

RESOLUCIÓN QUE ESTABLECE METODOLOGÍA PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN, PROCESAMIENTO Y CÁLCULOS DEL ESTUDIO DE INGENIERÍA, Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS ESTRUCTURAS DE CULTIVO, A LA QUE SE REFIERE EL ARTICULO 4º LETRA E) DEL D.S. Nº 320 DE 2001, DEL MINISTERIO DE ECONOMIA, FOMENTO Y TURISMO.

VALPARAISO, **18 AGO 2020**

R. EX. Nº **1821**

VISTO: El Informe Técnico (D.AC.) Nº 650 de fecha 22 de julio de 2020, contenido en el Memorándum (D.Ac.) Nº 657, de fecha 22 de julio de 2020, y los Oficios (D.Ac.) Nº 1824, Nº 1825, Nº 1826 y Nº 1827, de fecha 27 de diciembre de 2019, todos de la División de Acuicultura de esta Subsecretaría; el oficio D.G.T.M. Y M.M. ORD. Nº 12600/42 S.S.P. Y A., de fecha 28 de enero de 2020, de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante; lo dispuesto en el D.F.L. Nº 5, de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. Nº 430, de 1991, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; la ley Nº 19.880; el D.S. Nº 320 de 2001, y sus modificaciones, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

**CONSIDERANDO:**

Que el Reglamento Ambiental para la Acuicultura establecido por el D.S. Nº 320 de 2001, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, fue publicado en el Diario Oficial el 14 de diciembre de 2001, con el objetivo de dar cumplimiento a lo establecido en los artículos 74º y 87º de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

Que mediante D.S. Nº 168 de 2011, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, se modificó el artículo 4º letra e) del citado reglamento, en el sentido de establecer que la metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería, así como las especificaciones técnicas de las estructuras de cultivo, se establecerán por resolución de esta Subsecretaría, con consulta previa al Ministerio del Medio Ambiente.

Que mediante Informe Técnico (D.AC.) N° 650 de 2020, citado en Visto, la División de Acuicultura de esta Subsecretaría, elabora la propuesta de metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería ("memoria de cálculo"), así como las especificaciones técnicas que deban cumplir las estructuras que conformar los centros de cultivo intensivos de salmones.

Que mediante Oficio (D.Ac.) N° 1827 de 2019, citado en Visto, se consultó en forma previa al Ministerio del Medio Ambiente. En atención a que el informe solicitado a la fecha no ha sido evacuado y a lo previsto en los artículos 24 inc. 3° y 38, ambos de la Ley N° 19.880, se prescindirá del mismo.

#### RESUELVO:

1.- Establézcase la metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería ("memoria de cálculo"), así como las especificaciones técnicas de las estructuras que conformar los centros de cultivo intensivos de salmones, de conformidad con el artículo 4° letra e) del D.S. N° 320 de 2001, y sus modificaciones, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

2.- Para los efectos de la presente resolución se entenderá por:

- a) Acuicultura: actividad que tiene por objeto la producción de recursos hidrobiológicos organizada por el hombre.
- b) Artes de cultivo: elementos o sistemas utilizados para realización de acuicultura. Se comprenden dentro de estos las redes, linternas, cuelgas y demás elementos destinados a la contención de especies en cultivo, así como los elementos de fijación, flotación y protección de los mismos.
- c) Balsa: estructura semirrígida con boyantes y estabilidad, cuyo objetivo es dar soporte a los sistemas de confinamiento de especies en cultivo.
- d) Centro de cultivo o centro: lugar donde se realiza acuicultura.
- e) Certificación anual del centro de cultivo: inspección en terreno del centro de cultivo, realizada por un profesional o entidad debidamente calificados, inscritos en el registro al que hace referencia el artículo 122 letra k) de la Ley General de Pesca y Acuicultura, y distinto del titular, que tiene por finalidad comprobar las condiciones de seguridad de los módulos de cultivo y del fondeo de los centros de cultivo, así como de las demás disposiciones contenidas en esta normativa.

- f) Ciclo productivo: período de tiempo para que una especie hidrobiológica en cultivo alcance el grado de desarrollo necesario suficiente para continuar con la o las siguientes etapas productivas. En el caso de la engorda de peces, es el período que va entre el ingreso o siembra de una generación de ejemplares hasta su cosecha total o el despoblamiento total del centro de cultivo.
- g) Concesión de acuicultura: es el acto administrativo mediante el cual el Ministerio de Defensa Nacional otorga a una persona los derechos de uso y goce, por el plazo de 25 años renovables sobre determinados bienes nacionales, para que ésta realice en ellos actividades de acuicultura.
- h) Corrientes Euleriana: consiste en medir la intensidad y dirección de la corriente en un punto fijo.
- i) Corriente Lagrangiana: consiste en seguir el movimiento de una parcela de fluido en el espacio y el tiempo, permitiendo trazar la línea de corriente de la parcela. De esta forma, el método lagrangiano permite obtener la magnitud y dirección de la corriente promedio para cada instante de medición de la posición de la parcela de fluido.
- j) Titular: titular de una concesión de acuicultura o persona natural o jurídica que tenga un derecho sobre dicha concesión y que lo habilite al ejercicio de la actividad de acuicultura en ella, debidamente inscrito, de conformidad con el artículo 81 de la Ley General de Pesca y Acuicultura.
- k) Verificación semestral del centro de cultivo: inspección en terreno del centro de cultivo, efectuada por el titular, que tiene por finalidad comprobar que se mantienen las condiciones de seguridad de los módulos de cultivo y del fondeo de los centros de cultivo, con fines de mantención en caso necesario, para el restablecimiento de las condiciones de seguridad, debiendo registrarse.

**TITULO I**  
**DEL LEVANTAMIENTO, MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES PARA EL**  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE CULTIVO.**

3.- Para los efectos previstos en esta resolución, serán considerados parámetros ambientales para el diseño del sistema de cultivo las siguientes variables, cuyas mediciones se deben hacer de forma simultánea: corrientes, viento, olas, calidad de fondo y batimetría.

La validez de las mediciones de corrientes, viento y olas será de 6 años. La validez de las mediciones de calidad de fondo y batimetría será de 10 años, a menos que ocurra un fenómeno natural o antropogénico que altere o modifique el área del fondo marino, en cuyo caso, se deberá realizar un nuevo levantamiento de la información de dichas variables en el área de emplazamiento del o los módulos de cultivo.<sup>1</sup>

**Párrafo I**  
**Medición de corrientes.**

4.- Las observaciones de las corrientes Euleriana se prolongarán por un período mínimo de 30 días, con un intervalo de muestreo que no podrá exceder los 10 minutos.

El monitoreo se realizará una vez al año, durante las estaciones que en cada caso se indican, según la ACS que corresponda, en las regiones de los Lagos y de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo:

ACS región Los Lagos	Estación del año
1	Invierno
2	Invierno
3a	Verano
3b	Primavera
4a	Invierno
4b	Invierno
6	Verano
7	Verano
8	Verano
9a	Verano
9b	Verano
9c	Primavera
10a	Verano
10b	Invierno
11	Primavera
12a	Primavera
12b	Primavera
12c	Primavera
13	Invierno
14	Invierno
15	Primavera
16	Verano
17a	Invierno
17b	Invierno

<sup>1</sup> Resolución Exente N° 3362-2021, reemplaza expresión.

<b>ACS región Aysén del General Carlos Ibañez del Campo</b>	<b>Estación del año</b>
18a	Verano
18b	Verano
18c	Verano
18d	Verano
18e	Verano
19a	Verano
19b	Verano
19c	Verano
20	Verano
21a	Verano
21b	Verano
21c	Verano
22a	Verano
22b	Verano
22c	Verano
22d	Verano
23a	Verano
23b	Verano
23c	Verano
24	Verano
25a	Verano
25b	Verano
26a	Verano
26b	Verano
27	Otoño
28a	Invierno
28b	Invierno
28c	Invierno
29	Primavera
30a	Invierno
30b	Invierno
31a	Invierno
31b	Invierno
32	Otoño
33	Invierno
34	Invierno
35	Invierno

Asimismo, el monitoreo se realizará una vez al año, durante las estaciones de primavera o verano, en las ACS que se encuentren ubicadas en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena.<sup>2</sup>

5.- Las mediciones de corrientes Euleriana deberán realizarse con un perfilador(es) de corrientes tipo ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), el cual debe ser programado de tal manera que se establezcan capas con un espesor máximo no mayor a 2 metros. Las mediciones de corrientes deberán ser realizadas en la capa de la columna de agua en la que se incluya todo el arte de cultivo, incluyendo la red pecera y lobera, más un 10% de esta profundidad.

Cuando el centro esté en operación, se podrán realizar las mediciones alejados del centro de cultivo, a una distancia tal que las mediciones no sean perturbadas por las instalaciones y que sea lo más representativa del lugar de instalación del centro.<sup>3</sup>

6.- Eliminado.<sup>4</sup>

7.- Eliminado.<sup>5</sup>

8.- Tanto la cantidad del instrumental como su distribución espacial, deberán planificarse para obtener resultados que sean representativos del área de interés.

Si el/los perfilador(es) de corrientes poseen sensor de presión integrado, se podrán utilizar dichas mediciones con el único propósito de determinar la relación existente entre el nivel del mar y las componentes ortogonales de la corriente.

9.- El posicionamiento del instrumental de correntometría Euleriana y Lagrangiana, deberá ser realizado con equipo GPS Diferencial, quedando las diferencias de posiciones en coordenadas vinculadas a la Red Geodésica Nacional, o en su defecto con GPS Navegador, lo cual dependerá de la precisión del instrumental empleado.

10.- Simultáneamente a la correntometría Euleriana fija y en la búsqueda de agentes forzantes de las corrientes, se efectuarán mediciones horarias del nivel del mar y de viento.

11.- El procesamiento de control de calidad de datos escapados de corrientes, se deberá realizar según las sugerencias indicadas por el fabricante.

---

<sup>2</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza inciso segundo.

<sup>3</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza numeral 5.-

<sup>4</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, elimina numeral 6.-

<sup>5</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, elimina numeral 7.-

De no existir metodología propuesta por el fabricante, los datos escapados deberán ser extraídos utilizando la media + 3 desviaciones estándares (Emery y Thomson, 1997).

Para la eliminación de datos puntuales “máximos y/o extremos”, se deberá realizar un análisis estadístico de percentil 95. Este análisis se deberá realizar sobre los datos brutos, luego de extraer los datos escapados, donde se obtendrá una submuestra de valores máximos.

Usando la submuestra obtenida del percentil 95, se calculan los estadísticos media y desviación estándar. Con estos estadísticos se seleccionará el límite de los valores máximos a ser extraídos, utilizando la media + 1 desviación estándar.

Se deberá estimar la velocidad de corriente con períodos de retorno de 10 y 50 años, utilizando los siguientes factores:

$V_{cb} * 1,65 = \text{período de retorno 10 años}$

$V_{cb} * 1,85 = \text{período de retorno 50 años}^6$

12.- El análisis del estudio de corrientes debe contener, a lo menos, los siguientes aspectos:

- a) Control de calidad de la información, incluyendo las metodologías empleadas.
- b) Valor de corrección magnética utilizada y fuente de la cual fue extraída.
- c) Posición en coordenadas geográficas y/o UTM de los puntos monitoreados, indicando el datum geodésico utilizado e incluyendo un plano georreferenciado de la ubicación de la concesión y del instrumental.
- d) En el caso de las mediciones Eulerianas realizadas con perfiladores de corrientes ADCP programados para medir en múltiples capas, se deberán entregar esquemas o tablas resumen, donde se indiquen las profundidades de los lugares de fondeo y del instrumental, distancia de blanqueo y profundidades límites, máximas y medias, de cada capa registrada.
- e) Una tabla, con al menos 8 columnas de direcciones y 6 filas de bandas de intensidad (como mínimo), que contenga la frecuencia de ocurrencia en cada combinación, para el resumen de todo el largo de la base de datos, indicando, además, el número de datos utilizados en la elaboración de ésta. Estos resultados deberán ser complementados con histogramas y/o rosas direccionales.
- f) Magnitud máxima y media de la velocidad de la corriente registrada para cada dirección.
- g) Valores máximos, medios y mínimos de cada componente ortogonal.
- h) Diagrama de trazos para cada campaña de muestreo, especificando el eje de referencia y el valor de la escala de magnitud utilizada.
- i) Análisis de vector progresivo, indicando datos estadísticos descriptivos tales como: valores medios de la dirección, distancia recorrida y velocidad media, entre otros.

---

<sup>6</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza numeral 11.-.

- j) Análisis espectral de las componentes ortogonales, indicando los grados de libertad e intervalo de confianza utilizados.
- k) Análisis de correlación cruzada entre componentes ortogonales de la corriente, viento y nivel del mar. Los resultados deberán ser complementados con una tabla y/o figura que contenga desfases (rezago) y los coeficientes de correlación para un mínimo de +/-24 horas, indicando la significancia estadística.
- l) Eliminada.<sup>7</sup>
- m) Análisis de la corriente en la columna de agua integrada, las cuales pueden ser representadas como perfiles de velocidad promedio.
- n) Informe técnico.

13.- El informe técnico de medición de corrientes deberá contener, a lo menos, lo siguiente:

- a) Descripción y características del área de estudio, considerando el área del emplazamiento de la concesión.
- b) Descripción, características técnicas y posicionamiento del instrumental utilizado.
- c) Certificados de mantención y/o verificación de los instrumentos utilizados, de acuerdo a instrucciones del fabricante.<sup>8</sup>
- d) Huso horario empleado en todas las mediciones efectuadas.
- e) Metodología de los controles de calidad de los datos registrados.
- f) Metodología de procesamiento y análisis efectuados.
- g) Resultados y conclusiones para cada campaña.
- h) Comparación de resultados entre ambas campañas de mediciones, determinando la variación estacional de las corrientes en el lugar de interés.

