ESTUDIOS Y DOCUMENTOS

N° 23/2005

INFORME FINAL

"EVALUACIÓN DE LA POSICIÓN TRÓFICA Y LA EFICIENCIA DE LOS MÉTODOS DE RECAPTURA EN SALMÓNIDOS ESCAPADOS DE CENTROS DE CULTIVO"

FIP: 2004-24

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

VALPARAÍSO - CHILE

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR
Casilla 1020, Valparaíso, Chile

PROYECTO FIP Nº 2004-24

"EVALUACIÓN DE LA POSICIÓN TRÓFICA Y LA EFICIENCIA DE LOS MÉTODOS DE RECAPTURA EN SALMÓNIDOS ESCAPADOS DE CENTROS DE CULTIVO"

INFORME FINAL

Valparaíso, junio de 2005

TITULO DEL PROYECTO	:	Evaluación de la posición trófica y la eficiencia de los métodos de recaptura en salmónidos escapados de centros de cultivo
REQUIRENTE	:	Consejo del Fondo de Investigación Pesquera Proyecto FIP Nº 2004-24
CONTRAPARTE	:	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
UNIDAD EJECUTORA	:	Escuela de Ciencias del Mar Facultad de Recursos Naturales Avda. Altamirano Nº 1480, Valparaíso, Chile
JEFE DE PROYECTO	:	Teófilo Melo Fuentes Escuela de Ciencias del Mar Fono (56) (32) 274264 Fax (56) (32) 274206 E-mail: **tmelo@ucv.cl**

EQUIPO DE TRABAJO

Investigador Responsable: Teófilo Melo Fuentes

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)

Investigadores:	Teófilo Melo Fuentes Patricio Pavez Carrera Carlos Hurtado Ferreira Dante Queirolo Palma
Co-Investigadores:	Erick Gaete Alfaro Ivonne Montenegro Urbina Patricia Rojas Zúñiga
Colaboradores:	Alejandro Stack Wilke Roberto Escobar Henríquez Alex Martínez Calderón

Externos

INTESAL (Subcontrato):	Adolfo Alvial Muñoz Ricardo Francke Bahamode

Distribución de ejemplares

10	Consejo del Fondo de Investigación Pesquera
1	Dirección Escuela de Ciencias del Mar
1	Investigador Responsable del Proyecto
1	Instituto Tecnológico del Salmón (INTESAL)

BASES ESPECIALES

PROYECTO N° 2004 – 24

“EVALUACIÓN DE LA POSICIÓN TRÓFICA Y LA EFICIENCIA DE LOS MÉTODOS DE RECAPTURA EN SALMÓNIDOS ESCAPADOS DE CENTROS DE CULTIVO”

TERMINOS BÁSICOS DE REFERENCIA

1. PROYECTO Evaluación de la posición trófica y la eficiencia de los métodos de recaptura en salmónidos escapados de centros de cultivo.

2. ANTECEDENTES

En las aguas interiores de la X y XI Regiones se encuentra la mayor cantidad de centros de cultivo de salmónidos. En el trabajo práctico desarrollado en tales centros, debido a accidentes provocados por malas condiciones de mar o a la acción de delincuentes entre otras, en ciertas épocas se producen escapes de salmónidos al medio natural. Estos peces, según la reglamentación vigente en el RAMA, deben ser recapturados en un plazo breve de algunos días de modo de evitar la ocurrencia de potenciales impactos ambientales en la fauna nativa.

Se requiere, a partir de lo mencionado, la evaluación de los sistemas de recaptura con una adecuada tecnología y arte de pesca, que las empresas deben tener disponibles para la recaptura de estos peces escapados. Se pretende entonces, a través de este proyecto, evaluar las opciones tecnológicas por medio del uso de distintos artes de pesca que optimicen dicha recaptura y determinen el radio en torno a los centros que aseguren la recuperación de la gran mayoría de dichos especimenes.

Además existen dudas respecto del comportamiento trófico de estos peces una vez escapados. Por esta razón se estima necesario incorporar un análisis a través de algunos días continuos de muestreo de los contenidos estomacales de estos peces como una manera de evaluar con dicha alimentación, el potencial efecto de estas especies carnívoras sobre la cadena trófica existente en la zona.

Esta investigación contribuirá a la escasa información existente acerca del comportamiento de dichas especies en ambiente natural, en cuanto a hábitos alimenticios y relación con la fauna nativa existente en la zona. El Consejo del Fondo de Investigación Pesquera, teniendo presente el programa de investigación pesquera remitido por la

Subsecretaría de Pesca y la necesidad de disponer de información actualizada y oportuna sobre este tema en el marco del RAMA, ha identificado e incluido el presente proyecto en el Programa de Investigación 2004.

3. OBJETIVO GENERAL

Identificar, evaluar y seleccionar, de acuerdo a su eficiencia, los métodos de recaptura aplicables por la industria salmonera nacional para recuperar los individuos escapados de centros de cultivo de salmónidos en las Regiones X y XI.

4. OBJETIVOS ESPECIFICOS

4.1 Identificar y describir los artes de pesca disponibles, la estrategia y operación de recaptura más adecuada para recuperar individuos de especies salmonídeas escapados desde las balsas jaulas en las aguas interiores de la X y XI Regiones.

4.2 Establecer parámetros de eficiencia de recaptura de los peces, utilizando diversos artes de pesca y considerando los tiempos transcurridos desde la liberación.

4.3 Recomendar un listado priorizado de artes de pesca, de acuerdo a la eficiencia en la recaptura.

4.4 Identificar las especies y proporción relativa de la fauna acompañante que se registre en la recaptura de salmónidos.

4.5 Establecer la relación entre la distancia desde el punto de recaptura de los peces al o los centros de cultivos existentes, en función del área que debe cubrir la operación de recaptura y el tiempo transcurrido del evento.

4.6 Establecer la variación temporal en la dieta de los individuos escapados.

5. METODOLOGÍA

5.1 El proponente deberá desarrollar su propuesta técnica, de acuerdo con lo consignado en el punto 5.1, letra d), de las Bases Administrativas de los Concursos FIP lo siguiente: (i) descripción de la o las metodologías que utilizará para dar cumplimiento al objetivo general y objetivos específicos en términos fundados, en este punto se deberá tener en cuenta que la propuesta deberá ser autocontenida; (ii) un programa de actividades detallado; (iii) composición y organización del equipo de trabajo; (iv) cronograma mensual de la asignación de las horas hombres (HH) de cada miembro del equipo de trabajo y (v) detallar la experiencia de dicho equipo de trabajo, y del proponente en el tema del proyecto.

Además, el proponente deberá en la propuesta económica dar cumplimiento a lo consignado en el punto 5.2 (letra d) de las Bases Administrativas precitadas. De la misma forma el proponente deberá considerar en su proposición de plan de pago una última cuota equivalente al 20% del monto total propuesto para ejecutar el proyecto, a ser cancelada una vez aprobado el informe final del proyecto.

El Consultor no podrá incluir dentro de su propuesta económica inversiones en activos fijos. Sin perjuicio de lo anterior, el Consejo podrá autorizar en forma extraordinaria la incorporación de inversiones cuando ellas sean indispensables para la ejecución del proyecto y el equipo o tecnología no se encuentre disponible en Chile y/o no pueda ser arrendado, en cuyo caso pasarán a ser propiedad del Estado de Chile.

5.2 Para dar cumplimiento al objetivo general del proyecto el consultor deberá considerar al menos los siguientes enfoques metodológicos.

a) Efectuar faenas de pesca de salmónidos escapados, utilizando metodologías objetivas e involucrando diversos artes de pesca para poder realizar comparaciones.

Independiente de la modalidad de pesca, para cada faena de pesca se deberá establecer:

a) Especies hidrobiológicas y su representatividad.
b) Parámetros poblacionales de las especies capturadas.
c) Realizar análisis de contenidos estomacales para establecer dietas y tramas tróficas.
d) La estructura de edades en base a lectura de escamas u otolitos.

Descripción del diseño de muestreo, el que deberá considerar a lo menos lo siguiente:

a) Tamaño de la muestra.
b) Varianza e intervalos de confianza de los estimadores.

c) Principales aspectos de la operación: características de los artes de pesca, número de embarcaciones, número de lances por embarcación, número total de lances por faena de pesca, duración de la pesca de investigación.

5.3 El consultor en relación con los objetivos específicos 4.1, 4.2. y 4.6, deberá diseñar la metodología de muestreo considerando al menos lo siguiente:

a) Áreas a prospectar, frecuencia de muestreo, representatividad espacial y temporal de muestreo. Señalar cuántas experiencias de liberación de individuos se realizarán y cuántos ejemplares se utilizarán.
b) Descripción del método a utilizar para la determinación de los contenidos estomacales.

5.4 Para cumplir con los objetivos específicos 4.2, 4.3, 4.5 y 4.6, el consultor deberá obtener registros precisos de las fechas en que se han producido los escapes y las cantidades de ejemplares escapados y proponer una o más metodologías que permitan diferenciar los tiempos de recaptura y su posición respecto del centro de origen. La propuesta debe considerar experimentos de escapes controlados utilizando tecnología de telemetría u otros, para medir la eficiencia de los artes de pesca en función del tiempo y área de escape.

5.5 Para el cumplimiento del objetivo específico 4.4, se deberá identificar y clasificar, por especie y talla, la fauna acompañante de la captura de salmónidos, durante la pesca de investigación.

5.6 El consultor, para los efectos de realizar los muestreos correspondientes, deberá solicitar a la Subsecretaría de Pesca la autorización correspondiente para realizar pescas de investigación y recaptura.

5.7 El proponente deberá contemplar al inicio del proyecto una reunión de coordinación entre el consultor, la Subsecretaría de Pesca y el FIP. Además, el consultor deberá estar disponible para las consultas y reuniones que determine el FIP durante la ejecución del estudio, en los temas atingentes al proyecto.

5.8 El consultor deberá realizar un taller de difusión y discusión metodológica, considerando la participación de científicos y técnicos relacionados con el tema. El taller se deberá efectuar antes de la entrega del preinforme final.

5.9 El plazo de ejecución del proyecto será de ocho (8) meses y se deberá iniciar durante el primer semestre del año 2004, a partir de la fecha de término de tramitación del decreto del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que aprueba el contrato de investigación entre el Consejo del FIP y el consultor adjudicatario de la licitación.

5.10 El proponente deberá entregar al Consejo de Investigación Pesquera los siguientes informes, los cuales deberán presentar un formato acorde a lo señalado en el punto 15.4 de las Bases Administrativas del FIP:

a) Informes mensuales de gestión, que deberán contener información sobre el desarrollo y los resultados obtenidos en los muestreos y las experiencias de recaptura. El proponente en su oferta técnica deberá explicitar claramente los resultados parciales a entregar en estos informes.
b) Un informe de avance, al finalizar el 4to mes de iniciado el proyecto, debiendo detallar las actividades realizadas hasta esa fecha. El proponente en su oferta técnica deberá explicitar claramente los resultados parciales a entregar en este informe.
c) Un preinforme final, con todos los análisis y resultados consignados al efecto en los Términos Básicos de Referencia, a entregar al término del 7° mes de iniciado el proyecto.

Se deberá poner a disposición del Consejo de Investigación Pesquera las bases de datos de la información generada, desarrollada y recopilada en el proyecto, en formato DBF, en diskettes de alta densidad de 3.5" o CD, el nombre del archivo deberá tener un máximo de 8 caracteres y deberá ser alfanumérico, dentro del archivo cada columna deberá ser identificada con un nombre de campo, el cual deberá tener una extensión máxima de 10 caracteres, no conteniendo espacios.

No deberá existir ningún texto explicativo dentro de archivo de datos mismo. Deberá entregarse un archivo índice, el cual deberá contener una descripción de todos y cada uno de los archivos de datos que conforman el proyecto. Este archivo deberá tener formato DBF y estará formado por cuatro campos (Campo 1= COD_PROYEC; Campo 2= RUTA; Campo 3= ARCH; y Campo 4= DESCRIPCIO), el cual será usado por el sistema para conectar los archivos de datos e información y asociarlos al proyecto. Este requerimiento será evaluado junto con el pre-informe final.

d) Un informe final a entregar al término del plazo establecido para el proyecto, habida consideración de las observaciones al preinforme final.

Cada uno de los informes (avances, preinforme final, informe final) deberá contener un anexo específico que se titulará "Personal participante por actividad", donde deberá consignarse el personal participante señalando **para cada objetivo del proyecto** los nombres de los profesionales, técnicos y/o muestreadores que ejecutaron las actividades más relevantes, indicando las horas empleadas en cada una de ellas. Asimismo, en el caso de muestreos deberán entregarse detalles de período (fechas) y lugares (geográficos).

5.11 El proponente deberá comprometer la obtención de material fotográfico y/o audiovisual que de cuenta de las principales actividades del proyecto, éste deberá estar indicado en la propuesta técnica, describiendo el contenido del material para (los) informe(s) de avance y el preinforme final, para fines de difusión que el Consejo del FIP determine. Este material podrá ser entregado en medios magnéticos, negativo o impreso.

6. RESULTADOS ESPERADOS

El proponente deberá incluir los siguientes resultados tanto en el pre-informe final como en el informe final.

6.1) Determinación de los artes de pesca más adecuados en función del mínimo tiempo de recaptura y área de influencia para especies salmonídeas escapadas en las aguas interiores de la X y XI Regiones.

6.2) Determinación de la relación entre tiempo de escape y distancia del centro de cultivo originario de dichos peces en las aguas interiores de la X y XI Regiones.

6.3) Determinación de la variación temporal de la composición de la dieta de salmónidos capturados provenientes de centros de cultivo, en las aguas interiores de la X y XI Regiones.

6.4) Determinación de la fauna acompañante de los salmónidos escapados en aguas interiores de la X y XI Regiones.

6.5) Conclusiones y recomendaciones emanadas del taller de difusión y discusión metodológica.

El proponente deberá tanto en el pre-informe final como en el informe final describir la metodología utilizada en el proyecto, proporcionar el resumen ejecutivo en formato Word (.doc), el que no deberá exceder de cinco páginas, y el documento íntegro en formato PDF. Los textos, tablas y figuras de los informes deberán ser entregados en formatos Word (.doc) y Excel (.xls), según corresponda, en diskettes de alta densidad de 3,5" o CD. Deberá estar documentada la estructura y contenido de todos los archivos que se entreguen.

7. PRESUPUESTO INDICATIVO: $ 45.000.000.-

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

29/06/204	◊ El CIP notifica a la PUCV la adjudicación del proyecto
09/07/2004	◊ La PUCV hace entrega de contratos de investigación al CIP
14/07/2004	◊ Se aprueba contrato entre la PUCV e INTESAL
23/07/2004	◊ Se aprueba contrato de investigación entre el CIP y la PUCV
28/07 – 20/08/2004	◊ Se llevan a cabo encuestas en terreno
27/08/2004	◊ Se realiza focus group en la ciudad de Puerto Montt
06/09/2004	◊ Envío de orden de compra del sistema de marcaje de salmones
08/09/2004	◊ Entrega del Informe de Gestión I (Estud. Doc. N° 12/2004)
10/09/2004	◊ Inicio de reuniones para la participación de empresas salmoneras
16/09 – 23/09/2004	◊ Construcción de red de cerco de cierre vertical
25/09/2004	◊ Recepción del sistema de marcaje en Valparaíso
07/10/2004	◊ Entrega de Informe Técnico “Selección de artes de recaptura de salmónidos en proyecto FIP N° 2004-24” (Estud. Doc. N° 17/2004)
25/10/2004	◊ Reunión de coordinación con la Secretaría Ejecutiva del CIP
26/10/2004	◊ Se concreta reunión con Salmofood para 27 de octubre
27/10/2004	◊ Salmofood posterga su respuesta por problemas administrativos con su concesión

3/11/2004	◊ Intesal presenta proyecto a la Empresa Trusal
11/11/2004	◊ Ingresa Solicitud de Pesca de Investigación a la Subsecretaría de Pesca (incluye sólo la participación de la empresa Pacific Star S.A)
18/11/2004	◊ Entrega del Informe de Gestión II (Estud. Doc. N° 20/2004)
2/12/2004	◊ Salmofood decide no participar en el proyecto
12/11/2004	◊ Trusal S.A acepta participar en el proyecto
1/12/2004	◊ Reunión de coordinación y trabajo entre equipo PUCV y Empresa Pacific Star S.A.
3/12/2004	◊ Fue aceptada la solicitud de pesca de investigación mediante la Resolución N°3477
3/12/2004	◊ Comienzan las actividades previas a la liberaciones, referente a la prueba in situ del cerco de cierre vertical (manejo operacional)
3-5/12/2004	◊ Se realizan las actividades de marcaje para las primeras 4 liberaciones en el centro Yenecura, Quellón, X región.
7/12/2004	◊ Se realiza el pago del extracto de la resolución N°3477, en la sucursal del Diario Oficial, Santiago
7/12/2004	◊ Se reanudan las actividades con red de cerco cierre vertical, para capacitación de operarios por parte de la empresa Pacific Star S.A.
11/12/2004	◊ Es publicado el extracto de la resolución N°3477 en el Diario Oficial
13/12/2004	◊ Se realiza la primera liberación de salmones, centro Yenecura (20:00)

14/12/2004	◊ Se realiza la segunda liberación de salmones, centro Yenecura (08:30)
14/12/2004	◊ Comienzan las actividades de recaptura, con el uso del cerco de cierre vertical
14/12/2004	◊ Ingresa Solicitud de Pesca de Investigación a la Subsecretaría de Pesca (incluye sólo la participación de la empresa Trusal S.A)
16/12/2004	◊ Fin de actividades de recaptura con cerco cierre vertical
16/12/2004	◊ Se realiza la tercera liberación de salmones, centro Yenecura (20:00)
17/12/2004	◊ Se realiza la cuarta liberación de salmones, centro Yenecura (08:30)
17/12/2004	◊ Comienzan las actividades de recaptura, con el uso del sistema jaula móvil
19/12/2004	◊ Fin de actividades de recaptura con jaula móvil
20/12/2004	◊ Se finalizan actividades en el centro Yenecura, Quellón, X región.
28/12/2004	◊ Entrega del Informe de Gestión III (Estud. Doc. N° 25/2004)
11/01/2005	◊ Es aceptada la solicitud de pesca de investigación a través de la Resolución N°70 (Empresa Trusal S.A)
23/01/2005	◊ Viaje a la ciudad de Quellón, X Región, al centro Yenecura de la empresa Pacific Star, para la realización de la segunda experiencia.
24/01/2005	◊ Arribo a la ciudad de Quellón y reunión con personal de Intesal.

25/01/2005	◊ Inicio de actividades de acondicionamiento e inicio del marcaje.
27/01/2005	◊ Término del marcaje de salmones para las liberaciones
28/01/2005	◊ Acondicionamiento de las redes de enmalle, que serán revisados periódicamente, y extracción de mortalidad.
29/01/2005	◊ Realización de capacitación a operarios y lances de prueba
31/01/2005	◊ Primera liberación de salmones, actividades complementarias (cebo, filmación y fishmax), revisión de enmalles y lances con red de cerco de cierre vertical
03/02/2005	◊ Fin de actividades con cerco de cierre vertical
04/02/2005	◊ Segunda liberación, cebado, fishmax y lances con jaula móvil
07/02/2005	◊ Fin de actividades de recaptura con jaula móvil y retiro de redes de enmalle
14/02/2005	◊ Viaje a la cuidad de Calbuco, X Región, al centro Caicaen de la empresa Trusal S.A.
15/02/2005	◊ Llegada al centro Caicaen y reunión con jefatura del centro
16/02/2005	◊ Se acondiciona las redes de contención para los salmones marcados y se inicia proceso de marcaje de los peces
17/02/2005	◊ Continuación del proceso de marcaje
18/02/2005	◊ Instalación de los enmalles en el centro (PUCV) y contacto con pescadores de orilla, los cuales serán revisados periódicamente

19/02/2005	◊ Se extrae mortalidad y se realiza la primera liberación para recaptura con jaula móvil
23/02/2005	◊ Fin de actividades de recaptura con jaula móvil y cebado
24/02/2005	◊ Se realiza segunda liberación de peces marcados, para recaptura con red de cerco vertical y seguimiento con pescadores de orilla
28/02/2005	◊ Fin de actividades de recaptura con cerco cierre vertical y retiro de redes de enmalle en el centro (enmalles PUCV)
31/02/2005	◊ Fin de seguimiento con pescadores de orilla para la recuperación de peces marcados en Caicaen (Calbuco)
07/04/2005	◊ Realización del Taller de difusión del proyecto
22/04/2005	◊ Entrega del Pre-Informe Final del proyecto al FIP
27/05/2005	◊ El Consejo de Investigación Pesquera en sesión Nº 129, realizada el 26 de mayo del 2005, resolvió aprobar sin observaciones el Pre-Informe Final del proyecto. Carta FIP Nº 345
20/06/2005	◊ Entrega del Informe Final del proyecto al FIP

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe esta compuesto por el desarrollo total de las actividades propuestas en el desarrollo del proyecto FIP 2004-24 “Evaluación de la posición trófica y la eficiencia de los métodos de recaptura en salmónidos escapados de centros de cultivo”, con el objeto de dar cumplimento a lo estipulado en los Términos Básicos de Referencia del mismo estudio y a la planificación incluida en la Oferta Técnica de nuestra Institución. Para este efecto se analizaron las encuestas realizadas a las principales empresas del sector salmonero de la X región. Posteriormente, se realizó el Focus Group con integrantes de las empresas, que en conjunto con el Consultor definieron los artes o sistemas de recaptura a emplear y los parámetros y variables a evaluar, según el esquema metodológico planteado en un comienzo. Finalmente se analizaron los resultados de las experiencias *in situ*, como las complementarias propuestas en el marco de este proyecto.

Respecto del análisis de las encuestas, principalmente asociado a los artes o sistemas implementados para la eventualidad de un escape de salmones, se pudo evidenciar la presencia de 5 artes, correspondiendo básicamente a red de muestreo (50%), jaula móvil (22%), bolinche de muestreo (11%), red de enmalle (11%) y finalmente la jaula vacía con un 6% del total observados.

Dentro de estos aparejos a juicio del Consultor, de lo emanado del Focus Group y sin ser previamente evaluados cada uno de ellos, la jaula móvil presenta evidencias de constituirse en el sistema que responde de una mejor manera a un plan de recaptura, sin ser ninguno de ellos diseñados y construidos para esta función. De lo anterior, se puede precisar que la mayoría de estos sistemas o aparejos están orientados básicamente para labores de muestreo, a excepción de la jaula móvil que está focalizada principalmente a faenas de traslado de peces o como infraestructura de apoyo a otras labores propias de un centro.

Referente a lo emanado del Focus Group, el Consultor logra definir con el apoyo de la experiencia práctica de profesionales del sector, (debida a la escasa información de esta temática a abordar y definir) los parámetros y las variables a incluir en el esquema metodológico propuesto a inicios del proyecto. De esta forma las principales conclusiones que resultaron de esta actividad, la cual se llevó a cabo mediante una herramienta de apoyo conocida como Brainstorming, fue que la especie Salmón del Atlántico es considerada como crítica a evaluar y al igual que la variable tiempo de retardo antes de comenzar las actividades de recaptura. Referente a los aparejos y sistemas de recaptura a evaluar, se definieron el cerco con cierre vertical y la jaula móvil.

Finalmente en lo que respecta a las actividades realizadas, en particular lo referente a liberaciones y recapturas de los salmones previamente identificados a través de marcas externas, estas se realizaron en el centro Yenecura (centro con frente protegido, variable del esquema metodológico), perteneciente a la empresa Pacific Star S.A en la localidad de Quellón, X región. y en el centro Caicaén (centro con frente expuesto, variable del esquema metodológico), perteneciente a la empresa Trusal S.A en la localidad de Calbuco, X región.

Para un mayor entendimientos de las distintas etapas realizadas se definieron tres macro actividades, en las cuales las dos primeras se realizaron en el centro Yenecura y la tercera en el centro Caicaén. En esta primera actividad del proyecto, no se obtuvieron ejemplares recapturados de salmones en los lances efectuados con cerco cierre vertical ni con jaula móvil. Producto de lo anterior, el Consultor se reunió con miembros del FIP y del Departamento de Acuicultura de la Subpesca, definiendo nuevos planteamientos y cambios en el esquema metodológico, con objeto de aumentar la probabilidad de éxito en la recaptura, lo que permitiese realizar comparaciones entre aparejos y entender de mejor manera el comportamiento presentado por los salmones escapados.

En la segunda actividad, producto de la inexistencia de recaptura de salmones marcados liberados, el Consultor construyó dos redes de enmalle como indicador de presencia y permanencia de los salmones liberados al interior del tren de balsas. Las cuales fueron dispuestas en balsas vacías (sin redes), las cuales comenzaron a operar previo a al primera liberación de cada actividad, hasta el término de cada actividad. Los resultados de captura mediante el cerco cierre vertical y jaula móvil no fueron distintos a lo

observado en la primera actividad. Sin embargo las redes de enmalle arrojaron capturas de salmones marcados tanto en la primera como segunda liberación. Estos ejemplares recapturados se observaron en un período de tiempo no superior a los 3 días desde su liberación. Sin embargo la mayor captura se presentó en las primeas 24 horas, disminuyendo ostensiblemente a los 3 días. Esta observación se complemento y ratificó con la información emanada de inspecciones realizadas por buceo, filmaciones submarinas o simplemente por inspección visual. En el desarrollo de esta actividad es importante dejar claro que las recapturas asociadas a cada liberación, correspondieron sólo a individuos de cada liberación, entendiendo por esto último que jamás se recapturaron especies marcadas de la primera liberación en las capturas de la liberación posterior.

Finalmente en la tercera actividad de modo de obtener una mayor información referente al comportamiento, específicamente para recobrar información del grado de desplazamiento en función al tiempo transcurrido desde su liberación, es que se potenciaron las actividades de contacto con pescadores de orilla que utilizan como aparejo las redes de enmalle para la captura de salmones u otras especies, logrando un trabajo en conjunto con 7 familias de pescadores de orilla. Además se construyó un total de 4 redes de enmalles para esta actividad y que fueron dispuestas tanto al interior del tren, como por fuera de la lobera, en sus cabezales externos expuestos, con la finalidad de disponer de un indicador de presencia y permanencia de los peces liberados, además de funcionar como un potencial indicador de posibles rutas de escape de los salmones, de manera de reorientar la estrategia de recaptura y potenciarla la misma.

Los resultados de recaptura de salmones marcados y posteriormente liberados por medio de jaula móvil y cerco cierre vertical , también fueron negativos. Sin embargo la pesca de orilla presentó recapturas a las primeras 6 horas de efectuado la liberación a una distancia de 1.800 m. Transcurridas las 24 horas de la liberación ya se observaban capturas de salmones marcados a 3.000 m. Finalmente a las 72 horas, las capturas disminuyen drásticamente, sin tener capturas transcurrido este tiempo. Dicho comportamiento fue observado de una forma similar en la segunda liberación realizada en este centro. Sin embargo la recaptura en las redes de enmalle en el centro de cultivo arrojaron valores muy por debajo de lo acontecido en el centro de Yenecura, tomando en cuenta que esta liberaciones fueron realizadas por fuera de la lobera y con ejemplares de 1 kg de peso

promedio, a diferencia de los ejemplares liberados en Yenecura, donde las liberaciones fueron realizadas por dentro de la lobera y con ejemplares con un peso promedio de 3.5 kg.

Por último, y conforme a lo estipulado en los Términos Básicos de referencia, la Escuela de Ciencias del Mar llevó a cabo un Taller, con la finalidad de analizar, discutir y difundir los resultados de la Investigación. En este taller se logró contar con la presencia de integrantes de Subsecretaría de Pesca, Sernapesca, Salmonchile y PUCV.

TABLA DE CONTENIDO

1 OBJETIVOS 1
1.1 Objetivo general 1
1.2 Objetivos específicos 1
2 ANTECEDENTES 2
2.1 Casos de escapes reportados 2
2.2 Escapes de salmónidos en Chile 3
2.3 Impactos ambientales asociados al escape de salmones 4
2.4 Marco regulatorio 5
2.5 Marcaje de salmónidos 7
2.5.1 -Marcadores externos 8
2.5.2 -Marcadores internos 11
2.6 Análisis de contenido estomacal 12
3 METODOLOGIA 13
3.1 Objetivo 1 .- Identificar y describir los artes de pesca disponibles, la estrategia y operación de recaptura más adecuada para recuperar individuos de especies salmonídeas escapados desde las balsas jaulas en las aguas interiores de la X y XI Regiones. 13
3.1.1 Marco general 13
3.1.2 Realización de encuestas 14
3.1.3 Realización Focus Group 15
3.1.4 Proceso de selección de los centros 19
3.2 Objetivo 2.- Establecer parámetros de eficiencia de recaptura de los peces, utilizando diversos artes de pesca y considerando los tiempos transcurridos desde la liberación. 25
3.3 Objetivo 3.- Recomendar un listado priorizado de artes de pesca, de acuerdo a la eficiencia de recaptura 27
3.4 Objetivo 4.- Identificar las especies y proporción relativa de la fauna acompañante que se registre en la recaptura de salmónidos. 30
3.5 Objetivo 5.- Establecer la relación entre la distancia desde el punto de recaptura de los peces al o los centros de cultivo existentes, en función del área que debe cubrir la operación de recaptura y el tiempo transcurrido del evento. 31

3.6 Objetivo 6.- Establecer la variación temporal en la dieta de los individuos escapados. 34
3.6.1 Otras actividades de interés (actividades complementarias) 35
4 RESULTADOS 39
4.1 Objetivo 1.- Identificar y describir los artes de pesca disponibles, la estrategia y operación de recaptura más adecuada para recuperar individuos de especies salmonídeas escapados desde las balsas jaulas en las aguas interiores de la X y XI Regiones. 39
4.1.1 Realización de encuestas 39
4.1.2 Resultados de la actividad Focus Group 60
4.1.3 Selección de los centros participantes. 71
4.2 Objetivo 2.- Establecer parámetros de eficiencia de recaptura de los peces, utilizando diversos artes de pesca y considerando los tiempos transcurridos. 72
4.2.1 Relaciones de eficiencia 92
4.3 Objetivo 3.- Recomendar un listado priorizado de artes de pesca, de acuerdo a la eficiencia de recaptura. 101
4.4 Objetivo 4.- Identificar las especies y proporción relativa de la fauna acompañante que se registre en la recaptura de salmónidos. 103
4.5 Objetivo 5.- Establecer la relación entre la distancia desde el punto de recaptura de los peces al o los centros de cultivo existentes, en función del área que debe cubrir la operación de recaptura y el tiempo transcurrido del evento. 106
4.6 Objetivo 6.- Establecer la variación temporal en la dieta de los individuos escapados. 112
5 ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 126
6 CONCLUSIONES 132
7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 134

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Esquema metodológicos de las actividades experimentales realizadas 21
Tabla 2. Sistemas o aparejos de recaptura utilizados en los centros de cultivo..... 45
Tabla 3.Cuadro resumen de los ejemplares (*Salmo salar*) marcados según protocolo de actividades..... 73
Tabla 4. Información referente a las liberaciones según protocolo..... 75
Tabla 5. Principales datos de los lances realizados con cerco cierre vertical (CCV) 78
Tabla 6. Tiempos operacionales de los lances con cerco cierre vertical..... 79
Tabla 7. Principales datos de los lances realizados con jaula móvil (JM) 88
Tabla 8. Principales datos de los lances realizados red de enmalle (RE) 91
Tabla 9. Lances de CCV realizados en la primera actividad..... 93
Tabla 10. Lances de CCV realizados en la segunda actividad. 93
Tabla 11. Lances de CCV realizados en la tercera actividad..... 94
Tabla 12. Relaciones de eficiencia del CCV en la primera actividad (Yenencura)..... 94
Tabla 13. Relaciones de eficiencia del CCV en la segunda actividad (Yenencura) 95
Tabla 14. Relaciones de eficiencia del CCV en la tercera actividad (Caicaén)..... 95
Tabla 15. Lances de JM realizados en la segunda actividad. 96
Tabla 16. Lances de JM realizados en la tercera actividad..... 96
Tabla 17. Relaciones de eficiencia de JM en la segunda actividad (Yenecura)..... 97
Tabla 18. Relaciones de eficiencia de JM en la tercera actividad (Caicaén)..... 97
Tabla 19. Operación redes de enmalle en la segunda actividad (a). 98
Tabla 20. Operación redes de enmalle en la segunda actividad (b). 99
Tabla 21. Operación redes de enmalle en la tercera actividad (a)..... 99
Tabla 22. Operación redes de enmalle en la tercera actividad (b)..... 99
Tabla 23. Relaciones de eficiencia de redes de enmalle en la segunda actividad (a) 100
Tabla 24. Relaciones de eficiencia de redes de enmalle en la segunda actividad (b) 100
Tabla 25. Relaciones de eficiencia de redes de enmalle en la tercera actividad (a)..... 100
Tabla 26. Relaciones de eficiencia de redes de enmalle en la tercera actividad (b)..... 100
Tabla 27. Cuadro comparativo entre cerco cierre vertical, jaula móvil y red de enmalle 101
Tabla 28. Matriz de ponderación y calificación de los métodos de recaptura 102
Tabla 29. Puntaje final de los métodos de recaptura 102
Tabla 30. Registros de la captura de los lances efectuados con lance con cerco cierre vertical. 104

Tabla 31. Registros de la captura de los lances efectuados con lance con jaula móvil… 104
Tabla 32. Registros de la captura efectuados con redes de enmalle. 105
Tabla 33. Resultado del análisis de los estómagos muestreados 112

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Esquema metodológicos de las actividades experimentales propuestas 19
Figura 2. Marcas del tipo Floy T-Bar propuestas para su utilización en el estudio. 21
Figura 3. Medición de la longitud anterior en una escama..... 35
Figura 4. Circuli y anulus en una escama..... 36
Figura 5. Relación entre el crecimiento de un pez y su escama, de acuerdo al principio de dependencia lineal. (Tomado de Chugunova 1963)..... 37
Figura 6. Ubicación de a) Centros encuestados en la zona de Calbuco , b) Centros encuestados Estuario y Seno Reloncaví , c) Centros encuestados en la Isla de Chiloé , d) Centros encuestados en el Lago Llanquihue 40
Figura 7. Especies cultivadas en los centros cultivados. 41
Figura 8. Dimensiones de balsas jaulas en centros de cultivo visitados. 42
Figura 9. Especies capturadas por pescadores de orilla en los entornos de los centros... 42
Figura 10. Material de las embarcaciones de los centros encuestados. 43
Figura 11. Recambio de materiales en los sistemas de fondeo..... 44
Figura 12. a) Paño de red de muestreo, b) paño de red. 46
Figura 13. Módulos de jaulas con una jaula móvil circular..... 48
Figura 14. Red de bolinche de muestra utilizada por la industria salmonera para la 50
Figura 15. Diagrama de construcción y armado de una balsa jaula. 52
Figura 16. a) Grupos de trabajos (Focus Group), b) Trabajo Grupal (Focus Group) 61
Figura 17. Esquema red de cerco con cierre vertical de jareta..... 69
Figura 18. a) Red de cerco de cierre vertical, b) Flotadores de la red de cerco, c). Relinga de plomos y pesos de la red de cerco, d). Anillas y patas de gallo de la red..... 70
Figura 19. a) Actividades para anestesiar los peces, b) Peces anestesiados con benzocaína en bins de muestreo, c) Actividades de marcaje de los peces y d) Actividades de muestreo (talla y peso)..... 74
Figura 20. Estiba de la red en la embarcación. 80
Figura 21. Calado de red de cerco cierre vertical..... 81
Figura 22. Fin del calado de la red de cerco cierre vertical..... 82
Figura 23. a) Virado de puntero y calón de popa. b) Se hacen firmes los extremos para iniciar el virado de la llave. 83
Figura 24. Remolque de la embarcación principal desde la embarcación auxiliar o secundaria. 83

Figura 25. a) Virado de la llave de la red. b) Llegada de las anillas al bote, c) Izado de las anillas d) Red cerrada con anillas en el bote 84
Figura 26. Virado de la red (Flotadores, tela y relinga de plomos). 85
Figura 27. Disposición redes enmalle en la segunda actividad, centro Yenecura 90
Figura 28. Disposición redes enmalle en la tercera actividad, centro Caicaén. 90
Figura 29. Localización de los ejemplares recapturados en Punta de Lapa (artesanales). 106
Figura 30. Localización de los ejemplares recapturados en Punta Caicaén (artesanales). 107
Figura 31. Localización de los ejemplares recapturados en Punta Caicaén, ala las 24 horas. 110
Figura 32. Localización de los ejemplares recapturados en Punta Caicaén, ala las 48 horas. 110
Figura 33. Localización de los ejemplares recapturados en Punta Caicaén, ala las 72 horas. 111
Figura 34. Regresión lineal tras la aplicación de intervalo de confianza (á = 0,05) 114
Figura 35. a) Escama de un individuo de talla 46 cm. b) Escama de un individuo de talla 44 cm. c) Escama de un individuo de talla 42 cm. y d) Escama de un individuo de talla 31 cm. 115
Figura 36. Escama con núcleo no definido. 116
Figura 37. Regresión lineal tras la aplicación de intervalo de confianza (á = 0,05) 117

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Identificar, evaluar y seleccionar, de acuerdo a su eficiencia, los métodos de recaptura aplicables por la industria salmonera nacional para recuperar los individuos escapados de centros de cultivo de salmónidos en las Regiones X y XI.

1.2 Objetivos específicos

1.- Identificar y describir los artes de pesca disponibles, la estrategia y operación de recaptura más adecuada para recuperar individuos de especies salmonídeas escapados desde las balsas jaulas en las aguas interiores de la X y XI Regiones.

2.- Establecer parámetros de eficiencia de recaptura de los peces, utilizando diversos artes de pesca y considerando los tiempos transcurridos desde la liberación.

3.- Recomendar un listado priorizado de artes de pesca, de acuerdo a la eficiencia de recaptura.

4.- Identificar las especies y proporción relativa de la fauna acompañante que se registre en la recaptura de salmónidos.

5.- Establecer la relación entre la distancia desde el punto de recaptura de los peces al o los centros de cultivo existentes, en función del área que debe cubrir la operación de recaptura y el tiempo transcurrido del evento.

6.- Establecer la variación temporal en la dieta de los individuos escapados.

2 ANTECEDENTES

2.1 Casos de escapes reportados

Desde 1995 la industria de cultivo de salmón en Canadá ha reportado pérdidas anualmente de un promedio de 46.255 t de salmón del atlántico *Salmo salar* en las aguas costeras de British Columbia, estos escapes han causado un daño significativo en la fauna silvestre, decidiéndose recapturarlos mediante los artes de pescas utilizados por pescadores de la zona, tales como arrastre, cerco y enmalle, siendo éste último el más exitoso en la recaptura (Morton & Volpe, 2002).

Según datos oficiales de Canadá, provincia de British Columbia, las causas de los escapes para los años 1988-1997, que en total representaron el escape de más de un millón de salmones, fueron clasificadas en la siguiente proporción (Bushmann, 2001):

- Problemas climáticos: marejadas y tormentas (49%)
- Accidentes industriales: fallas estructurales, fatigas de materiales y errores humanos (32%)
- Acciones de terceros (16%)
- Predadores: focas, lobos marinos y otras especies (5%)

Las cifras anteriores nos entregan una visión en que la actividad, por la tecnología empleada, tiene un alto componente de riesgo que es difícil de controlar y que escapa al control directo que pudiera realizar la acción humana.

En las Islas Faroe en tanto, en febrero de 2002 se registró un incidente donde escaparon más de medio millón de salmones de un centro de cultivo. En Escocia se han divulgado escapes por sobre un millón de salmones entre 1997 y 2001 (Staniford, 2002). Casos de escapes se registran constantemente en la industria acuícola mundial, sin embargo son muy pocos los reportes oficiales en este sentido (Staniford, 2002).

