

**ANÁLISIS DE
PROBABLES EFECTOS
AMBIENTALES EN CES
ESTERO RETROCESO
ROL D-001-2025**

Australis Mar S.A.

Región de Magallanes

- MARZO, 2025 -



ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS
AMBIENTALES CES ESTERO RETROCESO
Australis Mar S.A.

Solicitado Por:



Casa Central
Decher Nro. 161,
Puerto Varas, Chile

Preparado Por:



Casa Matriz
Limache 3405, Of. 31-33,
Edificio Reitz de las Empresas
El Salto, Viña Del Mar - Chile
Teléfono 56 32 2189200
info@ecotecnos.cl

Rev.	Fecha	Propósito de la emisión	Por	Rev.	Apr.
B	05-04-2023	Revisión Interna	M. Quezada	M. Quezada	H. Díaz
A	11-04-2023	Revisión Externa	M. Quezada	M. Quezada	H. Díaz
0	17-04-2023	Aprobado	M. Quezada	M. Quezada	H. Díaz
1	11-09-2023		M. Quezada	M. Quezada	H. Díaz
2	07-02-2025	Revisión Externa	N. Diaz	P. Monreal	M. Quezada
3	14-03-2025	Responde Observaciones	N. Diaz	P. Monreal	M. Quezada



B: Emitido para revisión interna.

A: Emitido para aprobación del cliente.

0: Aprobado.



Profesionales Responsables

Ecotecnos S.A.

Jefe de Proyecto

PhD. Ing. Sr. Matías Quezada

Jefe del Departamento de Oceanografía
Física y Modelamiento Matemático
Doctor en Ciencias de la Ingeniería,
Mención Fluidodinámica
Ingeniero Civil Oceánico

Equipo Profesional

Ing. Pia Monreal Donoso

Ingeniero Civil Oceánico
Magíster en Oceanografía Física ©

Keitell Marshall

Ingeniero Civil Oceánico (e)

Nicolas Diaz

Ingeniero Civil Oceánico (e)



ECOTECNOS S.A.

Limache 3405, Of. 31-33,
Edificio Reitz de las Empresas,
El Salto, Viña Del Mar – Chile.

El presente informe fue elaborado por ECOTECNOS S.A. a requerimiento de la empresa Australis Mar S.A., por lo que este documento solamente puede ser utilizado y divulgado con la autorización expresa de sus propietarios, quedando terminantemente prohibido el uso y divulgación, de todo o parte, del referido documento, en cualquiera de sus formas. La información de este documento se encuentra protegida, entre otras normas, por la Ley N° 17.336 sobre Propiedad Intelectual, publicada en el Diario Oficial N° 27.761, de 2 de octubre de 1970.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO	EDICIÓN / REVISIÓN	5	
		IT-VUL-CESRETROCESO	2/1		
		Fecha de emisión:	Emitido por:		
		17-03-2025	Ecotecnos S.A.		

CONTENIDO

1 PREAMBULO	12
2 DOCUMENTOS REVISADOS	12
3 CARGOS FORMULADOS Y NORMATIVA ASOCIADA	12
4 EVIDENCIAS DE LOS CARGOS FORMULADOS	13
5 EFECTOS PREVISTOS POR EXCEDENCIA DE LA PRODUCCIÓN MÁXIMA DE BIOMASA PERMITIDA EN EL MEDIO MARINO	14
6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN AMBIENTAL	17
6.1 CICLO 2020-2022	17
6.1.1 Oxígeno Disuelto en la Columna de Agua	17
6.1.2 Análisis espectral del oxígeno disuelto	25
6.1.3 Uso de antibióticos	28
6.1.4 Uso de alimento adicional	29
6.1.5 Presencia de FAN	31
6.1.6 Mortalidades	38
6.1.7 INFA	39
7 NIVELES DE NUTRIENTES DE LA COLUMNA DE AGUA MARINA AÑOS 2020 Y 2022	40
8 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN AMBIENTAL COMPLEMENTARIA	47
8.1 SEDIMENTOS	47
8.1.1 Comportamiento con Sobreproducción Ciclo: 2020-2022	47
8.1.2 Comportamiento con RCA Ciclo: 2020-2022	52
8.1.3 Comparación de comportamientos de los escenario Sobreproducción y Cumplimiento RCA	56
8.2 BENTOS SUBMAREAL	58
8.2.1 Sección Antecedentes Biológicos y Químicos	58
8.2.2 Análisis Ambiental	58
8.3 COLUMNA DE AGUA	60
8.3.1 Antecedentes Bibliográficos de Nutrientes en Agua de Mar	60
8.3.2 Aspectos Generales	62
8.3.3 Antecedentes del Centro	64
8.3.4 Formulación Matemática	67
8.3.5 Resultados de Nutrientes en Columna de Agua con Sobreproducción	70
8.3.6 Resultados de Nutrientes en Columna de Agua con RCA	79
8.3.7 Comparación de resultados de manera gráfica y discusiones	86
8.4 ANTIBIÓTICOS Y ANTIÁRASITARIOS	88
8.4.1 Aspectos generales	88

 ecotecnos <small>CONSEJORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N.º DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	6
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8.4.2	Antibióticos utilizados en CES Retroceso	89
8.4.3	Evaluación del riesgo relacionados a casos de sobreproducción en centros de cultivo	90
8.4.4	Evaluación del riesgo en centros de cultivo	92
8.4.5	Resultados de ERA en el centro de cultivo	93
8.4.6	Discusión	95
9	CONCLUSIONES	97
9.1	RESPECTO AL CICLO: 2020-2022	97
9.2	RESPECTO AL ESTADO DE LA COLUMNA DE AGUA	97
9.3	RESPECTO DEL ANÁLISIS DE INFORMACIÓN AMBIENTAL COMPLEMENTARIA	97
10	BIBLIOGRAFÍA	100

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO	EDICIÓN / REVISIÓN	7	
		IT-VUL-CESRETROCESO	2/1		
		Fecha de emisión:	Emitido por:		
		17-03-2025	Ecotecnos S.A.		

LISTADO DE TABLAS

Tabla 6.1: Profundidades máximas por estación de INFA.....	22
Tabla 6.2: Resumen del aporte energético de las forzantes principales detectadas en el espectro.....	28
Tabla 6.3: Factores de conversión de alimento (FCR) biológicos y económicos para determinados en el ciclo productivo de CES Estero Retroceso (Ciclo 2020-2022).....	30
Tabla 6.4: Presencia de microalgas consideradas “Nociva” en las aguas marinas circundantes al CES Estero Retroceso (Ciclo 2020-2022). Estrato 0,5 m.	32
Tabla 6.5: Presencia de microalgas consideradas “Nociva” en las aguas marinas circundantes al CES Estero Retroceso (Ciclo 2020-2022). Estrato 5 m.	33
Tabla 6.6: Presencia de microalgas consideradas “Nociva” en las aguas marinas circundantes al CES Retroceso (Ciclo 2020-2022). Estrato 10 m.	36
Tabla 6.7: Presencia de microalgas consideradas “Nociva” en las aguas marinas circundantes al CES Retroceso (Ciclo 2020-2022). Estrato 15 m.	37
Tabla 7.1: Resultados del monitoreo ASC de 25/08/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Agosto de 2020.	41
Tabla 7.2: Valores de referencia de las concentraciones de fosfato, nitrato y amonio en zonas de la Región de Magallanes.....	41
Tabla 7.3: Resultados del monitoreo ASC de 16/02/2022. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Febrero de 2022.	44
Tabla 7.4: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. Febrero de 2022	45
Tabla 8.1: Estimación de tiempos necesarios para disminuir el flujo de carbono depositado hasta 1 gC/m ² /día	51
Tabla 8.2: Estimación de tiempos necesarios para disminuir el flujo de carbono depositado hasta 1 gC/m ² /día, para el escenario RCA.....	56
Tabla 8.3: Comparación de los resultados de los escenarios modelados	57
Tabla 8.4: Detalle de las especies de aves identificadas en el CES Estero Retroceso en la CPS (2010).	59
Tabla 8.5: Detalle de las especies de aves identificadas en el CES Estero Retroceso en la CPS (2012).	59

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO	EDICIÓN / REVISIÓN	8	
		IT-VUL-CESRETROCESO	2/1		
		Fecha de emisión:	Emitido por:		
		17-03-2025	Ecotecnos S.A.		

Tabla 8.6: Detalle de las especies de aves identificadas en el CES Estero Retroceso en el informe complementario (2013)	59
Tabla 8.7: Información productiva y operativa del ciclo 2020 – 2022.	64
Tabla 8.8: Cantidad de alimento a suministrar a los peces.	65
Tabla 8.9: Proyección de los tamaños promedio de los salmones durante el ciclo productivo.	66
Tabla 8.10: Calibre del alimento, según rango de pesos de los salmones.	66
Tabla 8.11: Cantidad (%) de nitrógeno y fósforo consumidos por los peces según los distintos calibres considerados por el titular del proyecto junto al promedio determinado entre ellos..	67
Tabla 8.12: Parámetros de entrada para el balance de masas.	69
Tabla 8.13: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 4.	71
Tabla 8.14: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 6.	72
Tabla 8.15: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 9.	73
Tabla 8.16: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 12.	74
Tabla 8.17: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua según el crecimiento y dieta efectiva suministrada.....	75
Tabla 8.18: Concentraciones de nitrógeno y fósforo esperadas en el medio marino, debido a la alimentación suministrada durante el ciclo de crecimiento.	77
Tabla 8.19: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo RCA considerando los valores nutricionales del calibre 4.	79
Tabla 8.20: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo RCA considerando los valores nutricionales del calibre 6.	80
Tabla 8.21: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo RCA considerando los valores nutricionales del calibre 9.	81

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	9
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.22: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo RCA considerando los valores nutricionales del calibre 12.	82
Tabla 8.23: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua según el crecimiento y dieta efectiva suministrada.	83
Tabla 8.24: Concentraciones de nitrógeno y fósforo esperadas en el medio marino, debido a la alimentación suministrada durante el ciclo de crecimiento.	84
Tabla 8.25: Comparación de concentraciones promedio de nitrógeno y fósforo esperadas en el medio marino, debido a la alimentación suministrada durante el ciclo de crecimiento.	86
Tabla 8.26: Antibióticos registrados por el SAG y dosis recomendada para administrar en salmones según su ficha técnica*. En amarillo se destaca el producto comercial utilizados en CES Retroceso durante el ciclo productivo 2020-2022.	90
Tabla 8.27: Predicción de la concentración ambiental esperada (PEC) del antibiótico florfenicol en el agua de mar (ng/L) para el ciclo productivo 2020/2022 del centro Retroceso.	94
Tabla 8.28: Cálculo del cociente de riesgo (RQ) para el centro Retroceso (ciclo productivo año 2020/2022). Valor PEC de florfenicol en agua (mg/L) para el mes de octubre 2020	94
Tabla 8.29: Predicción de la concentración ambiental esperada (PEC) del antiparasitario benzoato de emamectina en el agua de mar (ng/L) para el ciclo productivo 2020/2022 del centro Retroceso.	95
Tabla 8.30: Cálculo del cociente de riesgo (RQ) para el centro Retroceso (ciclo productivo año 2020/2022). Valor PEC de emamectina en agua (mg/L) para el mes de febrero 2021.	95

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	10
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

LISTADO DE FIGURAS

Figura 5.1: Esquema indicando los impactos y efectos ambientales producidos por desechos orgánicos producto del cultivo de organismos de alto nivel trófico.	15
Figura 5.2: Flujo de nitrógeno (N) y fósforo (P) en términos porcentuales en un centro de cultivo de salmonídeos (con aporte exógeno de alimento). Se indica que el nitrógeno queda principalmente disuelto en la columna de agua en tanto el fósforo principalmente sedimenta al fondo. La cosecha remueve sólo un 23 al 25 % de los aportes de ambos nutrientes del ecosistema (modificado de Folke &Kautsky 1989).....	16
Figura 6.1: Oxígeno disuelto en la columna de agua para Estero Retroceso para el Ciclo 2020.	18
Figura 6.2: Concentración de oxígeno disuelto a través de todo el ciclo productivo 2020-2022, a 5 y 10 m de profundidad.	19
Figura 6.3: Concentraciones promedio de oxígeno disuelto por estrato de profundidad, ciclo productivo 2020-2022.	20
Figura 6.6: Mediciones de oxígeno disuelto en INFA asociado al ciclo 2020 – 2022.....	23
Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis Seafood. Figura 6.7: Espectro de oxígeno disuelto a 5 metros de profundidad, para el ciclo productivo comprendido entre el 2020 – 2022.....	26
Figura 6.8: Espectro de oxígeno disuelto a 10 metros de profundidad, para el ciclo	26
Figura 6.9: Aporte energético de cada frecuencia detectada en el espectro, (a) para 5 metros de profundidad y (b) para 10 metros de profundidad.....	27
Figura 6.10: Gráfica que muestra la adición de antibióticos luego de alcanzar aproximadamente la biomasa máxima autorizada el día 30/05/2021.	28
Figura 6.11: Causas de mortalidad en el CES Retroceso para el ciclo productivo 2020-2022.	38
Figura 7.1: Localización de las estaciones AZE y Control, CES Estero Retroceso.	42
Figura 8.1: Rangos de % de cobertura respecto al área total sedimentada del ciclo 2020....	48
Figura 8.2: Zona de depositación de flujo diario de carbono obtenida por terceros mediante modelación NewDepomod, para el escenario con sobreproducción advertido durante el ciclo productivo 2020 – 2022.	49
Figura 8.3: Decaimiento del carbono orgánico depositado en los sedimentos.	51
Figura 8.4: Rangos de % de cobertura respecto al área total sedimentada.	52

 ecotecnos <small>CONSEJORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	11
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Figura 8.5: Zona de depositación de flujo diario de carbono obtenida por terceros mediante modelación NewDepomod, para el escenario en cumplimiento de la RCA.	54
Figura 8.6: Decaimiento del carbono orgánico depositado en los sedimentos del ciclo RCA.	55
Figura 8.7: Comparación de los rangos de % de cobertura respecto al área total sedimentada.	57
Figura 8.8: Flujo y destino de los nutrientes en un CES.	63
Figura 8.9: Concentración de nitrógeno incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.	78
Figura 8.10: Concentración de fósforo incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.	78
Figura 8.11: Concentración de nitrógeno incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.	85
Figura 8.12: Concentración de fósforo incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.	85
Figura 8.13: Concentración de nitrógeno incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.	87
Figura 8.14: Concentración de fósforo incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.	87
Figura 8.15: Esquema simplificado del procedimiento de evaluación de riesgo ambiental para productos químicos.	91
Figura 8.16: Escala de riesgo (logarítmica) basado en los resultados máximos de RQ para el CES Retroceso en el ciclo productivo 2020/2022.	96

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	<small>Nº DOCUMENTO</small> IT-VUL-CESRETROCESO	<small>EDICIÓN / REVISIÓN</small> 2/1	12
		<small>Fecha de emisión:</small> 17-03-2025	<small>Emitido por:</small> Ecotecnos S.A.	

