen 1996).

E. Pinkerton (1989a) considera que el co-manejo surgió de cualquier combinación de lo siguiente: la percepción del agotamiento de los stocks locales de peces; los conflictos entre pescadores y administradores estatales, y los conflictos entre diferentes grupos de pescadores.

Quizá la clave que motiva el cambio hacia el co-manejo sea la pérdida de confianza en la habilidad de los gestores estatales para resolver el problema por ellos mismos y la creencia (¿esperanza?) en que la solución podría llegar mediante la participación sustantiva de los grupos de usuarios.

Pinkerton (1989:b) define el co-manejo como un "acuerdo negociado". Jentoft y McCay (1995) ubican el co-manejo dentro de un continuo de configuraciones institucionales, con un extremo dominado por enfoques en los cuales la toma de decisiones es controlada por el Estado, y el otro por enfoques en los cuales los grupos de usuarios adoptan medidas de manejo de forma independiente. Estos autores identifican tres posiciones intermedias, con diferente grado de participación del Estado y de los grupos de usuarios. La primera puede calificarse como educacional, en la cual el Estado toma decisiones e informa a los grupos de usuarios. La segunda es consultiva, en la cual los organismos estatales solicitan la opinión de los usuarios a través de reuniones formales e informales, e intercambian documentos, pero toman decisiones de manera unilateral, que pueden o no tomar en cuenta las opiniones de los usuarios. La tercera posición abarca lo que se considera propiamente como co-manejo, en la cual los gestores estatales y los pescadores discuten problemas y propuestas para arribar a soluciones mutuamente aceptables a los problemas pesqueros. En esta situación, "el principio básico es el autogobierno, pero dentro del marco legal establecido por el Estado, y el poder es compartido entre los grupos de usuarios y el Estado" (Jentoft y McCay 1995).

Pinkerton (1989) identifica una variedad de beneficios que pueden obtenerse al adoptar un enfoque más participativo del manejo, que incluyen 1) la reducción del conflicto entre el Estado y los grupos de usuarios o entre grupos diferentes de pescadores, 2) el mejoramiento de la conservación y el aumento de los stocks pesqueros, 3) el mejoramiento de la calidad de los datos y del análisis, 4) la reducción de la tendencia a la sobrecapitalización y 5) la promoción del desarrollo económico en comunidades pesqueras. Salvo el primer beneficio potencial, no queda claro por qué los demás están necesariamente amarrados a un modelo particular de manejo.

Jentoft y McCay (1995) adoptan una posición más neutral y ven tanto ventajas como problemas, cuando los pescadores asumen un papel mayor en el manejo pesquero. Del lado positivo, ellos advierten que las regulaciones pesqueras tienen más legitimidad, y que el conocimiento más detallado de los bancos de pesca por parte de los pescadores permite refinar el manejo pesquero.

Pero, precisan, el co-manejo también trae problemas: la carga administrativa de las regulaciones y los potenciales conflictos entre los principios de cooperación y los requerimientos regulatorios. Tampoco los beneficios son automáticos, puesto que éstos dependen de la habilidad de los participantes para implementar un régimen de co-manejo que funcione. D. Dobbs (2000), en un estudio sobre pesquerías de la costa noroeste de los Estados Unidos, mostró cómo la efectividad de las instituciones de co-manejo en la resolución de problemas de manejo depende en gran medida de la manera como han sido diseñadas.

El mensaje clave dirigido a administradores de recursos, responsables de las políticas, investigadores y profesionales del desarrollo, es que las soluciones que se proponen a los problemas de manejo de recursos naturales sólo pueden ser duraderas y eficaces cuando el motor que las impulsa es el **conocimiento, acción y aprendizaje de los usuarios locales**.

Bajo este contexto, en el caso de los pescadores de Atico, y en vista de sus características particulares, constituiría un apoyo importante el disponer en la localidad una oficina de la Gerencia de la Producción de Arequipa, toda vez que no existe en el lugar un representante de esta institución, que se encargue de orientar y resolver en primera instancia los problemas propios de la instalación del área de repoblamiento, y a su vez que acompañe e informe sobre la base legal existente los deberes y derechos de los usuarios del área.