En nuestro país los escapes masivos han acentuado las preocupaciones sobre los impactos en el medio ambiente el escape de estas especies exóticas. Aunque desde hace varios años existe una demanda por estudios metodológicamente serios sobre la materia,

todavía estamos frente a una situación de desconocimiento total de nuestros ambientes y de los efectos que allí se producen. Teniendo presente que la salmonicultura produce diversos impactos ambientales, es necesario conocer y cuantificar estos efectos a través de métodos sistemáticos y confiables, con la finalidad de hacer compatibles los intereses de producción o desarrollo con los de conservación del ambiente. Sólo una evaluación rigurosa, objetiva y transparente permitirá impulsar un desarrollo que tenga mayor grado de sustentabilidad (Fundación Terram, 2000).

2.2 Escapes de salmónidos en Chile

Las principales causas del escape masivo de peces en Chile, podrían deberse a la acción deliberada de pescadores que con ayuda de equipos de buceo se acercan a las jaulas de cultivo y cortan la red dejando escapar los peces para posteriormente pescarlos con redes y venderlos. Otra causa corresponde al debilitamiento producido por la manipulación de las redes durante las faenas de trabajo y manutención. En centros que no protegen sus redes con antifouling, estas son expuestas al sol para lograr el desprendimiento de los organismos adheridos a ellas, con el consiguiente resecamiento de la red. Los ataques de lobos marinos no generan roturas graves en las redes, ya que estos atrapan al salmón contra el paño y succionan sus vísceras.

Otra causa de escape de salmónidos se produce por deficiencias en la realización de las faenas en centros de cultivo que no cuentan con la implementación adecuada. En este caso el escape de peces es en bajas cantidades, pero no por ello despreciable. Es común en esto el escape de algunos individuos durante la labor de separación de salmones, no sólo en estado de alevines, sino que también cuando alcanzan el estado adulto. También durante la cosecha es normal que escapen individuos al caer desde la mesa de matanza al agua. Estos escapes de peces no son controlados ni registrados como escapes, sino que los individuos son sindicados como mortalidad (Hidalgo, 1998).

De acuerdo a las estadísticas de Subsecretaría de Pesca, actualmente existe un total aproximado de 200 centros de cultivo autorizados para alevinaje y esmoltificación, distribuidos entre la VII y XII regiones. Por otra parte, la fase de engorda se realiza entre la X y XII regiones, aunque concentrada en la X región, lugar de excelencia para la

localización de esta industria, tanto para desarrollar la fase de alevinaje y esmoltificación, como para la fase de engorda. A julio del año 2002 estaban autorizados 693 centros de engorda que ocupan 7.866 hectáreas con un promedio general aproximado de 11 hectáreas por centro (Bushmann, 2001).

En Chile las estadísticas sobre el número de salmones que se escapan de las balsas jaulas no son públicas y, como señalan Soto y Jara (1997), “los datos de escapes podrían ser incompletos y probablemente están subestimados por un 20 a 30% en relación con los escapes reales. En la misma investigación se estima para los años 1993-1996 una pérdida de 4.334 t de salmones, cifra que pudiera llegar fácil a 6.000 t; estos valores son sólo para la X región. Para la XI región los escapes reportados corresponden a 500 t, cifra que contradice a los antecedentes que se tienen de la región dado que es la más productiva para la pesca de salmónidos, particularmente de coho”, es decir, salmones que han escapado de balsas jaulas. Otras investigaciones señalan que los escapes de al industria acuícola chilena equivalen al 1,5% de la biomasa total.

2.3 Impactos ambientales asociados al escape de salmones

Los principales países que cultivan salmones en el hemisferio Norte, como Noruega, Escocia, Canadá y Estados Unidos, han realizado una amplia investigación desde hace varios años sobre el escape de salmones (Staniford, 2002). Su interés es particularmente fuerte, debido a que las poblaciones de salmones silvestres se han visto altamente amenazadas por los escapes de especimenes de cultivo. Además, el escape de salmones cultivados está relacionado con graves problemas ecológicos.

El problema del escape de salmones de cultivo a nivel mundial ha ido en aumento debido a las proporciones que ha tomado la industria a nivel mundial. Se estima entre 300 a 400 veces más la cantidad de salmones de cultivo que los silvestres. Para la especie atlántica, el más cultivado en nuestro país, de los casi 300 millones existentes sólo 3,5 millones son silvestres (Terram, 2000).

Aunque en Chile no existe una población silvestre de salmones, y la investigación sobre los efectos en los ecosistemas chilenos es aislada, es necesario extraer de la

experiencia internacional el tratamiento de este tema y homologar sus resultados a la realidad nacional (Fleming, 2001). Un escape accidental de un alto número de salmones puede dañar la cadena trófica en el área afectada, debido principalmente a que los peces cultivados que se escapan a los hábitat naturales competirían por el alimento y el hábitat, o bien entrecruzando y cambiando áreas genéticas de organismos silvestres.

Soto y Jara (1997) evidenciaron la existencia de una relación inversa entre la abundancia de salmónidos y de fauna acompañante. Además, estos autores señalan que tal efecto se daría por la competencia de depredación. Ellos identificaron al menos 30 especies nativas, de las cuales las más representativas fueron la merluza de cola, róbalo, jurel y lenguado.

2.4 Marco regulatorio

En Chile el escape de peces de los centros de cultivos se encuentra normado por el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) del 2001[1]. Un resumen de los principales artículos que presentan relación directa con los escapes de salmónidos son:

Artículo 1º.-... Asimismo, todo que aquel que realice actividades de acuicultura quedará sujeto al cumplimiento de las medidas de protección ambiental, que de forma general o particular, se establezcan par aun área geográfica, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 87 de dicha Ley, sin prejuicio de lo dispuesto en otros cuerpos legales o reglamentarios.

Artículo 2º.- o) Plan de contingencia: conjunto de medidas previstas para evitar o mitigar el daño al ambiente, derivado de la ocurrencia voluntaria o involuntaria de circunstancias extraordinarias al normal funcionamiento de un centro de cultivo.

Artículo 4º.- e) Contar con sistemas de seguridad adecuados para prevenir el escape de recursos en cultivo.

[1] Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) N° 320, publicado en el Diario Oficial el 14 de diciembre de 2001.

Artículo 5º.- En cada centro deberá existir un plan de contingencia, que describa en orden cronológico las acciones a desarrollar en caso de ocurrir circunstancias susceptibles de constituir riesgo de daño ambiental. Dicho plan deberá considerar, a lo menos, los casos de mortalidades, escapes y/o desprendimientos masivos de los organismos en cultivo y las pérdidas accidentales de alimento y/o materiales.

Entre las acciones a seguir, el plan deberá comprender como mínimo la recaptura de los individuos, la recolección de materiales y la eliminación de los ejemplares muertos en la forma prevista en el artículo precedente. En el caso de escapes de peces desde módulos de cultivo, las acciones de recaptura se extenderán sólo hasta 400 m de distancia desde el módulo siniestrado y por un período de 5 días desde ocurrido éste. En caso calificados, el plazo y área indicados podrán ser modificados por resolución fundada del Servicios, el que no podrá extenderse más allá de 30 días ni un área superior a 5 km.

Todos los costos que signifiquen la aplicación del plan de contingencia y de recaptura de los ejemplares escapados serán de cargo del titular del centro de cultivo.

Artículo 6º.- El escape o pérdida masiva de ejemplares desde centros de cultivo, así como la sospecha de que haya ocurrido, deberá ser puesto en conocimiento del Servicio y de la Capitanía de Puerto respectiva, por el titular del centro dentro de 24 horas de su detección. Asimismo, deberá presentarse un informe en el plazo de 7 días de detectado el hecho, incluyendo los siguientes datos:

a) Localidad exacta del escape o desprendimiento, señalando la identificación del centro de cultivo;
b) Especies y razas involucradas;
c) Número estimado de individuos y su pero aproximado;
d) Circunstancias en que ocurrió el hecho;
e) Estado sanitario de los ejemplares escapados;
f) Período del último tratamiento terapéutico, señalando el compuesto utilizado, si correspondiere y;
g) Estado de aplicación del plan de contingencia.

Artículo 7º.- Sólo con l autorización expresa de la Subsecretaría de Pesca podrán liberarse ejemplares desde centros de cultivo al medio natural. Estas sólo tendrán fines experimentales, de repoblamiento de especies nativas o de apoyo a la pesca deportiva y/o recreativa.

2.5 Marcaje de salmónidos

En el año 1972 se realizó en Alaska una experiencia de marcaje de salmones que tenía como objetivo la comprensión de las características migratorias del stock, su estado, la tasa de captura y su contribución a la pesquería. En esta oportunidad se marcaron juveniles y smolts utilizando pigmentos fluorescentes. A partir del año 1976 se comenzó con el marcaje utilizando etiquetas codificadas que se implantaban en los ejemplares (Shaul, 1994). Estudios similares que empleaban el marcaje como técnica de reconocimiento de ejemplares se realizaron entre los años 1985 y 1993 en los ríos Unuk y Chickamin en Alaska. La experiencia buscaba determinar el comportamiento migratorio de los individuos desde la etapa de juveniles hasta adultos. Los registros de comportamiento fueron tomados de las capturas de ejemplares marcados por la flota pesquera de Alaska (Palhke, 1995).

En los años 80 se realizó un marcaje masivo de peces en las zonas de aguas bajas de Inglaterra. En esta oportunidad el marcaje pretendía entregar a los científicos resultados que ayudaran a describir modelos estacionales de migración alrededor del Reino Unido. Científicos creen que desde 1980 los cambios producidos en la temperatura del agua pueden haber afectado la distribución y el comportamiento migratorio de los peces, dejando como poco confiables los modelos anteriores.

Los ejemplares que serían marcados debían ser seleccionados, pues debían ser sanos y vigorosos. Las etiquetas se colocaron en la zona ventral del pez, intentando causar el menor daño posible al individuo. Las marcas llevan un número de identificación y mensajes en inglés y francés solicitando que se informe al instituto o a las oficinas de pesca locales sobre el lugar y fecha de captura, peso y tamaño del pez y numero de la marca. Además se ofrecía una bonificación económica y el valor del pez en caso que éste fuera entregado a los organismos controladores (*www.cefas.co.uk*).

Los tipos de marcadores utilizados para la identificación de peces en estudios de distribución espacial, migraciones y crecimiento, pueden ser clasificados como externos e internos. Al interior de cada tipo es posible identificar una gran variedad de modelos, que dependen principalmente de su funcionalidad y las características propias del pez *(www.hafro.is/catag/)*.

2.5.1 -Marcadores externos

a) Spaghetti tags: Las etiquetas del tipo “fideo” consisten en un tubo de vinilo insertada a través del pez y fijo con un nudo o rizo de metal. La tubería puede numerarse o ser de colores diferentes y puede usarse en varias especies, además puede ser utilizada para individuos o grupo y la durabilidad varia de acuerdo a la especie. Una variante es una etiqueta especial recortada de plástico suave con dos pedazos anchos conectados por una media tira del *narrower* que es la parte insertada en el pez.

b) Disco Petersen: Consiste en dos platos o discos unidos por un alambre o un alfiler que agujerean los tejidos. Este tipo de etiqueta fue inventada por Petersen (1896).

c) Etiqueta Atkins: Esta etiqueta se usó primero por C. G. Atkins en 1873 en salmón Atlántico. La etiqueta se ata al pez con un hilo o alambre que forma una vuelta que agujerea el tejido. Puede aplicarse a varias partes del cuerpo, la mayoría normalmente en el opérculo. El disco lleva la identificación codificada y se usa para la identificación individual de pesca (Jakobsson 1970).

d) Etiqueta de ancla: Disco doble rígidamente unido por un árbol que agujerea el tejido. Los dos platos pueden pegarse al opérculo o cuerpo del pez, un disco en cada lateral y una conexión cerrada entre ellos. Los discos llevan la información de identificación y a veces, instrucciones para reafirmarlos . Menos valioso para el uso en peces con alta tasa de crecimiento, pero aplicable para los estudios a largo plazo en la migración en las especies migratorias adultas.

e) Etiquetas de bandera: Normalmente hecho de platos de PVC con forma de rectángulos largos. La atadura normalmente se realiza con nylon a través de la musculatura dorsal del pez (Jakobsson 1970).

f) Etiqueta Alcathene: Etiqueta con forma de barco hecha de *alcathene*. Normalmente los datos y números de identificación son estampados en el plato pero a veces un especio para papel es incluido en la etiqueta. La atadura normalmente está hecha por una vuelta de hilo de nylon trenzada o alambre de acero limpio. La vuelta frecuentemente es enhebrada por una aguja especial a través de la musculatura dorsal de pez (Jakobsson 1970).

g) Etiqueta de Carlin: Esta es atada con alambre, modificando de esta forma las etiquetas de Carlin atadas con el monofilamento. Las etiquetas Carlin (Carlin 1955) consisten en un disco plástico atado al cuerpo del pez con alambre de acero limpio o hilo del polietileno. El disco lleva identificación individual del pez e informa sobre las instrucciones y puede usarse para los experimentos a corto plazo, pero es ideal para los experimentos a largo plazo. Las etiquetas de Carlin son muy comunes en la ejecución de trabajos en salmónidos.

h) Floy T-bar: Probablemente son las etiquetas más comunes en el uso hoy. Estas etiquetas se atan al pez por un monofilamento de nylon con una ancla T-formada. El sitio de atadura está principalmente en la base de una aleta dorsal. La etiqueta es a menudo un tubo plástico cilíndrico en varios colores con un código de identificación escrito en él, posiblemente con las instrucciones del retorno. El etiquetado puede hacerse bastante rápido con una arma de etiquetado de la misma manera como la ropa es marcado en las tiendas.

i) Etiquetas de flecha: Estas etiquetas se fijan de forma similar al pez, pero tiene una rebaba que le impide caer.

j) Etiquetas de ancla interior: Este grupo de etiquetas normalmente es un plato ovalado y un hilo o nylon monofilamento con la etiqueta atada. El plato se inserta en la cavidad del cuerpo a través de un corte en la pared de éste y la etiqueta queda balanceándose por

fuera. Este tipo de atadura ha mostrado que sana mejor que otros tipos de marcajes externos (Jakobsson 1970).

k) Etiquetas de mandíbula: Son etiquetas de metal que se atan con un mecanismo de cerradura alrededor de la mandíbula del pez. Las etiquetas se afianzan al pez con un par de alicates especiales. Aplicable sólo para peces de gran tamaño.

De la literatura existente, las ventajas siguientes y desventajas de usar las etiquetas externas pueden ser resumidas en:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
• Bajo precio. • Fácil y rápido aplicar, requiriendo sólo tecnología simple para su aplicación. • Utilizable para un amplio rango de tallas, dependiendo principalmente del tamaño de la etiqueta. • Aplicable a grandes cantidades de peces y a un gran rango de especies. • Las etiquetas numeradas facilitan la identificación individual del pez. • Puede dar una distribución geográfica y estacional amplia de las capturas • Pueda proporcionar un gran número de datos para el análisis estadístico y valoración. • El tiempo de retención de la etiqueta es largo, dependiendo del tipo de etiqueta.	• Se limita la información a la identificación del pez y su origen, por ejemplo no proporciona la información sobre el pez en el periodo interino del desove hasta la recuperación. • La precisión de la información en las recuperaciones puede ser inconstante. • Puede afectar crecimiento, salud y supervivencia, debido a la penetración de la piel, manteniendo una ruta de acceso las infecciones, y debido al continuo arrastre de la etiqueta, si esta sobresale mucho del pez. • El crecimiento excesivo de algas y/o mejillones puede aumentar considerablemente el arrastre de la etiqueta y también puede hacer difícil la extracción de la información. • Puede enredarse en la vegetación acuática o en el arte de pesca. • Las pérdidas de etiqueta pueden ser altas, dependiendo del tipo de etiqueta, especie del pez y experiencia del personal que realiza la marcación. • Puede ser difícil de aplicar a peces de tallas pequeñas. • Puede afectar el desarrollo y la natación del pez.

2.5.2 -Marcadores internos

a) Etiquetas interiores*:* Se definen las etiquetas interiores como etiquetas insertadas o inyectadas en el pez (cavidad del cuerpo, músculo o cartílago) y transportadas internamente. Estas permiten la identificación de individuos puntuales o grupos de peces. La mayoría de ellos, incluso las Etiquetas del Alambre Codificado (CWTs), tendrían que ser quitados del pez a identificar, pero el más avanzado, como el marcaje el Transponder Pasivo Integrado e implantes visuales, pueden leerse sin extraer la etiqueta, proporcionando así una técnica de lectura no destructiva. Algunos marcadores internos son; Etiquetas de Alambre Codificado (CWT), Transponder Pasivo Integrado, y Etiqueta de Cavidad del Cuerpo (BCT).

b) Injertos visibles exteriormente: Estas etiquetas son hechas de tiras de plástico pequeñas con información impresa sobre ellas. Estas se colocan subcutáneamente en las áreas del pez dónde puedan ser visibles desde el exterior. La aplicación requiere de habilidad y del equipo de inyección especialmente diseñado. La durabilidad de esta etiqueta es dependiente de la especie.

VENTAJAS	***DESVENTAJAS***
• Pequeño o ningún efecto en el crecimiento, salud y supervivencia. • Conveniente para una gama amplia de tamaños y muchas especies. • La tasa de retención es alta (Excepto Implantes Visibles). • Con el equipo conveniente pueden etiquetarse gran cantidad de peces. • Es posible realizar un reconocimiento individual. • Son posibles las recuperaciones repetitivas • Pueden leerse las etiquetas repetidamente sin dañar o sacrificar el pez (Implantes visibles).	• Los equipos requeridos para el implante y la lectura de información de los implantes son caros (CWT, MCT, el HOYO). • Se requiere de personal especializado para el marcaje y lectura de datos (CWT). • La recuperación de especimenes puede ser una labor intensiva (CWT). • Recuperación e identificación de la etiqueta es una labor intensiva (CWT, VI). • La pérdida de la etiqueta puede ser alta (VI). • La transparencia puede cambiar causando que la etiqueta pueda ser menos visible en el tiempo (VI). • El tamaño de la etiqueta sólo mantiene el espacio la información limitada. • Pueden pasarse por alto las etiquetas fácilmente, como consecuencia los especimenes capturados por pesca deportiva podrían no ser informados.

2.6 Análisis de contenido estomacal

En el trabajo realizado por McKinnell & Thomson (1997) se describió información recolectada durante el año 1996 y comienzos del año 1997, de la captura, distribución y biología del salmón atlántico en las costas del océano Pacífico. En lo relativo al contenido estomacal, dichos autores determinaron que, de un total de 750 estómagos analizados, el 78,7% de las muestras no presentó contenido. Más aún, destacan que fue inusual encontrar pellets o presas en los estómagos durante el periodo de estudio, dificultándose su interés por analizar esta variable.

Mills (1991) indica que es muy probable que la irregularidad de encontrar presas en los estómagos del salmón del atlántico maduro se deba a su incapacidad de adaptarse a la alimentación natural del océano, o a la condición de anorexia propia que acompaña el proceso de madurez. También fue observada una alta proporción de estómagos vacíos en las muestras obtenidas en el Atlántico Norte. Según Fraser (1987), los salmones del atlántico (53-66 cm) capturados en las aguas costeras de Escocia, cesan su alimentación entre junio y comienzos de julio. No se sabe con certeza si estos corresponden a salmones silvestres o escapados desde centros de cultivo. En contraste a lo anterior, Hislop & Webb (1987) determinaron que el 35% de las muestras de salmones escapados recolectados entre el 5 de julio y 7 de agosto de 1990 tenían presas naturales en sus estómagos.

3 METODOLOGIA

3.1 Objetivo 1 .- Identificar y describir los artes de pesca disponibles, la estrategia y operación de recaptura más adecuada para recuperar individuos de especies salmonídeas escapados desde las balsas jaulas en las aguas interiores de la X y XI Regiones.

3.1.1 Marco general

La metodología propuesta para dar cumplimiento al objetivo general del proyecto, consideró la realización de una serie de actividades indispensables para el éxito del mismo, las cuales requieren en primer lugar la incorporación de la mayor cantidad de información práctica de quienes realizan labores de engorda de salmónidos en nuestro país. Sin lugar a dudas, el *know-how* adquirido por jefes de centro, de área y de operación de las distintas empresas, representan un aporte muy valioso para el logro de los objetivos trazados, razón por la cual se realizó un procedimiento adecuado para incorporar su experiencia en la presente investigación, la cual se generó a través de dos actividades principales:

- Realización de encuestas en terreno a los centros de cultivo
- Realización de un Focus Group, para recobrar la experiencia de los actores del sector.

Lo anterior tiene su trascendencia ya que fue altamente necesario realizar una evaluación teórica de la información existente, tanto de los propios usuarios como de todos aquellos antecedentes que sean relevantes para la operación de recaptura de salmónidos, y para la determinación de las áreas y tiempos en que se debe realizar el procedimiento planteado a realizar por la Unidad Ejecutora. Incorporando sin lugar a dudas, todos los antecedentes para el diseño y construcción de los artes o aparejos que sean operacional y eficientemente exitosos para la recaptura de ejemplares escapados.

FASE I → Recopilación y análisis de antecedentes relevantes

3.1.2 Realización de encuestas

El objetivo de esta actividad, producto de la inexistencia de información para dar un sustento técnico para definir *a priori* un procedimiento adecuado para la recaptura de ejemplares escapados, generó la necesidad de consultar a técnicos y profesionales que puedan aportar su propia experiencia para un mejor proceder en la investigación, tanto en términos de comportamiento del recurso como asociado al método y sistema de recaptura.

Para ello se propuso la realización de un mínimo de 30 encuestas en terreno en diferentes empresas de sector de la X región, dirigidas a técnicos y profesionales con experiencia en el cultivo de salmónidos, respondiendo básicamente a interrogantes, principalmente asociadas al comportamiento del recurso y los planes de contingencia que estén presentes e implementados a la fecha (procedimiento, condiciones, sistemas de recaptura, infraestructura de apoyo, éxito de recaptura, entre otros) (Anexo I)

Realización Focus Group

La realización de este Focus Group (Viernes 27 de Agosto, Hotel La Península – Puerto Montt) se enmarca en la actividad Nº7 de la Carta Gantt, la cual tuvo como objetivo reunir las variables que pueden incidir preferentemente en el éxito del plan de recaptura, por lo cual se seleccionaron variables y/o parámetros que fueron abordados en las experiencias de las Fases I y II del diseño de muestreo.

De lo anterior, se desprenden los siguientes objetivos específicos:

a) La selección del Arte 1 (A1), de acuerdo a los 3 diseños propuestos por el consultor.

b) La selección del Arte 2 (A2), de acuerdo a los ya existentes y utilizados por el sector salmonero.

c) Selección de la variable de "comportamiento" a ser evaluada de acuerdo al diagrama de actividades de liberación.

La metodología de trabajo para los distintos objetivos específicos se realizó mediante la creación de tres grupos de trabajo, donde participaron actores del sector salmonero y la participación de un integrante del equipo consultor. Es importante mencionar que la coordinación de los grupos de trabajo estuvo siempre a cargo por un moderador (PUCV), el que llevó a cabo la coordinación del tiempo y/o mediación inter e intra grupos.

La herramienta utilizada para la definición de variables o parámetros para ser abordados en las experiencias fue el Brainstorming (lluvia de ideas), la cual se utilizó en dos fases, de manera de hacer más eficiente el tiempo. La primera fase fue la realizada al interior de cada grupo de trabajo, donde la idea principal fue recobrar el pensamiento y criterio de cada integrante, para posteriormente obtener una respuesta o conclusión única y final en el grupo respecto a los tres objetivos específicos planteados por el Focus Group. En la segunda fase, se trabajó con las conclusiones de los tres grupos, tomando en cuenta sus argumentos para luego seleccionar una respuesta que representara y abordara las interrogantes del sector salmonero.

a) Selección del Arte 1 (A1), de acuerdo a los 3 diseños propuestos por el consultor.

Para la definición de uno de los tres diseños propuestos por el consultor **(Estud. Doc. N° 17/2004)**, se procedió a generar un cuadro comparativo, entregando ventajas y desventajas de cada uno de los artes en términos funcionales, operacionales e infraestructura de apoyo necesaria para realizar la faena de recaptura, entre otras.

Arte	***Ventajas***	***Desventajas***
Cerco cierre inferior	• Buena operatividad en distintas zona (áreas libres). • Mayor cobertura de área dado su diseño. • Efectivo sistema de cierre.	• Mayor número de personas en la operación (mín: 6). • Se requieren dos (2) embarcaciones. • Requiere mayor tiempo para cerrar el cerco. • Es poco maniobrable en espacios reducidos.
Cerco cierre vertical	• Buena maniobrabilidad en áreas cercanas a los trenes o módulos. • Fácil traspaso de los peces a las jaulas. • Rápido sistema de cierre inferior. • Operación más rápida.	• Se requieren dos (2) embarcaciones. • Disminuye la probabilidad de éxito en el lance en zonas abiertas.
Cerco (tipo lámpara)	• Fácil operación: se requiere de una embarcación y menos de seis (6) operarios. • Buena operatividad en distintas zonas (áreas libres). • No requiere de cabo de encierre inferior.	• Tiene menor eficiencia en la retención de peces (áreas libres, > Z). • Para el cierre completo, se necesita un sistema dinámico de la embarcación.

b) Selección del Arte 2 (A2), de acuerdo a los ya existentes y utilizados por el sector salmonero.

Esta actividad tuvo como objetivo la selección del arte o sistema que actualmente la empresa salmonera utiliza en los planes de recaptura de las especies salmonideas escapadas.

Por lo cual a modo de antecedentes recobrados en la *Fase I* del proyecto, que contempló la realización de encuestas para la identificación de los aparejos o sistemas utilizados en el plan de recapturas, el consultor entregó los siguientes resultados.

Arte o sistema utilizado	***Presencia***
• Red de muestreo	50 %
• Jaula móvil	22 %
• Bolinche de muestreo	11 %
• Jaula vacía	6 %
• Red de enmalle	11 %

De esta forma, al igual que en el objetivo anterior, el Focus Group debatió las distintas alternativas, llegando a la selección de un aparejo entre los expuestos y de acuerdo a la experiencia generada en eventos de escape de especies salmonídeas que hayan acontecido en los centros de los participantes de esta actividad.

c) Selección de la variable de “comportamiento” a ser evaluada de acuerdo al diagrama de actividades de liberación.

El resultado de este objetivo es definir los parámetros y variables a evaluar de acuerdo al esquema de actividades propuestas por el Consultor. Que según su origen pueden corresponder a:

Comportamiento

- Volumen de escape en términos de número de individuos
- Fase del cultivo (talla)
- Tiempo de retardo en inicio plan de contingencia
- Especie
- Distribución de las agregaciones

Operación

- Zona geográfica (frente expuesto y/o frente protegido)
- Tipo de arte a utilizar (diseño y construcción)
- Operatividad de los artes de pesca (tiempo, número de personas, etc.)
- Estrategias de recaptura (cebado, sensores, etc.)

FASE II → Evaluación de información existente para el diseño y construcción de artes o aparejos de recaptura

Una vez realizadas las encuestas a técnicos y profesionales del sector, junto a la realización del *focus group*, se llevó a cabo una evaluación crítica de las variables y factores que incidirán en la eficiencia de recaptura de salmónidos.

Esta fase se consideró como una etapa intermedia, previa a la realización de actividades de liberación dirigida de salmónidos y su recaptura. Por lo tanto, la comunión de las FASES I y II entregó un sustento metodológico que permita esperar una correcta ejecución de las actividades planificadas, y corregir ciertas deficiencias metodológicas que pudiesen existir debido a la falta de información.

Por lo tanto del análisis en conjunto entre las encuestas realizadas y de las conclusiones del Focus Group , el esquema metodológicos de las actividades experimentales a ejecutar se pueden observar en el siguiente diagrama de actividades (Fig. 1).

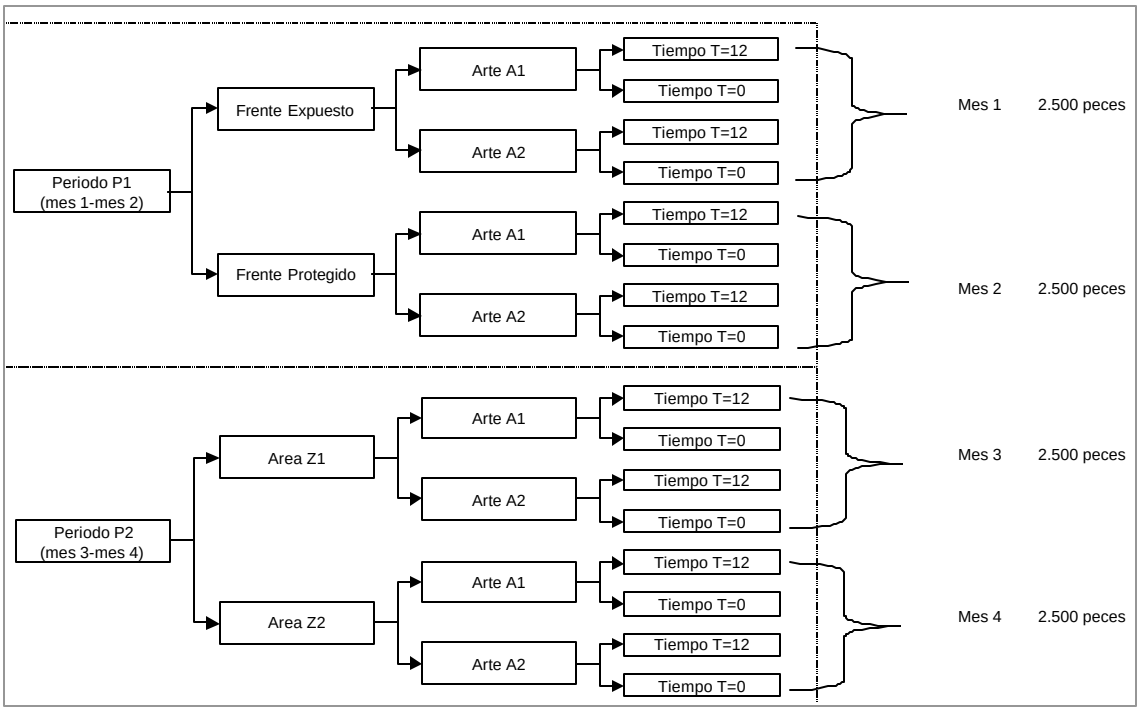


Figura 1. Esquema metodológicos de las actividades experimentales propuestas

3.1.3 Proceso de selección de los centros

Para el proceso de selección de los 2 centros necesarios para realizar las actividades experimentales, se procedió a enviar un oficio a las principales empresas del sector en el cual se plantearon los objetivos del estudio y los requerimientos emanados por parte del Focus Group y el equipo Consultor, especificando las actividades a realizar y la infraestructura de apoyo necesario para realizar con éxitos las experiencias tanto de marcaje, liberación y recaptura. De esta forma las empresas a las cuales se les hizo llegar dicho planteamiento fueron:

- Patagonia Salmon Farm
- Compañía Pesquera Camanchaca
- Salmones Multiexport
- Salmones Pacific Star
- Marine Harvest
- Aquachile
- Robinson Crusoe
- Fjord Sea Food
- Trusal
- SalmoFood

FASE III → Operación y evaluación experimental de artes o aparejos de recaptura de ejemplares escapados

La incorporación de la información de las fases anteriores fue aplicable en las actividades operacionales y de evaluación de los artes y aparejos de recaptura. En esta fase entonces, se llevó a cabo las experiencias de liberación, razón por la cual fue necesario realizar el marcaje de estos ejemplares para permitir su identificación posterior, tanto con fines de evaluación de eficiencia del método de recaptura, como para las actividades paralelas de evaluación de la variación de la dieta, y la determinación de distancia y tiempo para su recaptura. El resultado de esta FASE III dió origen a la información necesaria para responder a todos aquellos análisis solicitados en las bases especiales.

Procedimiento

En cada una de las actividades a realizar según la figura 1 presentada anteriormente, se realizaron un total de 8 liberaciones controladas de 5.540 ejemplares, Sin embargo es importante mencionar que si bien se liberaron el total de ejemplares propuestos, el esquema metodológico planteado fue modificado de acuerdo a lo observado en las primeras experiencias realizadas en el centro de Yenecura (Quellón). Dichas modificaciones fueron acordadas en conjuntas con el FIP por medio de reuniones de trabajo, con el objetivo de priorizar actividades que aumentasen las probabilidades de éxito de las experiencias de recaptura. De lo anterior se describen las actividades realizadas tanto en el centro Yenecura (Pacific Star) como en Caicaén (Trusal), durante el periodo diciembre-febrero (Tabla 1).

Tabla 1. Esquema metodológicos de las actividades experimentales realizadas

Primera actividad						
Centro	***Periodo***	***Frente***	***Arte***	***Nº liberaciones***	***Tiempo (hr)***	***Nº ejemplares***
Yenecura	Diciembre	Protegido	CCv-JM	4	T=0 / T=12	1.360
Segunda actividad						
Centro	***Periodo***	***Frente***	***Arte***	***Nº liberaciones***	***Tiempo***	***Nº ejemplares***
Yenecura	Febrero	Protegido	CCv-JM - RE	2	T=0	1.360
Tercera actividad						
Centro	***Periodo***	***Frente***	***Arte***	***Nº liberaciones***	***Tiempo***	***Nº ejemplares***
Caicaén	Febrero	Expuesto	CCv-JM - RE	2	T=0	2.720

Proceso de marcaje

En forma previa a cada liberación, se llevó a cabo una serie de procedimientos asociados a la selección, muestreo, acondicionamiento y marcaje de los ejemplares que se dejaron escapar. La selección tiene relación con la cantidad de ejemplares necesarios y su rango de talla, mientras que el muestreo esta asociado a la medición de los ejemplares, para lo cual fue necesario realizar su acondicionamiento o manejo para disminuir el stress al cual son sometidos. Paralelamente se realizó su marcaje individual, utilizando para ello elementos externos que son fácilmente detectados, registrándose la información de cada ejemplar en planillas (Anexo III). Las marcas utilizadas corresponden a las del tipo Floy T-Bar, las que son comúnmente empleadas en investigaciones de marcaje-recaptura (Fig. 2).

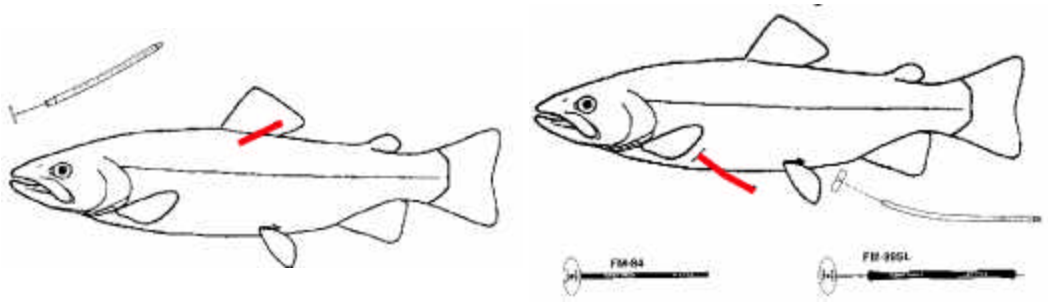


Figura 2. Marcas del tipo Floy T-Bar propuestas para su utilización en el estudio.

Proceso de liberación

Luego de las actividades de muestreo y marcaje, los peces permanecieron tres días en las jaulas, de tal forma que puedan recuperarse del manejo realizado, disminuyendo la posibilidad de incorporar un factor adicional que pueda incidir en su comportamiento. Una vez cumplido con el periodo de reposo respectivo, se procedió a realizar la liberación de los ejemplares, momento desde el cual comenzó a considerarse el tiempo de escape. Cabe señalar que cada liberación consiste en un experimento independiente, razón por la cual la numeración de la marca de los peces liberados es única e irrepetible. Esto último fue de especial importancia para el objetivo 5, referido a la relación entre distancia desde el punto de recaptura y el tiempo transcurrido desde el evento de liberación, lo que será descrito posteriormente.

Proceso de recaptura

Previo a la descripción de los procesos o procedimientos a seguir para las actividades de recaptura, es importante mencionar que independientemente que el consultor al término del Focus Group concluyera que los métodos de recaptura a evaluar son el cerco cierre vertical y la jaula móvil, a la luz de los resultados preliminares se incorporó en la segunda actividad el posicionamiento de redes de enmalle al interior del tren de balsas como un indicador de presencia y permanencia de los salmones liberados. Sin embargo, ya en la tercera actividad el Consultor toma la decisión de evaluar este sistema de captura adicional a los propuestos inicialmente.

Los lances de recaptura con cerco cierre vertical se realizaron con el apoyo de 2 embarcaciones de fibra de vidrio de propiedad de las empresas salmoneras participantes, en un radio máximo de 2.000 m desde el centro (según resolución Rex Nº 3477 y 70), para lo cual se llevó a cabo una cantidad de lances necesarios para lograr un objetivo mínimo de éxito. Este objetivo mínimo es determinado por la experiencia del panel experto, de tal manera de orientar el esfuerzo experimental hasta un cierto límite predefinido, que para efecto de una respuesta positiva de recaptura, podrá estar dado por una recuperación del 75% de los ejemplares liberados. Por el contrario al no tener una respuesta positiva en términos de recaptura, el Consultor a juicio experto más la

información entregada las actividades complementarias (redes de enmalle y chequeo diario a través de inspección visual o por registros submarinos), toma la decisión de realizar la faena de recaptura por un período de tiempo no superior a tres día por método de captura o simplemente intensificar el esfuerzo del número de lances en un día, producto de resultado y observaciones anteriores.

Conforme a la necesidad de asociar los resultados operacionales de recaptura en función a la variable distancia desde el centro de cultivo, se cuenta con un posicionador (GPS) durante cada uno de los lances de pesca realizados. De este modo es factible asociar los desplazamientos de la especie y la eficiencia de recaptura con los artes de pesca utilizados. Además, se realizaron experiencias de atracción de peces con el dispositivo FISHMAX®, de manera de evaluar otras alternativas que permitan optimizar las faenas de recaptura de salmónidos. Dichas experiencias se realizaron en la segunda y tercera actividad en el marco del proyecto.

Una vez finalizado el lance, se procede a la cuantificación de la captura, que podrá estar compuesta por:

- Salmónidos liberados en la experiencia dirigida → poseen marca y corresponden al procedimiento de recaptura asociado a la última liberación dirigida.

- Salmónidos liberados en experiencias anteriores → poseen marca y no corresponden al último procedimiento de liberación, sino a experiencias anteriores, los cuales no pudieron ser recapturados en su momento.

- Salmónidos escapados en eventos anteriores → corresponden a ejemplares que no poseen marca identificatoria, que han escapado con anterioridad a las experiencias dirigidas.

- Fauna acompañante → corresponde a todos aquellos peces no salmónidos (de la especie liberada) que estén presentes en la captura del lance.

- Para la cuantificación de la captura, se procede a realizar un “túnel” (unión entre el arte de pesca y la jaula) que permita traspasar los ejemplares nuevamente a la unidad de cultivo, momento en el cual son contabilizados e identificados en función a sus respectivas marcas individuales. En forma simultánea, se identifica, cuantifica y clasifica la fauna acompañante. Mayor detalle relativo a la fauna acompañante se expone en la propuesta metodológica del objetivo 4.

3.2 Objetivo 2.- Establecer parámetros de eficiencia de recaptura de los peces, utilizando diversos artes de pesca y considerando los tiempos transcurridos desde la liberación.