1 PREAMBULO

En el marco procedimiento sancionatorio **ROL D-001-2025**, instruido por la Superintendencia de Medio Ambiente (“**SMA**”) en contra de Australis Mar S.A. (“**el Titular**”) se encargó a la consultora EcoTecnos S.A. la realización de un Informe Técnico que se pronuncie sobre la posible existencia de efectos ambientales negativos derivados de los hechos materia de la formulación de cargos contenida en la Resolución Exenta N°1/ROL D-001-2025 (“en adelante e indistintamente “**Formulación de Cargos**”).

2 DOCUMENTOS REVISADOS

Las observaciones y comentarios que a continuación se efectúan, se basan en la revisión de los siguientes documentos:

- Res. Ex. N° 1/ROL D-001-2025, Formula cargos que indica a Australis Mar S.A., titular de “CES Estero Retroceso (RNA 120192)” de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) del 10 de enero de 2025.
- Estadísticas de alimentos, antibióticos, mortalidades y perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad del CES Estero Retroceso suministrados por Australis Mar S.A. Ciclo 2020-2022.
- Niveles de Nutrientes de la Columna de Agua Marina del CES provenientes de pruebas ASC.
- Bibliografía especializada, citada en el texto.

3 CARGOS FORMULADOS Y NORMATIVA ASOCIADA

La SMA formuló cargos a Australis Mar S.A. por los hechos que se describen a continuación:

- *“Superar la producción máxima autorizada en el CES Estero Retroceso (RNA 120192), durante el ciclo productivo ocurrido entre el 22 de junio de 2020 y el 13 de febrero de 2022”.*

Este hecho infringe la producción máxima autorizada ambientalmente, según lo establecido en las siguientes exigencias:

Considerando 3., RCA N° 137/2013, que califica ambientalmente favorable el proyecto Centro de Cultivo Estero Retroceso Isla Riesco Sector Sur N° Pert: 207121273: Que, según los antecedentes señalados en la Declaración de Impacto Ambiental respectiva,

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	<small>Nº DOCUMENTO</small> IT-VUL-CESRETROCESO	<small>EDICIÓN / REVISIÓN</small> 2/1	13
		<small>Fecha de emisión:</small> 17-03-2025	<small>Emitido por:</small> Ecotecnos S.A.	

“el proyecto consiste en un centro de cultivo de salmonidos que operará (...) para **una producción de 4320 toneladas**, por ciclo productivo”.

Considerando 3.2.2.1., RCA Nº 137/2013, que califica ambientalmente favorable el proyecto Centro de Cultivo Estero Retroceso Isla Riesco Sector Sur Nº Pert: 207121273: Ingreso de Peces

Número y biomasa producida por ciclo productivo			
	Nº de peces a ingresar	Biomasa (kg) a ingresar	Biomasa a producir (kg)
1	90.000	100.000	360.000
2	1.080.000	100.000	4.320.000
3	1.080.000	100.000	4.320.000
4	1.080.000	100.000	4.320.000
5	1.080.000	100.000	4.320.000

Considerando 7., RCA Nº 137/2013, que califica ambientalmente favorable el proyecto Centro de Cultivo Estero Retroceso Isla Riesco Sector Sur Nº Pert: 207121273:

“Que, en la Declaración de Impacto Ambiental y su adenda se acompañaron los antecedentes necesarios para otorgar el Permiso Ambiental Sectorial del Artículo 74, del D.S. Nº95/01 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia [...] referido al permiso para realizar actividades de cultivo y producción de recursos hidrobiológicos [...] al respecto la Subsecretaría de Pesca, mediante oficio Nº3180 de fecha 23/11/2012 se pronunció conforme condicionado a:

7.1.- *El titular deberá dar cumplimiento al Reglamento Ambiental para a Acuicultura, D.S. (MINECON) Nº320 de 2001”.*

7.2.- *El titular deberá cumplir con el cronograma de actividades y programa de producción señalado en el respectivo Proyecto Técnico, asociado a la solicitud de concesión en comento.”*

Artículo 15 del D.S. Nº 320/2001, Reglamento Ambiental para la Acuicultura: (...) “*El titular de un centro de cultivo no podrá superar los niveles de producción aprobados en la resolución de calificación ambiental”.*

4 EVIDENCIAS DE LOS CARGOS FORMULADOS

- **Superar la producción máxima autorizada en el CES Estero Retroceso (RNA 120192), durante el ciclo productivo ocurrido entre el 22 de junio de 2020 y el 13 de febrero de 2022.**

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	<small>Nº DOCUMENTO</small> IT-VUL-CESRETROCESO	<small>EDICIÓN / REVISIÓN</small> 2/1	14
		<small>Fecha de emisión:</small> 17-03-2025	<small>Emitido por:</small> Ecotecnos S.A.	

De acuerdo con la Res. Ex. N° 1/ROL D-001-2025, durante el ciclo 2020-2022 la materia prima procesada proveniente del CES Estero Retroceso, fue de 6.437 ton, con una mortalidad acumulada en el ciclo productivo de 121 ton, **lo que supera en 2.238 toneladas** la producción máxima autorizada de 4.320 toneladas por la RCA N° 137/2013.

5 EFECTOS PREVISTOS POR EXCEDENCIA DE LA PRODUCCIÓN MÁXIMA DE BIOMASA PERMITIDA EN EL MEDIO MARINO

La SMA, en su Res. Ex. N° 1/ROL D-001-2025, reconoce una serie de efectos posibles debido al aumento de la biomasa de producción, que concuerdan con lo detallados por Buschmann (2001) en su documento “Impacto Ambiental de la Acuicultura el Estado de la Investigación en Chile y el Mundo”. Estos se resumen en la Figura 5.1.

En síntesis, los efectos previstos más importantes son:

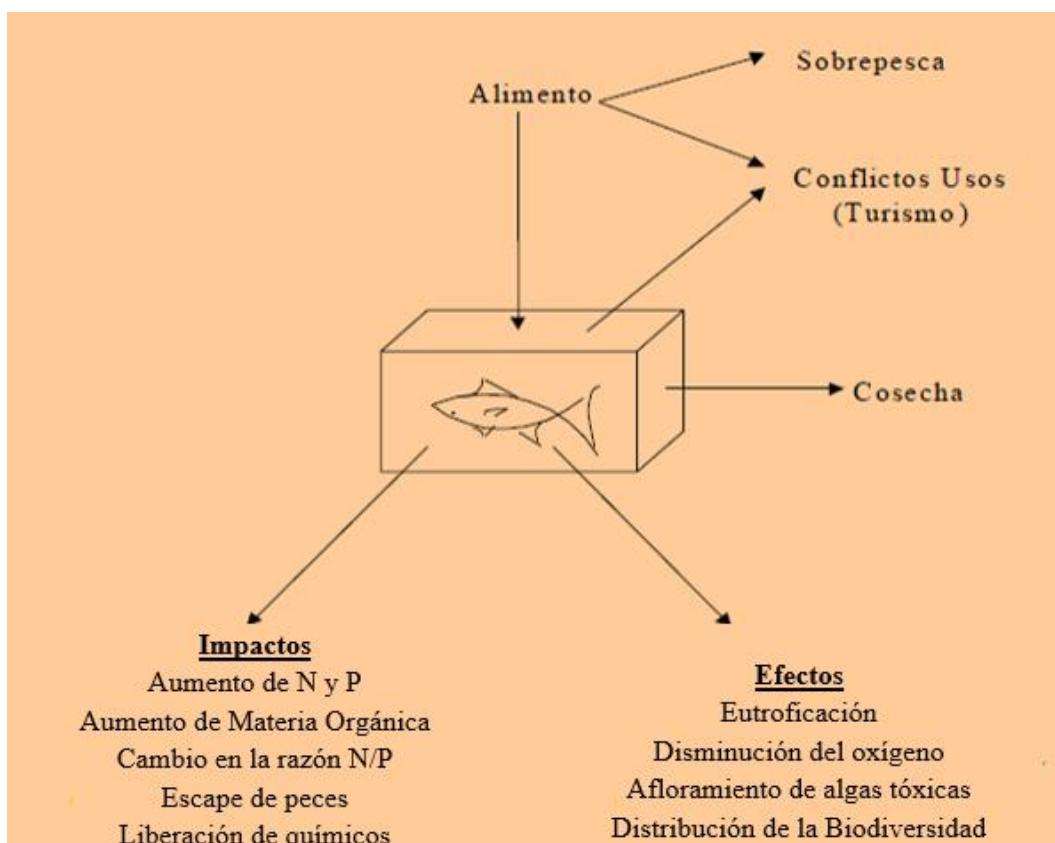
1. Aumento de la cantidad de alimentación para sustentar el exceso de biomasa producida. Esto llevaría a un aumento de alimento no consumido por los peces y aumento de los desechos de los peces, con el concomitante aumento de nutrientes en la columna de agua y en los sedimentos submareales que se encuentran bajo los centros de cultivo. Un detalle de ello se aprecia en la Figura 5.2.
2. Aumento del aporte de Materia Orgánica Total y Materia Inorgánica Total proveniente del alimento en exceso y de las fecas de los peces. El aumento de materia orgánica puede llevar a la eutrofización de los sedimentos y, cuando esta capacidad de carga es superada y no es posible degradar aeróbicamente esta materia orgánica, comienza a producir procesos de degradación anaeróbica, con la consecuente producción de ácido sulfídrico o sulfuro de hidrógeno (H_2S) y emisión de gases desde los sedimentos.
3. Propagación de enfermedades y disponibilidad de fármacos (antibióticos) en el medio. Frecuentemente, frente a un aumento de la biomasa de cultivo, pueden llegar a aparecer enfermedades oportunistas y con ello, bacteriosis que deben ser tratadas con antibióticos.
4. Se estima que un aumento de la biomasa de producción puede provocar una disminución de flujo de agua que pasa por el sistema de cultivo.
5. Aumento de la probabilidad de escape de peces al medio, con la consecuente depredación de ejemplares de fauna nativa.
6. Aumento de la probabilidad de aparición de especies de microrganismos nocivos, especialmente de Floraciones Algaes Nocivas (FAN).

La información antes detallada permite desprender que para poder determinar si el aumento de la biomasa del CES Estero Retroceso produjo algún efecto en el medio ambiente, es preciso contar con la siguiente información:

1. Datos de concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua.
2. Análisis de presencia de microalgas causantes de FAN.
3. Datos de concentración de nutrientes en la columna de agua: Nitratos (NO_3^-), nitritos (NO_2^-), amonio (NH_4^+) y fosfatos (PO_4^{3-}).