Por otro lado, si se conformara un Comité de Gestión Ambiental de la Región Arequipa, que de acuerdo a Ley (D.S. N° 030-2001-PE, R.S. N° 003-2002-PE y R.D. N° 005-2004-PRODUCE-DNA), tiene a su cargo la coordinación, supervisión, seguimiento, evaluación y control de las actividades relacionadas con las áreas de repoblamiento establecidas en su ámbito, así como velar por el cumplimiento de las medidas de carácter técnico y administrativo que sobre el particular dicte el Ministerio de la Producción, se facilitaría la implementación de la medida a lo largo de toda la región.

Bajo este esquema, es que este Comité de Gestión Ambiental no debería de tener una estructura vertical -de administradores a pescadores-, si no siguiendo el modelo del co-manejo:

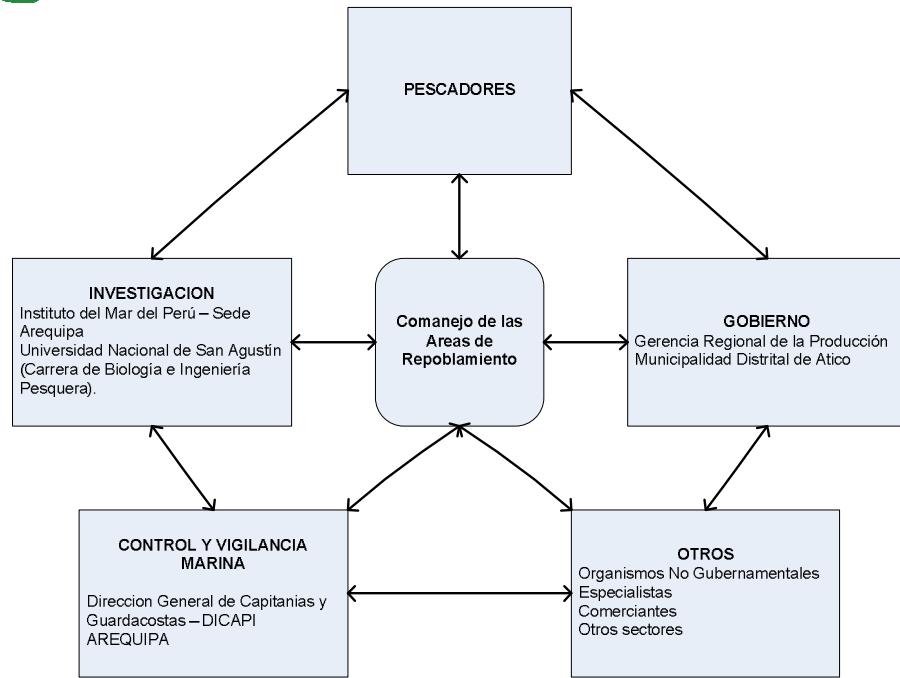


Figura 5. Modelo de gestión basado en co-manejo para áreas de repoblamiento



CRONOGRAMA GENERAL

Actividad	2011												2012												2013												
	Ene	Feb	Mar	Abrr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abrr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abrr	May	Jun	Jul						
Fase I																																					
Evaluación de obtención de ejemplares a través de captación natural																																					
Evaluación de obtención de ejemplares de bancos naturales																																					
Analisis de información																																					
Definición fuentes donantes																																					
Fase II																																					
Repoblamiento (bancos naturales)																																					
Captación post asentados																																					
Evaluación directa																																					
Obtención datos oceanográficos																																					
Estimación cuotas de explotación																																					
Entrega informe de resultados																																					
Explotación especies objetivos																																					
Repoblamiento (Captación natural)																																					
Repoblamiento (bancos naturales)																																					
Captación post asentados																																					
Evaluación directa																																					
Obtención datos oceanográficos																																					
Estimación cuotas de explotación																																					
Entrega informe resultados																																					

BIBLIOGRAFIA

Barahona N, JM Orensanz, AM Parma, G Jerez, C Romero, H Miranda, A Zuleta, V Catasti & P Galvez. 2003. *Bases biológicas para la rotación de áreas en el recurso erizo. Informe Final. Proyecto FIP 2000-18: 1-200.*

Blueweiss, L, H. Fox, V. Kudzma, D. Nakashima, R. Peters and S. Sams. 1978. *Relationships between body size and some life history parameters. Oecologia (Berlin).* 37:257-272 pp.

