



INFORME TÉCNICO (D.Ac) N° 2960/2010

Propuesta de modificación del D.S. (MINECON) N° 320 de 2001

Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA)

1. ANTECEDENTES

El artículo 87° de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) establece considerar medidas de prevención ante escapes y desprendimiento de ejemplares exóticos en cultivo, referidos a la seguridad de las estructuras de cultivo de acuerdo a las características geográficas y oceanográficas del sector, obligación de reporte de estos eventos y acciones de mitigación, a costo del titular del centro de cultivo, y asimismo, a lo establecido en el artículo 4 e) del Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA), el cual establece que las condiciones de seguridad de los módulos de cultivo y del fondeo de los centros de cultivo intensivos de peces, deberán ser certificadas anualmente, por un profesional o entidad debidamente calificados.

Para tales efectos, la Subsecretaría de Pesca a través del Departamento de Acuicultura, coordinó reuniones de trabajo con empresas y organizaciones relacionadas con el tema para recabar información. Dichas reuniones de trabajo, y en algunos casos, entrega física de antecedentes fueron las siguientes:

- **AQUACARDS:** Empresa de origen canadiense cuyos principales productos y servicios son la construcción, reparación y mantención de redes de acuicultura; diseño, construcción e instalación de balsas jaulas; diseño y construcción de botes.
- **ATARED:** Asociación de Talleres de Redes. Envían a la Subsecretaría documento "Recomendaciones de seguridad para redes peceras usadas en el cultivo de peces".

- OXXEAN: Envían a la Subsecretaría antecedentes relacionados con los requisitos para la certificación de fondeos y revisión preliminar de centros de cultivo en operación. La empresa se dedica a la evaluación y desarrollo de proyectos, instalación y mantenimiento de centros de cultivo, remolques, reflotamientos y asistencia oportuna a emergencias.
- AKVAGROUP. Empresa dedicada a la construcción de balsas metálicas para acuicultura, entre otras actividades.
- ONG OCEANA: Envían a la Subsecretaría documento “Medidas propuestas por OCEANA para la prevención del escape de salmónidos”.
- Consultora BENTOS: Envían a Subsecretaría extracto con información de la norma noruega para fondeos de centros de cultivo y tesis de pregrado de carrera Ingeniería Civil Oceánica relacionado con fondeos de balsas jaulas.

De acuerdo a los antecedentes recopilados, se presenta una primera propuesta de modificación del RAMA, con el objeto de considerar en primera instancia algunos aspectos generales que deben ser considerados en la certificación de estructuras de cultivo.

Por otra parte cabe señalar que la Subsecretaría de Pesca licitó un proyecto con financiamiento propio denominado “*Diagnóstico y definición de estándares de calidad y seguridad para la certificación de estructuras de cultivo y sus fondeos*”. Dicho proyecto, fue adjudicado a la empresa NAVTEC División Acuícola Limitada, mediante Resolución Ex. (SUBPESCA) N° 3083 del 08 de octubre de 2010. Dicho proyecto, con una duración de 6 meses, servirá de base para realizar una segunda modificación al RAMA de mayor profundidad contemplando antecedentes y estándares que deben ser cumplidos al momento de la certificación. Entre otros aspectos, los objetivos del proyecto permitirán:

1. Establecer una clasificación de los tipos de fondeos y de las estructuras de cultivo, sobre la base de parámetros críticos, desde el punto de vista de ingeniería de diseño, estructura y construcción, para los sistemas de cultivo de peces y de recursos exóticos extensivos, utilizados en Chile.
2. Describir los escenarios ambientales (vientos, corrientes, olas, tipo de fondo, etc.), en los cuales es factible la instalación y operación segura bajo límites o niveles de riesgo razonables, de cada uno de los tipos de estructuras descritos. Caracterizar estos escenarios de acuerdo a límites precisos de las variables ambientales críticas.
3. Determinar los eventos que puedan constituir riesgo de producir daño a las estructuras y sistemas de anclaje con el consecuente daño ambiental, clasificando estos eventos por tipo de cultivo.