La eficiencia de los diversos artes de pesca (cerco cierre vertical, jaula móvil y redes de enmalle), considerando los tiempos transcurridos desde la liberación, fue evaluada empleando parámetros de captura en función a la proporción de ejemplares recapturados respecto a los ejemplares liberados. Así, cada lance de pesca fue condicionado por el evento de recaptura anterior, en términos que la cantidad de ejemplares disponibles en el medio disminuirá luego de cada lance exitoso de recaptura.

Se definen entonces una serie de relaciones dependientes del éxito de recaptura, del tiempo transcurrido desde la liberación y la distancia desde el centro de cultivo. Cabe señalar que cada relación dependerá además de la zona geográfica, el periodo y el arte de pesca empleado.

Definición de variables

n : número de ejemplares recapturados
N : número de ejemplares liberados en cada experiencia
j : lance de pesca (j = 1, .., J)
nj : número de ejemplares recapturados en el lance j
i : tiempo (hr) transcurrido desde la liberación (i = 6, ..., I)
d : distancia (m) desde el centro de cultivo
I : tiempo (hr) de recaptura total o límite
N - n* : número de peces liberados disponibles en el medio

<u>Relaciones de eficiencia</u>

- Proporción de recaptura total: Indica la fracción total de ejemplares que fueron recuperados en los lances de pesca respecto al número de ejemplares liberados.

$$PRT = \frac{\sum_{j=1}^{J} n_j}{N}$$

- Proporción de recaptura del lance: Indica la fracción de ejemplares recapturados en cada lance de pesca respecto a la cantidad de ejemplares liberados que están disponibles en el medio.

$$PRL_j = \frac{n_j}{N - n*}$$

- Proporción de recaptura total por lance: Señala el número medio de ejemplares recapturados en los lances de pesca.

$$PRTL = \frac{\sum_{j=1}^{J} nj}{(N \cdot J)}$$

- Proporción de recaptura del lance en función al tiempo transcurrido: Indica la fracción de ejemplares recapturados en cada lance respecto a la cantidad de ejemplares disponibles en el medio y el tiempo transcurrido hasta su recaptura.

$$PRL_{ji} = \frac{n_{ji}}{i \cdot (N - n*)}$$

- Proporción de recaptura total en función al tiempo límite transcurrido: Indica la fracción del total ejemplares recapturados respecto a la cantidad de ejemplares disponibles en el medio y el tiempo límite (o máximo) transcurrido hasta su recaptura.

$$PRTI = \frac{\sum_{j=1}^{J} n_{ji}}{(N \cdot I)}$$

- Proporción de recaptura del lance en función a la distancia del centro de cultivo: Indica la fracción de ejemplares recapturados en cada lance respecto a la cantidad de ejemplares disponibles en el medio y la distancia a la cual se produjo su recaptura (desde el centro de cultivo).

$$PRL_{jd} = \frac{n_{jd}}{d \cdot (N - n^*)}$$

3.3 Objetivo 3.- Recomendar un listado priorizado de artes de pesca, de acuerdo a la eficiencia de recaptura.

En el desarrollo metodológico del objetivo 2, se propuso evaluar la eficiencia de recaptura de salmónidos liberados en base al arte de pesca, la zona geográfica y el periodo de ejecución del estudio. A su vez, se propuso comparar la eficiencia de recaptura por lance, en función al total de ejemplares capturados, la proporción de recaptura, la recaptura media por lance, la proporción de recaptura en función al tiempo transcurrido, y de acuerdo a la distancia en que se realizó el lance respecto al centro de cultivo.

Sin embargo producto de la nula información proveniente de los lances de cerco cierre vertical (a excepción de un salmón capturado) y jaula móvil, a excepción de los obtenido por medio de las redes de enmalle en la segunda y tercera actividad, es que sólo se realizó un análisis de priorización de los métodos evaluados a través de la incorporación de factores que pueden ser determinantes en la elección o priorización de uno u otra arte de pesca.

Entre estos factores es posible señalar los siguientes:

- Cantidad de lances requeridos: Se refiere a un indicador del esfuerzo necesario a realizar para lograr el objetivo de recaptura.

- Duración de los lances: Referido al tiempo que tarden las faenas de recaptura de acuerdo al arte utilizado, siendo al igual que en el caso anterior un indicador de esfuerzo.

- Facilidad de operación: Se refiere a la operatividad del arte de pesca, ya sea en términos de su maniobrabilidad, equipamiento anexo requerido, etc., los cuales puedan significar una barrera de entrada para su aplicabilidad.

- Personas involucradas en las faenas: Asociado a la cantidad de operarios requeridos para la operación del arte de pesca seleccionado. Idealmente se propone desarrollar artes fácilmente operables y que requieran de baja cantidad de operarios.

- Embarcaciones participantes: En términos de sus características geométricas, espacio interno, necesidad de motor, etc.

- Costo asociado en la construcción del arte o aparejo: Se evaluará el costo asociado al arte de pesca, de tal forma que sea factible relacionar el beneficio (eficiencia) en función al valor de arte.

- Grado de cobertura: Este factor nos indica el grado de cobertura espacial que tiene en la recaptura de ejemplares liberados.

- Tasa de Recaptura: Se evaluará la tasa de recaptura a la luz de los resultados obtenido en los distintos métodos de recaptura.

- Impacto sobre fauna acompañante: Por último, se postula la factible que se incida sobre otros recursos presentes en el área durante los lances. Sin embargo, se esperaría que por efecto del principio de captura empleado (cerco), estos recursos puedan ser nuevamente liberados al medio, sin que esto traiga consigo un efecto negativo.

Sin dejar de lado el objetivo principal, dado por la eficiencia de recaptura en términos relativos, se procedió a la evaluación y ranking de cada uno de los factores antes señalados, hecho que permitió entregar un listado priorizado de artes de pesca.

Para la priorización de los métodos de recaptura se ponderó cada uno de los factores seleccionados con una escala que oscila entre 1 y 3, donde el ponderador 1 corresponde a una importancia baja, 2 a media y 3 a un grado de importancia alta.

Posteriormente se calificó cada método de recaptura en relación a un factor con una puntuación máxima de 3 y una mínima de 1. Donde la puntuación 1, corresponde a un valor alto y 3 a un valor de calificación baja.

Finalmente, una vez completa la matriz de calificaciones con el respectivo ponderador, se procedió a realizar el cálculo, donde el método con mayor puntuación, corresponde al que encabeza el listado de priorización, de acuerdo al análisis de los factores utilizados.

3.4 Objetivo 4.- Identificar las especies y proporción relativa de la fauna acompañante que se registre en la recaptura de salmónidos.

En el procedimiento descrito en el marco del objetivo 1 se mencionó que luego de cada evento de captura, sean ejemplares liberados, escapados o fauna acompañante, se procederá a la identificación y cuantificación de los mismos.

Las captura de especie objetivo y fauna acompañante, como ya fue descrito anteriormente, indistintamente que no se obtuvo recaptura del recurso objetivo a diferencia de las redes de enmalle, fue posible analizar la totalidad de fauna acompañante que esta presente en las capturas dirigidas a salmónidos escapados. De lo anterior, se procedió a identificar y contabilizar cada especie presente como fauna acompañante.

3.5 Objetivo 5.- Establecer la relación entre la distancia desde el punto de recaptura de los peces al o los centros de cultivo existentes, en función del área que debe cubrir la operación de recaptura y el tiempo transcurrido del evento.

Como se mencionara anteriormente, se ha definido una distancia límite de operación de recaptura en un radio de 2.000 m (Según resolución Nº 3347-70). Sin embargo, es necesario reconocer que los peces efectivamente pueden sobrepasar este radio de operación, razón por la cual se debió aplicar un método simultáneo para obtener información de distancia y tiempo.

Si se considera que el RAMA establece, junto al radio de 400 m, una limitante de tiempo de recaptura de 5 días, es necesario circunscribir las actividades en dicho contexto, ya que corresponde a los planes de contingencia exigidos a cada centro de cultivo. No obstante lo anterior, y debido al requerimiento para determinar la relación entre el tiempo en que ocurre el escape y la distancia del centro de cultivo originario, se llevaron a cabo actividades que permitieron obtener información del desplazamiento espacio-temporal de los ejemplares marcados.

De la información recabada hasta la fecha, se conoce que prácticamente la totalidad de las faenas de recaptura de salmónidos escapados, tanto en Chile como en el exterior, no permiten la recuperación del 100% de estos ejemplares. Este antecedente nos indicó que es altamente probable que durante las experiencias de liberación en el marco de la presente investigación no se logre la recaptura de los ejemplares escapados, por lo cual para dar respuesta a este objetivo, es que el Consultor propuso una serie de actividades descritas a continuación.

Si bien es cierto esta condición no es deseable para el estudio, la permanencia en el medio ambiente de una cantidad de peces determinada puede ser empleada para el seguimiento de su comportamiento. Particular interés está referido a las zonas en que se lleva a cabo pesca con redes de enmalle fijas de orilla, en las cuales es muy frecuente capturar ejemplares escapados desde centros de cultivo. En base a lo anterior, se procedió como requisito fundamental en el marco práctico del estudio, contar con centros de cultivo en cuyos alrededores se realice actividad artesanal en el borde costero,

identificándose a sus propietarios de tal manera de obtener información de los ejemplares marcados que sean retenidos en sus redes de enmalle.

Esta actividad puede considerarse riesgosa en términos de lograr el convencimiento y la información oportuna de sus propietarios, no obstante se trabajó por medio de una compensación por marca recibida. Lo anterior puede parecer extraño en su proceder, no obstante es uno de los más efectivos métodos para lograr determinar los desplazamientos de peces y crustáceos con fines de crecimiento a nivel mundial. De esta forma previa a la realización de las liberaciones, se gestionaron visitas en terreno por toda la costa aledaña a los centros (por ambos lados posibles de escape de los salmones liberados), dándoles a conocer el objetivos de las experiencias y de lo importante que era recuperar salmones marcados, para así poder observar y registrar el grado de desplazamiento de los salmones en términos espacio-temporal.

El hecho de que cada pez liberado posea una marca individual, permitió saber cuanto tiempo ha transcurrido desde entre el evento de liberación y su captura. Además, conociendo el lugar en que se produjo su captura, y mediante el uso de un posicionador (GPS), fue factible determinar la distancia desde su lugar de escape. La posición de cada ejemplar capturado en estos aparejos de pesca fue ploteada mediante el uso del software Surfer, haciéndose referencia del tiempo desde la liberación del pez.

El requerimiento de respuesta oportuna por parte de dichos pescadores fue una condición básica en esta actividad, ya que junto a tener la distancia y fecha de la captura de un pez, fue necesario extraer su estómago para fines de análisis de contenido, correspondientes al objetivo 6.

Finalmente de manera de potenciar aún más esta actividad asociada a la descripción del comportamiento asociado a salmones escapados, el Consultor construyó 4 redes de enmalle, las cuales fueron dispuestas tanto al interior del centro, como por fuera de las loberas en las inmediaciones del centro. El objetivo principal de esta estrategia es que la puesta de estas redes sirviesen como un indicador de presencia y permanencia de los ejemplares liberados (marcados) y analizar periódicamente las redes de manera de observar y evidenciar el tiempo de permanencia de estos al interior del centro de acuerdo a lo expuesto en el Focus Group. Las redes que fueron dispuestas al

exterior del centro además de cumplir la función anteriormente descrita, también cumplen la función, particularmente las dispuestas en cada unos de los cabezales del centro (por el lateral de la liberación) con el fin de recobrar información por donde podía ser la vía de escape de los salmones liberados, de manera de reorientar la estrategia de recaptura.

3.6 Objetivo 6.- Establecer la variación temporal en la dieta de los individuos escapados.

El estudio de los componentes de la dieta de salmónidos recapturados en diferentes periodos luego de su escape o liberación, dada la escasa recaptura de salmónidos marcados y liberados (sólo en redes de enmalle y pesca de orilla) permitió determinar la variación temporal de su alimentación (y el grado de adaptabilidad al medio), básicamente proveniente de estómagos de ejemplares recapturados en un lapso no superior de tres días desde su liberación. Producto de lo anterior, cada ejemplar recapturado., se le procedió a extraer su estómago y analizar “in situ” su contenido estomacal, asociándolo directamente a la zona de origen, su talla, fecha/hora de liberación y fecha/hora de recaptura:

Los estómagos, junto con los antecedentes de los ejemplares seleccionados, serán incorporados en una planilla para su posterior análisis.

3.6.1 Otras actividades de interés (actividades complementarias)

a) Estructuras de edades en base a lectura de escamas

Para el estudio de la relación entre el crecimiento de estructuras duras y longitud total de cada salmón, se muestrearon escamas de individuos antes de ser liberados. Las escamas fueron extraídas de la parte posterior de la aleta pectoral y conservadas en sobres debidamente identificados.

En el caso de los salmones de Caicaén, las escamas fueron extraídas el día 17 de febrero del 2005. Para los individuos de Yenecura, las escamas fueron extraídas del 3 al 6 de diciembre del 2004 y el 27 de enero del 2005.

Una vez en laboratorio, de cada sobre se extrajeron tres escamas, las cuales fueron lavadas con agua destilada y colocadas entre dos portaobjetos previamente etiquetados. Cada escama fue observada con la ayuda de una lupa y un ocular graduado 10x, para proceder a su medición. En la medición de la escama se considera la longitud anterior, esto es, la distancia entre el foco de la escama y el borde anterior de la misma (Fig. 3).

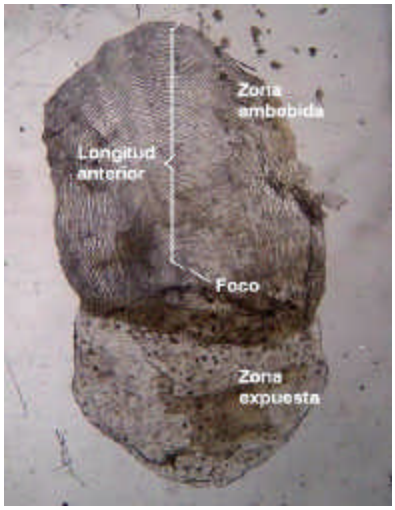


Figura 3. Medición de la longitud anterior en una escama

Muchas escamas presentan un foco o núcleo difuso, por lo que sólo se consideraron aquellas cuyo foco fuera claramente identificable para realizar una medición exacta, con una precisión de 0,1 mm.

Además de la medición de las escamas se busca la presencia de anulus (Fig. 4). Los anulus son agrupaciones de anillos de crecimiento o circuli, los cuales se formar a raíz de una desaceleración del crecimiento del pez debido a una baja en su metabolismo, situación que ocurre durante la época invernal. La baja en el metabolismo se debe frecuentemente a la menor disponibilidad de alimentación y a los cambios en la temperatura en la masa de agua. De este modo, la presencia de anulus indica una baja en el metabolismo, debido a factores externos, sirviendo como indicador de las temporadas invernales vividas por el pez, por lo tanto un método para determinar su edad.

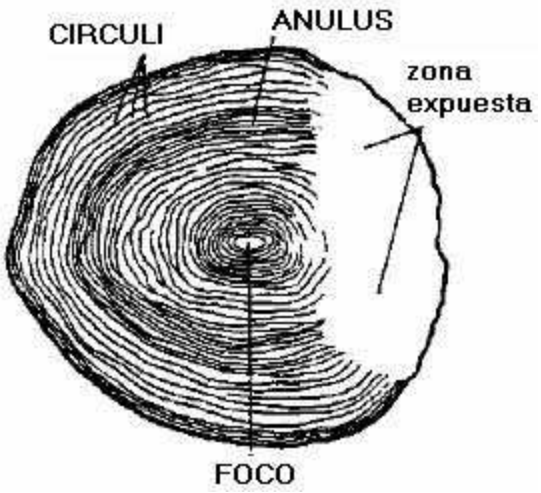


Figura 4. Circuli y anulus en una escama.

Análisis de los datos

Desde hace mucho tiempo es reconocido que hay una relación entre el crecimiento del pez y el de sus estructuras duras. Entre los muchos autores que tratan el tema, Fraser en 1916 y Lee en 1920 (método de Fraser-Lee, descrito en Carlander, 1981 y Francis, 1990) sostienen que la relación es directa, basándose en el supuesto que "e*l incremento de crecimiento del otolito es, en promedio, una proporción constante del*

incremento de crecimiento del pez". Estos autores, a diferencia de otros, indican que la línea no pasa por el origen, ya que cuando el tamaño de la estructura es igual a cero la longitud del pez es igual al intercepto. Por lo tanto, describen el intercepto como la longitud del pez al momento de la formación de estructura. Si bien muchos estudios al hablar de estructuras duras se refieren a los otolitos, sus propuestas son perfectamente válidas para otras estructuras, tales como las escamas. (Araya y Cubillos, 2002). De este modo, la longitud del pez y la de la escama se relacionan linealmente de la siguiente manera:

$$LP = a + b \cdot LE$$

donde:

LP = longitud del pez
LE = longitud de la estructura
a y b = parámetros de la regresión

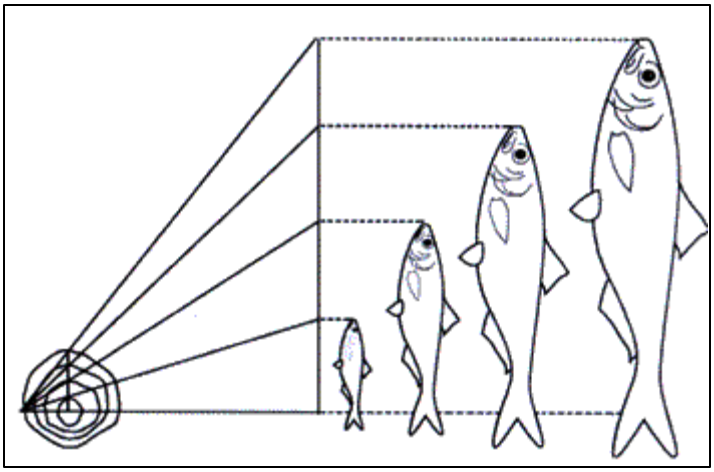


Figura 5. Relación entre el crecimiento de un pez y su escama, de acuerdo al principio de dependencia lineal. (Tomado de Chugunova 1963).

b) Filmaciones submarinas

Esta actividad se realizó en las liberaciones de las actividades 1 y 2 del proyecto, correspondientes al centro Yenecura, esto quiere decir específicamente que las filmaciones de los ejemplares liberados se realizaron por dentro de la lobera, por lo cual fue posible observar el comportamiento de este una vez liberados. Sin embargo esta no se pudo realizar en las actividad 3 (centro Caicaén), debido a que esta se ejecutó por fuera de la lobera, evento en el cual los ejemplares nadaron rápidamente perdiéndose en forma instantánea el posible registro de la filmación. El objetivo de esta actividad fue poder describir cualitativamente cual fue el comportamiento de escape de esta especie una vez inducido este, observando conductas de escape a través de los paños de red de lobera

c) Georreferenciación de los lances

De acuerdo a lo mencionado en la propuesta metodológica, se empleó un GPS para posicionar los lances de recaptura (sistemas propuestos) y pesca de orilla (pescadores artsanales), de manera tal de establecerse algún patrón asociado al desplazamiento de los peces liberados y el área en que debería realizarse el proceso de recaptura. Además, el GPS fue empleado para posicionar los peces marcados que sean capturados en redes de enmalle de orilla.

4 RESULTADOS

De acuerdo a lo estipulados en los Términos Básicos de Referencia y a lo propuesto por la unidad ejecutora, el presente pre-informe final contempla el análisis de todas las experiencias realizadas en el marco del proyecto, incluyendo el material audiovisual pertinente.

- Análisis de las encuestas.
- Conclusiones del Focus Group.
- Diseño y construcción de los aparejos confeccionados.
- Resultados de las actividades experimentales propuesta en la propuesta técnica.
- Resultados del comportamiento de los salmones escapados y actividades complementarias.
- Realización Taller de Difusión, Análisis y Discusión de Resultados

4.1 **Objetivo 1.-** Identificar y describir los artes de pesca disponibles, la estrategia y operación de recaptura más adecuada para recuperar individuos de especies salmonídeas escapados desde las balsas jaulas en las aguas interiores de la X y XI Regiones.

Fase I: Recopilación y análisis de antecedentes relevantes.

4.1.1 Realización de encuestas

Las zonas en las cuales se realizaron las encuestas corresponden a los sectores de Estuario del Reloncaví, Calbuco, Bahía Abtao, Carretera Austral y Lago Llanquihue. Los centros pertenecen a seis (6) empresas salmoneras: Marine Harvest Chile S.A., Salmones Multiexport S.A., Caleta Bay S.A., AquaChile S.A., Salmones Mainstream S.A., Aguas Claras S.A y Pacific Star S.A (Fig. 6). Dicha actividad se realizó con la participación preferentemente de jefes de centro de cultivo de salmónidos de la X región, tanto expuestos como protegidos, entre el 28 de Julio y el 20 de Agosto.

El resumen de la información de las encuestas realizadas se muestra en las siguientes tabla:

Nº de centros encuestados	27
N° Empresas encuestadas	7
N° Centros – Frente expuesto	18
N° Centros – Frente protegido	9

Figura 6. Ubicación de a) Centros encuestados en la zona de Calbuco , b) Centros encuestados Estuario y Seno Reloncaví , c) Centros encuestados en la Isla de Chiloé , d) Centros encuestados en el Lago Llanquihue .

4.1.1.1 *Caracterización de los centros encuestados*

La fase de cultivo en los centros encuestados correspondieron en su gran mayoría a engorda (88 %), en forma minoritaria también se registraron centros destinados al manejo de reproductores, cosecha, alevines y smolt. Respecto a las especies cultivadas en los centros encuestados, la especie predominante es Salmón del Atlántico, y representó un 67 % de los centros visitados (Fig. 7). Respecto a la fase de cultivo, la fase de agua de mar representó sobre el 96%. De esta forma un 67% de los centros se encuentran (a juicio de los entrevistados) en frentes expuestos a vientos y/o corrientes, y del mismo modo un 33% de ellos están en un frente protegido.

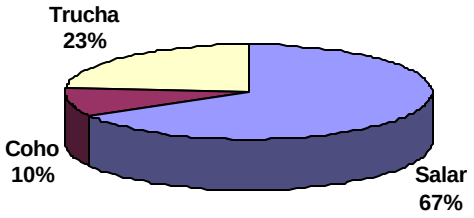


Figura 7. Especies cultivadas en los centros cultivados.

En cuanto a la caracterización de los tipos y materiales de las estructuras utilizados en los centros encuestados se observó que en todos los centros el tipo de red usada es raschel (tipo de construcción sin nudo), con tamaños de malla que van desde 9/16” a 3”, valores que están de acuerdo a la etapa de crecimiento en que se encuentren los individuos cultivados en cada jaula. No obstante, el rango predominante de tamaño de malla presente en el 93% de los centros visitados es entre 1” y 2”, dado que los centros visitados se encontraban en su mayoría en fase de engorda en una etapa intermedia y final.

Referido al tipo de balsas jaulas utilizados se observó una predominancia de balsas cuadradas o trenes de balsas (89%) sobre los diseños circulares (11%). En cuanto a los materiales de construcción de estas estructuras fue en su totalidad de acero galvanizado para los trenes y de PE de alta densidad para el caso de los módulos

circulares. En la mayoría de los centros se constató la existencia de dos módulos o trenes de balsas (55% de los casos) y secundariamente la presencia de un solo módulo (30%). El número de jaulas por tren de balsas es variable y su moda está en un rango entre 10 y 15 jaulas por tren en un 59% de los casos. Este valor está también relacionado con las dimensiones de cada jaula, la presencia en términos porcentuales se presenta en la figura 8, y de esto se desprende la predominancia de las jaulas con dimensiones de 20m x 20m.

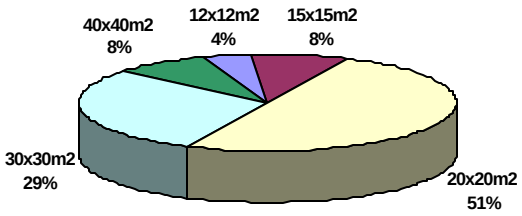


Figura 8. Dimensiones de balsas jaulas en centros de cultivo visitados.

Pesca artesanal en el entorno de los centros

Con respecto a la caracterización de los centros en cuanto a la actividad de pescadores artesanales en su entorno, se observó que en un 70% de ellos existe pesca de orilla, en general para consumo doméstico. En esta pesca de orilla alrededor de los centros, el aparejo más utilizado es el enmalle (60%), seguido por espinel y línea de mano (ambos con un 20%). La caracterización de las especies capturadas en los alrededores de los centro es principalmente róbalo y salmón (Fig. 9).

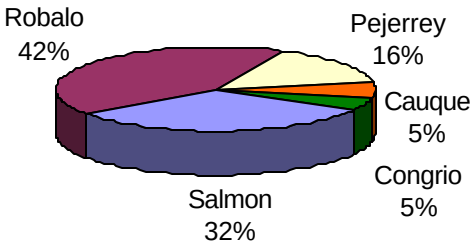


Figura 9. Especies capturadas por pescadores de orilla en los entornos de los centros.

De las embarcaciones utilizadas en los centros

El material de construcción de las embarcaciones es principalmente fibra de vidrio (Fig. 10). Respecto de sus dimensiones la eslora en más del 80% de los registros éstas no superaban los 8 metros, con un rango que fluctúa preferentemente entre los 5 y los 8 metros (70%).

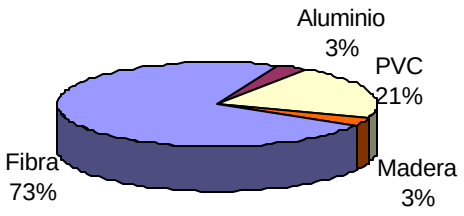


Figura 10. Material de las embarcaciones de los centros encuestados.

Sobre los planes de contingencias en los centros

Con respecto a la existencia de planes de contingencia en los centros encuestados, se observa en todos ellos la presencia de protocolos de acción en caso de un siniestro que implicara escape de salmónidos. Del mismo modo, del universo de los centros encuestados, sólo el 10% indicó la aplicación de este plan de recaptura.

En el caso de los programas de mantención de los fondeos y cambio de las redes de las jaulas, mayoritariamente se observó el caso de que efectuaban cambios según necesidad, dado el estado en que se encuentren estos componentes. En el caso de los fondeos en los centros encuestados, sólo en dos de ellos consideran cambios de materiales cada año y la mayoría contemplaban nuevamente cambios por desgaste de los materiales (Fig. 11). En el caso de trenes, un 75 % de ellos tiene un tiempo de uso menor a 5 años.

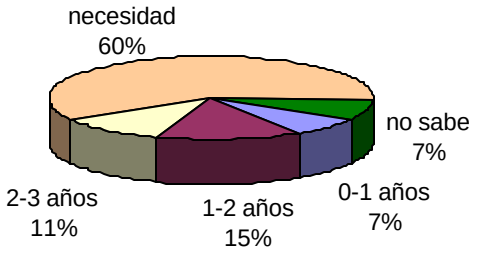


Figura 11. Recambio de materiales en los sistemas de fondeo

En cuanto a la presencia y disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los planes de contingencia en un caso hipotético, un 70% reconoce la existencia de algún tipo de red en el centro para intentar la recaptura de peces escapados. Los tipos de redes que disponen principalmente son bolinches de muestreo y jaulas móviles, en un 50% y 33% de los centros, respectivamente.

4.1.1.2 *Estado de aparejos utilizados en la recaptura de salmónidos escapados de centros de cultivo*

De las encuestas realizadas se extrae que el 100% de las empresas presenta un plan de contingencia para la recaptura de salmónidos escapados de los centros de cultivos. De estos planes, el 67% de los centros tienen algún sistema de recaptura de peces, entre los cuales los más utilizados corresponden a red de muestreo y jaula móvil.

En la siguiente tabla se indican los distintos sistemas utilizados en los planes de contingencia de recaptura de peces por las distintas empresas del sector:

Tabla 2. Sistemas o aparejos de recaptura utilizados en los centros de cultivo

ITEM	**Resultado (%)**
Plan de contingencia	100
Existencia de Arte en Sistema de Recaptura	67
Sistemas o aparejos de recaptura utilizados en los centros de cultivo	
Red de muestreo	50
Jaula móvil	22
Bolinche de muestreo	11
Jaula vacía	6
Red de enmalle	11

En lo referente a los distintos métodos de captura o recaptura utilizados en los planes de contingencia, estos corresponden a sistemas usados principalmente con fines de selección de muestras y separación de peces, que en le caso de eventos de escapes de especies salmonídeas, estos son utilizados para estos fines.

Características técnicas de diseño, construcción y operación

RED DE MUESTREO

Este aparejo consiste básicamente en un paño de red, el cual es utilizado en la construcción de las jaulas. Sus dimensiones dependen o varían de acuerdo a la disponibilidad del centro, pudiendo encontrarse con redes de muestreo de 10X10 hasta 40X40. Sin embargo las más utilizadas son las de 10X10 y 15X15, que atendiendo que su finalidad básica, es ser utilizada para la faena de muestreo de peces, por lo cual se necesita una mayor operatividad en su manejo.

En términos de su construcción, el tamaño de la malla por lo general es de 1", aunque también hay redes con un tamaño entre ¾" a 1 ½ ", esto depende de la disponibilidad del centro y del momento o desarrollo de la fase de cultivo en el cual se encuentre el centro. No presenta una estructura rígida en su armado como relinga superior e inferior, por lo cual no se observan en su construcción flotadores y pesos. En cada extremo o vértice se unen cabos (4 en total), cuyas dimensiones dependen de las características de cada centro (dimensiones del centro) y de la operación, que depende de la experiencia de los jefes de centro y los operarios. Este aparejo no esta diseñado para la operación de la recaptura de salmónidos, se utiliza para la selección de individuos para muestreo, por lo que su eficiencia en la recaptura de salmónidos puede no ser idónea, por presentar un bajo volumen de retención de peces escapados (Fig. 12).

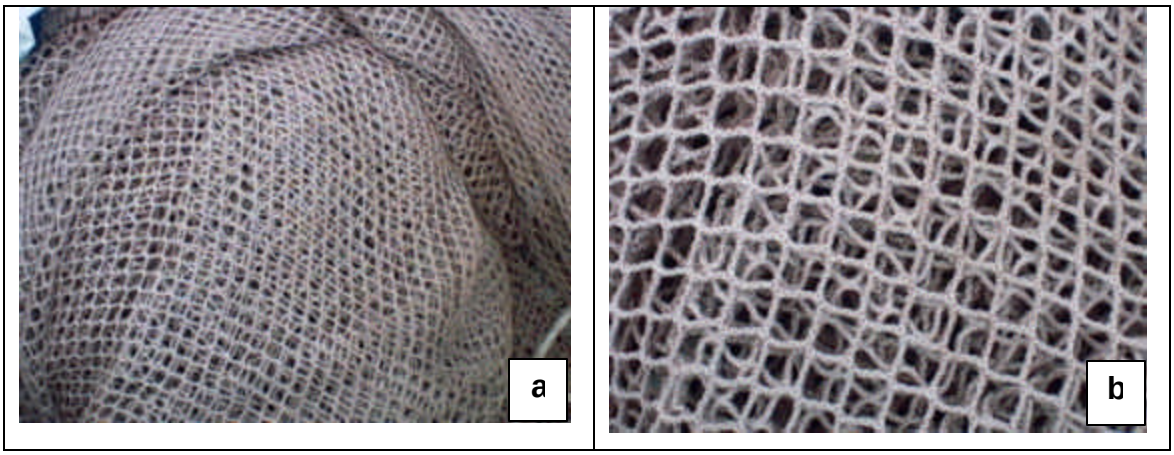


Figura 12. a) Paño de red de muestreo, b) paño de red.

La operación de este aparejo para la recaptura de salmónidos escapados, se realiza cebando la zona en la cual se utilizará el aparejo. Este se realiza en los mismos módulos de jaulas, por lo que operación está limitada por los fondeos y estructuras. Su operación consiste en dejar caer un extremo de la red por un costado del módulo. Por su propio peso la red se hunde hasta la altura deseada por el jefe de la operación de recaptura. Una vez ocurrido ello, se procede a levantar la red por dos extremos manteniendo los otros dos fijos. Cuando el paño adopta una configuración en el sentido horizontal, se levanta rápidamente de forma pareja la red hasta dejarla seca (fuera del agua) con los peces en su interior.

RED DE ENMALLE

Este aparejo de pesca no es frecuentemente utilizado por la industria salmonera para la recaptura de salmónidos. Las dimensiones de este aparejo están dadas por los paños utilizados en su construcción y del tamaño de malla usado. Por lo cual su finalidad no apunta a la recaptura, sino más bien a su captura de manera de disminuir el impacto ambiental de estas especies en el medio natural.

Su operación consiste en dejar la red en la posible trayectoria que tomen los peces una vez escapados como una pared, esta red presenta un tamaño de malla entre 1 y 3”. Una vez que el pez pasa por la red, este queda enmallado, la malla (monofilamento) se enreda con lo opérculos de los peces y estos al no poder escapar se asfixian. A este aparejo de pesca se le da un tiempo de reposo que dependen de la experiencia del jefe de la operación del aparejo, y que a intervalos de tiempo de tiempo se revisa el aparejo para extraer la captura de éste. Una desventaja de este sistema es que su operación es pasiva por lo que su éxito depende de su ubicación y de la capacidad de retención de los peces. Su tamaño de malla es importante en el éxito de la captura y también de su selectividad, o sea, que no capture otros recursos por que su poder de pesca se ve limitado por esta situación.

JAULA VACIA ESTATICA Y MOVIL

El uso de las jaulas como sistema de recaptura por la industria salmonera, es ampliamente utilizado, sin embargo existen dos tipos sistemas de jaulas, las cuales pueden ser, según la nomenclatura establecida como jaula vacía (una jaula vacía dentro del modulo) con un porcentaje de utilización de un 6% y el sistema de jaula móvil (Fig. 13) que representa un 22% de utilización. Los dos sistemas se utilizan de la misma forma, lo único que varía es el hecho de que el sistema móvil permite llevar el sistema hasta los peces a recapturar, por lo que su eficiencia es mejor, no así el sistema jaula vacía, que al ser estático, su éxito de recaptura depende de la cercanía de los peces a los módulos y del éxito en concentrar los peces al interior de la jaula, mediante el uso de cebo (alimento pelletizado).

Figura 13. Módulos de jaulas con una jaula móvil circular.

Estos sistemas de recaptura presentan características de dimensiones distintas, debido a la disponibilidad de cada centro, las que inciden en diferencias como las dimensiones y profundidades del sistema balsa-jaula, tamaño de la malla utilizado e incluso por los materiales utilizados en la construcción de los paños, estructura y forma de la jaula.

La operación o principio de captura de los salmones escapados, es básicamente el mismo, el cual consiste en bajar la red de la jaula unos 5 a 10 metros y retenerla con cabos. Consecutivamente se ceba el interior de la balsa con alimento para concentrar a los peces escapados. Una vez que se considera que la cantidad de peces es adecuada, se procede a subir rápidamente la jaula y con ello retener la mayor cantidad de peces. Si corresponde, esta maniobra se repite las veces que sea necesario según el volumen de peces escapados cerca de las jaulas. La pesca retenida es extraída de las jaulas y depositadas en otras jaulas para poder usar el sistema nuevamente.

BOLINCHE DE MUESTRO

Este aparejo de pesca es poco utilizado por la industria salmonera, solamente el 11% de los centros encuestados utiliza este tipo de aparejo. Sin embargo es importante mencionar que a diferencia de la red de muestreo, este posee en su construcción u armado, la presencia de flotación y peso, el cual lo hace más dinámico y efectivo en la operación de hundimiento. Sin embargo su funcionalidad u objetivo principal es para la selección de peces para su muestreo.

Su construcción depende del paño que se tenga en el centro, en cuanto al tamaño de malla y a la titulación de la tela. Por lo general el paño utilizado es de ¾” aunque existen aparejos con paños de otras características. Las dimensiones de este arte son 18 metros de largo y 22 metros de altura como promedio, y los cabos utilizados son de 12 mm tanto en la relinga superior como en la inferior (Fig. 14).

La operación de este aparejo puede realizarse entre 2 a 4 operarios, que en su conjunto cercan a los peces previamente cebados, que se encuentran cerca de los módulos de cultivo, dejando un extremo de éste amarrado a la balsa. La acción de pesca se desarrolla dificultando la trayectoria de los peces presentando una barrera al avance, para después encerrarlos y realizar la misma operación de virado que en el caso de las redes de muestreo.

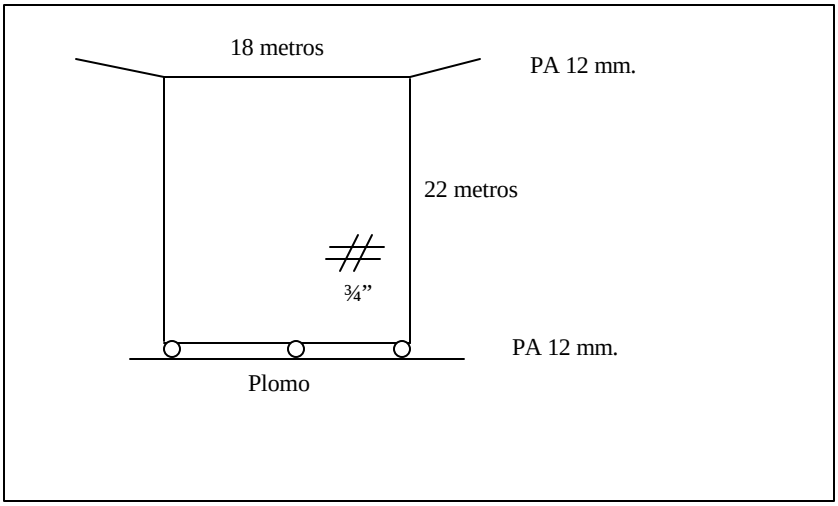


Figura 14. Red de bolinche de muestra utilizada por la industria salmonera para la recaptura de salmónidos escapados de los centros de cultivo.

4.1.1.3 *Escape de Salmones*

De las encuestas realizadas y de las entrevistas a los actores de las principales empresas del sector salmonicultor, más el análisis del Consultor, es que a continuación se presentan en términos descriptivos y cualitativos los siguientes resultados referente a los principales problemas y causas de los escapes de salmónidos.

Descripción del Problema y sus Causas:

La cadena productiva del salmón, presenta varias etapas en las cuales los salmones y truchas pueden escapar al medio ambiente:

- Durante su etapa de desarrollo hasta convertirse en smolt pueden escapar al lago o río en que se están desarrollando
- Durante la smoltificación tras haber sido trasladados al mar
- Durante la engorda
- Durante la cosecha

Del análisis de las encuestas y entrevistas que se ha realizado, se han identificado cuatro principales factores que podrían explicar el 100% de los escapes desde una perspectiva de los factores **externos** influyentes en los escapes:

- Efectos de las condiciones meteorológicas
- Ataques de animales marinos
- Vandalismo
- Errores en la manipulación de redes y en maniobras de embarcaciones.

Cada uno de estos factores tiene a su vez causas que los explican y que permiten apuntar a las razones de fondo de los escapes. Con el objeto de facilitar la comprensión de los términos utilizados, se ha elaborado un diagrama (Fig. 15) cómo están construidas las jaulas y sus estructuras de soporte.