Bretos, M. & R. Chihuailaf. 1993. *Studies on the reproduction and gonadal parasites of Fissurella pulchra (Gastropoda: Prosobranchia). The Veliger,* 36(3):245-51.

Bohnsack, J. A. 1998. *Application of marine reserves to reef fisheries management, Australian Journal of Ecology* 23, pp. 298-304.

Brown D, ML González, D López y L Durán. 1997. *Estudio de los ciclos vitales de las especies comerciales de lapas del género Fissurella en las regiones I a X. FIP-IT/94-33.* 59 pp + anexos.

Cáceres, CW, AG Benavides, FP Ojeda. 1993. *Ecología trófica del pez herbívoro Aplodactylus punctatus (Pisces: Aplodactylidae) en la costa centro-norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural* 66:185-194.

Campana, S.E. 2001. *Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. J. Fish. Biol.* 59: 197-242

Cañas, P. y Schuffeneger, M. 1989. *Determinación del estado de madurez de Concholepas concholepas (Bruguiere, 1978), por medio de la aplicación de índices gonádicos. Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste. Chile,* pp. 349-353.

Centro Interamericano para el desarrollo de Ecosistemas Sustentable (ICSED). 2001. *Seguimiento de las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. Santiago: ICSED, Servicio de Cooperación Técnica de Chile y SUBPESCA.* 106 pp.

Christy, F.T. Jr., 1983 *Derechos de uso territorial en las pesquerías marítimas: definiciones y condiciones. FAO, Doc.Tec.Pesca, (227): 11 p.*

Contreras S & JC Castilla. 1987. *Feeding behavior and morphological adaptations in two sympatric sea urchin species in central Chile. Mar. Ecol. Prog. Ser.* 38:217-224.

FAO, 2003. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2002, Fisheries Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.*

Fournier, D. A., Sibert, J. R., & M. Terceiro. 1991. *Analysis of length frequency samples with relative abundance data for the gulf of Maine northern shrimp (Pandalus borealis) by MULTIFAN method. Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 591-598.

Fournier, D. A., Sibert, J. R., Majkowski, J. & Hampton, J. (1990) *MULTIFAN : a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length frequency data sets illustrated using data for southern bluefin tuna (Thunnus maccoyii). Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47, 301-317.

Gell, F. R. y Roberts, C. M. 2002. *The Fishery Effects of Marine Reserves and Fishery Closures*, World Wildlife Fund, United States, Washington DC.

Gordon, H.S. 1954. *The economic theory of a common property resource: the fishery*. *Journal of Political Economy*. 62: 124-142.

González H y L Sanhueza. 2002. *Evaluación del crecimiento de Concholepas concholepas (Bruguiere, 1789) en sistema de cultivo de cultivo suspendido, en caleta Chanabaya (I Región)*. Tesis de grado Ingenería en Ejecución en Pesca y Acuicultura. Universidad Arturo Prat. 52 pp + anexos.

Grafton, R. Q.; Kompas, T. y Lindenmayer, D. 2005. *Marine Reserves with Ecological Uncertainty*. *Bulletin of Mathematical Biology* 67, pp. 957-961.

Guisado Ch, E Arias y E Pérez. 1997. *Estudio reproductivo del erizo en las regiones I a VIII*. FIP-IT/96-44. 233 pp.

Herrera G y A. Alvial. 1983. *Talla mínima de madurez gonádica en poblaciones de Concholepas concholepas (Bruguiere, 1789. Mollusca:Gastropoda:Muricidae) en Iquique, Chile*. Memoria Asoc. Latinoam. Acuicult., 5(2):289-293.

Hilborn, R. and C.J. Walters, 1992. *Quantitative Fisheries Stock Assessment. Choice, Dynamics and Uncertainty*. Chapman & Hall, 569 pp.

Holland, D. S. y Braze, R. J. 1996. *Marine Reserves for Fisheries Management*. *Marine Resource Economics* 11, pp. 157-171.

Jentoft, S. y McCay, B. 1995. "User participation in fisheries management". *Marine Policy* 19(3): 227-246.

Jeréz, G. y M. Figueroa. 2008. *Desafíos y perspectivas e la repoblación de moluscos bivalvos en Chile*. En A Lovatelli, A. Fariñas e I. Uriarte (eds). *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina*. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No 12, Roma, FAO. pp. 223-235.

