

Puerto Montt, 13 de noviembre de 2024

Señores  
Superintendencia del Medio Ambiente  
Teatinos 280, piso 7  
Santiago  
Presente

At.: Daniel Garcés Paredes – Jefe de la División de Sanción y Cumplimiento.  
Juan José Joaquín Galdámez Riquelme – Fiscal Instructora Titular.

**Ref.: Presenta Programa de Cumplimiento para Centro de Engorda de Salmónidos (CES) Desembocadura Gajardo, en relación a los cargos formulados mediante Resolución Exenta N°1/ Rol D-232-2024 de 15 de octubre de 2024.**

De nuestra consideración:

Por medio de la presente, en representación de Cermaq Chile S.A., rol único tributario N°79.784.980-4, empresa de giro de la producción, procesamiento y comercialización de salmónidos (en adelante, "Cermaq"), estando dentro de plazo, conforme a lo establecido en la Resolución Exenta N°1/ Rol D-232-2024 de 15 de octubre de 2024 y notificada a esta parte con fecha 21 de octubre de 2024, de la Superintendencia del Medio Ambiente ("SMA"), relativa a la formulación de cargos en contra de la unidad fiscalizable "CES Desembocadura Gajardo (RNA 120150)" (en adelante, "Desembocadura Gajardo" o "CES Desembocadura Gajardo"), venimos en presentar Programa de Cumplimiento (en adelante, "PdC").

Sin perjuicio de que la eventual infracción relativa a la sobreproducción de Desembocadura Gajardo en el ciclo 2017-2019 se encuentra prescrita, en consideración a que esta presentación no corresponde a una formulación de descargos y en el constante compromiso de Cermaq de cumplir con la normativa ambiental vigente y cooperar en los procedimientos de sanción, solicitamos tener por presentado el presente Programa de Cumplimiento para el CES Desembocadura Gajardo (en adelante "PdC Desembocadura Gajardo" o "PdC"), para que sea aprobado en los términos propuestos y con ello, suspenda el respectivo procedimiento de sanción.

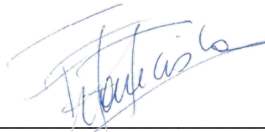
**Por lo tanto, solicitamos tener por presentado el PdC Desembocadura Gajardo y aprobarlo en los términos propuestos, atendido a que cumple con los requisitos normativos, debiendo, por tanto, suspender el presente procedimiento.**

**Asimismo, solicitamos tener por acompañados los siguientes documentos a esta presentación:**

1. PdC Churrecué asociado al procedimiento de sanción Rol D-232-2024.

2. "Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales" para el CES Desembocadura Gajardo y sus anexos, los que se pueden descargar del siguiente enlace: <https://we.tl/t-xeoajbcREr>;
3. Borrador de Protocolo para Control de Producción CES Desembocadura Gajardo; y
4. Copia autorizada con vigencia de escritura pública otorgada en la Notaría de Santiago de doña Nancy de la Fuente Hernández con fecha 28 de agosto de 2024, en la cual consta mi personería para representar a Cermaq.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.



---

Francisca Fariás Fuenzalida  
p.p. CERMAQ CHILE S.A.

# «Protocolo para control de producción de CES Desembocadura Gajardo»



*Versión: Versión 1*

*Fecha Revisión: 8 de noviembre de 2024*

*Autor: José Manuel Cortés Leighton*

## **Alcance:**

Centro de engorda	Código de centro (SIEP)	RCA	Región
Desembocadura Gajardo	120150	123/2012	Magallanes

## **Objetivo**

Llevar un control de la producción de los centros de engorda, de modo de no sobrepasar en el ciclo 2023-2024 una biomasa total producida de 4.361 toneladas.

## **Antecedentes y registro de información**

Previo a iniciar el ciclo productivo de un centro de cultivo existe una cantidad de biomasa autorizada de acuerdo con la RCA de cada centro, y es en función de este número que se debe planificar su producción.

No obstante, para el ciclo 2023-2025, Cermaq limitará la producción en el centro a un máximo de 4.361 ton y la planificará de acuerdo a ello.

Una vez comenzado el ciclo de engorda, la información productiva del centro debe ser reportada en diferentes plataformas:

**FISHTALK:** Sistema de control producción interno de la compañía. Una vez imputada la información de siembra de un centro, se debe comenzar a registrar de forma diaria todos los manejos y parámetros asociados al ciclo

productivo (alimentación, mortalidades diarias, medición de parámetros ambientales, etc.).

Cabe señalar que si el centro tuviera una condición sanitaria delicada y por ende no pudieran realizarse los muestreos manuales de peso por un tiempo prolongado (mayor a 30 días) la Gerencia Técnica evaluará la implementación de herramientas automáticas de medición. Sin perjuicio de lo anterior, se indica que el tiempo máximo entre muestreos es de 60 días por jaula.

Al llegar el periodo de cosecha, debe ser registrado en el sistema el detalle del manejo: información productiva (cantidad cosechada estimada según conteo barco, peso promedio por jaula y biomasa), además de la información de transporte y destino final de los peces. Cabe mencionar que Fishtalk es un software que realiza la estimación de biomasa, mediante el cálculo de la entrega de alimento a un determinado número de peces, realizando dicha estimación de forma diaria.

**SIFA:** Sistema de Fiscalización de la Acuicultura, corresponde a la Plataforma del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), en donde se debe reflejar toda la información productiva y sanitaria de un ciclo de producción, tanto, para centros de engorda como también para pisciculturas, esto considerando desde la siembra, mortalidad diaria (la cual se declara una vez a la semana), manejos productivos y sanitarios. Una vez comenzado el período de cosechas, cada traslado debe ir acompañado de un certificado sanitario de movimiento (“**CSM**”) y un certificado de autorización de movimiento (“**CAM**”), los cuales respalda el origen y destino de los peces, el que puede ser hacia un acopio flotante o directamente mediante descarga directa a una planta de procesos. Toda la información que se declara en este sistema se obtiene desde Fishtalk. Señalar, que esta plataforma se alimenta de información productiva, que es estimada mediante el software de control de producción.

**TRAZABILIDAD:** Sistema de control productivo de Sernapesca para plantas de proceso. Plataforma donde se registra la información de los peces efectivamente recepcionados en planta, de acuerdo con el conteo pieza a pieza (peso neto), más la biomasa correspondiente. La información es ingresada directamente por cada planta de proceso.

### **Control de Producción**

Es necesario establecer puntos de revisión y control en cuanto a la biomasa que se vaya produciendo durante un ciclo productivo, implementando para ello niveles de alerta que nos permitan detectar de forma temprana el umbral de biomasa máximo establecido de 4.361 ton.

Atendida la definición de “producción” contenida en el artículo 2, letra n, del Reglamento Ambiental para la Acuicultura<sup>1</sup>, como biomasa producida se considerará tanto la estimación de biomasa en existencia, la biomasa de cosecha (informada en Trazabilidad), mortalidad (incluyendo eliminaciones) según los datos mensuales y proyecciones de producción, obteniéndose finalmente, la sumatoria de todos los egresos de biomasa para un ciclo cerrado.

### **Revisión periódica de la información productiva en Fishtalk**

La información productiva del centro se revisará de forma mensual o quincenal, según corresponda, desde el sistema productivo Fishtalk.

Dentro de los 5 días hábiles siguientes de cada mes, el Departamento de Planificación de Concesiones enviará un reporte resumen de la evolución productiva del centro mediante planilla Excel por correo electrónico; dirigido al centro de cultivo, Gerente de Producción Agua Mar de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena y Gerente de Control y Planificación.

Como alerta temprana se establecerá un punto límite de biomasa producida de un 75%, respecto de la biomasa total a producir. Llegado este punto el reporte de la información productiva se emitirá cada 15 días. El reporte será generado por el Departamento de Planificación de Concesiones y será enviado al Gerente de Producción, quien a su vez analizará esta información en detalle con las áreas pertinentes para aplicar la mejor estrategia de crecimiento y programación de cosecha.

Dentro de las acciones correctivas ante la activación de la alerta temprana se considerarán las siguientes:

- i) Departamento de Planificación de Concesiones emitirá la primera alerta generando reporte quincenal
- ii) Gerente de Control y Planificación validará las proyecciones y fecha de cosecha según la biomasa máxima establecida, en caso de que la cantidad de biomasa producida este fuera de las proyecciones se coordinará con la Gerencia de Producción del Área y la Gerencia de Logística Marítima la cosecha anticipada gradual o total del centro.

---

<sup>1</sup> “resultado de la suma de todos los egresos, expresados en toneladas, kilos o unidades, y del remanente existente en un centro de cultivo en un periodo determinado”.

### **Variables productivas consideradas en la planificación**

Para realizar la planificación del ciclo productivo del CES Desembocadura Gajardo, se han considerado las siguientes variables, las que están definidas por región y especie:

- Peso promedio objetivo de cosecha;
- Mortalidad (% de peces) esperada en el ciclo;
- Peso promedio de mortalidad esperado;
- Producción máxima autorizada según la RCA del centro de cultivo; y
- Duración del ciclo productivo y su compatibilidad con la ventana de producción de la ACS.

### **Cálculo final de producción**

El Departamento de Planificación de concesiones elaborará al final del ciclo, un cálculo de producción que considere:

- a) Número de peces muertos registrados en SIFA, multiplicados por el peso promedio registrado también en SIFA al final de la semana reportada, transformado a toneladas. Esta información se extrae desde la plataforma SIFA.
- b) Información de cosecha cargada en Trazabilidad por la(s) planta(s) de proceso que corresponda. Esta información se descarga en forma de planilla Excel desde dicha plataforma y debe ser proveída por el titular de la planta a Cermaq y considerada o transformada a toneladas.
- c) La suma de los valores a y b, expresada en toneladas.

### **Responsables**

Ingreso de información a FT: Personal del centro de cultivo

Ingreso de información de mortalidad semanal a SIFA: Planificación de Concesiones, en base a registros de FT.

Ingreso de información de planta a Trazabilidad: Planta de proceso que corresponda (puede tratarse de una planta

perteneciente a un tercero).

Envío de reportes periódicos de producción y cálculo final de producción de acuerdo a este protocolo: Planificación de Concesiones.

Toma de decisión acerca de fechas de cosecha y otras medidas para asegurar el cumplimiento del límite de biomasa: Gerente de Producción, en conjunto con las áreas pertinentes.

**Medios de verificación de las acciones consideradas en la implementación de este protocolo y responsables**

<b>Medio de verificación</b>	<b>Plazo o frecuencia</b>	<b>Qué información entrega</b>	<b>Responsable</b>
Declaración jurada de siembra efectiva	Dentro del plazo normativo, contado desde el fin de la siembra	Especie y cantidad de peces sembrados en el centro	Planificación de Concesiones
Reportes periódicos de producción	Mensuales (hasta llegar al 75% del límite de biomasa a producir) y quincenales (luego de superar el 75% de biomasa a producir)	Mortalidad, cosechas, peso promedio de existencia, estimación de producción total.	Planificación de Concesiones
Declaración jurada de cosecha efectiva	Dentro del plazo normativo, contado desde el final de la cosecha	Cosecha de acuerdo a información oficial (Trazabilidad informada por planta de procesos)	Planificación de Concesiones
Cálculo final de producción	60 días luego del término del ciclo	Biomasa total producida, de acuerdo a información oficial (mortalidad reportada en SIFA y cosechas reportadas en Trazabilidad)	Planificación de Concesiones

## 2. FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO

Para la elaboración de un PDC se recomienda utilizar el formato presentado a continuación, diseñado de acuerdo a las indicaciones descritas en el capítulo precedente. Este formato contempla cuatro aspectos principales:

1. Descripción del hecho constitutivo de infracción, la normativa pertinente y los efectos negativos asociados. Respecto de los efectos negativos generados, se debe describir asimismo la forma en que estos efectos se eliminan o contienen y reducen, fundamentar, si corresponde, la imposibilidad de eliminar los efectos producidos y, en caso de afirmar que no se generan efectos negativos, fundamentar debidamente dicha afirmación.
2. El Plan de Acciones y Metas para volver al cumplimiento, y eliminar o contener y reducir los efectos negativos.
3. El Plan de Seguimiento del Plan de Acciones y Metas.
4. Cronograma.

➤ **Para lo indicado en los puntos 1 y 2, el formato se aplica a cada uno de los hechos constitutivos de infracción, de acuerdo a la formulación de cargos respectiva, cuando sea procedente la presentación de un PDC.**

➤ **Para lo indicado en los puntos 3 y 4, el formato se aplica para el conjunto de acciones contenidas en el Programa, de forma única.**

Se recomienda presentar el programa únicamente a través de este formato y **no duplicar esfuerzos en la presentación adicional en formato de texto plano, a menos que existan aspectos relevantes a considerar de forma complementaria a lo señalado a través del formato**. Cabe señalar que en el caso en se presenten ambos formatos y se encuentren inconsistencias, la Superintendencia dará prioridad a lo que sea presentado en el formato de tabla.

En el Anexo 5.4 de este documento se encuentra un ejemplo del uso de este formato.



## COMPLETAR PARA CADA INFRACCIÓN:

### 1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS

IDENTIFICADOR DEL HECHO	Hecho N°1
DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN	Superar la producción máxima autorizada en el CES Desembocadura Gajardo (RNA 120150), durante los siguientes ciclos productivos: 1. Ciclo productivo 2017-2019; y 2. Ciclo productivo 2020-2022.
NORMATIVA PERTINENTE	<p><b>RCA N°123/2012:</b> <b>Considerando 3</b> <i>"[...] El programa de producción considera [...] una producción máxima es de 5.236 toneladas".</i></p> <p><b>Considerando 5.</b> <i>"Que, en relación con el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable [...] debe indicarse que la ejecución del proyecto [...] cumple con: [...] D.S. N°320 de 2001 (MINECON) y sus modificaciones, Reglamento Ambiental para la Acuicultura"</i></p> <p><b>D.S. N°320/2001 Ministerio de Economía. Reglamento Ambiental para la Acuicultura:</b> <b>Artículo 15:</b> <i>"[...] El titular de un centro de cultivo no podrá superar los niveles de producción aprobados en la resolución de calificación ambiental."</i></p>
DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS	En conformidad con el "INFORME INTEGRADO DE ANÁLISIS AMBIENTALES EN COLUMNA DE AGUA Y SEDIMENTO", del CES Estero Gajardo (RNA 120150), suscrito por Matías E. Gargiulo, de IA Consultores, en base a antecedentes provenientes de campañas de muestreo de las INFA, y en complemento con modelaciones NewDepomod de distintos escenarios respecto a sobreproducción, al límite autorizado por la Resolución de Calificación Ambiental y el comprometido como reducción, es posible señalar que la producción en los ciclos 2017-2019 y 2020-2022, por sobre los límites autorizados, generó efectos negativos consistentes en una mayor cantidad de carbono introducido por el alimento adicional entregado no consumido y una mayor área de sedimentación, por concepto del alimento adicional no consumido y fecas, en cada uno de esos periodos.

**FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS**

Los efectos negativos producidos indicados anteriormente se abordarán mediante la ejecución de la acción de reducción de la producción en el CES (acción N°1). En ese sentido, se adoptarán las medidas para hacerse cargo de la sobreproducción constatada durante el periodo de los cargos, rebajando 875 toneladas de la producción -según definición del literal n) del artículo 2° del Decreto Supremo N°320/2001 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción- del ciclo de producción 2023/2025 en el CES Desembocadura Gajardo (RNA 120150) respecto de lo autorizado por su Resolución de Calificación Ambiental (RCA N°123/2012). Asimismo, se compromete acción consistente en la elaboración y difusión de un protocolo de control de producción, enfocado en el concepto de producción, su forma de cálculo y los límites autorizados, particularmente la producción máxima de 5.236 toneladas de salmónidos establecida en el considerando 3 de la RCA N°123/2012, con el objeto de asegurar de manera efectiva su cumplimiento.

## **2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS**

### **2.1 METAS**

Hacerse cargo de la sobreproducción materia de los cargos en el Desembocadura Gajardo (RNA 120150), disminuyendo su producción en el ciclo productivo 2023/2025, en la misma cantidad que se imputa haber producido en exceso (875 toneladas) respecto de la autorizada por su RCA N°123/2012 (Acción N°1) y permear en los colaboradores con injerencia directa en el ciclo productivo del Desembocadura Gajardo (RNA 120150) el entendimiento del concepto de producción, tal como lo define la normativa aplicable, teniendo en cuenta no solo la biomasa producida, sino que además, las injerencias de la mortalidad y los demás egresos para su cálculo, todo ello, relacionados con el límite autorizado en la Resolución de Calificación Ambiental (Acción N°2).

### **2.2 PLAN DE ACCIONES**

#### **2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS**

**Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.**

<b>N° IDENTIFICADOR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FECHA DE IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>INDICADORES DE CUMPLIMIENTO</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>	<b>COSTOS INCURRIDOS</b>
	<i>(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)</i>	<i>(fechas precisas de inicio y de término)</i>	<i>(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas)</i>	<i>(a informar en Reporte Inicial)</i>	<i>(en miles de \$)</i>
N/A	Acción			Reporte Inicial	

	N/A					
	<b>Forma de Implementación</b>	N/A	N/A	N/A	N/A	
	N/A					

## 2.2.2 ACCIONES EN EJECUCIÓN

Incluir todas las acciones que han iniciado su ejecución o se iniciarán antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	FECHA DE INICIO Y PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(fecha precisa de inicio para acciones ya iniciadas y fecha estimada para las próximas a iniciarse, y plazo de ejecución)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reporte Inicial, Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	(en miles de \$)	(indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
<b>1</b>	<p><b>Acción</b></p> <p>Disminuir la producción en el ciclo productivo 2023/2025 en el CES Desembocadura Gajardo (RNA 120150) en 875 toneladas respecto de lo autorizado por su RCA (5.236 toneladas).</p> <p>“Producción” se denomina, de acuerdo al literal n) del artículo 2 del D.S. N°320/2001 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, al “<i>resultado de la suma de todos los egresos, expresados en toneladas, kilos o unidades, y al remanente existente en un centro de cultivo en un período determinado</i>”.</p> <p>Por tanto, se limitará la producción total a un máximo de 4.361 toneladas,</p>	<p><u>Fecha de inicio:</u> noviembre de 2024.</p> <p><u>Fecha de término:</u> mayo 2025.</p>	<p>La producción final no es superior a 4.361 toneladas obtenida en el ciclo productivo 2023/2025 en el CES Desembocadura Gajardo (RNA 120150).</p>	<p><b>Reporte Inicial</b></p> <p>Resolución que autoriza la siembra de los smolts en el CES Desembocadura Gajardo para el ciclo que se inició abril de 2023.</p> <p><b>Reportes de avance</b></p>	<p>\$682.233</p> <p>(Considerando un margen bruto promedio de la industria de 0,83 USD/kg LWE, y un valor del dólar observado de 950,99 a la fecha del 08/11/2024).</p>	<p><b>Impedimentos</b></p> <p>N/A</p>

<p>considerando la información de mortalidad y eliminaciones según se registra en el sistema de fiscalización para la acuicultura o "SIFA" (información entregada por el CES a Sernapesca) y de cosecha según se informa en sistema de Trazabilidad (información entregada por plantas de proceso a Sernapesca).</p>				
<p><b>Forma de Implementación</b></p>				<p><b>Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento</b></p>
<p>Se ejecutará la cosecha en el momento y plazos necesarios para lograr una producción total de no más de 4.361 toneladas en el ciclo productivo 2023/2025.</p>			<p>Declaración jurada de siembra.</p>	
<p>Para lograr este objetivo, se considera la siembra ya iniciada en abril de 2023 y que se estima la cosecha finalizará en febrero de 2025. El plazo de finalización será revisado periódicamente y ajustado según la evolución y crecimiento de los peces, de modo de lograr el objetivo propuesto.</p>			<p><b>Reporte final</b></p>	
<p>La clasificación de esta acción como acción en ejecución considera que la siembra relativa al CES Desembocadura Gajardo ya fue ejecutada en abril de 2023, por lo que el ciclo productivo en el cual se verificará la presente acción ya fue iniciado.</p>			<p>Reporte que consolide en forma metódica la información sobre: 1. Detalle de mortalidad informado en SIFA; y 2. Cosecha efectiva informada por planta en sistema Trazabilidad.</p>	<p>N/A</p>

## 2.2.3 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	(en miles de \$)	(indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
2	<b>Acción</b>	<u>Fecha de inicio:</u> noviembre 2024.  <u>Fecha de término:</u> mayo 2025.	Elaborar y difundir un protocolo de control de biomasa, en el plazo comprometido.	<b>Reportes de avance</b>	Costo interno	<b>Impedimentos</b>
	Elaboración y difusión de protocolo de control de producción para el CES Desembocadura Gajardo, para asegurar el cumplimiento de la acción correspondiente a la Acción N°1 y el cumplimiento normativo aplicable a la producción del mismo.			Texto del protocolo definitivo; correos electrónicos de difusión y registro de reunión en las que se dé a conocer.		Que alguna de las personas que deben elaborar y difundir el protocolo, no puedan hacerlo dentro del plazo comprometido por razones personales justificadas, no imputables a Cermaq tales como acto de autoridad, enfermedad (al menos con justificación de profesional idóneo) o problemas personales o familiares acreditados.
	<b>Forma de Implementación</b>			<b>Reporte final</b>		<b>Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento</b>

	<p>Se difundirá el protocolo para el control de la producción adjunta a esta propuesta, con el objeto de prevenir y evitar superaciones del límite de producción del CES.</p> <p>Este procedimiento será difundido al Gerente de Producción de Agua de Mar de la Región correspondiente de Cermaq y personal del departamento de Control y Planificación de la empresa, mediante su envío por correo electrónico, con sesiones de difusión.</p>			<p>Reporte consolidado de control de producción al mes anterior al de término de la acción, en el cual se presentará versión final visada por los encargados de su elaboración dentro de Cermaq; los medios de verificación de su difusión, que no hayan sido acompañados en reportes de avance.</p>	<p>En el caso de ausencia justificada, Se gestionará y realizarán las acciones con aquellas personas que asuman las responsabilidades de dichos colaboradores.</p> <p>Se gestionará una reunión explicativa para aquellas personas que asumen las responsabilidades relacionadas con el protocolo.</p> <p>En el caso que persistan los impedimentos más allá del plazo de ejecución de la medida, se dará aviso a la SMA, a la oficina de partes, con el objeto de ampliar dicho plazo.</p>	
3	<b>Acción</b>	<p>Fecha de inicio: desde la notificación de la resolución que apruebe el programa de cumplimiento.</p> <p><u>Plazo de ejecución:</u> durante la ejecución del PDC hasta el respectivo reporte final de la última acción de más larga data.</p>	<p>Comprobante electrónico generado por el sistema digital en el que se implemente el SPDC.</p>	<b>Reportes de avance</b>	<p>Costo interno</p>	<b>Impedimentos</b>
	<p>Informar a la SMA los reportes y medios de verificación que acrediten la ejecución de las acciones comprendidas en el programa de cumplimiento a través de los sistemas digitales que se dispongan al efecto para implementar el SPDC.</p>			N/A		<p>Problemas exclusivamente técnicos que pudieren afectar el funcionamiento del sistema digital en el que se implemente el SPDC, y que impidan la correcta y oportuna entrega de los documentos correspondientes.</p>
	<b>Forma de implementación</b>			<b>Reporte final</b>		<b>Acción alternativa, implicancias y gestiones</b>

						<b>asociadas al impedimento</b>
	Dentro del plazo y según la frecuencia establecida en la resolución que apruebe el programa de cumplimiento, se accederá al sistema digital que se disponga para este efecto, y se cargará el programa de cumplimiento y la información relativa al reporte inicial, los reportes de avance o el informe final de cumplimiento, según se corresponda con las acciones reportadas, así como los medios de verificación para acreditar el cumplimiento de las acciones comprometidas. Una vez ingresados los reportes y/o medios de verificación, se conservará el comprobante electrónico generado por el sistema digital en el que se implemente el SPDC.			N/A		Se dará aviso inmediato a la SMA, vía correo electrónico, especificando los motivos técnicos por los cuales no fue posible cargar los documentos en el sistema digital en el que se implemente el SPDC, remitiendo comprobante del error o cualquier otro medio de prueba que acredite dicha situación. La entrega del reporte se realizará a más tardar el día siguiente hábil del vencimiento del plazo correspondiente, en la Oficina de Partes digital o física de la Superintendencia del Medio Ambiente.

## 2.2.4 ACCIONES ALTERNATIVAS

**Incluir todas las acciones que deban ser realizadas en caso de ocurrencia de un impedimento que imposibilite la ejecución de una acción principal.**

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(N° Identificador)	(a partir de la ocurrencia del impedimento)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	(en miles de \$)
4	Acción	2	5 días hábiles		Reportes de avance	Costo interno

	Se dará aviso a la SMA, a la oficina de partes, con el objeto de ampliar dicho plazo.			Mismos que la acción N° 2	N/A		
	<b>Forma de implementación</b>				<b>Reporte final</b>		
	Se dará aviso a la SMA, a la oficina de partes, con el objeto de ampliar dicho plazo.				Mismos que la acción N°2		
5	<b>Acción</b>	3	1 día hábil desde el vencimiento del plazo, para entregar los documentos en la Oficina de Partes de la SMA.	Dar aviso inmediato a la SMA con los motivos técnicos por los cuales no fue posible cargar los documentos en el sistema digital en el que se implemente el SPDC.	<b>Reportes de avance</b>	Costo interno	
	Dar aviso inmediato a la SMA con los motivos técnicos por los cuales no fue posible cargar los documentos en el sistema digital en el que se implemente el SPDC.				N/A		
	<b>Forma de implementación</b>				<b>Reporte final</b>		
	Comunicación, vía correo electrónico, especificando los motivos técnicos por los cuales no fue posible cargar los documentos en el sistema digital en el que se implemente el SPDC, remitiendo comprobante del error o cualquier otro medio de prueba que acredite dicha situación. La entrega del reporte se realizará a más tardar el día siguiente hábil al vencimiento del plazo correspondiente, en la Oficina de Partes de la Superintendencia del Medio Ambiente.				Correo electrónico enviado a Oficina de Partes de la SMA; y  Comprobante de entrega de los documentos en Oficina de Partes de la SMA.		