Este informe deberá ser complementado con el respaldo digital, además de disponer de los datos crudos y procesados de los análisis que correspondan, con su respectiva metadata.

## **Párrafo II Estudio de los vientos.**

14.- El estudio de vientos tendrá como objetivo determinar el clima de viento operacional y/o el viento extremo en el sitio de la concesión, suficientes para establecer los valores de diseño de ingeniería.

Se deberán realizar las estimaciones del viento con períodos de retorno de 10 y 50 años.<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, elimina letra l).

<sup>8</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza letra c).

<sup>9</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza inciso segundo.

15.- La realización de mediciones y registros de vientos en el lugar requerirá de la instalación de una estación meteorológica en el punto más representativo al sitio de la concesión.

Para asegurar la representatividad, el titular de la concesión deberá justificar con antecedentes técnicos la ubicación de la estación meteorológica.<sup>10</sup>

Esta estación meteorológica deberá ser capaz de registrar y almacenar en memoria interna, la dirección y velocidad del viento, tanto de los valores instantáneos, medios y máximos (ráfagas).

Se deberán realizar mediciones de viento *in situ* por el período de 1 año.

En caso de no poder obtener registros *in situ* de vientos, debidamente justificado, se deberá utilizar un viento constante y conservador asociado a la escala de Beafort 12 (64 nudos).<sup>11</sup>

16.- El instrumental utilizado deberá ser instalado de tal forma, que las mediciones no sean afectadas por características topográficas u obstáculos cercanos, tales como árboles, construcciones u otros, que puedan interferir en la obtención de datos representativos del sitio de la concesión.

Asimismo, se deberá contar con la documentación completa referente a las características y capacidades del instrumental utilizado, con determinación exacta de los umbrales de funcionamiento de los equipos, con el fin de verificar que posean la capacidad de caracterizar tanto los valores mínimos (calmas), como los máximos (ráfagas) del viento local.

El equipo deberá contar con los implementos necesarios para poder verificar su funcionamiento en terreno.

La estación meteorológica deberá ser instalada a una altura de 10 metros si es instalada en tierra, y si esta es instalada en alguna plataforma marítima (boya, pontón, etc) deberá ser instalada a 3 metros de altura. Lo anterior se establece según lo recomendado por la OMM.<sup>12</sup>

17.- Se deberán utilizar mediciones a intervalos de muestreo máximos de un minuto, con el fin de permitir el análisis posterior de los eventos máximos. Sin perjuicio de lo anterior, no se aceptará un intervalo de muestreo superior a 10 minutos.

---

<sup>10</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza inciso 1°, por los siguientes incisos 1° y 2°, pasando el actual inciso 2° a ser 3°.

<sup>11</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, incorpora incisos 4° y 5°.

<sup>12</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, incorpora inciso final.

18.- Eliminado.<sup>13</sup>

19.- El informe del estudio de vientos deberá contener, al menos, la siguiente información, procesamiento y análisis:

- a) Control de calidad de la información de viento, incluyendo las metodologías empleadas.
- b) Valor de la corrección magnética utilizada y fuente de la cual fue extraída.
- c) Posición en coordenadas geográficas y/o UTM de las estaciones meteorológicas, indicando el datum geodésico utilizado e incluyendo un plano georreferenciado de la ubicación del sitio de la concesión y del instrumental.
- d) Una tabla con al menos 8 columnas de direcciones y 6 filas de bandas de intensidad de viento (como mínimo), conteniendo la frecuencia de ocurrencia en cada combinación, para el resumen de todo el largo de la base de datos, indicando, además, el número de datos utilizados en la elaboración de ésta, cuyos resultados deberán ser complementados con histogramas y/o rosas direccionales.
- e) Una tabla con al menos 8 columnas de direcciones y 6 filas de bandas de intensidad de viento (como mínimo), conteniendo la frecuencia de ocurrencia en cada combinación, para el promedio de cada uno de los meses del año de la base de datos, indicando, además, el número de datos utilizados en la elaboración de ésta, cuyos resultados deberán ser complementados con histogramas y/o rosas direccionales y gráfico de ciclo anual.
- f) Una tabla con al menos 8 columnas de direcciones y 6 filas de bandas de intensidad de viento, para 6 horas discretas del día, separadas cada 4 horas, conteniendo la frecuencia de ocurrencia de cada combinación en cada una de estas horas, para el resumen de todo el largo de la base de datos, indicando además el número de datos utilizados en la elaboración de ésta, cuyos resultados deberán ser complementados con histogramas, rosas direccionales y gráfico del ciclo diario.
- g) Identificación de la magnitud máxima y media de la velocidad del viento registrada para cada dirección, en cada una de las tablas indicadas entre d) y f).
- h) Identificación de los valores máximos, medios y mínimos de cada componente ortogonal, incluyendo el porcentaje de participación de éstas.
- i) Análisis espectral de las componentes ortogonales, indicando los grados de libertad e intervalo de confianza utilizados.
- j) Análisis estadístico de los valores extremos que resulte en una estimación de las máximas velocidades del viento por dirección, con una extrapolación mayor o igual a 5 períodos de retorno y hasta tres veces el largo del registro de la serie de datos histórica, incluyendo el error asociado al cálculo.

20.- Eliminado.<sup>14</sup>

21.- Eliminado.<sup>15</sup>

---

<sup>13</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, elimina numeral 18.-.

<sup>14</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, elimina numeral 20.-.

<sup>15</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, elimina numeral 21.-.

22.- El informe técnico de vientos deberá contener, a lo menos, la siguiente información:

- a) Descripción y características del sitio de la concesión.
- b) Descripción, características técnicas y posicionamiento del instrumental utilizado.
- c) Certificados de mantención y/o verificación de los instrumentos utilizados, de acuerdo con instrucciones del fabricante.<sup>16</sup>
- d) Huso horario empleado en todas las mediciones efectuadas.
- e) Metodologías de los controles de calidad de los datos registrados.
- f) Metodologías de procesamiento y análisis efectuados.
- g) Valores de viento extremo.
- h) Resultados y conclusiones.

Este informe deberá ser complementado con el respaldo digital, además de disponer de los datos crudos, históricos y procesados de los análisis que correspondan.

### **Párrafo III Estudio de olas.**

23.- El estudio de olas tendrá como objetivo determinar el clima de oleaje, de carácter extremo, en el sitio de la concesión, para definir un parámetro de diseño utilizado en la memoria de cálculo de fondeo y en el diseño de las estructuras de balsa jaula.

24.- Para el estudio de olas se deberá evaluar la ubicación de la concesión, para determinar si es una zona expuesta a ondas oceánicas (Swell) o es una zona de oleaje de generación local (Sea).

En caso de ser una zona expuesta a ondas oceánicas (Swell), se deberá determinar el clima de oleaje utilizando un modelo de propagación de oleaje desde aguas profundas hasta el sitio de interés, donde se consideren fenómenos de transformación de oleaje (tales como refracción, difracción y asomeramiento).

En caso de ser una zona de oleaje de generación local (Sea), se deberá realizar un estudio de oleaje local, a partir de un Hindcasting validado por mediciones in situ.

---

<sup>16</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza letra c).

25.- Para determinar el oleaje de diseño se debe realizar un estudio teórico de oleaje extremo (largo plazo) para periodos de retorno de 10 y 50 años, por medio de un hindcast utilizando metodología GEV (Generalized Extreme Value) o POT (Peaks Over Threshold), y este debe ser validado por medio de mediciones in situ de 30 días.

26.- Con el fin de definir el parámetro de diseño del oleaje, el estudio de oleaje del tipo hindcast se podrá realizar por medio de alguna de las siguientes alternativas metodológicas:

a) Por medio de un set de datos históricos de vientos de alguna estación meteorológica representativa a la zona de estudio (con correlación a la medición in situ sobre un 95% de significancia), con al menos 10 años de información (sin brechas de información);

b) Por medio de un set de datos históricos de vientos modelado (e.g Modelo WRF) y que sea capaz de resolver la resolución del área de interés, de al menos 10 años;

c) Por medio de un set de datos de 1 año de viento in situ. Cabe destacar que, este set de datos, al someterlo a un análisis de eventos extremos, tendrá una incertidumbre asociada al cálculo de periodos de retorno sobre los 3 años. Esta incertidumbre deberá ser mostrada por medio de las respectivas bandas de confianza; y

d) Con un viento constante y conservador asociado a la escala de Beafort 12 (64 nudos) actuando por todos los fetch efectivos sobre el punto central de la concesión, extrayendo al menos 8 parámetros de oleaje asociados a direcciones principales de los puntos cardinales (N, NE, E, SE, S, SW, W y NW). Esta metodología permitirá entregar un parámetro de oleaje conservador y referencial para el diseño de los fondeos.

27.- Para los estudios de clima de oleaje en aguas someras y clima de oleaje en aguas interiores, deberán realizarse mediciones de olas *in situ*, con una duración mínima de 30 días (simultaneo a las mediciones de corriente y viento), para caracterizar el oleaje en el rango de períodos de olas de 3 a 30 segundos. Esto tendrá como finalidad la validación del clima de oleaje en el sitio de la concesión, obtenido por el hindcast de oleaje local (clima de oleaje en aguas interiores).

El instrumento de medición deberá ser instalado en el sitio de la concesión (lejos de la zona rompiente), registrar olas cada 3 horas como máximo, por un período de muestreo de a lo menos 18 minutos y con una frecuencia de muestreo del equipo que deberá permitir obtener períodos de olas entre 3 y 30 segundos.

Se deberá indicar el huso horario empleado en las mediciones y las coordenadas geográficas y UTM de la posición de fondeo del instrumento en datum WGS 84.

El instrumental a utilizar deberá ser capaz de registrar al menos período, altura y dirección de olas. El registro puede ser efectuado en memoria interna o en tiempo real.

Las mediciones deberán ser efectuadas preferentemente en el medio de la concesión o en algún lugar representativo de esta.

28.- Para todos los casos anteriores, la validación se realizará mediante una comparación representativa entre las mediciones de olas de corto plazo (*in situ*) y la climatología de olas de largo plazo (hindcast), cuyo período de comparación corresponde a 1 mes.

Se podrá realizar mediante alguna de las siguientes opciones:

a) Comparación estadística utilizando todos los años del hindcast de oleaje sobre el referido sitio. En este caso, se extraerán para cada año los parámetros de olas correspondientes al período de medición de los datos de oleaje *in situ*.

b) Comparación estadística en el período exacto de medición de los parámetros de olas del hindcast sobre el referido sitio. En este caso, se extraerán los datos del hindcast cuyas fechas correspondan exactamente al período de medición de oleaje *in situ*.

En ambos casos, se deberá realizar un análisis estadístico entre los datos del hindcast de olas transferidas y las mediciones de corto plazo (datos *in situ*), de manera de poder validar ambas bases de datos.

29.- Se deberá presentar una comparación estadística detallada de los principales parámetros de olas (como por ejemplo: la determinación del error cuadrático medio, la varianza y la covarianza), entre las mediciones *in situ* y aquellas obtenidas desde el hindcast para la altura significativa de olas, período de máxima energía del espectro y la dirección promedio del oleaje, presentando además, una serie de tiempo para cada uno de los parámetros mencionados, en el cual se comparen los datos medidos *in situ* con los resultados del hindcast.

30.- Eliminado.

31.- Eliminado.

32.- Eliminado.

33.- Eliminado.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza numerales 23.- al 29.-, y elimina numerales 30.- al 33.-.

34.- El informe deberá contener, a lo menos, la siguiente información:

- a) Descripción y características del sitio de la concesión.
- b) Certificados de calibración de los instrumentos utilizados.
- c) Parámetros de extracción de los datos registrados por el equipo (raw).
- d) Metodología del control de calidad de los datos registrados.
- e) Descripción, características técnicas y posicionamiento del instrumental.
- f) Intervalo y períodos de muestreo empleado en la observación.
- g) Corrección magnética utilizada y fuente de la cual fue extraída.
- h) Fuentes de datos e información, y cualquier otro antecedente que permita establecer el marco conceptual en el cual se desarrolló el trabajo.
- i) Metodología de los procesamientos y análisis realizados.
- j) Descripción del o los modelos numéricos utilizados.
- k) Análisis espectral: niveles de confianza y grados de libertad.
- l) Copia de datos registrados (crudos y procesados) y de los postprocesos en formato digital (datos espectrales 2D en aguas profundas y someras, batimetrías utilizadas para el o los modelos de transferencia de oleaje, datos de vientos medidos *in situ*, datos de oleaje generado por el hindcast local, y todos los datos utilizados en el estudio, según corresponda.<sup>18</sup>
- m) Resultados deberán ser presentados en forma clara y de fácil revisión.
- n) Representación en figuras y gráficos de los resultados.
- o) Resultados de clima de oleaje operacional y extremo.

Este informe deberá ser complementado con el respaldo digital, además de disponer de los datos crudos y procesados de los análisis que correspondan, con su respectiva metadata.

#### **Párrafo IV** **Estudio de la calidad del fondo.**

35.- El estudio de la calidad del fondo tendrá como objetivo la caracterización de sedimentos, para determinar la composición de la capa sedimentaria del sitio de la concesión, para lo cual se deberá realizar un análisis de retrodispersión de sonda multihaz para la clasificación de fondos marinos (backscatter), donde se deberá caracterizar el sedimento describiendo las capas y composición de éstas (tales como fango, arena, arcilla, conchuela, piedra). En caso de que el titular disponga de datos de granulometría *in situ*, deberán incluirse con el fin de complementar el estudio.<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, elimina frase.

<sup>19</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza numeral.