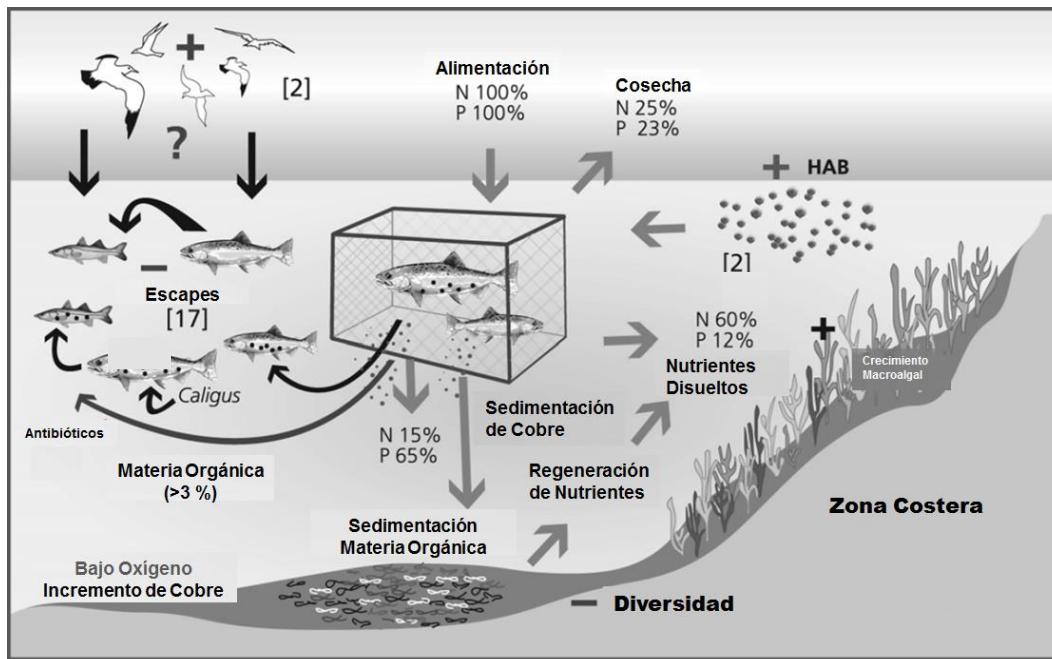
 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO Fecha de emisión: 17-03-2025	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1 Emitido por: Ecotecnos S.A.	15
---	--	--	---	----

4. Datos de concentración de nutrientes en los sedimentos submareales: Nitratos (NO_3), nitritos (NO_2), amonio (NH_4) y fosfatos (PO_4^{3-}).
5. Información sobre presencia de burbujas de gas y/o cubierta de microorganismos en el sustrato (presencia de *Beggiatoa*).
6. Análisis de la mortalidad del CES y sus causas.
7. Estadística de aumento de alimentación.
8. Estadística de aumento de antibióticos.



Fuente: Buschmann (2001).

Figura 5.1: Esquema indicando los impactos y efectos ambientales producidos por desechos orgánicos producto del cultivo de organismos de alto nivel trófico.



Fuente: Buschmann (2001).

Figura 5.2: Flujo de nitrógeno (N) y fósforo (P) en términos porcentuales en un centro de cultivo de salmonídeos (con aporte exógeno de alimento). Se indica que el nitrógeno queda principalmente disuelto en la columna de agua en tanto el fósforo principalmente sedimenta al fondo. La cosecha remueve sólo un 23 al 25 % de los aportes de ambos nutrientes del ecosistema (modificado de Folke & Kautsky 1989).

Debido a la clasificación del Estero Retroceso (Categoría 5 en conformidad con el DS. 3612-09 Resolución que fija las metodologías para elaborar la caracterización preliminar de sitio (CPS) y la información ambiental (INFA) en el marco del Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA), no le corresponde efectuar el seguimiento a través de la INFA de los ítems individualizados en 3 y 4, es decir, no se cuenta con datos de nutrientes provenientes de INFA en aguas ni sedimentos, por lo que solo se cuenta con la información indicada en los restantes puntos, a pesar de esto, y debido a la certificación ASC, se cuenta con datos para nutrientes en agua de mar.

Por tanto, descritos los posibles efectos y cómo podrían estos seguirse, se revisará a continuación la información entregada por Australis Mar S.A., su INFA y la serie de estadísticas inherentes a la producción con que cuenta. Esto para el ciclo 2020-2022.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	<small>Nº DOCUMENTO</small> IT-VUL-CESRETROCESO	<small>EDICIÓN / REVISIÓN</small> 2/1	17
		<small>Fecha de emisión:</small> 17-03-2025	<small>Emitido por:</small> Ecotecnos S.A.	

6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN AMBIENTAL

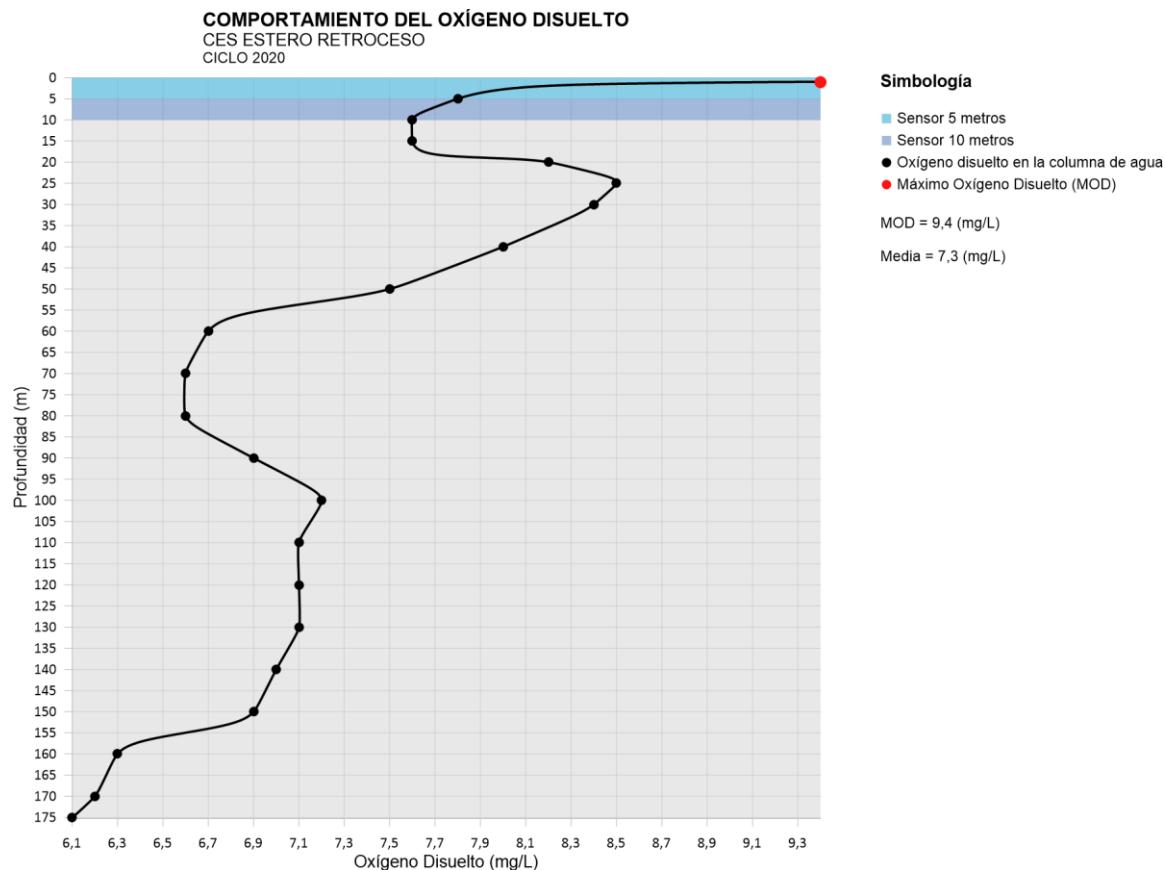
6.1 CICLO 2020-2022

6.1.1 Oxígeno Disuelto en la Columna de Agua

El seguimiento de parámetros ambientales en cada CES es sumamente relevante para la operación de este. En particular, el análisis del oxígeno disuelto en la columna de agua es una variable fundamental en el ciclo del salmón y la salud de los peces. Debido al valor de ello, se presentan, a continuación, gráficos representativos de la distribución vertical de esta componente, para estudiar en detalle la calidad del elemento en el medio marino.

Al analizar el oxígeno disuelto en la columna de agua para el Ciclo 2020-2022 mediante el perfil vertical del centro Estero Retroceso, se logra apreciar un alto nivel de oxigenación. Posteriormente, la máxima se encuentra en superficie con 9,4 mg/l, por lo que la calidad en las primeras capas es óptima para la vida. El valor medio corresponde a 7,3 mg/l, y el mínimo es 6,1 mg/l.

Basado en lo anterior, es que analizar como parte del estudio las primeras capas de la columna de agua permitirá visualizar los posibles efectos que tendrán la permanencia de salmones en el agua, mientras que analizar el perfil completo, permitirá visualizar posibles afectaciones en la estructura vertical.



Fuente: Elaboración Propia.

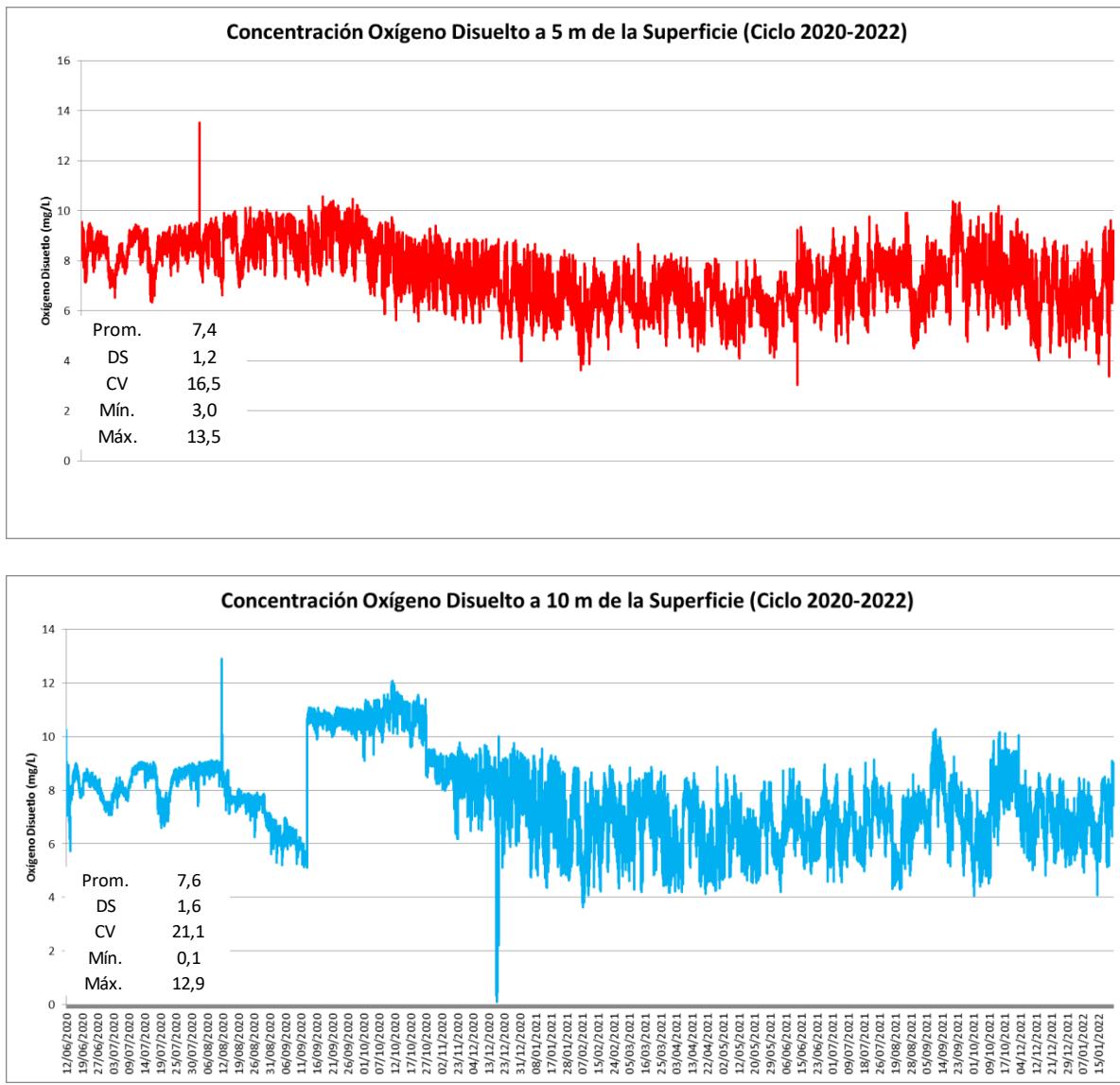
Figura 6.1: Oxígeno disuelto en la columna de agua para Estero Retroceso para el Ciclo 2020.

Como se observa en la Figura 6.2, para el ciclo 2020-2022, la concentración promedio de oxígeno disuelto (mg/L) a 5 metros de profundidad fue de $7,4 \pm 1,2$ mg/L, con un coeficiente de variación del 16,5 %. Asimismo, el valor mínimo medido fue de 3,0 mg/L y el máximo de 13,5 mg/L. Es decir, a 5 metros de profundidad el promedio de oxigenación de la columna de agua fue bueno, oscilando a lo largo del ciclo. De acuerdo con Calderón (2019), el promedio de oxígeno disuelto a 5 metros para todo el ciclo de $7,4 \pm 1,2$ mg/L, corresponde a niveles “Óptimos”, de acuerdo a su índice de calidad de aguas costeras.

A 10 metros de profundidad, la concentración promedio de oxígeno disuelto (mg/L) fue incluso mayor que en la capa de 5 metros, alcanzando los $7,6 \pm 1,6$ mg/L, con un coeficiente de variación del 21,1 %. Asimismo, el valor mínimo medido fue de 0,1 mg/L y el máximo de 12,9 mg/L. En este caso, se observa una disminución puntual el día 18/12/2020 de la concentración de O_2 , la que se recupera rápidamente. De cualquier forma, también este este ciclo 2020-2022

los niveles de O₂ fueron levemente superiores a los 10 m de profundidad, categorizándose de acuerdo a Calderón (2019), como con niveles “Óptimos”.