4. Estimar el tiempo de vida útil estándar para estructuras de cultivo de cada tipo identificado, bajo los diversos ambientes o escenarios de trabajo. Establecer medidas preventivas y ciclos de mantenimiento preventivo a fin de minimizar la ocurrencia de siniestros debidos a desgaste, fatiga de material, entre otros.
5. Proponer medidas de prevención que deben ser consideradas para cada tipo de evento descrito, por tipo de cultivo hidrobiológico.
6. Proponer los estándares a ser considerados en certificación anual y verificación semestral de módulos de cultivo y fondeos para centros de cultivo intensivos.
7. Proponer los estándares a ser considerados en verificación semestral de módulos de cultivo y sistemas de fondeos de centros de cultivo extensivos con recursos exóticos.

Por lo anterior, se está trabajando en una primera propuesta que considere la certificación de aspectos de nivel superficial, dejando para una segunda modificación aspectos submarinos y de estándares propiamente tal de los materiales utilizados.

Esta primera propuesta, será enviada para consulta a los interesados durante la primera quincena de noviembre, con el objeto de recoger observaciones. Por otra parte, de acuerdo a lo establecido en la normativa, cualquier modificación del RAMA debe ser enviada además a consulta de todos los Consejos Zonales de Pesca y del Consejo Nacional de Pesca, cuyo informe Técnico será despachado durante la segunda quincena de noviembre.

2. ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA CERTIFICACIÓN

2.1 Memoria o estudio de ingeniería de fondeo

Todo centro de cultivo debe contar con un estudio de ingeniería o memoria de cálculo previo con el objeto que la instalación de las estructuras de cultivo y fondeo se realice de acuerdo a las condiciones oceanográficas y de fondo en el lugar de emplazamiento de la concesión otorgada.

Dicha memoria corresponde a un documento que incorpora los criterios de diseño derivados de la aplicación de la estructura, solicitudes de resistencia y durabilidad derivadas de las condiciones ambientales (diseño y operación), sobre la base de los cuales se dimensiona la estructura a utilizar. La memoria de cálculo debe especificar claramente el rango de condiciones para las cuales se diseñó la

estructura, con el fin de informar al usuario de la efectividad y seguridad de las actividades que se desarrollan en base a dicha estructura.

Para tales efectos, se propone considerar en la certificación de los centros de cultivo la tenencia y fiel cumplimiento de la memoria de cálculo utilizada para la instalación de las estructuras en cada centro de cultivo.

Dicho documento debe contener al menos la siguiente información:

- **Altura y periodo de las olas:** Se utilizará como parámetros base la Altura Significativa H_{sig} y el periodo peak equivalente T_p . Esta información puede determinarse mediante mediciones locales de un mes de duración o mediante la utilización de modelos de generación de oleaje basados en el cálculo del fetch efectivo. Deberá incluirse la posible influencia de oleaje generado por el paso de embarcaciones en aquellas situaciones en que el centro se encuentre cerca de rutas de navegación de embarcaciones mayores. La información antes indicada da cuenta de la variabilidad esperada para aguas protegidas, debiendo tomarse las precauciones necesarias en casos en que las condiciones de oleaje incluyan la influencia de swell o mar de fondo característico de océano abierto. En base a los datos obtenidos por cualquiera de estos métodos, se deberá estimar el valor de viento de diseño para el periodo de vida útil de la estructura.
- **Viento predominante:** La información de viento puede ser obtenida de estaciones locales que sean representativas de las condiciones del punto de instalación del centro de cultivo. Si dichas estaciones no existen y no hay información para el sector de trabajo, se deberá llevar a cabo una medición local de viento. Estas mediciones deben ser llevadas a cabo mediante la instalación de anemómetros debidamente calibrados, ubicados a una altura de 10 m sobre el terreno. La medición debe tener un periodo de muestreo y almacenamiento de 10 minutos y debe durar a lo menos 1 mes. En base a los datos obtenidos por cualquiera de estos métodos, se deberá estimar el valor de viento de diseño para el periodo de vida útil de la estructura.
- **Corrientes locales:** La caracterización de las corrientes locales en el punto de interés debe comprender la información suficiente para determinar las corrientes máximas esperadas durante la vida útil de las estructuras a implementar en el sistema de cultivo. Debido a que en la zona de canales las corrientes son principalmente dominadas por la marea, será suficiente determinar las corrientes máximas esperadas durante periodos de sicigia con perigeo, debiendo estimarse sobre la base de dichas corrientes la velocidad de una corriente máxima para el sector. En el caso en el cual exista un efecto forzante del viento local relevante, se deberá sumar a los valores determinados de la corriente de marea el efecto de arrastre del viento, obteniendo un valor máximo a utilizar. Este valor deberá ser aplicado en la dirección de máxima