36.- El informe del análisis de retrodispersión de sonda multihaz deberá contener, a lo menos, la siguiente información:

- a) Descripción y características de la futura área donde se pretenden instalar los fondeos.
- b) Descripción del levantamiento en general, por ejemplo: propósito, fecha, área, equipo usado, etc.
- c) El sistema geodésico de referencia usado, es decir dátum horizontal y vertical, incluyendo la vinculación a un marco de referencia geodésico basado en ITRF (por ejemplo WGS-84) si se utiliza un dátum local.
- d) Procedimientos de calibración del equipo y resultados.
- e) Método de corrección de la velocidad del sonido.
- f) Incertidumbres alcanzadas y los respectivos niveles de confianza.
- g) Retrodispersión del fondo marino obtenido a partir de los datos de ecosonda, debidamente corregidos y filtrados.
- h) Características de textura derivadas de matrices de ocurrencia y co-ocurrencias de niveles de gris de la retrodispersión del fondo marino, en conjunto con los sombreados y la batimetría, para identificar límites entre diferentes clases de sedimentos y su clasificación.
- i) La información final debe entregarse en archivos XYZ (longitud, latitud, profundidad corregida) en formato ASCII, además de planos ACAD, mapa o perfil de distribución de los sedimentos, superficial y subsuperficial, según corresponda.
- j) Análisis de carácter descriptivo y estadístico de los resultados y su respectiva discusión, incluyendo la revisión bibliográfica de tipos de sedimentos del área de estudio.

37.- En el caso de no utilizar un análisis de retrodispersión, se deberá realizar una toma de muestras de sedimentos del fondo marino, para lo cual deberá aplicarse la siguiente metodología:

- a) Se deberán tomar las muestras dentro de la futura área donde se pretenden instalar los fondeos, considerándose a lo menos 10 puntos de muestreo, con espaciamiento adecuado que cubra toda la referida área.
- b) Se deberán analizar en laboratorios especializados que deberán contar con acreditación conforme a la norma técnica Nch 17.025:2005 o su equivalente, ante el Sistema Nacional de Acreditación administrado por el Instituto Nacional de Normalización.
- c) Los certificados granulométricos correspondientes a cada muestra deberán formar parte del informe. Dichos documentos deberán indicar los valores representativos de cada apertura de malla o tamaño de grano. En ningún caso se podrá presentar un certificado de carácter acumulativo.
- d) La escala a utilizar para el análisis granulométrico será la de Udden-Wentworth (1922) o la escala logarítmica de Krumbein (1963).
- e) Los métodos instrumentales que se deberán utilizar para la toma de muestra, podrán ser draga, buzo autónomo o corer manual.
- f) Todos los puntos de muestreo deberán ser georreferenciados.

38.- En el caso de optar por toma de muestras de conformidad con el numeral anterior, el informe deberá contener, a lo menos, la siguiente información:

- a) Descripción y características de la futura área donde se pretenden instalar los fondeos.
- b) Descripción, características técnicas y posicionamiento del instrumental.
- c) Metodología de análisis, mencionando referencias bibliográficas y/o programas utilizados.
- d) Certificado del análisis de muestras de sedimentos emitidos por un laboratorio, tanto en papel como en formato digital.
- e) Tablas y gráficos de los resultados granulométricos obtenidos para cada muestra, según sea el caso.
- f) Mapa o perfil de distribución de los sedimentos, superficial y subsuperficial, según corresponda.
- g) Coordenadas UTM y geográficas de las estaciones de muestreo, indicando el dátum geodésico utilizado.
- h) Análisis estadístico que valide la comparación entre muestras, en donde se presentará a lo menos desviación estándar, asimetría y curtosis.
- i) Análisis de carácter descriptivo y estadístico de los resultados y su respectiva discusión.
- j) Resultados y conclusiones.
- k) Lo anterior deberá ser complementado con el respaldo digital en donde se presenten, además, los datos del tamizado y los procesados, en el marco del análisis granulométrico.

39.- Cualquiera sea la metodología aplicada para analizar la caracterización de la calidad de fondo, se deberán realizar las pruebas de tracción correspondientes, con el fin de determinar el poder de agarre del ancla o elemento de anclaje, tal como se indica en los numerales 84.- y 85.-

#### **Párrafo V** **Estudio de batimetría.**

40.- El estudio de batimetría deberá ser del tipo "Batimetría Exploratoria", según lo indicado en las Instrucciones Hidrográficas N°5 del SHOA.

Asimismo, el control geodésico, posicionamiento del GPS, medición de profundidades, comprobación de ecosonda y todo lo que conlleve a una determinación batimétrica, debe seguir las especificaciones de las Instrucciones Hidrográficas N°5 del SHOA.

Este estudio deberá cubrir el 100% de la futura área donde se pretenden instalar los fondeos, con un cubrimiento de corridas cada 20 metros, paralelas al eje mayor del sector solicitado, prolongándose a lo menos 200 metros en todas las direcciones, y corridas transversales cada 50 metros.

La escala de los levantamientos, será 1:1.000 o 1:500, de modo que permita determinar el relieve batimétrico en la forma más clara y precisa posible

41.- Los procedimientos de análisis de los datos obtenidos, deberán estar dirigidos a cumplir los siguientes objetivos:

- a) El levantamiento en general, como por ejemplo propósito, fecha, área, equipo usado, etc.
- b) El sistema geodésico de referencia usado, es decir dátum horizontal y vertical, incluyendo la vinculación a un marco de referencia geodésico basado en ITRF (por ejemplo WGS-84) si se utiliza un dátum local.
- c) Procedimientos de calibración y resultados.
- d) Método de corrección de la velocidad del sonido.
- e) Dátum y reducción de marea.
- f) Incertidumbres alcanzadas y los respectivos niveles de confianza.
- g) La información final debe entregarse en archivos XYZ (longitud, latitud, profundidad corregida) en formato ASCII, además de planos ACAD.

## **TITULO II DEL MODULO DE CULTIVO.**

42.- Para los efectos previstos en esta resolución, los elementos que conforman el Módulo de Cultivo son el sistema de flotación de las balsas jaulas y el sistema de contención de especies en cultivo la red pecera, además se considerará la red lobera.<sup>20</sup>

43.- Los principales componentes que conforman el sistema de flotación del módulo de cultivo, son los indicados en la Tabla 1.

El diseño y construcción de la balsa jaula deberá ser elaborada con los datos ambientales (corrientes, olas y viento) del lugar de emplazamiento de la concesión otorgada, según las especificaciones técnicas establecidas en esta resolución.

Además, se deberá entregar un análisis de fatiga de los elementos críticos que conforman la estructura de balsa jaula.

---

<sup>20</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza numeral 42.-

El fabricante o el proveedor de la balsa jaula, deberá entregar una ficha técnica con las especificaciones de viento, ola y corrientes para las cuales fue diseñada la balsa jaula, y el peso que esta puede soportar, junto con un manual de operación de la misma.<sup>21</sup>

La vida útil de los componentes es un elemento esencial para garantizar la integridad estructural de los mismos.

La vida útil de los materiales nuevos será la indicada por el fabricante, en documento que lo acredite y que permita su trazabilidad. Con todo, se podrá extender la vida útil de los diferentes componentes del módulo de cultivo en la medida que se acredite, a través de un documento, que aún están en condiciones de ser utilizados para los fines que fueron concebidos, debiendo dejarse registro de ello conforme lo señala la siguiente Tabla 1:

<b>Materiales</b>	<b>Vida útil Fabricante</b>	<b>Pruebas de vida útil (ej. pruebas de herrumbre, corrosión, prueba de corte y fatiga, etc.)</b>
Jaulas metálicas (pasillos)		
Pasadores pasillos metálicos		
Baranda metálica		
Boyas plásticas		
Boyas metálicas		
Flotadores		
Grilletes		
Guardacabos		
Brackets		
Cabos		
Cadena		
Cables		

Tabla 1. Vida útil de los principales elementos del módulo de cultivo.

44.- Se considerará como el sistema de contención de especies en cultivo a la red pecera.<sup>22</sup>

<sup>21</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, incorpora incisos 2°, 3° y 4°, pasando los actuales incisos 2° y 3° a ser 5° y 6°, respectivamente.

<sup>22</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza numeral 44.-

45.- Para determinar la resistencia a la ruptura mínima y el tiempo de vida útil de una red pecera, previamente se deberá determinar el grado de dimensión de la misma, considerando los siguientes parámetros: alturas de olas, velocidad de corrientes, profundidad de la red y perímetro de la red, conforme lo señala la siguiente Tabla 2:

Profundidad de la Jaula (m)	Perímetro de la Jaula (m)							
	<49	50-69	70-89	90-109	110-129	130-149	150-169	>170
0-15	I	II	III	IV	V	V	VI	0
15,1-30	II	II	III	IV	V	VI	VII	0
30,1-40	III	III	IV	V	V	VI	VII	0
>40	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 2. Grado de dimensión de las redes.

Para sitios con olas de alturas inferiores a 2,5 m y velocidades de corrientes menores a 0,75 m/s, la dimensión va a depender del perímetro de la red y la profundidad total de la misma, la cual será determinada de conformidad con la Tabla 2.

Para sitios con olas y corrientes superiores a 2,5 m o 0,75 m/s respectivamente, el grado de dimensión será automáticamente de "0".

46.- Para determinar la resistencia a la ruptura mínima de una red nueva, se debe considerar tanto el tamaño de malla de la red como el grado de dimensión obtenido de conformidad con la Tabla 2. del numeral anterior, conforme a los valores indicados en la siguiente Tabla 3:

Media malla (mm) *	Grado de dimensión							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	0
	Resistencia a la ruptura mínima en la jaula (kgf)							
≤ 6,0	21	21	25	25	25	25	25	25
6,0-8,0	25	31	31	39	39	39	39	39
8,1-12,0	31	39	47	55	55	55	55	55
12,1-16,5	39	47	55	63	71	71	79	79
16,6-22,0	47	63	79	79	79	95	95	95
22,1-29,0	63	71	95	95	117	136	136	136
29,1-35,0	95	95	117	117	136	136	151	151

Tabla 3. Valores de resistencia a la ruptura mínima de una red nueva.

46 bis.- Las pruebas de resistencia deberán ser realizados, de acuerdo con lo descrito en la norma ISO 1806 o DIN 53844, o en la norma JIS L1043-1992, y después de realizar los tratamientos de impregnación, especificando los químicos utilizados.

Se realizarán un mínimo de 9 test de resistencia en la red, las cuales deben estar distribuidas de la siguiente manera:

- a) 3 muestras bajo el cabo de media agua,
- b) 3 muestras entre media agua y fondo, y
- c) 3 muestras distribuidas en el fondo de la red.

Para el caso de redes metálicas o de aleaciones, deberán presentar las pruebas y valores equivalentes.<sup>23</sup>

47.- El fabricante de la red deberá emitir un documento que permita su trazabilidad y que contendrá las especificaciones técnicas de la red, entre las cuales se deberán incluir al menos, que cumple con la resistencia mínima exigida, indicar la fecha de fabricación y la vida útil de la red.

48.- Con todo, solo se podrá extender la vida útil de la red en la medida que se acredite, a través de un testeo cuyo resultado deberá contar en un documento, que aún están en condiciones de ser utilizada para los fines que fue concebida. Este deberá ser realizado en talleres u otros prestadores de servicio que cuenten con el equipamiento de laboratorio necesario para estos efectos. Este equipo de laboratorio deberá contar con calibraciones vigentes y estar certificado por organismos acreditados.

En redes que serán utilizadas para centros de dimensión de grado "0", los números de testeos deberán ser el doble.

Una vez testeada la red, se deberá contrastar el resultado obtenido con la resistencia requerida en la Tabla 3. Para poder validar y aprobar la red para su nuevo uso, se exigirá que esta tenga a lo menos un 65% de la resistencia inicial indicada en la Tabla 3. Si esto se cumple, el taller u otro prestador de servicio deberá emitir un certificado que acredite que la red puede ser utilizada por los 12 meses siguientes.

Este proceso se puede repetir cuantas veces sea necesario hasta que la red ya no cumpla con el mínimo requerido (65% de la resistencia indicada en Tabla 3), en cuyo caso no podrá ser utilizada, y deberá realizarse su disposición final cumpliendo con la normativa vigente.<sup>24</sup>

48 bis. - Los requisitos con respecto a los cabos de la red, deberán estar de acuerdo con el grado de dimensión, conforme a los valores indicados en la siguiente Tabla 3 bis:

---

<sup>23</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, incorpora numeral 46 bis. -

<sup>24</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza numeral 48.-

		Grado de dimensión						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Resistencia máxima de ruptura de los cabos		1900 kg	1900 kg	2800 kg	3400 kg	4100 kg	4100 kg	5000 kg
Cabo superior	Min. no	1	1	1	1	1	1	1
Cabo principal	Min. no	1	1	1	1	1	1	1
Cabo inferior	Min. no	1	1	1	1	1	1	1
Cabo vertical/punto de unión	Máxima distancia	7,5 m	7,5 m	6,5 m	6,5 m	5,0 m	5,0 m	5,0 m
Cabo de elevación	Máxima distancia	15,0 m	15,0 m	19,5 m	13,0 m	15,0 m	15,0 m	10,0 m
Cabo de fondo cruzada	Requerimientos	Todos los cabos de elevación continuarán como cabos cruzados en la parte inferior.						