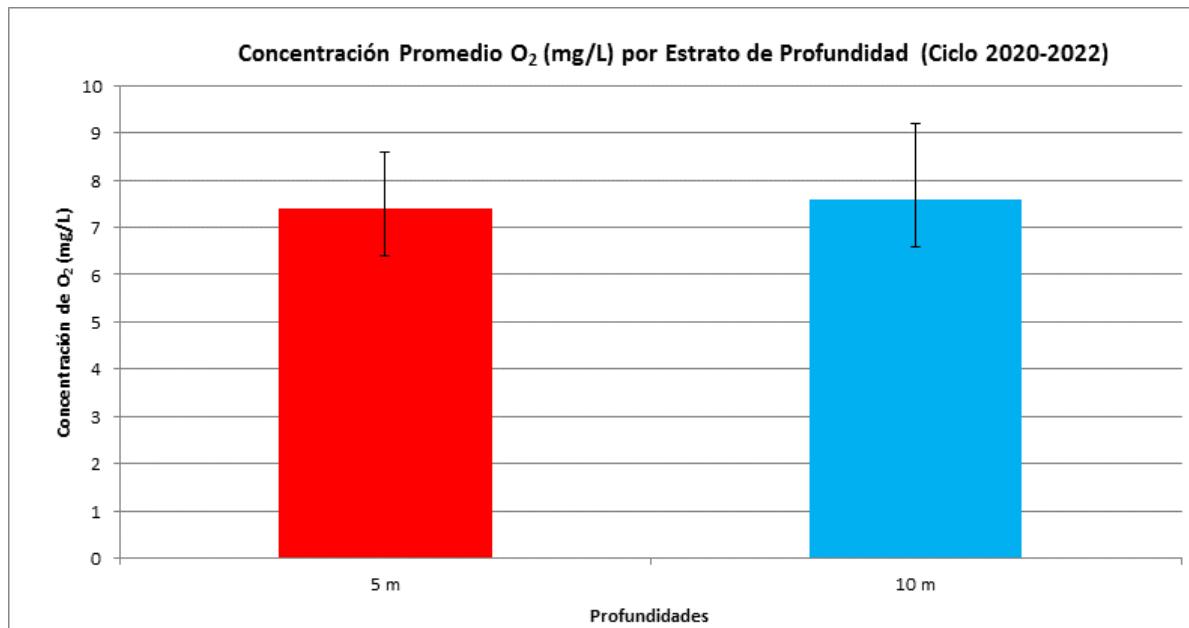
Por tanto, solo considerando los datos de concentración de oxígeno disuelto, prácticamente en todo el periodo productivo del ciclo 2020-2022, se mantuvieron muy buenas condiciones de oxigenación, con concentraciones similares en los 2 estratos de la columna de agua (Figura 6.3), representando niveles considerados “óptimos” de acuerdo a Calderón (2019).



Fuente: Plataforma dataweb de Innovex SpA (2019-2021).

Figura 6.2: Concentración de oxígeno disuelto a través de todo el ciclo productivo 2020-2022, a 5 y 10 m de profundidad.

Por tanto, solo considerando los datos de concentración de oxígeno disuelto, es posible reconocer que la columna de agua, en general, mantuvo buenas condiciones de oxigenación, con concentraciones similares en los dos estratos de la columna de agua (Figura 6.3), si se considera la desviación estándar de los datos.



Fuente: Ecotecnos S.A. con datos de Innovex SpA (2020-2022).

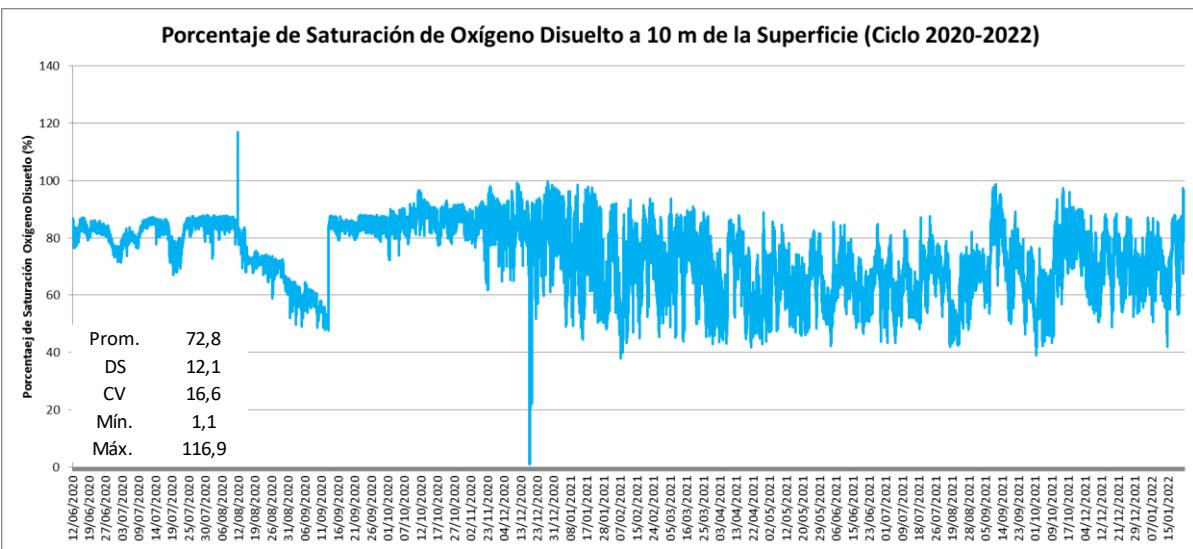
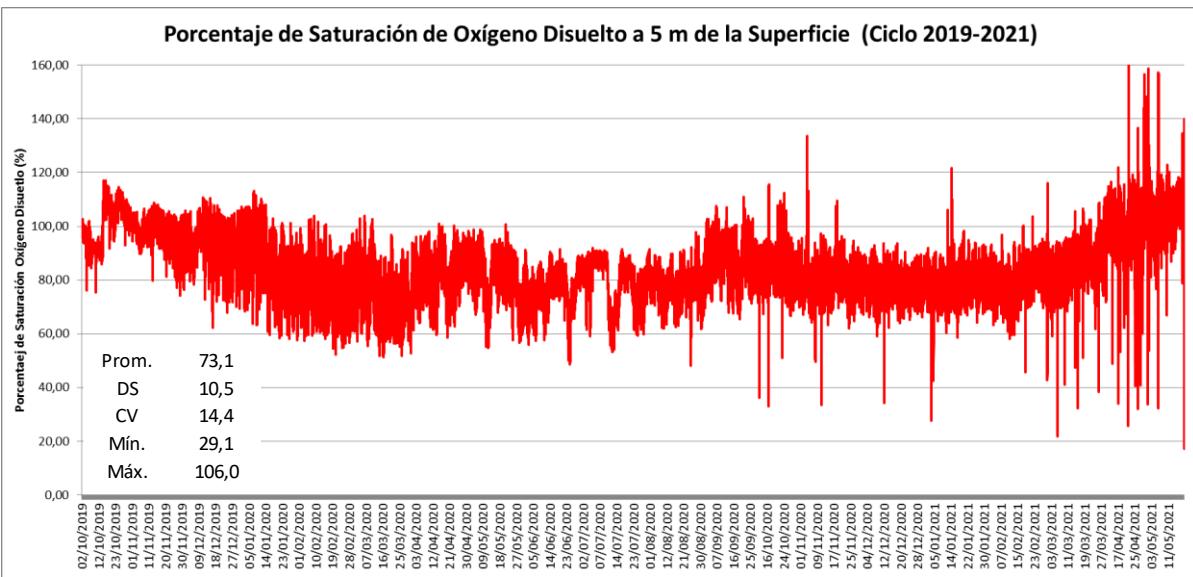
Figura 6.3: Concentraciones promedio de oxígeno disuelto por estrato de profundidad, ciclo productivo 2020-2022.

Dado que la solubilidad de un gas depende principalmente de la temperatura (a mayor temperatura menor solubilidad de un gas en un fluido), es relevante verificar el porcentaje de saturación del oxígeno disuelto a las mismas profundidades.

En la Figura 6.4 se aprecia que el porcentaje de saturación promedio de oxígeno disuelto (%) a 5 metros de profundidad en el ciclo productivo 2020-2022 fue de $73,1 \pm 10,5\%$, con un coeficiente de variación del 14,4 %. Asimismo, el valor mínimo medido fue de 29,1 % y el máximo de 106,0 %. Es decir, a 5 metros de profundidad, en gran parte del ciclo productivo 2020-2022, las aguas se hallaron sobresaturadas de oxígeno disuelto a 5 m de profundidad.

A 10 metros de profundidad la situación fue levemente menor, alcanzando un promedio de $72,8 \pm 12,1\%$, con un coeficiente de variación del 16,6 %. No obstante, el valor mínimo fue mucho menor, alcanzando 1,1 %, aunque el máximo fue superior llegando al 116,9 %. El

mínimo, como era de esperar, se correlaciona también con la concentración mínima detectada el 18/12/2020.



Fuente: Plataforma dataweb de Innovex SpA (2019-2021).

Figura 6.4: Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto través de todo el ciclo productivo 2020-2022, a 5 y 10 m de profundidad.

Se concluye de lo anterior que la excedencia de biomasa producida en el CES Estero Retroceso no generó disminuciones en la concentración promedio de oxígeno disuelto de la columna de agua en el ciclo productivo 2020-2022, no reconociéndose efectos sobre la concentración de este gas en las aguas marinas colindantes al CES.

Además, se cuenta con información de oxígeno tomada en la INFA al término del ciclo 2020-2022, la cual se realizó el 22-08-2021, donde se tomaron datos de perfiles de oxígeno en 8 estaciones, en donde se caracterizó desde la superficie hasta los 175 metros de profundidad (ver Tabla 6.1), estos datos se presentan de forma puntual en el grafico para verificar la calidad del agua en toda la columna, las estaciones se presentan de forma geográfica en la Figura 6.5.

Tabla 6.1: Profundidades máximas por estación de INFA

Estación	Profundidad Máxima
E1	172
E2	175
E3	175
E4	171
E5	73
E6	74
E7	78
E8	103

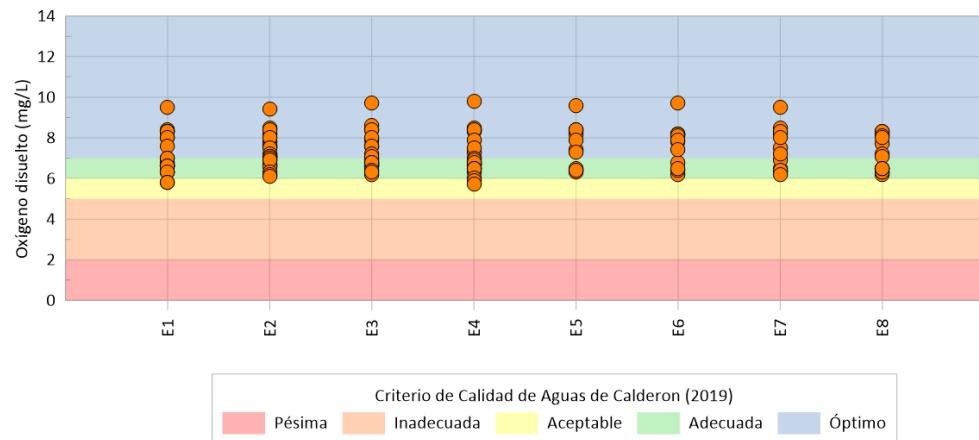
Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

El comportamiento del oxígeno disuelto se reporta sobre los 5 (mg/L), en los rangos de calidad de agua aceptable hacia óptima según el criterio de Calderón (2019), sin constatar descensos hacia rangos de menor calidad de agua según la escala empleada.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	23
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