Lara, E., E. Díaz, J. González, G. Jerez, V. Baros, C. Becerra, C. Toledo, C. Gaspar y H. Padilla. 2007. *Comportamiento y parámetros reproductivos de loco en la I y II regiones*. FIP 2005-32. 147 pp + anexos.

McGoodwin, J. R. 1990. *Crisis in the World's Fisheries: People, Problems, and Policies*. Stanford: Stanford University Press, 235 pp.

Molinet C, C Herrera, P Gebauer, M Landaeta y C Moreno. 2010. *Estados tempranos de Echinoidea en canal Lagreze Islas Guaitecas, sur de Chile*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 45(1):19-33.

Olgún A., C. Andrade, C. León, J. González y C. Cortes. 1997. *Investigación de aspectos reproductivos del recurso lapa tendiente a establecer medidas de regulación*. SERPLAC – IFOP. Informe final. 300 pp.

Olivares Paz, A., D. Jofré Madariaga, C. Alvarez Mazú y E. Bustos-Obregón. 2009. *Hermafroditismo Funcional de la Gónada de Fissurella crassa (Mollusca: Fissurellidae)*. *Int. J. Morphol.* [online]. 2009, vol.27, n.2

[citado 2010-05-28] pp. 509-514 . Disponible en:
<http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022009000200034&lng=es&nrm=iso>
ISSN 0717-9502. doi: 10.4067/S0717-95022009000200034

Pinkerton, E., ed. 1989a. *Cooperative management of local fisheries: new directions for improved management and community development*. University of British Columbia Press, Vancouver, BC, Canada.

_____. 1989b. *Introduction: attaining better fisheries management through co-management –prospects, problems, and propositions*. In Pinkerton, E., ed., *Cooperative management of local fisheries: new directions for improved management and community development*. University of British Columbia Press, Vancouver, BC, Canada.

Produce. 2008. *Diagnóstico de los agentes de la actividad pesquera artesanal 2007. Diagnóstico consolidado final - Programa de extensión pesquera 2007*. Dirección General de Pesca Artesanal

Puttman R. 1994. *Community ecology*. Chapman & Hall. London. 177 pp.

Schaefer, M.B. 1954. *Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries*. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. 1(2): 27-56.

Sen, S. y Nielsen, Jesper R. 1996. "Fisheries Co-management: A Comparative Analysis". *Marine Policy* 20: 405-418.

Tarazona, J. et al. 1985. *Modificaciones producidas durante "El Niño" en la infauna de áreas someras del ecosistema de afloramiento peruano*. In: "El Niño", su impacto en la fauna marina (W.Arntz, A. Landa & J. Tarazona, eds): 55-63; Lima:IMARPE.

Vásquez J. 1993. *Abundance, distributional patterns and diets of main herbivorous and carnivorous species associated to *Lessonia trabeculata* beds in northern Chile*. Serie Ocasional, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad católica del norte 2:213-229.

Vásquez J & A Buschmann. 1997. *Hervivore-kelp interactions in Chilean subtidal communities: a review*. *Revista Chilena Historia Natural* 70:41-52.

Vásquez J, P Camus y FP Ojeda. 1998. *Diversidad, estructura y funcionamiento de ecosistemas costeros rocosos del norte de Chile*. *Revista Chilena de Historia Natural*. 71:479-499.

Vásquez J, D Véliz, L Pardo. 2001. *Biodiversidad de macroinvertebrados bajo las grandes algas*. In Alveal K, Antezana T (eds) *Sustentabilidad de la Biodiversidad. Un problema actual, bases científico técnicas, teorizaciones y perspectivas*. Ediciones Universidad de Concepción, pp 293-308.

Villegas M, J Laudlen, W Sielfeld & W Arntz. 2008. *Macrocystis integrifolia and *Lessonia trabeculata* (Laminariales; Phaeophyceae) kelp habitat structures and associated macrobenthic community off northern Chile*. *Helgol Mar Rea*. DOI 10.1007/s1052-007-0096-1

WWF, 2005. *Marine Protected Areas: Providing a Future for Fish and People*. Global Marine Programme, WWF International, Gland, Switzerland.