**Tabla 3 bis. Requisitos de grado de dimensión con respecto a los cabos.**

Durante toda la vida útil prevista, los cabos deberán poseer una elasticidad menor que la red que se utiliza en el collar de la red.<sup>25</sup>

49.- Para el uso de la red pecera se deberá considerar lo siguiente:

- a) El plazo de utilización de la red comenzará desde que ésta es ingresada al agua en el centro de cultivo correspondiente.
- b) Tendrá un plazo máximo de 12 meses, contados desde la fecha de emisión del documento extendido por el fabricante.
- c) Si transcurrido el plazo de 12 meses la red no ha sido ingresada al agua, deberá ser enviada a un taller, según corresponda, para que la resistencia a la ruptura mínima sea nuevamente testeada y certificada conforme a los procedimientos descritos en el numeral 48. Este certificado tendrá una validez de 3 meses contados desde la fecha de su emisión. Si transcurrido este tiempo la red no ha sido ingresada al agua, deberá repetirse este procedimiento de certificación.<sup>26</sup>
- d) Para ser instalada en un centro de cultivo, deberá contar con el documento emitido por el fabricante o el certificado emitido por el taller u otro prestador de servicio que cuenten con el equipamiento y certificaciones necesarias, según corresponda.<sup>27</sup>
- e) El titular del centro de cultivo deberá llevar un registro del uso efectivo de la red, la que deberá contar con un sistema que permita su trazabilidad, con el fin de asegurar que se da cumplimiento a la vida útil de la misma.

<sup>25</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, incorpora numeral 48 bis. -

<sup>26</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza letra c).

<sup>27</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza letra d).

50.- La resistencia mínima y vida útil de la red lobera será la indicada por el fabricante, de lo cual deberá existir algún documento que lo acredite y permita su trazabilidad.

Con todo, solo se podrá extender la vida útil de la red en la medida que se acredite que aún está en condiciones de ser utilizada para los fines que fue concebida.<sup>28</sup>

### **TITULO III DEL SISTEMA DE FONDEO.**

51.- Para los efectos previstos en esta resolución, el Sistema de Fondeo se definirá a través de la memoria de cálculo de fondeo, en adelante "memoria de cálculo", la cual contendrá fundamentos técnicos que permitan soportar las estructuras de cultivo a instalar, considerando las fuerzas ambientales ejercidas sobre dichas estructuras.

#### **Párrafo I Consideraciones generales para la confección de la memoria de cálculo.**

52.- Todo centro de cultivo deberá contar con una memoria de cálculo previa, con el objeto de que la instalación de las estructuras de cultivo y fondeo se realice de acuerdo con las condiciones batimétricas, geográficas, meteorológicas y oceanográficas del lugar de emplazamiento de la concesión otorgada.

53.- La memoria de cálculo deberá especificar claramente el rango de condiciones para las cuales se diseñó la estructura, con el fin de informar de la efectividad y seguridad de las actividades que se desarrollan en base a dicha estructura.

54.- La confección de la memoria de cálculo implicará determinar las fuerzas ambientales que actuarán sobre el sistema (módulo de cultivo y fondeo), para lo cual se deberá considerar el escenario más desfavorable, es decir, aquellas condiciones ambientales extremas que afectarán al módulo de cultivo y sus fondeos.

Una vez definidas estas fuerzas, se definirán los materiales que serán utilizados.

Se deberán realizar al menos 8 combinaciones de corrientes y oleaje (N\_NE\_E\_SE\_S\_SW\_W\_NW) utilizando los valores máximos de corrientes y la altura significativa de la ola.<sup>29</sup>

---

<sup>28</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza inciso 2°.

<sup>29</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, incorpora inciso 3°.

55.- La metodología a emplear para la elaboración de la memoria de cálculo de fondeo, según el tipo de análisis que se realice, podrá ser estática o dinámica.

56.- Para la elaboración de una memoria de cálculo de fondeo, será necesario presentar el proyecto del centro de cultivo, entregando la siguiente información básica:

1. Titular de la concesión.
2. Mapa de ubicación de la concesión.
3. Ubicación geográfica (en coordenadas UTM) y
4. Objetivos del estudio (cantidad de módulos).<sup>30</sup>

57.- Para la descripción del módulo de cultivo, en relación a la confección de la memoria de cálculo, se deberá presentar como mínimo la siguiente información:

1. Tipo de balsa(s) jaula(s).
2. Dimensiones de la(s) balsa(s) y número de balsas por tren o módulo, según corresponda el tipo de balsa.
3. Tipos de pasillos utilizados en cada módulo, dimensiones de cada pasillo, peso de cada pasillo, tipo, dimensiones y cantidad de flotadores por pasillo.
4. Tamaño de la red de confinamiento, presentando planos.
5. Tamaño de malla de la red de confinamiento, material(es) y diámetro de hilo, cuando corresponda.
6. Tamaño de la red pajarera (presentar planos), identificando su configuración funcional (tensores, reticulado etc.), cuando corresponda.
7. Tamaño de malla de la red pajarera, material(es) y diámetro de hilo, cuando corresponda.
8. Tamaño de la red lobera, presentando planos, identificando su configuración funcional (tensores, reticulado etc.), cuando corresponda.
9. Tamaño de malla de la red lobera, material (es) y diámetro de hilo, cuando corresponda.

Los elementos que conforman el módulo de cultivo, se presentaran de acuerdo con la siguiente Tabla 4:

<b>Módulo de Cultivo</b>	<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Documentación del proveedor (especificaciones técnicas)</b>
Pasillos			
Barandas			
Pasadores			
Flotadores			
Redes pajareras			

<sup>30</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, elimina frase.

Redes peceras			
Redes loberas			
Brackets			
Cuerdas			
Cáncamo			

**Tabla 4. Elementos que conforman el módulo de cultivo.**

58.- Para la descripción del sistema de fondeo, se deberá presentar el plano de ingeniería del detalle del sistema, entendiéndose como el diseño y dimensionamiento para cada línea de fondeo, e incluirá un plano con todos los componentes, tales como, cabos, cadenas, cables, muertos, anclas, pernos de anclaje, herrajes, boyas, entre otros, de acuerdo a la siguiente Tabla 5:

Componentes	Material	Resistencia	Cantidad	Documentación del proveedor (especificaciones técnicas)
Grilletes				
Cadenas				
Cabos				
Guardacabos				
Boyas				
Anillos de distribución				
Muertos				
Ancla				
Pernos de anclaje				

**Tabla 5. Elementos que conforman el sistema de fondeo.**

## **Párrafo II**

### **Del análisis estático de la memoria de cálculo.**

59.- La memoria de cálculo de fondeo a través del método estático consistirá en determinar la fuerza de arrastre total de un sistema de cultivo con formulaciones lineales que tienden a sobre o subestimar los resultados.

Estos resultados estarán en función de la acción de la corriente, oleaje y viento para luego dividir dicha fuerza de arrastre resultante en una cantidad de líneas de fondeo que, dado cierto dimensionamiento, resistirán las fuerzas incidentes con un margen de seguridad.

60.- La fuerza de arrastre ( $F_A$ ) corresponderá a la sumatoria de las fuerzas de arrastre por viento ( $F_V$ ), oleaje ( $F_W$ ) y corriente ( $F_C$ ).

$$F_A = F_V + F_W + F_C$$

No obstante, la metodología de cálculo para la fuerza de arrastre debe ser complementada con la información establecida en el párrafo V de este título.

61.- La fuerza de arrastre por viento está en función de la velocidad del viento y del área expuesta. También depende de algunas constantes propias de la forma y altura de la estructura a fondear. Se calculará de la siguiente forma:

$$F_V = \frac{1}{2} * \rho_a * C_h * C_s * A_{exp} * V_V^2$$

Donde:

$F_V$ : Fuerza de arrastre por viento.

$\rho_a$ : Densidad del aire.

$C_h$ : Coeficiente de altura (1 para alturas inferiores a 10 m).

$C_s$ : Coeficiente de forma (similar al coeficiente de arrastre según las figuras del numeral 79.-)

$A_{exp}$ : Área expuesta al flujo.

$V_V$ : Velocidad del viento.

Se considerará como área expuesta al flujo a los componentes que están sobre la línea de agua, aplicado específicamente a: el cerco perimetral lobero, redes pajareras, obra muerta de la estructura flotante (balsas) y pirámide pajarera.

62.- La fuerza de arrastre por corriente dependerá de factores como densidad del agua de mar, la velocidad de la corriente, la superficie de impacto y el coeficiente de arrastre de la corriente sobre la estructura y/o mallas. Se calculará de la siguiente forma:

$$F_c = \frac{1}{2} * \rho_{h_2O} * C_d * A_{exp} * V_c^2$$

Donde:

$F_c$ : Fuerza de arrastre por corriente.

$\rho_{h_2O}$ : Densidad del agua.

$C_d$ : Coeficiente de arrastre (en función del número de Reynolds y la forma del objeto a analizar).

$A_{exp}$ : Área expuesta al flujo.

$V_c$ : Velocidad de la corriente.

La fuerza por corriente actúa principalmente en los flotadores, en los pasillos del módulo, redes peceras y en redes loberas, debido al área expuesta que se encuentra con el flujo.

Para la determinación de la fuerza que ejerce la corriente sobre los flotadores se considerará el impacto sobre una forma plana.

El área expuesta al flujo de la red pecera se calculará de la siguiente forma:

$$A_{exp} = L_h * \phi$$

Donde:

$L_h$ : Longitud total de hilo en el primer paño de red (considera la longitud total del hilo expuesto al flujo).

$\phi$ : Diámetro del hilo.

El coeficiente de arrastre para el caso de las redes dependerá del tipo de red, ya sea pecera o lobera, su geometría y el material del hilo, puesto que la rugosidad y velocidad de corriente definirá el régimen del flujo, siendo éste laminar o turbulento. La determinación de este valor deberá hacerse de conformidad con lo dispuesto en el párrafo V de este título.

El modelo estático deberá incorporar un coeficiente de reducción de la velocidad de corriente (R) producto de la resistencia que ponen los paños, el cual deberá aplicarse cada vez que se calcule la fuerza de arrastre para cada paño. Se propone considerar una reducción de un 10% en la velocidad de corriente al atravesar cada paño de red.

63.- La fuerza por oleaje será calculada en consideración al régimen de carga, profundidad del lugar, características de la ola y las dimensiones estructurales del(los) módulos de cultivo.

Para cada dirección de viento desfavorable, la combinación altura de ola - período deberá ser calculada.

La fuerza por olas y movimientos inducidos por oleaje en sistemas de anclaje permanente, serán calculados en el plano, es decir, para el cálculo se considerarán las olas en el plano XY, pero luego cuando se especifican las cargas por línea, se tomará en cuenta un plano cuyo ángulo de inclinación es entre la superficie del mar y la línea de fondeo que se conecta al fondo marino en la dirección paralela al nivel del mar.

Para estructuras esbeltas, las cuales no modifican significativamente el campo de olas incidente, podrá ser usada la formulación semi-empírica como la de Morison. Para calcular cargas de ola en estructuras que modifican significativamente el oleaje, se deberán usar métodos de difracción.

Cada combinación de altura de ola, período y profundidad de agua, considerado un rango de posiciones relativas a la estructura, deberá ser analizada para asegurar una adecuada determinación de máxima carga de oleaje en la jaula.

Para determinar la fuerza resultante, se establecerá cual es el área expuesta a su acción, en términos generales se deberán considerar las estructuras y flotadores.

El cálculo de fuerzas por oleaje se subdividirá en cargas horizontales: de arrastre y golpe de ola; y cargas verticales: de inercia, utilizando la formulación de Morison.

La fuerza hidrodinámica actuando normal al eje de una estructura cilíndrica estará dada por la ecuación de Morison. Se calculará de la siguiente forma:

$$F_W = F_D + F_I$$

Donde:

$F_W$  es la fuerza hidrodinámica por unidad de longitud a lo largo del miembro, actuando normal al eje de dicho miembro.

$F_D$  es la fuerza de arrastre o Drag por unidad de longitud.

$F_I$  es la fuerza de inercia por unidad de longitud.

El vector de fuerza de arrastre por unidad de longitud para un elemento rígido y estacionario, se calculará de la siguiente forma:

$$F_D = \frac{C_d}{2} * \rho * A * u_n * |u_n|$$

Donde:

$A$ : área proyectada en metros, del elemento en la dirección de la componente de velocidad perpendicular al flujo.

$C_d$ : coeficiente de arrastre (adimensional).

$u_n$ : componente de la velocidad, normal al eje de elemento en (m/s).

$|u_n|$ : valor absoluto de  $u_n$ .

$\rho$ : densidad de masa del agua de mar en ( $\text{kg s}^2/\text{m}^4$ ).

El vector fuerza de inercia por unidad de longitud para un elemento rígido y estacionario, se calculará de la siguiente forma:

$$F_I = \rho * V * C_M * a_n$$

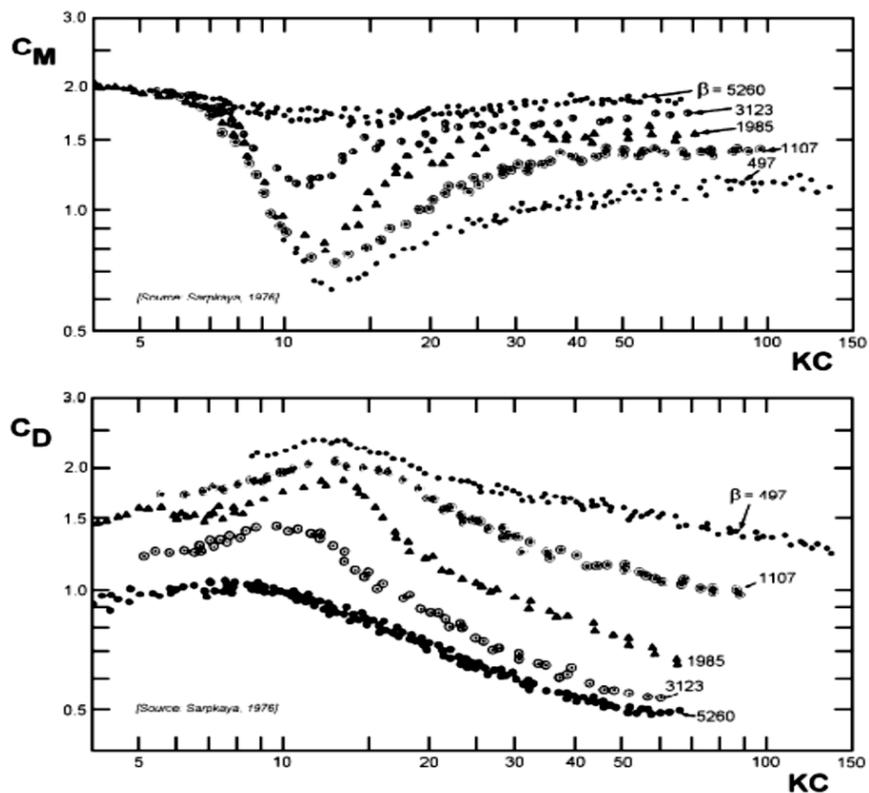
Donde:

$V$ : volumen del elemento.