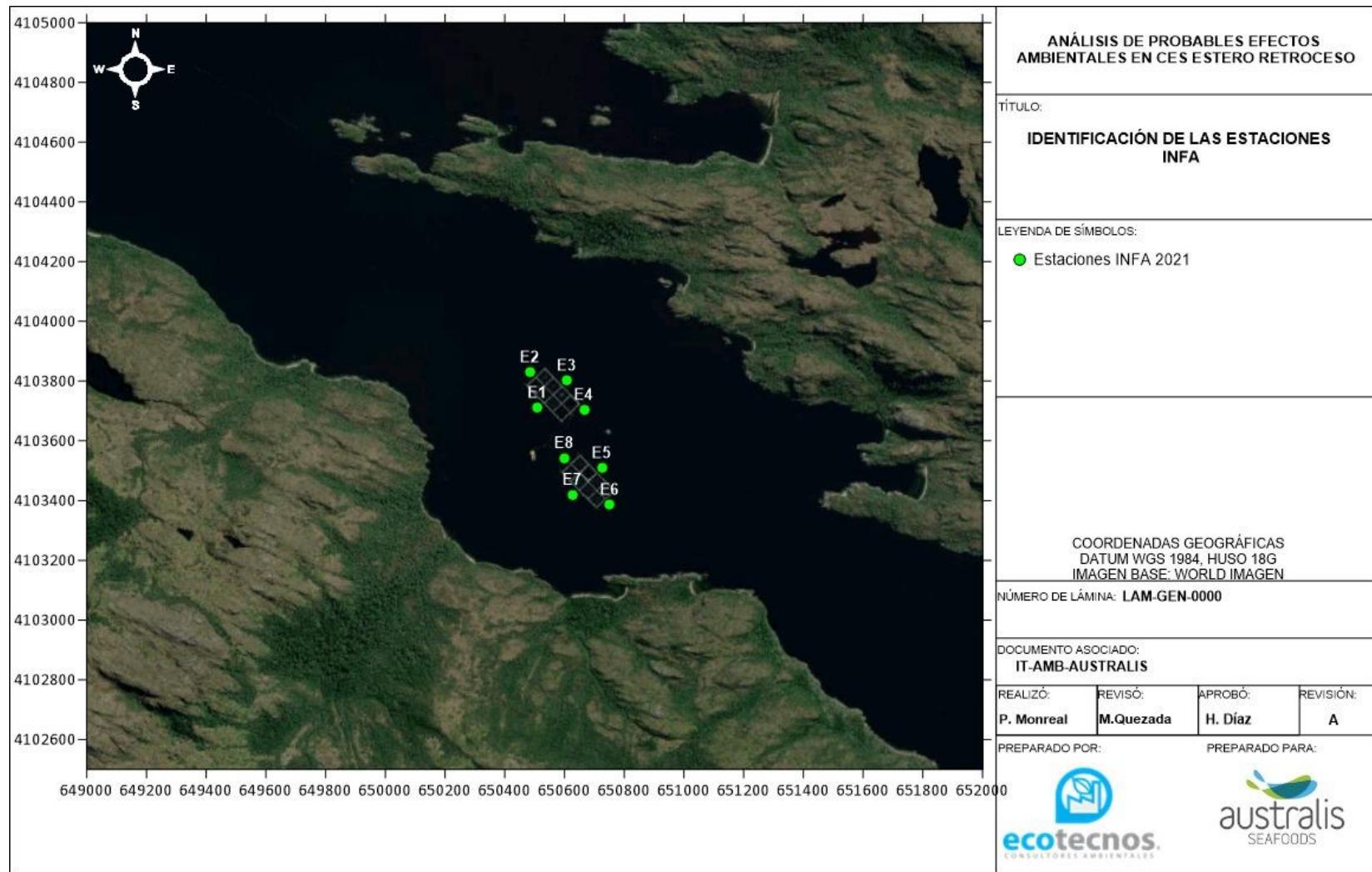
COMPORTAMIENTO DEL OXÍGENO DISUELTO
CES ESTERO RETROCESO 2021

Mediciones
● INFA



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Figura 6.5: Mediciones de oxígeno disuelto en INFA asociado al ciclo 2020 – 2022.



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Figura 6.6: Estaciones de muestreos entregados en la INFA asociadas al ciclo 2020-2022

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	25
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

6.1.2 Análisis espectral del oxígeno disuelto

El análisis espectral de una serie de tiempo mediante la descomposición de series de Fourier corresponde a una herramienta matemática que permite determinar qué forzantes son las que aportan al contenido energético de una señal determinada, pues una de las grandes ventajas matemáticas que subyace dentro de este análisis es que cada acción del ambiente que actúa con una determinada ciclicidad se ve reflejada en una respuesta del mismo ambiente y con la misma ciclicidad.

Como ejemplo de lo anteriormente dicho, es común encontrar en la naturaleza ciclos diarios, ciclos mensuales, ciclos cuatrimestrales (estaciones del año), ciclos anuales, entre otros. Todos estos procesos son propios de la naturaleza, sin embargo, algunas ciclicidades pueden ser condiciones establecidas por el hombre.

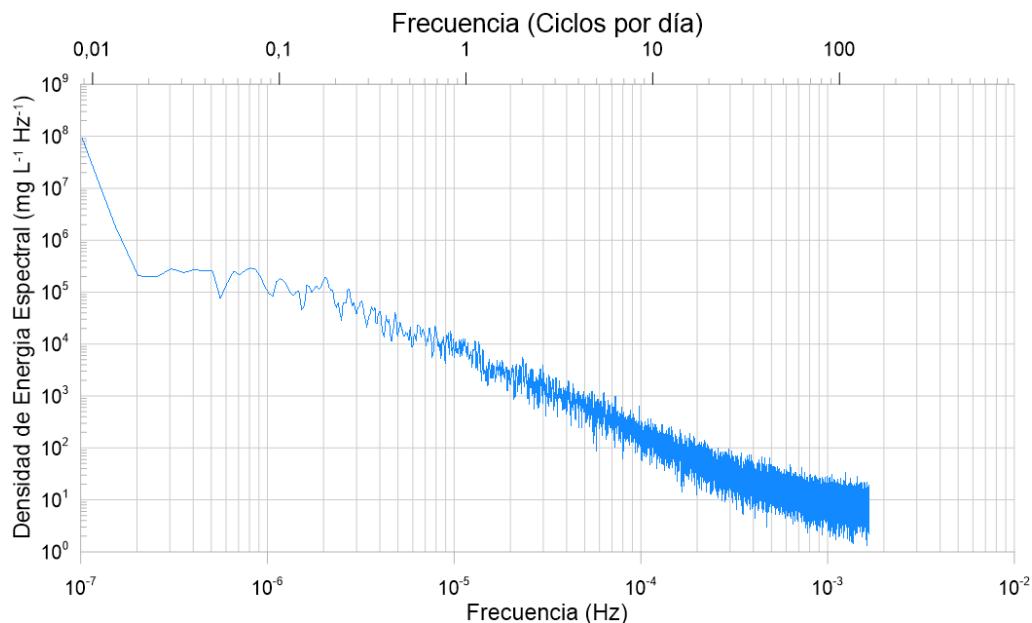
Basado en lo anterior y considerando la disponibilidad de mediciones de series de tiempo de oxígeno disuelto, es que se han determinado los espectros y adicionalmente se han estimado el aporte relativo de energía de cada uno de los ciclos presentes en el espectro.

En la Figura 6.6 se aprecia el espectro de energía del oxígeno disuelto a 5 metros de profundidad, de la traza seguida por la función se logra advertir que los modos más energéticos se obtienen para las bajas frecuencias (10-7 Hz), sin embargo, para las ciclicidades de mayor magnitud no se ven peaks relativos de interés para el comportamiento temporal del oxígeno disuelto.

La señal espectral del oxígeno disuelto a 5 metros de profundidad desarrolló una disminución sostenida de su contenido energético en función del aumento de la frecuencia, es decir, se espera que todos aquellos forzantes que actúan en períodos cortos aporten energía de manera poco significativa a la construcción total de la magnitud registrada de oxígeno disuelto en la columna de agua a la profundidad descrita.

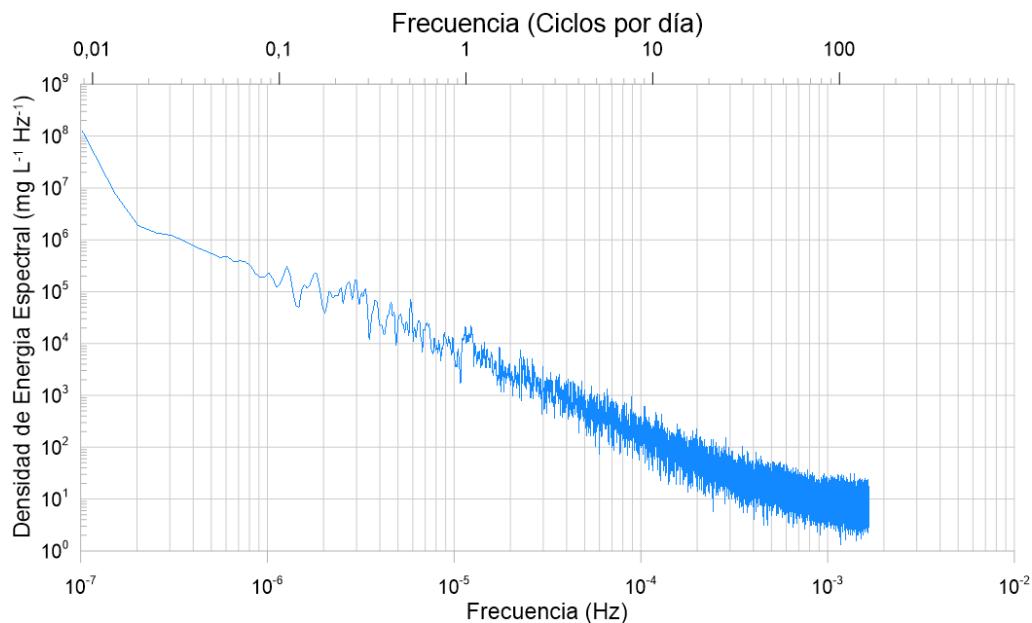
De igual manera a lo descrito para 5 metros de profundidad, en la Figura 6.7 se presentan el espectro del oxígeno disuelto a 10 metros de profundidad del cual se advierte un comportamiento equivalente a lo descrito previamente, tanto en su comportamiento en la ciclicidad como en los aportes energéticos de los distintos componentes encontrados.

Con el propósito de destacar el comportamiento energético a 10 metros de profundidad, los ciclos asociados a 10-7 Hz aportan significativamente más energía que las restantes frecuencias encontradas en el espectro.



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis Seafood.

Figura 6.6: Espectro de oxígeno disuelto a 5 metros de profundidad, para el ciclo productivo comprendido entre el 2020 – 2022



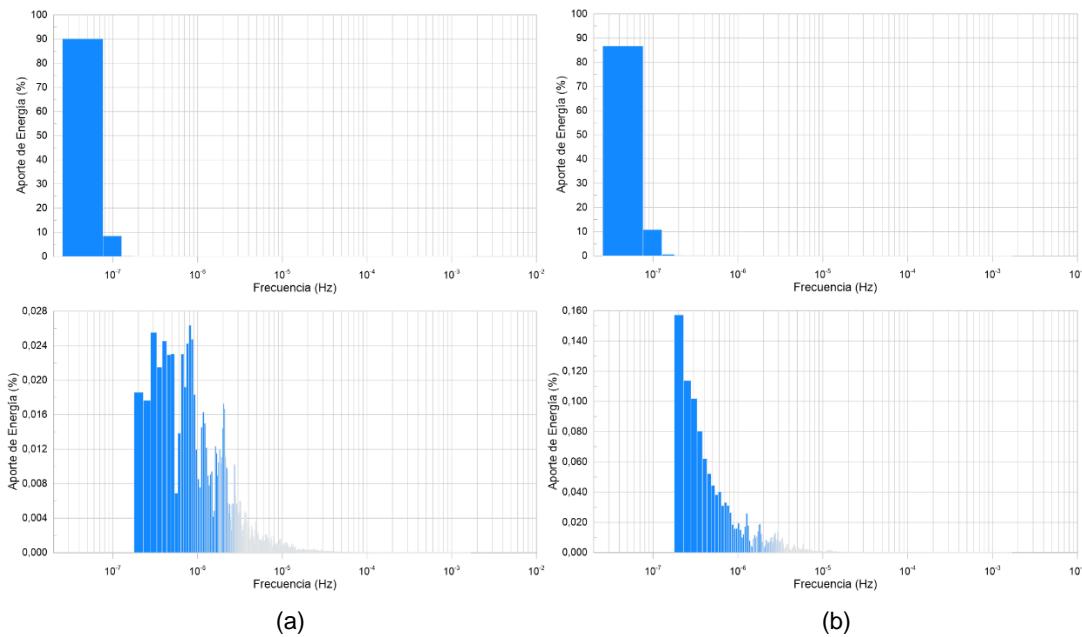
Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis Seafood.

Figura 6.7: Espectro de oxígeno disuelto a 10 metros de profundidad, para el ciclo productivo comprendido entre el 2020 – 2022.

Para cuantificar el aporte de energía de los forzantes contenidos en el espectro, es que se ha determinado el aporte individual de cada frecuencia, como una fracción de la energía total contenida. Es decir, se ha estimado el porcentaje de aporte de cada forzante en cada frecuencia, siendo resumidos en la Figura 6.8 y la Tabla 6.2.

La Figura 6.8 se compone de dos bloques, uno de ellos para los resultados a 5 metros de profundidad (a) y el otro a los 10 metros (b). En cada bloque en el recuadro superior se muestran los resultados para todas las frecuencias en la escala porcentual de 0 a 100%, mientras que el recuadro inferior entrega solamente el aporte de los modos secundarios, es decir, de aquellos que aportan menos energía al total global del espectro.

Del análisis de la Figura 6.8 se logra apreciar que las frecuencias de orden 10^{-8} Hz compilan prácticamente el 90% de todo el contenido energético, es decir, esta ciclicidad es la que modula la concentración total de oxígeno disuelto en la columna de agua, tanto a 5 metros de profundidad. En el caso de los 10 metros de profundidad, la ciclicidad de 10^{-7} Hz compila prácticamente el 100% de la energía total del espectro, lo que quiere decir que es la forzante dominante en el comportamiento de la concentración total de oxígeno disuelto



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis Seafood.

Figura 6.8: Aporte energético de cada frecuencia detectada en el espectro, (a) para 5 metros de profundidad y (b) para 10 metros de profundidad.

De los resultados resumidos en la Tabla 6.2 se puede observar que la ciclicidad que más aporta a la energía total del espectro y consecuentemente a la magnitud de la concentración de oxígeno disuelto en el agua, son aquellos equivalentes a los fenómenos que ocurren en escala de meses, pues ellos reúnen prácticamente el 99% del contenido energético, siendo el restante 1% distribuido en todos los modos secundarios, los que en su individualidad no aportan más de 0,01%.