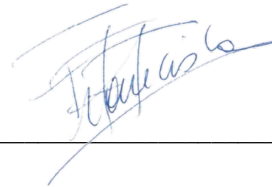
**COMPLETAR PARA LA TOTALIDAD DE LAS INFRACCIONES:**

<b>3. PLAN DE SEGUIMIENTO DEL PLAN DE ACCIONES Y METAS</b>		
<b>3.1 REPORTE INICIAL</b>		
<b>REPORTE ÚNICO DE ACCIONES EJECUTADAS Y EN EJECUCIÓN.</b>		
<b>PLAZO DEL REPORTE</b> (en días hábiles)	30	Días hábiles desde de la notificación de la aprobación del Programa.
<b>ACCIONES A REPORTAR</b> (N° identificador y acción)	<b>N° Identificador</b>	<b>Acción por reportar</b>
	1	Disminuir la producción en el ciclo productivo 2023/2025 en el CES Desembocadura Gajardo (RNA 120150) en 875 toneladas respecto de lo autorizado por su RCA (5.236 toneladas).
<b>3.2 REPORTES DE AVANCE</b>		
<b>REPORTE DE ACCIONES EN EJECUCIÓN Y POR EJECUTAR.</b>		
<b>TANTOS REPORTES COMO SE REQUIERAN DE ACUERDO A LAS CARÁCTERÍSTICAS DE LAS ACCIONES REPORTADAS Y SU DURACIÓN</b>		
<b>PERIODICIDAD DEL REPORTE</b> (Indicar periodicidad con una cruz)	Semanal	
	Bimensual (quincenal)	
	Mensual	
	Bimestral	
	Trimestral	
	Semestral	X
A partir de la notificación de aprobación del Programa. Los reportes serán remitidos a la SMA en la fecha límite definida por la frecuencia señalada. Estos reportes incluirán la información hasta una determinada fecha de corte comprendida dentro del periodo a reportar.		
<b>ACCIONES A REPORTAR</b>	<b>N° Identificador</b>	<b>Acción por reportar</b>

<b>(N° identificador y acción)</b>	1	Disminuir la producción en el ciclo productivo 2023/2025 en el CES Desembocadura Gajardo (RNA 120150) en 875 toneladas respecto de lo autorizado por su RCA (5.236 toneladas).
	2	Elaboración, difusión e implementación de protocolo de control de producción para el CES Desembocadura Gajardo, para asegurar el cumplimiento de la acción correspondiente a la Acción N°1 y el cumplimiento normativo aplicable a la producción del mismo.
<b>3.3 REPORTE FINAL</b>		
<b>REPORTE ÚNICO AL FINALIZAR LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA.</b>		
<b>PLAZO DE TÉRMINO DEL PROGRAMA CON ENTREGA DEL REPORTE FINAL</b>	<b>30</b>	<b>Días hábiles a partir de la finalización de la acción de más larga data.</b>
	<b>N° Identificador</b>	<b>Acción por reportar</b>
<b>ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)</b>	1	Disminuir la producción en el ciclo productivo 2023/2025 en el CES Desembocadura Gajardo (RNA 120150) en 875 toneladas respecto de lo autorizado por su RCA (5.236 toneladas).
	2	Elaboración, difusión e implementación de protocolo de control de producción para el CES Desembocadura Gajardo, para asegurar el cumplimiento de la acción correspondiente a la Acción N°1 y el cumplimiento normativo aplicable a la producción del mismo.

## 4. CRONOGRAMA

EJECUCIÓN ACCIONES	En Meses <input checked="" type="checkbox"/>					En Semanas <input type="checkbox"/>										Desde la aprobación del programa de cumplimiento										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
N° Identificador de la Acción																										
1					X																					
2					X																					
3					X																					
Reporte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Reporte inicial (N/A)	X																									
Reporte de avance						X																				
Reporte Final						X																				



Francisca Farías Fuenzalida  
pp. Cermaq Chile S.A.

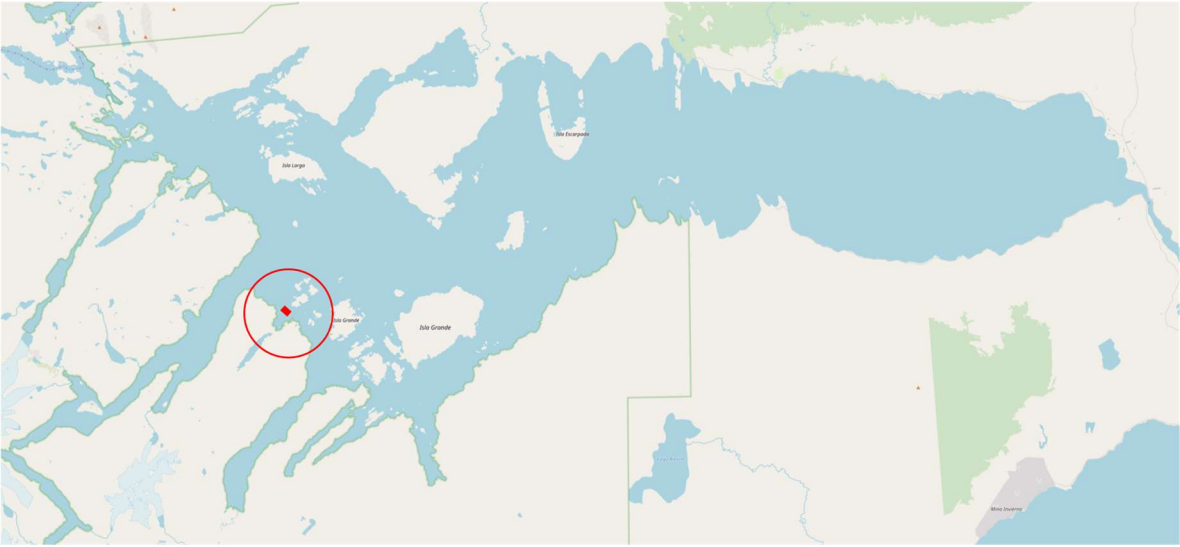
Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

# INFORME INTEGRADO DE ANÁLISIS DE EFECTOS AMBIENTALES

**Proyecto: “Centro de Engorda de Salmonideos Sector “Canal  
Contreras-SurOeste Isla Sin Nombre N° Pert 207121123””**

SOLICITANTE: CERMAQ CHILE S.A.

EJECUTOR: IA Consultores SpA.



Noviembre de 2024

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

## TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción .....	3
2	Análisis de Aportes Adicionales en la Columna .....	3
2.1	Análisis INFA y descripción del cuerpo de agua .....	4
2.2	Cuantificación de la emisión de nutrientes orgánicos e inorgánicos mediante balance de masas .....	7
2.2.1	Resultados .....	13
2.3	Análisis del aporte adicional en el consumo de oxígeno .....	20
2.3.1	Consumo por parte de los nutrientes .....	20
2.3.2	Consumo de oxígeno de la biomasa en cultivo .....	24
2.4	Análisis de efectos sobre otros componentes ambientales .....	26
2.5	Conclusiones .....	34
3	Análisis del Aporte Adicional en el Sedimento .....	40
3.1	Metodología y Supuestos .....	40
3.1.1	NewDepomod .....	40
3.1.2	Definición del Área de Influencia (AI) .....	47
3.2	Objetivos de la modelación .....	47
3.3	Datos de entrada del modelo de balance de masas .....	48
3.4	Descripción del área de estudio .....	51
3.4.1	Batimetría .....	51
3.4.2	Hidrodinámica del área modelada .....	52
3.5	Antecedentes de la modelación .....	52
3.5.1	Grilla de Modelación .....	52
3.5.2	Cálculo de los valores de flujo diario y flujo anual de carbono .....	53
3.6	Resultados .....	54
3.7	Análisis de efectos sobre otros componentes ambientales .....	56
3.8	Uso de antibióticos y antiparasitarios .....	57
3.9	Conclusiones .....	58
4	Anexos (adjuntos en formato digital) .....	63

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

## 1 Introducción

El presente análisis se realiza en el contexto de las observaciones efectuadas a la titular del CES “Desembocadura” (RNA 120150), CERMAQ CHILE S.A., por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante “SMA” o “Superintendencia”) en la RES. EX. N° 1 / ROL D-232-2024, en adelante Resolución N°1, en relación con lo indicado por la SMA sobre los potenciales efectos producidos en la columna de agua y sedimento, así como sobre la biota presente.

El presente informe consta de dos secciones principales. La primera se centra en identificar y analizar los aportes adicionales en la columna de agua producto de la producción adicional de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022, cada uno con su propia configuración, mediante el uso de un balance de masas. La segunda parte corresponde al análisis de los aportes adicionales en el sedimento, mediante el uso del modelo de sedimentación NewDepomod y análisis de información disponible. En ambas secciones se analiza también el aporte de un ciclo de producción reducida, junto con la comparación de un ciclo de producción autorizada de características equivalentes, y cómo su aporte diferencial serviría para hacerse cargo de los aportes adicionales de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022.

## 2 Análisis de Aportes Adicionales en la Columna

Con el fin de identificar y evaluar los aportes adicionales en la columna de agua, se realizó el presente análisis mediante balance de masas, cuyos objetivos buscan dar respuesta a lo siguiente:

1. Identificar el aporte de nutrientes tanto en el mes de máxima emisión de nutrientes como en el ciclo completo, durante los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022, objeto de la sobreproducción.
2. Comparar el aporte de nutrientes los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022 con el aporte de nutrientes de un ciclo productivo según máxima biomasa autorizada por RCA vigente para el CES Desembocadura (en adelante “ciclo biomasa autorizada”).
3. Analizar el aporte de nutrientes de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022 en relación con el diferencial entre el aporte de nutrientes de un ciclo productivo de producción

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

reducida mediante reducción de siembra del CES Desembocadura (en adelante “ciclo de producción reducida”) y un ciclo equivalente pero con biomasa autorizada.

4. Determinar el consumo de oxígeno de la biomasa en cultivo, los nutrientes y materia orgánica emitidos a la columna de agua y comparar el consumo de oxígeno de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022 y el ciclo según biomasa autorizada por RCA.

Para ello, el presente estudio cuenta con la siguiente batería de análisis:

- Monitoreos INFA realizados en 2018 y 2022.
- Descripción de los ciclos productivos a analizar.
- Cálculo de la emisión de nutrientes a la columna de agua mediante balance de masas, de acuerdo con lo descrito por Wang et. al., 2012<sup>1</sup>.
- Cálculo del consumo de oxígeno por oxidación de los nutrientes, según Boyle, et.al., (© 2016–2021 Global Aquaculture Alliance<sup>2</sup>)
- Cálculo del consumo de oxígeno por parte de la biomasa en cultivo, según Bergheim et.al., 1993<sup>3</sup>

Para efectos del presente análisis, se identifica y evalúa el aporte adicional de nutrientes orgánicos e inorgánicos a la columna de agua producto del ciclo de sobreproducción.

## 2.1 Análisis INFA y descripción del cuerpo de agua

En relación con las características oceanográficas del sector, se analizaron los perfiles de columna realizados en los INFA categoría 5 indicados a continuación (se adjuntan datos en **Anexo - Monitoreos INFA**)

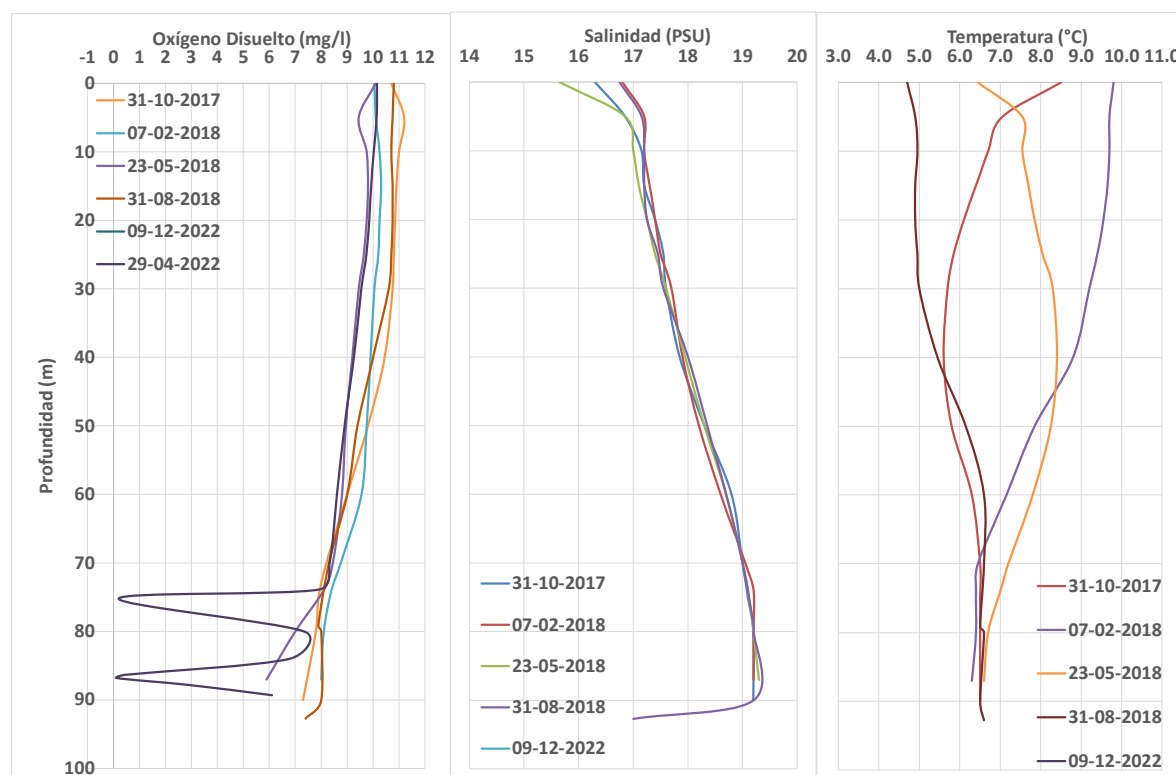
<sup>1</sup> Wang X., Olsen L.M., Reitan K.L., Olsen Y. Discharge of nutrient wastes from salmon farms: environmental effects, and potential for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquacult Environ Interact*. Vol. 2: 267–283, 2012.

<sup>2</sup> <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/understanding-oxygen-demand-aquafeeds>

<sup>3</sup> Bergheim, A., Forsberg, O.I., Sanni, S., (1993). Biological basis for landbased farming of Atlantic salmon: oxygen consumption. In: Reinertsen, Dahle, Jørgensen, Tvinnereim, (eds.), *Fish Farming Technology*, p. 289 95. A.A. Balkema, Rotterdam. ISBN 90 5410 326 4.

**Tabla 1.** Detalle de los monitoreos INFA realizados y analizados en el presente estudio.

	Resultado	Inicio monitoreo	fin monitoreo	N° monitoreos
INFA 2018	Aeróbico	31-10-2017	31-08-2018	4
INFA 2022	Anaeróbico	29-04-2022	29-04-2022	1
INFA 2022 Post Anaeróbica	Aeróbico	09-12-2022	09-12-2022	1



**Figura 1.** Perfiles de columna obtenidos en los monitoreos INFA realizados entre 2017 y 2022. Se muestran los valores promedio obtenidos de varias estaciones un una misma fecha.

A partir de los registros CTDO de la columna de agua realizados en los INFA, se puede observar una columna de agua de baja salinidad, manteniéndose en superficie entre 15.5 y 17 PSU aproximadamente, aumentando levemente con la profundidad hasta llegar a valores levemente superiores a los 19 PSU a partir de los 70 m. No se observa una variabilidad estacional definida.

Las concentraciones de oxígeno muestran mucha estabilidad estacional, con escasa variación a lo largo del año: se mantienen concentraciones elevadas de oxígeno disuelto, entre 9.5 y 11 mg/l entre superficie y los 30 m de profundidad, reduciéndose lentamente hacia el fondo hasta llegar a valores de entre 6 y 9 mg/l a los 90 m de profundidad.



Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

Del análisis del informe del INFA anaeróbico realizado en abril de 2022, cabe destacar que se obtuvieron 3 valores de oxígeno a nivel de fondo con concentraciones inferiores a 2.5 mgO<sub>2</sub>/l, específicamente en las estaciones 6, 7 y 8, a 75, 87 y 86 m de profundidad respectivamente. La ocurrencia de condiciones anaeróbicas en la columna de agua, a 1 m del fondo, se da únicamente en las 3 estaciones indicadas, mientras que en las otras 5 estaciones, pese a que las profundidades se mantienen entre 74 y 89 m de profundidad, las concentraciones de oxígeno a 1 m del fondo arrojan un promedio de 6.2 mgO<sub>2</sub>/l.

La temperatura en la columna de agua sí muestra un comportamiento altamente estacional, a diferencia de la salinidad y el oxígeno, con temperaturas máximas en verano, cercanas a los 10 °C en superficie y mínimas en invierno, con temperaturas cercanas a los 5 °C en el perfil de agosto de 2018. Con la profundidad, la temperatura tiende hacia los 6.5 °C, temperatura que es relativamente constante durante todo el año a partir de los 70 m de profundidad.

En cuanto a cumplimiento normativo, cabe destacar la presencia de un INFA anaeróbico, de abril de 2022, y el cumplimiento del INFA 2018 e INFA post anaeróbico de diciembre de 2022, según la normativa ambiental Res.Ex.3612/09, dado que las concentraciones de oxígeno a 1 m del fondo se mantienen siempre en valores superiores a 2.5 mg O<sub>2</sub>/l.

En cuanto al comportamiento hidrodinámico, éste se analizó con el objetivo de calcular una tasa de dilución de los nutrientes emitidos por el centro de cultivo en su mes de máxima emisión de nutrientes. Para ello, en primer lugar, se requiere conocer la velocidad promedio de la corriente en la zona de emisión de nutrientes, comprendida entre los 4 y los 20 m de profundidad. Utilizando la correntometría utilizada para las modelaciones NewDepomod realizada entre los días 28 de diciembre de 2020 y 07 de febrero de 2021, se calculó la velocidad promedio del período de medición en el rango de profundidades indicado, obteniéndose una velocidad promedio de 7.53 cm/s. Para más información ver en **Anexo - Correntometría Desembocadura**.

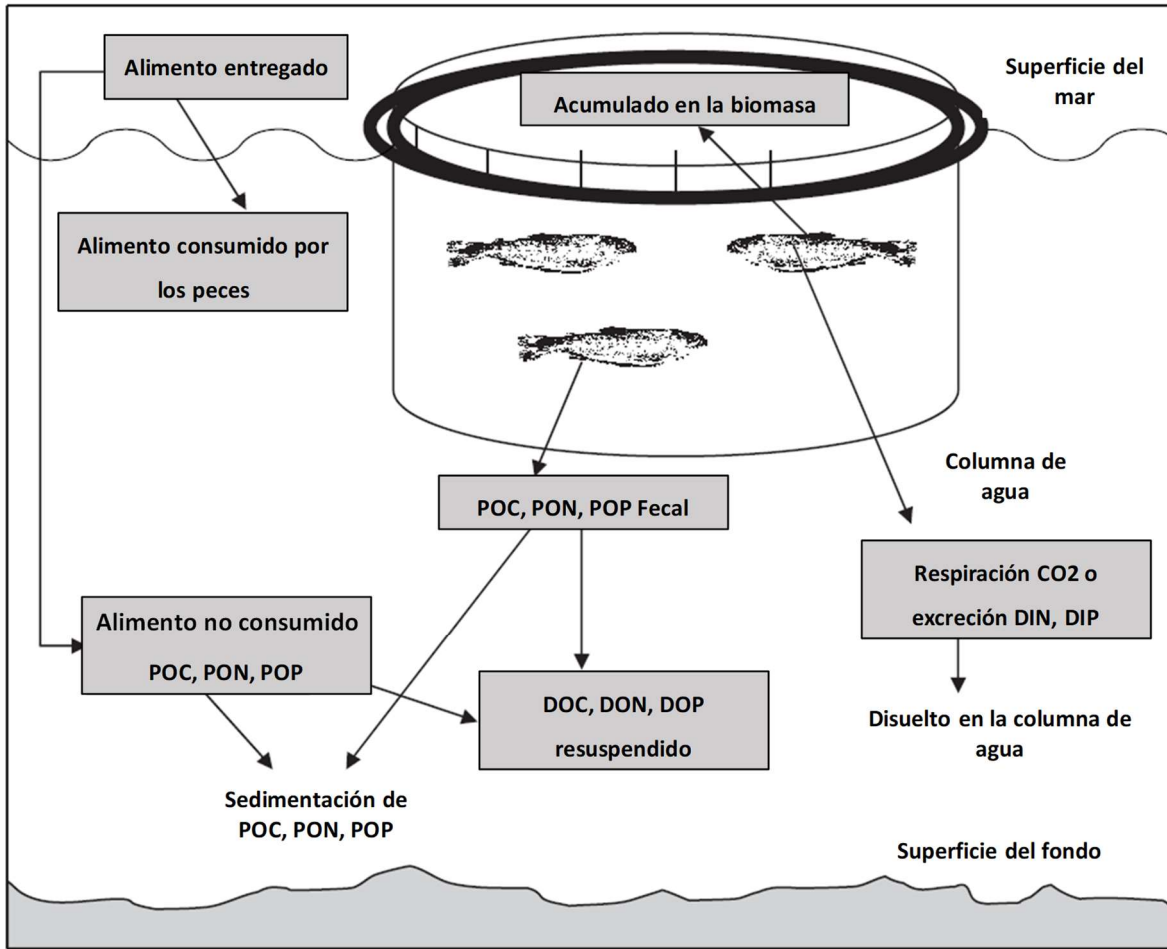
Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

## 2.2 Cuantificación de la emisión de nutrientes orgánicos e inorgánicos mediante balance de masas.

Según lo indicado por Wang et.al., 2012<sup>4</sup> la acuicultura libera a la columna de agua carbono (C), nitrógeno (N) y fósforo (P), ver Figura 2. El nitrógeno inorgánico disuelto, abreviado como DIN (N aportado por el amonio, NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) y el fósforo inorgánico disuelto, abreviado como DIP (P aportado por el fosfato, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), se liberan a través de la excreción, y el C inorgánico como CO<sub>2</sub> se libera a través de la respiración. Las partículas orgánicas del C, N y P, como el Carbono Orgánico Particulado (POC), el Nitrógeno Orgánico Particulado (PON) y el Fósforo Orgánico Particulado (POP), se liberan a través de la defecación y la pérdida de alimento. El C, N y P orgánicos disueltos, como el Carbono Orgánico Disuelto (DOC), el Nitrógeno Orgánico Disuelto (DON) y el Fósforo Orgánico Disuelto (DOP), se generan a través de la disolución de fracciones orgánicas de partículas de fecas y alimento procedentes tanto de la columna de agua como de las ya sedimentadas (Olsen y Olsen 2008<sup>5</sup>).

<sup>4</sup> Wang X., Olsen L.M., Reitan K.I., Olsen Y. Discharge of nutrient wastes from salmon farms: environmental effects, and potential for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquacult Environ Interact*. Vol. 2: 267–283, 2012.

<sup>5</sup> Olsen Y, Olsen LM (2008) Environmental impact of aquaculture on coastal planktonic ecosystems. In: Tsuka - moto K, Kawamura T, Takeuchi T, Beard TD Jr, Kaiser MJ (eds) *Fisheries for global welfare and environment*. Proc 5th World Fisheries Congress 2008, Terrapub, Tokyo, p 181–196.



**Figura 2.** El flujo y el destino de los nutrientes de un sistema de cultivo de salmón. El nitrógeno y el fósforo inorgánicos disueltos (DIN y DIP, respectivamente) se liberan a través de la excreción, y el carbono inorgánico (CO<sub>2</sub>) a través de la respiración. Las partículas orgánicas C, N y P (POC, PON y POP, respectivamente) se liberan a través de las heces y la pérdida de alimento. C, N y P orgánicos disueltos (DOC, DON y DOP, respectivamente) se resuspenden a partir de heces y partículas de alimento no consumidas. Figura traducida de Wang et al., 2012.

Las partículas fecales y el alimento no consumido se hunden rápidamente y podrían acumularse en los sedimentos del fondo marino (Cromeley et al. 2002<sup>6</sup>, Olsen & Olsen 2008, Nickell et al. 2009<sup>7</sup>) donde podrían ser consumidos por animales detritívoros. Las pequeñas partículas de desechos podrían permanecer en suspensión y luego ser consumidas por el zooplancton que se alimenta por filtración o por alimentadores visuales, como peces, en la

<sup>6</sup> Cromeley CJ, Nickell TD, Black KD (2002) DEPOMOD—modelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. *Aquaculture* 214: 211–239

<sup>7</sup> Cromeley CJ, Nickell TD, Treasurer J, Black KD, Inall M (2009) Modelling the impact of cod (*Gadus morhua* L.) farming in the marine environment—CODMOD. *Aquaculture* 289: 42–53

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

columna de agua, o por mejillones (Olsen & Olsen 2008, Troell et al. 2009). El DON y el DOP se disuelven del alimento y las partículas fecales, y pueden constituir moléculas pequeñas que contienen N y P como, por ejemplo, aminoácidos y nucleótidos, pero en su mayoría comprenden compuestos químicos complejos disueltos (<0.2  $\mu\text{M}$ ) que están disponibles para bacterias y para el fitoplancton en una escala de tiempo más larga (Palenik y Morel 1990<sup>8</sup>, Fan et al. 2003<sup>9</sup>, Stoecker & Gustafson 2003<sup>10</sup>).

En la Tabla N° 5 se muestran los resultados del balance de masas de emisión de desechos de Carbono (C), Nitrógeno (N) y Fósforo (F) biogénicos generados por el centro de cultivo, mediante la metodología de balance de masas descrita por Wang et.al., 2012. El balance de masas se calcula mediante los coeficientes indicados en la Tabla N° 2. Dado que la emisión de nutrientes consiste en un flujo, el cálculo es realizado con los valores productivos del mes de máxima emisión de nutrientes (condición más desfavorable). Los parámetros productivos mensuales se presentan en las Tabla N° 2 y 3.

<sup>8</sup> Palenik B, Morel FMM (1990) Amino-acid utilization by marine-phytoplankton: a novel mechanism. *Limnol Oceanogr* 35: 260–269.

<sup>9</sup> Fan CL, Glibert PM, Burkholder JM (2003) Characterization of the affinity for nitrogen, uptake kinetics, and environmental relationships for *Proocentrum minimum* in natural blooms and laboratory cultures. *Harmful Algae* 2: 283–299

<sup>10</sup> Stoecker DK, Gustafson DE Jr (2003) Cell-surface proteolytic activity of photosynthetic dinoflagellates. *Aquat Microb Ecol* 30: 175–183

**Tabla 2.** Coeficientes del modelo para el contenido de agua del alimento y los peces, la eficiencia de asimilación (EA) del carbono (C), nitrógeno (N) y fósforo (P) del alimento, el contenido de C, N y P en alimento y peces y la velocidad de lixiviación (es decir, fracción soluble) de materia fecal y de alimentación C, N y P. DW: peso seco; WW: peso húmedo (según Wang et. al., 2012). Se muestrean los cálculos sobre la emisión total de nutrientes.