$C_M$ : coeficiente de inercia basado en la masa del fluido desplazado por unidad de longitud (adimensional).

$a_n$ : componente del vector aceleración, normal al eje del elemento en (m/s<sup>2</sup>).

Los valores de  $u_n$  y  $a_n$  usados en la ecuación de Morison serán determinados usando la teoría de ondas para conocer la altura de ola y período de ola, considerando las profundidades del agua. El coeficiente de arrastre e inercia variarán considerablemente con la sección de la forma del elemento. El número de Reynolds y Keulegan Carpenter y la superficie rugosa, estarán basados en datos fiables obtenidos de literatura y pruebas de modelo o de prototipo. Para elementos cilíndricos con número de Reynolds mayores a  $1 \times 10^6$  y  $C_M$  y  $C_d$  podrán tomar valores de 0,6 y 1,8 respectivamente procurando que las incrustaciones marinas sean removidas periódicamente. Para otros números de Reynolds se recomienda seleccionar valores en base a las siguientes figuras.



Valores para coeficiente de arrastre e inercia en función de los números de Reynolds y Keulegan Carpenter de Sarpkaya (1976).

64.- Para determinar las tensiones máximas en los componentes del sistema de fondeo, para el caso del Sistema de Fondeo Intacto (SFI), se deberán estimar las tensiones máximas en todas las líneas de fondeo en función de las distintas combinaciones de viento, oleaje y corrientes que inciden en cada lateral y cabezal del tren o módulo de cultivo.

Para el caso del Sistema con Fouling (ScF), tanto para el análisis estático como el dinámico, se deberán estimar las tensiones de todas las líneas de fondeo a las distintas combinaciones de viento, oleaje y corrientes que inciden en cada lateral y cabezal del tren o módulo de cultivo, considerando el efecto del fouling como un aumento en la solidez, alcanzando en el caso de la red lobera y red pecera un valor de 0,5.<sup>31</sup>

Finalmente, se deberá estimar el Estado Límite Accidental (ELA), para lo cual se deberá identificar claramente la línea de fondeo con la máxima tensión, para luego reevaluar las tensiones del sistema de fondeo con esta línea cortada.

En la condición ELA se deberá utilizar la combinación de cargas ambientales, según la siguiente **Tabla 5 bis**.<sup>32</sup>

Combinaciones	Período de retorno, carga ambiental, años		
	Corriente	Viento	Olas
1	50	10	10
2	10	50	50

**Tabla 5 bis: Combinación de cargas ambientales para ELA**

Se deberá presentar una tabla con un resumen de los resultados obtenidos en la simulación indicando la línea de fondeo que presentó la máxima tensión en cada uno de los escenarios evaluados.

65.- Para cada uno de los tres escenarios anteriores (SFI, ScF y ELA) y considerando al menos 8 combinaciones de corrientes y oleaje (N\_NE\_E\_SE\_S\_SW\_W\_NW), se deberá presentar: la tensión calculada a la cual se expone cada componente del sistema de fondeo (excepto boya y elemento de sujeción como ancla o muerto), los factores de seguridad utilizados y el factor de utilización (K) el cual deberá ser menor que 1. Se calculará de la siguiente forma:<sup>33</sup>

$$K = \frac{\sigma_{Max} * F_{Amb}}{\frac{\sigma_{Cri}}{F_{Mat} * F_{Ana}}}$$

<sup>31</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza inciso 2°.

<sup>32</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, incorpora inciso 4°, pasando el actual inciso 4° a ser 5°.

<sup>33</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza inciso 1°.

Donde:

$K$ : Factor de utilización.

$\sigma_{Max}$ : Tensión estimada.

$F_{Amb}$ : Factor de seguridad aplicada a la carga ambiental.

$\sigma_{Cri}$ : Tensión crítica (resistencia a la ruptura).

$F_{Mat}$ : Factor de seguridad aplicada al material.

$F_{Ana}$ : Factor de seguridad aplicada al tipo de análisis.

Para este caso, el factor a emplear será al menos 1,6. Los factores de seguridad aplicados al material y a la carga ambiental para el caso de Sistema de Fondeo Intacto, con Fouling y Estado Límite Accidental se encuentran detallados en el párrafo IV de este título.

### Párrafo III

#### Del análisis dinámico de la memoria de cálculo.

66.- Para realizar una memoria de cálculo de fondeo a través de un análisis de simulación dinámica, el software a utilizar deberá estar sustentando como mínimo por el método de elementos finitos (MEF) con dominio en el tiempo, en el cual se realice un análisis global de las fuerzas de transmisión entre los componentes rígidos y flexibles, calculando las fuerzas locales y tensiones en cada componente.

67.- Al realizar la simulación dinámica, el operador del software deberá considerar todos los antecedentes expuestos con anterioridad para construir el modelo, en especial el sistema de fondeo, que deberá considerar toda la información técnica respecto a la materialidad de los componentes empleados.

Respecto a las condiciones ambientales, bastará que el simulador considere la acción de la corriente, el viento y el oleaje.

68.- Eliminado.<sup>34</sup>

69.- Se deberá presentar una tabla con un resumen de los resultados obtenidos en la simulación dinámica, indicando la línea de fondeo que presentó la máxima tensión en cada uno de los escenarios evaluados.

70.- Para cada componente del sistema de fondeo (excepto boya y elemento de sujeción como ancla o muerto) se deberá presentar la tensión máxima estimada en cada una de las simulaciones, los factores de seguridad utilizados y el factor de utilización ( $K$ ) el cual debe ser menor que 1. Se calculará de la siguiente forma:

---

<sup>34</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, elimina numeral 68.-.

$$K = \frac{\sigma_{Max} * F_{Amb}}{F_{Mat} * F_{Ana} * \sigma_{Cri}}$$

Donde:

K: Factor de utilización.

$\sigma_{Max}$ : Tensión estimada.

$F_{Amb}$ : Factor de seguridad aplicada a la carga ambiental.

$\sigma_{Cri}$ : Tensión crítica (resistencia a la ruptura).

$F_{Mat}$ : Factor de seguridad aplicada al material.

$F_{Ana}$ : Factor de seguridad aplicada al tipo de análisis.

Para este caso, el factor a emplear será al menos 1,15. Los factores de seguridad aplicados al material y a la carga ambiental para el caso del Sistema de Fondo Intacto, con Fouling y Estado Límite Accidental se encuentran detallados en el párrafo IV de este título.

#### Párrafo IV

**De las consideraciones para la determinación de factores de seguridad, coeficiente de arrastre de la red y clasificación de los sitios para un sistema de cultivo.**

71.- Se caracterizarán todas las cargas que deberán ser consideradas para el diseño de un sistema de cultivo de peces, de acuerdo con la siguiente Tabla 6:

Cargas permanentes: Carga viva de equipamientos	
Incluye	Peso del sistema de cultivo en seco
	Peso fijo del equipamiento
	Fuerzas de boyas estáticas
Cargas variables: Cargas intermitentes	
Incluye	Equipamiento mecánico
	Personal
	Alimentación
	Estabilizador variable
	Carga común del equipamiento primario y secundario
	Impacto de embarcación
	Defensa o amarras de embarcación
Cargas aplicadas respecto a las operaciones	
Cargas de deformación	
Incluye	Pre - tensión
	Amarras
	Temperatura

Cargas ambientales	
Incluye	Corrientes
	Vientos
	Oleaje
Cargas accidentales	
Incluye	Ruptura en las líneas de amarre
	Ruptura en los conectores
	Perforación o pérdida de elementos de flotación

Tabla 6. Tipos de cargas a considerar para el diseño de un sistema de cultivo.

72.- El análisis de cada elemento estructural del sistema de fondeo, se calculará de acuerdo con las siguientes fórmulas:

Relación de tensiones	$S_f \gamma_f \leq \frac{R}{\gamma_m}$
Tensión admisible	$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{critico}}{\gamma_m \times \gamma_f}$
Factor de utilización	$K = \frac{S_f \gamma_f}{\frac{R}{\gamma_m}} < 1$

Donde:

$\sigma_{adm}$  : Tensión admisible.

$S_f$  : Tensión debido a las fuerzas calculadas (fuerzas medio ambientales, propio peso, etc.)

$\gamma_f$  : Factor de seguridad respecto a las condiciones ambientales.

$\gamma_m$  : Factor de material.

R : Resistencia del material o esfuerzo critico (Punto de fluencia del material).

K : Factor de utilización (Si es menor a 1 cumple el diseño el elemento estructural y si es mayor a 1 no cumple).

73.- Los factores de seguridad que se utilizarán en la estructura, respecto al análisis de capacidad de flotación, será igual a 1, para el sistema de fondeo completo se utilizará un factor de carga ambiental 1,3 y para condiciones de daño, los factores de carga serán igual a 1, tal como se describe en la Tabla 7:

Situación de dimensionamiento	Cargas permanentes	Cargas variables	Cargas de deformación	Cargas ambientales
Capacidad de flotación	1,0	1,0	1,0	1,0
Capacidad del sistema del cultivo	1,0	1,0	1,0	1,3
Condición de daño	1,0	1,0	1,0	1,0

Tabla 7. Factores de carga para el diseño estructural.

74.- Para lograr una correcta selección y dimensionamiento del elemento de anclaje, se deberán considerar como aspectos más importantes:

- Material constituyente del suelo marino.
- Batimetría.
- Dirección de carga: uni u omni-direccional.
- Magnitud de las cargas verticales máximas.
- Magnitud de las cargas horizontales máximas.
- Posicionamiento requerido: Inexacto o exacto.

Para la elección de uno u otro elemento de anclaje, se considerarán los siguientes factores de material, según se detalla en la siguiente Tabla 8:<sup>35</sup>

Tipo de elemento	Factor de material ( $\gamma_m$ )
Cabo sintético	3,0
Cabo sintético con nudos	5,0
Cadenas y componentes de cadena	2,0
Cadenas usadas	5,0
Disco de acoplamiento y conectores de acero	1.5
Grilletes	2,0
Pernos de roca y sistemas de unión	3,0

Tabla 8. Factores de material para los elementos de las líneas de amarre.

75.- Los factores de carga, respecto al tipo de análisis empleado, será fijado de conformidad con la siguiente Tabla 9:

Tipo de análisis	Factor de carga
Análisis estático	1,60
Análisis dinámico	1,15

Tabla 9. Factores de carga respecto al tipo de análisis.

76.- Respecto a la realización de un análisis de fatiga, en el caso de los factores de carga para las instalaciones de acero, los estados límites son los que caracterizan el factor de material, es decir, se deberá estimar el accidente límite o la fatiga límite de un componente estructural, utilizando los factores de material mínimo, tal como se describe a continuación:

<sup>35</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza Tabla 8.

Factores de material para estados límites	Parámetros	Factor de material ( $\gamma_m$ )
Fatiga límite	Factor para todos los materiales	1,0
Accidente límite	Factor para todos los materiales	1,0

#### Párrafo V

De la selección de coeficientes de arrastre en la determinación de carga hidrodinámica sobre redes.

77.- La carga hidrodinámica será determinada en base a una componente que representa la carga de arrastre y otra componente de inercia. En el caso de las redes, la carga debido al arrastre será dominante, siendo los principales parámetros para la determinación de la carga el área normal expuesta al flujo y el coeficiente de arrastre de la red, de acuerdo a la siguiente formula:

$$F_w(t) = \frac{1}{2} \rho C_d d l [v(t) - u(t)] |v(t) - u(t)| + \rho C_M \frac{\pi}{4} d^2 l \dot{v}(t) - \rho (C_M - 1) \frac{\pi}{4} d^2 l \dot{u}(t)$$

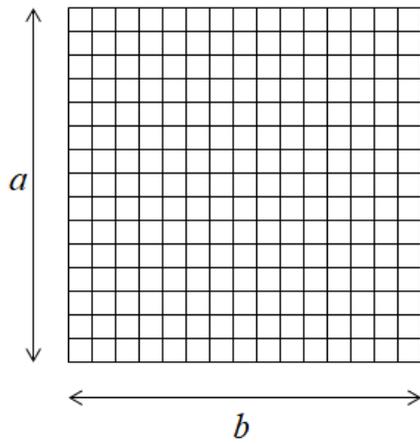
En esta expresión, que representa la forma general de la ecuación de Morison,  $F_w(t)$  es la fuerza ejercida por el fluido,  $\rho$  es la densidad del fluido,  $d$  es el diámetro efectivo del elemento de red,  $l$  es la longitud del elemento de red,  $C_M$  y  $C_d$  son los coeficientes de inercia y arrastre respectivamente,  $u(t)$  y  $v(t)$  son las velocidades del elemento y del flujo mientras que  $\dot{u}(t)$  y  $\dot{v}(t)$  son las aceleraciones del elemento y del fluido. En esta formulación,  $v(t)$  y  $\dot{v}(t)$  considera el efecto de interacción fluido estructura.