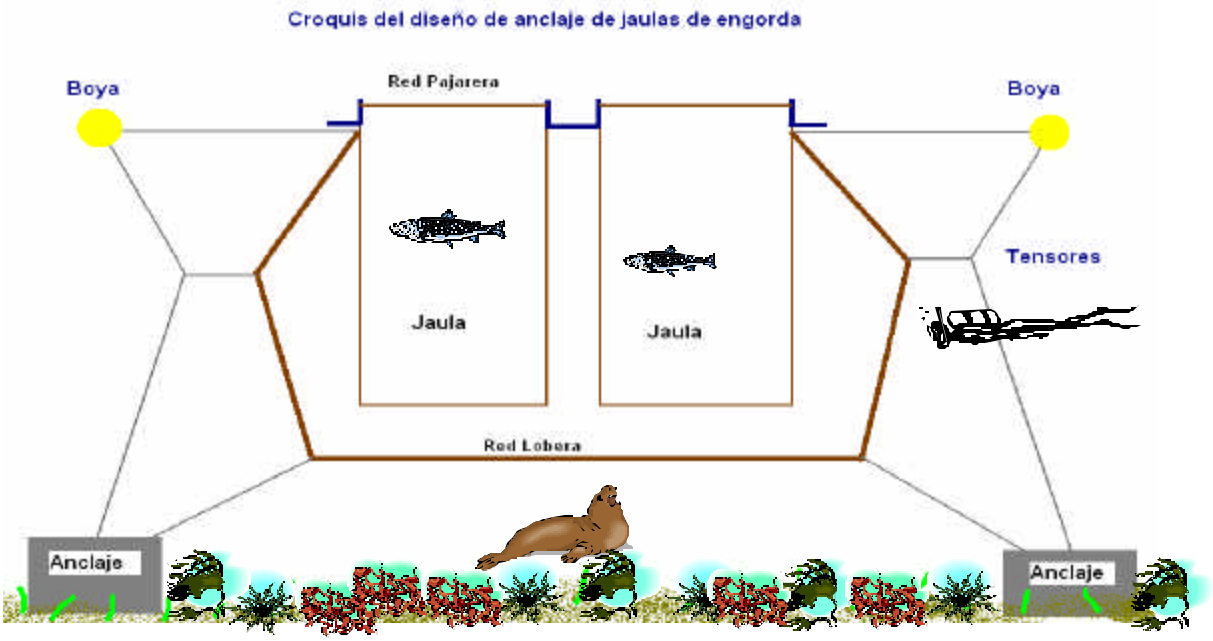


Figura 15. Diagrama de construcción y armado de una balsa jaula.

Condiciones Meteorológicas

Esta es sin duda la más catastrófica y notoria de las causas de escapes, ya que puede significar la pérdida de centros completos con toda su biomasa. Esto puede suceder de varias formas:

Condiciones naturales de corrientes marinas

Los lugares en que están instalados los centros de cultivo deben tener condiciones naturales de circulación, ya que es necesario que las aguas se reemplacen de tal forma de mantener los niveles de oxígeno y nutrientes necesarios.

Si esas corrientes no han sido bien estimadas, es posible que exijan resistencias excesivas a los materiales con que fueron construidas las jaulas, sus estructuras de anclaje y eventualmente las redes. Los resultados serán similares a los que se generan en condiciones más adversas como las que se analizan en el punto siguiente.

Las causas originarias en este caso corresponden a una mala evaluación de las condiciones ambientales del lugar, lo que lleva a un diseño estructural del centro inadecuado

Tormentas y marejadas

Las tormentas producen oleajes y corrientes marinas superiores a las habituales, por lo que las estructuras de los centros son sometidas a tensiones que cortan los tensores, rompen las jaulas, vuelcan las jaulas etc.

Otras veces las lluvias torrenciales hacen subir el nivel de los ríos, los que arrastran troncos que al chocar con las redes las pueden romper

Hay varias razones que pueden explicar este tipo de falla:

- Las tensiones exceden aquellas para las cuales fueron calculados los anclajes, en cuyo caso las balsas con anclajes y todo son arrastradas y desplazadas de su posición original. Si son arrastradas hacia la orilla pueden desgarrarse al tomar contacto con el fondo y los peces escapan.
- Los tensores que sujetan las jaulas a los anclajes no tienen las resistencias necesarias y se cortan, liberando las jaulas a la corriente con los mismos efectos ya mencionados.
- Los materiales están ya desgastados y se cortan.
- Los elementos utilizados por los fabricantes no tienen la resistencia necesaria para los esfuerzos demandados.

Los expertos recomiendan cambiar las redes de engorda sin tratamiento antifouling cada 15 días en invierno y cada semana en verano. En el caso de las redes tratadas se deben cambiar cuando la carga de incrustaciones así lo recomiende. Debe tenerse en cuenta que cada cambio de redes representa una manipulación de los peces, con los consiguientes efectos de stress, pérdida de apetito etc. Se ha podido comprobar que los

peces en estado de stress disminuyen significativamente su apetito y consiguientemente dejan de engordar.

En cuanto a las redes loberas, se recomienda su cambio cada 6 meses máximo, dependiendo del nivel de sobrecarga por incrustaciones, y su revisión diaria para detectar roturas.

Ataque de animales marinos

Los ataques de animales marinos, en particular el lobo de mar constituyen según los expertos la principal causa de pérdida de peces hacia el medio ambiente.

El ataque de lobo tiene una serie de características peculiares:

- Es muy frecuente
- Produce daños menores por evento
- No siempre es detectado, ya que se produce bajo el nivel del agua y no siempre la transparencia permite verlo.
- Ocasionalmente es detectado por sus efectos:
    - Detección de roturas en las redes loberas por lo buzos
    - Detección de peces en la zona entre las redes de engorda y las loberas
    - Detección de restos de peces flotando en el agua dentro de la jaula o en sus alrededores
- Ataca preferentemente el fondo de la jaula, en donde se encuentra la mortalidad
- Muerde las redes y en general come a través de las mismas
- Ocasionalmente sube a las pasarelas e intenta entrar por la parte superior
- Es un animal muy inteligente, que aprende
- Es difícil determinar la cuantía de los daños

Los ataques de lobo se han hecho cada vez más frecuentes, pues los lobos se han acostumbrado a las cercanías de los centros de cultivo y los han identificado como una fuente inagotable de alimentación, por lo que merodean permanentemente en sus alrededores. También han mudado su habitual preferencia por los peces muertos y también atacan a los vivos.

Se han intentado muchas formas de control, ninguna de las cuales ha resultado efectiva hasta el momento.

- Redes loberas, que son las que se muestran en el diagrama y que envuelven todo el perímetro de las jaulas impidiendo el acercamiento del lobo. Sucede sin embargo, que las redes cuelgan por la parte inferior, por lo que puede atacar desde abajo sin necesidad de romperla, pudiendo llegar hasta la base de la jaula, en donde reposa la mortalidad
- Disuasivos de sonido, que no han resultado efectivos, pues se acostumbran
- Armas, las que están prohibidas, pues la legislación ambiental prohíbe el matar a estos animales.
- Junto con la extracción de la mortalidad, los buzos deben efectuar una revisión exhaustiva de las jaulas al menos cada 48 horas, (diaria según la recomendación de los expertos) y reparar e informar de las roturas detectadas, las que deben ser registradas en la hoja de vida de la red individualizada.
- Revisar en forma diaria las redes loberas para detectar y reparar roturas.
- Llevar un registro detallado de todos los eventos que afectan a una jaula, con expresa identificación de la red afectada, así como de las redes loberas.
- Llevar una bitácora de vida de cada red, lo que se hace a través de mecanismos de identificación, los que son incorporados a la red durante su construcción y la acompañan durante toda su vida.

Impactos producidos por ataques de lobo:

Un ataque de lobo produce diversos impactos:

- Puede eventualmente romper las redes, por lo que se deja un espacio por el cual los peces escapan. Ahora bien, los expertos coinciden en señalar que no basta una rotura para que los peces escapen, ya que están acostumbrados a su hábitat y a ser alimentados, por lo que una simple rotura no es necesariamente causa de un gran escape.
- Distintas especies tienen distinto comportamiento frente a la rotura de una red. El salmón Atlántico por ejemplo escapa, el Coho y las truchas no.

- Los salmones salares escapan por la parte de debajo de las redes, las truchas y los cohos por la parte de arriba
- Un ataque de lobo produce estrés en los peces, y eso se manifiesta en pérdida de apetito por unos dos o tres días posteriores al ataque. Este hecho dificulta la determinación del número eventual de peces escapados, pues la menor demanda de alimentos puede no necesariamente tener su origen en peces escapados sino que en peces que comen menos
- El estrés provocado por ataque de lobo afecta la generación de corticoides de los peces, lo que produce cambios fisiológicos y baja de las defensas, lo que los deja vulnerables a enfermarse.

Vandalismo

El modo de operación característico de este tipo de ataque es el siguiente:

Amparado por la noche, un buzo se acerca a un centro de cultivo y procede a romper la red lobera para poder entrar a la zona de jaulas, allí raja con un cuchillo la red de engorda y entra a la jaula para forzar a los peces a salir de la misma

Esta es tal vez la más compleja de las causales de escape de peces, y su complejidad viene de los siguientes aspectos:

- Es difícil de detectar
- En caso de captura de los hechores es muy difícil demostrar el daño, y el vandalismo tiene menos castigo que el robo
- Si actúan en connivencia con personal del centro se hace más difícil la detección y mayor el daño, pues atacan las jaulas preparadas para cosechar
- Está asociada al problema de los pescadores artesanales, lo que lo convierte en un tema político. Efectivamente, al liberarse peces de los centros de cultivo se incrementa biomasa disponible libre, con lo que se justifica la creación de una pesquería.
- Una vez los peces en el mar abierto, no es posible demostrar su origen, por lo que en el mejor de los casos se logra el decomiso de la especie recapturada por los ladrones, pero no de los escapados y no recapturados.

Ha habido periodos en que esta causa ha sido la más frecuente, rivalizando incluso con la de los lobos de mar, los cuales sin duda resultan beneficiados al ver incrementada la biomasa en su hábitat natural de caza.

La legislación vigente considera que los salmones no son naturales en los mares del sur de Chile, por lo que , aún fuera de cautiverio, siguen siendo propiedad de las empresas salmoneras, por lo que en caso de sorprenderse por carabineros a personas comercializándolos, son llevados junto con los peces al juzgado correspondiente.

En caso que se aprobara la creación de una pesquería del salmón, no existiría el respaldo del cuerpo legal, por lo que sería un incentivo muy grande para atacar a los centros de cultivo. Se debería en ese caso establecer una legislación protectora de los centros de cultivo con sanciones más estrictas que las que contienen los actuales cuerpos legales

La creación de una pesquería de salmón amenazaría también la cobertura de riesgo por parte de las compañías aseguradoras

Quienes apoyan el establecimiento de una pesquería arguyen que los salmones se han naturalizado y que se están reproduciendo por medios naturales, lo que de demostrarse sería un poderoso argumento a favor de esa tesis.

Ahora bien, existen argumentos muy poderosos para descartar esa tesis, y provienen de las investigaciones que se han hecho en varios países del mundo, incluso en Canadá, en donde el Salmón Salvaje es originario. Un estudio efectuado en British Columbia en años recientes concluye que es de muy baja probabilidad LA aclimatación de salmones de criadero en el medio natural, pues no están habituados a cazar para alimentarse, y que hay múltiples factores que tienen que conjugarse para que ello pudiera ocurrir.

Errores en la manipulación de las redes y botes

Existen una serie de tareas rutinarias en los centros de cultivo que implican la manipulación de las jaulas y los peces:

- Recambio de redes
- Desdoblar jaulas
- Reubicación de jaulas

Recambio de redes

Se ha comentado que las redes deben ser cambiadas frecuentemente debido a que deben ser sometidas a mantención y limpieza.

Esta tarea se efectúa con el apoyo de barcos especializados, los que elevan las redes con sus grúas.

Esta tarea si no es efectuada con cuidado puede provocar el escape de peces, los que pueden o no ser recuperados dependiendo de la diligencia de los operadores del proceso.

La cercanía de los barcos ocasiona a veces roturas en las redes con sus hélices, las que también pueden producir escapes.

Desdoblaje

Es un proceso mediante el cual se reparte la cantidad de peces en una jaula entre dos ó más, dependiendo del tamaño y la cantidad de peces.

Este proceso se hace habitualmente con buzos, los que establecen un túnel entre dos jaulas y proceden a desplazar a través de éste a los peces.

Si este túnel no está bien asegurado, es posible que se produzcan escapes

Este proceso, efectuado con medios tecnológicos como por ejemplo la utilización de bombas para chupar a los peces desde una jaula y ponerlos en otra permite mejor control, sin embargo requiere la utilización de equipos caros, no siempre disponibles. Por último, la manipulación de los peces les provoca estrés, con el consiguiente deterioro en su conversión de alimentos y pérdida de apetito, por lo que los jefes de los centros de cultivo pueden utilizar medios menos hostiles.

Se observa que estas acciones son una nueva fuente de discrepancias e imprecisiones en los conteos de los peces en cada jaula

Reubicación de jaulas

Ocasionalmente es necesario reubicar las jaulas, lo que se hace liberándolas de la estructura y navegando con ellas hasta su nueva ubicación. Es un proceso delicado, en el cual es posible que por error de manipulación se produzcan escapes

4.1.2 Resultados de la actividad Focus Group

La realización de este Focus Group se enmarca en la actividad Nº7 de la Carta Gantt. Esta actividad tuvo como objetivo reunir todas las variables que pueden incidir preferentemente en el éxito del plan de recaptura, por lo cual se seleccionaron variables y/o parámetros que serán abordados en las experiencias de las Fases I y II del diseño de muestreo. Los participantes en el Focus Group fueron (Fig. 16):

Participantes del sector salmonero

Nombre	Empresa	Cargo
Luis Cartagena L.	Aquachile S.A.	Jefe de Centro
Roberto Aguilar Oyarzo	Aquachile S.A.	Jefe de Operaciones
Pablo Figueroa Nagel	Multiexport S.A.	Asistente Técnico
Paulino Morales	Robinson Crusoe y Cía. Ltda.	Jefe de Centro
Patricio Lazo Rikli	Pesquera Pacific Star S.A.	Jefe de Flota - Operaciones
Rodrigo Schipmann	Fjord Seafood Chile S.A.	Medio ambiente y CCAM
Dennis Espinoza Gornall	Marine Harvest Chile S.A.	Jefe de Centro - Director micro
Andrés Bórquez Kortmann	Pesquera Camanchaca S.A.	Asistente de Medio Ambiente
Juan Carlos Maldonado	FIMAR Trading Ltda.	Gerente Comercial
Mario Bahamonde Vásquez	Salmones Antártica S.A.	Jefe de Agua Dulce
Mauricio Ascencio Pando	Salmones Antártica S.A.	Jefe de Operaciones

Participantes del equipo consultor

Nombre	Institución	Cargo
Teófilo Melo Fuentes	PUCV	Jefe de Proyecto
Felipe Hurtado Ferreira	PUCV	Investigador
Erick Gaete Alfaro	PUCV	Co-Investigador
Alejandro Stack Wilke	PUCV	Colaborador
Ricardo Francke Bahamonde	INTESAL	Subcontrato

Figura 16. a) Grupos de trabajos (Focus Group), b) Trabajo Grupal (Focus Group)

a) Selección del Arte 1 (A1), de acuerdo a los 3 diseños propuestos por el consultor.

Como antecedentes previos para la elección del arte A1 a construir se tomó en cuenta que:

Se mencionó en la propuesta técnica para la fase de recaptura de ejemplares liberados, se utilizará alimento pelletizado como cebo, de manera de lograr una mayor concentración, conducta observada y planteada por los salmoneros.

La especie considerada como punto crítico es el salmón del atlántico (*Salmo salar*) y es sobre la cual se realizarán las experiencias, que dado su comportamiento hace difícil su recaptura (especie que frente a la presencia de un paño, su reacción es a clavarse al fondo) y, además, corresponde a la principal especie cultivada por la industria salmonera, referido a los volúmenes de producción que presenta.

<u>Selección del arte 1 (A1)</u>

El diseño del arte seleccionado para ser construido fue el Nº 2 (Cerco cierre vertical), fundamentalmente debido a su cierre vertical y una operación más rápida. Además, como los peces son atraídos con alimento no se necesita una gran cobertura espacial y, debido a su tiempo de operación reducido, se pueden realizar más “lances” en un mismo período de tiempo en comparación con el cerco tradicional. Ésta alternativa fue

establecida como la primera elección para dos de los tres grupos de trabajo (el grupo restante lo estableció como segunda prioridad). Sin embargo, producto de la discusión en este punto y conociendo las posturas de lo otros grupos, se logró definitivamente tener un 100% de aceptación en la selección del arte Nº2.

Definición de parámetros de construcción:

Como sugerencias para los diseños, se propusieron diversas especificaciones técnicas para la construcción del arte en cuestión:

Tamaño de malla : Entre 1 ½ y 2", para facilitar el manejo y la operación.
Altura : De una profundidad de trabajo no mayor a 15 m.
Diseño: Una sección de flotadores móviles, para facilitar la transferencia de los peces capturados a las balsas jaulas.

b) Selección del Arte 2 (A2), de acuerdo a los ya existentes y utilizados por el sector salmonero.

Esta actividad tuvo como objetivo la selección del arte o sistema que actualmente la empresa salmonera utiliza en los planes de recaptura de las especies salmonideas escapadas.

A modo de antecedentes recobrados en la *Fase I* del proyecto, que contempló la realización de encuestas, los aparejos o sistemas utilizados en el plan de recapturas son:

Arte o sistema utilizado	*Resultado (%)*
• Red de muestreo	50
• Jaula móvil	22
• Bolinche de muestreo	11
• Jaula vacía	6
• Red de enmalle	11

De los antecedentes recobrados en las encuestas, más la información provista por los integrantes del Focus Group (sector salmonero), el mejor arte a evaluar, con un 100 % de aceptación, fue la Jaula Móvil.

Las razones de la elección fueron:

- Mayor experiencia en el uso de este sistema en planes de recaptura.
- Mayor disponibilidad por parte de la empresa.
- Gran capacidad de retención de peces, una vez realizado el proceso de recaptura. Es importante mencionar que estas experiencias siempre se realizan con el apoyo de cebo para fomentar la creación de cardúmenes de una mayor dimensión.
- En comparación con los artes existentes, operativamente la jaula móvil tiene una mayor probabilidad de recaptura de especies salmonídeas escapadas.

c) Selección de la variable de "comportamiento" a ser evaluada de acuerdo al diagrama de actividades de liberación.

a) Identificación de Parámetros

Talla:

El comportamiento de los peces está condicionado al peso, pudiéndose observar a través de la práctica que en peces mayores a 1500 gramos, su comportamiento después del escape es permanecer cerca del centro por unos días. Sin embargo, en ejemplares de menor peso, el comportamiento se caracteriza por alejarse de las jaulas de una manera más rápida. Es por esto que la condición crítica es el trabajar con ejemplares de pesos menores o igual a 1.500 gramos. Debido a esto, el consultor tomará como referencia ejemplares entre los 800 y 1.200 gr.

Se considera que se puede trabajar con un rango de 800 a 1.200 gramos, y mantendría la condición crítica, por lo que se deja al consultor y a la disponibilidad de peces, el peso con el cual se realicen las experiencias.

Especie:

De las dos especies propuestas, Trucha y Salmón del Atlántico, (estas especies predominan en los centros de cultivo), se selecciona el Salmón del Atlántico, ya que su comportamiento es mas crítico y, por ello, sería más complicada su recaptura. La razón indicada para la elección de esta especie es que cambia de profundidad cuando se presenta algún obstáculo en su trayectoria, no así la Trucha que se mantiene en un mismo estrato en la columna de agua. Además, el Salmón Salar representa al 70% de la producción de salmónidos de cultivo.

Volumen del escape:

De las observaciones planteadas en el Focus Group, se pudo concluir que independiente del volumen escapado, ambas especies forman agregaciones. Además, tomando en consideración que se trabajará con cebo las experiencias de recaptura, esta actividad tiende a minimizar el efecto que puede causar el volumen escapado, por lo cual se aprueba realizar las experiencias de liberación con un número fijo de ejemplares.

La efectividad de la captura está referida a un porcentaje de la liberación, por lo que no afecta el volumen del escape, considerando el comportamiento anteriormente descrito.

Sin embargo, se recomienda al consultor (según disponibilidad) trabajar con un número mayor de individuos liberados (sobre 700), de manera de minimizar el posible efecto de este parámetro en el plan de recaptura.

b) Variables

Periodo:

Se considera como variable a evaluar, ya que se encuentra dentro del marco del proyecto.

El comportamiento de los peces es distinto según la época del año. En verano, los peces se encuentran en una profundidad mayor por la luminosidad y la temperatura del agua; en cambio en invierno, éstos se encuentran en aguas menos profundas, por lo que se debe evaluar en ambos periodos.

Área:

Se considera como variable a evaluar, ya que se encuentra dentro del marco del proyecto. De esta forma evaluar distintas áreas de estudio es apropiado, ya que el comportamiento de los peces es distinto al encontrarse en zonas protegidas o expuestas.

Tiempo de acción después del escape:

Se considera que es la condición a evaluar más importante. El éxito de la recaptura recae principalmente en el tiempo que transcurre desde el escape a la aplicación del plan de recaptura de peces.

Se recomienda realizar las experiencias tomando como tiempo inicial para la primera captura, ocho (8) horas después de la liberación. Este tiempo es razonable por el hecho que en un centro generalmente sólo se descubre el escape cuando se inspecciona el sistema de jaulas por un buzo.

El otro tiempo a evaluar queda a criterio del evaluador, pudiendo ser después o antes de las ocho (8) horas. Sin embargo, el consultor propone realizar los lances de recaptura inmediatamente después de la actividad de la liberación, atendiendo que en un

corto o mediano plazo, el sector privado implementará sistemas de prevención para evitar escapes, por lo cual sería de gran utilidad realizar la comparación con tiempo t=0 y t=8 hr.

Se recomienda realizar lances sucesivos después de la liberación hasta completar los cinco (5) días, como lo indica el RAMA, para poder determinar hasta qué momento es recomendable realizar la recaptura, para hacer un uso eficiente de los medios dispuestos para la realización del plan de contingencia y determinar hasta qué momento es recomendable aplicarlo.

Planes de contingencia en escapes de salmones a nivel internacional

De acuerdo al análisis de la literatura internacional en el ámbito de los planes de contingencia utilizados en países como Canadá, Noruega y Escocia, podemos mencionar que en forma general responden básicamente a los empleados hoy en día en nuestro país (Anexo II) de acuerdo a la normativa legal del Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA) del 2001, en especial en lo que se refiere al articulo seis de este reglamento.

Específicamente en el plan de recaptura, países como Escocia, no especifican el método de recaptura, sin embargo en el caso que este se realice a través del uso de redes de enmalle, la empresa en cuestión debe de notificar y solicitar una autorización al organismo competente, identificando el área donde realizará la recaptura para evaluar el impacto que podría incurrirse según las características biótica del lugar y aún más debe de considerarse el tamaño de malla a emplear según las características de los salmones escapados (fase de cultivo).

Sin embargo, la diferencia principal y por el cual se entiende el que no se especifique el aparejo o sistema de recaptura, es que estos países han dado y generado todos los esfuerzos en la prevención de manera de minimizar las probabilidades de escape de salmones, sea cual sea su causa y magnitud. De lo anterior es que se han generado Códigos de Buenas Prácticas aplicada por la totalidad de los productores de salmones, tomando medidas específicas que incluyen:

- Mejoramiento en el manejo y mantención de redes
- Mejoramiento en el diseño y dimensionamiento del sistema de anclaje
- Mejoramiento en las actividades propias de un centro como desdobles, selección, movimiento de jaulas etc.
- Pautas a seguir en la operación de naves en las cercanías de los centros de cultivo.

En este ámbito la British Columbia (BC) Asociación de Productores de Salmón desarrolló su propio código de buenas prácticas para la prevención de escapes, generando estándares mínimos como en la resistencia a la ruptura de los paños de redes, testeo periódico de redes en uso, en términos de generar protocolos de acción y finalmente un plan de contingencia frente a escapes. Todos los miembros de BCSFA se adhieren al Código, y varias de sus secciones ahora se han adoptado como un requisito regulativo para todos los operarios de las empresas productoras del salmón en British Columbia.

Respecto a este último punto, INTESAL en conjunto con las empresas perteneciente a la Asociación de Productores de Salmones y Truchas, han generado un Código de Buenas Prácticas, el cual esta siendo implementado actualmente casi en un 85% de la producción nacional y siendo certificado por la empresa Boreau Veritas, que en términos generales toma los mismos puntos que están siendo utilizados en países como Canadá.

Literatura internacional asociada al comportamiento del salmón escapado

Referente a este punto, es preciso indicar que la literatura internacional asociada a este campo, no dispone de una investigación óptima que esclarezcan las conductas asociadas a este evento, sin embargo autores como (McKinnell et al., 1997), mencionan que este tipo de especies cultivadas al tener un régimen y manejos que cumplen con todos los requerimientos como por ejemplo entregarle alimento diario según su peso, protegerlos mediante una jaula y redes frente a otras especies (lobos, aves, etc), influyen significativamente en una menor adaptación para su sobrevivencia en la vida silvestre, lo que afecta fuertemente en que sólo una pequeña fracción retorne a los ríos, pudiendo además ser capturados.

Por otra parte este mismo autor observó que en un 94% de los ejemplares recapturados de la especies Salmón del Atlántico, sus estómagos se encontraron vacíos, demostrando claramente la poca habilidad para alimentarse por su propia cuenta. Esto puede tener su fundamento ya que al tener pocas habilidades para alimentarse y sumado a que preferentemente no pueden evitar especies predadoras es probable que rápidamente sean consumidos como parte de la propia cadena trófica del lugar o sus inmediaciones. Además es importante mencionar que los pocos que pueden seguir el curso del río para su desove, tengan desventajas significativas frente a sus pares silvestres (Flemming et al., 1996).

Diseño, construcción y armado de artes de pesca.

El arte de pesca seleccionado para realizar las experiencias de recaptura de salmónidos corresponde a una red de cerco con cierre vertical (Fig. 17), el cual fuese presentado en detalle en el Informe de Gestión I (Estud. Doc. N° 12/2004) y en el Informe Técnico (Estud. Doc. N° 17/2004, anexo III) . Los resultados de recaptura con este arte de pesca serán contrastados con los obtenidos empleando una jaula móvil, ya que se identificó a este último como una alternativa viable y fácilmente disponible en las empresas del sector.

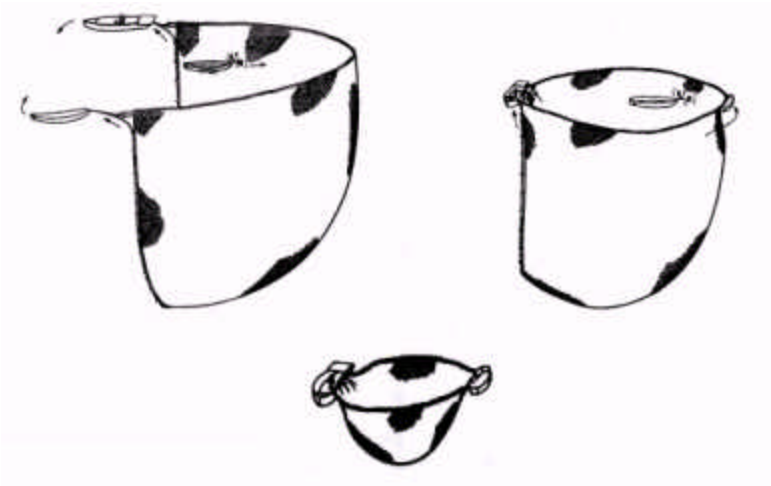


Figura 17. Esquema red de cerco con cierre vertical de jareta.

En primer lugar se realizó el diseño preliminar de la red de cerco, el cual fue evaluado en forma conjunta con los materiales disponibles en el mercado para su construcción. Este diseño contempla, como características principales, una dimensión de relinga superior de 61 m, de relinga inferior/vertical de 118 m, 660 flotadores M70 y 300 plomos de 250 g. En relación al tipo de tela utilizada, la construcción de esta fue en paño torcido sin nudo, con una titulación 210/36, lo que se traduce en peso seco total de la red de 266 Kg y sumergido de 56 Kg. Que para este tipo de actividad, cumple cabalmente con los requerimientos en relación al menor volumen de este en su estiba, menor resistencia al flujo y menor daño al pez en el proceso de recaptura, producto de la inexistencia del nudo. En las siguientes figuras se puede apreciar la red de cerco de cierre vertical,

observándose sus principales componentes, tales como tela (paños), flotadores, relinga de plomos, plomos, refuerzos, patas de gallo, anillas y jareta (Fig. 18).

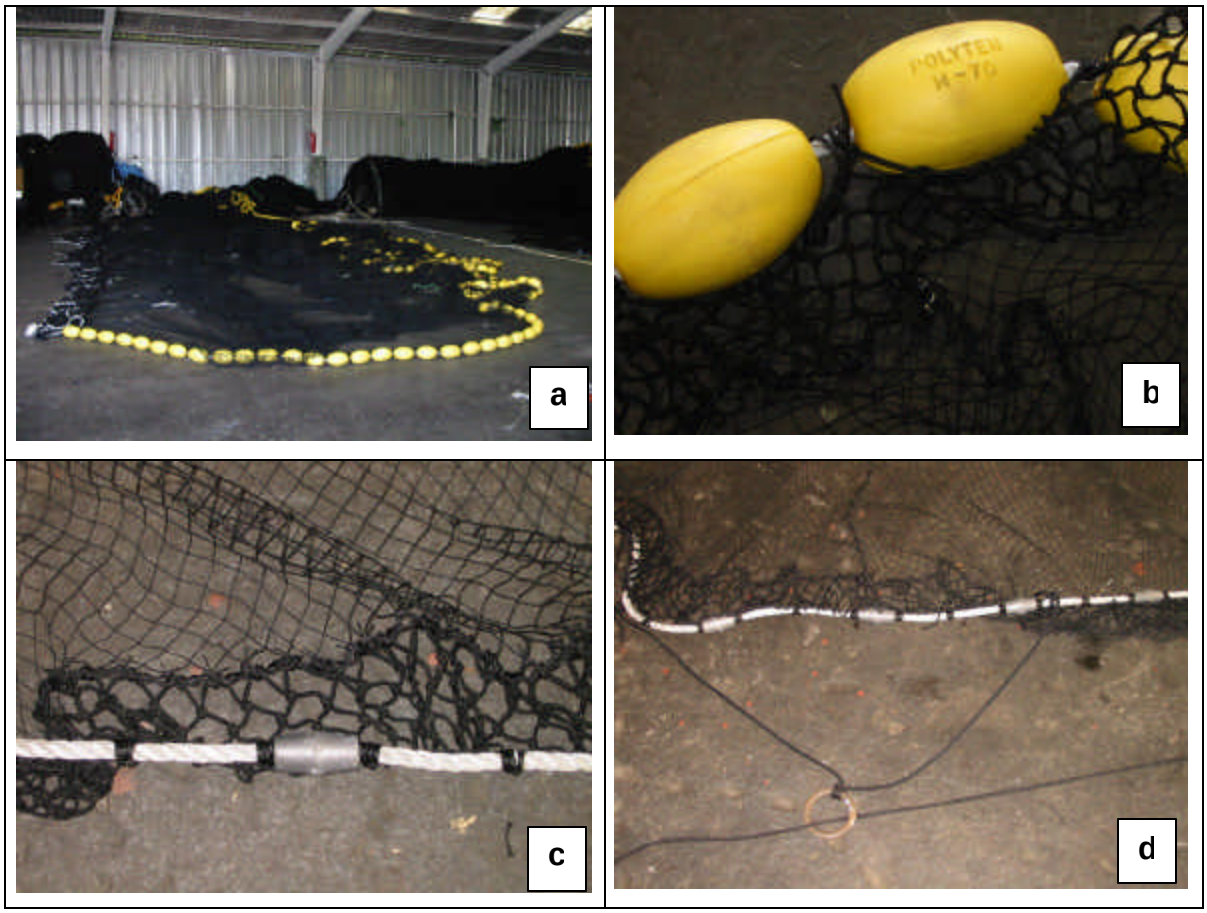


Figura 18. a) Red de cerco de cierre vertical, b) Flotadores de la red de cerco, c). Relinga de plomos y pesos de la red de cerco, d). Anillas y patas de gallo de la red.

4.1.3 Selección de los centros participantes.

De acuerdo a lo expuesto en la propuesta técnica por la Unidad Ejecutora, los dos centros seleccionados que cumplen con los requisitos exigidos por el Consultor para participar en este proyecto en su fase experimental corresponden a:

Centro	**Yenecura**
Empresa	Salmones Pacific Star, R.U.T. 79.559.220-2
Frente	Protegido
Ubicación	Sector de Trincao, comuna de Quellón en la isla Grande de Chiloé (Décima región)

La ubicación de sus coordenadas geográficas son:

Puntos	Latitud		Longitud	
A	43º 08´ 57,00"	Sur	73º 41´ 04,00"	Weste
B	43º 08´ 55,00"	Sur	73º 41´ 13,00"	Weste
C	43º 09´ 10,00"	Sur	73º 41´ 21,00"	Weste
D	43º 09´ 13,00"	Sur	73º 41´ 13,00"	Weste
	Area Solicitada según Carta SHOA Nº 715			

Centro	**PUNTA CAICAEN**
Empresa	TRUSAL S.A**.** R.U.T. 96.566.740-
Frente	Expuesto
Ubicación	Punta Caicaen, comuna de Calbuco, Provincia Llanquihue, Décima Región.

La ubicación de sus coordenadas geográficas son:

Puntos	Latitud		Longitud	
A	41º 48’ 18.00"	Sur	73º11’ 36.00"	Weste
B	41º 48’ 27.17"	Sur	73º11’ 13.15"	Weste
C	41º 48’ 29.99"	Sur	73º11’ 15.15"	Weste
D	41º48’ 20.82”	Sur	73º11’ 37.97"	Weste
	Area Solicitada según Carta SHOA Nº 715			

4.2 Objetivo 2.- Establecer parámetros de eficiencia de recaptura de los peces, utilizando diversos artes de pesca y considerando los tiempos transcurridos.

Previo a describir cada unos de los objetivos siguientes de acuerdo a los procedimientos por cada actividad de liberación y recaptura, es que a continuación se entregará todas las actividades realizadas en el marco del proyecto.

FASE III → Operación y evaluación experimental de artes o aparejos de recaptura de ejemplares escapados

La primera actividad de liberación y recaptura de salmones escapados, se realizó en el centro de Yenecura, perteneciente a la empresa Salmones Pacific Star, en la localidad de Quellón, X región, en el cual se realizaron 4 liberaciones

La segunda actividad de liberación y recaptura de salmones escapados, se realizó en el centro de Yenecura, perteneciente a la empresa Salmones Pacific Star, en la localidad de Quellón, X región, en el cual se realizaron 2 liberaciones.

La tercera y última actividad de liberación y recaptura de salmones escapados, se realizó en el centro de Caicaén, perteneciente a la empresa Trusal, en la localidad de Calbuco, X región, en el cual se realizaron 2 liberaciones

Actividades de marcaje

Para el marcaje en las distintas actividades de liberación y recaptura, se procedió previamente a extraer los ejemplares de la especie *Salmo salar* de la jaula de engorda en la cual encontraban. Lo primero fue extraer un número de peces para depositarlos en un bins que contenía anestesia (Benzocaina), posteriormente una vez que los peces estaban anestesiados se marcaron con la pistola para luego depositarlos, dejándolos separados en jaulas más pequeñas donde se recuperaban de los efectos de la anestesia, para su posterior liberación (Tabla 3).

Tabla 3.Cuadro resumen de ejemplares marcados (*Salmo salar*)según protocolo de actividades

Actividad	Centro	Fecha de marcaje	Color marca *	Nº de peces marcados	Peso Prom. Kg	Tiempo de retardo antes de la recaptura	Aparejo de pesca**
1	Yenecura	3/12/04	B	334	3,5	T=0 horas	CCV
1	Yenecura	4/12/04	R	340	3,5	T=12 horas	CCV
1	Yenecura	5/12/04	A	340	3,5	T=0 horas	JM
1	Yenecura	6/12/04	N	340	3,5	T=12 horas	JM
2	Yenecura	25-26/01/05	A	680	3,5	T=0 horas	CCV
2	Yenecura	26-27/01/05	N	680	3,5	T=0 horas	JM
3	Caicaén	16-17/02/05	R/N	1.360	1	T=0 horas	JM
3	Caicaén	17/02/05	B/A	1.360	1	T=0 horas	CCV

*A=azul, B= blanco, N= naranjo y R= rojo

** CCV =cerco cierre vertical; JM = jaula movil

Los peces marcados fueron ubicados en jaulas de muestreo con dimensiones entre 4 x 4 m de 15 x 15 m, producto de la disponibilidad de la empresa y número de ejemplares, separándolas de las otras marcas o experiencias de liberación para lograr su independencia.

Paralelamente durante el proceso de marcaje se procedió a obtener datos de talla y peso de aproximadamente del 25% (primera y segunda actividad) y del 10% (tercera actividad) referido al total de ejemplares por cada liberación, identificando a cada pez por la marca (color y número). Además se extrajo muestras de escamas de 10 peces por cada liberación, asociadas a cada marca (numero y color) (Fig. 19).

Una vez que los peces fueron ubicados en cada una de las jaulas previo a su liberación, se procedió a realizar actividades sólo de alimentación de manera de disminuir al máximo el stress producido por el efecto del marcaje, de manera que esta variable no incida en el comportamiento normal luego de liberados.

Figura 19. a) Actividades para anestesiar los peces, b) Peces anestesiados con benzocaína en bins de muestreo, c) Actividades de marcaje de los peces y d) Actividad de muestreo (talla y peso)

Actividades de liberación y recaptura

Dichas actividades contempló la liberación de los peces enjaulados como se describió anteriormente, según el protocolo definido de acuerdo al tiempo de retardo antes de comenzar el proceso de recaptura con los aparejos cerco cierre vertical y jaula móvil.

La liberación de los peces se realizó bajo el siguiente protocolo (Tabla 4):

- En la jaula con los peces marcados, se procedió a sacar la pajarera.
- Posteriormente se levantaron los pesos de una de las caras de la jaula, que permiten mejorar el trabajo de la red en el sentido vertical
- A continuación se suelta un extremo de la relinga superior de la jaula.

- Se vira la tela desde el extremo que queda firme a la baranda de la jaula para facilitar la salida de los peces por el extremo sumergido de la red.
- **Sólo en la tercera actividad** se procedió a generar un túnel por fuera de la lobera, de manera que todos los ejemplares marcados sean liberados por fuera del tren de balsa jaula.

Tabla 4. Información referente a las liberaciones según protocolo.

Actividad	Centro	Día Liberación	Color marca	Nº de peces liberados	Hora liberación	Duración liberación	Aparejo de pesca
1	Yenecura	13/12/2004	B	321	20:30	5 min.	CCV
1	Yenecura	14/12/2004	R	226	08:30	5 min.	CCV
1	Yenecura	16/12/2004	A	262	20:30	15 min.	JM
1	Yenecura	17/12/2004	N	304	09:00	10 min.	JM
2	Yenecura	31/01/2005	A	670	10:40	5 min.	CCV
2	Yenecura	04/02/2005	N	667	1025	5 min.	JM
3	Caicaén	19/02/2005	R/N	1.340	12:05	4 min.	JM
3	Caicaén	24/02/2005	B/A	1.340	10:25	5 min.	CCV

Es importante mencionar que la diferencia producida entre los ejemplares marcados por color de marca y los efectivamente liberados, es producto de la mortalidad natural.

Actividades de recaptura

Después de las labores de liberación correspondiente, se inició la fase de recaptura mediante la operación del arte de cerco de cierre vertical y jaula móvil, para los peces marcados que fueron liberados.