Tabla 6.2: Resumen del aporte energético de las forzantes principales detectadas en el espectro

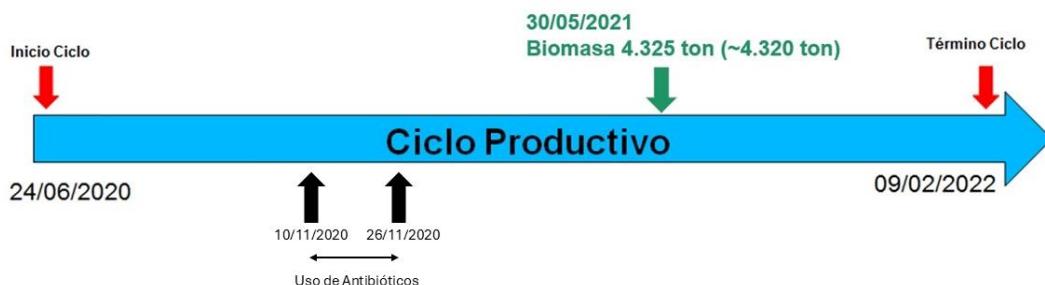
Frecuencia(Hz)	Ciclicidad (meses)	Aporte porcentual por cada profundidad	
		5 (m)	10 (m)
5.E-08	7,58	90,15%	86,71%
1.E-07	3,79	8,5%	10,82%
2.E-07	1,9	0,019%	0,16%
3.E-07	1,26	0,026%	0,1%

Fuente: Elaboración propia.

Lo anteriormente expuesto deja de manifiesto que los cambios de estaciones son el fenómeno más importante en la determinación de la concentración de oxígeno disuelto, es decir, que los aumentos de biomasa y sus respectivos alimentos adicionales suministrados, son fenómenos que no aportan significativamente a la concentración de oxígeno disuelto, pues se encontrarían dentro del conjunto de forzantes extras que solamente y en su conjunto, explican el 1% de la magnitud registrada.

6.1.3 Uso de antibióticos

Como se observa en la Figura 6.9, se utilizó un tratamiento con el antibiótico Florfenicol en el ciclo productivo 2020-2022 de CES Estero Retroceso, durante los días 11-10-2020 a 26-10-2020. Luego de ello, no fue necesaria adición alguna de antibióticos.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Australis Mar S.A. (2020-2022).

Figura 6.9: Gráfica que muestra la adición de antibióticos.

 ecotecnos <small>CONSEJORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	29
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

6.1.4 Uso de alimento adicional

De acuerdo con la información provista por Australis Mar S.A. a partir del ciclo 2020-2022, luego de alcanzar aproximadamente la biomasa máxima autorizada de 4.320 ton, se utilizaron 3.746 ton adicionales de alimento para producir el excedente.

Al respecto, el FCR o factor de conversión de alimento (cuántos kilos de alimento se necesitan para producir un kilo de salmón) es muy relevante en la producción animal, pudiendo establecer una diferencia entre si se considera o no la mortalidad (FCR Económico y Biológico, respectivamente). Este indicador, además, es muy importante para el presupuesto de las productoras de salmonidos, y puede ser variable entre especies, centros de cultivo, empresas e incluso dentro de estas mismas.

La información entregada por Australis Mar S.A. para el ciclo 2019-2021 y detallada en la Tabla 6.3, indica que el FCR biológico en su CES Estero Retroceso alcanzó un promedio de 1,144, mientras que el económico llegó a un 1,189. Estos FCRs son muy buenos, puesto que actualmente el promedio en Chile es de un factor de conversión económico de 1,54 para el salmón Atlántico y de 1,22 para el FCR biológico para la misma especie (<https://www.aqua.cl/2015/01/12/salmonicultura-los-valores-actuales-de-factor-de-conversion-de-alimentos/#>). Asimismo, Australis Mar S.A. (2020) informa que el porcentaje de alimento no consumido es <1,0%.

Utilizando un valor de 1,0 %, es posible determinar que 37,46 ton de alimento fueron no consumidas producto del excedente de producción de biomasa en el ciclo 2020-2022.

Tabla 6.3: Factores de conversión de alimento (FCR) biológicos y económicos para determinados en el ciclo productivo de CES Estero Retroceso (Ciclo 2020-2022).

Date	FCRb Biol.	FCR Econ.												
25/06/2020	1,000	4,831	18/10/2020	1,008	1,018	04/02/2021	1,070	1,074	28/05/2021	1,124	1,138	07/10/2021	0,764	0,791
01/07/2020	1,000	4,831	19/10/2020	1,000	1,005	05/02/2021	1,070	1,074	03/06/2021	1,122	1,136	10/10/2021	1,144	1,144
03/07/2020	1,000	4,454	20/10/2020	1,013	1,004	06/02/2021	1,071	1,080	30/05/2021	0,784	0,784	09/10/2021	1,144	1,181
03/07/2020	1,000	1,118	21/10/2020	1,013	1,019	08/02/2021	1,071	1,089	21/05/2021	1,124	1,128	10/10/2021	1,145	1,192
04/07/2020	1,000	1,299	22/10/2020	1,014	1,021	09/02/2021	1,071	1,075	01/06/2021	1,123	1,139	11/10/2021	1,146	1,256
05/07/2020	1,000	1,200	23/10/2020	1,011	1,017	10/02/2021	1,071	1,074	02/06/2021	1,122	1,126	12/10/2021	1,146	1,173
06/07/2020	1,000	1,061	24/10/2020	1,016	1,017	11/02/2021	1,071	1,076	03/06/2021	3,191	3,295	13/10/2021	1,145	1,198
07/07/2020	1,000	1,055	25/10/2020	1,024	1,028	04/02/2021	1,071	1,079	04/06/2021	1,128	1,150	14/10/2021	1,146	1,192
08/07/2020	1,000	1,055	26/10/2020	1,024	1,028	05/02/2021	1,071	1,079	05/06/2021	1,125	1,147	15/10/2021	1,146	1,146
09/07/2020	1,000	1,023	27/10/2020	1,028	1,028	14/02/2021	1,071	1,077	08/06/2021	0,917	0,931	10/10/2021	1,146	1,146
10/07/2020	1,000	1,058	28/10/2020	1,028	1,038	15/02/2021	1,072	1,077	08/06/2021	1,128	1,136	17/10/2021	1,146	1,234
11/07/2020	1,000	1,022	29/10/2020	1,031	1,031	16/02/2021	1,073	1,079	11/06/2021	1,128	1,133	18/10/2021	1,145	1,145
12/07/2020	1,000	1,074	30/10/2020	1,038	1,038	17/02/2021	0,580	0,582	12/06/2021	1,129	1,142	19/10/2021	1,146	1,211
13/07/2020	1,000	1,041	31/10/2020	1,192	1,207	18/02/2021	1,073	1,079	13/06/2021	1,130	1,144	20/10/2021	1,146	1,181
14/07/2020	1,000	1,022	01/11/2020	1,048	1,052	19/02/2021	1,073	1,079	13/06/2021	1,135	1,365	21/10/2021	1,146	1,175
15/07/2020	1,000	1,035	02/11/2020	1,047	1,052	20/02/2021	1,075	1,082	16/06/2021	1,129	1,138	22/10/2021	1,147	1,154
16/07/2020	1,000	1,021	03/11/2020	1,048	1,052	21/02/2021	1,075	1,079	17/06/2021	1,129	1,142	23/10/2021	1,146	1,145
17/07/2020	1,000	1,062	04/11/2020	1,053	1,067	22/02/2021	1,076	1,076	18/06/2021	1,121	1,143	24/10/2021	1,145	1,181
18/07/2020	1,000	1,009	05/11/2020	1,052	1,056	23/02/2021	1,076	1,112	19/06/2021	2,040	2,071	25/10/2021	1,146	1,146
19/07/2020	1,000	1,006	06/11/2020	1,052	1,056	24/02/2021	1,076	1,079	20/06/2021	1,131	1,146	26/10/2021	1,146	1,146
20/07/2020	1,000	1,005	07/11/2020	1,053	1,056	25/02/2021	0,321	0,323	22/06/2021	1,131	1,144	27/10/2021	1,146	1,193
21/07/2020	1,000	1,322	08/11/2020	1,051	1,051	26/02/2021	1,079	1,088	24/06/2021	2,463	2,558	28/10/2021	1,146	1,219
22/07/2020	1,000	1,048	09/11/2020	1,048	1,080	27/02/2021	1,079	1,088	25/06/2021	2,602	2,646	29/10/2021	1,146	1,197
23/07/2020	1,000	1,009	10/11/2020	1,052	1,056	28/02/2021	1,079	1,089	26/06/2021	1,122	1,142	30/10/2021	1,107	1,175
24/07/2020	1,000	1,018	11/11/2020	1,052	1,065	03/03/2021	1,079	1,084	27/06/2021	1,123	1,147	31/10/2021	1,147	1,192
25/07/2020	1,000	1,016	12/11/2020	1,051	1,056	02/03/2021	1,079	1,082	28/06/2021	1,133	1,142	01/11/2021	1,147	1,194
26/07/2020	1,000	1,031	13/11/2020	1,051	1,056	03/03/2021	1,080	1,081	29/06/2021	1,133	1,142	02/11/2021	1,002	1,028
27/07/2020	1,000	1,013	14/11/2020	1,051	1,051	04/03/2021	1,080	1,102	30/06/2021	0,904	0,913	03/11/2021	1,147	1,333
28/07/2020	1,000	1,024	15/11/2020	1,052	1,052	05/03/2021	1,080	1,096	01/07/2021	2,640	2,696	04/11/2021	1,084	1,084
29/07/2020	1,000	1,007	16/11/2020	1,051	1,056	06/03/2021	1,080	1,097	01/07/2021	1,134	1,148	05/11/2021	1,146	1,219
30/07/2020	1,000	1,006	17/11/2020	1,051	1,051	07/03/2021	1,080	1,097	01/07/2021	1,133	1,141	06/11/2021	1,146	1,202
31/07/2020	1,000	1,004	18/11/2020	1,052	1,069	08/03/2021	1,081	1,095	04/07/2021	1,135	1,135	14/11/2021	0,483	0,483
01/08/2020	1,000	1,008	19/11/2020	1,050	1,056	09/03/2021	0,242	0,242	05/07/2021	1,134	1,149	08/11/2021	1,146	1,207
02/08/2020	1,000	1,009	20/11/2020	1,050	1,056	10/03/2021	1,081	1,086	07/07/2021	1,134	1,149	09/11/2021	0,941	0,991
04/08/2020	1,000	1,001	21/11/2020	1,051	1,056	11/03/2021	1,082	1,088	08/07/2021	1,134	1,147	10/11/2021	1,146	1,202
05/08/2020	1,000	1,001	22/11/2020	1,050	1,055	12/03/2021	1,083	1,083	09/07/2021	1,134	1,143	11/11/2021	0,907	0,984
06/08/2020	1,000	1,001	23/11/2020	1,050	1,053	13/03/2021	1,082	1,088	10/07/2021	1,134	1,159	12/11/2021	1,146	1,194
07/08/2020	1,000	1,001	24/11/2020	1,050	1,054	14/03/2021	1,082	1,092	11/07/2021	1,134	1,154	13/11/2021	1,146	1,201
08/08/2020	1,000	1,036	25/11/2020	1,053	1,069	15/03/2021	1,083	1,087	12/07/2021	1,135	1,135	14/11/2021	0,483	0,483
09/08/2020	1,000	1,007	26/11/2020	1,054	1,061	16/03/2021	1,083	1,094	13/07/2021	3,759	4,261	15/11/2021	1,146	1,193
10/08/2020	1,000	1,055	27/11/2020	1,053	1,063	17/03/2021	1,085	1,085	14/07/2021	1,135	1,166	16/11/2021	1,145	1,259
11/08/2020	1,000	1,027	28/11/2020	1,054	1,056	18/03/2021	1,085	1,089	15/07/2021	1,252	1,259	17/11/2021	3,546	3,546
12/08/2020	1,000	1,029	29/11/2020	1,053	1,069	19/03/2021	1,087	1,093	16/07/2021	1,135	1,147	18/11/2021	1,145	1,196
13/08/2020	1,000	1,007	30/11/2020	1,058	1,069	20/03/2021	1,088	1,088	17/07/2021	1,136	1,157	19/11/2021	1,145	1,145
14/08/2020	1,000	1,001	31/11/2020	1,050	1,055	21/03/2021	1,089	1,091	18/07/2021	1,136	1,157	20/11/2021	1,145	1,145
15/08/2020	1,000	1,034	01/12/2020	1,058	1,064	22/03/2021	1,089	1,104	19/07/2021	1,136	1,162	21/11/2021	1,145	1,186
16/08/2020	1,000	1,021	02/12/2020	1,058	1,064	23/03/2021	1,091	1,099	21/07/2021	1,826	1,937	22/11/2021	1,146	1,188
17/08/2020	1,000	1,001	03/12/2020	1,058	1,064	24/03/2021	0,784	0,787	22/07/2021	1,136	1,146	23/11/2021	1,146	1,169
18/08/2020	1,000	1,006	04/12/2020	1,058	1,062	25/03/2021	1,090	1,097	23/07/2021	1,137	1,137	24/11/2021	1,148	1,182
19/08/2020	1,000	1,001	05/12/2020	1,058	1,062	26/03/2021	1,091	1,097	27/07/2021	6,944	7,841	26/11/2021	1,148	1,192
20/08/2020	1,000	1,001	06/12/2020	1,058	1,062	27/03/2021	1,091	1,100	28/07/2021	1,137	1,137	27/11/2021	1,148	1,148
21/08/2020	1,000	1,001	07/12/2020	1,058	1,062	01/04/2021	0,820	0,822	02/08/2021	1,139	1,139	04/12/2021	1,148	1,182
22/08/2020	1,000	1,005	08/12/2020	1,058	1,062	03/04/2021	0,600	0,604	03/08/2021	1,139	1,139	05/12/2021	1,148	1,148
23/08/2020	1,000	1,001	09/12/2020	1,058	1,062	04/04/2021	1,067	1,070	04/08/2021	1,139	1,141	06/12/2021	1,148	1,145
24/08/2020	1,000	1,001	10/12/2020	1,058	1,062	05/04/2021	1,067	1,070	05/08/2021	1,139	1,145	07/12/2021	1,148	1,145
25/08/2020	1,000	1,007	11/12/2020	1,058	1,062	06/04/2021	1,068	1,070	06/08/2021	1,139	1,145	08/12/2021	1,148	1,148
26/08/2020	1,000	1,001	12/12/2020	1,058	1,062	07/04/2021	1,068	1,071	07/08/2021	1,139	1,145	09/12/2021	1,148	1,148
27/08/2020	1,000	1,001	13/12/2020	1,058	1,062	08/04/2021	1,069	1,071	08/08/2021	1,139	1,145	10/12/2021	1,148	1,148
28/08/2020	1,000	1,001	14/12/2020	1,058	1,062	09/04/2021								