Esta expresión es utilizada para predecir la respuesta hidrodinámica de redes. Sin embargo, en el caso de un análisis cuasi-estático, será utilizada sólo parte de la ecuación de Morison correspondiente a la carga de arrastre. Adicionalmente, en ese tipo de análisis, siempre se considerará a la red en posición perpendicular al flujo y estática, por lo que la formula se reduce a:

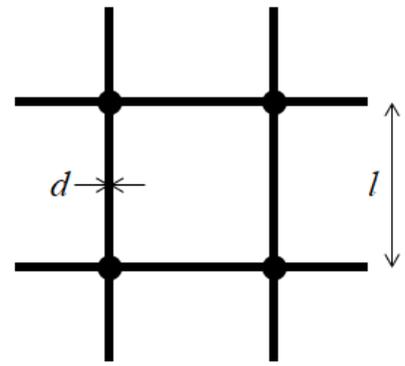
$$F_D = \frac{1}{2} \rho C_d A [v] |v|$$

Donde:

$A$  corresponde al área proyectada de los elementos de red ( $dl$ ) en el panel sobre el cual se está calculando la carga por arrastre, siendo  $l$  el largo total del hilo en el paño de red a calcular y  $d$  el diámetro del hilo, de acuerdo con la siguiente figura:



(1.1) Área proyectada



(1.2) Componentes

Para determinar el área total de los componentes de la red se define la razón de solidez  $S_n$ , que es la razón entre el área proyectada de los componentes de la red y el área del paño de red al cual corresponden. Se calculará de la siguiente forma:

$$S_n = \frac{A_{proyectada}}{A_{total}} = \frac{l_{total}d}{A_{total}}$$

En la expresión anterior el área total se definirá como el producto  $ab$  de las dimensiones del paño de red sobre el cual se quiere determinar la carga de arrastre, como se define en la figura anterior.

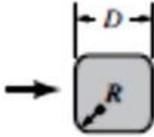
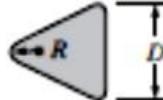
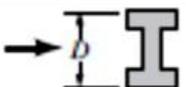
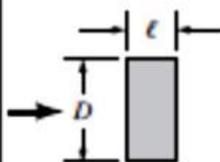
78.- La determinación del coeficiente de arrastre de la red, se determinará de la siguiente forma:

Forzante ambiental	Cd para red pecera	Cd para red lobera
Corriente	1,4	1,4
Viento	Respecto a la forma geométrica (figura 12 y 13)	Respecto a la forma geométrica (figura 12 y 13)
Oleaje	1,8	1,8

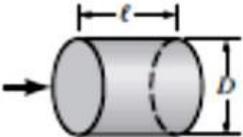
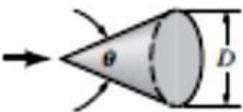
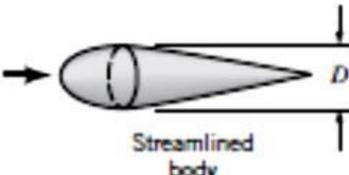
Sin embargo, se deberá tomar en cuenta que el coeficiente de inercia, de la ecuación de arrastre o ecuación de Morison, para el oleaje es de 0,6.

Después de haber determinado todas las forzantes con sus respectivos factores de seguridad, se deberá emplear el factor de utilización para comprobar el dimensionamiento de los elementos estructurales.

79.- Para el coeficiente de arrastre, cuyo forzante ambiental es el viento, se deberán considerar coeficientes de arrastre para distintas formas y números de Reynolds, según lo indicado en las siguientes figuras:

Shape	Reference area $A$ ( $b$ = length)	Drag coefficient $C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2} \rho U^2 A}$	Reynolds number $Re = \rho U D / \mu$															
 Square rod with rounded corners	$A = bD$	<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>R/D</math></th> <th><math>C_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>2.2</td></tr> <tr><td>0.02</td><td>2.0</td></tr> <tr><td>0.17</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>0.33</td><td>1.0</td></tr> </tbody> </table>	$R/D$	$C_D$	0	2.2	0.02	2.0	0.17	1.2	0.33	1.0	$Re = 10^3$					
$R/D$	$C_D$																	
0	2.2																	
0.02	2.0																	
0.17	1.2																	
0.33	1.0																	
 Rounded equilateral triangle	$A = bD$	<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>R/D</math></th> <th colspan="2"><math>C_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1.4</td><td>2.1</td></tr> <tr><td>0.02</td><td>1.2</td><td>2.0</td></tr> <tr><td>0.08</td><td>1.3</td><td>1.9</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>1.1</td><td>1.3</td></tr> </tbody> </table>	$R/D$	$C_D$		0	1.4	2.1	0.02	1.2	2.0	0.08	1.3	1.9	0.25	1.1	1.3	$Re = 10^3$
$R/D$	$C_D$																	
0	1.4	2.1																
0.02	1.2	2.0																
0.08	1.3	1.9																
0.25	1.1	1.3																
 Semicircular shell	$A = bD$	<table border="1"> <tbody> <tr><td>→</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>←</td><td>1.1</td></tr> </tbody> </table>	→	2.3	←	1.1	$Re = 2 \times 10^4$											
→	2.3																	
←	1.1																	
 Semicircular cylinder	$A = bD$	<table border="1"> <tbody> <tr><td>→</td><td>2.15</td></tr> <tr><td>←</td><td>1.15</td></tr> </tbody> </table>	→	2.15	←	1.15	$Re > 10^4$											
→	2.15																	
←	1.15																	
 T-beam	$A = bD$	<table border="1"> <tbody> <tr><td>→</td><td>1.80</td></tr> <tr><td>←</td><td>1.65</td></tr> </tbody> </table>	→	1.80	←	1.65	$Re > 10^4$											
→	1.80																	
←	1.65																	
 I-beam	$A = bD$	2.05	$Re > 10^4$															
 Angle	$A = bD$	<table border="1"> <tbody> <tr><td>→</td><td>1.98</td></tr> <tr><td>←</td><td>1.82</td></tr> </tbody> </table>	→	1.98	←	1.82	$Re > 10^4$											
→	1.98																	
←	1.82																	
 Hexagon	$A = bD$	1.0	$Re > 10^4$															
 Rectangle	$A = bD$	<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>\epsilon/D</math></th> <th><math>C_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td><math>\leq 0.1</math></td><td>1.9</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>0.65</td><td>2.9</td></tr> <tr><td>1.0</td><td>2.2</td></tr> <tr><td>2.0</td><td>1.6</td></tr> <tr><td>3.0</td><td>1.3</td></tr> </tbody> </table>	$\epsilon/D$	$C_D$	$\leq 0.1$	1.9	0.5	2.5	0.65	2.9	1.0	2.2	2.0	1.6	3.0	1.3	$Re = 10^3$	
$\epsilon/D$	$C_D$																	
$\leq 0.1$	1.9																	
0.5	2.5																	
0.65	2.9																	
1.0	2.2																	
2.0	1.6																	
3.0	1.3																	

Coeficiente de arrastre típico para cuerpos bidimensionales (Fundamentals of fluid mechanics" by Munson, Young, Okiishu and Huebsh).

Shape	Reference area $A$	Drag coefficient $C_D$	Reynolds number $Re = \rho U D / \mu$										
 Solid hemisphere	$A = \frac{\pi}{4} D^2$	$\begin{matrix} \rightarrow & 1.17 \\ \leftarrow & 0.42 \end{matrix}$	$Re > 10^4$										
 Hollow hemisphere	$A = \frac{\pi}{4} D^2$	$\begin{matrix} \rightarrow & 1.42 \\ \leftarrow & 0.38 \end{matrix}$	$Re > 10^4$										
 Thin disk	$A = \frac{\pi}{4} D^2$	1.1	$Re > 10^3$										
 Circular rod parallel to flow	$A = \frac{\pi}{4} D^2$	<table border="1" data-bbox="1015 735 1177 897"> <thead> <tr> <th><math>UD</math></th> <th><math>C_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.5</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>1.0</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>0.83</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>0.85</td> </tr> </tbody> </table>	$UD$	$C_D$	0.5	1.1	1.0	0.93	2.0	0.83	4.0	0.85	$Re > 10^3$
$UD$	$C_D$												
0.5	1.1												
1.0	0.93												
2.0	0.83												
4.0	0.85												
 Cone	$A = \frac{\pi}{4} D^2$	<table border="1" data-bbox="990 934 1201 1096"> <thead> <tr> <th><math>\theta</math>, degrees</th> <th><math>C_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>1.15</td> </tr> </tbody> </table>	$\theta$ , degrees	$C_D$	10	0.30	30	0.55	60	0.80	90	1.15	$Re > 10^4$
$\theta$ , degrees	$C_D$												
10	0.30												
30	0.55												
60	0.80												
90	1.15												
 Cube	$A = D^2$	1.05	$Re > 10^4$										
 Cube	$A = D^2$	0.80	$Re > 10^4$										
 Streamlined body	$A = \frac{\pi}{4} D^2$	0.04	$Re > 10^3$										

Coeficiente de arrastre típico para cuerpos tridimensionales (Fundamentals of fluid mechanics" by Munson, Young, Okiishu and Huebsh).

80.- Para estimar la carga en presencia de fouling, se deberá considerar este efecto mediante un aumento en la razón de solidez de la red, manteniendo el valor del coeficiente de arrastre al no existir información empírica acerca de la variación de  $C_d$  en presencia de fouling.

Para el caso de redes loberas, se deberá usar un valor de  $S_n$  mínimo de 0,1 para redes limpias, 0,3 para condición de operación y 0,5 para condición de supervivencia.

Para el caso de redes peceras, se deberá usar un valor de  $S_n$  mínimo de 0,2 para redes limpias, 0,4 para condición de operación y 0,5 para condición de supervivencia.

En cuanto al aumento de masa a considerar por la presencia de fouling, particularmente mitílicos, se deberá usar un peso mojado correspondiente al 30% del peso en seco de los mitílicos. Para el caso de algas, estas se considerarán con boyantes neutra, por lo que no suman carga vertical al sistema, incrementando sólo la carga horizontal por efecto de incremento del área proyectada de los paños de red.

**Párrafo VI**  
**De los elementos de anclaje.**

81.- Los elementos de anclaje (tipo ancla) se clasificarán en base a su eficiencia, según la siguiente Tabla 10:<sup>36</sup>

Clase	Eficiencia
A	Mayor a 20
B	15 a 20
C	10 a 15
D	5 a 10

Tabla 10. Clasificación de eficiencias en anclas.

Los elementos de anclaje de gravedad (peso muerto) se clasificará en base a su eficiencia, según la siguiente Tabla 10 bis:

Tipo fondo y pendiente	Eficiencia
Fondo duro y pendiente fuerte	$0.2 < E < 0.35$
Fondo duro y pendiente suave	$0,35 < E < 0,45$
Fondo blando y pendiente media	$0,45 < E < 0,5$

<sup>36</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza inciso 1° y elimina fila clase E de la Tabla 10.

Fondo blando y pendiente suave	E = 0,57
--------------------------------	----------

Tabla 10 bis: Clasificación de eficiencia de elementos de anclaje de gravedad.

Cualquier otra tipología de anclaje, deberá ser corroborada con más pruebas de tracción.<sup>37</sup>

82.- La eficiencia corresponderá a la razón que existe entre la masa del ancla y su capacidad de agarre medida en la Prueba de Tracción. Se calculará de la siguiente forma:

$$E = \frac{F.T.}{P.S}$$

Donde:

*E*: Eficiencia (factor adimensional).

*F.T.*: Fuerza de tracción en toneladas.

*P.S*: Peso en seco del elemento de anclaje en toneladas.

El valor de eficiencia se debe validar, mediante la realización de pruebas de tracción, previo a la instalación de un centro de cultivo, de modo de detectar anticipadamente posibles sub-dimensionamientos.

83.- La eficiencia del elemento de fondeo dependerá de los siguientes factores:

- a) Tipo de fondo
- b) Longitud de la línea de fondeo y ángulo respecto a la horizontal.
- c) Materiales que componen la línea de fondeo (cabos, cadenas, cables, etc.)
- d) Diseño del anclaje.<sup>38</sup>
- e) Cantidad de cadena incluida en la línea de fondeo.

84.- Los elementos de anclaje serán sometidos a pruebas de tracción, mediante un método empírico que buscará conocer el poder de agarre del ancla o elemento de anclaje al fondo o sustrato sobre el que se dispondrá.

Se deberá instalar una línea de fondeo, exactamente como lo indican los planos de la memoria de cálculo de fondeo, indicando el tipo de material, para conocer de manera precisa y real el comportamiento que tendrá y, poder validar y modificar a tiempo lo que el proyecto de fondeo original contempló.

<sup>37</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, inserta incisos 2° y 3°.

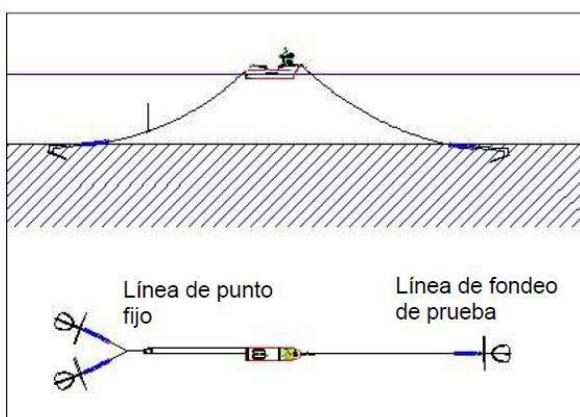
<sup>38</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza palabra.