Coeficientes	Ciclo biomasa autorizada escenario 2017	Ciclo 2017 – 2019	Ciclo biomasa autorizada escenario 2020	Ciclo 2020 – 2022	Ciclo biomasa autorizada escenario 2023	Ciclo reducción producción 2023 – 2024	Referencias
FCR	1.14	1.14	1.19	1.19	1.30	1.30	Información CERMAQ
Incremento biomasa / mes (Ton)	5236	5684.0	5236.0	5663.0	5236.0	4361.0	Información CERMAQ
Alimento entregado (Ton)	5,957	6466.8	6,255	6765.0	6806.8	5669.3	Información CERMAQ
Alimento no consumido	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	Morriey D., et.al, Niwa Report, 2011
Humedad en alimento (DW)	6.75%	6.75%	6.75%	6.75%	6.5%	6.5%	Información CERMAQ
Materia seca en peces (WW)	33.5%	33.5%	33.5%	33.5%	33.5%	33.5%	Talbot et al. (1986)
Eficiencia asimilación C (AE)	80%	80.0%	80%	80.0%	80.0%	80.0%	Cheshuk et al. (2003), Corner et al. (2006)
Contenido de C en alimento (DW)	53.5%	53.5%	52.6%	52.6%	52.0%	52.0%	Información CERMAQ
Contenido de C en el pez (DW)	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	Olsen & Olsen (2008)
Fracción soluble C en alimento y fecas (DW)	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	Chen et al. (2003)
Eficiencia asimilación N (AE)	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	T. Lea, Skretting AS
Contenido de N en alimento (DW)	7.2%	7.2%	7.2%	7.2%	7.2%	7.2%	pers. comm. Gillibrand et al. (2002),
Contenido de N en el pez (WW)	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	Mente et al. (2006)
Contenido de N en el pez (DW)	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	9.0%	Ackefors & Enell (1990),
Fracción soluble N en alimento y fecas (DW)	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	Davies & Slaski (2003)
Eficiencia asimilación P (AE)	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	Chen et al. (2003) Reid et al. (2009),
Contenido de P en alimento (DW)	0.8%	0.8%	0.9%	0.9%	0.85%	0.85%	Bureau et al. (2003) Petersen et al. (2005),
Contenido de P en el pez (WW)	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.40%	0.40%	Reid et al. (2009)
Contenido de P en el pez (DW)	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	1.19%	1.19%	Talbot et al. (1986)
Fracción soluble P en alimento y fecas (DW)	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%	Sugiura et al. (2006)

**Tabla 3.** Detalle del incremento mensual de biomasa y alimento mensual entregado, en toneladas, de los 6 ciclos modelados. Se resaltan en negro los valores de máximo incremento de biomasa y máxima cantidad de alimento entregado en un mes, correspondientes a la condición más desfavorable utilizada para la modelación de nutrientes de cada ciclo. Valores en Toneladas.

Mes	Ciclo biomasa autorizada escenario 2017			Ciclo 2017 – 2019			Ciclo biomasa autorizada escenario 2020			Ciclo 2020 – 2022			Ciclo biomasa autorizada escenario 2023			Ciclo reducción producción 2023 – 2024		
	Biomasa mensual	Incremento o biomasa	Alimento	Biomasa mensual	Incremento o biomasa	Alimento	Biomasa mensual	Incremento o biomasa	Alimento	Biomasa mensual	Incremento o biomasa	Alimento	Biomasa mensual	Incremento o biomasa	Alimento	Biomasa mensual	Incremento o biomasa	Alimento
1	36	-	1	39	-	1	24	-	2	26	-	2	192	48	67	160	40	55
2	103	68	20	112	74	22	103	80	26	112	86	29	249	59	81	208	49	67
3	162	59	47	176	64	51	223	121	50	241	130	54	310	62	85	258	52	71
4	234	71	59	254	78	64	302	80	77	327	86	83	384	77	105	320	64	87
5	317	83	72	344	90	78	432	130	130	467	140	141	469	88	120	391	73	100
6	396	79	76	430	86	82	583	152	157	631	164	169	569	103	141	474	86	117
7	475	78	76	515	85	83	809	226	236	875	245	255	678	113	153	564	94	128
8	532	61	61	577	66	66	1,167	360	351	1,262	389	380	804	130	177	669	109	148
9	635	100	105	689	109	114	1,648	483	487	1,782	523	527	944	145	197	786	121	164
10	783	148	153	850	161	166	2,214	569	575	2,395	615	622	1,093	155	210	910	129	175
11	926	143	146	1,005	155	159	2,741	531	<b>616</b>	2,964	575	<b>667</b>	1,262	177	239	1,051	147	199
12	1,172	247	248	1,272	268	269	3,349	<b>613</b>	610	3,622	<b>663</b>	660	1,441	187	252	1,200	156	210
13	1,575	403	404	1,709	438	438	3,843	497	603	4,156	537	653	1,642	211	284	1,367	175	236
14	2,129	556	568	2,311	604	616	4,276	439	539	4,625	475	583	1,860	229	308	1,549	191	256
15	2,603	476	501	2,826	516	544	<b>4,541</b>	423	573	<b>4,911</b>	457	619	2,072	223	297	1,725	186	248
16	3,191	<b>586</b>	<b>633</b>	3,464	<b>636</b>	<b>687</b>	4,260	266	453	4,607	288	490	2,315	256	343	1,927	213	285
17	3,612	422	464	3,921	458	504	2,758	73	303	2,983	79	327	2,575	275	367	2,144	229	306
18	4,005	394	440	4,347	427	478	1,316	29	186	1,424	32	201	2,864	305	406	2,384	254	338
19	<b>4,344</b>	343	390	4,716	373	423	1,222	154	139	1,322	167	151	3,161	315	418	2,632	262	349
20	4,353	339	400	<b>4,726</b>	368	435	704	34	91	761	37	98	3,488	347	461	2,904	289	384
21	3,343	125	279	3,629	135	303	-	-	49	-	-	53	3,835	369	490	3,193	308	408
22	2,514	-18	265	2,729	-20	287	-	-	-	-	-	-	4,191	379	501	3,489	316	417
23	1,717	62	181	1,863	67	196	-	-	-	-	-	-	4,579	415	548	3,813	346	456
24	1,146	177	167	1,244	192	182	-	-	-	-	-	-	<b>4,976</b>	<b>424</b>	<b>558</b>	<b>4,143</b>	<b>353</b>	<b>465</b>
25	1,019	32	104	1,107	35	112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	1,030	22	83	1,118	23	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-139	15	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

De la tabla anterior se desprenden los valores más desfavorables de entrega de alimento y biomasa de cada ciclo. Los valores identificados de alimento entregado e incremento de biomasa son los utilizados en las evaluaciones de efectos, por ser la peor condición. Se entrega también la información de emisión mensual de los 6 ciclos.

A continuación, se detalla la secuencia de ecuaciones utilizadas para el cálculo y los resultados obtenidos más adelante:

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1) Balance de masas de C, N y P en peces:               | $I = A + F = G + E + F$         |
| Siendo:   |                                 |
| I   | Consumo de alimento (DW)        |
| A   | Alimento asimilado (DW)         |
| F   | defecación (DW)                 |
| G   | Crecimiento (DW)                |
| E   | excreción (DW)                  |
| 2) Eficiencia de asimilación AE (=eficiencia digestiva) | $AE = A / I$                    |
| 3) Excreción de Nutrientes (E)                          | $E = A - G = (I \times AE) - G$ |
| 4) Emisión de Fecas (F)                                 | $F = I - A = I \times (1 - AE)$ |

**Respecto del tiempo de permanencia de los nutrientes aportados a la columna de agua**, se requiere para calcularlo de un complejo modelo biogeoquímico que permita incluir una gran cantidad de procesos tanto químicos como biológicos. Una modelación de este tipo fue desarrollada por la presente consultora en la simulación de las emisiones de compuestos orgánicos e inorgánicos de un ciclo productivo del centro de cultivo Isla Marta, en el contexto de una declaración de impacto ambiental (DIA). Como se puede observar en el informe de resultados, "Anexo 17\_Nutrientes en la Columna de Agua"<sup>11</sup>, página 35, las concentraciones más altas emitidas, que se encuentran dentro del centro o en su cercanía inmediata, generan una pluma en que las concentraciones decaen rápidamente, lo que está asociado a la dispersión, dilución y transformación biogeoquímica de esos compuestos orgánicos (lixiviados) e inorgánicos (nutrientes). Este decaimiento demora un máximo de 1,5 días hasta llegar a concentraciones cercanas a cero. **Es por este motivo que, para el**

<sup>11</sup> [https://seia.sea.gob.cl/elementosFisicos/enviados.php?id\\_documento=2162766950](https://seia.sea.gob.cl/elementosFisicos/enviados.php?id_documento=2162766950)

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

análisis de efectos, la peor condición se concentra en el mes de máxima emisión, y no en la acumulación de meses previos.

## 2.2.1 Resultados

### Emisión total de nutrientes

En las siguientes tablas se muestran los valores base de cálculo (Tabla N°4) y resultados (Tabla N°5) de las emisiones totales de los 6 ciclos.

**Tabla 4.** Se detalla en toneladas peso seco (DW) los resultados de alimento no consumido (A), crecimiento (G) y alimento consumido (I). Valores totales de los 6 ciclos de cultivo.

	Ciclo biomasa autorizada escenario 2017	Ciclo 2017 – 2019	Ciclo biomasa autorizada escenario 2020	Ciclo 2020 – 2022	Ciclo biomasa autorizada escenario 2023	Ciclo reducción producción 2023 – 2024
Biomasa	5,236.0	5,684.0	5,236.0	5,663.0	5,236.0	4,361.0
Alimento entregado	5,957.1	6,466.8	6,254.9	6,765.0	6,806.8	5,669.3
Alimento consumido	5,927.3	6,434.5	6,223.6	6,731.2	6,772.8	5,641.0
Alimento no consumido (A)	27.8	30.2	29.2	31.5	31.8	26.5
Crecimiento (G)	1,754.1	1,904.1	1,754.1	1,897.1	1,754.1	1,460.9
Consumo de alimento (I)	5,527.2	6,000.1	5,803.5	6,276.8	6,332.5	5,274.3
<b>Diferencial de biomasa producida</b>		<b>448.00</b>		<b>427.00</b>		<b>-875.00</b>
<b>Diferencial de alimento entregado</b>		<b>509.70</b>		<b>510.09</b>		<b>-1,137.50</b>
<b>Diferencial de alimento consumido</b>		<b>507.15</b>		<b>507.54</b>		<b>-1,131.81</b>

De la tabla anterior, se puede destacar que la sumatoria de aportes adicionales de los dos ciclos de sobreproducción, 2017 – 2019 y 2020 – 2022, corresponde a 875 Ton (448 + 427 Ton). Mientras que el ciclo de reducción de producción 2023 – 2024 produce 875 Ton menos que su respectivo ciclo de biomasa autorizada, escenario 2023.

En cuanto al alimento entregado y alimento consumido, se da una situación similar, en la que el diferencial generado entre el ciclo de reducción de producción 2023 respecto del ciclo de biomasa autorizada 2023, es mayor que la suma de los aportes adicionales de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022.



**Tabla 5.** Resultados del balance de masas. Se detallan la excreción de C, N y P mediante excreción y emisión de fecas a partir de las cargas de C, N y P entregadas mediante el alimento. Excreción: CO2 eliminado en la respiración; DIN es liberado mediante amonio (NH3) por las branquias; DIP es liberado como fosfato (PO4 3-) por la orina. Valores en toneladas acumuladas de cada ciclo.

	Contenido C, N, F	Abrev	Ciclo biomasa autorizada escenario 2017		Ciclo 2017 – 2019		Ciclo biomasa autorizada escenario 2020		Ciclo 2020 – 2022		Ciclo biomasa autorizada escenario 2023		Ciclo reducción producción 2023 – 2024		Destino
			Ton	%	Ton	%	Ton	%	Ton	%	Ton	%	Ton	%	
Alimento entregado	Carbono		2,971.9	100%	3,226.2	100%	3,068.0	100%	3,318.2	100%	3,308.8	100%	2,755.9	100%	---
	Nitrógeno		400.0	100%	434.2	100%	420.0	100%	454.2	100%	458.2	100%	381.7	100%	---
	Fósforo		44.4	100%	48.2	100%	52.5	100%	56.8	100%	54.1	100%	45.1	100%	---
Biomasa	Carbono		877.0	30%	952.1	30%	877.0	29%	948.6	29%	877.0	27%	730.5	27%	---
	Nitrógeno		157.1	39%	170.5	39%	157.1	37%	169.9	37%	157.1	34%	130.8	34%	---
	Fósforo		20.9	47%	22.7	47%	20.9	40%	22.7	40%	20.9	39%	17.4	39%	---
Excreción	Carbono	CO2	1,488.6	50%	1,616.0	50%	1,565.1	51%	1,692.7	51%	1,756.8	53%	1,463.2	53%	colum. y atm.
	Nitrógeno	DIN	181.2	45%	196.7	45%	198.1	47%	214.3	47%	230.5	50%	192.0	50%	colum.
	Fósforo	DIP	1.2	3%	1.3	3%	5.2	10%	5.6	10%	6.0	11%	5.0	11%	colum.
Alimento no consumido + fecas	Carbono	POC	515.3	17%	559.4	17%	532.0	17%	575.4	17%	573.8	17%	477.9	17%	sedim.
	Nitrógeno	PON	52.4	13%	56.9	13%	55.1	13%	59.6	13%	60.1	13%	50.0	13%	sedim.
	Fósforo	POP	19.0	43%	20.6	43%	22.4	43%	24.3	43%	23.1	43%	19.2	43%	sedim.
Lixiviado de fecas y alimento	Carbono	DOC	90.9	3%	98.7	3%	93.9	3%	101.5	3%	101.3	3%	84.3	3%	colum.
	Nitrógeno	DON	9.3	2%	10.0	2%	9.7	2%	10.5	2%	10.6	2%	8.8	2%	colum.
	Fósforo	DOP	3.3	8%	3.6	8%	4.0	8%	4.3	8%	4.1	8%	3.4	8%	colum.

En relación con la cuantificación de las emisiones de N, P y C inorgánicos, del 100% del C, N y P entregados mediante el alimento, el balance de masas realizado arroja que entre un 50% y un 53% del C es excretado como CO<sub>2</sub> durante la respiración de los peces, mientras que entre un 45% y un 50% del N es excretado como amonio (NH<sub>3</sub>) a través de las branquias (DIN) de éstos. En cuanto al fósforo, entre un 3% y un 11% es excretado como fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) a través de la orina (DIP). Adicionalmente el proceso de lixiviación de las fecas y alimento aporta con carbono, nitrógeno y fósforo orgánicos disueltos, con un 3%, 2% y 8% respectivamente, del total de estos elementos ingresados mediante el alimento.

### **Emisión de nutrientes en el mes de máxima biomasa**

Se muestran a continuación los datos correspondientes al mes de máxima emisión de nutrientes, la máxima entrega de alimento y el máximo incremento de biomasa (crecimiento) de cada uno de los ciclos. Ello teniendo en cuenta que éste es el peor escenario para el análisis de efectos.

**Tabla 6.** Información en toneladas, valores son mensuales. En el caso de los resultados de alimento no consumido (A), crecimiento (G) y alimento consumido (I), los valores son en toneladas peso seco (DW).

	Ciclo biomasa autorizada escenario 2017	Ciclo 2017 – 2019	Ciclo biomasa autorizada escenario 2020	Ciclo 2020 – 2022	Ciclo biomasa autorizada escenario 2023	Ciclo reducción producción 2023 – 2024
Biomasa	585.7	635.8	612.7	657.3	424.3	353.4
Alimento entregado	632.7	686.8	616.4	666.7	558.1	464.9
Alimento consumido	629.5	683.4	613.3	663.3	555.3	462.6
Alimento no consumido (A)	2.9	3.2	2.9	3.1	2.6	2.2
Crecimiento (G)	196.2	213.0	205.3	220.2	142.1	118.4
Consumo de alimento (I)	587.0	637.3	571.9	618.6	519.2	432.5

**Tabla 7.** Se detallan los valores de excreción de C, N y P calculados a partir de las cargas de C, N y P entregadas mediante el alimento. Excreción: CO2 eliminado en la respiración; DIN es liberado mediante amonio (NH3) por las branquias; DIP es liberado como fosfato (PO4 3-) por la orina. Valores en toneladas mensuales.

	Contenido C, N, F	Abrev	Ciclo biomasa autorizada escenario 2017		Ciclo 2017 – 2019		Ciclo biomasa autorizada escenario 2020		Ciclo 2020 – 2022		Ciclo biomasa autorizada escenario 2023		Ciclo reducción producción 2023 – 2024		Destino
			Ton	%	Ton	%	Ton	%	Ton	%	Ton	%	Ton	%	
Alimento entregado	Carbono		315.6	100%	342.7	100%	302.3	100%	327.0	100%	271.3	100%	226.0	100%	---
	Nitrógeno		42.5	100%	46.1	100%	41.4	100%	44.8	100%	37.6	100%	31.3	100%	---
	Fósforo		4.7	100%	5.1	100%	5.2	100%	5.6	100%	4.4	100%	3.7	100%	---
Biomasa	Carbono		98.1	31%	106.5	31%	102.6	34%	110.1	34%	71.1	26%	59.2	26%	---
	Nitrógeno		17.6	41%	19.1	41%	18.4	44%	19.7	44%	12.7	34%	10.6	34%	---
	Fósforo		2.3	50%	2.5	50%	2.5	47%	2.6	47%	1.7	38%	1.4	38%	---
Excreción	Carbono	CO2	153.2	49%	166.3	49%	138.0	46%	150.2	46%	144.9	53%	120.7	53%	colum. y atm.
	Nitrógeno	DIN	18.4	43%	19.9	43%	16.6	40%	18.1	41%	19.0	51%	15.9	51%	colum.
	Fósforo	DIP	0.0	0%	0.0	0%	0.1	2%	0.2	3%	0.5	11%	0.4	11%	colum.
Alimento no consumido + fecas	Carbono	POC	54.7	17%	59.4	17%	52.4	17%	56.7	17%	47.0	17%	39.2	17%	sedim.
	Nitrógeno	PON	5.6	13%	6.0	13%	5.4	13%	5.9	13%	4.9	13%	4.1	13%	sedim.
	Fósforo	POP	2.0	43%	2.2	43%	2.2	43%	2.4	43%	1.9	43%	1.6	43%	sedim.
Lixiviado de fecas y alimento	Carbono	DOC	9.7	3%	10.5	3%	9.3	3%	10.0	3%	8.3	3%	6.9	3%	colum.
	Nitrógeno	DON	1.0	2%	1.1	2%	1.0	2%	1.0	2%	0.9	2%	0.7	2%	colum.
	Fósforo	DOP	0.4	8%	0.4	8%	0.4	8%	0.4	8%	0.3	8%	0.3	8%	colum.

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

En relación con la cuantificación de las emisiones de N, P y C inorgánicos, del 100% del C, N y P entregados mediante el alimento, el balance de masas realizado arroja que entre un 49% y un 53% del C es excretado como CO<sub>2</sub> durante la respiración de los peces, mientras que entre un 43% y un 51% del N es excretado como amonio (NH<sub>3</sub>) a través de las branquias (DIN) de éstos. En cuanto al fósforo, entre un 2% y un 11% es excretado como fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) a través de la orina (DIP). Adicionalmente el proceso de lixiviación de las fecas y alimento aporta con carbono, nitrógeno y fósforo orgánicos disueltos, con un 3%, 2% y 8% respectivamente, del total de estos elementos ingresados mediante el alimento.

### **Concentración de nutrientes**

A partir de los volúmenes totales de nutrientes emitidos a lo largo del mes de máxima producción, se calcula a continuación la tasa de emisión de éstos, con el fin de obtener una aproximación a las concentraciones en mg/l que habrían sido aportadas al cuerpo de agua receptor.

Para el cálculo de las tasas de emisión se utilizó la velocidad promedio de la corriente en la capa superficial (4 - 20 m de profundidad), la que es de 7.53 cm/s y se calculó la velocidad de recambio del agua en el volumen del centro de cultivo. Conociendo este valor, es posible calcular la cantidad de litros por unidad de tiempo que atravesarían el centro de cultivo, y de esta manera obtener una concentración promedio de los nutrientes que emitió. Con el fin de asumir la condición más desfavorable, se minimizó al máximo la velocidad de recambio al asumir que la corriente siempre se mueve a lo largo del eje más largo del centro de cultivo. Por lo tanto, dado el volumen del centro de cultivo y la corriente paralela a éste, se calcularon las concentraciones por unidad de volumen (m<sup>3</sup>) considerando que cada m<sup>3</sup> se desplaza a lo largo de todo el tren de jaulas, durante un período igual a la velocidad de recambio del volumen de agua del centro. Tiempo durante el cual se acumulan los nutrientes y carbono orgánico en cada m<sup>3</sup> antes de ser emitidos hacia el exterior del centro de cultivo.

Se detallan a continuación las ecuaciones de cálculo utilizadas:

- Tiempo de recambio del volumen de agua del centro = longitud del centro / velocidad promedio de la corriente (7.53 cm/s).

Nov-2024	<i>Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150</i>	<b>IA Consultores</b> Innovación Ambiental
	<i>Proyecto 24195</i>	

- Flujo de emisión = Volumen del centro / velocidad de recambio.
- Concentración de emisión de un nutriente o partícula = carga de nutriente o partículas generadas diariamente / flujo de agua emitido diariamente.

**Tabla 8.** Cálculo de la tasa de emisión de nutrientes inorgánicos y orgánicos en la columna de agua en el mes de máxima emisión de nutrientes, utilizando para ello los valores de emisión mensual de DIN, DIP, DOC, DON y DOP de la 0. Los aportes adicionales corresponden a la diferencia entre la emisión de los ciclos 2017 y 2020 con sus respectivos ciclos de biomasa autorizada. El aporte favorable corresponde a la diferencia entre lo aportado por el de producción reducida 2023 con su respectivo ciclo de biomasa autorizada.

Ítem	Unidad	Ciclo biomasa autorizada escenario 2017	Ciclo 2017 – 2019	Aporte adicional	Ciclo biomasa autorizada escenario 2020	Ciclo 2020 – 2022	Aporte adicional	Suma de aportes	Ciclo biomasa autorizada escenario 2023	Ciclo reducción producción 2023 – 2024	Aporte favorable
Longitud tren de jaulas	m	200	200	-	240	240	-		160	160	-
Volumen centro	m³	320,000	320,000	-	384,000	384,000	-		256,000	256,000	-
Velocidad promedio corriente superficial	cm / s	7.53	7.53	-	7.53	7.53	-		7.53	7.53	-
Tiempo de recambio volumen de un tren de jaulas	minutos	44.3	44.3	-	53.1	53.1	-		35.4	35.41	-
Flujo de emisión	m³ / min	7,229	7,229	-	7,229	7,229	-		7,229	7,228.80	-
Emisión de nitrógeno inorgánico disuelto	mg DIN / m³	58.78	63.81	<b>5.0</b>	53.22	58.08	<b>4.9</b>	<b>9.89</b>	61.00	50.82	<b>-10.18</b>
Emisión de fósforo inorgánico disuelto	mg DIP / m³	0.02	0.02	<b>0.0</b>	0.39	0.49	<b>0.1</b>	<b>0.10</b>	1.63	1.36	<b>-0.27</b>
Emisión de carbono orgánico disuelto	mg DOC / m³	30.93	33.58	<b>2.6</b>	29.63	32.04	<b>2.4</b>	<b>5.06</b>	26.59	22.15	<b>-4.44</b>
Emisión de nitrógeno orgánico disuelto	mg DON / m³	3.15	3.42	<b>0.3</b>	3.07	3.32	<b>0.3</b>	<b>0.52</b>	2.78	2.32	<b>-0.46</b>
Emisión de fósforo orgánico disuelto	mg DOP / m³	1.14	1.24	<b>0.1</b>	1.25	1.35	<b>0.1</b>	<b>0.20</b>	1.07	0.89	<b>-0.18</b>
<b>Totales</b>								<b>15.77</b>			<b>-15.54</b>

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

El máximo aporte de nutrientes inorgánicos y orgánicos a la columna de agua, en la condición más desfavorable, según lo descrito anteriormente, corresponde a los valores DIN, DIP, DOC, DON y DOP indicados en la Tabla N°7 mediante masa total mensual y en la Tabla N°8 mediante concentración.

**Cabe destacar que el ciclo de producción reducida 2023 logra generar un aporte favorable cercano al 100% de la suma de aportes adicionales emitidos por los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022.**

## 2.3 Análisis del aporte adicional en el consumo de oxígeno

### 2.3.1 Consumo por parte de los nutrientes

Según lo indicado por Boyle, et.al., (© 2016–2021 Global Aquaculture Alliance<sup>12</sup>) los componentes orgánicos e inorgánicos del alimento emitidos al medio ambiente son aquellos que no se encuentran en la biomasa en el momento de la cosecha y que no fueron retirados del sistema de cultivo durante el ciclo de producción (mortalidad, etc). El carbono orgánico es oxidado a dióxido de carbono por las especies de cultivo y los microorganismos que descomponen los alimentos y las heces no consumidas. Los animales de cultivo y los microorganismos también excretan amoníaco en el agua que es nitrificada a nitrato por ciertas bacterias.

La oxidación de la materia orgánica por las especies de cultivo y por las bacterias y otros organismos de descomposición es un proceso complejo que involucra la glucólisis y el ciclo de Krebs. Sin embargo, la demanda potencial de oxígeno de la materia orgánica en el alimento se puede calcular mediante la siguiente ecuación simple:



El carbono tiene un peso molecular de 12 y el peso molecular del oxígeno molecular (O<sub>2</sub>) es 32. Por lo tanto, se necesitan 2.67 (32/12) kg de oxígeno para oxidar un kilogramo de C orgánico.

<sup>12</sup> <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/understanding-oxygen-demand-aquafeeds>

El amoníaco del nitrógeno en el alimento se oxida mediante bacterias nitrificantes, reacción que se representa mediante la siguiente ecuación:



El peso molecular del nitrógeno es de 14, mientras que el peso molecular del oxígeno x2 (dos moléculas) es de 64. Por tanto, cada molécula de amoníaco oxidada a nitrato requiere dos moléculas de oxígeno molecular. Por lo tanto, cada kilogramo de nitrógeno amoniacal oxidado requiere 4.57 (64/14) kg de oxígeno molecular.

Teniendo en cuenta las bases de cálculo indicadas, y los valores de nutrientes ya calculados anteriormente, se calculan a continuación los respectivos consumos de oxígeno.

**Tabla 9.** Se muestra la demanda potencial de oxígeno necesaria para oxidar totalmente el flujo de amonio a nitrito y de carbono orgánico a CO<sub>2</sub>, emitidos por el centro de cultivo en el mes de máxima emisión. Se muestran también las constantes de degradación, las que permitirán calcular los tiempos necesarios para que sucedan los procesos de oxidación. Se indica como aporte adicional la diferencia en el consumo de oxígeno entre el ciclo de sobreproducción y el ciclo de biomasa autorizada. El aporte favorable corresponde a la diferencia entre lo aportado por el ciclo de biomasa autorizada y el ciclo de producción reducida.