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N.º DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	31
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

6.1.5 Presencia de FAN

A partir de la estadística completa de FAN provista por Australis Mar S.A. (2020-2022), se obtuvieron los datos correspondientes a la presencia de las especies consideradas “Nocivas”, analizadas e identificadas tanto a 0,5 m, como a 5, 10 y 15 m (desde la Tabla 6.4 a la Tabla 6.7). Nótese que, en las tablas mencionadas, se indican los valores, en cél/L, que corresponderían a Niveles Nocivo, Alarma Crítico y de Alarma Precaución determinados para cada especie. Estos listados no incluyen a aquellas especies detectadas que no se consideran nocivas para los cultivos de salmónidos.

De la información de la Tabla 6.4 puede desprenderse que, si bien se presentaron algunas consideradas nocivas y que pueden producir FAN, sus niveles de concentración, en ningún caso, alcanzaron valores ni siquiera para poder configurar una situación de “precaución”.

En el estrato de 5 m, la información de la Tabla 6.5 muestra que solo *Chaetoceros convolutus* sobrepasó en 1 oportunidad, los valores de alarma crítico y nivel nocivo, el día 12/10/2020. Para el resto de las especies, si bien se presentaron algunas consideradas nocivas y que pueden producir FAN, alcanzaron valores bajos, inferiores a la situación de “precaución”

Una situación similar se registró en el estrato de 10 m (Tabla 6.6), donde solo la especie de diatomea *C. convolutus* sobrepasó en 1 oportunidad, los valores de alarma crítico y nivel nocivo, lo que ocurrió el 12-09-2021. El resto de las especies no alcanzó valores ni siquiera para poder configurar una situación de “precaución”.

Finalmente, en el caso del estrato de 15 m (Tabla 6.7), de todas las especies analizadas, solo se registró a *C. convolutus*, pero en concentraciones muy bajas, muy por debajo de aquellos niveles que generan algún tipo de alarma.

La información antes detallada es concordante con la expuesta en el ítem “Mortalidades” para el ciclo 2020-2022, donde se registraron mortalidades principalmente asociadas al transporte y daño mecánico, sin informarse mortalidades por presencia de FAN, por lo que su presencia no derivó en mortalidades y, por tanto, la sobreproducción de dicho ciclo no habría afectado las condiciones ambientales que pudiesen haber desencadenado un *bloom* constante de fitoplancton.

Tabla 6.4: Presencia de microalgas consideradas “Nociva” en las aguas marinas circundantes al CES Estero Retroceso (Ciclo 2020-2022). Estrato 0,5 m.

Fecha Muestreo	Grupo	Nombre Especie	Nociva	Nivel Nocivo	Alarma Crítico	Alarma Precaución	Medición 0,5 m (Cél/mL)
16-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	37
11-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	61
08-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	72
05-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	88
31-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	4
25-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	5
25-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	7
21-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	20
07-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	70
02-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	100
30-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	100
24-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	100
13-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	103
08-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	103
10-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	105
12-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	105
21-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	116
18-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	120
17-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	161
16-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	200
12-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	252
15-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	253
21-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	280
22-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	303
14-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	330
19-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	341
20-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	375
29-01-2022	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
29-10-2021	Diatomeas	<i>Ditylum brightwellii</i>	Nociva	3000	3000	1500	1
05-02-2021	Otras Especies	<i>Haptophytas</i>	Nociva	-	50	20	7
09-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	8
06-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	10
13-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	15
18-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	22
14-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	22
16-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	31
13-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	31
12-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	32
15-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	37
07-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	40
10-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	57
11-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	60
08-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	87
17-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	103
05-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	2
17-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	10
14-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	10
10-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	10
15-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	12
18-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	19
06-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	30
19-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	30
16-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	31
12-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	42
10-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	56
04-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	57
20-11-2021	Diatomeas	<i>Rhizosolenia setigera</i>	Nociva	500	500	250	1
08-10-2020	Diatomeas	<i>Rhizosolenia setigera</i>	Nociva	500	500	250	1
21-09-2021	Diatomeas	<i>Rhizosolenia setigera</i>	Nociva	500	500	250	2
15-10-2020	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	14
31-10-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	24
01-11-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	29
19-10-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	31
03-11-2020	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	5
30-10-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	30

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de GTR Gestión (2020-2022).

Tabla 6.5: Presencia de microalgas consideradas “Nociva” en las aguas marinas circundantes al CES Estero Retroceso (Ciclo 2020-2022). Estrato 5 m.

Fecha Muestreo	Grupo	Nombre Especie	Nociva	Nivel Nocivo	Alarma Crítico	Alarma Precaución	Medición 5 m (Cél/mL)
13-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros convolutus</i>	Nociva	5	5	1	3
12-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros convolutus</i>	Nociva	5	5	1	5
16-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	19
08-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	24
29-12-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	26
05-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	28
17-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	37
06-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	42
11-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	45
10-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	69
07-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	82
07-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	86
09-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	87
12-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	95
05-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	107
15-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	117
12-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	135
13-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	148
22-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	150
11-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	210
14-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	303
29-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	1
12-01-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	27
08-01-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	32
04-01-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	36
31-12-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	47
09-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	51
12-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	56
21-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	96
02-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	100
30-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	100
27-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	100
12-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	105
16-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	124
26-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	200
23-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	200
15-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	201
20-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	206
06-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	250
09-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	260
25-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	300
18-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	379
12-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	410
19-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	433
22-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	544
21-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	550
14-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	586
12-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	1020
13-01-2022	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
07-01-2022	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
02-12-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
12-11-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
28-07-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
29-06-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
26-06-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
20-06-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
18-06-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
14-06-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
12-06-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
10-06-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
09-06-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
16-05-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
09-05-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
08-05-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
03-05-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
30-04-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
08-04-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
05-04-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
03-04-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
01-04-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
30-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
18-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
17-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
16-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
12-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
08-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
06-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
05-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1

30-11-2020	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
16-10-2020	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
25-08-2020	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
25-08-2020	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
06-05-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	2
05-05-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	2
29-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	2
26-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	2
19-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	2
14-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	2
Fecha Muestreo	Grupo	Nombre Especie	Nociva	Nivel Nocivo	Alarma Crítico	Alarma Precaución	Medición 5 m (Cél/mL)
10-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	2
13-10-2020	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	2
11-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	3
09-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	3
13-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	4
16-01-2021	Dinoflagelados	<i>Gymnodinium spp.</i>	Nociva	-	3	1	0
26-12-2020	Dinoflagelados	<i>Gymnodinium spp.</i>	Nociva	-	3	1	0
13-09-2021	Dinoflagelados	<i>Gymnodinium spp.</i>	Nociva	-	3	1	1
21-07-2021	Dinoflagelados	<i>Gymnodinium spp.</i>	Nociva	-	3	1	1
05-02-2021	Otras Especies	Haptophytas	Nociva	-	50	20	0
07-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	6
12-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	7
13-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	8
18-11-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	8
06-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	9
03-12-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	9
30-11-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	9
25-11-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	9
27-11-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	10
21-11-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	11
13-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	13
09-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	14
13-01-2022	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	15
27-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	15
03-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	15
20-11-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	15
08-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	19
13-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	19
04-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	21
13-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	25
15-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	26
07-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	29
09-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	29
18-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	30
14-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	31
15-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	36
08-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	36
05-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	44
11-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	44
12-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	46
17-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	48
06-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	52
19-10-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	53
16-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	54
11-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	62
10-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	64
09-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	69
12-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	73
07-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	81
15-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	103
05-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	4
07-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	5
05-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	6
17-10-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	6
12-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	7
09-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	8
18-10-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	8
11-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	9
13-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	10
14-10-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	10
16-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	11
05-01-2022	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	12
06-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	16
06-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	16
19-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	16
10-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	17
07-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	17
09-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	18
29-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	19
10-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	19
15-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	19
04-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	20
05-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	23

22-10-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	23
14-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	24
13-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	26
15-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	27
18-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	31
11-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	36
17-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	38
06-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	41
15-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	45
20-10-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	45
09-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	47
08-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	48
14-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	51
03-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	94
10-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	99
22-11-2021	Diatomeas	<i>Rhizosolenia setigera</i>	Nociva	500	500	250	1
30-10-2021	Diatomeas	<i>Rhizosolenia setigera</i>	Nociva	500	500	250	1
29-10-2021	Diatomeas	<i>Rhizosolenia setigera</i>	Nociva	500	500	250	1
14-09-2021	Diatomeas	<i>Rhizosolenia setigera</i>	Nociva	500	500	250	1
17-10-2020	Diatomeas	<i>Rhizosolenia setigera</i>	Nociva	500	500	250	1

Fecha Muestreo	Grupo	Nombre Especie	Nociva	Nivel Nocivo	Alarma Crítico	Alarma Precaución	Medición 5 m (Cél/mL)
11-10-2020	Diatomeas	<i>Rhizosolenia setigera</i>	Nociva	500	500	250	1
25-09-2021	Diatomeas	<i>Rhizosolenia setigera</i>	Nociva	500	500	250	2
21-09-2021	Diatomeas	<i>Rhizosolenia setigera</i>	Nociva	500	500	250	5
07-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	4
15-10-2020	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	7
17-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	16
19-10-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	21
01-11-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	22
31-10-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	28
11-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	43
06-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	51
09-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	77
10-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	85
29-06-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	3
27-06-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	4
20-06-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	5
13-12-2020	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	5
12-10-2020	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	5
04-10-2020	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	9
11-12-2020	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	15
20-10-2020	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	15
30-10-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	18
03-10-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	20
12-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	21
25-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	30
13-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	35
07-12-2020	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	50
05-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	123
17-09-2021	Diatomeas	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	Nociva	3000	3000	2000	24

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de GTR Gestión (2020-2022).

Tabla 6.6: Presencia de microalgas consideradas “Nociva” en las aguas marinas circundantes al CES Retroceso (Ciclo 2020-2022). Estrato 10 m.

Fecha Muestreo	Grupo	Nombre Especie	Nociva	Nivel Nocivo	Alarma Crítico	Alarma Precaución	Medición 10 m (Cél/mL)
12-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros convolutus</i>	Nociva	5	5	1	8
09-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	12
07-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	12
15-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	15
17-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	25
05-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	25
10-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	26
13-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	47
07-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	56
12-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	82
22-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	100
14-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	107
11-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	112
05-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros debilis</i>	Nociva	3000	3000	1500	210
31-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	1
25-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	3
12-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	19
31-12-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	19
25-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	100
15-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	103
02-10-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	200
30-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	200
24-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	200
29-09-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros socialis</i>	Nociva	3000	3000	1500	400
05-09-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
11-05-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
08-05-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
06-05-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
05-05-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
30-04-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
08-04-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
01-04-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
28-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
26-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
19-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1

Fecha Muestreo	Grupo	Nombre Especie	Nociva	Nivel Nocivo	Alarma Crítico	Alarma Precaución	Medición 10 m (Cél/mL)
18-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
17-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
14-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
13-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
09-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
08-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
04-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	1
15-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	2
05-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	2
11-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	3
12-03-2021	Otras Especies	<i>Dictyocha speculum</i>	Nociva	75	75	25	4
29-10-2021	Diatomeas	<i>Ditylum brightwellii</i>	Nociva	3000	3000	1500	1
04-03-2021	Dinoflagelados	<i>Gymnodinium spp.</i>	Nociva	-	3	1	1
16-01-2021	Dinoflagelados	<i>Gymnodinium spp.</i>	Nociva	-	3	1	1
26-12-2020	Dinoflagelados	<i>Gymnodinium spp.</i>	Nociva	-	3	1	1
05-02-2021	Otras Especies	Haptophytas	Nociva	-	50	20	1
09-01-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	1
09-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	5
18-11-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	5
03-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	12
12-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	13
05-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	14

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	37
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

11-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	15
27-11-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	15
21-11-2020	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	15
06-01-2022	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	19
28-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	19
15-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	19
06-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	19
06-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	19
07-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	21
08-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	24
12-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	42
06-10-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Nociva	2500	2500	1500	46
29-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	6
10-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	8
07-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	11
06-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	12
06-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	12
12-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	14
13-12-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	15
08-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	19
15-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	22
09-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	26
14-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	27
05-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	30
03-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	31
10-09-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	32
05-11-2021	Diatomeas	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Nociva	2000	2000	1500	46
05-10-2021	Diatomeas	<i>Rhizosolenia setigera</i>	Nociva	500	500	250	1
24-10-2020	Diatomeas	<i>Rhizosolenia setigera</i>	Nociva	500	500	250	1
12-09-2021	Diatomeas	<i>Rhizosolenia setigera</i>	Nociva	500	500	250	2
17-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	20
01-11-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	24
11-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	28
31-10-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	32
09-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	38
10-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	75
12-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema costatum</i>	Nociva	100000	100000	50000	82
13-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	11
30-10-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	21
05-09-2021	Diatomeas	<i>Skeletonema sp.</i>	Nociva	100000	100000	50000	77
17-09-2021	Diatomeas	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	Nociva	3000	3000	2000	15

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de GTR Gestión (2020-2022).