carga de las estructuras, con el fin de asegurar un dimensionamiento adecuado en las peores condiciones esperables.

- **Mareas:** Estas constituyen el principal factor determinante en los procesos costeros al interior de canales y fiordos. Sin embargo, desde el punto de vista de la ingeniería asociada a la construcción e implementación de centros de cultivos, es importante la determinación de los niveles máximos esperados para el sitio de instalación. Con el fin de caracterizar dichos valores, el estudio deberá incorporar la información de los niveles máximos y mínimos esperados de acuerdo a un datum local vertical (NRS). Debido a la variabilidad presente entre diversos puntos se deberá llevar a cabo mediciones en terreno para determinar los valores máximos y mínimos esperados, a los cuales se deberá sumar una estimación de las variaciones de nivel del mar generados por efectos meteorológicos, tales como paso de centros de baja presión.
- **Batimetría:** Se aplicaran las técnicas de batimetría comúnmente aceptadas para la determinación de las características del fondo marino en el sector de instalación. Debido a la aplicación para la cual se están obteniendo los datos batimétricos, se deberá realizar esta con las correcciones necesarias de marea obtenidas localmente en el caso de no existir mediciones de estaciones permanente simultaneas al desarrollo de la batimetría. Los niveles obtenidos deberán ser referidos a un sistema de referencia local establecido mediante cotas fijas monumentadas en terreno, las cuales deberán estar vinculadas al NRS local.
- **Descripción de tipo de fondo:** El tipo de fondo determina en alto grado la capacidad de anclaje de los sistemas de fondeo, tales como muertos o anclas. Los diversos tipos de fondo, tales como arenas, fangos limos o roca reaccionan en forma diferente frente a los elementos de fondeo. Con este fin, se deberá llevar a cabo en el estudio de sitio una caracterización del fondo mediante la inspección de fondo marino mediante sondajes (dragas o corer) y/o inspecciones directas por buceo o robot submarino. La descripción del tipo de fondo deberá también determinar el espesor del fondo marino en el caso de que se conforme de sedimentos no consolidados, con el fin de determinar la capacidad real de anclaje.
- **Condiciones de Navegación:** Descripción de condiciones de navegación en el sector de instalación. Paso de buques de gran calado, cercanía de áreas de maniobra, cercanía de caladeros de pesca artesanal o industrial que puedan generar desechos o elementos dañinos para el desempeño de las estructuras instaladas.
- **Dirección de corrientes, vientos y olas:** Deberá determinarse la dirección más desfavorable para el centro de cultivo. Se estima que las condiciones en orden de menos a más desfavorables son aquellas relacionadas con las corrientes, el oleaje local y viento (coincidentes) y finalmente el oleaje de fondo

o swell. Esto se debe a que la peor dirección corresponde a aquella desde la cual vienen las mayores cargas sobre el sistema.

- **Dimensionamiento de la unidad de cultivo en función de la memoria de cálculo.**

La unidad de cultivo corresponde a la estructura flotante anclada al fondo marino por múltiples puntos de acuerdo a su geometría. La estructura posee conjunto de paños de red que encierran volumen de agua destinado a la contención de peces en cultivo. Las redes peceras deben diseñarse en función de las condiciones de operación que enfrentarán en lago o en mar. Para la definición del tipo de red a construir es fundamental estudiar la localidad de emplazamiento del centro de cultivo en función de su comportamiento respecto de olas y corrientes. Por otra parte, la estructura o unidad base puede estar organizada en grupos asociados con el fin de facilitar la operación del centro de cultivo.