Cada faena de recaptura con los distintos sistemas de pesca se llevaron a cabo en una duración máxima de 3 días por sistema de captura, sin embargo los salmones liberados en la primera liberación de cada actividad, y que no fueron recapturados en los 3 primeros días, quedan disponibles a ser recapturados en la faena de recaptura en los 3 días siguientes (Tabla 5).

Recaptura con cerco cierre vertical

Primera Actividad (centro Yenecura)

El primer día de operación se realizaron tres lances de pesca después de la segunda liberación. En el primer lance se cebó la zona y no se obtuvo resultados positivos. Posteriormente se inspeccionó visualmente el área en busca de ejemplares liberados, cebando las zonas aledañas al tren de jaulas, obteniendo resultados negativos, en términos de agregación y recaptura. Después de ello se realizaron dos lances consecutivos, sin reconocer la presencia de alguno de los ejemplares liberados, cebando nuevamente el área en la cual se realizaron los lances, teniendo nuevamente un resultado negativo.

Al constatar estos resultados, se decide realizar una búsqueda más intensa de los ejemplares liberados, por tanto se buscan en los dos trenes de jaulas del centro, en forma visual y preguntando a los operarios si se habían percatado de la presencia de los ejemplares liberados, de lo cual se obtuvieron antecedentes referidos a la presencia de lobos marinos en las cercanías de las balsas jaulas e incluso alimentándose de algunos salmones.

Al día siguiente se realizaron dos lances consecutivos durante la mañana manteniendo la táctica de pesca usada el día anterior, es decir, cebando un sector, para posteriormente realizar el lance (en la mañana los peces en cautiverio presentan un mayor grado de apetito). Los resultados no fueron distintos a las experiencias anteriores, por lo cual se intensificaron las labores de búsqueda en el tiempo restante, mediante avistamientos y a través de buceo alrededor de las balsas jaulas (apoyados por cámara de video sumergible). Al finalizar el día se realiza un tercer lance sin identificar la presencia de ejemplares liberados, con el mismo procedimiento de los anteriores, sin captura.

Segunda Actividad (centro Yenecura)

Esta actividad a diferencia de lo realizado en la primera, difiere básicamente en que producto de lo observado anteriormente, la estrategia adoptada fue el cubrir una mayor área en las inmediaciones del centro, ya que los enmalles posicionados al interior del centro arrojaban capturas de salmones marcados, por lo cual se privilegió el arrastre del cerco, por medio de las dos embarcaciones con ayuda de la faena de cebamiento, la cual arrojó resultado negativos en la recaptura. En esta etapa de recaptura, el cebo no tuvo resultados positivos en términos de agregar o atraer a los posibles salmones que nadan en los alrededores del centro. Aún más, fue posible observar que salmones que se encontraron al interior de jaulas vacías si respondieron al cebo, sin embargo cuando se realizó la faena de cebar por fuera de la lobera, los salomes no traspasaron la jaula por fuera de la lobera para poder agruparlos y capturarlos.

Los 7 lances fueron realizados durante un periodo de tres días consecutivos, no más allá de un radio de acción de 400 m de acuerdo a lo estipulado en el reglamento RAMA, con el fin de verificar presencia de ejemplares marcados en las inmediaciones del centro.

Además de las actividades realizadas en la recaptura por medio del cerco con cierre vertical, durante el día personal de PUCV en conjunto con operarios de la empresas, realizaron actividades de cebo e inspección tanto visual y chequeo de los enmalles para así poder dirigir de una mejor forma los lances de pesca.

Tercera Actividad (centro Caicaén)

En esta fase de recaptura, la estrategia de pesca adoptada en términos del esfuerzo ejercido (nº de lances en el día), aumentó considerablemente a las dos actividades realizadas anteriormente, ya que de acuerdo a lo observado en la recaptura de salmones marcados por medio de pescadores de orilla, en términos del grado de desplazamiento día (ver objetivo 5), nos orientó a que la faena de recaptura debe de intensificarse en el primer día, ya que después la probabilidad de pesca disminuye

considerablemente, por lo que la totalidad de los lances se realizaron en el primer día posterior a la liberación.

Los primeros dos lances se realizar en las inmediaciones del centro en un radio de acción no superior a los 350 m, mientras que los lances restantes se realizaron en dirección a las capturas obtenidas por pescadores de orilla, hasta una distancia del centro no superior a los 1.000 m, ya que a esta distancia existe un centro de otra empresa del sector.

Finalmente del total de los lances realizados, ninguno de ellos tuvo captura objetivo alguna, con la excepción del lance número dos, en el cual fue posible capturar sólo un ejemplar marcado. Producto de lo mencionado anteriormente, se tomó la decisión de finalizar las actividades de recaptura. Sin embargo la estrategia tomada en función a seguir la ruta que tomaron los salmones escapados en la primera liberación, fue en términos técnicos apoyadas por el chequeo paralelo a las actividades de recaptura con cerco cierre vertical del virado simultaneo de la redes de enmalle dispuestas por el equipo al interior y exterior del tren de balsas, las cuales cubrieron preferentemente posibles direcciones de escape distintas a las consideradas a juicio experto en un comienzo de las actividades de recaptura. En otras palabras, al término de la liberación, se comenzó rápidamente el virado de los enmalles, de manera que si existiese captura de salmones marcados, la faena de pesca se reorientara a esta zona del centro de manera de potenciar la recaptura.

Tabla 5. Principales datos de los lances realizados con cerco cierre vertical (CCV)

Actividad	Centro	Lance	Fecha	Color Marcas	Latitud	Longitud	Distancia al tren	Hora Inicio lance	Hora término lance	Recaptura (n° indiv)
1	Yenecura	1	14-12-04	R / B	43,15	73,68	103 m (E)	10:20	11:30	0
1	Yenecura	2	14-12-04	R / B	43,15	73,67	756 m (N-E)	14:08	15:30	0
1	Yenecura	3	14-12-04	R / B	43,15	73,67	457 m (N-E)	15:35	16:47	0
1	Yenecura	4	15-12-04	R / B	43,15	73,68	141 m (S)	09:25	10:10	0
1	Yenecura	5	15-12-04	R / B	43,15	73,68	180 m (S)	10:45	11:25	0
1	Yenecura	6	15-12-04	R / B	43,15	73,67	539 m (S-E)	14:15	15:27	0
2	Yenecura	1	31-1-05	A	43,15	73,68	177 m (S)	10:55	11:45	0
2	Yenecura	2	31-1-05	A	43,15	73,68	101 m (SW)	16:20	17:13	0
2	Yenecura	3	1-2-05	A	43,15	73,68	111 m (SEE)	10:00	10:30	0
2	Yenecura	4	1-2-05	A	43,15	73,67	119 m (SSW)	14:40	15:30	0
2	Yenecura	5	2-2-05	A	43,15	73,68	199 m (SE)	10:45	11:45	0
2	Yenecura	6	2-2-05	A	43,16	73,68	84 m (NE)	16:00	16:34	0
2	Yenecura	7	2-2-05	A	43,15	73,67	370 m (SEE)	16:40	17:20	0
3	Caicaén	1	24-2-05	B/A	41,80	73,19	123 m (E)	10:20	10:57	0
3	Caicaén	2	24-2-05	B/A	41,81	73,18	341 m (SE)	11:07	11:44	1
3	Caicaén	3	24-2-05	B/A	41,81	73,18	285 m (SEE)	11:53	12:31	0
3	Caicaén	4	24-2-05	B/A	41,81	73,18	534 m (SEE)	12:37	-	0
3	Caicaén	5	24-2-05	B/A	41,81	73,18	389 m (SEE)	13:30	13:59	0
3	Caicaén	6	24-2-05	B/A	41,81	73,18	643 m (SEE)	15:03	15:36	0
3	Caicaén	7	24-2-05	B/A	41,81	73,18	955 m (SEE)	15:49	12:25	0

Tabla 6. Tiempos operacionales de los lances con cerco cierre vertical

Actividad	Centro	Lance	Hora Inicio calado	Fin calado	Inicio arrastre	Inicio virado llave	Fin virado llave	Inicio virado tela	Hora Termino
1	Yenecura	1	10:20	10:25	10:26	10:40	10:49	10:50	11:30
1	Yenecura	2	14:08	14:14	14:15	14:38	14:39	14:50	15:30
1	Yenecura	3	15:35	15:40	15:41	15:58	16:05	16:06	16:47
1	Yenecura	4	09:25	09:29	09:30	09:40	09:46	09:47	10:10
1	Yenecura	5	10:45	10:48	10:49	10:55	10:59	11:00	11:25
1	Yenecura	6	14:15	14:20	14:21	14:36	14:43	14:44	15:27
2	Yenecura	1	10:55	10:58	10:59	11:16	11:25	11:26	11:45
2	Yenecura	2	16:20	16:23	16:23	16:29	16:40	16:41	17:13
2	Yenecura	3	10:00	10:04	10:05	10:17	10:27	10:27	10:30
2	Yenecura	4	14:40	14:43	14:43	14:51	15:02	15:03	15:30
2	Yenecura	5	10:45	10:49	10:50	10:58	11:00	11:02	11:45
2	Yenecura	6	16:00	16:03	16:03	16:07	16:14	16:14	16:34
2	Yenecura	7	16:40	16:44	16:45	16:51	16:59	17:00	17:20
3	Caicaén	1	10:20	10:25	10:28	10:40	10:47	10:48	10:57
3	Caicaén	2	11:07	11:13	11:14	11:26	11:31	11:37	11:44
3	Caicaén	3	11:53	12:02	12:04	12:19	12:22	12:24	12:31
3	Caicaén	4	12:37	12:44	12:45	12:51	-	-	-
3	Caicaén	5	13:30	13:33	13:38	13:43	13:49	13:51	13:59
3	Caicaén	6	15:03	15:08	15:10	15:15	15:24	15:27	15:36
3	Caicaén	7	15:49	15:57	16:00	16:05	16:12	16:14	12:25

Recaptura con cerco cierre vertical

De la táctica

Se inicia la actividad de cebado con alimento pelletizado por 15 minutos desde una embarcación, en un sector cercano al tren de jaulas donde se realizó la liberación. Pasado el periodo de cebado, la embarcación principal (con la red), se acerca a la embarcación de cebado o auxiliar para el inicio del calado del arte, con dirección paralela a la corriente, etapa que dura 4 minutos aproximadamente. Una vez calado el arte se procede a iniciarse el cerrado del cerco o ser arrastrada desde sus extremos por las embarcación por un tiempo aproximado de 10 minutos según sea la preferencia, manteniendo durante esta última actividad el cebado con alimento pelletizado. Posteriormente, las embarcaciones se acercan para el cierre del cerco y virado de la red.

Operación del arte de cerco de cierre vertical

Almacenamiento de la red en el centro y preparación para el lance.

Se sugiere de preferencia que la red cuando no esté en uso, sea almacenada en una estructura flotante (balsa o catamarán), para evitar el daño ocasionado por roedores y posteriormente facilitar el traspaso a la embarcación y no depender de las condiciones de marea para la estiba en la embarcación. La forma de ordenar la red en la embarcación para su posterior operación, es con los flotadores hacia proa y los plomos a popa (Fig. 20). El tiempo que demora esta maniobra no es superior a 20 minutos en condiciones normales (con el personal necesario, buenas condiciones de tiempo, etc.).

Figura 20. Estiba de la red en la embarcación.

Calado de la red de cerco vertical

Este procedimiento se inicia con el traspaso del puntero a la embarcación auxiliar (o segunda embarcación), este puntero es un cabo de 12 mm que está unido a uno de los extremos de la red (donde se unen la relinga de flotadores con la relinga de plomos). De esta forma la embarcación auxiliar comienza a “tirar” la red a través de él y la segunda embarcación o auxiliar, funciona como un ancla de mar activa en el calado. Una vez entregado este cabo y con la embarcación auxiliar trabajando, la red cae al agua con ayuda del personal de la embarcación principal, que va calando tela y flotadores para

facilitar su salida de la embarcación (Fig. 21). El calado se inicia en forma paralela y en la misma dirección de la corriente para facilitar que el cerco tome la forma de trabajo deseada.

Figura 21. Calado de red de cerco cierre vertical.

En el calado la embarcación principal se desplaza en marcha atrás con el fin de evitar que se produzcan enredos de la red con la hélice del motor fuera de borda ("acorbatamiento"). De esta forma la sección por donde cae la red es por la amura del bote que la contiene. En promedio la duración de esta etapa de calado es de 4 minutos, contados desde que se entrega el puntero hasta que la red está en condiciones de ser arrastrada o iniciarse el cerrado del cerco según sea la preferencia.

Una vez que ha caído más de un tercio de la red, se comienza a dar la forma circular característica del arte de cerco. Esta acción continúa hasta el momento en que cae el extremo final de la red, que también tiene unido un cabo (calón), quedando toda la red en el agua (Fig. 22). En este momento la red está unida a los botes sólo por los calones (puntero y de popa) y puede ser remolcada si es que se desea. Se sugiere que los cabos o calones sean de un largo superior a 20 metros para evitar la posible interferencia que eventualmente pudiera producir la turbulencia y ruido que generan los motores de las embarcaciones respecto del comportamiento de los peces.

Figura 22. Fin del calado de la red de cerco cierre vertical.

Cierre del cerco

Una vez que la red ha sido desplegada completa y simultáneamente se ha estado cebando el tiempo que se estime necesario, se comienzan las actividades para cerrar el cerco. En primera instancia y ya terminado un eventual arrastre, las dos embarcaciones se comienzan a acercar, hasta abarloarse. La embarcación auxiliar entrega el puntero (cabo de 12 mm) a la embarcación principal y comienza el virado de ambos cabos, puntero en proa y calón en popa, hasta la llegada de los extremos de la red a la borda de la embarcación principal (Fig. 23). La embarcación auxiliar se posiciona por la otra banda (donde no se realizan actividades) y mediante un cabo de 15 m de preferencia, cuyo extremo se le entrega en ese instante, comienza a remolcar la embarcación principal desde dos puntos de sujeción ("pata de gallo"), con la finalidad de evitar que la embarcación principal se vaya sobre la red (Fig. 24), dado que en este instante y hasta que esté toda la red arriba de la embarcación, no tendrá propulsión activa ni podrá encender su motor, pues en esta etapa la hélice, quilla o puntos sobresalientes, tienen grandes probabilidades de enredarse con la tela de la red.

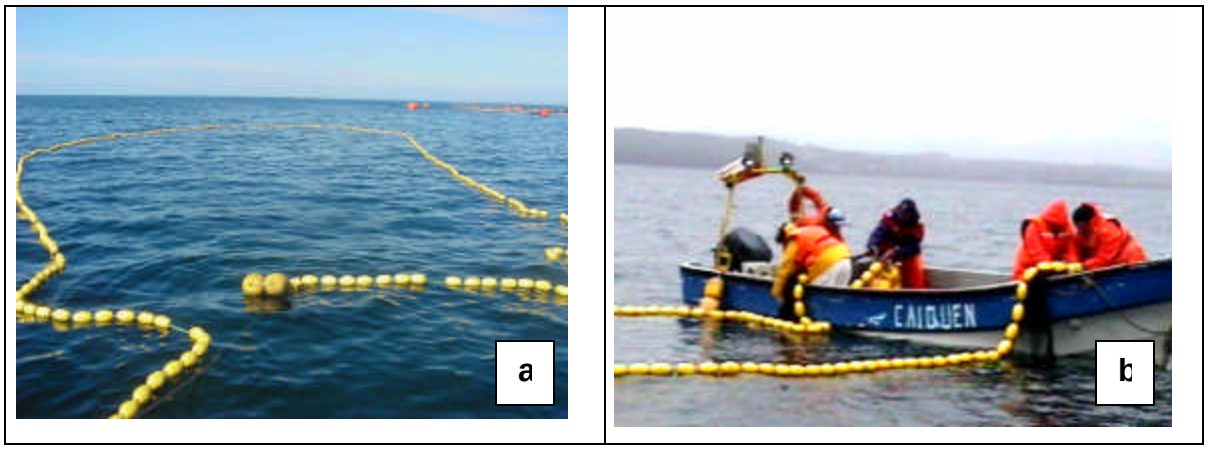


Figura 23. a) Virado de puntero y calón de popa. b) Se hacen firmes los extremos para iniciar el virado de la llave.

Figura 24. Remolque de la embarcación principal desde la embarcación auxiliar o secundaria.

Una vez que los extremos de la red llegan a la embarcación, son amarrados o hechos firmes a ella. Posteriormente se inicia el virado de la llave por los dos extremos que posee y que están fijos a los extremo de la red (donde se unen las relingas de flotadores y plomos). El tiempo que demora el virado o cierre de llave es de 6 a 7 minutos en promedio y al terminar esta acción, el cerco queda completamente cerrado y los peces ya no pueden escapar (Fig. 25). La etapa hasta el cerrado de la llave es un punto crítico para el lance, dado que es hasta este instante, donde se define el éxito o no del proceso de recaptura.

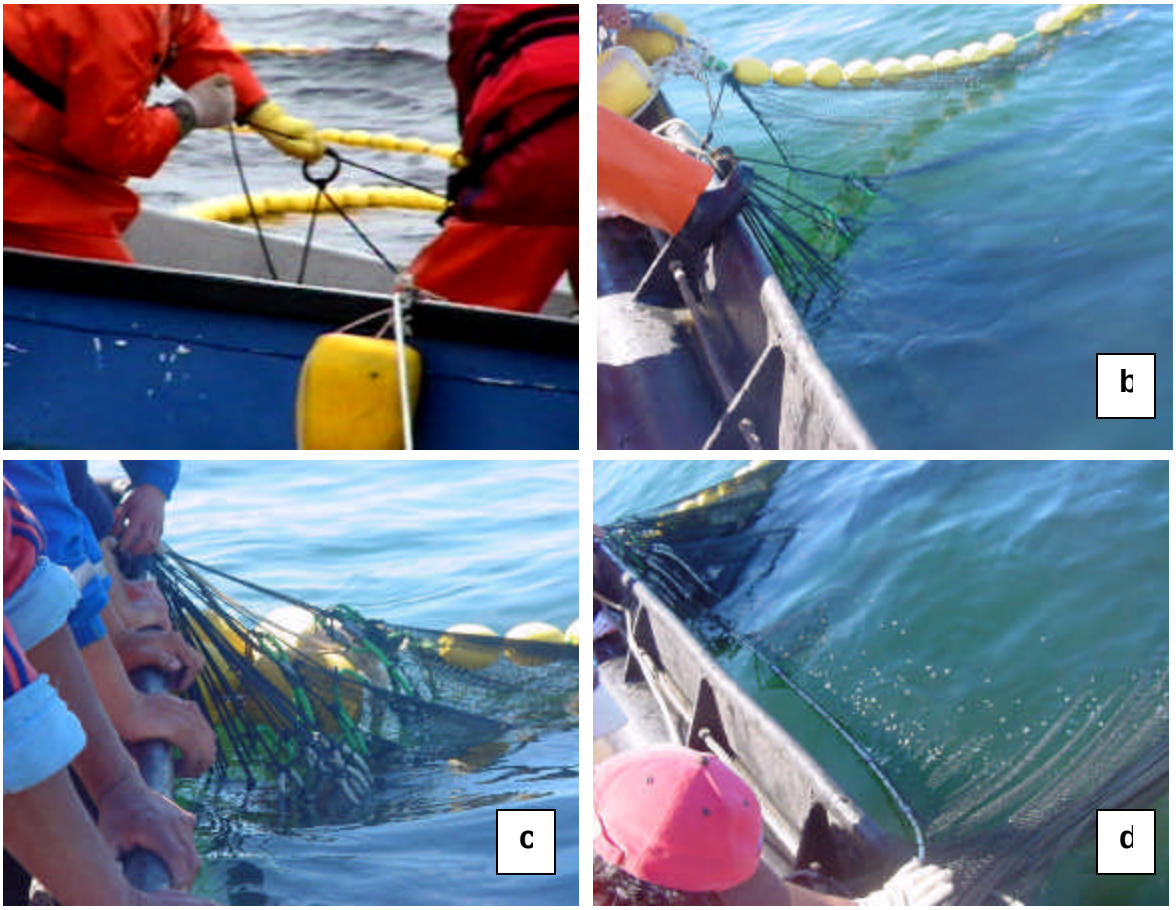


Figura 25. a) Virado de la llave de la red. b) Llegada de las anillas al bote, c) Izado de las anillas d) Red cerrada con anillas en el bote

Virado del arte de cerco cierre vertical:

Una vez cerrada la llave y con todas las anillas arriba de la embarcación, se procede a iniciar el virado de la red, para subirla completamente a la embarcación principal y dejarla preparada y correctamente adujada para un eventual nuevo lance. Esta etapa se inicia al subir uno de los extremos de la red y comenzar virar la tela, los flotadores y los plomos. En esta etapa se sugiere que tres personas estén virando sólo tela. De lo anterior se requiere que un operario esté virando los flotadores y otro vire la relinga de plomos, así en total con 5 personas involucradas en la operación, el izado de la red demora un tiempo aproximado de 12 minutos (Fig. 26). Si es que hay captura, este tiempo se hace obviamente mayor, pues involucra un traslado de los peces (dependiendo el volumen), y un trasvasije de ellos a una jaula de contención.

Figura 26. Virado de la red (Flotadores, tela y relinga de plomos).

Recaptura jaula móvil

Primera Actividad (centro Yenecura)

Después de las dos liberaciones contempladas para la recaptura de ejemplares con el uso de la Jaula móvil, se procedió a colocar la jaula a un costado de el tren de balsas. Desde esta misma se procedió a cebar, lanzando alrededor de ésta aproximadamente 50 kg, de alimento pelletizado. Los resultados de avistamientos o presencia de individuos escapados fue más escasa que en las liberaciones anteriores (liberación destinada a cerco cierre vertical), dado que en esta oportunidad no se observó ninguna presencia de peces en el interior del tren de balsas jaulas a las 4 horas desde la última liberación. Se filmó y entrevistó a personal del centro con una negativa respuesta sobre avistamiento de peces marcados. Los únicos avistamientos que se registraron fueron de 2 individuos peces que no respondieron al estímulo de la alimentación dentro de las balsas jaulas.

Las actividades para el segundo día de recaptura fueron principalmente el hecho de cambiar de posición la jaula móvil y continuar cebando con otros 50 kg de alimento pelletizado, desde la jaula móvil y el tren de balsas jaulas. Los resultados en cuanto a avistamientos también fueron negativos en cuanto a salmones marcados y se observó presencia de lobos en las inmediaciones del centro de cultivo. Al acercarse a ellos no se pudo establecer la presencia de salmones con marcas, ni especificar la actividad que realizaban (si era alimentación y de qué).

Segunda Actividad (centro Yenecura)

Las labores de recaptura con la jaula Móvil, a diferencia de la primera actividad realizada en el mismo centro de cultivo, se realizaron 7 lances en forma consecutiva posterior a la liberación (Tabla 7), atendiendo en parte al posible alejamiento inmediato por gran parte de los salmones liberados y además producto de la escasa maniobrabilidad y grado de desplazamiento por parte de la jaula móvil. De esta forma se realizaron lances en los alrededores del centro, sin obtener capturas de salmones marcados. En dicha experiencia los salmones no respondieron al cebo por fuera de la lobera, siendo que al

interior, salmones marcados que aún se mantenían en el interior del centro, respondieron claramente al pellet entregado como cebo (filmaciones).

Tercera Actividad (centro Caicaén)

En esta última actividad realizada en el centro Caicaén, las labores de recaptura con jaula móvil se realizaron sólo en el primer día posterior a la liberación, realizando un total de 4 lances sin captura alguna de salmones marcados (Tabla 7). El primer lance se realizó en las inmediaciones de la jaula de liberación, donde posterior a esta, se realizó un cebado permanente de manera de agrupar a los peces sin obtener resultados positivos. Los lances posteriores fueron realizados hacia la costa, atendiendo a las conversaciones previas con pescadores de orilla, en el cual enfatizan que los salmones una vez escapados o liberados, se desplazan rápidamente hacia la costa, donde continúan su trayectoria o desplazamiento, por lo general orillado a la costa alejándose rápidamente del centro de cultivo, frecuentemente asociada a buenas condiciones de mar. Durante toda esta faena de recaptura por medio de la jaula móvil, se observó continuamente la presencia de lobos (10-15 individuos en las inmediaciones del centro), sin poder definir la actividad que estaban realizando.

Paralelamente a la liberación y durante los tres días definidos para esta actividad, es que se adoptó una estrategia de manera de corroborar la no presencia de los salmones marcados y liberados, a través de inspecciones visuales con ayuda del cebo en las inmediaciones y al interior del centro, chequeo periódico con cámaras submarinas on-line, por parte de la empresa, las cuales fueron proporcionadas por el jefe de centro y a disposición del proyecto. Finalmente por la información que entregaba las redes de enmalle, dispuestas por afuera de las loberas, como al interior del tren de balsas. Dichas actividades complementarias arrojaron resultados que confirmaban la no presencia de ejemplares al interior o en las inmediaciones del centro. Sin embargo esta respuesta fue ratificada por las experiencias de recaptura por medio de pescadores de orilla, que colaboraron en la ejecución del proyecto a través de incentivos por salmón marcado recapturado y además por mantener durante toda las experiencias de liberación y recaptura, los enmalles calados.

Tabla 7. Principales datos de los lances realizados con jaula móvil (JM)

Actividad	Centro	Lance	Fecha	Color Marcas	Latitud	Longitud	Distancia al tren	Inicio de cebo	inicio virado	cierre jaula	Fin lance	Recaptura (n° indiv)
2	Yenecura	1	4-2-05	N	43,15234	73,68603	151 (SSW)	10:45	10:55	10:59	11:16	0
2	Yenecura	2	4-2-05	N	43,15234	73,68603	152 (SSW)	11:25	11:41	11:45	12:02	0
2	Yenecura	3	4-2-05	N	43,15298	73,68858	217 (SW)	12:25	12:33	12:38	12:53	0
2	Yenecura	4	4-2-05	N	43,15206	73,68879	255 (W)	13:10	13:20	13:24	13:39	0
2	Yenecura	5	4-2-05	N	43,15283	73,68627	56 (SSW)	14:12	14:20	14:25	14:43	0
2	Yenecura	6	4-2-05	N	43,15445	73,68408	281 (SE)	15:06	15:18	15:24	15:37	0
2	Yenecura	7	4-2-05	N	43,15239	73,68765	167 (SW)	16:05	16:21	16:26	16:42	0
3	Caicaén	1	19-2-05	R/N	41,80394	73,18709	34 (NE)	12:10	12:16	12:20	12:37	0
3	Caicaén	2	19-2-05	R/N	41,80299	73,18622	161 (NNE)	13:04	13:12	13:16	13:30	0
3	Caicaén	3	19-2-05	R/N	41,80428	73,1863	89 (E)	14:04	14:15	14:19	14:36	0
3	Caicaén	4	19-2-05	R/N	41,80382	73,18497	203 (NEE)	15:16	15:29	15:34	15:45	0

Recaptura redes de enmalle

Como ya se mencionó anteriormente, la confección y posicionamiento de redes de enmalle , si bien fueron ideados con un fin de generar un índice de presencia de salmones al interior o en las inmediaciones del centro de cultivo, para evaluar el tiempo de permanencia en el centro o posibles vías de escapes de los salmones liberados, y de esta manera reorientar las estrategia de recaptura, es que se optó por evaluar este aparejo como un sistema más de recaptura a la luz de los resultados obtenidos en la primera actividad del proyecto desarrollados en el centro de Yenecura.

Estas redes de enmalle se utilizaron en la segunda y tercera actividad realizada en el marco del proyecto, en una forma paralela a las faenas de recaptura por medio del cerco cierre vertical y jaula móvil (Tabla 8). Esto quiere decir que las redes fueron posicionadas desde el primer día de operación, previo a la primera liberación en cada una de las actividades ya mencionadas y permanecieron caladas durante toda la estadía del personal del proyecto en los centros en cuestión. Esta actividad complementaria se finalizó sólo cuando el personal hizo abandono de la zona de estudio.

En el caso de la segunda actividad, las redes de enmalle se posicionaron sólo al interior del tren de balsas, preferentemente en una orientación del cabezal expuesto (Fig. 27). En la tercera actividad, a diferencia de la anterior, las redes de enmalle se posicionaron mayoritariamente en el exterior del tren de balsa, por fuera de la lobera (las que se dispusieron una en cada cabezal externo del centro) y otra dispuesta hacia tierra. También éstas fueron dispuestas al interior del tren, de manera de verificar presencia y permanencia de los salmones liberados alrededor del centro, específicamente en las jaulas vacías situadas en el cabezal externo y alrededor de aquellas que contenían peces en cautiverio (Fig. 28). Es importante mencionar que durante el transcurso de cada actividad, los enmalles sufrieron cambios en sus posiciones de acuerdo a los resultados obtenidos, entendiendo por esto último, que redes posicionadas que no tuvieron captura en el primer día posterior a la liberación, fueron cambiadas a otros lugares de manera de recobrar mayor información en términos del análisis de la presencia y grado de desplazamiento de los salmones liberados.

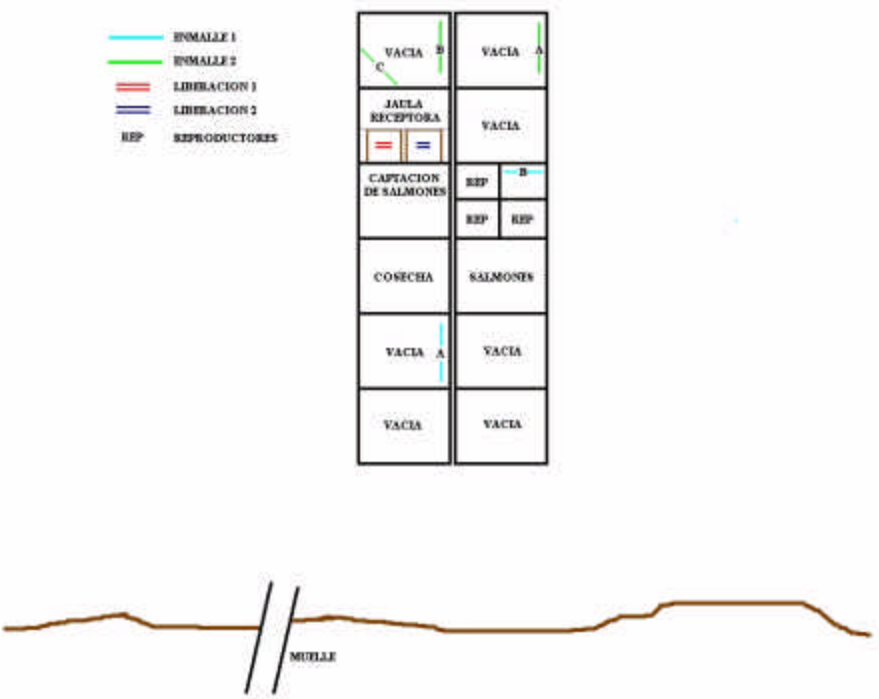


Figura 27. Disposición redes enmalle en la segunda actividad, centro Yenecura

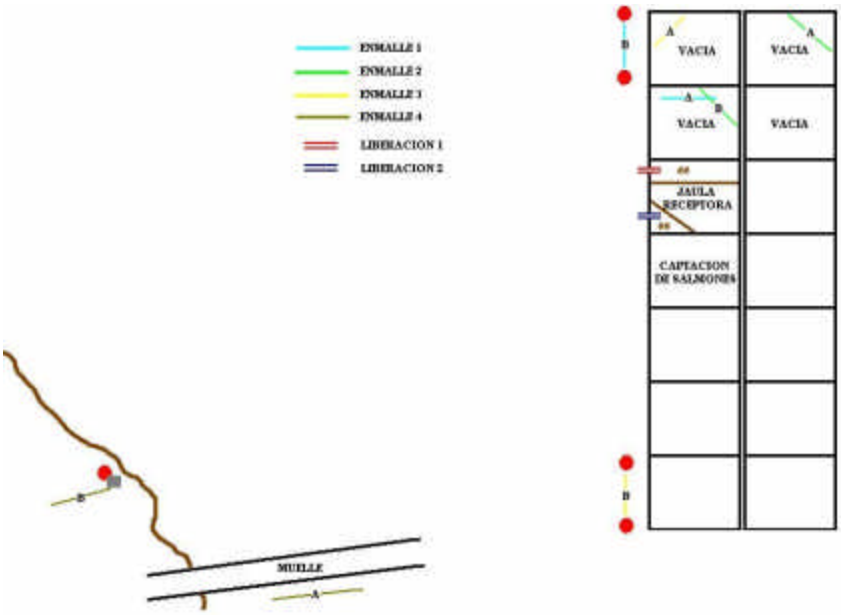


Figura 28. Disposición redes enmalle en la tercera actividad, centro Caicaén.

De la operación de las redes de enmalle (PUCV) en las actividades 2 y 3 del proyecto, podemos mencionar que se recapturaron un total de 32 salmones marcados,

en un periodo de tiempo no superior a las 72 horas desde su liberación. Los principales resultados pueden observarse en la siguiente tabla.

Tabla 8. Principales datos de los lances realizados red de enmalle (RE)

Actividad	Centro	Liberación	Fecha liberación	Fecha captura	HORA	Red	Dist. desde liberacion (m)	Orientacion	Captura (nº salmones)
2	Yenecura	1	31/01/2005 10:40	01/02/2005	09:00	EY1	32	SW	3
2	Yenecura	1	31/01/2005 10:40	01/02/2005	11:10	EY1	32	SW	1
2	Yenecura	1	31/01/2005 10:40	01/02/2005	15:50	EY1	32	SW	1
2	Yenecura	1	31/01/2005 10:40	01/02/2005	09:00	EY2	47	SE	2
2	Yenecura	1	31/01/2005 10:40	01/02/2005	15:45	EY2	47	SE	1
2	Yenecura	1	31/01/2005 10:40	03/02/2005	08:30	EY2	47	SE	1
2	Yenecura	2	04/02/2005 10:25	04/02/2005	17:40	EY1	32	SW	2
2	Yenecura	2	04/02/2005 10:25	05/02/2005	08:40	EY1	32	SW	3
2	Yenecura	2	04/02/2005 10:25	05/02/2005	09:05	EY1	32	SW	3
2	Yenecura	2	04/02/2005 10:25	05/02/2005	16:00	EY1	32	SW	1
2	Yenecura	2	04/02/2005 10:25	06/02/2005	09:10	EY1	32	SW	1
2	Yenecura	2	04/02/2005 10:25	04/02/2005	10:40	EY2	47	SE	9
2	Yenecura	2	04/02/2005 10:25	07/02/2005	09:05	EY2	47	SE	1
3	Caicaen	1	19/02/2005 12:05	21/02/2005	10:15	EC2	122	SSW	1
3	Caicaen	2	24/02/2005 10:25	24/02/2005	14:00	EC4	366	NNE	1
3	Caicaen	2	24/02/2005 10:25	25/02/2005	08:40	EC4	366	NNE	1

4.2.1 Relaciones de eficiencia

De acuerdo a los resultados obtenidos en el marco del proyecto, específicamente en lo relacionado a la recaptura de salmones marcados con cerco cierre vertical (CCV), jaula móvil (JM) y redes de enmalle (RE), las principales relaciones de eficiencia se pueden observar en el contexto de los valores absolutos y las relaciones propiamente tales, ambos expuestos en tablas que se detallarán más adelante.

Para las experiencias de recaptura realizadas con los tres métodos de recaptura (CCV, JM y RE), se observan los resultados en términos de los valores de las variables propuestas (cuantificadas), y que ya fueron definidas o presentadas anteriormente en la metodología, donde se tiene que:

N : número de ejemplares liberados en cada experiencia
j : lance de pesca (j = 1, .., J)
nj : número de ejemplares recapturados en el lance j
i : tiempo (hr) transcurrido desde la liberación (i = 6, ..., I)
d : distancia (m) desde el centro de cultivo
I : tiempo (hr) de recaptura total o límite
N - n* : número de peces liberados disponibles en el medio

Para el caso de las relaciones de eficiencia incluidas en la propuestas metodológica y que fueron evaluadas para cada método de recaptura y actividad realizada, se tienen las siguientes relaciones :

PRT : Proporción de recaptura total.
PRL_j : Proporción de recaptura del lance.
PRTL : Proporción de recaptura total por lance.
PRL_{ji} : Proporción de recaptura del lance en función al tiempo transcurrido.
PRTI : Proporción de recaptura total en función al tiempo límite transcurrido.
PRL_{jd} : Proporción de recaptura del lance en función a la distancia del centro de cultivo

Cerco Cierre Vertical (CCV)

En el caso del cerco de cierre vertical, los valores en términos de la recaptura de peces fueron negativos en las 6 experiencias realizadas con este arte en la primera actividad en el centro Yenecura. En términos específicos se realizaron lances entre 1,8 horas y 29,8 horas transcurridas desde la liberación y las distancias desde el punto de la liberación a la realización de los lances fluctuaron entre 103 y 756 metros (Tabla 9).

Tabla 9. Lances de CCV realizados en la primera actividad.

CCV	Actividad 1 (Centro Yenecura)					*N = 547*
Lance Nº	**nj**	**i**	**d**	**Orientación**	**I**	**N-n (*)**
1	0	1,83	103	E	72	547
2	0	5,63	756	NE	72	547
3	0	7,08	457	NE	72	547
4	0	24,92	141	S	72	547
5	0	26,25	180	S	72	547
6	0	29,75	539	SE	72	547

En cuanto a las experiencias realizadas con CCV, en la segunda actividad y referido a la recaptura de individuos liberados, en todas las 7 experiencias realizadas fue cero (no hubo recaptura). Los lances se realizaron entre las 0,25 y 54 horas de efectuada la liberación y a una distancia mínima y máxima de 84 y 370 metros desde el punto inicial de la liberación respectivamente (Tabla 10).

Tabla 10. Lances de CCV realizados en la segunda actividad.

CCV	Actividad 2 (Centro Yenecura)					*N = 670*
Lance Nº	**nj**	**i**	**d**	**Orientación**	**I**	**N-n (*)**
1	0	0,25	177	S	72	670
2	0	5,67	101	SW	72	670
3	0	23,33	111	SEE	72	663
4	0	28,00	119	SSW	72	662
5	0	48,08	199	SE	72	660
6	0	53,33	84	NE	72	660
7	0	54,00	370	SEE	72	660

(*) Las diferencias en N-n están dadas por la recaptura con redes de enmalle (PUCV y Pesca de Orilla).

En la tercera actividad realizada en el centro de Caicaén (Calbuco), se produjo un lance con la recaptura de un individuo marcado (N° 2). Los 6 restantes, al igual que en las

actividades anteriores, tampoco presentaron recaptura de individuos. Los tiempos desde la liberación en que se efectuaron los lances van desde los 5 minutos a las 5,4 horas y las distancias desde 123 a 955 metros del punto de la liberación (Tabla 11).

Tabla 11. Lances de CCV realizados en la tercera actividad.

CCV	Actividad 3 (Centro Caicaén)					*N = 1340*
Lance Nº	**nj**	**i**	**d**	**Orientación**	**I**	**N-n (*)**
1	0	0,08	123	E	72	1340
2	1	0,70	341	SE	72	1339
3	0	1,47	285	SEE	72	1338
4	0	2,20	534	SEE	72	1338
5	0	3,08	389	SEE	72	1338
6	0	4,63	643	SEE	72	1336
7	0	5,40	955	SEE	72	1336

(*) Las diferencias en N-n están dadas por la recaptura con redes de enmalle (PUCV y Pesca de Orilla).

En cuanto a las relaciones de eficiencia calculadas para la recaptura del cerco de cierre vertical (CCV) en las tres actividades realizadas, se tiene que casi todos tienen valores cero, excepto en el único lance que registró captura y las relaciones que involucraban a este evento (segundo lance de la tercera actividad) o la suma de la captura de todos los realizados con este arte en esta actividad. Los valores cero de las relaciones de eficiencia obviamente están dados por los valores cero de las recapturas con este arte (Tablas 12, 13 y 14).