		Concentración en el punto de emisión	Demanda potencial de oxígeno	Constante de degradación	
		mg/ m <sup>3</sup>	mg O <sub>2</sub> / l		
Ciclo biomasa autorizada escenario 2017	Amonio (NH <sub>3</sub> ) excretado por las branquias (DIN)	18.36	0.27	1.27	mg/m <sup>3</sup> /día (Kitidis, et.al., 2011)
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	30.93	0.08	0.15	K / día (Avimelech, et.al., 1995)
	Carbono Orgánico particulado (POC)	52.58	0.14	0.15	K / día (Avimelech, et.al., 1995)
Ciclo 2017 – 2019	Amonio (NH <sub>3</sub> ) excretado por las branquias (DIN)	19.93	0.29	1.27	mg/m <sup>3</sup> /día (Kitidis, et.al., 2011)
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	33.58	0.09	0.15	K / día (Avimelech, et.al., 1995)
	Carbono Orgánico particulado (POC)	57.08	0.15	0.15	K / día (Avimelech, et.al., 1995)
Aporte adicional	Amonio (NH <sub>3</sub> ) excretado por las branquias (DIN)	<b>1.57</b>	<b>0.02</b>		
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	<b>2.65</b>	<b>0.01</b>		
	Carbono Orgánico particulado (POC)	<b>4.50</b>	<b>0.01</b>		
Ciclo biomasa autorizada escenario 2020	Amonio (NH <sub>3</sub> ) excretado por las branquias (DIN)	16.62	0.24	1.27	mg/m <sup>3</sup> /día (Kitidis, et.al., 2011)
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	29.63	0.08	0.15	K / día (Avimelech, et.al., 1995)
	Carbono Orgánico particulado (POC)	50.36	0.13	0.15	K / día (Avimelech, et.al., 1995)
Ciclo 2020 – 2022	Amonio (NH <sub>3</sub> ) excretado por las branquias (DIN)	18.14	0.27	1.27	mg/m <sup>3</sup> /día (Kitidis, et.al., 2011)
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	32.04	0.09	0.15	K / día (Avimelech, et.al., 1995)



Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150		IA Consultores Innovación Ambiental	
	Proyecto 24195			

	Carbono Orgánico particulado (POC)	54.47	0.15	0.15	K / día	(Avimelech, et.al., 1995)
Aporte adicional	Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)	<b>1.52</b>	<b>0.02</b>			
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	<b>2.42</b>	<b>0.01</b>			
	Carbono Orgánico particulado (POC)	<b>4.11</b>	<b>0.01</b>			
Suma de aportes	Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)	<b>3.09</b>	<b>0.05</b>			
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	<b>5.06</b>	<b>0.01</b>			
	Carbono Orgánico particulado (POC)	<b>8.61</b>	<b>0.02</b>			
Ciclo biomasa autorizada escenario 2023	Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)	19.05	0.28	1.27	mg/m3/día	(Kitidis, et.al., 2011)
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	26.59	0.07	0.15	K / día	(Avimelech, et.al., 1995)
	Carbono Orgánico particulado (POC)	45.19	0.12	0.15	K / día	(Avimelech, et.al., 1995)
Ciclo reducción producción 2023 – 2024	Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)	15.87	0.23	1.27	mg/m3/día	(Kitidis, et.al., 2011)
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	22.15	0.06	0.15	K / día	(Avimelech, et.al., 1995)
	Carbono Orgánico particulado (POC)	37.65	0.10	0.15	K / día	(Avimelech, et.al., 1995)
Aporte favorable	Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)	<b>-3.18</b>	<b>-0.05</b>			
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	<b>-4.44</b>	<b>-0.01</b>			
	Carbono Orgánico particulado (POC)	<b>-7.55</b>	<b>-0.02</b>			

Cabe destacar que la demanda potencial de oxígeno para la degradación de los nutrientes aportados a la columna de agua es mínima en los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022, con un valor máximo combinado (suma de aportes) de 0,05 mg O<sub>2</sub>/l en el caso de la emisión de amonio. A su vez, el aporte adicional combinado de ambos ciclos suma en total 0.05 + 0.01 + 0.02 = 0.08 mg O<sub>2</sub>/l. Es decir, **el aporte adicional de nutrientes al medio por parte de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022, requiere de apenas 0.08 mg O<sub>2</sub>/l para ser oxidado.**

**En cuanto al ciclo de producción reducida, éste logra generar un aporte favorable de por lo menos un 100% del aporte adicional producido por el aporte combinado de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022, constatándose que genera un aporte favorable suficiente para hacerse cargo de ambas sobreproducciones.**

Dadas las constantes de degradación indicadas en la tabla anterior y el cálculo de demanda total de oxígeno, a continuación, se muestran los resultados de demanda diaria de oxígeno

y tiempos requeridos para la oxidación total del amonio y carbono orgánico emitidos por el centro, en el mes de máxima emisión de nutrientes (Tabla N°10).

**Tabla 10.** A partir de las constantes de degradación se obtiene la demanda diaria de O2 para cada componente y la demanda total diaria por litro. Se utiliza la tasa de difusión de oxígeno atmosférico al agua de mar, calculada por Waldichuk, M, 1975<sup>13</sup> para estimar el tiempo de recuperación del oxígeno utilizado en la degradación del amonio y el carbono orgánico. Los valores de aporte adicional corresponden a la diferencia entre los valores del ciclo de sobreproducción y el ciclo de biomasa autorizada. Los valores de Aporte favorable corresponden a la diferencia entre el Ciclo de producción reducida y el de biomasa autorizada.

			Demanda diaria de O2 mg O2/l/día	Demanda total diaria mg O2/l/día	Tasa de difusión de O2 atm-agua mg O2/l/día	Tiempo de recuperación minutos
Ciclo autorizada escenario 2017	biomasa	Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)	0.0058			
		Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	0.0124	0.0392	2.4	23.5
		Carbono Orgánico particulado (POC)	0.0211			
Ciclo 2017 – 2019		Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)	0.0058			
		Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	0.0134	0.0421	2.4	25.3
		Carbono Orgánico particulado (POC)	0.0229			
Aporte adicional		Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)	0.0E+00			
		Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	1.1E-03	<b>0.0029</b>		<b>1.65</b>
		Carbono Orgánico particulado (POC)	1.8E-03			
Ciclo autorizada escenario 2020	biomasa	Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)	0.0058			
		Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	0.0119	0.0378	2.4	22.7
		Carbono Orgánico particulado (POC)	0.0202			
Ciclo 2020 – 2022		Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)	0.0058			
		Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	0.0128	0.0404	2.4	24.3
		Carbono Orgánico particulado (POC)	0.0218			
Aporte adicional		Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)	0.0000			
		Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	0.0010	<b>0.0026</b>		<b>1.65</b>
		Carbono Orgánico particulado (POC)	0.0016			
<b>Suma de aportes</b>		<b>Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)</b>	<b>0.0000</b>			
		<b>Carbono Orgánico Disuelto (DOC)</b>	<b>0.0020</b>	<b>0.0055</b>		<b>3.29</b>
		<b>Carbono Orgánico particulado (POC)</b>	<b>0.0034</b>			
Ciclo autorizada escenario 2023	biomasa	Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)	0.0058			
		Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	0.0106	0.0345	2.4	20.7
		Carbono Orgánico particulado (POC)	0.0181			
		Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)	0.0058			

<sup>13</sup> Waldichuk, M. Diffusion of oxygen into still sea water. OCEAN 75 Conference, 1975, pp. 907-912

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150		IA Consultores Innovación Ambiental	
	Proyecto 24195			

Ciclo producción 2023 – 2024	reducción	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	0.0089	0.0297	2.4	17.8
		Carbono Orgánico particulado (POC)	0.0151			
Aporte favorable		<b>Amonio (NH3) excretado por las branquias (DIN)</b>	<b>0.0000</b>			
		Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	<b>-0.0018</b>	<b>-0.0048</b>		<b>-2.88</b>
		Carbono Orgánico particulado (POC)	<b>-0.0030</b>			

Los cálculos realizados en el mes de máxima emisión permiten de forma aproximada establecer que la suma de aportes adicionales de amonio y carbono de ambos ciclos de sobreproducción genera una demanda de oxígeno combinada muy baja, con un valor combinado de 0.0055 mg O<sub>2</sub>/l/día. Se trata de una demanda adicional diaria 3 órdenes de magnitud inferior a la velocidad diaria de difusión molecular de oxígeno atmosférico hacia la capa superficial de la columna de agua, lo que permite inferir que no existirá una reducción en la concentración de oxígeno en la columna de agua producto de la oxidación de los componentes analizados. El aporte favorable del ciclo de reducción de producción además genera una reducción en la demanda de oxígeno muy cercana al aporte combinado, con 0.0048 mgO<sub>2</sub>/l/día.

### 2.3.2 Consumo de oxígeno de la biomasa en cultivo

Para el cálculo del consumo de oxígeno se utilizó la ecuación propuesta por Bergheim et.al., 1993<sup>14</sup>, para un rango de temperaturas de 7 a 10 °C, la que se detalla a continuación:

$$\text{Consumo O}_2 \text{ promedio} = 7,76 \cdot W^{-0,31} \cdot 10^{0,015C}$$

Siendo: W = peso promedio (g)  
C = velocidad de la corriente (cm/s)

Para el cálculo de consumo de oxígeno por parte de la biomasa en cultivo, se utilizó la biomasa presente en el mes de máxima biomasa del centro en cada ciclo (ver Tabla N°3).

<sup>14</sup> Bergheim, A., Forsberg, O.I., Sanni, S., (1993). Biological basis for landbased farming of Atlantic salmon: oxygen consumption. In: Reinertsen, Dahle, Jørgensen, Tvinnereim, (eds.), Fish Farming Technology, p. 289 95. A.A. Balkema, Rotterdam. ISBN 90 5410 326 4.

**Tabla 11.** A partir de la ecuación de consumo de oxígeno del salmón, se calcula el consumo de oxígeno por litro, teniendo en cuenta para ello el mes de máximo flujo de emisión del centro (ver Tabla N°2). Finalmente se calcula el tiempo de recuperación del oxígeno consumido por la biomasa, utilizando para ello tasa de difusión de oxígeno atmosférico al agua de mar calculada por Waldichuk, M, 197

		Ciclo biomasa autorizada escenario 2017	Ciclo 2017 – 2019	Aporte adicional	Ciclo biomasa autorizada escenario 2020	Ciclo 2020 – 2022	Aporte adicional	Suma de aportes	Ciclo reducción producción 2023 – 2024	Ciclo biomasa autorizada escenario 2023	Aporte favorable
Peso promedio	gr	7,976	7,976		6,896	6,896			4,700	4,700	
Máxima biomasa mensual	Ton	4,353	4,726		4,541	4,911			4,976	4,143	
Velocidad promedio corriente	cm/s	7.53	7.53		7.53	7.53			7.53	7.53	
Temperatura promedio	°C	8.0	8.0		8.0	8.0			8.00	8.00	
Tasa Consumo de oxígeno / kg de pez / min	mg O2/Kg/min	0.62	0.62		0.65	0.65			0.73	0.73	
Densidad cultivo	Kg/m3	13.60	14.77		11.82	12.79			19.44	16.18	
Tasa de consumo por m3	mg O2/m3/min	8.45	9.17	0.72	7.68	8.31	0.63	<b>1.35</b>	14.23	11.84	<b>-2.38</b>
Consumo O2 / l	mg O2/l	0.37	0.41	0.03	0.41	0.44	0.03	<b>0.07</b>	0.50	0.42	<b>-0.08</b>
Tiempo de recuperación	horas	3.74	4.06	0.32	4.08	4.42	0.33	<b>0.65</b>	5.04	4.19	<b>-0.84</b>

Las tasas de consumo de oxígeno por unidad de volumen (mg O<sub>2</sub>/l) son altamente dependientes del tamaño de los peces y la densidad de cultivo, así como de las proporciones y ubicación de los trenes de jaulas respecto de la corriente principal. En este caso la suma de aportes adicionales por parte de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022 sobre la columna de agua, es de 0.07 mg O<sub>2</sub>/l, mientras que el aporte favorable que se obtiene del ciclo de producción reducida es de -0.08 mg O<sub>2</sub>/l, por lo que **el ciclo de producción reducida genera un nivel de aporte favorable que logra hacerse cargo del efecto combinado de los dos ciclos de sobreproducción.**

Es importante además considerar que los cálculos presentados asumen la peor condición no solo de biomasa, sino también de corriente, ya que se está considerando que ésta es paralela al tren de jaulas, lo que implica el máximo tiempo de recambio de agua posible. También es importante tener en cuenta que los cálculos realizados son la peor condición, dado que no se está aplicando ningún factor de dispersión ni dilución. Se asume además que el proceso de recuperación mediante difusión atmosférica comienza a suceder una vez que el agua ha terminado de pasar a través del tren de jaulas, pese a que en realidad es un proceso constante.

## 2.4 Análisis de efectos sobre otros componentes ambientales

Se analizan a continuación los nutrientes emitidos a la columna de agua, en relación a su efecto potencial de acumulación y su efecto potencial sobre la biota.

**Tabla 12.** A partir de la Tabla N°7, se detallan las emisiones de C, N y P mediante excreción y emisión de fecas a partir de las cargas de C, N y P entregadas mediante el alimento. Excreción: CO<sub>2</sub> eliminado en la respiración; DIN es liberado mediante amonio (NH<sub>3</sub>) por las branquias; DIP es liberado como fosfato (PO<sub>4</sub> 3-) por la orina. Valores en toneladas mensuales. Se incluye el aporte adicional, calculado a partir de la diferencia en el aporte entre de los ciclos de sobreproducción y el ciclo de biomasa autorizada correspondiente. El aporte favorable corresponde a la diferencia entre el ciclo de reducción de producción con el ciclo de biomasa autorizada correspondiente.

Contenido C, N, F abrev.		Carbono CO <sub>2</sub>	Nitrógeno DIN	Fósforo DIP
Destino		Columna y atm.	columna	columna
Ciclo biomasa autorizada escenario 2017	Ton	153.2	18.4	0.005
	%	49%	43%	0.11%
Ciclo 2017 – 2019	Ton	166.3	19.9	0.006

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150		IA Consultores Innovación Ambiental	
	Proyecto 24195			

	%	49%	43%	0.11%
<b>Aporte adicional</b>	<b>Ton</b>	<b>13.1</b>	<b>1.6</b>	<b>0.00</b>
	%	<b>8.6%</b>	<b>8.6%</b>	<b>8.6%</b>
Ciclo biomasa autorizada escenario 2020	Ton	138.0	16.6	0.123
	%	46%	40%	2.37%
Ciclo 2020 – 2022	Ton	150.2	18.1	0.154
	%	46%	41%	2.76%
<b>Aporte adicional</b>	<b>Ton</b>	<b>12.2</b>	<b>1.5</b>	<b>0.03</b>
	%	<b>8.8%</b>	<b>9.1%</b>	<b>25.8%</b>
<b>Suma de aportes</b>	<b>Ton</b>	<b>25.3</b>	<b>3.1</b>	<b>0.03</b>
Ciclo biomasa autorizada escenario 2023	Ton	144.9	19.0	0.510
	%	53%	51%	11.49%
Ciclo reducción producción 2023 – 2024	Ton	120.7	15.9	0.4
	%	53%	51%	11.49%
<b>Aporte favorable</b>	<b>Ton</b>	<b>-24.2</b>	<b>-3.2</b>	<b>-0.08</b>

**Se confirma que el ciclo de producción reducida permite hacerse cargo en un 100% del DIN y DIP del aporte adicional producido por los ciclos de sobreproducción, tal y como se puede ver al revisar las filas de suma de aportes y aporte favorable en la tabla anterior.**

**Tabla 13.** Valores promedio de los análisis de nutrientes obtenidos en las estaciones control de evaluaciones ASC, en centros de cultivo cercanos al centro Desembocadura.

Fecha muestreo	Informe	Centro	Amonio (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Ortofosfato (mg/l)
			prom.	prom.	prom.	prom.
jul-23	ASC	Punta Dársena		0,020	0,010	0,020
may-23	ASC	Punta Dársena		0,003	0,007	0,010
nov-23	ASC	Punta Dársena		0,020	0,010	0,020
ene-23	ASC	Punta Dársena		0,060	0,013	0,007
jun-17	170700679	Punta Dársena		<0,002	0,339	0,016
jun-17	170701233	Dársena Norte		<0,002	0,326	0,014
jul-23	ASC	Surgidero Furia		0,013	0,020	0,020
may-23	ASC	Surgidero Furia		0,017	0,017	0,020
nov-23	ASC	Surgidero Furia		0,052	0,020	0,020
ene-23	ASC	Surgidero Furia		0,023	0,010	0,030
jun-17	170700702	Surgidero Furia		<0,002	0,400	0,021
jun-17	170700683	Laura Norte		<0,002	0,263	0,013
jul-19	ASC	Punta Laura		<0,002	0,400	0,030

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150			IA Consultores Innovación Ambiental	
	Proyecto 24195				

may-19	ASC	Punta Laura		0,027	0,047	0,027
nov-19	ASC	Punta Laura		0,048	0,533	0,060
ene-19	ASC	Punta Laura		0,067	0,103	0,097
ene-23	ASC MA 2	Ensenada Rys				0,011
feb-23	ASC MA 2	Ensenada Rys	0,168		0,430	0,122
mar-23	ASC MA 2	Ensenada Rys	0,583		<2	0,620
abr-23	ASC MA 2	Ensenada Rys	0,675		<2	0,620
may-23	ASC MA 2	Ensenada Rys	0,570		<2	0,713
jun-23	ASC MA 2	Ensenada Rys	0,597		<2	0,730
<b>Promedio</b>			<b>0,519</b>	<b>0,032</b>	<b>0,173</b>	<b>0,147</b>
<b>Mínimo</b>			<b>0,168</b>	<b>0,003</b>	<b>0,007</b>	<b>0,007</b>
<b>Máximo</b>			<b>0,675</b>	<b>0,067</b>	<b>0,533</b>	<b>0,730</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>0,200</b>	<b>0,023</b>	<b>0,191</b>	<b>0,255</b>

Con el fin de contextualizar las concentraciones de DIN y DIP aportadas por el centro de cultivo, se detalla a continuación un comparativo con las concentraciones naturales del sector cercano al centro de cultivo. A partir de los registros de mediciones de nutrientes de la tabla anterior, se desprenden los siguientes valores:

- Suma de los promedios de Nitrito, Nitrato y Amonio = DIN = 0.724 mg/l = **724 µg/l**
- Fosfato = DIP = 0.147 mg/l = **147 µg/l**.

**Tabla 14.** Comparación entre los flujos de DIN y DIP emitidos por el centro de cultivo con la concentración natural del sector. Valores en mg / m<sup>3</sup>.

Ítem	Nitrógeno inorgánico disuelto	Fósforo inorgánico disuelto
	(DIN)	(DIP)
Ciclo biomasa autorizada escenario 2017	58.78	0.017
Ciclo 2017 – 2019	63.81	0.019
<b>Aporte adicional</b>	<b>5.03</b>	<b>0.001</b>
Ciclo biomasa autorizada escenario 2020	53.22	0.393
Ciclo 2020 – 2022	58.08	0.494
<b>Aporte adicional</b>	<b>4.86</b>	<b>0.102</b>
<b>Suma de aportes</b>	<b>9.89</b>	<b>0.103</b>
Ciclo biomasa autorizada escenario 2023	61.00	1.632
Ciclo reducción producción 2023 – 2024	50.82	1.360

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

Aporte favorable	-10.18	-0.272
Concentración natural del sector	724	147

Por lo tanto, la suma de aportes adicionales de nutrientes inorgánicos DIN y DIP, es de apenas 9.89 y 0.103 mg/m<sup>3</sup> respectivamente, en el mes de máxima emisión de nutrientes y en la zona más cercana al centro, antes de que se produzca dispersión y dilución alguna. **El ciclo de producción reducida genera el aporte favorable suficiente tanto para el DIN como para el DIP como para hacerse cargo adecuadamente de la suma de aportes adicionales de los dos ciclos de sobreproducción.**

Adicionalmente, al comparar estos valores con las concentraciones naturales del sector, obtenemos que las concentraciones máximas emitidas por el centro de cultivo corresponden a una fracción menor. Como se puede ver en la siguiente tabla, el aporte adicional por emisión de DIP equivale a un 0.20% de la concentración natural del sector, mientras que, en el caso de DIN, equivale a un 0.64% de la concentración natural del sector. Ello teniendo en cuenta que, tras los primeros metros, las concentraciones de DIP y DIN se reducirán rápidamente producto de la dispersión y dilución hidrodinámica.

**Tabla 15.** Comparación entre las concentraciones naturales de DIN y DIP y el aporte adicional emitido por el centro de cultivo en el ciclo 2020 – 2021.

	Concentraciones naturales	Aporte adicional ciclo 2017 – 2019		Aporte adicional ciclo 2020 – 2022	
	mg / m3	mg / m3	%	mg / m3	%
Fósforo inorgánico disuelto (DIP)	147	0.00149	0.00101%	0.10151	0.06906%
Nitrógeno inorgánico disuelto (DIN)	724	5.03	0.69%	4.86	0.67%

El aporte adicional combinado de los ciclos de sobreproducción corresponde a:  $DIP = 0.00149 + 0.10151 = 0.103 \text{ mg/m}^3$ , lo que equivale al **0.07% de la concentración natural**. Mientras que en el caso del DIN,  $5.03 + 4.86 = 9.89 \text{ mg/m}^3$ , lo que equivale al **1.37% de la concentración natural del sector**.

Teniendo en cuenta el bajo aporte relativo de nutrientes al medio, se evalúa a continuación la posible incidencia sobre el crecimiento de macroalgas, microalgas y otros organismos.



El nitrógeno inorgánico disuelto (DIN), compuesto por amonio, nitrito y nitrato, constituye el factor limitante que determina el crecimiento y productividad de las macroalgas en la mayoría de los ambientes marinos del mundo (Troell et al. 2009<sup>15</sup>, á Norði et al. 2011<sup>16</sup>). De acuerdo a Wang et.al., 2012, entre un 10% y un 30% del DIN total liberado por un centro de cultivo de salmónidos puede ser asimilado por macroalgas. Teniendo en cuenta que el contenido en nitrógeno de las macroalgas se estima entorno a un 4,2% de su peso seco (Yang et al. 2006<sup>17</sup>) y que su contenido de humedad es de entorno al 85% (Wang et.al., 2012), se realiza a continuación una estimación del crecimiento de macroalgas potencialmente producto del ciclo de sobreproducción.

**Tabla 16.** A partir de la emisión de DIN en el mes de máximo crecimiento, se calcula el potencial crecimiento de macroalgas asumiendo un 20% de asimilación, 4.2% de nitrógeno peso seco y 15% de humedad.

	Proceso	Cálculo	Resultado	Unidad
<b>Ciclo biomasa autorizada escenario 2017</b>	DIN consumido por macroalgas	DIN x 20%	3.7	Ton / mes
	Biomasa generada peso seco (BPS)	DIN consumido / 4.2%	87.4	Ton / mes
	Biomasa peso húmedo (BPH)	BPS / 15%	582.7	Ton / mes
<b>Ciclo 2017 – 2019</b>	DIN consumido por macroalgas	DIN x 20%	4.0	Ton / mes
	Biomasa generada peso seco (BPS)	DIN consumido / 4.2%	94.9	Ton / mes
	Biomasa peso húmedo (BPH)	BPS / 15%	632.6	Ton / mes
<b>Aporte adicional</b>	Biomasa peso húmedo	(BPH ciclo de sobreproducción) – (BPH ciclo biomasa autorizada)	<b>49.9</b>	Ton / mes
<b>Ciclo biomasa autorizada escenario 2020</b>	DIN consumido por macroalgas	DIN x 20%	3.3	Ton / mes
	Biomasa generada peso seco (BPS)	DIN consumido / 4.2%	79.1	Ton / mes
	Biomasa peso húmedo (BPH)	BPS / 15%	527.6	Ton / mes
<b>Ciclo 2020 – 2022</b>	DIN consumido por macroalgas	DIN x 20%	3.6	Ton / mes
	Biomasa generada peso seco (BPS)	DIN consumido / 4.2%	86.4	Ton / mes
	Biomasa peso húmedo (BPH)	BPS / 15%	575.8	Ton / mes
<b>Aporte adicional</b>	Biomasa peso húmedo	(BPH ciclo de sobreproducción) – (BPH ciclo biomasa autorizada)	<b>48.2</b>	Ton / mes

<sup>15</sup> Troell M, Joyce A, Chopin T, Neori A, Buschmann AH, Fang JG (2009) Ecological engineering in aquaculture— potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems. *Aquaculture* 297: 1–9

<sup>16</sup> á Norði G, Glud RN, Gaard E, Simonsen K (2011) Environmental impacts of coastal fish farming: carbon and nitrogen budgets for trout farming in Kaldbaksfjorour (Faroe Islands). *Mar Ecol Prog Ser* 431: 223–241

<sup>17</sup> Yang HS, Zhou Y, Hu HY, Liu Y and others (2006) Bioremediation potential of the macroalga *Gracilaria lemaneiformis* (Rhodophyta) integrated into fed fish culture in coastal waters of north China. *Aquaculture* 252: 264–276

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMOCADURA 120150		IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195		

<b>Suma de aportes</b>	Biomasa peso húmedo	(BPH ciclo de sobreproducción) – (BPH ciclo biomasa autorizada)	<b>98.1</b>	Ton / mes
<b>Ciclo biomasa autorizada escenario 2023</b>	DIN consumido por macroalgas	DIN x 20%	3.8	Ton / mes
	Biomasa generada peso seco (BPS)	DIN consumido / 4.2%	90.7	Ton / mes
	Biomasa peso húmedo (BPH)	BPS / 15%	604.7	Ton / mes
<b>Ciclo reducción producción 2023 – 2024</b>	DIN consumido por macroalgas	DIN x 20%	3.2	Ton / mes
	Biomasa generada peso seco (BPS)	DIN consumido / 4.2%	75.6	Ton / mes
	Biomasa peso húmedo (BPH)	BPS / 15%	503.8	Ton / mes
<b>Aporte favorable</b>	Biomasa peso húmedo	(BPH ciclo reducción siembra) – (BPH ciclo biomasa autorizada)	<b>-100.94</b>	Ton / mes

A partir de los cálculos desarrollados en la tabla anterior, se puede inferir que, en el mes de máxima emisión de nutrientes de los ciclos de sobreproducción, la suma de aportes adicionales de nitrógeno inorgánico (DIN) pudo haber significado el crecimiento de 98.1 Ton. de macroalgas, en relación con lo aportado por los ciclos con biomasa autorizada respectivos. También es importante indicar que el ciclo de producción reducida permite hacerse cargo en un 100% del desarrollo adicional indicado, al producir 100.94 Ton menos que el ciclo de biomasa autorizada 2023.