La construcción de las unidades descritas ésta basada en materiales plásticos y/o metálicos, lo cual determina diversos niveles de rigidez y por lo tanto un desgaste diferencial ante las condiciones del medio. En el caso de materiales plásticos se incrementa la resistencia a la corrosión y la flexibilidad frente a condiciones ambientales adversas. Esta flexibilidad tiene sin embargo la desventaja de requerir múltiples apoyos para mantener su geometría sin deformaciones excesivas.

En el caso de las estructuras metálicas, se observa un mayor desgaste por problemas de corrosión, siendo necesario implementar medidas tales como ánodos de sacrificio o la aplicación de pinturas o acabados especiales. La menor flexibilidad frente a condiciones ambientales se reduce mediante la instalación de rotulas y/o uniones flexibles entre las unidades de cultivo. La ventaja de este tipo de estructuras es su mayor rigidez y por lo tanto menor sensibilidad a deformaciones acumulativas derivadas de forzantes como las corrientes de marea o la tracción del viento. Una ventaja extra de estas características es la posibilidad de instalar estructuras de operación tales como pasarelas las cuales en el diseño basado en materiales plásticos es más restringido.

El diseño de la balsa jaula deberá estar ligado a las condiciones ambientales y al nivel de explotación asociado al centro de cultivo.

- **Condiciones Ambientales Extremas o de Diseño:** Se entiende como condiciones extremas o de diseño a aquellas que determinan el diseño de la estructura desde el punto de vista de su capacidad de “sobrevivir” en forma operativa a las condiciones extremas esperadas en el plazo de su vida útil. Estas condiciones se derivan de la información ambiental (oceanográfica, meteorológica y batimétrica) necesaria para el área, debiendo estimarse los valores extremos para la vida útil de la estructura. La memoria de cálculo presentada para el diseño de la estructura deberá estar basada en los datos finales de estas condiciones.

- **Condiciones Ambientales Operacionales:** Se entiende como condiciones operacionales aquellas que se presentan día a día en el sector de despliegue de la estructura o grupo de estructuras. Estas condiciones influyen en mayor grado en la realización de tareas diarias del centro de cultivo.

Considerando lo anterior y la memoria de cálculo realizada, se deberá certificar que las estructuras instaladas, en función del tipo de balsa utilizada (plástica, metálica), así como el número de ellas a utilizar o que ya se están utilizando dan cuenta de lo considerado en la memoria de cálculo, las cuales además deberán corresponder a lo declarado en el respectivo proyecto técnico entregado por el titular del centro de cultivo a la autoridad respectiva.

Por otra parte se considerará en la certificación la distribución de las estructuras de cultivo. Para tales efectos, cada centro deberá contar con un diagrama georreferenciado indicando además dirección de parámetros ambientales predominantes (corrientes, vientos, olas, entre otros).

2.2 Sistemas de boyas utilizadas

Se propone además incluir en la certificación la distribución, número y tipo de boyas utilizadas en cada centro de cultivo, ya que estas son utilizadas para descomponer las fuerzas de tensión que se generan en la línea de fondeo. Las boyas se clasifican por el material de construcción y su capacidad de boyantes (volumen). Por lo anterior, deberá certificarse la tenencia de un inventario de estos elementos indicando su vida útil, estado de mantención y tiempo de utilización.

Las boyas comúnmente utilizadas son las plásticas, fabricadas de polietileno rotomoldeado e inyectados con poliestireno (plumavit), con capacidades desde los 300 a los 2000 lt.

Por su parte las boyas metálicas son fabricadas de acero y galvanizadas en caliente, de mayor capacidad que las plásticas con volumen superiores a los 3000 lt.