Tabla 12. Relaciones de eficiencia del CCV en la primera actividad (Yenencura)

PRT	PRLj	PRTL	PRLji	PRTI	PRLjd
0	0	0	0	0	0
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0

Tabla 13. Relaciones de eficiencia del CCV en la segunda actividad (Yenencura)

PRT	PRLj	PRTL	PRLji	PRTI	PRLjd
0	0	0	0	0	0
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0

Tabla 14. Relaciones de eficiencia del CCV en la tercera actividad (Caicaén)

PRT	PRLj	PRTL	PRLji	PRTI	PRLjd
0,000746	0	0,000107	0	0,0000104	0
	0,0007		0,0011		0,0000022
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0

Jaula Móvil (JM)

En el caso de la jaula móvil en la segunda actividad, los valores en términos de la recaptura de peces fueron negativos en los 7 lances realizados. En términos específicos se realizaron lances entre 0,33 horas y 6 horas transcurridas desde la liberación y las distancias desde el punto de la liberación a la realización de los lances fluctuaron entre 34 y 255 metros (Tabla 15).

Tabla 15. Lances de JM realizados en la segunda actividad.

JM	Actividad 2 (Centro Yenecura)					*N = 667*
Lance Nº	**nj**	**i**	**d**	**Orientación**	**I**	**N-n (*)**
1	0	0,33	151	SSW	72	658
2	0	1,00	152	SSW	72	658
3	0	2,00	217	SW	72	658
4	0	2,75	255	W	72	658
5	0	3,78	56	SSW	72	658
6	0	4,68	281	SE	72	658
7	0	5,67	167	SW	72	658

(*) Las diferencias en N-n están dadas por la recaptura con redes de enmalle (PUCV y Pesca de Orilla).

En esta actividad los resultados fueron exactamente iguales en términos de su recaptura, sin embargo se realizaron sólo 4 lances en un tiempo en un periodo de tiempo que osciló, prácticamente desde el inicio de la liberación a 3 horas, aproximadamente a una distancia entre los 34 y 200 m del punto de liberación (Tabla 16)

Tabla 16. Lances de JM realizados en la tercera actividad.

JM	Actividad 3 (Centro Caicaén)					*N = 1340*
Lance Nº	**nj**	**i**	**d**	**Orientación**	**I**	**N-n**
1	0	0,08	34	NE	72	1340
2	0	0,98	161	NNE	72	1340
3	0	1,98	89	E	72	1340
4	0	3,18	203	NEE	72	1340

En cuanto a las relaciones de eficiencia para la recaptura con jaula móvil (JM) en las 2 actividades realizadas, se obtuvo valores cero, producto de la inexistencia de recaptura en la totalidad de los lances (Tablas 17 y 18).

Tabla 17. Relaciones de eficiencia de JM en la segunda actividad (Yenecura)

PRT	PRLj	PRTL	PRLji	PRTI	PRLjd
0	0	0	0	0	0
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0

Tabla 18. Relaciones de eficiencia de JM en la tercera actividad (Caicaén)

PRT	PRLj	PRTL	PRLji	PRTI	PRLjd
0	0	0	0	0	0
	0		0		0
	0		0		0
	0		0		0

Red de Enmalle (RE)

Para las actividades realizadas con redes de enmalle en la segunda y tercera actividad en los centros de Yenecura (Quellón) y Caicaén (Calbuco) respectivamente, se consideró como lance de pesca (j) a los chequeos periódicos de los aparejos que presentaran captura. En este contexto el tiempo transcurrido desde la liberación (i) se asoció el evento del chequeo del mismo. De esta forma un lance de enmalle corresponde al chequeo con pesca y a la hora que se produjo esta revisión.

Las actividades con este aparejo se iniciaron en la segunda actividad (Yenecura), en forma paralela a las liberaciones dirigidas a las experiencias de CCV y JM. En este contexto, la notación para la actividad realizada en primera instancia corresponde a la letra “a” y “b” para la liberación asociada a la evaluación del segundo método de recaptura (CCV y JM según corresponda).

En las actividades con redes de enmalle en la segunda actividad y paralelo a la evaluación del cerco cierre vertical, se recapturaron un total de 11 ejemplares marcados en 7 “lances” con pesca. La ubicación de los enmalles con eventos de recaptura varió entre 32 y 47 metros y en cuanto al tiempo que se realizaron estas recapturas varió entre 6,67 a 69,83 horas de efectuada la liberación. Las posiciones de los enmalles fueron sólo por dentro de la lobera (todos) y las distancias desde el punto de liberación fluctuaron entre 32 y 47 metros (Tabla 19).

Tabla 19. Operación redes de enmalle en la segunda actividad (a).

RE	Actividad 2a (Centro Yenecura)					*N = 670*
Captura Nº	**nj**	**i**	**d**	**Orientación**	**I**	**N-n (*)**
1	2	6,67	47	SE	72	670
2	2	22,33	47	SE	72	668
3	3	22,33	32	SW	72	666
4	1	24,50	32	SW	72	663
5	1	29,08	47	SE	72	662
6	1	29,17	32	SW	72	661
7	1	69,83	47	SE	72	660

En la actividad de la liberación para evaluar la eficiencia de la Jaula Móvil (b), se recapturaron en forma paralela un total de 20 ejemplares con los enmalles dispuestos al interior del tren de balsas jaulas en un total de 7 eventos o revisiones con pesca. El tiempo de estas recapturas varió desde 0,25 a 70 horas, en posiciones que estaban entre 32 y 47 metros de distancia desde el punto de donde se efectuó la liberación (Tabla 20).

Tabla 20. Operación redes de enmalle en la segunda actividad (b).

RE	Actividad 2b (Centro Yenecura)					*667*
Captura Nº	**nj**	**i**	**d**	**Orientación**	**I**	**N-n (*)**
1	9	0,25	47	SE	72	667
2	2	7,25	32	SW	72	658
3	3	20,25	32	SW	72	656
4	3	20,67	32	SW	72	653
5	1	29,58	32	SW	72	650
6	1	46,75	32	SW	72	649
7	1	70,67	47	SE	72	648

El número de lances exitosos con redes de enmalle en la tercera actividad (centro Caicaén) disminuyó notablemente respecto de las ocurridas en Yenecura. De esta forma para la actividad 3a (liberación para evaluar JM), sólo se recapturó un ejemplar marcado a los 2 días de ser liberado (Tabla 21). En el caso de los peces recapturados en la liberación para CCV, se produjo una recaptura de 2 individuos maracdos con los enmalle dispuestos en el primer día de efectuada la liberación (Tabla 22).

Tabla 21. Operación redes de enmalle en la tercera actividad (a).

RE	Actividad 3a (Centro Caicaén)					*N = 1340*
Captura Nº	**nj**	**i**	**d**	**Orientación**	**I**	**N-n (*)**
1	1	47,17	122	SSW	72	1334

(*) Las diferencias en N-n están dadas por la recaptura con redes de enmalle (Pesca de Orilla).

Tabla 22. Operación redes de enmalle en la tercera actividad (b).

RE	Actividad 3b (Centro Caicaén)					*N = 1340*
Captura Nº	**nj**	**i**	**d**	**Orientación**	**I**	**N-n (*)**
1	1	3,58	366	NNE	72	1338
2	1	22,25	366	NNE	72	1333

(*) Las diferencias en N-n están dadas por la recaptura con CCV y redes de enmalle de Orilla.

La relación de eficiencia de recaptura total más alta se encuentra para las actividades con enmalle realizadas en la actividad Nº 2b (Yenecura) y alcanza un valor del 3%. Para el caso de la proporción de recaptura por lance su mayor valor se da en el primer lance de esta actividad, con un valor de 1,64%, obviamente asociado al lance con mayor captura efectuado en la segunda actividad en Yenecura, con la liberación para la Jaula móvil (9 ejemplares). En las Tablas 23, 24, 25 y 26 se presentan para cada actividad realizada con recaptura de enmalles en detalle las relaciones de eficiencia calculadas y que se refieren a las proporciones de eficiencia de recaptura total (PRT), del lance (PRLj), del total por lance (PRTL), del lance en función al tiempo transcurrido (PRLji), de recaptura total en función al tiempo límite transcurrido (PRTI) y finalmente las proporciones de recaptura del lance en función a la distancia del centro de cultivo (PRLjd).

Tabla 23. Relaciones de eficiencia de redes de enmalle en la segunda actividad (a)

PRT	PRLj	PRTL	PRLji	PRTI	PRLjd
0,0164	0,0030	0,0023	4,4754E-04	0,000228027	6,35122E-05
	0,0030		1,3408E-04		6,37024E-05
	0,0045		2,0172E-04		0,000140766
	0,0015		6,1563E-05		4,71342E-05
	0,0015		5,1945E-05		3,21399E-05
	0,0015		5,1864E-05		4,72769E-05
	0,0015		1,6148E-05		3,22373E-05

Tabla 24. Relaciones de eficiencia de redes de enmalle en la segunda actividad (b)

PRT	PRLj	PRTL	PRLji	PRTI	PRLjd
0,0300	0,0135	0,0043	5,3973E-02	0,000416458	0,00028709
	0,0030		4,1924E-04		9,49848E-05
	0,0046		2,2584E-04		0,000142912
	0,0046		2,2226E-04		0,000143568
	0,0015		5,2010E-05		4,80769E-05
	0,0015		3,2959E-05		4,8151E-05
	0,0015		2,1837E-05		3,28343E-05

Tabla 25. Relaciones de eficiencia de redes de enmalle en la tercera actividad (a)

PRT	PRLj	PRTL	PRLji	PRTI	PRLjd
0,0007	0,0007	0,0007	1,5892E-05	0,000010365	6,14447E-06

Tabla 26. Relaciones de eficiencia de redes de enmalle en la tercera actividad (b)

PRT	PRLj	PRTL	PRLji	PRTI	PRLjd
0,0015	0,0007	0,0007	2,0877E-04	0,00002	2,04203E-06
	0,0008		3,3716E-05		2,04969E-06

4.3 Objetivo 3.- Recomendar un listado priorizado de artes de pesca, de acuerdo a la eficiencia de recaptura.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los cuales fueron detallados anteriormente, podemos mencionar que independiente de resultados negativos en la recaptura y dado los volúmenes de peces liberados en las experiencias, existen antecedentes para poder caracterizar los aparejos utilizados, preferentemente asociado al apoyo logístico necesario para realizar de buena forma la faena de recaptura y lo relacionado a los tiempos de operación de la faena misma. Producto de lo anterior la siguiente tabla muestra los factores que podrían ser determinantes en la elección o priorización de uno u otro arte o aparejo de pesca, destinado a la recaptura de salmones escapados, entendiendo por esto último la existencia de un comportamiento diferente al observado en los peces liberados (factor volumen), y que permitiese una potencial recaptura exitosa. (Tabla 27).

Tabla 27. Cuadro comparativo entre cerco cierre vertical, jaula móvil y red de enmalle

Aparejo o sistema de recaptura	Cerco Cierre Vertical	Jaula Móvil	Red de enmalle
Duración de la faena (min)	35-40 min	30	Tiempo reposo
operación	Se necesita una capacitación previa de los integrante del plan de recaptura.	En la actualidad el manejo y operación de este sistema es frecuente en el centro	No requiere capacitación previa
	No se necesita equipamiento auxiliar de apoyo	No se necesita equipamiento auxiliar de apoyo.	No se necesita equipamiento auxiliar de apoyo.
	Producto de su operación esta tiene una mayor cobertura y rapidez en distintos lugares.	Este sistema producto de su operación se puede incurrir en un mayor número lances, sin embargo la cobertura espacial y su desplazamiento es lento	Producto de su carácter pasivo, el grado de cobertura esta dado por el número y dimensiones de la redes utilizadas. Además se desconoce la posición exitosa
Condición de los peces recapturados	Vivo	Vivo	Preferentemente muertos
Personas involucradas en la operación (Nº)	7	5	3
Embarcaciones participantes	2	1	1
Tipo de embarcación	Fibra de vidrio	Fibra de vidrio	Sin requerimentos
Tipo de motor	Fuera de borda (> 50 Hp)	Fuera de borda (> 50 Hp)	Sin requerimentos

Cobertura espacial	Alta	Baja	Media
Impacto fauna acompañante	Baja	Media	Alta
Recaptura	Media	Baja	Alta
Costo asociado a la construcción	U$S 7.000	Se encuentra disponible en la totalidad de las empresas encuestadas.	Directamente relacionado con la cobertura que se desea obtener

Tomando en cuenta las características descritas anteriormente para cada método de recaptura evaluado en la distintas actividades realizadas, los resultados de la priorización indican que la red de enmalle tiene el primer lugar en la lista de los métodos de recaptura con una puntuación de 52 (Tabla (28 y 29):

Tabla 28. Matriz de ponderación y calificación de los métodos de recaptura

			CALIFICACION		
	ITEM	PONDERACION	CCV	JM	RE
1	REQ. CAPACITACION PREVIA	2	1	3	2
2	MOVILIDAD/DESPLAZAMIENTO	**3**	3	1	2
3	REQ. APOYO AUXILIAR	1	1	3	2
4	SOBREVIVENCIA RECAPTURA	2	2	3	1
5	REQ. EMBARCACION	2	1	2	3
6	COSTO	1	1	3	2
7	IMPACTO FAUNA ACOMP	2	2	3	1
8	TASA RECAPTURA	**3**	2	1	3
9	MANIOBRABILIDAD	**3**	1	2	3
10	DURAC FAENA	2	1	2	3
11	GRADO COBERTURA	2	3	1	2

Calificación	Alta = 1	Media = 2	Baja = 3
Ponderación	Baja = 1	Media = 2	Alta = 3

Tabla 29. Puntaje final de los métodos de recaptura

	RESULTADO FINAL			
	ITEM	CCV	JM	RE
1	REQ. CAPACITACION PREVIA	2	6	4
2	MOVILIDAD/DESPLAZAMIENTO	9	3	6
3	REQ. APOYO AUXILIAR	1	3	2
4	SOBREVIVENCIA RECAPTURA	4	6	2
5	REQ. EMBARCACION	2	4	6
6	COSTO	1	3	2
7	IMPACTO FAUNA ACOMP	4	6	2
8	TASA RECAPTURA	6	3	9
9	MANIOBRABILIDAD	3	6	9
10	DURAC FAENA	2	4	6
11	GRADO COBERTURA	6	2	4
	RESULTADO	**40**	**46**	**52**

4.4 Objetivo 4.- Identificar las especies y proporción relativa de la fauna acompañante que se registre en la recaptura de salmónidos.

De acuerdo a los resultados de recaptura, e independiente al registra de sólo un ejemplar recapturado con cerco de cierre vertical, no se registró ninguna especie como fauna acompañante en las experiencias realizadas en la primera actividad (centro Yenecura) (Tabla 30 y 31). Sin embargo, a través de inspección visual se observaron róbalos y pejerreyes en el interior del tren de balsa-jaula.

En la segunda actividad de recaptura podemos observar que la principal especie capturada como fauna acompañante corresponde a 28 pejerreyes, y que principalmente se asocia a la captura con la jaula móvil en lances aledaños al centro de cultivo. Referente a la captura de fauna acompañante asociada a la pesca con redes de enmalle al interior del tren de balsas, el recurso capturado corresponde a la especie róbalo, que en algunos casos se llegó a capturar 45 ejemplares, con un reposo del aparejo menor a 2 horas (Tablas 30, 31 y 32).

Finalmente, en la tercera actividad realizada en el centro Caicaén, se constató la presencia de pejerreyes como fauna acompañante asociada en 2 lances con cerco cierre vertical y 2 lances con jaula móvil. Por su parte, con redes de enmalle posicionadas al interior y aledaños al centro (hacia la costa) se observó bajas capturas en número de ejemplares de róbalo y pejerrey. Sin embargo, con este aparejo se capturaron 11 aves denominadas comúnmente cormorán, principalmente en aquellas posicionadas en el exterior de la lobera, en las cabeceras del tren de balsas (Tablas 30, 31 y 32).

Tabla 30. Registros de la captura de los lances efectuados con lance con cerco cierre vertical.

Actividad	Centro	Lance	Fecha	Color Marcas	Distancia al tren	Recaptura (n° indiv)	pejerrey
1	Yenecura	1	14-12-04	R / B	103 m (E)	0	0
1	Yenecura	2	14-12-04	R / B	756 m (N-E)	0	0
1	Yenecura	3	14-12-04	R / B	457 m (N-E)	0	0
1	Yenecura	4	15-12-04	R / B	141 m (S)	0	0
1	Yenecura	5	15-12-04	R / B	180 m (S)	0	0
1	Yenecura	6	15-12-04	R / B	539 m (S-E)	0	0
2	Yenecura	1	31-1-05	A	177 m (S)	0	15
2	Yenecura	2	31-1-05	A	101 m (SW)	0	0
2	Yenecura	3	1-2-05	A	111 m (SEE)	0	0
2	Yenecura	4	1-2-05	A	119 m (SSW)	0	0
2	Yenecura	5	2-2-05	A	199 m (SE)	0	0
2	Yenecura	6	2-2-05	A	84 m (NE)	0	0
2	Yenecura	7	2-2-05	A	370 m (SEE)	0	0
3	Caicaén	1	24-2-05	B/A	123 m (E)	0	0
3	Caicaén	2	24-2-05	B/A	341 m (SE)	1	0
3	Caicaén	3	24-2-05	B/A	285 m (SEE)	0	10
3	Caicaén	4	24-2-05	B/A	534 m (SEE)	0	0
3	Caicaén	5	24-2-05	B/A	389 m (SEE)	0	4
3	Caicaén	6	24-2-05	B/A	643 m (SEE)	0	0
3	Caicaén	7	24-2-05	B/A	955 m (SEE)	0	0

Tabla 31. Registros de la captura de los lances efectuados con lance con jaula móvil.

Actividad	Centro	Lance	Fecha	Color Marcas	Distancia al tren	Recaptura (n° indiv)	pejerrey
2	Yenecura	1	4-2-05	N	151 (SSW)	0	0
2	Yenecura	2	4-2-05	N	152 (SSW)	0	10
2	Yenecura	3	4-2-05	N	217 (SW)	0	0
2	Yenecura	4	4-2-05	N	255 (W)	0	0
2	Yenecura	5	4-2-05	N	56 (SSW)	0	3
2	Yenecura	6	4-2-05	N	281 (SE)	0	5
2	Yenecura	7	4-2-05	N	167 (SW)	0	0
3	Caicaén	1	19-2-05	R/N	34 (NE)	0	5
3	Caicaén	2	19-2-05	R/N	161 (NNE)	0	0
3	Caicaén	3	19-2-05	R/N	89 (E)	0	12
3	Caicaén	4	19-2-05	R/N	203 (NEE)	0	0

Tabla 32. Registros de la captura efectuados con redes de enmalle.

Actividad	Centro	Fecha	Hora	Red	Recaptura (nº indiv)	Róbalo	Pejerrey	Cormorán
2	Yenecura	01-02-05	09:00	EY1	3	12	0	0
2	Yenecura	01-02-05	17:25	EY1	0	1	0	0
2	Yenecura	02-02-05	14:15	EY1	0	45	0	0
2	Yenecura	02-02-05	17:00	EY1	0	6	0	0
2	Yenecura	01-02-05	15:45	EY2	1	10	0	0
2	Yenecura	04-02-05	17:40	EY1	2	12	0	0
2	Yenecura	05-02-05	16:00	EY1	1	20	0	0
2	Yenecura	06-02-05	09:10	EY1	1	12	0	0
2	Yenecura	06-02-05	13:00	EY1	0	3	0	0
2	Yenecura	07-02-05	08:40	EY1	0	2	2	0
3	Caicaén	20-02-05	09:00	EC2	0	0	1	0
3	Caicaén	22-02-05	08:30	EC2	0	0	4	0
3	Caicaén	21-02-05	10:15	EC3	0	0	2	0
3	Caicaén	22-02-05	08:30	EC3	0	0	1	0
3	Caicaén	20-02-05	08:30	EC4	0	1	0	0
3	Caicaén	24-02-05	18:00	EC3	1 s/m	0	0	2
3	Caicaén	26-02-05	09:00	EC3	0	0	1	0
3	Caicaén	28-02-05	08:30	EC3	0	0	0	2
3	Caicaén	28-02-05	10:30	EC3	0	0	0	4
3	Caicaén	24-02-05	14:00	EC4	1	0	0	3
3	Caicaén	26-02-05	08:30	EC4	0	2	0	0
3	Caicaén	26-02-05	14:00	EC4	0	2	0	0
3	Caicaén	26-02-05	16:00	EC4	0	2	0	0
3	Caicaén	27-02-05	08:30	EC4	0	2	0	0
3	Caicaén	27-02-05	12:00	EC4	0	2	0	0
3	Caicaén	27-02-05	14:00	EC4	0	2	0	0
3	Caicaén	28-02-05	08:30	EC4	0	2	0	0

4.5 Objetivo 5.- Establecer la relación entre la distancia desde el punto de recaptura de los peces al o los centros de cultivo existentes, en función del área que debe cubrir la operación de recaptura y el tiempo transcurrido del evento.

Atendiendo a los resultados negativos obtenidos en el plan de recaptura de los salmones previamente marcado y posteriormente liberados, tanto en la primera como en la segunda actividad (ambas realizadas en el centro Yenecura), es que el consultor intensificó las actividades complementarias en términos de incorporar a pescadores de orilla que se dedican a la captura con redes de enmalle, tanto de salmones como de otros recursos. Para estos efectos es que en la tercera actividad realizada en el centro Caicaén, en la localidad de Calbuco, fue posible encontrar una mayor actividad de pesca de orilla, de los cuales se logró contactar a 7 familias de pescadores que realizan dicha actividad (Fig. 30), a diferencia del centro de Yenecura, donde sólo se logró encontrar 2 puntos en el cual se realiza pesca con redes de enmalle (Punta Lapa, a 5,4 Km del centro Yenecura y en las inmediaciones del centro, Figura 29). Dicha información producto de la recaptura de salmones marcados y liberados posteriormente, fue de gran utilidad para entender de una mejor manera las posibles vías o rutas de escape de los salmones una vez liberados. De esta forma, se pudo definir el grado de desplazamiento (distancia en función al tiempo) y por otro lado identificar cual fue la ruta más probable de escape en función a la cantidad de salmones capturados. Además dichos antecedentes ayudaron en términos de planificar la estrategia a seguir en los planes de recaptura con red de cerco cierre vertical y jaula móvil, de manera de focalizar el esfuerzo del primer día en zonas ya predefinidas y así aumentar las probabilidades de recaptura.

Figura 29. Localización de los ejemplares recapturados en Punta de Lapa (artesanales).

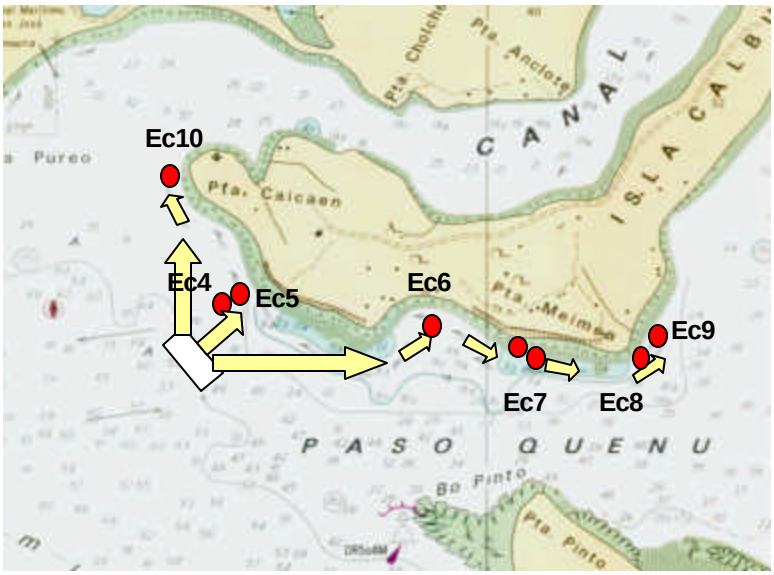


Figura 30. Localización de los ejemplares recapturados en Punta Caicaén (artesanales).

Primera actividad (centro Yenecura)

En el marco de esta primera actividad, el único evento que entregó información referente a los salmones marcados y posteriormente liberados, fue de pescadores de orilla de la localidad Punta de Lapa, situada a 5.4 km del centro Yenacura (Fig. 29), que notificaron el hallazgo de 2 ejemplares con marcas de color amarillo, correspondiente a dos salmones escapados el día 05 de diciembre, y que fueron capturados el 10 del mismo mes. Dicho hallazgo orientó la dirección que pudieron tomar el total de los ejemplares liberados en las actividades 1 y 2, por lo cual parte de los lances efectuados con el aparejo de cerco con cierre vertical se orientaron en esa dirección, aproximadamente entre 450 – 700 metros NE desde el tren de balsas del centro Yenecura.

Dicha actividad de recaptura de peces marcados, tuvo su logro debido a la oportuna información desplegada por parte del equipo consultor, con el cual se pudo reorientar las actividades de recaptura con los artes propuestos (CCV-JM), en términos de la estrategia a seguir, entregando rápidamente antecedentes del comportamiento de los ejemplares marcados una vez liberados e indicando la gran capacidad de desplazamiento que poseen, que no siempre responde a la conducta sugerida en el Focus Group, referido

principalmente a la permanencia de los peces entre uno o dos días en los alrededores del centro de cultivo.

Segunda actividad (centro Yenecura)

En la segunda actividad en Yenecura (segundo viaje) fue incorporada la red de enmalle (como ya fue mencionado anteriormente), con la finalidad de que este aparejo entregara información a modo de indicador de presencia y a la vez de permanecía de los salmones al interior del tren de balsas.

En esta segunda actividad y transcurridas 24 horas desde la primera liberación, se lograron capturar un total de 8 salmones marcados. A las 48 horas se logra capturar sólo 2 salmones marcados (específicamente a las a las 30 horas de la liberación) y finalmente a las 72 horas, se capturó el último salmón, siendo esta recaptura la última del primer grupo de ejemplares liberados.

Finalmente en la segunda liberación (4 de febrero), los resultados obtenidos fueron similares a la recaptura de la primera liberación (31 de enero), concentrándose mayoritariamente en el primer día y disminuyendo notablemente transcurridas 72 horas desde el momento de la liberación. De esta forma a las 24 horas fue posible recapturar un total de 17 ejemplares marcados y que correspondieron **exclusivamente** a la segunda liberación. A las 48 y 72 horas, desde la liberación, la recaptura fue de sólo 2 y 1 ejemplar marcado, respectivamente. Posterior a este tiempo no fue posible recapturar ningún salmón liberado, ya sean proveniente de la primera o segunda liberación.

En los dos casos se aprecia que la probabilidad de encontrar peces marcados al interior del tren de jaulas disminuye notablemente al tercer día de ser liberados (72 horas). Esto fue ratificado a través de inspecciones visuales con los operarios del centro, apoyo de buceo al interior de los módulos y mediante filmaciones submarinas, las cuales se realizaba además con apoyo de cebo, de manera de potenciar el estimulo generado y la atracción de los peces.

Tercera actividad (centro Caicaén)

En la tercera actividad del proyecto (centro Caicaén), se procedió a realizar un barrido completo de las posibles vías de escape o rumbo que toman los peces una vez liberados, realizando contacto con pescadores de orilla en un radio máximo de 3 Km desde el centro de cultivo. Además de lo descrito anteriormente, se incorpora la construcción de 4 redes de enmalle adicionales, con la finalidad de ya no sólo evaluar la presencia y permanencia de salmones liberados, sino que como un aparejo más de recaptura.

En la primera liberación (19 de febrero a las 12:05 horas), y transcurridas 10 horas desde el escape intencionado de los peces se obtuvo recaptura de ejemplares marcados a 3.000 metros de distancia (Fig. xx). Pasadas 48 horas (Fig. 32) se recapturaron un total de 6 ejemplares con marca entre 122 (45 h) y 2.800 metros (48 h). Finalmente a las 72 horas transcurridas desde la liberación (Fig. 33) se capturaron los dos últimos ejemplares a 350 y 1.125 metros del punto de liberación, que se recapturaron a las 08:30 y 12:00 horas del tercer día respectivamente. Estos ejemplares fueron los últimos peces recapturados de esta liberación.

Transcurrida una hora de la segunda liberación (realizada el 24 de febrero, a las 10:25), el enmalle ubicado a 450 metros del punto de liberación recapturó un ejemplar marcado. En este contexto pasadas 24 horas se recapturaron 7 salmones en un rango de 366 a 2.800 metros (Fig. 31). De lo anterior, específicamente en un tiempo entre 4 y 12 horas se recapturó ejemplares marcados entre los 1.800 y 2.800 m desde el punto de liberación del centro Caicaén (Fig 32). Finalmente un último salmón fue recapturado a las 60 horas de la liberación (Fig. 33). Posteriormente a este evento no se recapturó ningún otro salmón marcado, entendiendo que esta actividad tuvo un seguimiento de 10 días, después del último salmón recapturado. Además es importante recalcar, que los individuos recapturados por esta pesca de orilla, correspondieron **exclusivamente** a la segunda liberación.

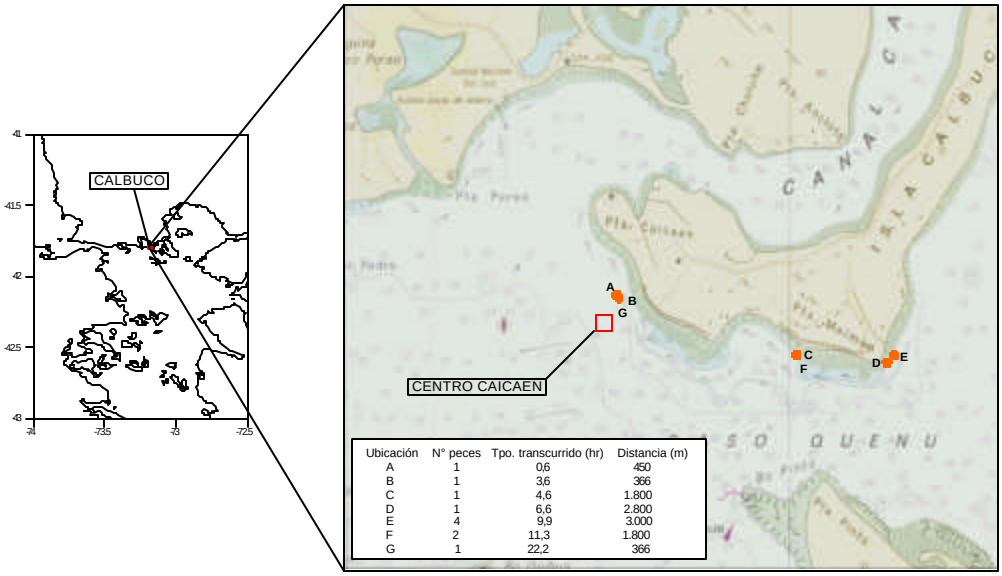


Figura 31. Localización de los ejemplares recapturados en Punta Caicaén, ala las 24 horas.

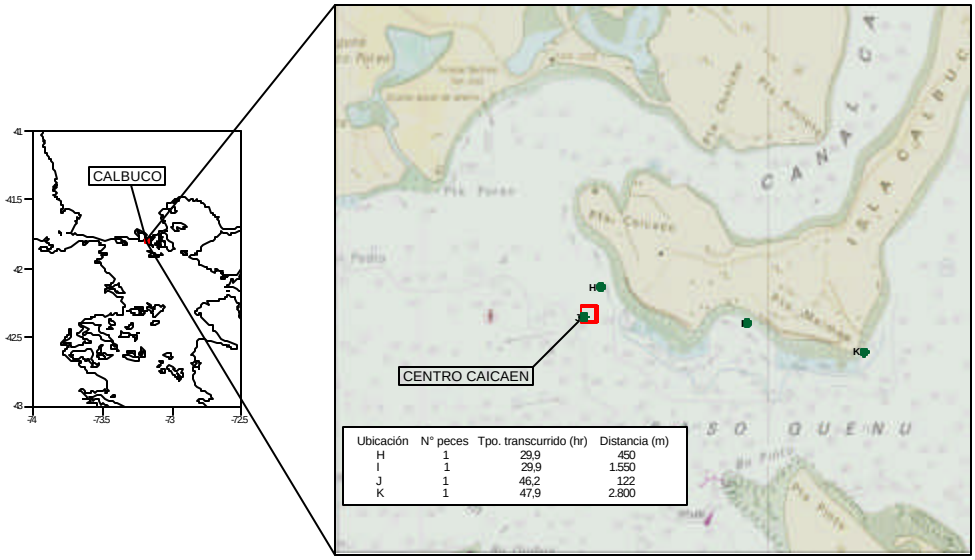


Figura 32. Localización de los ejemplares recapturados en Punta Caicaén, ala las 48 horas.

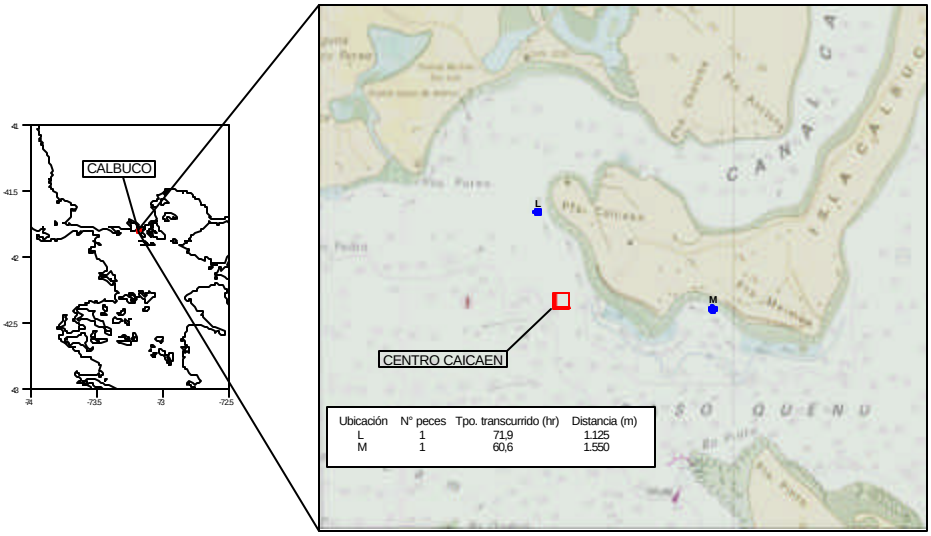


Figura 33. Localización de los ejemplares recapturados en Punta Caicaén, ala las 72 horas.

4.6 Objetivo 6.- Establecer la variación temporal en la dieta de los individuos escapados.

De los resultados provenientes de la recaptura por medio de los métodos de pesca propuesto al inicio del proyecto (cerco cierre vertical – jaula móvil), como ya se mencionó anteriormente, donde no se pudo obtener capturar alguna del recurso objetivo a excepción de un lance en la tercera actividad por medio del cerco cierre vertical, la variación temporal se realizó sólo con 46 ejemplares capturados con las redes de enmalle posicionadas por el Consultor, como también de los ejemplares capturados por las redes de enmalle de los pescadores de orillas.

Del análisis realizado a los estómagos de los salmones marcados recapturados, podemos mencionar que casi la totalidad de estos (> 98%) presentaron estómagos vacíos y el restante con restos de alimento pelletizado (Tabla 33). Además es importante recalcar que estos resultados responden básicamente a un tiempo no superior a las 72 horas desde su liberación, por lo que cualquier análisis posterior o conclusiones deben enmarcarse a este escenario, lo que imposibilita inferir respecto al periodo de "asilvestramiento".

Tabla 33. Resultado del análisis de los estómagos muestreados

Actividad	Centro	Liberación	Fecha	HORA	Red	Dist desde liberacion (m)	Cpatura Objetivo (nº)	Tpo. Trancurrido (hr.)	Estómago
2	Yenecura	1	1-2-05	09:00	EY1	32	3	22,3	vacio
2	Yenecura	1	1-2-05	11:10	EY1	32	1	24,5	vacio
2	Yenecura	1	1-2-05	15:50	EY1	32	1	29,2	vacio
2	Yenecura	1	1-2-05	09:00	EY2	47	2	22,3	vacio
2	Yenecura	1	1-2-05	15:45	EY2	47	1	29,1	vacio
2	Yenecura	1	3-2-05	08:30	EY2	47	1	69,8	vacio
2	Yenecura	2	4-2-05	17:40	EY1	32	2	7,2	vacio
2	Yenecura	2	5-2-05	08:40	EY1	32	3	22,2	vacio
2	Yenecura	2	5-2-05	09:05	EY1	32	3	22,7	vacio
2	Yenecura	2	5-2-05	16:00	EY1	32	1	29,6	vacio
2	Yenecura	2	6-2-05	09:10	EY1	32	1	46,7	pellet
2	Yenecura	2	4-2-05	10:40	EY2	47	9	0,2	vacio
2	Yenecura	2	7-2-05	09:05	EY2	47	1	70,7	vacio
3	Caicaén	1	22-2-05	12:00	EC10	1125	1	71,9	vacio
3	Caicaén	1	21-2-05	10:15	EC2	122	1	46,2	vacio
3	Caicaén	1	20-2-05	18:00	EC5	450	1	29,9	vacio
3	Caicaén	1	21-2-05	12:00	EC8	2800	1	47,9	vacio
3	Caicaén	1	20-2-05	18:00	EC6	1550	1	29,9	vacio
3	Caicaén	1	19-2-05	22:00	EC9	3000	4	9,9	vacio
3	Caicaén	2	24-2-05	14:00	EC4	366	1	3,6	vacio
3	Caicaén	2	25-2-05	08:40	EC4	366	1	22,2	vacio
3	Caicaén	2	24-2-05	11:00	EC5	450	1	0,6	vacio
3	Caicaén	2	26-2-05	23:00	EC6	1550	1	60,6	vacio
3	Caicaén	2	24-2-05	15:00	EC7	1800	1	4,6	vacio
3	Caicaén	2	24-2-05	21:45	EC7	1800	2	11,3	vacio
3	Caicaén	2	24-2-05	17:00	EC8	2800	1	6,6	vacio

Actividades Complementarias

a) Estructuras de edades en base a lectura de escamas

De cada grupo de peces liberados en Caicaén y Yenecura, se extrajeron una cierta cantidad de escamas, de las cuales se seleccionaron tres de cada ejemplar y fueron medidas con ayuda de una lupa. Se realizó una test integral para detectar diferencia entre los dos grupos de Yenecura, resultando que a un error de 5%, estos grupos son similares. Por otro lado, al mismo nivel de error, el grupo de Caicaén es estadísticamente disímil al de Yenecura.

Grupo Caicaén

Se extrajeron escamas de 38 individuos, para luego observar en laboratorio 3 escamas de cada salmón. De las 114 escamas observadas sólo 84 presentaban un núcleo claro, el resto tenía núcleo difuso, siendo imposible establecer dónde se encontraba el origen de la escama.

Los 84 datos obtenidos se correlacionaron con la longitud de los salmones, resultando una regresión lineal con alta dispersión, razón por la cual se aplicó un intervalo de confianza, con 5% de error. Los parámetros de la regresión, tras el intervalo, son:

$$T(cm) = 7{,}11 * LE(mm) + 18{,}64 \qquad \text{con } R^2 = 0{,}98$$

donde

T = talla del salmón, en cm.
LE = longitud anterior de la escama, en mm.