En cuanto al fitoplancton, se estima que éste necesita entre 3 y 7 días para responder a un aumento en la concentración de nutrientes (Buschmann et al. 2007<sup>18</sup>, Olsen et al. 2007<sup>19</sup>, 2011<sup>20</sup>). Wang. et. al. 2012 asume una relación peso húmedo: nitrógeno del 50%. Asumiendo el peor escenario en que la diferencia de DIN no absorbido por las macroalgas sea incorporada a la biomasa fitoplanctónica, el incremento diferencial fitoplanctónico es calculado en la siguiente tabla, donde se resumen los resultados de la potencial producción fitoplanctónica, en el mes de máxima emisión, producto de cada ciclo productivo modelado, así como de su eventual desarrollo adicional producto del aporte adicional de nutrientes.

**Tabla 17.** Se detalla el potencial crecimiento de macroalgas y fitoplanctónico resultante de las concentraciones totales de DIN emitidas en el mes de máxima emisión por los ciclos de sobreproducción,

<sup>18</sup> Buschmann A, Costa-Pierce B, Cross S, Iriarte J, Olsen Y, Reid G (2007) Nutrient impacts of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) on pelagic ecosystems and implications for carrying capacity. Report of the Technical Working Group (TWG) on nutrients and carrying capacity of the Salmon Aquaculture Dialogue. WWF, Washington DC

<sup>19</sup> Olsen Y, Andersen T, Gismervik I, Vadstein O (2007) Protozoan and metazoan zooplankton-mediated carbon flows in nutrient-enriched coastal planktonic communities. Mar Ecol Prog Ser 331: 67–83

<sup>20</sup> Olsen Y, Andersen T, Gismervik I, Vadstein O (2011) Marine heterotrophic bacteria, protozoan and metazoan zooplankton may experience protein N or mineral P limitation in coastal waters. Mar Ecol Prog Ser 436: 81–100

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

el ciclo de producción reducida y los ciclos de biomasa autorizada respectivos. Se muestra el aporte adicional de los ciclos de sobreproducción y el aporte favorable proyectado. Unidades en Toneladas/mes. BPH = biomasa peso húmedo; BPS = biomasa peso seco.

	Emisión DIN	DIN utilizado por macroalgas	producción macroalgas (BPS)	producción macroalgas (BPH)	DIN utilizado por fitoplancton	producción fitoplancton (BPH)
Ciclo biomasa autorizada escenario 2017	18.4	3.7	87.4	582.7	14.7	29.4
Ciclo 2017 – 2019	19.9	4.0	94.9	632.6	15.9	31.9
<b>Aporte adicional</b>	<b>1.6</b>	<b>0.3</b>	<b>7.5</b>	<b>49.9</b>	<b>1.3</b>	<b>2.5</b>
<b>% de aporte adicional</b>	<b>8.6%</b>	<b>8.6%</b>	<b>8.6%</b>	<b>8.6%</b>	<b>8.6%</b>	<b>8.6%</b>
Ciclo biomasa autorizada escenario 2020	16.6	3.3	79.1	527.6	13.3	26.6
Ciclo 2020 – 2022	18.1	3.6	86.4	575.8	14.5	29.0
<b>Aporte adicional</b>	<b>1.5</b>	<b>0.3</b>	<b>7.2</b>	<b>48.2</b>	<b>1.2</b>	<b>2.4</b>
<b>% de aporte adicional</b>	<b>9.13%</b>	<b>9.13%</b>	<b>9.13%</b>	<b>9.13%</b>	<b>9.13%</b>	<b>9.13%</b>
<b>Suma de aportes</b>	<b>3.1</b>	<b>0.6</b>	<b>14.7</b>	<b>98.1</b>	<b>2.5</b>	<b>4.9</b>
Ciclo biomasa autorizada escenario 2023	19.0	3.8	90.7	604.7	15.2	30.5
Ciclo reducción producción 2023 – 2024	15.9	3.2	75.6	503.8	12.7	25.4
<b>Aporte favorable</b>	<b>-3.2</b>	<b>-0.6</b>	<b>-15.1</b>	<b>-100.9</b>	<b>-2.5</b>	<b>-5.1</b>

Se puede inferir que, en el mes de máxima entrega de alimento de los ciclos de sobreproducción, la emisión adicional de nitrógeno inorgánico adicional (DIN) pudo haber significado el crecimiento de 4.9 Ton. de fitoplancton, lo que significa un adicional del 9.13% y el 8.6% de lo aportado por los ciclos con biomasa autorizada. El crecimiento adicional indicado, sin embargo, no implica necesariamente un efecto de acumulación de nutrientes en la columna de agua, principalmente por los siguientes motivos:

1. **Dilución:** el DIN aportado se dispersa ampliamente producto de los procesos hidrodinámicos, diluyéndose a niveles muy bajos rápidamente, por lo que su efecto tiene lugar en una amplia área geográfica y a concentraciones muy bajas.
2. **Relación con concentración DIN natural:** el análisis realizado es en el contexto en el que el DIN adicional aportado por los ciclos de sobreproducción representa apenas un 1.37% de la concentración natural, en el momento de su máxima

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

concentración y a 0 m de distancia del tren de jaulas, por lo que representa un aporte mínimo en relación con la concentración natural existente. Además, esta concentración se diluirá con rapidez según lo indicado anteriormente.

**El ciclo de producción reducida permite hacerse cargo en un 100% del desarrollo adicional indicado. Además, el ciclo de producción reducida total permite hacerse cargo de los aportes adicionales de ambos ciclos de sobreproducción, 2017 y 2020.**

Por último, es importante mencionar que Gianella et.al., 2023, encontraron ausencia de correlación significativa entre la biomasa de los centros de salmón con la abundancia celular y aparición de diversos géneros de fitoplancton que componen las floraciones algales nocivas en el norte del Reino Unido, géneros que son también recurrentes en el sur de Chile: *Dinophysis spp.*, *Alexandrium spp.* y *Pseudo-nitzschia spp.* Una posible explicación que se entrega en el estudio mencionado, por la falta de correlación significativa entre salmonicultura y la abundancia celular de fitoplancton nocivo, es que los centros de cultivo están generalmente ubicados en zonas hidrodinámicamente energéticas, donde el recambio de agua permite la dilución efectiva de los nutrientes; argumento que se encuentra alineado con lo expuesto anteriormente en este documento.

Se muestran a continuación los valores totales de nutrientes en los ciclos completos de sobreproducción, potencialmente aportados al crecimiento de macroalgas y fitoplancton.

**Tabla 18.** Se detalla el potencial crecimiento de macroalgas y fitoplanctónico resultante de las concentraciones totales de DIN emitidas en el periodo productivo completo por parte de los ciclos de sobreproducción, el ciclo de producción reducida y los ciclos de biomasa autorizada respectivos. Unidades en Toneladas/mes. BPH = biomasa peso húmedo; BPS = biomasa peso seco.

	Emisión DIN	DIN utilizado por macroalgas	producción macroalgas (BPS)	producción macroalgas (BPH)	DIN utilizado por fitoplancton	producción fitoplancton (BPH)
Ciclo biomasa autorizada escenario 2017	181.2	36.2	862.8	5751.9	144.9	289.9
Ciclo 2017 – 2019	196.7	39.3	936.6	6244.1	157.4	314.7
<b>Aporte adicional</b>	<b>15.5</b>	<b>3.1</b>	<b>73.8</b>	<b>492.1</b>	<b>12.4</b>	<b>24.8</b>
<b>% de aporte adicional</b>	<b>8.56%</b>	<b>8.56%</b>	<b>8.56%</b>	<b>8.56%</b>	<b>8.56%</b>	<b>8.56%</b>
Ciclo biomasa autorizada escenario 2020	198.1	39.6	943.3	6288.8	158.5	317.0
Ciclo 2020 – 2022	214.3	42.9	1020.2	6801.6	171.4	342.8
<b>Aporte adicional</b>	<b>16.2</b>	<b>3.2</b>	<b>76.9</b>	<b>512.9</b>	<b>12.9</b>	<b>25.8</b>

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150				IA Consultores Innovación Ambiental	
	Proyecto 24195					

<b>% de aporte adicional</b>	<b>8.16%</b>	<b>8.16%</b>	<b>8.16%</b>	<b>8.16%</b>	<b>8.16%</b>	<b>8.16%</b>
<b>Suma de aportes</b>	<b>31.7</b>	<b>6.3</b>	<b>150.7</b>	<b>1005.0</b>	<b>25.3</b>	<b>50.7</b>
Ciclo biomasa autorizada escenario 2023	230.5	46.1	1097.5	7316.5	184.4	368.8
Ciclo reducción producción 2023 – 2024	192.0	38.4	914.1	6093.9	153.6	307.1
<b>Aporte favorable</b>	<b>-38.5</b>	<b>-7.7</b>	<b>-183.4</b>	<b>-1222.7</b>	<b>-30.8</b>	<b>-61.6</b>

Respecto de los valores acumulados, el crecimiento potencial adicional de macroalgas a lo largo de los ciclos productivos completos, producto de la suma de aportes de los ciclos 2017 y 2020, correspondería a un total de 150.7 toneladas peso seco y 1005 toneladas peso húmedo, mientras que en el caso del fitoplancton el crecimiento potencial adicional sería de 50.7 toneladas peso húmedo.

**El aporte favorable del ciclo de reducción de producción muestra que la reducción total lograda es superior a la suma de aportes adicionales de ambos ciclos de sobreproducción.**

## 2.5 Conclusiones

Como se indicó en la sección 2.2., el tiempo de permanencia de los nutrientes aportados a la columna de agua es de muy corta duración en concentraciones detectables, lo que está asociado a la dispersión, dilución y transformación biogeoquímica de esos compuestos orgánicos (lixiviados) e inorgánicos (nutrientes). Es por este motivo que, para efectos del análisis de efectos, la peor condición se concentra en el mes de máxima emisión, y no en la acumulación de meses previos. Ello con la excepción del posible uso de los nutrientes por parte de las macroalgas y el fitoplancton, lo que es cuantificado en las tabla N°17 (mes de máxima emisión) y tabla N°18 (ciclo completo).

### Análisis productivo

En la Tabla 3 se identifican los parámetros productivos acumulados de cada uno de los ciclos de sobreproducción, así como del ciclo de reducción de la producción. Como se puede ver, la sobreproducción de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022 corresponde a 448 y 427 Ton., lo que asciende a 875 Ton entre ambos. El ciclo de producción reducida 2023 – 2024, con 4361 Ton de producción, está reduciendo su producción en 875 Ton respecto

de la biomasa autorizada mediante RCA N°123/2012. Se constata por lo tanto que el ciclo de producción reducida se hace cargo de manera efectiva de la producción adicional de los dos ciclos iniciados en 2017 y 2020. En cuanto a la cantidad de alimento entregada, cabe destacar que la sumatoria de alimento adicional entregado entre ambos ciclos de sobreproducción, asciende a 1019.8 Ton, mientras que el ciclo de producción reducida de 2023 estaría generando una reducción en el uso de alimento, respecto del ciclo de producción autorizada, de 1137.5 Ton, lo que permite hacerse cargo de forma adecuada de lo aportado por los dos ciclos de sobreproducción.

#### Aporte de nutrientes a la columna de agua.

El aporte adicional en la columna de agua, que sería producido por el aporte extra de los ciclos de sobreproducción 2017 – 2019 y 2020 – 2022, en su mes de máxima emisión de nutrientes, se representa a continuación en términos de aporte total mensual y en términos de aporte en flujo promedio de nutrientes por m<sup>3</sup>. El diferencial aportado ambos ciclos respecto del ciclo con biomasa autorizada correspondiente es identificado como *suma de aportes*. Por último, se muestra también el aporte favorable producido por el ciclo de producción reducida respecto del ciclo de producción autorizada correspondiente.

**Tabla 19.** Cuantificación del aporte adicional de nutrientes orgánicos e inorgánicos a la columna de agua, tanto disueltos como particulados, en el mes de máxima producción: ciclo de biomasa autorizada comparado con el aporte del ciclo 2020 – 2021 y con el ciclo de producción reducida y el ciclo de producción reducida total. Cargas de nutrientes en Ton/mes y en concentración (mg/m<sup>3</sup>).

		Excreción		Lixiviado de fecas y alimento		Total nutrientes	
		Nitrógeno	Fósforo	Carbono	Nitrógeno		Fósforo
		DIN	DIP	DOC	DON		DOP
Ciclo biomasa autorizada	Ton / mes	18.4	0.0	9.7	1.0	0.4	29.4
escenario 2017	mg / m <sup>3</sup>	58.8	0.0	30.9	3.1	1.1	94.0
Ciclo 2017 – 2019	Ton / mes	19.9	0.0	10.5	1.1	0.4	31.9
	mg / m <sup>3</sup>	63.8	0.0	33.6	3.4	1.2	102.1
<b>Aporte adicional</b>	<b>Ton / mes</b>	<b>1.57</b>	<b>0.00</b>	<b>0.83</b>	<b>0.08</b>	<b>0.03</b>	2.5
	<b>mg / m<sup>3</sup></b>	<b>5.03</b>	<b>0.00</b>	<b>2.65</b>	<b>0.27</b>	<b>0.10</b>	8.0
Ciclo biomasa autorizada	Ton / mes	16.6	0.1	9.3	1.0	0.4	27.3
escenario 2020	mg / m <sup>3</sup>	53.2	0.4	29.6	3.1	1.2	87.6
Ciclo 2020 – 2022	Ton / mes	18.1	0.2	10.0	1.0	0.4	29.8
	mg / m <sup>3</sup>	58.1	0.5	32.0	3.3	1.4	95.3

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150						IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195						

<b>Aporte adicional</b>	<b>Ton / mes</b>	<b>1.52</b>	<b>0.03</b>	<b>0.75</b>	<b>0.08</b>	<b>0.03</b>	2.4
	<b>mg / m<sup>3</sup></b>	<b>4.86</b>	<b>0.10</b>	<b>2.42</b>	<b>0.25</b>	<b>0.10</b>	7.7
<b>Suma de aportes</b>	<b>Ton / mes</b>	<b>3.09</b>	<b>0.03</b>	<b>1.58</b>	<b>0.16</b>	<b>0.06</b>	<b>4.9</b>
	<b>mg / m<sup>3</sup></b>	<b>9.89</b>	<b>0.10</b>	<b>5.06</b>	<b>0.52</b>	<b>0.20</b>	<b>15.8</b>
Ciclo biomasa autorizada escenario 2023	Ton / mes	19.0	0.5	8.3	0.9	0.3	29.1
	mg / m <sup>3</sup>	61.0	1.6	26.6	2.8	1.1	93.1
Ciclo reducción producción 2023 – 2024	Ton / mes	15.9	0.4	6.9	0.7	0.3	24.2
	mg / m <sup>3</sup>	50.8	1.4	22.1	2.3	0.9	77.5
<b>Aporte favorable</b>	<b>Ton / mes</b>	<b>-3.18</b>	<b>-0.08</b>	<b>-1.39</b>	<b>-0.15</b>	<b>-0.06</b>	<b>-4.9</b>
	<b>mg / m<sup>3</sup></b>	<b>-10.18</b>	<b>-0.27</b>	<b>-4.44</b>	<b>-0.46</b>	<b>-0.18</b>	<b>-15.5</b>

En términos de DIN, DIP, DOC, DON y DOP, el volumen total de nutrientes adicionales aportados por los ciclos de sobreproducción corresponde a 4.9 Ton mensuales en el mes de máximo aporte de nutrientes (máximo crecimiento y máxima entrega de alimento). En el caso del aporte adicional en términos de concentración de nutrientes orgánicos e inorgánicos en la columna, este corresponde a 15.8 mg / m<sup>3</sup>. Es decir, del total de nutrientes que aporta el mes más desfavorable de los ciclos con biomasa autorizada escenarios 2017 y 2020, que asciende a  $94 + 87.6 = 181.57$  mg / m<sup>3</sup>, la suma de aportes adicionales de los ciclos de sobreproducción es de 15.8 mg / m<sup>3</sup>, lo que corresponde a un 8.7% adicional.

El ciclo de producción reducida genera una reducción en la emisión de nutrientes de magnitud equivalente a la suma de aportes adicionales de los ciclos de sobreproducción. Se concluye por lo tanto que el ciclo de producción reducida permitirá hacerse cargo de manera efectiva del aporte adicional producido por ambos ciclos.

Estos resultados se repiten de igual manera al comparar los aportes acumulados a lo largo de los 2 ciclos de sobreproducción completos, el ciclo de reducción de producción y sus respectivos ciclos de producción autorizada, lo que se puede visualizar en los valores acumulados y comparaciones de la siguiente tabla.

**Tabla 20.** Valores acumulados totales de ciclo completo de alimento entregado, excreción de C, N y P mediante excreción y emisión de fecas a partir de las cargas de C, N y P entregadas mediante el alimento. Excreción: CO2 eliminado en la respiración; DIN es liberado mediante amonio (NH3) por las branquias; DIP es liberado como fosfato (PO4 3-) por la orina. Valores en toneladas.

	Cont. C, N, F	Abrev	Ciclo biomasa autorizada escenario 2017	Ciclo 2017 - 2019	Aporte adicional	Ciclo biomasa autorizada escenario 2020	Ciclo 2020 - 2022	Aporte adicional	Suma de aportes	Ciclo biomasa autorizada escenario 2023	Ciclo reducción producción 2023 - 2024	Aporte favorable	Destino
Alimento entregado	Carbono		2,971.9	3,226.2	254.3	3,068.0	3,318.2	250.2	<b>504.5</b>	3,308.8	2,755.9	<b>-552.9</b>	---
	Nitrógeno		400.0	434.2	34.2	420.0	454.2	34.2	<b>68.5</b>	458.2	381.7	<b>-76.6</b>	---
	Fósforo		44.4	48.2	3.8	52.5	56.8	4.3	<b>8.1</b>	54.1	45.1	<b>-9.0</b>	---
Biom.	Carbono		877.0	952.1	75.0	877.0	948.6	71.5	<b>146.6</b>	877.0	730.5	<b>-146.6</b>	---
	Nitrógeno		157.1	170.5	13.4	157.1	169.9	12.8	<b>26.3</b>	157.1	130.8	<b>-26.3</b>	---
	Fósforo		20.9	22.7	1.8	20.9	22.7	1.7	<b>3.5</b>	20.9	17.4	<b>-3.5</b>	---
Excreción	Carbono	CO2	1,488.6	1,616.0	127.4	1,565.1	1,692.7	127.6	<b>255.0</b>	1,756.8	1,463.2	<b>-293.6</b>	colum. y atm.
	Nitrógeno	DIN	181.2	196.7	15.5	198.1	214.3	16.2	<b>31.7</b>	230.5	192.0	<b>-38.5</b>	colum.
	Fósforo	DIP	1.2	1.3	0.1	5.2	5.6	0.4	<b>0.5</b>	6.0	5.0	<b>-1.0</b>	colum.
Alimento no consumido + fecas	Carbono	POC	515.3	559.4	44.1	532.0	575.4	43.4	<b>87.5</b>	573.8	477.9	<b>-95.9</b>	sedim.
	Nitrógeno	PON	52.4	56.9	4.5	55.1	59.6	4.5	<b>9.0</b>	60.1	50.0	<b>-10.0</b>	sedim.
	Fósforo	POP	19.0	20.6	1.6	22.4	24.3	1.8	<b>3.5</b>	23.1	19.2	<b>-3.9</b>	sedim.
Lixiviado de fecas y alimento	Carbono	DOC	90.9	98.7	7.8	93.9	101.5	7.7	<b>15.4</b>	101.3	84.3	<b>-16.9</b>	colum.
	Nitrógeno	DON	9.3	10.0	0.8	9.7	10.5	0.8	<b>1.6</b>	10.6	8.8	<b>-1.8</b>	colum.
	Fósforo	DOP	3.3	3.6	0.3	4.0	4.3	0.3	<b>0.6</b>	4.1	3.4	<b>-0.7</b>	colum.



Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

En cuanto al máximo aporte mensual, al relacionar las concentraciones naturales DIP y DIN del sector con el máximo aporte adicional calculado para la suma de aportes de los ciclos 2017 y 2020, se obtiene que, en los primeros metros tras la emisión desde el centro de cultivo, es decir de forma previa a que se diluya la emisión, la concentración DIP emitida corresponde al 0.07% de la concentración natural del sector, mientras que, en el caso de DIN, equivale al 1.37% de la concentración natural del sector. Ello teniendo en cuenta que, tras los primeros metros, las concentraciones de DIP y DIN se reducirán rápidamente producto de la dispersión y dilución hidrodinámica.

En relación a los nutrientes emitidos a la columna de agua en el mes de máxima emisión y su efecto potencial sobre macroalgas, la suma de aportes de los ciclos 2017 y 2020 aporta adicionalmente, con la emisión de nitrógeno inorgánico disuelto (DIN) un total de 3.1 Ton, las que a su vez tienen el potencial de haber sido asimiladas en un 20% por macroalgas, pudiendo haber generado una producción adicional de 98.1 Ton peso húmedo, probablemente en una amplia área de dispersión.

En relación con los nutrientes emitidos a la columna de agua y su efecto potencial sobre las comunidades planctónicas, se concluye que el crecimiento fitoplanctónico potencial a partir de los nutrientes adicionales emitidos por la suma de aportes de los ciclos 2017 y 2020 en el mes de máxima emisión, podrían haber llegado a las 4.9 toneladas peso húmedo, ocurriendo ello en una amplia área de dispersión. Dicha producción corresponde al 8.8% de la producción fitoplanctónica potencial generada por los ciclos de biomasa autorizada escenarios 2017 y 2020 (29.4 + 26.6 Ton). A su vez, el efecto por DIN adicional emitido por la suma de aportes de ambos ciclos corresponde al 1.37% de la concentración natural del sector. El bajo aporte relativo, sumado a la energía hidrodinámica y su consiguiente elevada dispersión y dilución, permiten concluir que no habría un proceso de acumulación de nutrientes asociado al aporte diferencial de nutrientes por parte de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022, conclusión que es consistente con la falta de correlación hallada en la literatura (Gianella et.al., 2023).

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

### Consumo de oxígeno en la columna de agua.

En relación al consumo de oxígeno en la columna, por parte de la biomasa en cultivo y de la oxidación del amonio y carbono orgánico particulado y disuelto, se obtiene lo siguiente:

1. La demanda de oxígeno en el punto de emisión, producto de la oxidación del amonio y el carbono orgánico particulado y disuelto, es muy baja, siendo la suma de aportes de ambos ciclos de sobreproducción de 0.0055 mg O<sub>2</sub>/l, de lo que a su vez se hace cargo en gran medida el ciclo de producción reducida.
2. El consumo de oxígeno por parte de la biomasa en cultivo, considerando la suma de aportes adicionales por parte de ambos ciclos de sobreproducción, es de 0.07 mgO<sub>2</sub>/l en el mes con máxima biomasa. En cambio, el ciclo de reducción de producción 2023 – 2024 genera un consumo diferencial de -0.08 mgO<sub>2</sub>/l respecto del ciclo de producción autorizada, por lo que se estaría haciendo cargo del efecto de consumo de oxígeno adicional producido por las dos sobreproducciones. En cuanto al tiempo de recuperación, la suma de aportes de 0.07 mgO<sub>2</sub>/ se recuperaría teóricamente mediante difusión molecular atmosférica en un plazo de tan solo 0.65 horas.

### Análisis resultados INFA, columna superficial.

De la revisión de los perfiles de columna realizados en los INFA 2018 y 2022, se observa que los máximos valores de oxígeno superficial se dan en los perfiles de octubre de 2017, diciembre de 2022 y agosto de 2018, mientras que los mínimos se dan en febrero de 2018, mayo de 2018 y abril de 2022. En contraste con lo anterior, las máximas biomazas en los ciclos de sobreproducción se dan en septiembre de 2018 y septiembre de 2021, por lo que se concluye que no se observa correlación entre los valores de oxígeno superficiales con el nivel de biomasa presente en el centro de cultivo.

Cabe destacar que existe un INFA anaeróbico, realizado en abril de 2022, el que arrojó en 3 estaciones valores de oxígeno inferior a los 2.5 mgO<sub>2</sub>/l en la estación ubicada a 1m del fondo.

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

### 3 Análisis del Aporte Adicional en el Sedimento

NewDEPOMOD es un software de modelado de rastreo de partículas, desarrollado por la Asociación Escocesa de Ciencias del Mar (SAMS, en sus siglas en inglés), en conjunto con la industria de la acuicultura y la Agencia Escocesa de Protección del Medio Ambiente (SEPA, en sus siglas en inglés).

SEPA monitorea y regula las descargas de acuicultura y especifica los Estándares de Calidad Ambiental (EQS, en sus siglas en inglés) para los sedimentos del fondo marino, que se aplican para todos los sitios de acuicultura en Escocia. Sin embargo, predecir cómo los residuos de las operaciones de acuicultura afectarán la calidad ambiental del fondo marino (y las consecuencias para la fauna biológica), es difícil debido a las complejas condiciones específicas de cada lugar.

DEPOMOD, AutoDEPOMOD y NewDEPOMOD son modelos desarrollados por “The Scottish Association for Marine Science” (SAMS, en sus siglas en inglés). Estos modelos predicen el impacto de los residuos de centros de cultivo de acuicultura en el fondo marino de manera tal de optimizar la operación de los sitios de acuicultura para que coincida con la capacidad ambiental. SEPA adoptó AutoDEPOMOD como una etapa obligatoria en el proceso de consentimiento para la planificación de la acuicultura en Escocia, y también se utilizó en otros 25 países en todo el mundo. En 2017, comisionado por el gobierno escocés, SAMS produjo la siguiente generación del modelo, NewDEPOMOD, el que ahora ha sido adoptado como el nuevo estándar de la industria acuícola (SAMS 2019<sup>21</sup>).

#### 3.1 Metodología y Supuestos

##### 3.1.1 NewDepomod

El Modelo incorpora una gama de procesos, que en conjunto simulan el destino de las partículas de residuos individuales producidas en las jaulas de un centro de cultivo. Al simular el destino de las partículas durante un período de semanas a años, e incluir factores ambientales como la batimetría (forma del fondo marino) y las corrientes de agua, es posible crear una imagen de cómo es probable que se distribuyan los residuos en el entorno bentónico (fondo marino) de los centros de cultivo de acuicultura. Aunque el Modelo no

<sup>21</sup> SAMS Research Services Limited, NewDepomod Team, 2019-2020, NewDepomod User Guide

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

incorpora actualmente una unidad de biogeoquímica, los usuarios pueden hacer sus propias asociaciones entre el flujo calculado y los impactos de interés (por ejemplo, Normas de Calidad Ambiental (EQS) especificadas por el regulador).

Los distintos procesos del modelo que no fueron activados se resumen en la siguiente tabla N°19.