Se deberán realizar al menos dos pruebas de tracción por cada lado del tren de jaulas, para comprobar que los requerimientos definidos en la memoria de cálculo se cumplen.<sup>39</sup>

Los resultados a entregar, deberán ser los siguientes:

1. Determinar del verdadero poder de agarre del elemento de anclaje en el lugar estudiado (Independiente del tipo de fondo supuesto o medido).
2. Verificar la tensión máxima de la línea de fondeo cuando falla el agarre del fondeo. Esto debido a que la prueba lleva al límite el poder de agarre del anclaje.
3. Establecer con seguridad los materiales a utilizar dado que se conoce el valor de trabajo máximo, por ende, se mejora la selección del material y su factor de seguridad.

85.- Para el desarrollo de una prueba de tracción será necesario contar, fuera de la línea de fondeo a probar, con un apoyo lo suficientemente mayor a la línea de fondeo que se denominará punto fijo, y cuya función será justamente entregar seguridad de que la tensión registrada, no presente fuertes disminuciones que representen un desplazamiento de la unidad de anclaje o algún tipo de influencia externa como para invalidar el resultado, según se muestra en el siguiente esquema de planta y perfil:



Esquema representativo de prueba de tracción

86.- Eliminado.<sup>40</sup>

87.- El peso bajo agua ( $P_w$ ) deberá calcularse considerando la descomposición de las fuerzas con las siguientes consideraciones:

$$\begin{cases} Tx - f - Px = 0 \\ Ty + N - Py = 0 \\ f = \mu N \end{cases}$$

<sup>39</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, incorpora inciso 3°, pasando el actual inciso 3° a ser 4°.

<sup>40</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, elimina numeral 86.-.

$$\begin{cases} T_x = T \cos(\vartheta - \alpha) \\ T_y = T \sin(\vartheta - \alpha) \\ P_{wx} = P_w \sin \alpha \\ P_{wy} = P_w \cos \alpha \end{cases}$$

Se calculará de la siguiente forma:

$$P_w = T * \frac{\mu \sin(\vartheta - \alpha) + \cos(\vartheta - \alpha)}{\mu \cos \alpha + \sin \alpha} [\text{Ton}]$$

Donde:

T= Tensión en la línea [Ton].

$\mu$ = Coeficiente de roce entre muerto y fondo.

$\vartheta$ = Ángulo de la línea.

$\alpha$  =Ángulo de fondo (> cuesta arriba; < 0 cuesta abajo).

El peso seco del muerto (P) se calculará de la siguiente forma:

$$P = \frac{\rho_{\text{Hormigón}}}{(\rho_{\text{hormigón}} - \rho_{\text{agua}})} P_w [\text{Ton}]$$

Donde:

$\rho_{\text{agua}}$  = Densidad del agua (valor indicativo de 1,025 [ton/m<sup>3</sup>]).

$\rho_{\text{Hormigón}}$  = Densidad del hormigón (valor indicativo de 2,4 [ton/m<sup>3</sup>]).

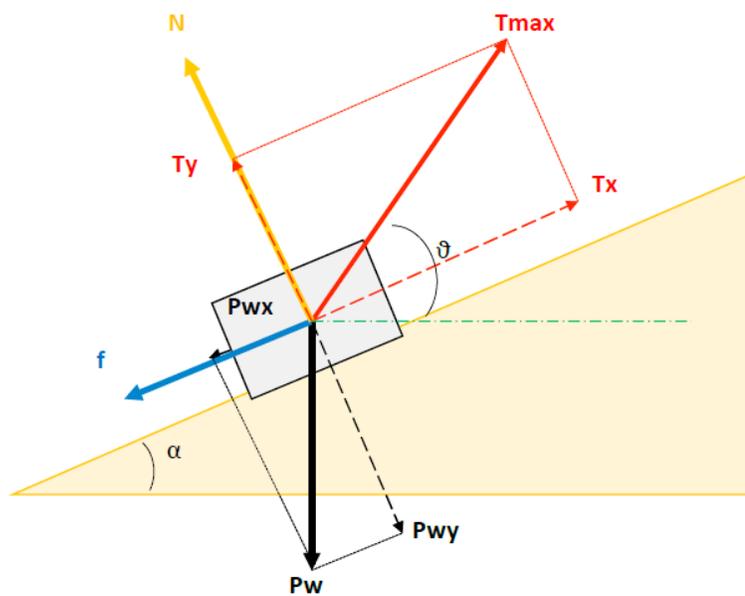


Diagrama de cuerpo libre de un muerto másico.

En relación con el coeficiente de roce se deberá tener presente que:

- Dependerá de la tipología de fondo y se evaluará con prueba de tracción.
- Cuando no esté definido por una prueba de tracción, se deberá considerar un factor de 0,6.

#### TITULO IV

### DE LA TRAZABILIDAD, VERIFICACIÓN SEMESTRAL, CERTIFICACIÓN ANUAL Y OPERACIÓN DE EMBARCACIONES.

#### Párrafo I

#### De la trazabilidad.

88.- Con el objeto de identificar cada uno de los elementos que conforman el módulo de cultivo (sistema de flotación y sistema de contención o redes), y el sistema de fondeo, se deberá disponer, en forma previa a la instalación, de un sistema de identificación que permita realizar la trazabilidad de estos elementos.

89.- El titular deberá confeccionar un dossier con la información de los elementos que se encuentran trazados, el cual deberá ser actualizado y estar disponible en el centro de cultivo, de acuerdo con el siguiente detalle:<sup>41</sup>

Módulo de cultivo	Sistema de fondeo
Pasillos	Cadenas
Pasadores	Boyas
Flotadores	Muertos
Redes pajareras	Ancla
Redes peceras	
Redes loberas	
Brackets	

90.- Asimismo, el sistema de trazabilidad deberá contener a lo menos, la siguiente información:

- a) Fecha de inicio y término de todas las actividades realizadas, tales como instalación, verificación semestral, certificación anual o cualquier otra actividad que modifique la estructura de cultivo o una parte de ella.

<sup>41</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza Tabla.

- b) Documentos y/o certificados que acrediten la trazabilidad de los materiales utilizados, como boyas, cabos, cables, cadenas, anclas, pesos muertos, entre otros.
- c) Indicar claramente si los materiales utilizados son nuevos o usados, en cuyo caso se deberá precisar cuáles de ellos y la cantidad.
- d) En el caso de materiales usados, deberá detallarse la data de estos, el lugar desde donde provienen, y el estado en que se encontraban.
- e) En el caso de las redes peceras, la empresa deberá llevar un registro individual en el que se lleve la historia de uso de la misma, junto con las certificaciones que haya sido objeto. Este informe de la historia de cada red deberá estar siempre actualizado y a disposición en el centro donde se encuentre la red.
- f) Planos referenciados geográficamente en formatos normalizados, presentados en papel y digital (\*.dwg o compatible), en los cuales se incluya a lo menos:
  - posición de las estructuras de cultivo en coordenadas geográficas y UTM (datum WGS 84), instaladas en cada una de las líneas de fondeo.
  - posición (coordenadas geográficas y UTM, datum WGS 84) y profundidad definitiva de los elementos de anclajes como pesos muertos, anclas y pernos de anclaje en costa, así como también cualquier detalle de conexión entre los elementos de anclaje.

91.- El sistema de trazabilidad a utilizar deberá contar con un procedimiento de identificación individual que permita reconocer a qué instalación pertenece, estar fabricado con un material de larga duración, resistente a la radiación UV e indeleble.

El montaje del sistema deberá ser inviolable, no susceptible de ser alterado, copiado ni adulterado.

#### **Párrafo II**

##### **De verificación semestral del centro de cultivo.**

92.- El titular deberá efectuar una verificación del centro de cultivo cada 6 meses, contados desde el inicio de la etapa de siembra y mientras dure el ciclo productivo, a través de un plan documentado de inspección que deberá contener, a lo menos, los siguientes ítems:

1. Inspección superficial del 100% de las estructuras de cultivo instaladas, enfocándose en sus puntos críticos, tales como, estado de los cáncamos, pasadores de los pasillos metálicos, flotadores, nivel de corrosión de los grilletes y guardacabos, alineación de las boyas, estado y flotabilidad de las boyas, posicionamiento actual del módulo de cultivo.
2. Inspección submarina utilizándose equipos de filmación y fotografía submarina, ambos en alta definición o superior, manejados por personal con competencia en la materia, debidamente calificado. Dicha inspección deberá abarcar los elementos críticos para la verificación del sistema que compone el fondeo:

- a. Revisar todos los sitios donde existan cruces de línea.
  - b. Si no existen cruces, se deberá revisar al menos 3 líneas por cabecera y 4 líneas por cada lateral.<sup>42</sup>
3. Registro a través de un informe técnico detallado, que dé cuenta acerca de las condiciones de seguridad en que se encuentran las estructuras inspeccionadas, con el propósito de evidenciar fallas en el sistema, tales como, fatiga de material, mal funcionamiento de elementos, corrosión, desgaste, etc.; y detallar las acciones de mejoras efectuadas tales como reemplazos, adaptaciones y restauraciones, para el restablecimiento de las condiciones de seguridad.

### **Párrafo III**

#### **De la certificación de inicio de ciclo productivo y certificación anual del centro de cultivo.<sup>43</sup>**

93.- El titular deberá acreditar las condiciones de seguridad de los módulos de cultivo y fondeo, incluidos los elementos que conforman las balsas, según corresponda, con una "Certificación de Inicio de Ciclo Productivo (CIC)", la que deberá ser realizada dentro de cada período productivo.

La CIC constará de dos etapas:

a) Certificación Etapa 1 (CIC-E1): la que deberá ser efectuada antes de la siembra, e incluirá la revisión documental de toda la información y los elementos técnicos recopilados, así como la memoria de cálculo.

b) Certificación Etapa 2 (CIC-E2): la que deberá ser efectuada una vez terminada la siembra, e incluirá la verificación en terreno, por parte de un certificador de estructuras, de la instalación completa de los módulos de cultivo (incluidas las redes peceras y loberas) y el sistema de fondeo.

Para dar cumplimiento con la certificación de Inicio de Ciclo Productivo (CIC), el titular del centro de cultivo deberá remitir al Servicio el certificado que acredite el cumplimiento de las disposiciones establecidas para la etapa 1 (CIC-E1) y el certificado que acredite el cumplimiento de la etapa 2 (CIC-E2).

El Servicio solo podrá autorizar la siembra de peces en el centro de cultivo, cuando el titular entregue el correspondiente certificado "Certificación Etapa 1 (CIC-E1)", el que deberá ser presentado por el titular al Servicio, desde 30 días corridos antes y hasta la presentación de la solicitud de siembra (solicitud del CSM). El certificado correspondiente a la "Certificación Etapa 2 (CIC-E2)", deberá ser presentado dentro del plazo de 45 días corridos, contados desde el término de la siembra.

---

<sup>42</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza numeral 2.

<sup>43</sup> Resolución Exenta N° 941-2025, reemplaza nombre del párrafo III.

El titular deberá notificar al Servicio, en el momento y mediante los medios que este disponga, la fecha efectiva del término de la siembra y del término de la cosecha.

La certificación de inicio de ciclo productivo (CIC) tendrá una vigencia de 12 meses contados desde la fecha de término de la siembra, o hasta el término del ciclo productivo, lo que ocurra primero. Dicha fecha deberá estar consignada en el certificado CIC-E2, fecha que deberá ser proporcionada por el titular al certificador.

Si dentro del mismo período productivo, se proyecta o define la mantención de peces en el o los módulos de cultivo instalados después del vencimiento de la CIC, el titular deberá realizar una "Certificación Anual (CA)", la que deberá ser presentada al Servicio en forma previa al vencimiento de la CIC.

Si dentro del mismo período productivo, se inicia un nuevo ciclo de cultivo, se podrá exceptuar de realizar una nueva CIC, siempre que la anterior CIC o CA, según corresponda, aún se encuentre vigente y sea válida. No obstante, en forma previa al vencimiento de la vigencia de la CIC o CA anterior, el titular deberá presentar al Servicio un certificado anual (CA).

Lo establecido en los dos incisos anteriores, tiene por objeto garantizar que siempre que existan peces en un centro de cultivo, el titular deba contar con alguna de las certificaciones vigentes durante todo el tiempo que se proyecte la mantención de ellos, hasta su total cosecha.

Todos los certificados y anexos que el certificador emite en virtud del presente numeral, deberán ser entregados por el titular al Servicio. Para el caso de los informes estos serán requeridos si fuese necesario.

La no entrega dentro de plazo, de las certificaciones señaladas en el presente numeral, implicará que el centro no da cumplimiento a las condiciones de seguridad de las estructuras de cultivo y fondeo indicadas en la memoria de cálculo, elaborada de acuerdo con las características del sector.

El titular o quien tenga un derecho de operación sobre la concesión debidamente inscrito, de conformidad con el artículo 81 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, deberá mantener disponibles en el centro, los informes, las certificaciones y los anexos, incluidas las verificaciones en terreno, documentos que deberán ser entregados al Servicio cuando este lo requiera.<sup>44</sup>

---

<sup>44</sup> Resolución Exenta N° 941-2025, reemplaza numeral 93.-.

94.- Las certificaciones de Inicio de Ciclo Productivo (CIC) y Anual (CA) deberán ser llevadas a cabo por un profesional o entidad debidamente calificados, inscritos en el registro de personas acreditadas en la categoría de certificador de estructuras de cultivo, de acuerdo con los requisitos establecidos en el D.S. N° 15 de 2011, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, en adelante "certificador", quien deberá realizar las certificaciones indicadas, siguiendo lo estipulado a continuación:

**a) Para la Certificación de Inicio de Ciclo Productivo Etapa 1 (CIC-E1), el certificador deberá:**

1) Revisar documentalmente cada uno de los informes de las variables ambientales (toma de datos, procesamiento de los datos y todo lo referido a modelaciones, según lo establecido en la presente resolución, según corresponda). En caso de que los datos no se hayan recolectado conforme se encuentra definido y/o estos datos excedan la máxima temporalidad exigida, o exista alguna anomalía en el procesamiento de dichos datos, no se podrá continuar con el proceso de certificación hasta que se corrija la información correspondiente.