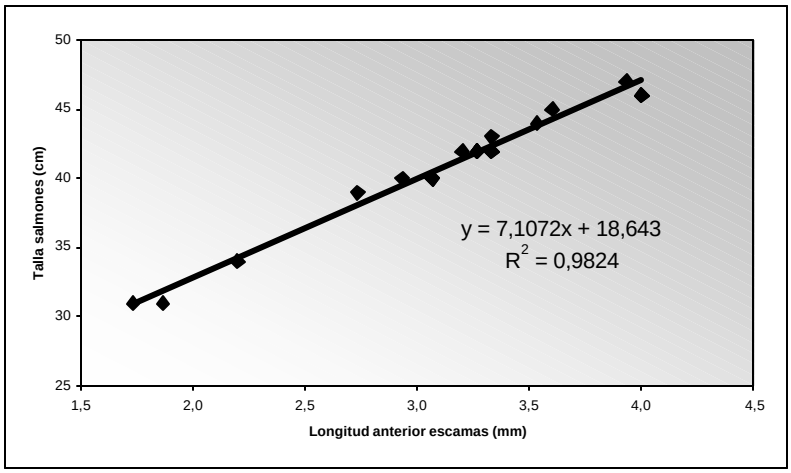


Figura 34. Regresión lineal tras la aplicación de intervalo de confianza (á = 0,05)

En ninguna escama se observó la presencia de anulus. A continuación se muestran fotografía de escamas de los individuos de Caicaén, en las que se observa los núcleos claramente definidos.

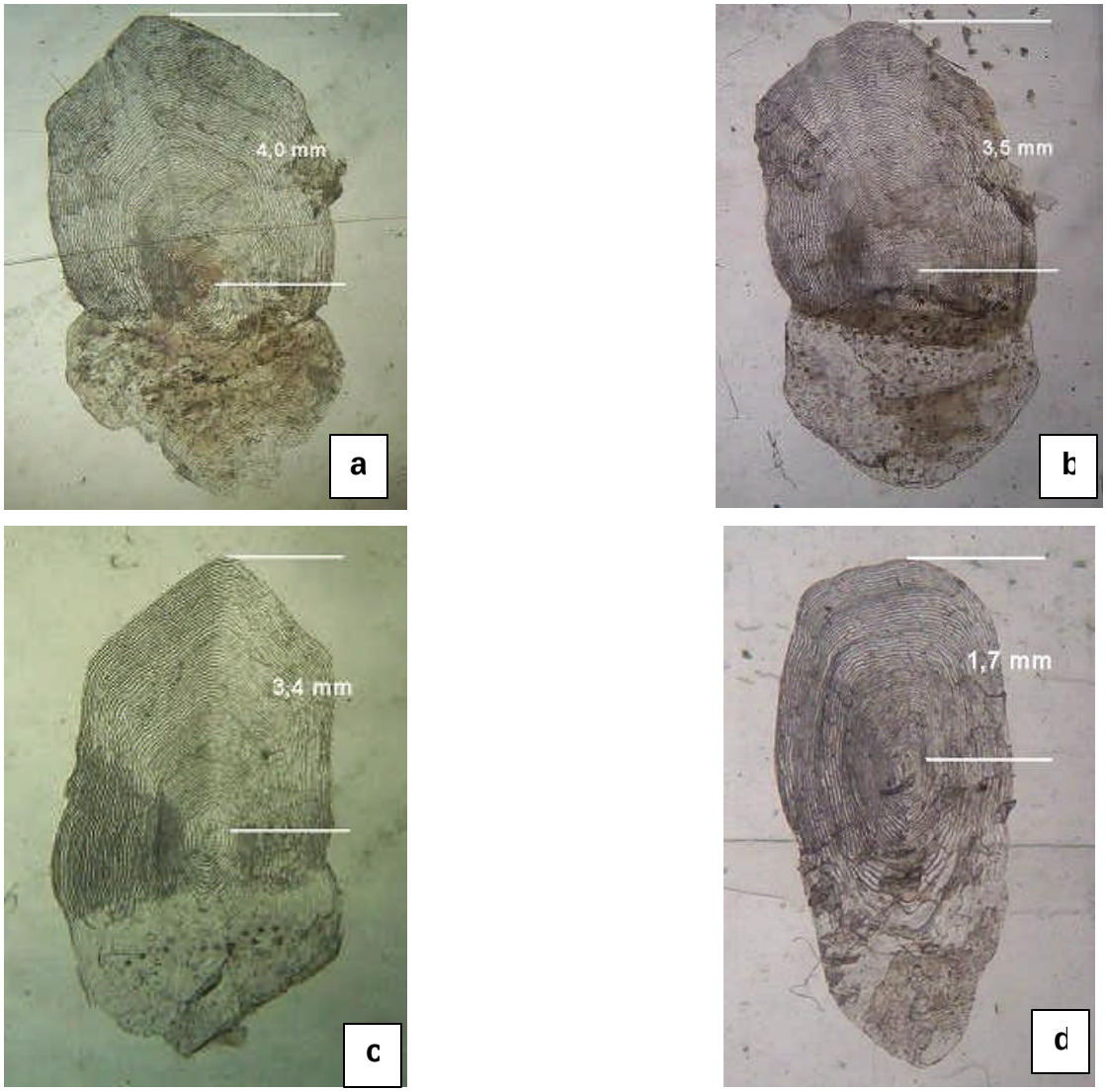


Figura 35. a) Escama de un individuo de talla 46 cm. b) Escama de un individuo de talla 44 cm. c) Escama de un individuo de talla 42 cm. y d) Escama de un individuo de talla 31 cm.

Grupo Yenecura

Fueron extraídas escamas de 70 salmones, observándose en laboratorio 3 escamas por individuo. De las 210 escamas observadas, 150 se presentaban en condiciones de medición, al igual que en el caso de Caicaén, a raíz de la poca definición del núcleo.

En la figura 36 se observa el caso de un núcleo no definido, donde es imposible realizar una medición adecuada de su longitud anterior.

Figura 36. Escama con núcleo no definido.

Las longitudes de escamas se correlacionaron con las tallas de los salmones, generando igualmente alta dispersión, por lo que también fue necesario aplicar intervalo de confianza, trabajado a un error de 5%. La regresión obtenida tras el intervalo de confianza es:

$$T(cm) = 4{,}05 * LE(mm) + 50{,}5 \qquad \text{con } R^2 = 0{,}95$$

donde

T = talla del salmón, en cm.
LE = longitud anterior de la escama, en mm.

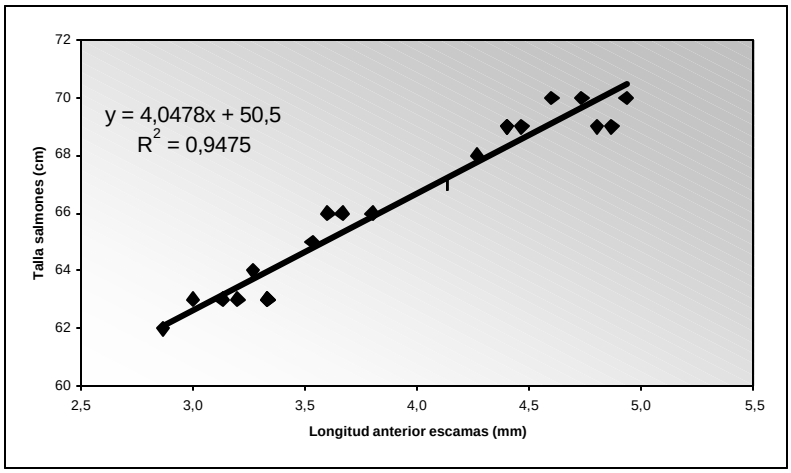
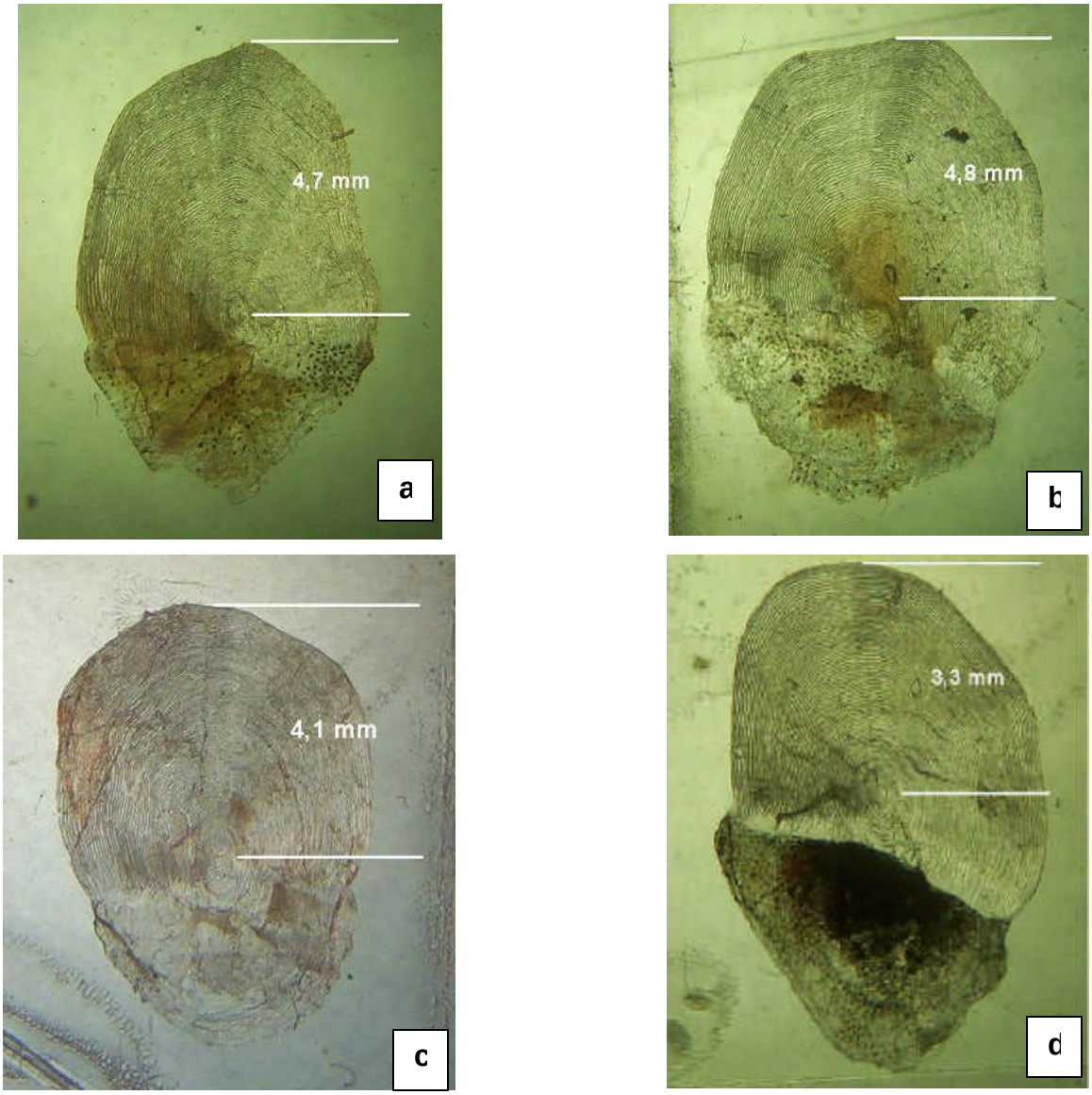


Figura 37. Regresión lineal tras la aplicación de intervalo de confianza (á = 0,05)

En ninguna escama se observó la presencia de anulus.

En las siguientes figuras se pueden observar escamas extraídas a los individuos de Yenecura.



a) Escama de un individuo de talla 70 cm. b) Escama de un individuo de talla 69 cm. c) Escama de un individuo de talla 67 cm.y d) Escama de un individuo de talla 63 cm.

b) Filmaciones submarinas

Del análisis de los registros fílmicos posterior a la liberación, se puede mencionar que:

- En el momento de la liberación por dentro de la lobera (un total de 680 ejemplares, peso promedio de 3,5 Kg), el comportamiento observado es que una vez

producido la liberación, los ejemplares no escapan rápidamente a través de la lobera, sino más bien con un grado de natación similar o menor a la de cautiverio.

- El comportamiento de escape observado a través de la lobera no es gregario sino más bien individual o en su defecto en una baja magnitud (2 a 3 peces).

- En el momento mismo de la liberación o durante esta, los peces liberados no responden al estímulo de la alimentación.

- Los peces que se encuentran por dentro de la lobera (después de 10 min. aproximadamente) y que son sometidos a un cebo, responden favorablemente a este estímulo.

- Durante la filmación realizada por un buzo, se pudo observar que la presencia de este, no interfiere fuertemente en el comportamiento de nado del pez.

- En términos de la fauna propia del lugar, especies como róbalo y pejerrey, si responden favorablemente al cebo proporcionado, a diferencia de los salmones marcados y liberados.

- Finalmente, al cabo de tres días desde la liberación, las filmaciones submarinas no evidenciaron presencia alguna de salmones marcados.

Taller de Difusión, Análisis y Discusión de Resultados

De acuerdo a las actividades planificadas para el proyecto, la Escuela de Ciencias del Mar se comprometió a realizar un taller de difusión y discusión de los resultados obtenidos durante la ejecución de la investigación. En este contexto se realizó este taller el día 7 de abril del 2005 en dependencias de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Avda. Altamirano 1424) y con la participación de los siguientes profesionales del sector:

Sr. Felipe Sepúlveda	SERNAPESCA
Sr. Alex Brown	SUBSECRETARÍA DE PESCA
Sr. Alejandro Henríquez	SALMONCHILE
Sr. Mario Acevedo	SUBSECRETARIA DE PESCA
Sr. Rubén Pinochet	SUBSECRETARIA DE PESCA – FIP
Sr. Felipe Hurtado	PUCV
Sr. Erick Gaete	PUCV
Sr. Alejandro Stack	PUCV
Sr. Dante Queirolo	PUCV
Sra. Ivonne Montenegro	PUCV
Sr. Roberto Escobar	PUCV

Este taller tuvo por finalidad presentar una visión global del proyecto y discutir los resultados con representantes del sector salmonero, de la administración, fiscalización e investigación pesquera. En este contexto el programa temático de este taller contempló la visión por parte de la SUBPESCA sobre el tema y la presentación de resultados del presente proyecto por parte del ejecutor. En orden secuencial, las exposiciones realizadas conforme a lo programado fueron las siguientes:

Don Alex Brown, jefe del departamento ambiental de la Subsecretaría de Pesca, inició el taller con la visión de la Subsecretaría sobre la introducción de especies exóticas en el contexto de la política nacional de acuicultura, ocasión en la cual se proporcionó una perspectiva global de la autoridad pesquera sobre el tema de la acuicultura, en términos de la política nacional de acuicultura (PNA), sus elementos de diagnóstico, objetivos,

estrategias, instrumentos, proyecciones y desafíos para este sector. Los elementos de diagnóstico en particular fueron referidos a la actividad económica que ha generado la acuicultura en este ámbito, la sustentabilidad ambiental en cuanto al patrimonio genético y sanitario de Chile para velar por el logro de una producción ambientalmente sustentable.

Comentarios (Alex Brown):

Como país la estructura de nuestros cultivos es monoespecífica y con una alta dependencia de salmones y truchas, como antecedente se puede mencionar que representaron más del 90 % de los ingresos de las exportaciones de organismos cultivados en Chile en el 2004. Dado el escenario anterior se requiere una diversificación de la acuicultura.

Esta diversificación puede ser orientada hacia especies endémicas o exógenas. Para las especies endógenas es complicado su cultivo dado los complejos mercados internos que poseen y para las exógenas se presentan riesgos de desequilibrios ambientales y fitosanitarios.

El valor de las exportaciones acuícolas representan el 60% en la actualidad, del total de las exportaciones del sector pesquero nacional.

La entrada de salmones a Chile se ha realizado desde años anteriores a la salmonicultura con fines de pesca deportiva.

Como un ejercicio válido se planteó, mediante antecedentes de la Subsecretaría de Pesca del escape de salmónidos por año entre 4 y 7 millones de ejemplares. Tomando conservadoramente el número menor (4 millones), al menor peso posible de la etapa de crecimiento (fase de engorda en mar), se tiene que con un peso individual de 100 grs. hay 400 toneladas de salmones libres. Considerando una alimentación diaria del 1% de su peso se obtiene que hipotéticamente estos salmones consumirían 4 toneladas diarias de alimento y aproximadamente 120 toneladas de alimento que en la actualidad no está precisado aún qué es. Como indicio se tiene también que a la fecha son varios los puertos pesqueros artesanales en la isla de Chiloé que han dejado de operar como tales, la relación entre esta “causa” y el efecto de los puertos cerrados no ha sido encontrada ni

demostrada aún y es un tema que aumenta la importancia de disminuir o evitar los escapes de salmones de los centros de cultivo.

Actualmente no existen exigencias legales que normen estándares en el posicionamiento y mantención que tiendan a aumentar la seguridad de las estructuras flotantes de los centros de cultivo, con la finalidad de prevenir o disminuir el riesgo de eventuales accidentes que impliquen el escape de peces en cautiverio al medio.

En la segunda exposición, fueron presentados los objetivos generales del proyecto, antecedentes sobre las principales causas de escapes de salmónidos de centros de cultivo, el marco regulatorio que rige estos eventos (RAMA) y finalmente una caracterización en cuanto a infraestructura, especies cultivadas y planes de contingencia implementados por centros de la X región, mediante la realización de encuestas. Estos temas fueron expuestos por el Ingeniero Pesquero Sr. Carlos Hurtado. Además el Sr. Hurtado presentó en detalle la metodología, definición de variables, parámetros y conclusiones del Focus group realizado en Pto. Montt con la participación de representantes de las empresas del sector.

En la siguiente exposición el Ingeniero Pesquero Sr. Erick Gaete, presentó los criterios técnicos involucrados en la selección de los artes y diseños propuestos en el focus group, para ser implementados y evaluados en el desarrollo de la investigación. Estos criterios apuntaban principalmente a aspectos técnicos, funcionales y operacionales, además de consideraciones respecto de los antecedentes disponibles sobre el comportamiento de especies escapadas.

Finalmente el Ingeniero Sr. Carlos Hurtado expuso los resultados más relevantes del proyecto, incluyendo el esquema metodológico, marcaje, liberaciones y recapturas efectuadas con la red de cerco vertical , jaula móvil y redes de enmalle, tanto de la PUCV como de pescadores de orilla. Las discusiones más relevantes sobre los planes de contingencia existentes, estuvieron referidas a que si bien es cierto que todas las empresas encuestadas presentaban planes de contingencia, estos estaban orientados a informar a la empresa y autoridad los eventos de escape. En cuanto a la infraestructura para implementar planes de recaptura en los centros encuestados, se planteó que esta es inapropiada, referido a los artes y al número de embarcaciones. También se expuso los

resultados del comportamiento de los peces liberados en cuanto a su nula respuesta al cebo con pellets por fuera del tren de balsas (sistema), y que al interior de este sí se observó una respuesta frente a la alimentación. Además del alto grado de desplazamiento que presentaron en las liberaciones (en 12 horas hasta 3 Km).

Como consideración final el Sr. Hurtado mencionó que los tres métodos de recaptura evaluados no serían eficientes, de acuerdo al comportamiento observado en la especie Salmo salar y a los volúmenes de peces liberados. En el caso de las redes de enmalle se expuso que su gran valor radica como indicador de posibles escapes y en la recaptura de individuos escapados aisladamente (manejos).

Al finalizar las presentaciones se expusieron videos que muestran el desarrollo de un lance de cerco vertical y otro con el comportamiento de los peces en el momento de la liberación y su respuesta frente al estímulo de la alimentación.

Discusión

Sr. Mario Acevedo SUBSECRETARIA DE PESCA

En cuanto al comportamiento de los individuos al ser liberados ¿ Son comparables las actividades de Quellón y Calbuco dado el hecho de que los peces eran de tamaño y peso distinto?

No son comparables al incluir el factor de diferentes tallas. Para minimizar este efecto con los peces mayor tamaño (3.5 Kg. en centro Yenecura, Quellón), se procedió a efectuar un “arrastre” con la red de cerco de cierre vertical alrededor de los módulos desde donde se efectuaron las liberaciones. En este contexto se barrió casi por completa las inmediaciones del tren de balsas jaulas para ratificar la presencia de individuos en las inmediaciones del centro.

¿ Qué importancia tiene el escape de ejemplares de mayor o menor talla ?

Es muy importante pues ejemplares menores a 1 kg tienen una mayor probabilidad de adaptarse al medio ambiente natural. En cambio con ejemplares ya mayores de 1 kg y

a medida que sigue aumentando su talla y peso, su capacidad de adaptación a la vida silvestre disminuye notablemente por el “acostumbramiento” de los individuos a la fase de engorda en cautiverio y una mayor dependencia de esta forma de vida.

El conocimiento del comportamiento de peces escapados de centros de cultivo en forma previa, hubiese sido de gran ayuda para tener un comportamiento “esperado” de los peces que se liberaron, pudiéndse así verificar la existencia de diferencias en el comportamiento a distintos volúmenes o número de peces en momentos posterores a su liberacion. Este conocimiento no existe en la actualidad y la literatura internacional se centra fundamentalmente en la prevención de situaciones que implican escape o liberación de peces en cautiverio.

Sr. Rubén Pinochet (FIP) a Sr. Alex Brown (SUBPESCA)

¿ La ley permite una interacción del sector salmonero con el sector artesanal, en el marco de implementar un plan de contingencia entre los centros de cultivo y pescadores con redes bolincheras de lugares adyacentes?

Sí, la ley permite las interacciones entre pescadores artesanales (en este caso de bolincheros) con centros de cultivo, aún cuando en la parte operacional se hacen inviables en la mayoría de los casos (considerando eventos anteriores y las experiencias realizadas en este proyecto). En este contexto y dado que en el mejor de los casos una embarcación estará en 3 horas en el centro (siendo optimista), en este tiempo los salmones escapados con su grado de desplazamiento observado ya estarán a una distancia considerable y probablemente fuera del área de la concesión o posible de recaptura, según el reglamento RAMA.

En síntesis, de lo anterior se desprende que los esfuerzos deben ser dirigidos principalmente a la prevención de escapes, ya que una vez producido el evento, los porcentajes de recaptura y soluciones posteriores no son efectivas.

Red de enmalle como sistema de pesca de salmónidos escapados de centros de cultivo

Con los distintos artes que existen se tienen distintos grados de selectividad, a modo de ejemplo en el arte de cerco se logra un 98% de recurso objetivo (jurel), dada su naturaleza dinámica. En el caso de redes de enmalle usadas para fines de recaptura se presenta la dificultad anexa (aparte de las propias que incluyen cobertura, capacidad y peces muertos), por lo tanto el principal aporte de este sistema de pesca es como indicador de presencia de individuos o de un escape en vez de método de recaptura de escapes masivos.

Cada liberación es un evento particular e independiente, por lo tanto se tomaron cada una de ellas por separado y se fue concluyente en término de sus generalidades que presentaran en común.

Finalmente se discute la existencia de salmones en el medio o libres, que sustentan una pesquería artesanal informal en la región, cuyos volúmenes de captura no son en nada despreciables.

5 ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Planes de contingencia:

Respecto a este tópico en particular, se puede mencionar que existe un plan de contingencia en el 100% de los centros encuestados, los que respondan básicamente a lo exigido con el reglamento actual, en lo referido a la notificación de los eventos con todos sus requerimientos. Esto quiere decir que frente a un potencial escape, las empresas del sector responden genéricamente a un protocolo común orientado a la notificación del evento, dejando las acciones tendientes a una posible recaptura al criterio del jefe de centro (en la mayoría de eventos), el proceder en términos del método de recaptura a utilizar.

A juicio del consultor, los plan de contingencia de las empresas consideran artes y aparejos que, por su génesis, no han sido diseñados ni construidos para la recaptura de salmones, siendo principalmente utilizados para el muestro de ejemplares al interior del centro de cultivo. Por lo tanto, su efectividad con otros fines se podría ver limitada a escapes de baja cuantía.

Aparejos o sistemas de recaptura utilizados actualmente por el sector salmonero

De los sistemas de recaptura que actualmente están implementados bajo la eventualidad de un escape de salmones en las principales empresas encuestadas, es posible mencionar que la jaula vacía (operada mediante redes de muestreo) es el sistema que podría responder de una mejor manera a la recaptura de salmones escapados (fracción) al interior del tren durante los 2 primeros días, principalmente asociado al gran número de peces que se pueden encerrar según su funcionalidad, siempre y cuando la respuesta de los salmones sea favorable al estímulo generado por el proceso de cebamiento que aumenta la agregación de los peces. Esto depende de las dimensiones de la jaula, ya que se podrían considerar redes de muestro con mayores dimensiones, con lo cual se aumenta la posibilidad de una pesca exitosa (mejora la efectividad de sistema de pesca). Además se debe considerar que la operación de este tipo de aparejo

de pesca es conocido por los trabajadores de los centros, por lo que su operación se hace más sencilla y práctica.

Comportamiento

Respuesta frente al cebo:

Para la discusión del comportamiento respecto al cebo, se considera en forma separada lo observado al exterior y al interior de los trenes de balsa. En este sentido, la especie *Salmo salar* no responde favorablemente al cebo una vez liberados por fuera de la lobera del tren de balsas jaula (sistema). Esto se puede deber a que los peces liberados, al no ver paño o tela en su entorno, nadan libremente en cualquier dirección y no se forman agregaciones, por lo que se dificulta una respuesta favorable al estimulo de la alimentación, además del eventual grado de estrés que pudiesen presentar en este evento.

Una vez liberados los ejemplares de la especie *Salmo salar* responde en forma parcial al cebo al interior del tren de balsas-jaulas (por dentro de la lobera). Ocasionalmente se da el caso de peces que regresan al interior del tren (sistema) y junto con aquellos ejemplares que aún no han escapado (por fuera de la lobera), responden al estímulo del cebo (pellets). Esta respuesta podría favorecer la recaptura en días posteriores al escape producido, aún cuando estos volúmenes no son significativo respecto del total de individuos liberados.

En lo descrito anteriormente, no se observa una diferencia frente a variables en términos de período (Dic-Feb), tipo de frente (expuesto-protegido) y volumen de escape. Del análisis de la información disponible, cada evento de escape no tiene un patrón de comportamiento común, con lo cual no se puede generar una estrategia en la recaptura (corriente-viento y configuración fondo, etc), es por ello que plantear una única estrategia de recaptura para la industria tiene un alto grado de dificultad, ya que cada centro debería presentar una estrategia que este diseñada bajo variables como corrientes, configuración de fondo, especie y talla, topografía, etc.

En todas las actividades desarrolladas se observó presencia de lobos marinos, lo cual dificultó el desarrollo de las experiencias de recaptura, que por su presencia ahuyentan a los salmones escapados, por lo que se afecta en cierto grado la presencia de salmones en la cercanía de los centros, variable que no pudo ser evaluada.

Respuesta una vez liberados

En términos de la presencia, relacionado al tiempo de la permanencia de los ejemplares una vez liberados, podemos discutir que:

Liberación por dentro de la lobera (actividad nº 1 y 2)

Se observó presencia de individuos marcados después de la liberación principalmente hasta el tercer día posterior a esta. Esta fracción fue observada visualmente por personal PUCV, operarios del centro y verificados con las capturas en los enmalles al interior del centro, además de inspecciones con buzos y filmaciones submarinas. Una fracción de los salmones marcados y liberados en estas etapas fueron recapturados por los enmalles al interior del centro en un plazo no superior a los 3 días, sin embargo la mayor presencia se observó durante las primeras 24 horas. Esta información entrega un indicio de que la presencia o permanencia de individuos al interior del sistema de cultivo es a lo sumo por tres días, lográndose una relación inversamente proporcional con respecto al tiempo trascurrido desde el escape.

Liberación por fuera de la lobera (actividad nº 3)

Utilizando los mismos recursos que en las actividades anteriores, prácticamente no se observó salmones tanto al interior del tren como en las inmediaciones, donde no se aprecia una conducta gregaria de los ejemplares liberados, ya sea esta estimulada por cebo o por conducta natural frente a su liberación. Esto lo podemos complementar con la información proveniente de la captura de la redes de enmalle en las inmediaciones del centro y las que fueron dispuestas hacia la orilla, las cuales manifestaron capturas en las distintas ubicaciones (redes de enmalle), pudiéndose inferir el alto grado de dispersión y desplazamiento de este recurso una vez liberados por fuera de la lobera.

Grado de desplazamiento v/s tiempo desde la liberación:

Esta actividad se analizó producto de las capturas obtenidas por pescadores de orilla, que colaboraron con el proyecto, específicamente en la actividad nº 3 :

Recaptura de salmones marcados (pesca de orilla) (actividad nº 3)

Se pudo observar que los salmones liberados por fuera de la lobera, rápidamente manifestaron una conducta de escape en términos de su desplazamiento desde el punto de liberación, ya que a las primeras 12 horas estos ejemplares fueron recapturados a distancias entre 1,8 y 3 Km. Luego de trancurridas 72 horas desde su liberación, la recaptura de peces disminuye a cero, lo cual fue posible constatar en las 2 liberaciones realizadas en el centro Caicaén.

Métodos de recaptura evaluados:

Cerco Cierre Vertical (CCV):

De acuerdo al comportamiento observado en la especie *Salmo salar* y a los volúmenes de peces liberados, este sistema **no es eficiente** en la recaptura de peces. Ya que en la totalidad de los lances no fue posible observar la presencia de los salmones (visibles-detectables), por lo que la estrategia en términos de detección y seguimiento de las agregaciones no pudo realizarse. Sin embargo las características de este arte (implementación, cobertura, maniobrabilidad y operación, etc.), lo presentan como una interesante alternativa a la hora de evaluar su desempeño con mayores números de ejemplares liberados y con otras especies cultivadas por el sector (trucha y coho), que presentan un comportamiento distinto al observado en *Salmo salar,* principalmente en lo que respecta a su estratificación en la columna de agua, y a su alimentación en superficie. Todo lo descrito anteriormente, podría aumentar ostensiblemente las posibilidades de una recaptura exitosa.

Jaula Móvil (JM):

De acuerdo al comportamiento observado en la especie *Salmo salar*, sumadas a las dificultades en su desplazamiento, maniobrabilidad y área de cobertura, este sistema **no es eficiente** como método de recaptura. A pesar de que en los centro de cultivo se conoce su operación, este no se recomienda ya que el grado de desplazamiento es casi nulo lo que dificulta el seguimiento de los peces.

Red de Enmalle (RE):

Una de las principales dificultades que presenta este aparejo para ser usado como método de recaptura, es la necesidad de espacios apropiados para su implementación al **interior del tren de balsas**, dado que el espacio disponible entre jaulas imposibilita un trabajo adecuado de las redes por frecuentes enredos. En términos de su implementación **por fuera de la lobera**, se presentan dificultades con su cobertura espacial (dónde y cuántas), ya que se desconoce completamente el comportamiento de los peces y si presentan alguna ruta de escape en común. En ambos casos interior y exterior a la lobera, debe contemplarse también las complicaciones respecto a las restricciones en cuanto al volumen de escape y la capacidad de captura del aparejo (característica de un sistema estático).

Dada su naturaleza estática, este método de recaptura **no es eficiente** ya que se encuentra limitado por los volúmenes de escape. Sin embargo posee un gran valor como indicador de posibles escapes.

Lectura de escamas

Las escamas observadas no presentaban anillos de crecimiento, lo cual coincide con la teoría de que los animales en cautiverio alimentados a saciedad no presentan una baja en su metabolismo y un consiguiente desaceleración en su crecimiento, situación típica en peces silvestres durante la época invernal debido a la poca disponibilidad de alimento y cambios en la temperatura del agua.

Dado que el horizonte de tiempo de la investigación y el tiempo entre la liberación y la recaptura de los salmones fue bajo, no pudiendo durante este lapso generarse cambios

en el metabolismo que se evidencie en estructuras duras como las escamas, se recomienda un mayor tiempo entre liberación y recaptura y un esquema de identificación de los individuos liberados.

6 CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el marco de la investigación, es posible concluir lo siguiente:

- El 100% de los centros encuestados presentan un plan de contingencia, de acuerdo a lo indicado en el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA). Se evidenció la presencia de 5 aparejos y sistemas de recaptura implementados ante cualquier evento de escape de salmónidos.

- El 100% de los participantes concuerdan que la jaula móvil es el método que podría responder de mejor forma para la recaptura de salmónidos escapados.

- Los artes y aparejos de pesca empleados en la investigación no son eficientes para la recaptura de salmónidos escapados.

- Los principales recursos que componen la fauna acompañante son róbalo (*Eleginops maclovinus*), pejerrey (*Odontesthes regia*) y cormorán.

- Las redes de enmalle presentan un alto impacto sobre la fauna acompañante respecto a su eficiencia como método de captura.

- Los salmones liberados permanecen en las inmediaciones del centro por un período no superior a 3 días.

- La mayor presencia de ejemplares marcados en los centros de cultivo se registraron durante las primeras 24 horas desde su liberación.

- Se constató la presencia de ejemplares a una distancia de 1.800 km a las 4,6 horas de su liberación.

- Dado el horizonte de tiempo de la investigación y el tiempo entre la liberación y la recaptura de los salmones, el 98% de los ejemplares recapturados, presentaron un estómago vacío.

- Los grupos de peces de Caicaén y Yenecura presentaron distintas correlaciones entre la longitud anterior de sus escamas y las tallas de los respectivos salmones. Las regresiones lineales para Caicaén y Yenecura son:

Caicaen: $T(cm) = 7,11 * LE(mm) + 18,64$ con $R^2 = 0,98$

Yenecura : $T(cm) = 4,05 * LE(mm) + 50,5$ con $R^2 = 0,95$

donde

T = talla del salmón, en cm.

LE = longitud anterior de la escama, en mm.

- No se observaron anulus en ninguna de las escamas.

- En los eventos de liberaciones, los ejemplares de *Salmo* salar escapan con un grado de natación similar o menor a la de cautiverio.

- En el proceso de liberación los ejemplares de *Salmo salar* no responden al estímulo de la alimentación con pellets. Sólo lo hacen los individuos que se quedan o permanecen, posterior a la liberación.

- Al cabo de tres días desde la liberación, las filmaciones submarinas no evidenciaron presencia alguna de salmones marcados al interior del tren de las balsas jaulas.

- En el Taller de Difusión y Discusión se concluyó la necesidad de generar las medidas necesarias para un avance en la prevención del escape de salmónidos de cultivo.

- En el Taller se concluyó también la importancia de cuantificar la pesca artesanal informal de orilla con redes de enmalle, ya que se desconocen los volúmenes reales de captura, biomasa y su potencial impacto en el medio ambiente.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Araya, M. y Cubillos, L. 2002. El análisis retrospectivo del crecimiento en peces y sus problemas asociados. Gayana (Concepc.), vol. 66, no.2, p.161-179.

Bushmann, A. 2001. Impacto ambiental de la Acuicultura, el estado de la investigación en Chile y el mundo. Fundación Terram. Disponible en http://www.terram.cl

Carlander, K.D. 1982. Standard intercepts for calculating lengths from scale measurements for some centrarchid and percid fishes. Trans. Amer. Fish. Soc. 111:332-336.

Chugunova, N.I. 1963 Age and Growth Studies in Fish. National Science Foundation, Washington D.C., Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem. 132 pp.

Fernö, A., I. Huse, J. Juell & A. Bjordal. 1995. Vertical distribution of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in net pens: trade-off between surface light avoidance and food attraction. Aquaculture, 132: 285-296.

Fleming, I. 2001. Implications on Stocking: Ecological interactions between wild and released salmonids.

Fowler, G. & W. Stobo. 1999. Effects of release parameters on recovery rates of tagged groundfish species. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 56: 1732-1751.

Fraser, P. 1987. *Salmo salar*, feed in Scottish coastal waters. Aquaculture and Fisheries Management, 18: 243-247.

Francis, R.I.C.C. 1990. Back-calculation of fish length: a critical review. J. Fish Biol. 36:883-902.

Fundación Terram. 2000. La ineficiencia de la Salmonicultura en Chile. Aspectos sociales, económicos y ambientales. RPP Nº1. Disponible en http://www.terram.cl

Gausen, D. & V. Moen. 1991. Large-escale escapes of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) into Nowegian rivers threaten natural populations. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 48:945-957.

Hansen, L., J. Jacobsen & R. Lund. 1993. High number of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*), observed in oceanic waters north of the Faroe Islands, Aquaculture and Fisheries Management, 24: 777-781.

Hâstein, T. & T. Lindstad. 1991. Diseases in wild and cultured salmon: possible interaction. Aquaculture, 98: 277-288.

Hidalgo, G. 1998. Descripción de las actividades realizadas en el centro de engorda Compu – Empresas Salmones Quellón. Informe de Práctica Escuela de Ciencias del Mar PUCV.

Hislop, J. & J. Webb. 1987. Escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* feeding in Scottish coastal waters, Aquaculture and Fisheries Management, 23: 721-723.

Jensen, J. 1980a. Recaptures of salmon at west Greenland tagged as smolts outside Greenland waters. Rapports et Procès-Verbaux de Rèunions du Conseil International pour L'Exploration de la Mer, 176: 114-121.

Jensen, J. 1980b. Recaptures from international tagging experiments at West Greenland tagged as smolts outside Greenland waters. Rapports et Procès-Verbaux de Rèunions du Conseil International pour L'Exploration de la Mer, 176: 122-135.

Juell, J. & H. Westerberg. 1993. An ultrasonic telemetric system for automatic positioning of individual fish used to track Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a sea cage. Aquaculture and Fisheries Management, 25: 453-464.

Lund, R., F. Okland & L. Hansen. 1991. Farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in fisheries and rivers in Norway. Aquaculture, 98:143-150.

Mills, D. 1991. Ecology and management of Atlantic salmon. Chaopman and Hall, London. 351 p.

Morton, A., y J. Volpe. 2002. A description of escaped farmed Atlantic Salmon *salmo salar* captures and their characteristics in one pacific salmon fishery area in British Columbia, Canada, in 2000. Alaska Fishery Research Bulletin 9(2): 102-110.

Palhke, K. 1995. Coded wire taggin studies of Chinook Salmon of the Unuk and Chickamin rivers, Alaska, 1983-1993.

Pillay, R.T. 1992. Aquaculture and the Enviroment. Halsted Press, New York. 189 p.

Pinkas, L., M.S. Oliphant & I.L.K. Iverson. 1971. Foods habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California Waters. Calif. Fish. Game, 152: 1-105.

Shaul, L. 1994. A Summary of 1982-1991 Harvest, Escapements, Migratory Patterns And Survival Rates of Coho Salmon Stocks in Southeats Alaska.

Soto, D. & F. Jara. 1997. Evaluación de salmónidos de vida libre existentes en las aguas interiores de las regiones X y XI. Proyecto FIP IT/95-31. Universidad Austral de Chile.

Staniford, D. 2002. Aquaculture in the European Union: Present situation and future prospects. Paper presentado en el European Parliament's Committee on Fisheries. Disponible en www. watershed-watch.org.

Swain, A. 1980. Tagging of salmon smolts in Europena rivers with special reference to recaptures off West Greenland in 1972 and earlier years. Rapports et Procès-Verbaux de Rèunions du Conseil International pour L'Exploration de la Mer, 176: 93-113.

Thompson, S.K. 1992. Sampling. Wiley Press, New York. 343 pp.

Thomson, A. & S. McKinnell. 1997. Summary of reported Atlantic salmon (*Salmo salar*) catches and sightings in British Columbia and adjacent waters in 1996. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences: 2407. 37 p.

Willoughby, S. 1999. Manual of Salmonid Farming. Fishing New Books. Malden. 329 p.

Wing, B., C. Gutherie & A. Gharret. 1992. Atlantic salmon in marine waters of Southeastern Alaska. Transactions of the American Fisheries Society, 121: 814-818.