**Tabla 21.** Detalle de los módulos y procesos del modelo NewDepomod que no fueron activados.

MÓDULOS	PROCESOS	ACTIVACIÓN
Bed Module	Consolidación	-
	Degradación	NO
	Erosión	NO
Resuspensión	Resuspensión	NO

Adicionalmente, es importante aclarar que el Módulo de sedimento (Bed Module) corresponde aún a un submodelo experimental que no arroja cambios significativos en los resultados cuando es modificado, de acuerdo a lo que indica el documento de validación de NewDepomod (*Refining Sea-Bed Process Models For Aquaculture*<sup>22</sup>, pp., 40). Se transcribe a continuación el texto:

“El "módulo de sedimento" en NewDEPOMOD describe la consolidación y relajación de sedimentos enterrados y exhumados que altera la tensión de cizalla (*shear stress*) crítica requerida para la erosión. En los experimentos, la variación de los parámetros del módulo de sedimento no mostró ningún efecto observable. Por lo tanto, esta característica se ha ignorado provisionalmente, con miras a realizar más pruebas exploratorias en una fecha posterior.” Este es el motivo principal por el que este sub-módulo no ha sido activado.

Con el fin de entregar una breve descripción del funcionamiento del modelo NewDepomod, y conocer algunas de sus limitaciones y supuestos, a continuación, se describen los procesos que afectan el destino de las partículas del modelo, de manera secuencial y en el

<sup>22</sup> <https://www.sams.ac.uk/t4-media/sams/pdf/publications/REFINING-SEA-BED-PROCESS-MODELS-FOR-AQUACULTURE-Final-Report-for-web.pdf>

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

orden en que tienen lugar dentro de cada subsección. Se presentan los diagramas y ecuaciones que introducirán los parámetros claves.

### **Generación de residuos**

La primera etapa en el modelo es la producción de partículas de residuos. Esto se lleva a cabo desde jaulas que ocupan un volumen fijo debajo de la superficie del agua. A las jaulas se les asigna una densidad de población (kg m<sup>-3</sup>) y una serie de tiempo que describe los insumos de alimentación. El nivel de almacenamiento y la información de las entradas de alimentación permiten una serie temporal que describe la cantidad de partículas de residuos que salen de las jaulas del centro de cultivo que se simulará. Las partículas de residuos que caen de los centros de cultivo se agrupan en dos categorías:

- Residuos de alimento
- Fecas

Estas dos clases de partículas difieren en sus características: tamaño, densidad y composición (proporción de masa compuesta de carbono y agua), lo que afecta su velocidad de sedimentación. En realidad, no hay dos partículas exactamente iguales, y el modelo representa esta variabilidad seleccionando tamaños de partículas y tasas de sedimentación de una distribución. Estas características alteran cómo se mueve una partícula individual en cada etapa posterior de la ejecución del Modelo. A lo largo de una simulación, las partículas se liberan continuamente de las jaulas del centro de cultivo modelo y comienzan su viaje hacia el fondo marino.

### **Transporte de partículas en suspensión: asentamiento y advección**

Una vez que las partículas salen de las jaulas, su movimiento está sujeto a las condiciones que encuentran cuando se asientan ("Módulo de seguimiento de partículas", Figura 3). Las partículas pueden moverse horizontal y verticalmente, sujetas a las corrientes de agua (advección), procesos difusivos y hundimiento. De manera predeterminada, la columna de agua se representa en 3 dimensiones como una cuadrícula que consta de celdas cuadradas regulares horizontalmente y una serie de capas definidas por los datos del medidor actual suministrados y la información de batimetría. El movimiento "horizontal" de las partículas es verdaderamente lateral (perpendicular a vertical), en lugar de seguir la forma del fondo marino. En términos generales, los sólidos de interés (en términos de impactos bentónicos)

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

no son flotantes; en ausencia de fuerza externa, se hundan hacia el fondo del mar. Como se señaló anteriormente, la velocidad de hundimiento puede variar entre las partículas, pero permanece constante para una partícula dada durante su vida útil en el modelo. Las corrientes de agua varían con la profundidad y generalmente son más altas cerca de la superficie del agua. Esta variación se representa en los registros de series temporales actuales que se recopilan en los centros de cultivo, por lo que se recomienda tener una medición de superficie (alrededor de 0,1 x profundidad de la columna de agua), una medición de profundidad media (alrededor de 0,5 x profundidad de la columna de agua) y una medición cercana al lecho (alrededor de 0,95 x profundidad de la columna de agua). La velocidad horizontal para una partícula dada se obtiene interpolando linealmente las corrientes a profundidades por encima y por debajo de la profundidad de partícula actual. Las partículas también están sujetas a lo que colectivamente se denominan "procesos difusivos". Debido a las fluctuaciones a pequeña escala en las corrientes y los movimientos del agua debido a la turbulencia, las partículas que se mueven en el agua tienden naturalmente a separarse unas de otras. Esto tiene lugar tanto horizontal como verticalmente, y se representa en el modelo mediante pequeñas adiciones aleatorias a (o sustracciones de) los movimientos que las partículas realizan debido al hundimiento o las corrientes horizontales. La magnitud de esta dispersión aleatoria está representada por tres dimensiones, x, y (ambas horizontales) y z (vertical). El tipo de caminata aleatoria implementada se puede definir en el modelo como una de dos ecuaciones:

1. Reticular:

$$x_{i,t+\Delta t} = x_{i,t} + (\Delta t \times u_{i,t}) + (\sqrt{2k_x \Delta t} \times R)$$

$$y_{i,t+\Delta t} = y_{i,t} + (\Delta t \times v_{i,t}) + (\sqrt{2k_y \Delta t} \times R)$$

2. Uniforme

$$x_{i,t+\Delta t} = x_{i,t} + (\Delta t \times u_{i,t}) + (\sqrt{6k_x \Delta t} \times U)$$

$$y_{i,t+\Delta t} = y_{i,t} + (\Delta t \times v_{i,t}) + (\sqrt{6k_y \Delta t} \times U)$$

donde  $x_{i,t}$  y  $y_{i,t}$  son las ubicaciones de una partícula  $i$  en los ejes este y norte (en m) en el tiempo  $t$  (por lo tanto, el subíndice  $t + \Delta t$  indica la ubicación después de un paso de tiempo de longitud  $\Delta t$ ).  $u$  y  $v$  son las velocidades de corriente este y norte (en m s<sup>-1</sup>) en la ubicación de la partícula, y el término adicional incorpora el efecto de difusión horizontal, basado en

el paso de tiempo, el parámetro de escala  $k(x, y)$ .  $R = +1$  o  $-1$ , y  $U$  es un número aleatorio uniforme entre  $-1$  y  $1$

Del mismo modo, el movimiento vertical puede estar representado por una de las siguientes dos ecuaciones:

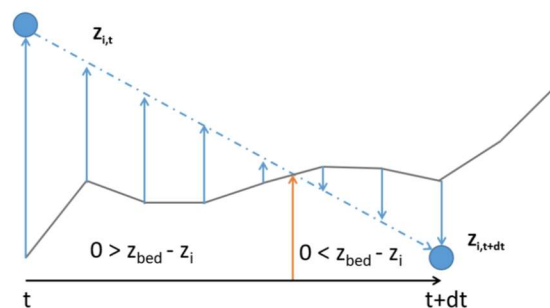
1. Reticular:

$$z_{i,t+\Delta t} = z_{i,t} + (\Delta t \times V_{\text{sink},i}) + (\sqrt{2k_z \Delta t} \times R)$$

2. Uniforme

$$z_{i,t+\Delta t} = z_{i,t} + (\Delta t \times V_{\text{sink},i}) + (\sqrt{6k_z \Delta t} \times U)$$

donde  $z_{i,t}$  es la posición vertical de la partícula,  $k_z$  es el coeficiente de difusión vertical y  $V_{\text{sink},i}$  es la velocidad de hundimiento de la partícula  $i$ . El período de tiempo para que una partícula llegue al fondo marino depende de la profundidad del agua, la forma del fondo marino y la velocidad de hundimiento de la partícula. Finalmente, la partícula interceptará el fondo marino. Esto generalmente ocurre entre dos puntos de tiempo de modelo. En el caso de que se calcule una nueva posición de partículas por debajo del fondo marino, un algoritmo de interpolación busca identificar el momento preciso en el que la partícula llegó al fondo marino, y la partícula se coloca en el fondo marino en ese punto y tiempo. Una representación de este escenario se da en la figura 3.



**Figura 3.** Representación de la interacción de partículas con el fondo marino.

Los altos caudales reducen las tasas de sedimentación de partículas y, en casos extremos, les permiten mostrar velocidades de sedimentación negativas, lo que les permite tener una flotabilidad positiva. Esto puede representarse en el modelo habilitando el "asentamiento modificado por cizallamiento", que altera el  $v_{\text{sink}}$  de acuerdo con la velocidad de fricción local,  $f_v$ :

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

$$v_{sinkMod} = v_{sink} \left( 1 - \left( \frac{f_v}{\sqrt{\alpha} v_{sink}} \right)^2 \right)$$

donde  $\alpha$  es un parámetro de ajuste. Una referencia adicional a esto, entregando rango adecuado de valores, se puede encontrar en el paper de Black et al. (2016). Se proporciona una opción adicional para habilitar o prevenir la flotabilidad en este caso. De acuerdo a lo indicado por el fabricante del modelo, en la Mayoría de los casos, no es necesario o recomendable el uso de asentamiento modificado por cizallamiento o habilitación de flotabilidad, motivo por el cual no fue activado en la presente modelación.

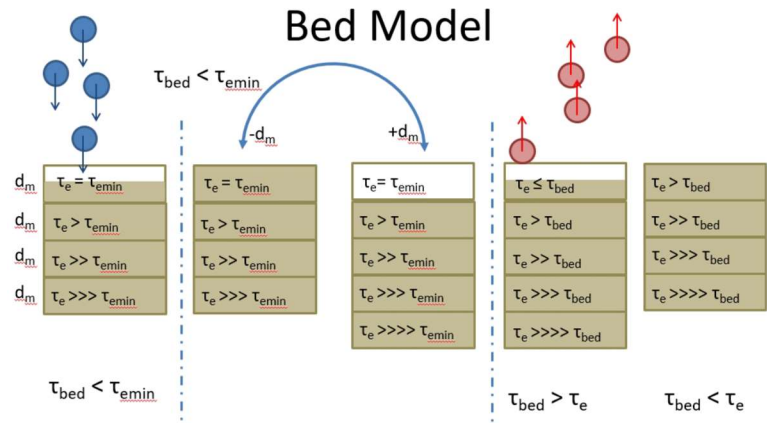
### **Procesos en el sedimento**

Cuando los módulos de sedimento (Bed Module) y el módulo de resuspensión en NewDEPOMOD son activados, una vez que una partícula alcanza el fondo marino, se deposita en una capa de sedimento en la superficie del fondo marino. Después de que las partículas han estado en el fondo marino por un cierto tiempo (definido por un parámetro modelo), se produce la consolidación, lo que significa que la capa de partículas depositadas se convierte en parte del fondo marino y puede estar cubierta por nuevas partículas que se depositan sobre ellos. Las partículas en el fondo marino pueden sufrir degradación (descomposición del carbono y/o concentraciones químicas). Las partículas en la superficie del fondo marino son susceptibles a la erosión. Esto significa que, si el esfuerzo de cizalla en el fondo marino es suficientemente alto, las partículas se eliminan del fondo marino y vuelven a entrar en la columna de agua. Este proceso se representa en la figura 4.

El fondo marino dentro de una unidad horizontal dada se modela como una serie de capas. La capa superior (en la superficie del fondo marino) es la capa que recibe partículas depositadas de la columna de agua. Cuando se depositan las partículas, comienzan a formar una nueva capa, que cubre las capas establecidas. La dureza de las capas en el fondo marino aumenta con el tiempo. Como las capas depositadas más recientemente están en la superficie del fondo marino, esto significa que la dureza aumenta al incrementarse la profundidad debajo de la superficie del fondo marino ( $z_b$ ), y que el esfuerzo de cizalla requerido para erosionar las capas más profundas es mayor que para las capas menos profundas. Cuando se agrega una nueva capa, la capa debajo de ella aumenta en dureza (su esfuerzo crítico de cizallamiento por erosión “ $t_{crit}$ ,  $z$ ” aumenta), acercándose a



una dureza máxima de lecho de equilibrio. La configuración de las capas en el modelo de fondo y su dureza se muestran en la figura 4.



**Figura 4.** Representación del movimiento de partículas en el modelo de fondo desde la deposición (a la izquierda), hasta la consolidación (centro) y la erosión (derecha).

La materia en el fondo marino se degrada con el tiempo. Esto significa que la masa química se elimina de la masa depositada de acuerdo con las velocidades definidas para la ejecución del modelo particular (se utilizan valores predeterminados razonables). El sub-modelo "Bed Module" también puede permitir la degradación del carbono a lo largo del tiempo, aunque, como se indicó anteriormente, se requieren pruebas adicionales de este proceso tanto para el material lábil como para el refractario, a fin de tener en cuenta los cambios en este proceso con la temperatura, la profundidad y, por lo tanto, el oxígeno (SAMS, 2019<sup>23</sup>). Debido a ello, el módulo de sedimento no fue activado en la presente modelación.

**Al no estar activos ninguno de los dos sub-módulos de sedimento ni de resuspensión, como ya se explicó, la modelación no genera una reducción de la concentración de carbono producto de la resuspensión ni tampoco producto de la oxidación del carbono orgánico, por lo que en este caso se está modelando una condición más desfavorable, propiciando la acumulación de carbono orgánico.**

<sup>23</sup> SAMS Research Services Limited, NewDepomod Team, 2019-2020, NewDepomod User Guide

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

### 3.1.2 Definición del Área de Influencia (AI)

El límite entre condiciones naturales sin impacto a condiciones de enriquecimiento detectable se da entre 1.000 y 1.500 g C/m<sup>2</sup>/año según diversos autores (Hargrave 1994<sup>24</sup>, Findlay – Watling 1997, Cromey et al. 2002a<sup>25</sup>, Chamberlain & Stucchi 2007<sup>26</sup>). Por otro lado, Hargrave B.T., 2010<sup>27</sup>, establece este límite entre 473,46 y 912,5 g C/m<sup>2</sup>/año.

**Corresponde por lo tanto a un límite relativamente variable.** En la búsqueda de evaluar la condición más desfavorable posible, en Chile se ha establecido el valor de 365 g C/m<sup>2</sup>/año para establecer el límite del área de influencia, a partir del cual existen condiciones de enriquecimiento orgánico que pueden ser detectables y podrían ser atribuibles a la actividad acuícola.

Por este motivo se seleccionó el valor de 365 g C/m<sup>2</sup>/año como el límite inferior a mostrar en los resultados y por ende para la definición del área de influencia del proyecto.

### 3.2 Objetivos de la modelación

Entregar antecedentes que permitan:

- Determinar los aportes adicionales sobre el sedimento en los ciclos productivo 2017 – 2019 y 2020 – 2022.
- Comparación relativa de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022 respecto de un ciclo con biomasa autorizada equivalente.
- Analizar los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022 en relación con el diferencial de un ciclo de producción reducida y un ciclo equivalente pero con biomasa autorizada.
- Identificar y evaluar el aporte adicional sobre los diferentes componentes expuestos a la sedimentación: sedimento y biota principalmente.

<sup>24</sup> Hargrave BT (1994) A benthic enrichment index. In: Hargrave BT (ed) Modelling benthic impacts of organic enrichment from marine aquaculture. Can Tech Rep Fish Aquat Sci 1949: 79–91

<sup>25</sup> Cromey CJ, Nickell TD, Black KD (2002a) DEPOMOD— modelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. Aquaculture 214: 211–239

<sup>26</sup> Chamberlain J, Stucchi D (2007) Simulating the effects of parameter uncertainty on waste model predictions of marine finfish aquaculture. Aquaculture 272: 296–311

<sup>27</sup> Hargrave B.T. (2010) Empirical relationships describing benthic impacts of salmon aquaculture. Aquacult Environ Interact Vol. 1: 33–46

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

### **3.3 Datos de entrada del modelo de balance de masas**

Se detalla a continuación la configuración productiva que tuvieron los ciclos 2017 – 2019, 2020 – 2022 y 2023 – 2024, utilizados para alimentar el modelo, así como los escenarios de biomasa autorizada, idénticos a los 3 anteriores, pero utilizando la producción autorizada en RCA N°123 / 2012.

El ciclo propuesto como medida para hacerse cargo del aporte adicional de los ciclos 2017 – 2019, 2020 – 2022 corresponde al ciclo 2023 – 2024, y reduce la biomasa a producir en 875 Ton (Ciclo Producción reducida) respecto del ciclo de biomasa autorizada.

**Tabla 22.** Configuración productiva de los 6 ciclos a partir de la cual se alimentó el modelo de dispersión NewDepomod.

	Unidad	Ciclo biomasa autorizada escenario 2017	Ciclo 2017 – 2019	Ciclo biomasa autorizada escenario 2020	Ciclo 2020 – 2022	Ciclo biomasa autorizada escenario 2023	Ciclo reducción producción 2023 – 2024
<b>Meses ciclo</b>	Meses	27	27	21	21	24	24
<b>Numero de Jaulas</b>	Jaulas	10	10	12	12	8	8
<b>dimensiones</b>	Metros	40x40x20	40x40x20	40x40x20	40x40x20	40x40x20	40x40x20
<b>Producción (egresos + saldo)</b>	Ton	5236	5684	5236	5663	5236	4361
<b>Mortalidad</b>	Ton	304.0	330.0	74.0	80.0	260.4	218.1
	%	5.8%	5.8%	1.4%	1.4%	5.0%	5.0%
<b>Alimento</b>	Ton	5957.1	6466.8	6254.9	6765.0	6806.8	5669.3
<b>Digestibilidad Alimento</b>	%	88.2%	88.2%	89.0%	89.0%	89.0%	89.0%
<b>FCR</b>	-	1.14	1.14	1.19	1.19	1.30	1.30
<b>Alimento no consumido</b>	%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
	Ton	29.8	32.3	31.3	33.8	34.0	28.3
<b>Fecas</b>	%	11.8%	11.8%	11.0%	11.0%	11.0%	11.0%
	Ton	698.2	758.0	684.6	740.4	745.0	620.5
<b>Contenido agua en alimento</b>	%	6.75%	6.75%	6.50%	6.50%	6.50%	6.50%
<b>% Carbono en alimento</b>	%	53.50%	53.50%	52.60%	52.60%	51.99%	51.99%
<b>% Carbono en fecas</b>	%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
<b>Módulo de Resuspensión y de fondo</b>	-	Inactivo	Inactivo	Inactivo	Inactivo	Inactivo	Inactivo
<b>Máximo calibre alimento</b>	mm	14	14	12	12	12	12
<b>Velocidad hundimiento pellets</b>	m/s	0.132	0.132	0.127	0.127	0.127	0.127
<b>Velocidad hundimiento fecas</b>	m/s	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032

Se indica que las modelaciones realizadas mediante NewDepomod incorporan la información productiva de los ciclos completos, y no únicamente del mes de máxima biomasa, según se detalla a continuación, por lo que el análisis de efectos fue realizado bajo este escenario. Por último, es necesario aclarar que el modelo de sedimentación de partículas NewDepomod, al igual que el resto de los modelos similares de campo cercano especializados y validados para el análisis de efectos de centros de cultivo, entregan un resultado de **flujo de carbono al sedimento**, pero **no de acumulación de carbono en el sedimento**. Las validaciones de este modelo llevadas a cabo por diversos autores (por ejemplo Keeley et.al. 2012<sup>28</sup>), lo que se comparó corresponde al flujo de carbono que entrega el modelo, con la información de terreno correspondiente al nivel de impacto producido. Se trata por lo tanto de una validación de **flujo de carbono vs. nivel de impacto**. Es por ello por lo que el modelo entrega el máximo flujo de carbono, el que tiene cierta correlación con el nivel de impacto potencialmente producido en el sedimento, y es independiente de la eventual acumulación, información que no es entregada por el modelo y que no guarda correlación con los procesos de validación e índices de impacto utilizados en el análisis de efectos de centros de cultivo.

En cuanto a la revisión de la programación, los valores horarios con los que el modelo es alimentado pueden revisarse en el archivo denominado DESEMBOCADURA\_E1-10JAULAS-NONE-CageGroup1, según se muestra a continuación.

Line	Value
54	0.0123786962365591,0.00651119422043011,0,0.27096966061828,0.0812908981854839,0
55	0.0123786962365591,0.00651119422043011,0,0.27096966061828,0.0812908981854839,0
56	0.0123786962365591,0.00651119422043011,0,0.27096966061828,0.0812908981854839,0
57	0.0123786962365591,0.00651119422043011,0,0.27096966061828,0.0812908981854839,0
58	0.0123786962365591,0.00651119422043011,0,0.27096966061828,0.0812908981854839,0
59	0.0123786962365591,0.00651119422043011,0,0.27096966061828,0.0812908981854839,0
60	0.0123786962365591,0.00651119422043011,0,0.27096966061828,0.0812908981854839,0
61	0.0123786962365591,0.00651119422043011,0,0.27096966061828,0.0812908981854839,0
62	0.0123786962365591,0.00651119422043011,0,0.27096966061828,0.0812908981854839,0

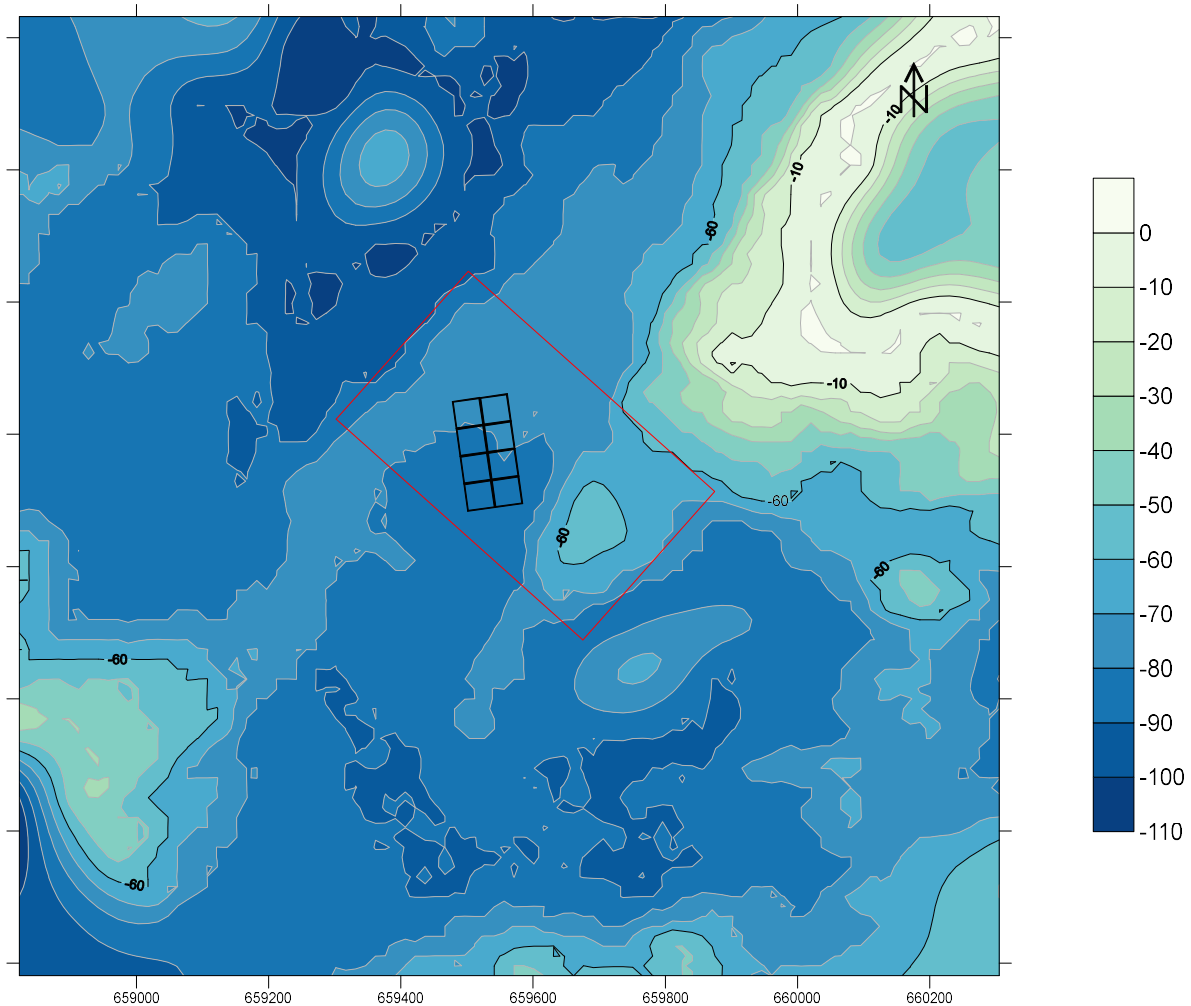
**Figura 5.** Vista del archivo de ingreso de la información de serie de tiempo productiva en el modelo NewDepomod, archivo denominado DESEMBOCADURA\_E1-10JAULAS-NONE-CageGroup1, ubicado en la carpeta “Inputs”, dentro de la carpeta “depomod” de los archivos de modelación entregados en Anexos.

<sup>28</sup> Keeley N.B., Barrie M.F., Christine C., Catriola K.M. Exploiting salmon farm benthic enrichment gradients to evaluate the regional performance of biotic indices and environmental indicators. Ecological Indicators 23 (2012) 453–466

### 3.4 Descripción del área de estudio

#### 3.4.1 Batimetría

Para el modelo se utilizó la batimetría del sector, a partir de la cual se definió el tamaño del dominio de modelación, esto quiere decir que el modelo es capaz de representar la sedimentación que se genere dentro de esta área. El dominio utilizado debe permitir representar el área de sedimentación completa.

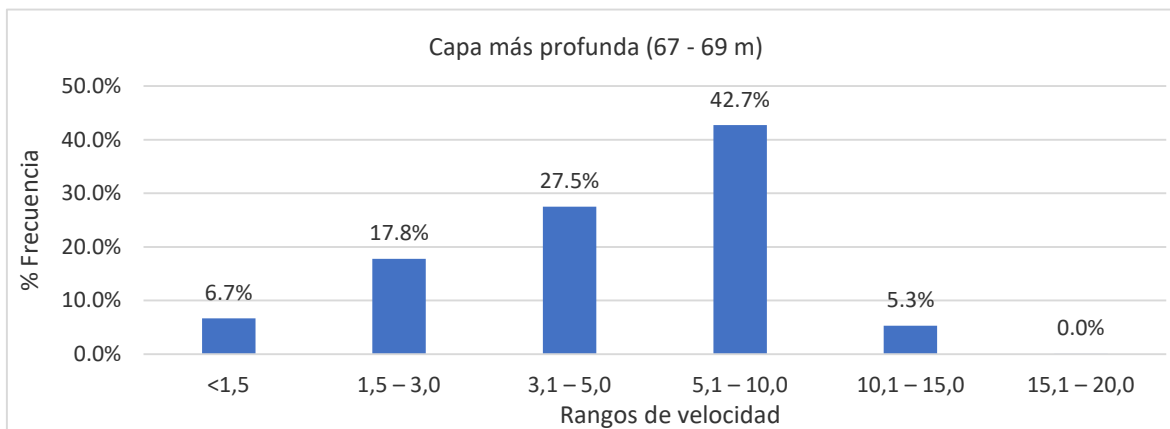


**Figura 6.** Vista bidimensional de la Batimetría del dominio de Modelación en DESEMBOCADURA. Concesión otorgada en color rojo. Se muestra el tren de jaulas modelado del ciclo de producción reducida.