2) Revisar documentalmente el resto de los elementos establecidos en la presente resolución, tales como, los cálculos del estudio de ingeniería ("memoria de cálculo"), y las especificaciones técnicas que deban cumplir las estructuras.

3) Validar el cumplimiento de esta etapa, con la emisión de: un informe, que incluya todas las observaciones y/o comentarios referidos a los informes de las variables ambientales, memoria de cálculo y especificaciones técnicas de los elementos a instalar que constituirán las artes de cultivo o balsas; y un certificado (CIC-E1), elaborado en base a los formatos que el servicio establezca, acompañado de un anexo que cumpla con los formatos y especificaciones que determine el Servicio.

**b) Para la Certificación de Inicio de Ciclo Productivo Etapa 2 (CIC-E2), el certificador deberá:**

1) Realizar una inspección en terreno una vez finalizado el proceso de siembra, con la finalidad de comprobar las condiciones de seguridad del(los) módulo(s) de cultivo, los sistemas de fondeo, incluidos los elementos que conforman las balsas jaulas, acreditando que se encuentran en condiciones óptimas para operar, y que fueron instalados en concordancia con lo señalado en la "memoria de cálculo", y, por tanto, cumplen con lo certificado en la etapa CIC-E1.

2) Validar el cumplimiento de esta etapa, con la emisión de: un informe, que incluya la inspección de terreno, y un certificado (CIC-E2), elaborado en base a los formatos que el servicio establezca, acompañado de un anexo que cumpla con los formatos y especificaciones que determine el Servicio.

c) Para la Certificación Anual (CA), el certificador deberá cumplir con el procedimiento establecido en el párrafo IV del presente título.

La emisión de los certificados señalados en las letras a), b) y c) solo podrá realizarse si se acredita el total cumplimiento de los requisitos establecidos en la presente resolución.

El certificador deberá entregar al titular todos los certificados, así como los informes y anexos, señalados en cada caso.<sup>45</sup>

95.- El titular del centro de cultivo deberá proveer, para el proceso de certificación de inicio del ciclo productivo y anual, de los siguientes documentos:

- Informe de variables ambientales.
- Descripción del centro de cultivo.
- Memoria de cálculo.
- Informe técnico de verificación semestral, según corresponda.
- Resultados de las pruebas de tracción a las líneas de fondeo, cuyo objetivo será verificar el verdadero poder de agarre de los elementos de anclaje.
- Los certificados e informes generados dentro del mismo periodo productivo, según corresponda.<sup>46</sup>

96.- Con todo, estando dentro de un ciclo productivo, se entenderá que se cuenta con un certificado (CIC o CA) vigente válido, mientras el titular no realice modificaciones en la infraestructura del centro informada conforme los requerimientos de la presente resolución, tales como: el incremento o disminución del número o tamaño de las balsas, el desplazamiento del módulo de cultivo o modificación en el sistema de fondeo, entre otros, que genere algún cambio en lo considerado en la memoria de cálculo elaborada. Caso contrario deberá efectuar una nueva certificación que incluya la revisión de una nueva memoria de cálculo, junto con la verificación en terreno, tal como se estipula para la etapa dos de la certificación de inicio de ciclo productivo o certificación anual, según corresponda (CIC-E2 o CA). Esta certificación deberá realizarse inmediatamente de efectuadas las referidas modificaciones en el centro.<sup>47</sup>

---

<sup>45</sup> Resolución Exenta N° 941-2025, reemplaza numeral 94.-.

<sup>46</sup> Resolución Exenta N° 941-2025, reemplaza numeral 95.-.

<sup>47</sup> Resolución Exenta N° 941-2025, reemplaza numeral 96.-.

#### Párrafo IV

### Del procedimiento de inspección para la verificación semestral, certificación del inicio del ciclo productivo (CIC) y certificación anual (CA) del centro de cultivo.<sup>48</sup>

97.- En relación con los módulos de cultivo, el titular, en el caso de la verificación semestral, o el certificador, en el caso de la certificación de inicio del ciclo productivo (CIC) y de la certificación anual (CA), a la que se refieren los párrafos anteriores, deberá seguir el siguiente procedimiento, según corresponda:<sup>49</sup>

1) Contar el número de jaulas, asegurando de registrar dimensiones principales y alguna información adicional que permita establecer el tipo, modelo, fabricante, origen y en definitiva el estado de la estructura en sí. Todo ello, en consideración a los sistemas de trazabilidad dispuestos en los elementos que constituyen los módulos de cultivo.

2) Examinar que las instalaciones del centro de cultivo y sus componentes principales, están ubicados en los lugares conforme a lo planificado en los cálculos realizados.

3) Examinar que el número y tamaño de las estructuras de cultivo sea el que se consideró en el diseño, y que fue informado.

4) Examinar las uniones soldadas de las diferentes partes que componen la estructura de cultivo.

5) Examinar los pisos de los pasillos. Se deberá identificar si existe algún tipo de corrosión, lo que se deberá registrar con fotografías en alta definición o superior y, a su vez, especificar aquellos casos más críticos en donde se evidencia falta de mantención.

6) Examinar los flotadores asociados a los pasillos. Se deberá realizar una inspección visual con especial énfasis en los zunchos y pernos que mantienen a los flotadores unidos a los pasillos.

7) Verificar el francobordo mínimo de operación, que estará dado en función de la capacidad de boyantes del set de balsas jaulas y el peso de la estructura, más los componentes y elementos de operación como se indica a continuación:

- Redes de cultivo y anti depredadores.
- Sistema de retiro de mortalidad.
- Contrapesos para mantener la geometría de las redes.
- Sistema de alimentación.

---

<sup>48</sup> Resolución Exenta N° 941-2025, reemplaza nombre del párrafo IV.

<sup>49</sup> Resolución Exenta N° 941-2025, reemplaza encabezado.



99.- Para la detección de posibles fallas de los elementos que constituyen el módulo de cultivo, se deberá realizar la verificación o certificación, según corresponda, de aquellos elementos superficiales y subsuperficiales con apoyo de un ROV o buzo con cámara submarina hasta 200 metros de profundidad en alta definición o superior. Para ello se deberá:

1. Establecer la condición de seguridad de los elementos como grilletes y guardacabos que están conectados a la balsa, verificar si existe roce, corrosión o cualquier otra observación que implique riesgo de fatiga o corte;
2. Revisar, de manera visual, la condición de las cadenas o cabos existentes y registrar cualquier anomalía; y
3. Revisar la condición de francobordo de todas las boyas de fondeo que marcan el término de este tramo, conforme al procedimiento establecido en el punto 7. del numeral 97.<sup>51</sup>

#### **Párrafo V**

##### **De la operación de embarcaciones al interior del centro de cultivo.**

100.- Para la operación de embarcaciones al interior de un centro de cultivo, y para asegurar una buena maniobrabilidad de estas, se deberá dar cumplimiento con lo establecido por el organismo del Estado que tenga competencia en la materia.<sup>52</sup>

101.- Cada instalación que se realice en el centro de cultivo deberá contar con la señalización marítima aplicada a las instalaciones de acuicultura, según lo indicado en Circular Marítima D.G.T.M. Y M.M. ORD. O-63/002, de fecha 03 de diciembre de 2012, o la circular que la reemplace.<sup>53</sup>

102.- Eliminado.<sup>54</sup>

**Disposición final:** De conformidad con el artículo 74 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, el titular de una concesión de acuicultura tiene el privilegio de uso exclusivo del fondo correspondiente al área en él proyectada verticalmente por la superficie de la porción de agua concedida y se constituirá por el solo ministerio de la ley una servidumbre que sólo permitirá extender los elementos de flotación y soporte de las estructuras y su fijación.

---

<sup>51</sup> Resolución Exenta N° 941-2025, reemplaza numeral 99.-.

<sup>52</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza numeral 100.-.

<sup>53</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza numeral 101.-.

<sup>54</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, elimina numeral 102.-.

Por tanto, la metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería ("memoria de cálculo"), así como las especificaciones técnicas de las estructuras que conforman los centros de cultivo intensivos de salmones que se regulan por la presente resolución, sustentarán la extensión que se permitirá para los elementos de flotación y soporte de las estructuras y su fijación, sobre la cual se detenta la servidumbre de conformidad con la normativa vigente, y sin perjuicio de los demás permisos y autorizaciones que correspondan y que sean de competencia de otros organismos.

#### DISPOSICIONES TRANSITORIAS:

**1º transitorio:** La metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería ("memoria de cálculo"), así como las especificaciones técnicas de las estructuras que conforman los centros de cultivo intensivos de salmones que se regulan por la presente resolución, será exigible a todos los centros de cultivo que inicien su periodo productivo a partir de los 3 años contados desde la fecha de publicación de la presente resolución en el Diario Oficial, según el semestre de cálculo que le corresponda, de conformidad con lo establecido en el artículo 24 del D.S. N° 319 de 2001, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, o la normativa que lo reemplace.

En el tiempo intermedio el titular tendrá la obligación de recopilar toda aquella información ambiental conforme a esta normativa, con el fin de cumplir con el plazo establecido.

Las características y vida útil de las redes, serán exigibles a todos los centros de cultivo que inicien su periodo productivo a partir de los 3 años contados desde la fecha de publicación de la presente resolución en el Diario Oficial, según el semestre de cálculo que le corresponda, de conformidad con lo establecido en el artículo 24 del D.S. N° 319 de 2001, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, o la normativa que lo reemplace. Las redes que sean adquiridas antes de la entrada en vigencia de la presente modificación, se entenderán vigentes hasta que se acredite, conforme a la resistencia de estas, que aún están en condiciones de ser utilizadas para los fines que fueron concebidas. Cuando la vida útil de estas redes caduque, estas deberán ser reemplazadas por redes que cumplan con lo establecido en la presente normativa.

Las mediciones de los parámetros ambientales que se hubiesen efectuado en verano o invierno de conformidad con las disposiciones contenidas en la resolución en forma previa a esta modificación, se entenderán válidas para todos los efectos, aún si no coinciden con la estación del año de medición propuesta en estas modificaciones ni con las especificaciones técnicas definidas para cada caso. Asimismo, la duración de 6 años se contará a partir de la fecha de publicación en el Diario Oficial de la resolución modificatoria.<sup>55</sup>

---

<sup>55</sup> Resolución Exenta N° 3362-2021, reemplaza artículo 1º transitorio.

**2º transitorio:** Las obligaciones contempladas en los párrafos II, III y IV del Título IV de esta resolución, relativos a la verificación semestral y certificación anual, serán aplicables a partir de los 3 meses contados desde la fecha de publicación de la presente resolución en el Diario Oficial, para todos los centros de cultivo, sean o no integrantes de una agrupación de concesiones, que tengan planificado iniciar o reiniciar operaciones a partir de dicha fecha.

Con todo, tratándose de la obligación de certificación anual, dicho plazo se suspenderá mientras no se publique en el Diario Oficial la modificación al Reglamento contenido en el D.S. Nº 15, de 2011, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, mediante el cual se incluya la calidad de "certificador" al que se hace referencia en la presente resolución, en el registro señalado en el artículo 122 letra k) de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

**3º transitorio:** Mientras esté pendiente el plazo indicado en el inciso 2º del 1º transitorio, el titular que deba cumplir con la certificación anual de conformidad con el 2º transitorio, podrá utilizar información de las variables ambientales que hubiesen sido levantadas con anterioridad a la publicación de la presente resolución, así como aquella referida a la confección de la memoria de cálculo, vida útil de los elementos que conforman el(los) módulo(s) de cultivo y su trazabilidad.

**4º transitorio:** Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 1º transitorio, las disposiciones establecidas por la presente modificación serán exigibles a todos los centros de cultivo que inicien un ciclo productivo, en el plazo de 2 meses contados desde la fecha de publicación en el Diario Oficial de la presente modificación.

Dentro del plazo de dos meses contemplado en el inciso anterior, el Servicio deberá publicar en su página web, los formatos a los que se refiere el numeral 94.-.

Mientras no se cumpla la obligación señalada en el inciso anterior, aquellos centros de cultivo que inicien un nuevo ciclo productivo desde la fecha de publicación de la presente modificación en el Diario Oficial, deberán presentar las certificaciones a las que se hacen referencia, en los formatos que defina el propio certificador, para lo cual este deberá considerar todos los elementos definidos en la presente modificación para el desarrollo de la certificación y para la emisión de los certificados. No obstante, el Servicio podrá establecer un procedimiento según sea el caso, de ser pertinente.

**5° transitorio:** Todos aquellos centros de cultivo intensivos de salmones que no sean integrantes de una ACS o que no les corresponda integrarlas, tales como centros de reproductores o de smoltificación, deberán dar cumplimiento a la metodología para el levantamiento de la información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería (“memoria de cálculo”), así como las especificaciones técnicas de las estructuras que los conforman, en el plazo de 24 meses contados desde la fecha de publicación de la presente resolución en el Diario Oficial, conforme a la programación que defina el Servicio.<sup>56</sup>

**ANÓTESE, NOTIFÍQUESE, PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DE ESTA SUBSECRETARIA Y A TEXTO INTEGRO EN EL SITIO DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE ESTA SUBSECRETARÍA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA.**

**ROMAN ZELAYA RIOS**

Subsecretario de Pesca y Acuicultura

LOP/EZV/CAV/CSB

---

<sup>56</sup> Resolución Exenta N° 941-2025, incorpora artículos 4° y 5° transitorios.