2.3 Plan de mantención de las estructuras y de fondeos

La operación de las estructuras de cultivo y fondeos y sus respectivas líneas están expuestas a numerosos factores que directa o indirectamente reducen la resistencia estructural a deformaciones o roturas de la estructura. Algunas de estos factores actúan como cargas que superan el diseño de la unidad de cultivo mientras que otros factores operan en forma acumulativa durante la vida útil del centro de cultivo. Ambos tipos de factores deben ser analizados en profundidad, expresándose en el primer grupo como la realización de un diseño conservativo con factores de seguridad razonables para las condiciones de operación esperadas. En el segundo grupo de factores, se considera la elección correcta de

diseños y materiales, así como también la presencia de un plan de mantención preventivo que disminuya el desgaste de estos materiales utilizados.

Se propone establecer la exigencia de contar en cada centro de cultivo con un plan de mantención de las estructuras de cultivo y de los fondeos disponible para las autoridades fiscalizadoras y para la auditoría de certificación de conformidad con el artículo 4 e) del RAMA.

2.4 Inspección visual superficial de las estructuras de cultivo

Se propone considerar en la certificación de estructuras de cultivo la realización por parte del experto (certificador) de una inspección superficial de las estructuras de cultivo utilizadas, ya que permite constatar el estado de las instalaciones, evidenciando el estado de los componentes de las balsas-jaulas, la configuración de los componentes de las líneas que se encuentran en superficie y otros detalles o irregularidades, guardando evidencia de lo constatado mediante registros, fotografías y/o filmaciones.

Para tales efectos se deberá verificar al menos los siguientes temas:

a) Balsas metálicas:

- Verificar la existencia de grietas o daños en las uniones soldadas de las diferentes partes que conforman la estructura de las balsas.
- Verificar la correcta flotabilidad de los diferentes pasillos de la estructura comprobando que los flotadores se encuentren fijos en su posición.
- Revisar los cáncamos de unión de los fondeos con los pasillos se encuentren en buenas condiciones y no presenten un desgaste excesivo, es decir, no mayor al 11% de su diámetro nominal.
- Registro fotográfico o filmico de la inspección en superficie.

b) Balsas plásticas:

- Verificar la existencia de grietas o daños en las uniones soldadas de las diferentes partes que conforman la estructura de las balsas.
- Verificar la correcta flotabilidad de la balsa comprobando que esta no se encuentre hundida en algunos sectores.
- Revisar que los bracket se encuentren con sus respectivos topes laterales y a la distancia entre ellos indicada por el fabricante.
- Revisar el estado general de los bracket ya que ellos mantienen la forma de la balsa e impiden la deformación de las barandas.
- Verificar que las amarras del anillo cortacorriente se encuentren en cantidad y posiciones adecuadas para evitar el trabajo disparejo de la balsa.
- Registro fotográfico o filmico de la inspección en superficie.

2.5 Control y reparación de redes peceras

Se propone certificar que la reparación de redes peceras sólo sea realizada en talleres con competencia demostrada y que cuenten con instalaciones que cumplan con las normas de emisión vigentes y lo dispuesto en el decreto supremo a que se refiere el artículo 86 (RESA) de la ley general de pesca y acuicultura. Por otra parte, dichas instalaciones deberán disponer los residuos sólidos generados de acuerdo a la normativa pertinente.

La reparación consiste de una cuidadosa inspección visual, pruebas de resistencia y reposición de paños y cabos deteriorados de la red. Se entiende por reparación al conjunto de acciones que permiten restituir las propiedades que permiten cumplir su función y que producto de la operación se han perdido parcialmente.

Arreglos locales y provisorios, necesarios para prevenir pérdida de peces mientras la red está en uso, no se consideran reparaciones.

2.6 Otras medidas de certificación para evitar el escape de peces

- **Acta emitido por taller de redes:** Se propone incorporar transitoriamente en la certificación, (hasta que se definan los estándares en la próxima modificación), el que las redes utilizadas con fines de cultivo deberán contar con un Acta emitido por un taller con competencia acreditada, que de cuenta de las propiedades de la red para cumplir con su función.
- **Obligatoriedad de utilización de redes loberas:** Una de las causas de escapes reportadas por la industria salmonera tiene relación con “ataques” de lobos marinos al romper las redes peceras y el posterior escape de salmones “por goteo”. Para tales efectos, desde hace muchos años se utilizan redes loberas para impedir el acceso de lobos marinos a las redes peceras. Uno de los resultados del Acuerdo de Producción Limpia realizado por la industria salmonera fue la utilización de redes loberas de 10 pulgadas para evitar la muerte por asfixia de los lobos marinos protegidos por el D.Ex. N° 1892 de 2009.