Las profundidades bajo la concesión se distribuyen entre los 60 y los 90 metros de profundidad aproximadamente (profundidades corregidas al nivel de reducción de sondas).

### 3.4.2 Hidrodinámica del área modelada

La correntometría fue realizada entre los días 28 de diciembre de 2020 y 7 de febrero de 2021, por un período de 41 días y utilizando para ello un Correntómetro ADCP. Las frecuencias de velocidades en la capa más profunda se distribuyeron de acuerdo con el siguiente gráfico.



**Figura 7.** Distribución de frecuencias de las velocidades de corriente en la capa más profunda registrada de la columna.

#### 3.4.2.1 Filtrado y selección de capas de la correntometría

En todas las modelaciones realizadas, se utilizó el 100% de las capas de medición de corrientes entre las capas -4 y los -68 m de profundidad.

Las capas utilizadas para modelar corresponden por lo tanto a las siguientes profundidades -68,-66,-64,-62,-60,-58,-56,-54,-52,-50,-48,-46,-44,-42,-40,-38,-36,-34,-32,-30,-28,-26,-24,-22,-20,-18,-16,-14,-12,-10,-8,-6 y -4 m.

### 3.5 Antecedentes de la modelación

#### 3.5.1 Grilla de Modelación

Para la generación del modelo se utilizó una Grilla con malla de 15x15 m, con un offset mínimo (desfase respecto de la concesión) de 400 metros.

### 3.5.2 Cálculo de los valores de flujo diario y flujo anual de carbono

El modelo NewDepomod fue alimentado con la información del ciclo productivo de cada escenario (ver tabla N°22). Es importante recalcar que la información que entrega el modelo corresponde al flujo acumulado de carbono durante todo el período de modelación, de cada ciclo, es decir entre **21 y 27 meses**. Esto es posible verificarlo revisando el archivo generado automáticamente por el software, ubicado en la carpeta del presente informe. Por ejemplo: **Anexo\_Modelaciones NewDepomod / "DESEMBOCADURA\_E1" / Depomod / results / DESEMBOCADURA\_E1-10JAULAS-NONE-N-carbon-g0**. Al abrir el archivo, se observan 3 columnas, las que corresponden de izquierda a derecha a: eje X, eje Y, gramos de Carbono / m<sup>2</sup> (ver Figura 8, siguiente).

	"x"	"y"	"g carbon/m2"
1	7.50	7.50	0.000000
2	22.50	7.50	0.000000
3	37.50	7.50	0.000000
4	52.50	7.50	0.000000
5	67.50	7.50	0.000000

**Figura 8.** Extracto de los resultados de flujo de carbono extraídos de NewDepomod. De izquierda a derecha: columnas eje X, eje Y y carbono acumulado por m<sup>2</sup>.

La naturaleza del resultado obtenido es por lo tanto un valor acumulado, no asociado de forma explícita a una unidad de tiempo, que representa la acumulación de carbono a lo largo de todo el ciclo productivo modelado. Por lo tanto, se debe en primer lugar conocer el período de tiempo que representan los valores de carbono obtenidos, con el objetivo de poder obtener un valor de flujo de carbono por unidad de tiempo, por ejemplo, diario (gC/m<sup>2</sup>/día) o anual (gC/m<sup>2</sup>/año).

Por lo tanto, dado que el ciclo productivo representado es de 21, 24 y 27 meses, dependiendo del ciclo, se debe en primer lugar dividir cada uno de los valores de carbono acumulado por el número de días que existen en esos meses. Ello nos permite obtener el valor de flujo de carbono diario (gC/m<sup>2</sup>/día). El cálculo para obtener el valor de flujo diario de carbono es el siguiente, para un ciclo de 21 meses:

$$(\text{g carbono} / \text{m}^2) / (\text{n}^\circ \text{ días en 21 meses})$$



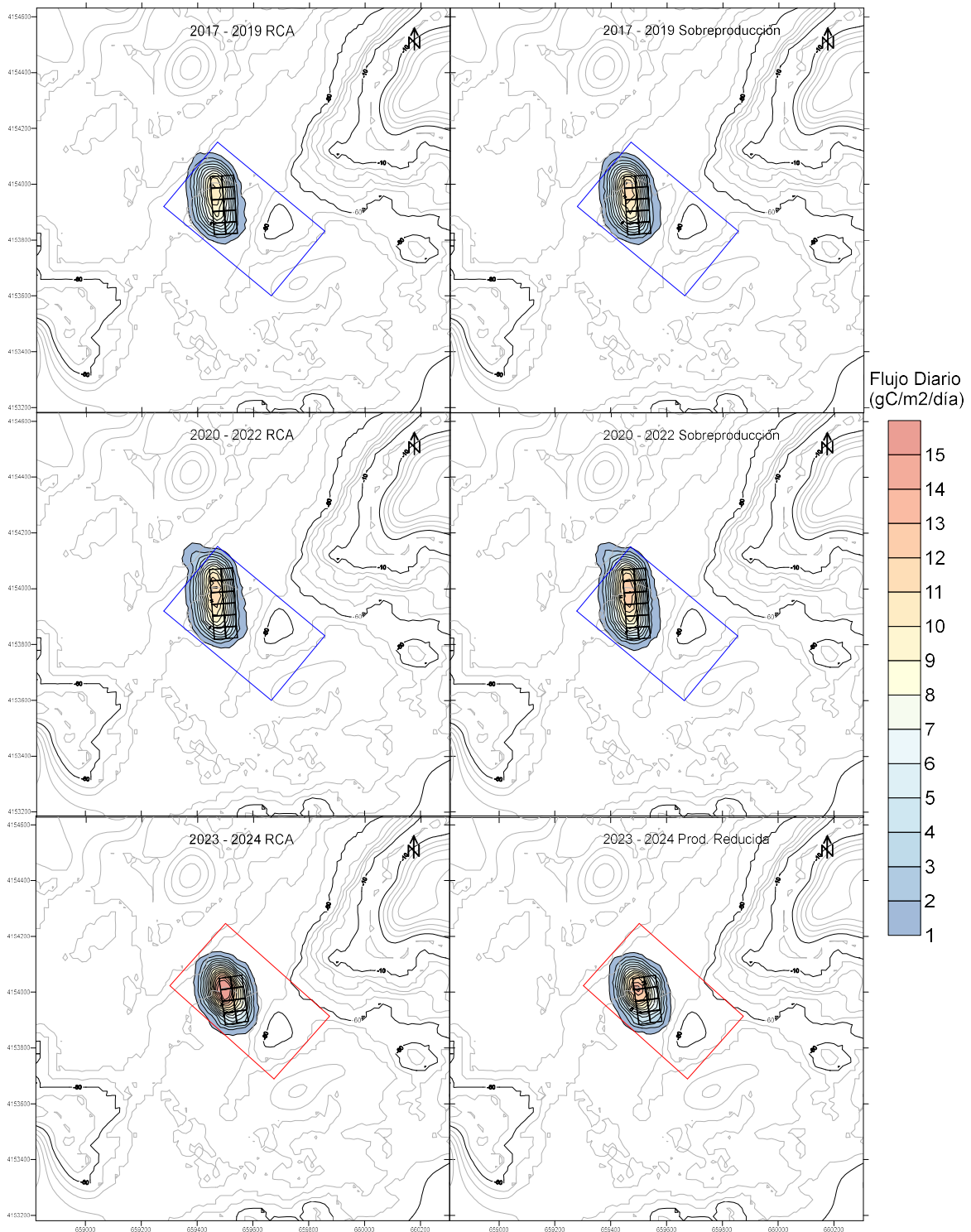
Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

### 3.6 Resultados

Tal como se indicó en el punto 2.2 del presente análisis, se delimita el área de influencia como aquella área comprendida dentro de la isolínea de 1 gC/m<sup>2</sup>/día de sedimentación, o su equivalente de 365 gC/m<sup>2</sup>/año, al expresarlo mediante flujo anual. Se detallan y grafican a continuación los resultados de flujo de carbono obtenidos.

**Tabla 23.** Concentraciones máximas de deposición de carbono y área de influencia.

	gC/m <sup>2</sup> /día	Superficie AI (m <sup>2</sup> )
Ciclo biomasa autorizada escenario 2017	11.2	54,144
Ciclo 2017 – 2019	12.1	56,392
<b>Aporte adicional</b>	<b>0.94</b>	<b>2,248</b>
Ciclo biomasa autorizada escenario 2020	12.1	65,250
Ciclo 2020 – 2022	13.0	67,516
<b>Aporte adicional</b>	<b>0.90</b>	<b>2,266</b>
<b>Suma de aportes</b>	<b>1.84</b>	<b>4,514</b>
Ciclo biomasa autorizada escenario 2023	17.1	54,008
Ciclo reducción producción 2023 – 2024	14.2	50,716
<b>Aporte favorable</b>	<b>-2.84</b>	<b>-3,292</b>



**Figura 9.** Flujo diario de carbono (gC/m²/año). De izq. a dcha. y de arriba abajo: Escenarios de producción autorizada y sobreproducción 2017 – 2020, producción autorizada y sobreproducción 2020 – 2022, producción autorizada y sobreproducción 2023 – 2024.

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

Los aportes adicionales de flujo de carbono de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022 suman en total 1.84 gC/m<sup>2</sup>/día. El flujo de carbono del ciclo de reducción de producción presenta una diferencia, respecto del ciclo de biomasa autorizada 2023, de -2.84 gC/m<sup>2</sup>/día. Esta diferencia se haría cargo adecuadamente de la suma de los aportes de los ciclos de sobreproducción.

La superficie del área de sedimentación se compensa en gran medida, siendo 4,514 m<sup>2</sup> la suma de los aportes de los ciclos de sobreproducción, mientras que el aporte favorable del ciclo de producción reducida 2023, en relación al ciclo de biomasa autorizada 2023, es de -3.292 m<sup>2</sup>.

### 3.7 Análisis de efectos sobre otros componentes ambientales

Los componentes bióticos que podrían haber recibido algún efecto por la emisión adicional de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022 respecto de los ciclos de biomasa autorizada, dentro del área de sedimentación, corresponden a aquellos que puedan haber recibido algún efecto por el flujo de sedimentación adicional, calculado en un máximo de 0.94 gC/m<sup>2</sup>/día, o 342.9 gC/m<sup>2</sup>/año.

En el caso de que 342.9 gC/m<sup>2</sup>/año fuese toda la sedimentación aportada, en lugar de ser solo una fracción adicional, se podría indicar que dicho flujo anual de carbono se encuentra en el límite inferior de lo que varios autores consideran el umbral entre condiciones naturales, con sedimentación natural sin cultivo, y condiciones de enriquecimiento mínimo o leve. Se presentan algunos ejemplos de flujos de carbono natural, sin aporte antropogénico, según distintos autores, en la siguiente tabla.

**Tabla 24.** Sedimentación de carbono que sucede de forma natural en el océano, sin presencia de centros de cultivo.

Autor	Sedimentación natural sin cultivo	
Findlay & Watling, 1997 <sup>29</sup>	321 – 867	g C/m <sup>2</sup> /año

<sup>29</sup> Findlay R.H., Watling L. (1997) Prediction of benthic impact for salmon net-pens based on the balance of benthic oxygen supply and demand. Mar Ecol Prog Ser. Vol. 155: 147-157, 1997

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

Hargrave B.T., 2010 <sup>30</sup>	36,5 – 365	g C/m2/año
Bannister et.al., 2014 <sup>31</sup>	56 – 317	g C/m2/año

Sin embargo, hay que considerar que no se trata de la totalidad del flujo de sedimentación, sino que es una fracción del total. Es importante tener en cuenta que según Keeley et.al., 2013, los distintos estados de enriquecimiento tienen rangos más amplios en gC/m2/año cuanto mayor es el impacto. Es decir, se requiere cada vez una mayor cantidad de carbono para pasar de un estado de enriquecimiento al siguiente. Dicho lo anterior, es probable que el aporte adicional de flujo de carbono producto de los ciclos de sobreproducción 2017 – 2019 y 2020 – 2022 constituya un efecto negativo que sin embargo no haya alterado de forma adicional la biota presente dentro del área de sedimentación.

En relación al área de sedimentación, ambos ciclos de sobreproducción habrían generado una ampliación del área, en 2,248 y 2,266 m<sup>2</sup> respectivamente. Estas áreas adicionales constituyen un efecto negativo, acotado a esas áreas y producto de un flujo de sedimentación muy cercano a 1 gC/m2/día. Los efectos producidos se mantendrían dentro de lo ya descrito como efectos mínimos, dado que el flujo indicado se mantiene dentro del límite inferior de los valores considerados como sedimentación natural, libre de actividades productivas.

### 3.8 Uso de antibióticos y antiparasitarios

Se adjunta en el Anexo “Informe uso fármacos” el “Informe CES Desembocadura Cermaq” elaborado por el Instituto Tecnológico del Salmón (INTESAL), en el que se realiza un análisis de riesgo para uso del antibiótico florfenicol, en el caso de los ciclos de sobreproducción. Se extraen a continuación algunos de los párrafos relevantes para entender las conclusiones de dicho trabajo. “El registro ecotoxicológico de especies marinas representantes para los niveles tróficos microalgas, invertebrados y peces no sugieren un riesgo a las concentraciones estimadas por el modelo predictivo, lo cual podría explicarse por la distribución a causa de las corrientes y otros mecanismos de transporte (difusivos y no difusivos) del antibiótico producto de la integración de estas variables en el modelación,

<sup>30</sup> Hargrave B.T. (2010) Empirical relationships describing benthic impacts of salmon aquaculture. *Aquacult Environ Interact* Vol. 1: 33–46

<sup>31</sup> Bannister R.J., Valdemarsen T., Hansen P.K., Holmer M., Ervik A. 2014. Changes in benthic sediment conditions under an Atlantic salmon farm at a deep, well-flushed coastal site. *Aquacult Environ Interact*. Vol.5: 29-47.

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

así como también un patrón que sería determinado por las propiedades físicas y químicas del antibiótico florfenicol.

Adicionalmente, cabe mencionar que para el CES Desembocadura se realizaron tratamientos en salmónidos a través de vacunaciones (autovacuna BKD) durante el ciclo productivo 2017/2019, por lo tanto, esto no implicaría llevar a cabo un análisis de antibióticos (uso de principios activos), evidenciando la no utilización de un agente químico utilizado para tratamiento de salmónidos.

**En conclusión, basado en los antecedentes de uso del antibiótico florfenicol en centro de cultivo Desembocadura de la empresa Cermaq Chile, no se sugiere un riesgo durante el periodo de producción 2020-2022, donde la posibilidad de generar efectos negativos al ambiente marino se encuentra 10.000 veces por debajo a una condición adversa para generar efectos observables sobre organismos marinos representados en este estudio, como se corrobora en la Figura 2. Por lo tanto, de acuerdo al análisis desarrollado, los niveles estimados de florfenicol en agua no generan efectos negativos, por lo que existirían efectos adversos solo si las concentraciones en agua superan el 1 µg/L.”**

Cabe acotar también que no hubo uso de antiparasitarios durante el ciclo 2020 – 2021.

### 3.9 Conclusiones

#### Análisis productivo

La sobreproducción de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022 corresponde a 448 y 427 Ton., lo que asciende a 875 Ton entre ambos. El ciclo de producción reducida 2023 – 2024, con 4361 Ton de producción, está reduciendo su producción en 875 Ton respecto de la biomasa autorizada mediante RCA N°123/2012. Se constata por lo tanto que el ciclo de producción reducida se hace cargo de manera efectiva de la producción adicional de los dos ciclos iniciados en 2017 y 2020. En cuanto a la cantidad de alimento entregada, cabe destacar que la sumatoria de alimento adicional entregado entre ambos ciclos de sobreproducción, asciende a 1019.8 Ton, mientras que el ciclo de producción reducida de 2023 estaría generando una reducción en el uso de alimento, respecto del ciclo de producción

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

autorizada, de 1137.5 Ton, lo que permitiría de forma adecuada hacerse cargo de lo aportado por los dos ciclos de sobreproducción.

### Flujo de carbono

Como se observa en la Tabla N°23, los aportes adicionales de flujo de carbono de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022 suman en total 1.84 gC/m<sup>2</sup>/día, mientras que el flujo de carbono del ciclo de reducción de producción presenta una diferencia, respecto del ciclo de biomasa autorizada 2023, de -2.84 gC/m<sup>2</sup>/día. Esta diferencia se haría cargo adecuadamente de la suma de los aportes de los ciclos de sobreproducción. También es importante mencionar que el flujo anual de carbono aportado de forma adicional se encuentra en el límite inferior de lo que varios autores consideran el umbral entre condiciones naturales, con sedimentación natural sin cultivo, y condiciones de enriquecimiento mínimo o leve, encontrándose además dentro del rango de los valores reportados como sedimentación natural por diversos autores (ver tabla N°24)

Dicho lo anterior, es probable que el aporte adicional de flujo de carbono producto de los ciclos de sobreproducción 2017 – 2019 y 2020 – 2022 constituya un efecto negativo que sin embargo no haya alterado de forma adicional la biota presente dentro del área de sedimentación.

En relación al área de sedimentación, ambos ciclos de sobreproducción habrían generado una ampliación del área, en 2,248 y 2,266 m<sup>2</sup> respectivamente. Estas áreas adicionales constituyen un efecto negativo, acotado a esas áreas y producto de un flujo de sedimentación muy cercano a 1 gC/m<sup>2</sup>/día. Los efectos producidos se mantendrían dentro de lo ya descrito como efectos mínimos, dado que el flujo indicado se mantiene dentro del límite inferior de los valores considerados como sedimentación natural, libre de actividades productivas.

### Análisis del efecto negativo de la sobreproducción en el sedimento

Es posible indicar que el aporte adicional de los ciclos 2017 – 2019 y 2020 – 2022 corresponde a un flujo anual de carbono de 343 y 328 gC/m<sup>2</sup>/año respectivamente, lo que equivale a 0.94 y 0.9 gC/m<sup>2</sup>/día y a un aumento en el área de sedimentación de 2,248 y 2,266 m<sup>2</sup> respectivamente. En comparación, el flujo anual de carbono que sedimenta de

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

forma natural en el mar, sin presencia de centros de cultivo, ha sido reportado por diversos autores y presenta un amplio rango de valores, entre 36,5 y 867 gC/m<sup>2</sup>/año, según se detalló en la Tabla N°24.

Dado que el aporte adicional consiste en una fracción del flujo total, es importante tener en cuenta que según Keeley et.al., 2013, los distintos estados de enriquecimiento tienen rangos más amplios en gC/m<sup>2</sup>/año cuanto mayor es el impacto. Es decir, se requiere cada vez una mayor cantidad de carbono para pasar de un estado de enriquecimiento al siguiente. Por lo tanto, es probable que el aporte adicional de flujo de carbono producto de los ciclos de sobreproducción 2017 – 2019 y 2020 – 2022 constituya un efecto negativo que si embargo no haya alterado de forma adicional a la biota presente dentro del área de sedimentación.

Por último, es importante mencionar que el ciclo de producción reducida 2023 – 2024, al calcular la diferencia de flujo de carbono que generaría respecto del ciclo de producción autorizada, escenario 2023 – 2024, estaría reduciendo el flujo de carbono en -2.84 gC m<sup>2</sup>/día, lo que permitiría hacerse cargo ampliamente de la suma de aportes adicionales de ambos ciclos de sobreproducción, en términos de flujo de carbono, la que corresponde a 1.84 gC m<sup>2</sup>/día.

### Uso de fármacos

Se incluye a continuación la conclusión principal del estudio realizado por INTESAL para el ciclo productivo 2020 – 2022 del centro Desembocadura: “basado en los antecedentes de uso del antibiótico florfenicol en centro de cultivo Desembocadura de la empresa Cermaq Chile, no se sugiere un riesgo durante el periodo de producción 2020-2022, donde la posibilidad de generar efectos negativos al ambiente marino se encuentra 10.000 veces por debajo a una condición adversa para generar efectos observables sobre organismos marinos representados en este estudio, como se corrobora en la Figura 2. Por lo tanto, de acuerdo al análisis desarrollado, los niveles estimados de florfenicol en agua no generan efectos negativos, por lo que existirían efectos adversos solo si las concentraciones en agua superan el 1 µg/L”.

Nov-2024	Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24195	

Análisis resultados INFA, capa de fondo.

De la revisión de los perfiles de columna realizados en los INFA 2018 y 2022, se observa que las concentraciones de oxígeno muestran mucha estabilidad estacional, con escasa variación a lo largo del año: se mantienen concentraciones elevadas de oxígeno disuelto, entre 9.5 y 11 mg/l entre superficie y los 30 m de profundidad, reduciéndose lentamente hacia el fondo hasta llegar a valores de entre 6 y 9 mg/l a los 90 m de profundidad.

Del análisis del informe del INFA anaeróbico realizado en abril de 2022, cabe destacar que se obtuvieron 3 valores de oxígeno a nivel de fondo con concentraciones inferiores a 2.5 mgO<sub>2</sub>/l, específicamente en las estaciones 6, 7 y 8, a 75, 87 y 86 m de profundidad respectivamente. La ocurrencia de condiciones anaeróbicas en la columna de agua, a 1 m del fondo, se da únicamente en las 3 estaciones indicadas, mientras que, en las otras 5 estaciones, pese a que las profundidades se mantienen entre 74 y 89 m de profundidad, las concentraciones de oxígeno a 1 m del fondo arrojan un promedio de 6.2 mgO<sub>2</sub>/l. En el caso del ciclo 2017 – 2019, el INFA realizado arroja valores altos de concentración de oxígeno a nivel de fondo: los perfiles realizados en el momento de máxima biomasa, en agosto de 2018, muestran valores de 7.4 y 8.0 mgO<sub>2</sub>/l a 93 y 80 m de profundidad respectivamente, por lo que no se observa efecto negativo en este caso.

A partir de lo descrito, en el caso de que el INFA anaeróbico corresponda a un efecto negativo producto de la sobreproducción del ciclo 2020 – 2020, es importante señalar que no se observa consistencia en los resultados de este INFA ni en los del INFA 2017 – 2019, en relación a la señal de efecto negativo que estarían entregando producto de las sobreproducciones.



Nov-2024	<i>Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150</i>	<b>IA Consultores</b> Innovación Ambiental
	<i>Proyecto 24195</i>	

Informe elaborado por:



Matías E. Gargiulo  
Biólogo Marino  
IA Consultores

Nov-2024	<i>Informe Integrado de Análisis de Efectos Ambientales CES DESEMBOCADURA 120150</i>	<b>IA Consultores</b> Innovación Ambiental
	<i>Proyecto 24195</i>	

#### **4 Anexos (adjuntos en formato digital)**

1. Archivos AutoCAD sedimentación.
2. Modelaciones NewDepomod.
3. Correntometría Desembocadura.
4. Guía usuario NewDepomod
5. Informe Fármacos INTESAL
6. Monitoreos INFA
7. TABLAS: Planilla Excel con todas las tablas que incorpora el presente informe.



## Notario de Santiago Nancy de la Fuente Hernandez

Certifico que el presente documento electrónico es copia fiel e íntegra de ACTA SESION DIRECTORIO otorgado el 28 de Agosto de 2024 reproducido en las siguientes páginas.

Notario de Santiago Nancy de la Fuente Hernandez.-

Huerfanos 1117 of. 1014.-

Repertorio Nro: 2855 - 2024.-

Santiago, 30 de Agosto de 2024.-



123456864725  
www.fojas.cl

Emito el presente documento con firma electrónica avanzada (ley No19.799, de 2002), conforme al procedimiento establecido por Auto Acordado de 13/10/2006 de la Excm. Corte Suprema.-

Certificado Nro 123456864725.- Verifique validez en

<http://fojas.cl/d.php?cod=not71ndlfueh&ndoc=123456864725>.- .-

CUR Nro: F4754-123456864725.-

Firmado digitalmente por:PAMELA FERNANDA VASQUEZ AVENDANO  
Fecha: 30.08.2024 14:26 Razón: Notario Titular  
Ubicación: Santiago



Notaría  
NANCY DE LA FUENTE

1 REPERTORIO N° 2855-2024.-

OT: 45.519 082024

2

3

4

ACTA

5

SESIÓN DIRECTORIO

6

\*\*\*\*\*

7

8

9

CERMAQ CHILE S.A.