ANEXOS

CRONOGRAMA DE SOLICITUD PESCA DE INVESTIGACIÓN

- 11 de noviembre de 2004 ingresa la Solicitud de Pesca de Investigación para permitir realzar las liberaciones y plan de recaptura de salmónidos escapados en le centro Yenecura de la empresa Pacific Star S.A, en la localidad de Quellón, X región.

- 12 de diciembre de 2004 sale publicado la resolución Nº 3477 en el cual permite realizar las liberaciones y recaptura de salmónidos en el centro Yenecura perteneciente a la empresa Pacific Star S.A.

- 14 de diciembre de 2004 ingresa la Solicitud de Pesca de Investigación para permitir realzar las liberaciones y plan de recaptura de salmónidos escapados en le centro Caicaén de la empresa Trusal S.A, en la localidad de Calbuco, X región.

- 11 de Enero de 2005 fue aceptada la Solicitud de Pesca de Investigación para permitir realzar las liberaciones y plan de recaptura de salmónidos escapados en le centro Caicaen de la empresa Trusal S.A, en la localidad de Calbuco, X región.

ANEXO I: Encuesta realizada

ESCAPE DE SALMÓNIDOS Y PLANES DE CONTINGENCIA

Fecha : ___/___/___
Código : _____

Del encuestado

Nombre del encuestado : _____
Nombre de la empresa : _____
Cargo que desempeña : _____
Profesión : _____
Antiguedad en la empresa : _____ (años)

Del centro de cultivo

Nombre del centro : _____
Ubicación geográfica : _____ (latitud / longitud)
Especie(s) cultivada(s) : _____ (todas las especies)
Fase actual de cultivo : _____
Capacidad de producción informada a Sernapesca : _____ (en ton por especie)
Influencia del viento Protegido___ Expuesto___ (indique sólo una)
Influencia de corrientes Protegido___ Expuesto___ (indique sólo una)

De las unidades de cultivo

Tipo de unidad de cultivo Tren de balsas__ Balsas circulares__ (seleccione una o ambas)
Antigüedad de las unidades : _____ (años)
Número de módulos : _____ (n° por cada tipo de unidad)
Dimensión de las jaulas : _____ (largo/ancho o diámetro en m)
Profundidad de las jaulas : _____ (en m)
Número de jaulas por módulo : _____
Material de las jaulas : _____ (tipo de fibra, p.ej. nylon)
Tamaños de malla : _____ (en mm o pulgadas)
Construcción de los paños : _____ (con o sin nudo)

De los materiales utilizados

Líneas de fondeo de superficie : _____ (material, longitud, diámetro)
Líneas fondeo/anclaje : _____ (material, longitud, diámetro)
Recambio de materiales : _____ (meses/años)
Flotadores : _____ (tipo, volumen, material)
Sistema de anclaje : _____ (tipo, material, peso)

De la operación en el centro de cultivo

N° de operarios totales : _____ (engorda/cosecha/mantención)
Operarios para escapes : _____ (para posibles contingencias)
N° de embarcaciones totales : _____ (personal/peces/alimento/etc)
Embarcaciones para escapes : _____ (para posibles contingencias)
Tipo de embarcación : _____ (fibra/madera/otro)
Eslora y motor : _____ (m y HP)

Del entorno

Localidad más próxima : _____ (nombre y distancia)
Tipo de acceso al centro : _____ (tierra/mar/ambos)
Ha observado pesca de orilla en el entorno : _____ (si o no)
Cuántas redes a observado : _____ (cantidad)
Qué redes utilizan : _____ (enmalle/chinchorro/otro)
A qué distancia del centro : _____ (en metros)
Con qué frecuencia las usan : _____ (diario/semanal/mensual)
Qué recursos capturan : _____ (identificar)

De los planes de contingencia para recaptura

Posee un plan establecido : _____ (si o no)
Ha utilizado el plan establecido : _____ (si o no)
Posee redes especiales : _____ (si o no)
Ha debido emplearlas : _____ (si o no)

De los eventos de escape y su recaptura

Evento	Fecha aproximada del suceso	N° de peces escapados	Especie	Talla/peso medio	Causa del escape	Plan aplicado (red / n° lances / etc)	N° de peces recapturados	Tiempo entre el escape y la recaptura (hrs)	Duración de las faenas de recaptura (hrs)	Área involucrada
1										
2										
3										
4										
5										

Según su percepción y experiencia (describir brevemente):

Cuáles son los métodos de recaptura más utilizados :
1.- _____
2.- _____
3.- _____

Cuales son los métodos de recaptura más eficientes :
1.- _____
2.- _____
3.- _____

Cuál es el método de recaptura más práctico :
_____
_____

Descripción técnica del arte o aparejo de recaptura

Disposición geográfica del centro y dirección del escape

ANEXO II: Plan de contingencia (Escocia)

SCOTTISH EXECUTIVE

Environment and Rural Affairs Department
Freshwater Fisheries, Aquaculture and the Marine Environment

WHAT TO DO IN THE EVENT OF AN ESCAPE OF FISH FROM A FISH FARM

Guidance on The Registration of Fish Farming and Shellfish Farming Business (Amendment) (Scotland) Order 2002

By
The Scottish Executive Environment and Rural Affairs Department
May 2002

WHAT TO DO IN THE EVENT OF AN ESCAPE OF FISH FROM A FISH FARM

INTRODUCTION

The Registration of Fish Farming and Shellfish Farming Businesses Order 1985 has been amended to introduce a mandatory requirement to notify Scottish Ministers of escapes. The new legislation comes into effect on 10 May 2002.

The purpose of this guidance is to provide advice to fish farmers (and also wild fishery interests) about the new notification requirement and the action to be taken when an escape is either suspected or has clearly occurred, including how to apply to Scottish Ministers for authorisation of emergency use of nets to effect recapture, where this is deemed appropriate.

BACKGROUND

Over the last few years, there has been a rising interest and concern about the number of farmed fish escapes and their possible impact on wild stocks. These concerns largely focus on the fact that escaped fish may occupy valuable habitat to the exclusion of wild fish, interbreed with wild fish, threatening the genetic purity of local stocks, and represent a disease hazard.

In the light of these concerns and the commitments made to the North Atlantic Salmon Conservation Organisation (NASCO), the Executive established a working group (comprising farmed and wild fishery interests and chaired by SEERAD) to review the situation in Scotland. Its Report concluded that there would always be circumstances (extreme weather) which would result in escapes, that recapture efforts were likely to have a limited effect and that the main focus should always be on secure containment. Its main recommendations were:

- site-specific containment measures and contingency plans should be an integral requirement of the environmental assessment process;
- notification of escapes should be a statutory requirement;
- the Executive should put in place arrangements for the authorisation of emergency use of nets; and
- the industry should ensure that nets are provided on a local basis and that the costs for dealing with an escape should be borne by the farm.

Site-specific containment and contingency plans are now required in support of all fish farm applications. The other issues are dealt with by the legislation and this guidance.

SCOPE

The legislation and guidance apply to all finfish farms in Scottish waters, including freshwater sites. Intentional releases from wild fisheries restocking hatcheries are not included.

NOTIFICATION

The statutory instrument requires that Scottish Ministers be notified in writing immediately there is cause to suspect that an escape has occurred. However, in order to facilitate timeous recovery of escaped fish, where an escape is either suspected or discovered, and immediate phone call should be made to:

The Duty Officer,
Environmental Protection Unit,
FRS Aberdeen.

Telephone 07770 733423

This number is manned at all times.

The information supplied should be that requested on the Initial Notification form (see Annex 1).

It is also important to provide early notification to others with an interest, including for both marine and freshwater farms:

- the relevant District Salmon Fishery Board and Fishery Trust;
- the local police, if vandalism or other criminal activity is suspected; and
- the Scottish Environment Protection Agency (for freshwater farms only).

It is recognised that initial data supplied may not be entirely accurate, and that the full facts of an incident may only emerge subsequently. It is therefore necessary for the initial notification to be followed up by a second notification, which provides final figures and other information regarding the escape.

The two forms provided for notification can be found in the Annex to this guidance and are available on-line at: www.scotland.gov.uk/informedo.asp?topic=aqua .

The completed forms may be sent by e-mail or by facsimile, but in all cases should be confirmed in hard copy and sent by post, to the address below:

SEERAD
Room 409
Pentland House
47 Robb's Loan
EDINBURGH
EH14 1TY

The final notification must be returned within 28 DAYS of the initial notification.

At the present time, commercially sensitive information provided during the notification process will be treated as confidential, unless the express permission of the farmer is given to allow disclosure to third parties. This will be reviewed following introduction of the Freedom of Information legislation.

However, in view of the wider public and media interest in fish farm escapes, we would urge fish farmers to be as open and informative as possible about the facts of

any incident. It will be particularly important for local wild fishery interests to be aware of any escapes and, where appropriate, to assist with any recovery efforts.

Failure to notify Scottish Ministers of any suspected or confirmed escape of farmed fish may be an offence under the new legislation.

GUIDANCE ON COMPLETION OF FORMS

1. **Initial Notification form:**

Section 1: Please provide details of the organisation that operates the site. The contact name given should be that of the person who would liaise with SEERAD during any follow-up action.

Section 2: Please provide details of:
Species of fish: where more than one species is involved, please provide a separate form for each.
Health Status: please provide details of the recent (i.e. within the last 6 months) health history of the fish, in particular where they have a notifiable disease* or have been treated for sea lice infestation.

Section 3: Please provide the OS Grid reference of the exact location.

2. **Final Notification form:**

Subsequent to any recapture efforts and an assessment of the true scale of the losses, a Final Notification form must be submitted with 28 days of submission of the initial notification, and should contain the following information:

Section 1: Details as per those supplied in Initial Notification form.

Section2: The *total number of fish lost* should include numbers of fish subsequently recaptured. The information supplied on the recovery methods should include an assessment of the effectiveness of the methods used, or where it was deemed inappropriate to effect recapture, the reasons for not doing so.

Section 3: The health status of remaining fish should include details of any notifiable disease* and /or sea lice infestation.

** - A notifiable disease is a disease that requires to be reported to Scottish Ministers in terms of section 44 (6) of the Diseases of Fish Act 1937.*

Copies of both notification forms should be kept for inspection for 4 years from their dates of submission.

HOW TO OBTAIN AUTHORISATION FOR THE USE OF GILL NETS

Because of the potential impact of escapes on local wild fishery stocks, we urge fish farming companies to engage the District Salmon Fishery Board and Fishery Trust in discussions on recovery. It is recognised that in some areas (having regard to local conditions, age of fish, etc.) no immediate action may be required other than careful monitoring. If recapture is deemed appropriate, then the subsequent strategy should be agreed with SEERAD, the District Salmon Fishery Board and the Fishery Trust.

Methods used for recapture of escaped fish will necessarily vary, depending on the location of the farm site and the local topography, the size of the fish involved, and implications for other wildlife (such as wild salmon and other fish species, birds and marine mammals). In many instances the appropriate recapture method would involve rapid deployment of gill nets of appropriate mesh size.

It should be noted that a fish farmer or other person seeking to recapture or catch escaped fish might need temporary local exemption from conservation regulations. There are two provisions that allow for this: Section 28 of the Salmon Act 1986 and Section 9 of the Salmon and Freshwater Fisheries (Protection)(Scotland) Act 1951. Advice about this will be provided following notification of an escape. In almost all cases, continuing action will require permission from Scottish Ministers.

To seek authorisation, telephone: 07770 733423 (Environmental Protection Unit, FRS Aberdeen).

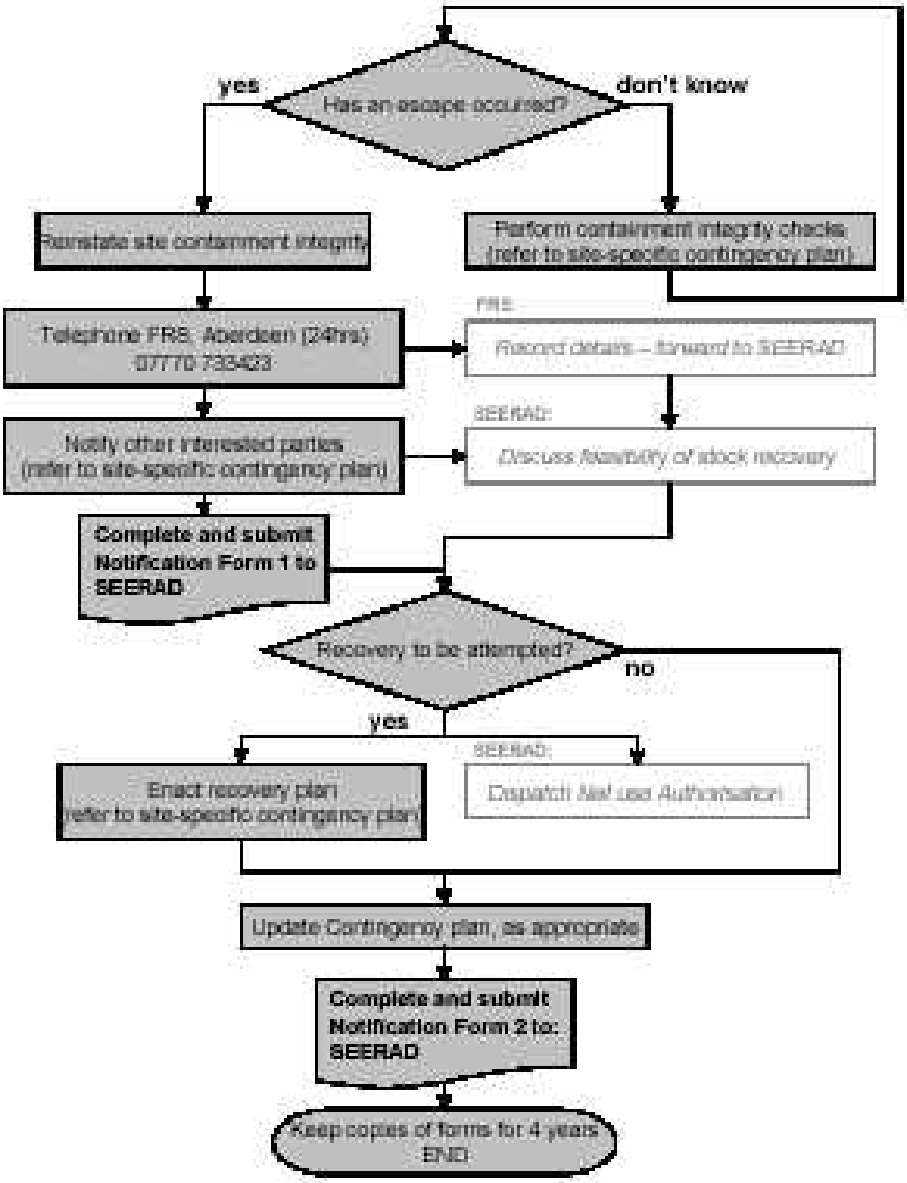
FURTHER INFORMATION

Further information can be obtained from:

Laura Cregan,
Aquaculture Branch,
Environment and Rural Affairs Department
401 Pentland House
47 Robb's Loan,
EDINBURGH
EH14 1TY

Tel: 0131 244 8249
Fax: 0131 244 6512
e-mail: laura.cregan@scotland.gov.uk

ACTION IN THE EVENT OF AN ESCAPE



ANNEX I

Initial Notification Form

FARMED FISH ESCAPES – INITIAL NOTIFICATION

This form is to be submitted following any circumstances which caused or might have caused an escape of fish from a fish farm.

Please refer to "WHAT TO DO IN THE EVENT OF AN ESCAPE OF FISH FROM A FISH FARM" for further guidance on how to complete this form.

1. Please supply details of the Company, Fish Farm or Hatchery submitting the initial notification

Site Name:		SEERAD Site No:	
Company Name:		Telephone No:	
Contact Name:		Fax:	

2. Where an escape of fish has occurred please supply the following details for the fish involved

Species:		Age in months:	
Average weight:		Estimated no. of fish lost:	
On a separate sheet please supply details of any treatments for notifiable diseases(1) or for sea lice infestation administered to fish on the fish farm in the last 6 months			

3. Please provide details of the circumstances surrounding the incident

Time:	
Date:	
Exact location:	
Weather and tidal conditions:	
Full details of circumstances referred to above (continue on a separate sheet if necessary):	

Completed by:		The form should be sent to:	**SEERAD, Room 409, Pentland House, 47 Robb's Loan, EDINBURGH, EH14 1TY**
Position in Organisation:			**Tel: 0131 244 6175**
Date:			**Fax: 0131 244 6512**

(1) A notifiable disease is a disease that requires to be reported to Scottish Ministers in terms of section 4A(1) of the Diseases of Fish Act 1937. Section 4A was substituted by the Diseases of Fish Act 1983 c.30, section 3.

ANNEX 2
Final Notification Form

FARMED FISH ESCAPES – FINAL NOTIFICATION

This form is to be submitted **not later than 28 days** following an initial notification of circumstances which caused or might have caused an escape of fish from a fish farm.

Please refer to "WHAT TO DO IN THE EVENT OF AN ESCAPE OF FISH FROM A FISH FARM" for further guidance on how to complete this form.

1. Please supply details of the Company, Fish Farm or Hatchery submitting the final notification

Site Name:		SEERAD Site No:	
Company Name:		Telephone No:	
Contact Name:		Fax:	

2. Details of fish received in escape

Date of initial notification:		Total number of fish lost:	
Date of final notification:		Number of fish recovered (if none please specify 'none'):	
Please detail the methods used to recover fish (continue on a separate sheet if necessary):			

On a separate sheet please supply details of any treatments for notifiable diseases or for sea lice infestation administered to the fish remaining on the fish farm.

Completed by:		The form should be sent to:	**SEERAD, Room 409, Pentland House, 47 Robb's Loan, EDINBURGH, EH14 1TY**
Position in Organisation:			**Tel: 0131 244 6175 Fax: 0131 244 6512**
Date:			

8

ANEXO III: Informe Técnico

(Estud. Doc. N° 17/2004)

INFORME TÉCNICO

Selección de artes de recaptura de salmónidos en Proyecto FIP N° 2004-24

Estudios y Documentos N° 17/2004

TITULO DEL PROYECTO	:	Evaluación de la posición trófica y la eficiencia de los métodos de recaptura en salmónidos escapados de centros de cultivo
REQUIRENTE	:	Consejo del Fondo de Investigación Pesquera Proyecto FIP Nº 2004-24
CONTRAPARTE	:	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
UNIDAD EJECUTORA	:	Escuela de Ciencias del Mar Facultad de Recursos Naturales Avda. Altamirano Nº 1480, Valparaíso, Chile
JEFE DE PROYECTO	:	Teófilo Melo Fuentes Escuela de Ciencias del Mar

Informe Técnico

El presente informe tiene como objetivo la selección de 2 artes o sistemas de pesca para ser utilizado en los planes de contingencia en lo que respecta al plan de recaptura de las especies salmonídeas escapadas de los centros de cultivo.

Con este fin el Consultor realizó previamente una exploración de distintos sistemas de pesca potenciales para la fase de recaptura de especies salmonídeas. De esa forma, considerando que esta recaptura persigue reducir el impacto ambiental sobre otras poblaciones de especies endémicas de la zona, se debe permitir la recuperación de los peces escapados sin provocar su muerte pudiéndose de este modo, si la condición lo amerita (ej especies medicadas), reincorporarse al sistema de cultivo nuevamente.

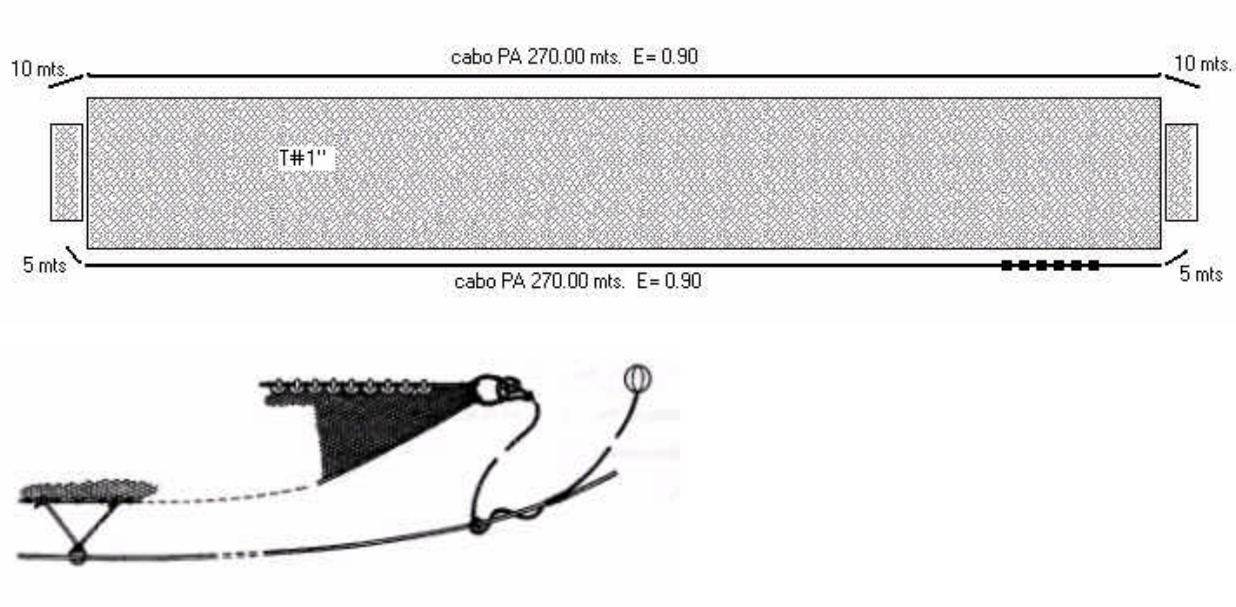
De este punto de vista, rápidamente quedan excluidos sistemas de pesca de que utilizan anzuelos en su diseño (ej. espineles), así como redes de pared (ej. enmalle, trasmallo y enredo), donde casi la mayoría de los ejemplares son recuperados sin vida. Además, se debe considerar que este tipo de sistemas estáticos, pueden ser poco eficientes pensando en grandes volúmenes de peces escapados, en términos de rendimientos de captura. Por este motivo, dentro de los potenciales sistemas restantes se destacan los que basan su principio de captura en un efecto dinámico, en el cual el arte o sistema de pesca va a la captura del recurso, por lo cual los sistemas pueden ser los provenientes del arrastre o cerco, donde los principios de pesca son distintos.

En el caso del arrastre el principio de captura es el arreo, mientras que para el caso del cerco, el objetivo final es causar el encierro, logrando así minimizar los posibles escapes de los ejemplares. Bajo este punto de vista, los sistemas con el principio de arrastre, producto de su funcionalidad y operación en las inmediaciones de los centros de cultivo, se hacen inoperativos y pocos viables, además que se requeriría de otro tipo de plataforma de trabajo (embarcación), que en el caso de los centros actualmente en funcionamiento no cumplirían con dicho objetivo.

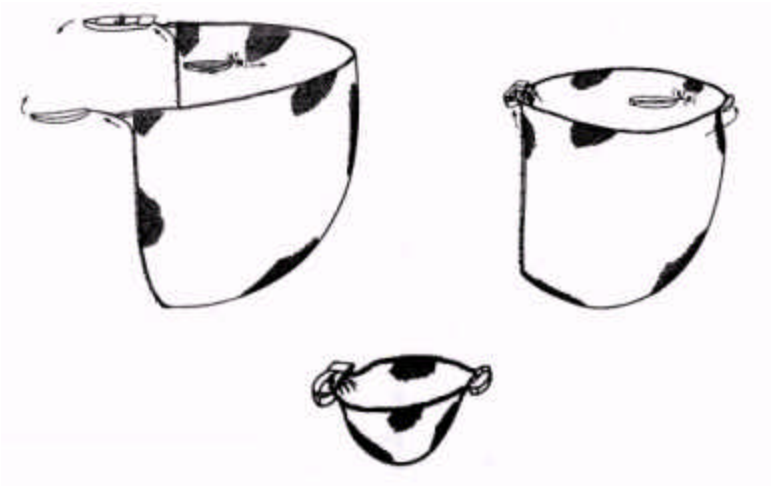
En conclusión, el Consultor producto de todos los antecedentes mencionados anteriormente, determinó que los sistemas de pesca que provocan un encierro a los ejemplares escapados, responden sustancialmente a un posible éxito en la recaptura.

Debido a esto, se define a priori tres diseños propuestos, todos factibles de ser utilizados con el equipamiento y las embarcaciones disponibles en la actualidad en los centros de cultivo, correspondiendo a:

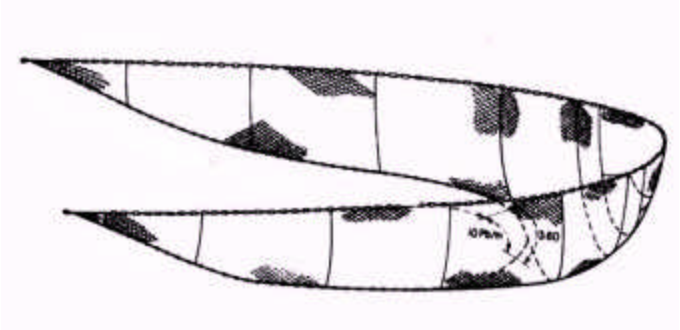
- Cerco con cierre inferior

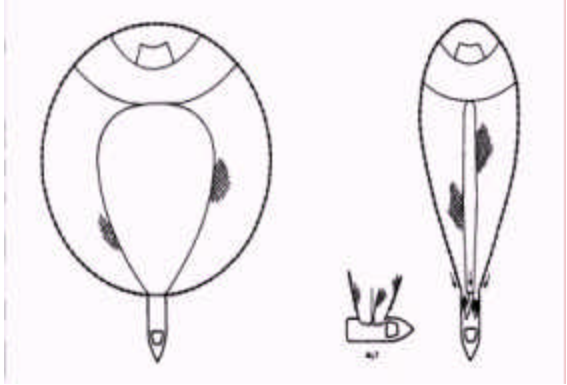


- Cerco con cierre vertical



- Cerco tipo lámpara





Para estos efectos, el consultor consideró los siguientes aspectos para la selección del tipo de diseño apropiado:

- Aspectos técnicos, funcionales y operacionales
- Aspectos del comportamiento propio de las especies escapadas

Par efectos de definir las ventajas y desventajas de cada arte propuesto, se generó una cuadro comparativo, tomando en cuenta los aspectos técnicos, funcionales y operativos de cada arte en particular:

Aspectos técnicos, funcionales y operacionales

Arte	Ventajas	Desventajas
Cerco cierre inferior	• Buena operatividad en distintas zona (áreas libres). • Mayor cobertura de área dado su diseño. • Efectivo sistema de cierre.	• Mayor número de personas en la operación (mín: 6). • Se requieren dos (2) embarcaciones. • Requiere mayor tiempo para cerrar
Cerco cierre vertical	• Buena maniobrabilidad en áreas cercanas a los trenes o módulos. • Fácil traspaso de los peces a las jaulas. • Rápido sistema de cierre inferior.	• Se requieren dos (2) embarcaciones. • Disminuye la probabilidad de éxito en el lance en zonas abiertas.
Cerco tipo lámpara	• Fácil operación: se requiere de una embarcación y menos de seis (6) operarios. • Buena operatividad en distintas zonas (áreas libres). • No requiere de cabo de encierre inferior.	• Tiene menor eficiencia en la retención de peces (áreas libres, > Z). • Para el cierre completo, se necesita un

Aspectos del comportamiento propio de las especies escapadas

En este aspecto en particular, si bien no fue posible encontrar información referente al comportamiento o conducta de especies en cautiverio una vez escapados de los centros de cultivo, se debió recurrir a la experiencia práctica recobrada por años por el sector salmonero, pudiendo observar conductas que sirven de guía para la selección del arte de pesca a utilizar. De esta forma las principales características que a juicio experto inciden en la selección de una arte son:

- *Nivel de agregación* de los peces escapados, factor que puede ser influenciado con el uso de alimento peletizado como cebo, y favorecer de este modo la capturabilidad con artes de cerco.

- La especie considerada como punto crítico en términos de la *posible conducta frente a un paño de red*, es el salmón del atlántico (*Salmo salar*) y es sobre la cual se realizarán las experiencias, que dado su comportamiento y estratificación en la columna de agua hace difícil su recaptura. Al respecto esta especie frente a la presencia de un paño, su reacción es a clavarse al fondo, por tal motivo el posible arte a utilizar debe tener una altura de trabajo no inferior a 15 m de profundidad de manera de que una vez realizado el calado con su respectivo cierre, este logre capturar la mayor fracción de ejemplares escapado. Además, es importante mencionar que producto a que corresponde a la principal especie cultivada por la industria salmonera referido a los volúmenes de producción que presenta, esta aumenta la probabilidad de escape de esta especie frente a especies como la Trucha o Salmón del Pacífico. De lo anterior es importante mencionar que producto que no se conoce la reacción frente a un cerco en particular, se desconoce básicamente si la reacción es mantener su estructura de cardumen o si bien esta se disgrega como agregación en más de un cardumen, por lo cual es importante tener como antecedente esta posible respuesta de dispersión en la selección de un arte.

Selección de los artes de recaptura de salmónidos escapados

Selección del arte principal

El diseño del arte seleccionado para ser construido y evaluado fue el cerco con cierre vertical, fundamentalmente debido a su forma de cierre y la rapidez de operación durante la maniobra de cierre total del cerco. Considerando que los peces son atraídos con alimento, no se requiere de gran cobertura espacial. Debido a su bajo tiempo de operación, es posible realizar un mayor número de experiencias de recaptura por día respecto al cerco tradicional con cierre inferior.

Definición de parámetros de construcción

Como características técnicas de construcción, se proponen las siguientes características:

Tamaño de malla:	Tamaño de malla de 1 ½, para facilitar el manejo y la operación, ya que es un tamaño que permite una mejor filtración del paño, en el calado de la red y a la vez permite la captura en todas la fases de cultivo.
Altura:	De una profundidad de trabajo no menor a 15 m.
Tipo de construcción (Tela):	Tela torcido sin nudo, producto a su menor volumen y al menor peso una vez realizado el lance, producto de la absorción de agua, producto de su construcción.

Selección del arte de recaptura alternativo

Como selección del arte de recaptura alternativo, se propone la evaluación de un sistema que ya posee el sector salmonero, de manera de generar una comparación in situ de las ventajas y desventajas de cada sistema, preferentemente en términos funcionales y operacionales.

A modo de antecedentes recobrados en durante el primer mes del proyecto, el que contempló la realización de encuestas, se determinó que los aparejos o sistemas utilizados en planes de recaptura son:

Arte o sistema utilizado	Resultado (%)
• Red de muestreo	50
• Jaula móvil	22
• Bolinche de muestreo	11
• Jaula vacía	6
• Red de enmalle	11

La mayor frecuencia se encuentra asociada a redes de muestreo, las cuales poseen dimensiones comparativamente bajas, ya que son utilizadas para seleccionar una muestra de peces al interior de la jaula. Por esta razón, se considera que no son apropiadas para ser empleadas en forma comparativa como método de recaptura, debido a que su funcionalidad está dirigida a extraer pequeñas cantidades de peces.

Por ello, se procedió a evaluar cualitativamente el segundo método más empleado, correspondiente a la jaula móvil. En este caso se logra obtener patrones de dimensión y funcionalidad que pueden ser comparables con la red de cerco de cierre vertical. Entre sus características se encuentra el desplazamiento, dándole un carácter semi-dinámico requerido para recapturar salmónidos escapados. Además, y como se mencionara anteriormente, sus dimensiones son superiores a una red de muestreo y similares a las de una red de cerco del tipo propuesto, principalmente en términos espaciales y volumétricos.

En términos generales, las razones de la elección de la jaula móvil son:

- ✓ Mayor experiencia en el uso de este sistema en planes de recaptura.
- ✓ Mayor disponibilidad por parte de la empresa.
- ✓ Gran capacidad de retención de peces, una vez realizado el proceso de recaptura. Es importante mencionar que estas experiencias siempre se realizan con el apoyo de cebo para fomentar la creación de cardúmenes de una mayor dimensión.
- ✓ En comparación con los artes existentes, operativamente la jaula móvil tiene una mayor probabilidad de recaptura de especies salmonídeas escapadas.

ANEXO IV: Fotografías de la principales actividades realizadas

Ejemplares de salmón del atlántico con marcas Floy Tag

Ejemplares de salmón del atlántico en proceso de liberación

Ejemplares de salmón del atlántico en proceso de alimentación

Red de cerco con cierre vertical estibada en la embarcación

Inicio calado red de cerco con cierre vertical

Fin calado red de cerco con cierre vertical

Inicio virado red de cerco con cierre vertical

Operación Jaula Móvil

ANEXO V : PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

Personal Participante por Actividad (horas)

		Horas Hombre								
Nombre	Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Total
Teófilo Melo	Puesta en Marcha	10								10
	Capacitación muestreadores	5								5
	Objetivo 4,1	5	5	5	5	5	5			30
	Objetivo 4,2				2	2	2			6
	Objetivo 4,3						5			5
	Objetivo 4,4									0
	Objetivo 4,5					5	5			10
	Objetivo 4,6									0
	Análisis Parcial de los Resultados									0
	Análisis Integral de los Resultados				5	5	5	5		20
	Reunión inicio Proyecto	5								5
	Informes mensuales de Gestión									0
	Creación del Informe de Avance					10				10
	Taller de difusión							10		10
	Creación del Pre Informe Final							10		10
	Creación del Informe Final									0
	Administración	5	5	5	5	5	5	5		35
										156
Patricio Pavez	Puesta en Marcha	10								10
	Capacitación muestreadores	5								5
	Objetivo 4,1	5	5	5	5	5				25
	Objetivo 4,2									0
	Objetivo 4,3						10			10
	Objetivo 4,4				5	5	5			15
	Objetivo 4,5									0
	Objetivo 4,6									0
	Análisis Parcial de los Resultados									0
	Análisis Integral de los Resultados			5	5		5	10		25
	Reunión inicio Proyecto	5								5
	Informes mensuales de Gestión				5	5	5			15
	Creación del Informe de Avance					20				20
	Taller de análisis y discusión de resultados									0
	Creación del Pre Informe Final							30		30
	Creación del Informe Final									0
	Administración									0
										160
Carlos Hurtado	Puesta en Marcha	10								10
	Capacitación muestreadores	5								5
	Objetivo 4,1	10	10	10	10	10	10			60
	Objetivo 4,2		2	2	2	2	2			10
	Objetivo 4,3						10			10
	Objetivo 4,4									0
	Objetivo 4,5			10	10	10	10			40
	Objetivo 4,6									0
	Análisis Parcial de los Resultados									0
	Análisis Integral de los Resultados			10	10		10	10		40
	Reunión inicio Proyecto	5								5
	Informes mensuales de Gestión		5	5	5	5	5			25
	Creación del Informe de Avance					20				20
	Taller de análisis y discusión de resultados							15		15
	Creación del Pre Informe Final							15		15
	Creación del Informe Final									0
	Administración									0
										255

		Horas Hombre								
Nombre	Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Total
Dante Queirolo	Puesta en Marcha	10								10
	Capacitación muestreadores	5								5
	Objetivo 4,1	10	10	10	10	10	10			60
	Objetivo 4,2		2	2	2	2	2			10
	Objetivo 4,3						10			10
	Objetivo 4,4									0
	Objetivo 4,5			2	2	5	10			19
	Objetivo 4,6									0
	Análisis Parcial de los Resultados			8	8	5				21
	Análisis Integral de los Resultados				10	10	10	10		40
	Reunión inicio Proyecto	5								5
	Informes mensuales de Gestión	5	5	5	5	5	5			30
	Creación del Informe de Avance				15					15
	Taller de análisis y discusión de resultados							15		15
	Creación del Pre Informe Final							15		15
	Creación del Informe Final									0
	Administración									0
										255
Erick Gaete	Puesta en Marcha	10								10
	Capacitación muestreadores	10								10
	Objetivo 4,1	20	20		20	20	20			100
	Objetivo 4,2	20	20		20	20	20			100
	Objetivo 4,3									0
	Objetivo 4,4									0
	Objetivo 4,5									0
	Objetivo 4,6									0
	Análisis Parcial de los Resultados									0
	Análisis Integral de los Resultados									0
	Reunión inicio Proyecto	5								5
	Informes mensuales de Gestión		5	5	5	5	5			25
	Creación del Informe de Avance									0
	Taller de análisis y discusión de resultados							10		10
	Creación del Pre Informe Final							20		20
	Creación del Informe Final									0
	Administración									0
										280
Ivonne Montenegro	Puesta en Marcha	10								10
	Capacitación muestreadores	5								5
	Objetivo 4,1									0
	Objetivo 4,2									0
	Objetivo 4,3						10			10
	Objetivo 4,4				10	10	10	10		40
	Objetivo 4,5									0
	Objetivo 4,6									0
	Análisis Parcial de los Resultados									0
	Análisis Integral de los Resultados			5	5		5	5		20
	Reunión inicio Proyecto									0
	Informes mensuales de Gestión				20					20
	Creación del Informe de Avance					20				20
	Taller de análisis y discusión de resultados							20		20
	Creación del Pre Informe Final							20		20
	Creación del Informe Final									0
	Administración									0
										165

		Horas Hombre								
Nombre	Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Total
Patricia Rojas	Puesta en Marcha	10								10
	Capacitación muestreadores	5								5
	Objetivo 4,1									0
	Objetivo 4,2									0
	Objetivo 4,3									0
	Objetivo 4,4									0
	Objetivo 4,5									0
	Objetivo 4,6				20	20	20			60
	Análisis Parcial de los Resultados									0
	Análisis Integral de los Resultados			5	5	5	5	5		25
	Reunión inicio Proyecto									0
	Informes mensuales de Gestión									0
	Creación del Informe de Avance					5				5
	Taller de análisis y discusión de resultados									0
	Creación del Pre Informe Final							5		5
	Creación del Informe Final									0
	Administración									0
										110
Alejandro Stack	Puesta en Marcha									0
	Capacitación muestreadores									0
	Objetivo 4,1	90	90		90	90	90			450
	Objetivo 4,2									0
	Objetivo 4,3									0
	Objetivo 4,4									0
	Objetivo 4,5									0
	Objetivo 4,6									0
	Análisis Parcial de los Resultados									0
	Análisis Integral de los Resultados									0
	Reunión inicio Proyecto									0
	Informes mensuales de Gestión									0
	Creación del Informe de Avance									0
	Taller de análisis y discusión de resultados									0
	Creación del Pre Informe Final									0
	Creación del Informe Final									0
	Administración									0
										450
Roberto Escobar	Puesta en Marcha									0
	Capacitación muestreadores									0
	Objetivo 4,1	90	90		90	90	90			450
	Objetivo 4,2									0
	Objetivo 4,3									0
	Objetivo 4,4									0
	Objetivo 4,5									0
	Objetivo 4,6									0
	Análisis Parcial de los Resultados									0
	Análisis Integral de los Resultados									0
	Reunión inicio Proyecto									0
	Informes mensuales de Gestión									0
	Creación del Informe de Avance									0
	Taller de análisis y discusión de resultados									0
	Creación del Pre Informe Final									0
	Creación del Informe Final									0
	Administración									0
										450
Alex Martínez	Puesta en Marcha									0
	Capacitación muestreadores									0
	Objetivo 4,1	90	90		90	90	90			450
	Objetivo 4,2									0
	Objetivo 4,3									0
	Objetivo 4,4									0
	Objetivo 4,5									0
	Objetivo 4,6									0
	Análisis Parcial de los Resultados									0
	Análisis Integral de los Resultados									0
	Reunión inicio Proyecto									0
	Informes mensuales de Gestión									0
	Creación del Informe de Avance									0
	Taller de análisis y discusión de resultados									0
	Creación del Pre Informe Final									0
	Creación del Informe Final									0
	Administración									0
										450