Se propone que la utilización de las redes loberas sea obligatoria en los centros de cultivo de salmónidos, con el objeto de evitar escapes producto de la acción de estos mamíferos y que sean de 10 pulgadas para proteger a su vez la integridad de dichos ejemplares.

- **Establecimiento de un protocolo para el cambio de mallas peceras y loberas:** Con el objeto de garantizar que los cambios de redes peceras y loberas que se realizan de manera programada en un ciclo productivo, se propone certificar la existencia de un protocolo para tales efectos, que esté en

cada centro de cultivo y en conocimiento de todos los operarios, con el fin de evitar el escape de peces durante este procedimiento.

El contenido de dicho protocolo será establecido por el Servicio Nacional de Pesca.

2.7 Del momento de la certificación

Se propone la obligatoriedad de contar con la acreditación de las estructuras de cultivo y fondeos de manera previa al inicio de un ciclo productivo. En todo caso, la certificación se deberá realizar una vez que hayan sido dispuestas e instaladas las redes y estructuras que se utilizarán en el nuevo ciclo productivo. En ningún caso podrá iniciar el centro de cultivo un nuevo ciclo productivo si no cuenta con la acreditación, o si esta fue realizada antes del retiro de redes o partes de la estructura para su mantención o desinfección.

2.8 Requisitos de los certificadores

Si bien los requisitos de los certificadores de estructuras de cultivo y fondeos estarán establecidos en el *“Reglamento de registro de personas acreditadas para elaborar los instrumentos de evaluación ambiental y sanitaria y las certificaciones exigidas por la Ley General de Pesca y Acuicultura y sus reglamentos”* se propone incorporar al menos los siguientes requisitos:

- Persona natural o Jurídica con experiencia reconocida en el ámbito de instalaciones y cálculos de fondeo en acuicultura de a lo menos 5 años.
- Persona natural contar con título profesional de Ingeniero Naval, Ingeniero Marítimo ó Ingeniero Pesquero Acreditado por una Universidad o institución de estudios superiores. En el caso de persona jurídica contar con un profesional antes descrito.
- Certificado de experiencia mediante un listado de trabajos realizados y clientes a los que ha prestado servicio durante los últimos 5 años.
- Poseer la infraestructura y personal necesario para actividades en terreno durante el proceso de certificación (movilización terrestre y marítima).
- Disponer de los elementos para permitir los registros de las inspecciones realizadas (Robot submarino, cámara fotográfica y/o filmadora submarina y de superficie, pié de metro, etc.).

3. TEMAS PENDIENTES PARA LA SIGUIENTE MODIFICACIÓN

Tal como se mencionó en el punto 1., la Subsecretaría licitó un proyecto cuyos resultados estarán disponibles en el segundo trimestre del año 2011, que servirán de insumo para la segunda modificación programada para la certificación de estructuras y fondeos con el objeto de evitar escapes o desprendimientos de ejemplares exóticos en cultivo. Algunos temas que serán objeto de dicha modificación son entre otros los siguientes:

- Medidas de seguridad para evitar el desprendimiento de ejemplares exóticos en cultivo.
- Diseño de los paños de redes
- Resistencia de los paños de redes.
- Estudio de la localidad de instalación y su relación con la resistencia de la red.
- Clasificación de sitios sobre la base de la combinación de cargas del viento, olas y corrientes.
- Inspección de líneas de fondeos y reticulados.
- Inspección de sistemas de fondeos.
- Estándares de materiales utilizados para la construcción de estructuras de cultivo.



JOSE MIGUEL BURGOS G.
JEFE DEPARTAMENTO DE ACUICULTURA

PLS/JPB/pls
10/11/2010