10

11

12 EN SANTIAGO DE CHILE, a veintiocho de agosto de dos mil veinticuatro,

13 ante mí, **PAMELA FERNANDA VASQUEZ AVENDAÑO**, abogado, Notario

14 Público de Santiago, Suplente de la Titular de la Notaría número treinta y

15 siete de doña Nancy de la Fuente Hernández, con oficio en Huérfanos

16 número mil ciento diecisiete, oficina mil catorce, según Decreto Judicial

17 protocolizado en sus Registros Notariales, comparece doña **BÁRBARA**

18 **JOSEFINA MORGAN SEARLE**, chilena, casada y separada de bienes,

19 abogada, cédula nacional de identidad número quince millones trescientos

20 sesenta y nueve mil setecientos setenta y dos guion dos, domiciliada para

21 estos efectos en calle Cerro El Plomo número cinco mil cuatrocientos

22 veinte, comuna de Las Condes, Santiago, mayor de edad quien acredita su

23 identidad con la cédula antes citada y expone: Que debidamente facultada,

24 según acreditará, viene a reducir a escritura pública el SESIÓN DE

25 DIRECTORIO DE CERMAQ CHILE S.A., que es del siguiente tenor:

26 “**SESIÓN DE DIRECTORIO DE CERMAQ CHILE S.A.** En Oslo, Noruega, a

27 catorce de agosto de dos mil veinticuatro, siendo las nueve AM, en las

28 oficinas ubicadas en Dronning Eufemias gate dieciséis, N guión cero uno

29 nueve uno, tiene lugar una Sesión de Directorio de **Cermaq Chile S.A.**, en

30 adelante indistintamente la “**Sociedad**”, a la que asisten don Niels Georg

Pag: 2/15



Certificado N°  
123456864725  
Verifique validez en  
<http://www.fojas.cl>

1 Holm, doña Silvia Segnini y don Steven Rafferty. Actuó como presidente  
2 don Steven Rafferty, y como secretario especialmente designado al efecto  
3 don Niels Georg Holm. **PRIMERO: Formalidades de asistencia y**  
4 **participación en la sesión.** Se dejó constancia que se encontraban  
5 presentes todos los directores de la Sociedad, cumpliéndose con el quórum  
6 exigido en los estatutos sociales para celebrar la presente sesión.  
7 Asimismo, se dejó constancia que, en atención a que participan la totalidad  
8 de los directores de la Sociedad, se procedió a realizar la sesión fuera del  
9 domicilio social. **SEGUNDO: Revocación de poderes.** El señor Presidente  
10 señaló que el régimen general de poderes vigentes de la Sociedad fue  
11 aprobado en la Sesión de Directorio de fecha veintidós de febrero de dos  
12 mil veintitrés cuya acta fue reducida a escritura pública de fecha tres de  
13 abril de dos mil veintitrés otorgada en la notaría de Santiago de doña  
14 Nancy de la Fuente Hernández. Se dejó constancia que la estructura de  
15 poderes señalada no ha sido objeto de modificaciones. A continuación, el  
16 Presidente señaló que, en virtud de los cambios que ha sufrido la  
17 administración de la Sociedad, se hace necesario revocar todos y cada uno  
18 de los poderes otorgados por ésta con anterioridad a esta fecha, con la  
19 sola excepción de los mandatos judiciales que se hayan conferido a los  
20 abogados que representen a la Sociedad en los procesos judiciales,  
21 administrativos o de otra naturaleza que se encuentren actualmente en  
22 curso, y proceder a continuación a establecer una nueva estructura general  
23 de poderes sociales con efecto a contar del uno de septiembre de dos mil  
24 veinticuatro. Tras un breve debate, el Directorio acordó por la unanimidad  
25 de sus miembros revocar todos y cada uno de los poderes para representar  
26 a la Sociedad conferidos con anterioridad a esta fecha con efecto a contar  
27 del uno de septiembre de dos mil veinticuatro, con la sola excepción de los  
28 mandatos judiciales ya referida; incluyendo especialmente en la revocación  
29 los poderes conferidos en la Sesión de Directorio de fecha veintidós de  
30 febrero de dos mil veintitrés, cuya acta fue reducida a escritura pública de

Pag: 3/15



Certificado  
123456864725  
Verifique validez  
<http://www.fojas.>



1 fecha tres de abril de dos mil veintitrés otorgada en la notaría de Santiago  
2 de doña Nancy de la Fuente Hernández, inscrita a fojas treinta y dos mil  
3 seiscientos seis número catorce mil ochocientos tres del Registro de  
4 Comercio del Conservador de Bienes Raíces de Santiago correspondiente  
5 al año dos mil veintitrés. **TERCERO: Nueva estructura de poderes.** Acto  
6 seguido, el Presidente propuso establecer una nueva estructura general de  
7 poderes sociales. Luego de un breve debate, el Directorio acordó por  
8 unanimidad establecer la siguiente estructura general de poderes de la  
9 Sociedad, con efecto a contar del uno de septiembre de dos mil  
10 veinticuatro. A. FACULTADES DE LOS APODERADOS. Los apoderados de  
11 la Sociedad que al efecto se designen estarán dotados, según su Clase,  
12 con las siguientes facultades: Uno) representar a la Sociedad en todos los  
13 juicios y gestiones judiciales en que ésta tenga interés o pueda llegar a  
14 tenerlo, ante cualquier Tribunal Ordinario, especial, arbitral, administrativo  
15 o de cualquier naturaleza, así intervenga la Sociedad como demandante,  
16 demandada o tercero, de cualquiera especie, hasta la completa ejecución  
17 de la sentencia, pudiendo ejercer toda clase de acciones, sean ellas  
18 ordinarias, ejecutivas, especiales, de jurisdicción no contenciosa o de  
19 cualquiera otra naturaleza; quedando expresamente facultado en el  
20 ejercicio de este poder judicial para representar a la Sociedad con todas las  
21 facultades ordinarias y extraordinarias del mandato judicial, pudiendo  
22 demandar, iniciar cualquiera otra especie de gestiones judiciales, sean de  
23 jurisdicción voluntaria o contenciosa, reconvenir, contestar reconveniones,  
24 desistirse en primera instancia de la acción entablada, contestar demandas,  
25 aceptar la demanda contraria, renunciar los recursos y los términos legales,  
26 absolver posiciones, deferir el juramento decisorio y aceptar su delación,  
27 transigir, comprometer, otorgar a los árbitros facultades de arbitadores,  
28 prorrogar jurisdicción, intervenir en gestiones de conciliación o avenimiento,  
29 aprobar convenios, cobrar y percibir, nombrar abogados patrocinantes y  
30 apoderados con todas las facultades que por este instrumento se les

Pag: 4/15



Certificado Nº  
123456864725  
Verifique validez en  
<http://www.fojas.cl>

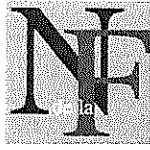


1 confiere, pudiendo delegar este poder y reasumir cuantas veces sea  
2 conveniente; Dos) representar extrajudicialmente a la Sociedad ante toda  
3 clase de autoridades políticas, administrativas, municipales, organismos o  
4 instituciones de derecho público, fiscales o semifiscales, autoridades de  
5 orden tributario, previsional o laboral, o personas de derecho privado, sean  
6 ellas naturales o jurídicas, incluyendo sin limitación a: (i) el Servicio de  
7 Impuestos Internos, especialmente solicitar clave de internet y el timbraje  
8 de sus boletas, facturas y libros de contabilidad; se deja expresa  
9 constancia que la eventual revocación del presente poder para representar  
10 a la Sociedad ante el Servicio de Impuestos Internos sólo producirá efectos  
11 respecto de dicho Servicio una vez que le sea notificada mediante  
12 comunicación escrita enviada al mismo informando de la revocación; (ii) la  
13 Armada de Chile, en especial Capitanías de Puerto, el Ministerio de  
14 Defensa Nacional y la Subsecretaría de Fuerzas Armadas; (iii) el Servicio  
15 Nacional de Pesca y Acuicultura y la Subsecretaría de Pesca; (iv) el  
16 Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia de Medio  
17 Ambiente; (v) la Tesorería General de la República; (vi) las  
18 Municipalidades, en especial la Dirección de Obras Municipales; (vii) la  
19 Dirección General de Aguas; (viii) el Servicio Agrícola Ganadero; (ix) el  
20 Conservador de Bienes Raíces y otros registros conservatorios; y en  
21 general cualquier otro organismo, autoridad o repartición fiscal, semifiscal o  
22 de administración que diga relación con el medio ambiente, concesiones  
23 marítimas y con la actividad de acuicultura en general; quedando facultados  
24 para efectuar y presentar ante ellas toda clase de solicitudes, memoriales y  
25 demás documentos que sean menester, declaraciones juradas, peticiones,  
26 reconsideraciones, reclamaciones, recursos administrativos, recibos o  
27 resguardos que se le exijan, desistirse de sus peticiones, asistir a  
28 reuniones, comparendos o citaciones que hagan tales autoridades y a  
29 realizar cualquier otro trámite que diga relación con la actividad acuícola  
30 y/o procedimiento de recursos hidrobiológicos; Tres) Solicitar para la

Pag: 5/15



Certificado  
123456864725  
Verifique validez  
<http://www.fojas.>



1 Sociedad concesiones administrativas de cualquier naturaleza u objeto,  
2 incluyendo sin limitación concesiones marítimas y concesiones de  
3 acuicultura, y oponerse a las solicitudes de concesiones de terceros;  
4 concurrir a cualquier clase de propuestas públicas y licitaciones de  
5 cualquier índole; solicitar autorizaciones relativas a la operación,  
6 modificación, transferencia, arrendamiento u otro tipo de actos que  
7 recaigan sobre concesiones de acuicultura, piscicultura o plantas de  
8 proceso de recursos hidrobiológicos; solicitar derechos o mercedes de  
9 agua; presentar declaraciones de impacto ambiental; Cuatro) entregar y/o  
10 retirar de las oficinas de correos, aduana, empresas de transporte terrestre,  
11 aéreo, toda clase de correspondencia, incluso certificada, giros,  
12 reembolsos, cargas, encomiendas, mercaderías, piezas postales, etcétera,  
13 consignadas o dirigidas a la Sociedad; firmar la correspondencia de la  
14 Sociedad; Cinco) por cuenta propia o ajena, inscribir propiedad intelectual,  
15 industrial, nombres, marcas comerciales, modelos industriales, deducir  
16 oposiciones o solicitar nulidades, y en general, efectuar todas las  
17 tramitaciones y actuaciones que sean procedentes en relación con esta  
18 materia; Seis) establecer agencias, sucursales o establecimientos en  
19 cualquier punto del país o en el extranjero, designando a las personas que  
20 deban atenderlas; Siete) comprar, vender, permutar y, en general, adquirir  
21 y enajenar, a cualquier título y en cualquier forma, toda clase de bienes  
22 raíces; celebrar contratos de promesa y preparatorios en general, prometer  
23 comprar, prometer vender, prometer permutar y, en general, prometer  
24 adquirir y enajenar, a cualquier título y en cualquier forma toda clase de  
25 bienes raíces; Ocho) comprar, vender, permutar y, en general adquirir y  
26 enajenar, a cualquier título y en cualquier forma, toda clase de bienes  
27 muebles, valores mobiliarios, títulos de crédito o instrumentos negociables;  
28 celebrar contratos de promesa y preparatorios en general, prometer  
29 comprar, prometer vender, prometer permutar y, en general, prometer  
30 adquirir y enajenar, a cualquier título y en cualquier forma toda clase de

Pag: 6/15



Certificado Nº  
123456864725  
Verifique validez en  
<http://www.fojas.cl>





1 bienes muebles, valores mobiliarios, títulos de crédito o instrumentos  
2 negociables; Nueve) gravar los bienes sociales con derechos de uso,  
3 usufructo, habitación, etcétera; o constituir servidumbres activas o pasivas;  
4 Diez) dar en prenda bienes muebles, valores, derechos y demás cosas  
5 corporales o incorporales, sean en prenda civil, mercantil, bancaria,  
6 agraria, industrial, sin desplazamiento, warrants, de cosa mueble vendida a  
7 plazo y otras especiales, para garantía de obligaciones sociales; dar bienes  
8 en hipoteca, posponer hipoteca, constituir las con cláusulas de garantía  
9 general, para garantía de obligaciones sociales; Once) aceptar y recibir en  
10 prenda bienes muebles, valores, derechos y demás cosas corporales o  
11 incorporales, sean en prenda civil, mercantil, bancaria, agraria, industrial,  
12 sin desplazamiento, warrants, de cosa mueble vendida a plazo u otras  
13 especiales, para garantía de obligaciones sociales, cancelarlas y alzar  
14 dichas garantías; aceptar y recibir en hipoteca, posponer hipotecas y  
15 alzarlas; Doce) dar y tomar en arrendamiento, administración o concesión  
16 toda clase de bienes, corporales e incorporales, raíces o muebles; Trece)  
17 celebrar operaciones de leasing y lease back, u otras similares, con toda  
18 clase de personas o instituciones; Catorce) celebrar contratos de trabajo,  
19 colectivos o individuales, contratar y despedir trabajadores, contratar  
20 servicios profesionales o técnicos y ponerles término; celebrar contratos de  
21 confección de obra material, de arrendamiento de servicios, de transportes,  
22 de comisión y de corredurías, prestar y contratar asesorías técnicas de  
23 cualquier clase; Quince) concurrir a la constitución de sociedades de  
24 cualquier clase, naturaleza y objeto, de comunidades, de asociaciones o  
25 cuentas en participación, de corporaciones, de cooperativas e ingresar a  
26 las ya constituidas; Dieciséis) representar a la Sociedad, con voz y voto, en  
27 las sociedades, comunidades, asociaciones, cuentas en participación,  
28 sociedades de hecho y organizaciones de cualquier especie que forme  
29 parte o tenga interés; concurrir a la modificación, disolución y liquidación de  
30 aquéllas y ejercer o renunciar las acciones que competan a la Sociedad en

Pag: 7/15



Certificado  
123456864725  
Verifique validez  
<http://www.fojas.>



1 tales sociedades o comunidades sin limitación alguna; Diecisiete) celebrar  
2 contratos de seguro, pudiendo acordar primas, fijar riesgos, estipular plazos  
3 y demás condiciones, cobrar pólizas, endosarlas y cancelarlas, aprobar e  
4 impugnar liquidaciones de siniestros, etcétera; Dieciocho) celebrar  
5 contratos de cuenta corriente mercantil, imponerse de sus movimientos y  
6 aprobar y rechazar sus saldos; Diecinueve) ceder créditos y aceptar  
7 cesiones de crédito, sean nominativos, a la orden y, en general, efectuar  
8 toda clase de operaciones con documentos mercantiles, valores  
9 mobiliarios, efectos públicos y de comercio; Veinte) girar, suscribir, aceptar,  
10 reaceptar, renovar, prorrogar, revalidar, descontar, avalar, sustituir letras  
11 de cambio, pagarés y demás documentos mercantiles, sean nominativos, a  
12 la orden o al portador, en moneda nacional o extranjera; Veintiuno) girar,  
13 endosar en dominio, cobro o garantía, depositar, protestar, cancelar y  
14 cobrar, transferir, extender y disponer en cualquier forma de cheques,  
15 letras de cambio, pagarés, vales y demás documentos mercantiles, de  
16 embarque o bancarios, sean nominativos, a la orden o al portador, en  
17 moneda nacional o extranjera, y ejercer todas las acciones que  
18 correspondan a la Sociedad en relación con tales documentos; Veintidós)  
19 aceptar y constituir fianzas, simples o solidarias, avales, solidaridad, y en  
20 general, toda clase de cauciones y garantías a favor de la Sociedad, para  
21 caucionar toda clase de obligaciones, civiles, naturales, mercantiles o de  
22 cualquier naturaleza; Veintitrés) alzar o cancelar toda clase de cauciones y  
23 garantías en beneficio de la Sociedad; Veinticuatro) cobrar y percibir  
24 judicial y extrajudicialmente todo cuanto se adeude a la Sociedad o pueda  
25 adeudársele en el futuro, a cualquier título que sea, por cualquiera causa o  
26 persona, sea ella natural o jurídica, de derecho privado o de derecho  
27 público, incluso el Fisco, sea en dinero, en otra clase de bienes corporales  
28 o incorporeales, raíces, muebles, valores mobiliarios, efectos de comercio,  
29 etcétera; Veinticinco) firmar recibos, finiquitos y cancelaciones y, en  
30 general, suscribir, otorgar, firmar, extender, modificar y refrendar toda clase

APVA

Pag: 8/15



Certificado Nº  
123456864725  
Verifique validez en  
<http://www.fojas.cl>

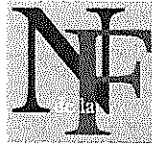


1 de documentos públicos o privados, pudiendo formular en ellos toda las  
2 declaraciones que estimen necesarias o convenientes; Veintiséis) contratar  
3 préstamos en cualquier forma con toda clase de organismos o instituciones  
4 de crédito o de fomento, o financieras, sociedades civiles y comerciales,  
5 corporaciones de derecho público o con particulares, ya sean nacionales o  
6 extranjeros, sean en forma de créditos simples, documentarios, avances  
7 contra aceptación o en cualquier otra forma. Para tal objeto, representarán  
8 a la Sociedad con las más amplias facultades que los bancos y entidades  
9 financieras exijan; Veintisiete) dar o tomar cosas fungibles en mutuo,  
10 estipulando o no intereses, plazos, garantías y las demás condiciones y  
11 modalidades de tales contratos en calidad de mutuante o mutuario;  
12 Veintiocho) representar a la Sociedad ante los bancos e instituciones  
13 financieras nacionales o extranjeras, estatales, de derecho público o  
14 particulares, con las más amplias facultades que se precisen; darles  
15 instrucciones y cometerles comisiones de confianza; celebrar contratos de  
16 cuenta corriente bancaria de depósito o de crédito, pudiendo depositar,  
17 girar y sobregirar en ellas siempre con previa autorización del sobregiro por  
18 el banco, sea mediante cheques, órdenes de pago o transferencias  
19 electrónicas, imponerse de su movimiento, modificarlos y ponerles término  
20 o solicitar su terminación; aprobar y objetar saldos; requerir y retirar  
21 talonarios de cheques o cheques sueltos; contratar préstamos, sea como  
22 créditos en cuenta corriente, créditos simples, créditos documentarios,  
23 avances contra aceptación, sobregiros, créditos en cuentas especiales,  
24 contratando líneas de crédito, o en cualquier otra forma; arrendar cajas de  
25 seguridad, abrirlas y poner término a su arrendamiento; abrir cuentas de  
26 ahorro, a la vista, a plazo o condicional, hacer depósitos en ellas, retirar  
27 fondos total o parcialmente, cerrar las cuentas; colocar y retirar dineros,  
28 sea en moneda nacional o extranjera, y valores en depósito, custodia o  
29 garantía o cancelar los certificados respectivos; tomar y cancelar vales  
30 vista, boletas bancarias o boletas de garantía y, en general, efectuar toda

Pag: 9/15



Certificado  
123456864725  
Verifique validez  
<http://www.fojas.>



1 clase de operaciones bancarias en moneda nacional o extranjera;  
2 Veintinueve) contratar y efectuar toda clase de operaciones de comercio  
3 exterior y de cambios internacionales, estando facultados para representar  
4 a la Sociedad en todas las operaciones, diligencias, trámites o actuaciones  
5 relacionadas con importaciones y exportaciones ante los bancos  
6 comerciales, Banco Central de Chile, Servicio Nacional de Aduana y  
7 cualquier otra entidad o autoridad competente pudiendo al efecto  
8 representar y firmar registros de importación y exportación, abrir acreditivos  
9 divisibles o indivisibles, revocables o irrevocables, presentar solicitudes  
10 anexas, cartas explicativas, declaraciones juradas y toda otra  
11 documentación pertinente que fuere exigida por los bancos o por el Banco  
12 Central de Chile y solicitar la modificación de las condiciones bajo las  
13 cuales ha autorizado una determinada operación; autorizar cargos en las  
14 cuentas corrientes de la Sociedad a causa de operaciones de comercio  
15 exterior, otorgar, retirar, endosar, enajenar y negociar en cualquier forma  
16 documentos de embarque, facturas y conocimientos y carta de porte y  
17 documentos consulares, y, en general, ejecutar todos los actos y realizar  
18 todas las operaciones que fueren conducentes al adecuado cumplimiento  
19 del encargo que se les confiere; Treinta) pagar en efectivo por dación en  
20 pago de bienes muebles, por consignación, subrogación, cesión de bienes,  
21 etcétera, todo lo que la Sociedad adeudare por cualquier título y, en  
22 general, extinguir obligaciones ya sea por novación, remisión,  
23 compensación, etcétera; Treinta y Uno) dar y tomar bienes en comodato y  
24 ejercitar las acciones que competan a la Sociedad; Treinta y Dos) dar y  
25 recibir especies en depósito voluntario o necesario o en secuestro; Treinta  
26 y Tres) celebrar contratos para constituir a la Sociedad en agente,  
27 representante, comisionista, distribuidora, vendedora o concesionaria o  
28 para que ésta las constituya; Treinta y Cuatro) celebrar toda clase contratos  
29 de futuros, swaps, opciones y en general con cualquier tipo de instrumentos  
30 derivados; Treinta y Cinco) realizar toda clase de operaciones con



1 sociedades securitizadoras; Treinta y Seis) celebrar contratos de transporte  
2 terrestre, marítimo, aéreo y de fletamento; Treinta y Siete) celebrar  
3 cualquier otro contrato, nominado o no; Treinta y Ocho) renunciar a  
4 cualquier tipo de acciones, tales como la de nulidad, resolución, evicción,  
5 lesión enorme, u otras, y aceptar la renuncia de derechos y acciones; y  
6 Treinta y Nueve) conferir mandatos y poderes generales y especiales,  
7 revocarlos, delegar y reasumir, en todo o en parte, sus poderes cuantas  
8 veces lo estimen necesario. B. CLASES DE APODERADOS Y FORMA DE  
9 ACTUACIÓN. (i) **Apoderados Clase A**: Se designa como apoderados  
10 Clase A para la administración de la Sociedad a Silvia Segnini, Niels Georg  
11 Holm, Joachim Rainer Wessel Vinz, Axel Gustavsen, Ole Martin Grimsrud y  
12 Steven Rafferty, para que actuando conjuntamente dos cualesquiera de  
13 ellos, y anteponiendo su firma a la razón social, puedan representar a la  
14 Sociedad con todas las facultades señaladas en la letra A anterior, sin  
15 limitación alguna. (ii) **Apoderados Clase B**: Se designa como apoderados  
16 Clase B para la administración de la Sociedad a Shinya Kuroko, Berta  
17 Solange Contreras Mutis, Rubén Omar Álvarez Zamorano, José Ignacio  
18 Sandoval Gallardo, Jorge Gustavo Ríos Contreras, Mónica Lorena Castro  
19 Vergara y Francisca Andrea Farías Fuenzalida, para que actuando  
20 conjuntamente dos cualesquiera de ellos, o bien uno cualquiera de ellos  
21 con uno cualquiera de los apoderados Clase A, y anteponiendo su firma a  
22 la razón social, puedan representar a la Sociedad con todas las facultades  
23 señaladas en la letra A anterior, con excepción de las establecidas en los  
24 números Nueve), Diez) y Quince). (iii) **Apoderados Clase C**: Se designan  
25 como apoderados Clase C para la administración de la Sociedad a Jaime  
26 Alejandro Muñoz Russell, Jaime Antonio Varas Vega y Fernando Andrés  
27 Gómez Moya, para que actuando conjuntamente con uno cualesquiera de  
28 los apoderados Clase A o Clase B, y anteponiendo su firma a la razón  
29 social, puedan representar a la Sociedad con las facultades señaladas en  
30 los números Dos) y Tres) de la letra A anterior. (iv) **Apoderados**





1 **Bancarios:** Se designa como apoderado Bancario para la administración  
2 de la Sociedad a Fernando Andrés Gómez Moya, para que actuando  
3 conjuntamente con uno cualesquiera de los apoderados Clase A o Clase B,  
4 y anteponiendo su firma a la razón social, pueda representar a la Sociedad  
5 con las facultades señaladas en el número Veintiocho) de la letra A  
6 anterior. (v) **Actuaciones individuales:** Adicionalmente, uno cualquiera de  
7 los apoderados de cualquier clase, actuando individualmente, y  
8 anteponiendo su firma a la razón social, podrá actuar en representación de  
9 la Sociedad con las facultades señaladas en la letra A anterior en el  
10 número Uno), pero sólo en los juicios derivados de contratos de trabajo o  
11 relaciones laborales, así como en juicios de cualquier otra naturaleza cuya  
12 cuantía no exceda de dos millones cien mil dólares de los Estados Unidos  
13 de América, y en el número Dos), pero sólo ante organismos o instituciones  
14 de derecho público, fiscales o semifiscales, autoridades de orden tributario,  
15 previsional o laborales, tales como Dirección del Trabajo, Inspección del  
16 Trabajo, Servicio Nacional de Aduana, Banco Central de Chile, Servicio de  
17 Impuestos Internos, Servicio Nacional de Pesca, Ministerio de Economía,  
18 Tesorería General de la República, Servicio Nacional de Salud, autoridades  
19 marítimas, CONAMA, COREMA, DGTM, Superintendencia del Medio  
20 Ambiente, Ministerio del Medio Ambiente, y demás entidades públicas,  
21 sean en sus representaciones nacionales o regionales, y para cualquier  
22 trámite que fuere necesario o conducente al buen funcionamiento de la  
23 Sociedad. C. LIMITACIONES. Se deja expresa constancia que, sin perjuicio  
24 de las limitaciones particulares establecidas en la letra B anterior,  
25 cualquiera de las siguientes materias requerirá siempre la actuación  
26 conjunta de dos apoderados Clase A de la Sociedad: a) cualquier acto que  
27 implique la disposición directa o indirecta de todo o parte de las  
28 concesiones de acuicultura de que la Sociedad es titular, salvo que se trate  
29 de operaciones con sociedades relacionadas a la Sociedad; b) cualquier  
30 acto, contrato o acuerdo que implique la adquisición de todo o parte de un

Pag: 12/15

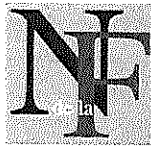


Certificado Nº  
123456864725  
Verifique validez en  
<http://www.fojas.cl>



1 negocio en marcha, de una sociedad; c) cualquier acto, contrato o  
2 convención que, no siendo parte del giro ordinario de la Sociedad (lo cual  
3 no será necesario acreditar ante terceros), implique para ésta hacer  
4 desembolsos, o asumir compromisos u obligaciones por un monto superior  
5 a dos millones cien mil dólares de los Estados Unidos de América; y d) las  
6 materias indicadas en el número Treinta y Ocho) de la letra A precedente,  
7 para el evento de la renuncia a una potencial acción, reclamo o derecho a  
8 favor de la Sociedad por un monto superior a los dos millones cien mil  
9 dólares de los Estados Unidos de América; e) las facultades establecidas  
10 en los números Veinte), Veintiuno), Veintidós), Veintiséis) y Veintiocho),  
11 únicamente cuando el ejercicio de dichas facultades implique pactar un  
12 préstamo, obligación, crédito, leasing, garantía, operación con derivados u  
13 otra transacción que tenga el carácter de un préstamo, por un monto igual o  
14 superior a ocho millones de dólares de los Estados Unidos de América; y f)  
15 la facultad señalada en el número Veintinueve), cuando se trate de  
16 operaciones de comercio exterior o de cambios internacionales por un  
17 monto igual o superior a ocho millones de dólares de los Estados Unidos de  
18 América. **CUARTO: Otras Materias.** El Presidente ofreció la palabra a los  
19 directores para plantear cualquier otro asunto relativo a la marcha de la  
20 Sociedad, sin que ellos hicieran comentarios. **QUINTO: Firma del acta.** Se  
21 acordó la vigencia inmediata de los acuerdos adoptados una vez firmada el  
22 acta. Se resolvió que el acta de esta Sesión de Directorio sea suscrita por  
23 todos los asistentes. **SEXTO: Poder.** Se facultó a don Pablo Matías Ovalle  
24 Andrade, doña Bárbara Josefina Morgan Searle y don Diego Martínez Peña  
25 y Lillo para que, actuando indistintamente uno cualquiera de ellos,  
26 procedan a reducir a escritura pública todo o parte de la presente acta, y  
27 para requerir las inscripciones, subinscripciones y anotaciones que fueren  
28 pertinentes. No habiendo otros asuntos que tratar, se levantó la sesión  
29 siendo las nueve treinta AM. Hay firmas de Steven Rafferty, Presidente;  
30 Silvia Segnini y Niels Georg Holm, Secretario. Conforme.- La presente acta





Notaría  
NANCY DE LA FUENTE

1 es testimonio fiel de su original tenido a la vista y devuelto al interesado. En  
2 comprobante y previa lectura, firma la compareciente y la notaria que  
3 autoriza.- Se da copia. Doy fe.- REPERTORIO N° 2855 - 2024.-  
4 O.J.

**BÁRBARA JOSEFINA MORGAN SEARLE**

5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30

Pag: 14/15



Certificado Nº 1234567890  
Verifique validez en <http://www.fojas.cl>  
DÍGITOS 05.000  
45.519







Certificado  
123456864725  
Verifique validez  
<http://www.fojas.>

A small, handwritten signature in blue ink, positioned below the QR code and verification text.