Tabla 6.7: Presencia de microalgas consideradas “Nociva” en las aguas marinas circundantes al CES Retroceso (Ciclo 2020-2022). Estrato 15 m.

Fecha Muestreo	Grupo	Nombre Especie	Nociva	Nivel Nocivo	Alarma Crítico	Alarma Precaución	Medición 15 m (Cél/mL)
24-10-2020	Diatomeas	<i>Chaetoceros convolutus</i>	Nociva	5	5	1	3

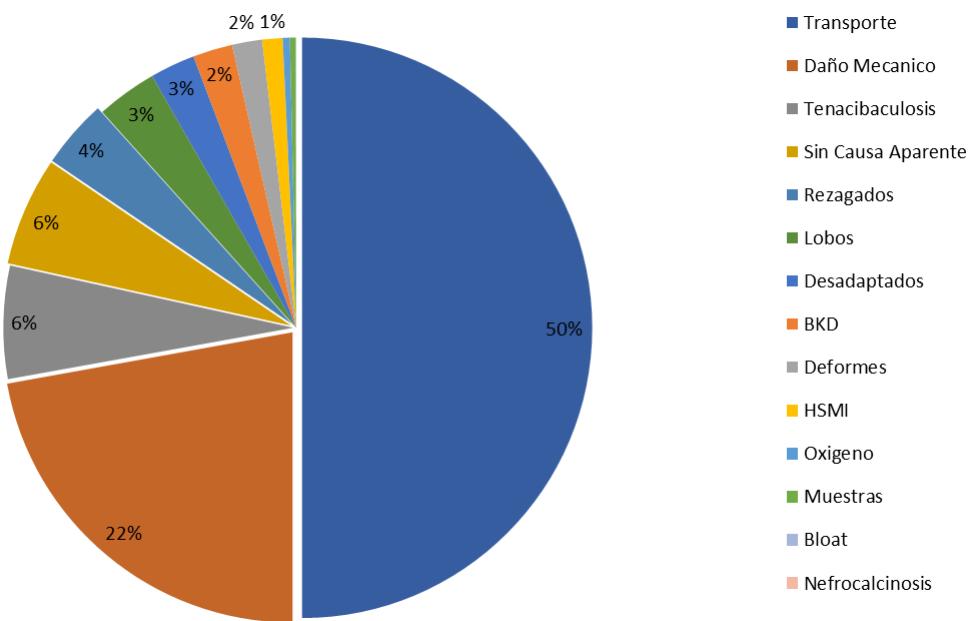
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de GTR Gestión (2020-2022).

En conclusión, la presencia de bloom o FAN fue acotada a algunos episodios menores, lo que no redundó en mortalidades para el cultivo del CES Estero Retroceso ciclo 2020-2022.

6.1.6 Mortalidades

La estadística suministrada por Australis Mar S.A. (2020-2022) se puede apreciar en detalle la Figura 6.10. De los **89.430 ejemplares** muertos en el ciclo 2020-2022, un 50,0 % tuvo como causa de muerte el transporte, seguido por un 22,16 % producida por daño mecánico y solo un 6,28 % habría correspondido a muerte por Tenacibaculosis. No se registraron mortalidades asociadas a FAN, y las reportadas asociadas a bajos contenidos de O₂, no superaron los 0,4 %. El resto se asoció a enfermedades típicas de la salmonicultura, como BKD y nefrocalciosis, las que se mantuvieron en bajos niveles.

En conclusión, el exceso de producción de biomasa no produjo cambios en las causas más frecuentes de mortalidad asociadas a enfermedades, en el CES Estero Retroceso ciclo 2020-2022, verificándose ausencia de mortalidades a causa de FANs que produjeron bajas en los niveles de oxígeno disuelto del CES.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Australis Mar S.A. (2020-2022).

Figura 6.10: Causas de mortalidad en el CES Retroceso para el ciclo productivo 2020-2022.

 ecotecnos <small>CONSEJORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	39
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

6.1.7 INFA

Los resultados del Informe Ambiental (INFA) para el ciclo productivo 2020-2022 se aprecian en el **Anexo I**. La información para la INFA fue levantada el día 22/08/2021. El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) emitió su ORD./DN-04384/2021 con fecha 25/10/2021, en el que se concluye que el centro de cultivo presenta para el período informado condiciones ambientales **AERÓBICAS**. Esta situación es concordante con la información antes detallada.

Por tanto, la información de la INFA permite establecer que los aportes de nutrientes adicionales provenientes de los alimentos y de las fecas de los salmones a la columna de agua marina y, de ahí, a los sedimentos marinos, no produjeron perturbaciones que pudieran generar, en el ciclo productivo 2020-2022, condiciones anaerobias, si no que se mantuvo la condición de **aerobiosis** del CES Estero Retroceso.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	40
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

7 NIVELES DE NUTRIENTES DE LA COLUMNA DE AGUA MARINA AÑOS 2020 Y 2022

Un aspecto complementario y relevante que se indicó en el punto **4. Efectos Previstos por Excedencia de la Producción Máxima de Biomasa Permitida en el Medio Marino**, se refirió a la posibilidad de contar con datos de concentración de nutrientes en la columna de agua: Nitratos (NO_3^-), nitritos (NO_2^-), amonio (NH_4^+) y fosfatos (PO_4^{3-}).

Se indicó que, dada la Categoría del Centro de Cultivo Estero Retroceso (Categoría 5), no se cuenta con información de dichos nutrientes en las aguas marinas incluidas en las INFAs (ni CPS). No obstante, en el contexto de las certificaciones con que cuenta Australis para sus CES, se encuentra la “Aquaculture Stewardship Council” (Consejo de Gestión Responsable de la Acuicultura), conocida como ASC, en que se comprometen monitoreos durante cada ciclo de cultivo.

En este caso, debido a que es importante determinar si luego de finalizado el ciclo 2020-2022 del CES Estero Retroceso, las concentraciones de nutrientes en las aguas marinas se hallaban en niveles que pueden ser considerados “normales” para la zona de estudio.

En este monitoreo se consideran las variables Nitrato (NO_3^-), Nitrito (NO_2^-), Amonio (NH_4^+), Nitrógeno Kjeldhal, Nitrógeno Total, Ortofósfato (PO_4^{3-}) y Fósforo Total (Tabla 7.1). Dichos parámetros se analizan en 2 estaciones, establecidas de acuerdo con el estándar ASC: AZE, por sus siglas en inglés Allowable Zone of Effect (Zona de efecto permitido) y Control (Figura 7.1), ambas en la dirección de la corriente residual.

En tanto, en la Tabla 7.2, se entregan valores de referencia de las concentraciones de fosfato, nitrato y amonio obtenidos de la literatura científica de varias zonas de la Región de Magallanes.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	41
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 7.1: Resultados del monitoreo ASC de 25/08/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Agosto de 2020.

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,313	0,319	0,312	0,315	0,004	0,012
Nitrito (NO ₂)	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-
Amonio (NH ₄ ⁺)	mg/L	0,095	0,097	0,098	0,097	0,002	0,016
Nitrógeno Kjeldhal	mg/L	1,21	1,28	1,13	1,21	0,08	0,06
Nitrógeno Total	mg/L	1,52	1,60	1,44	1,52	0,08	0,05
Ortofósfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-

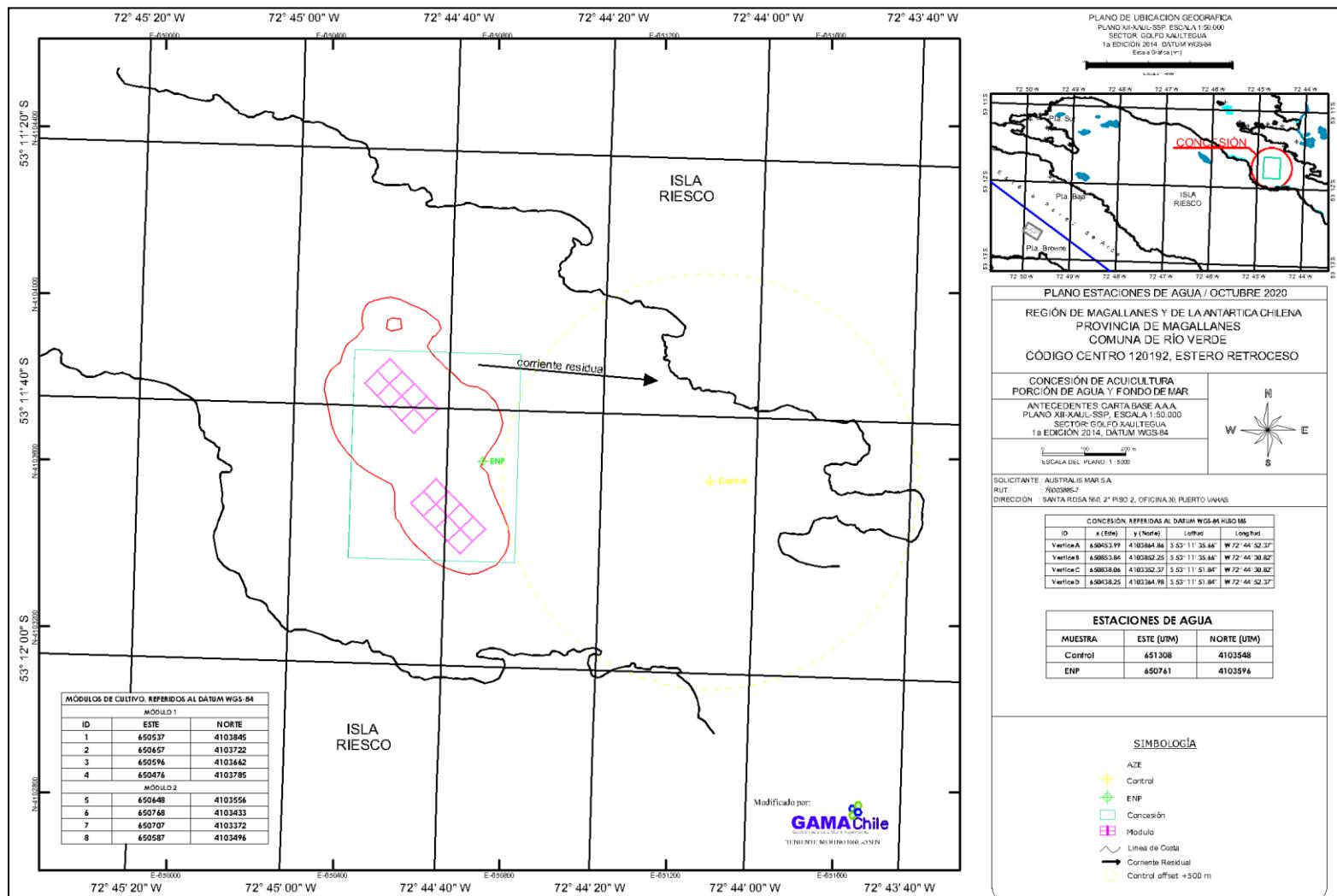
Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,380	0,369	0,364	0,371	0,008	0,022
Nitrito (NO ₂)	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-
Amonio (NH ₄ ⁺)	mg/L	0,095	0,096	0,099	0,097	0,002	0,022
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,977	0,921	1,00	0,97	0,04	0,04
Nitrógeno Total	mg/L	1,52	1,29	1,36	1,39	0,12	0,08
Ortofósfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de agosto de 2020.

Tabla 7.2: Valores de referencia de las concentraciones de fosfato, nitrato y amonio en zonas de la Región de Magallanes.

Parámetros	Silva (2006)	Calderón (2019)	Calderón (2019)	Argomedo (2017)	Cornejo (2012)	POAL
Fosfato (mg/L)	0,0 - 0,076 (0-50 m)	0,0-0,01 Óptimo	0,01 - 0,02 Adecuado	0,0 - 0,298	0,048 ± 0,019	
Nitrato (mg/L)	0,0 - 0,496 (0-50 m)	0,0 - 3,0 Óptimo	3,0 - 4,0 Adecuado	0,068 - 1,55	0,236 ± 0,136	
Amonio (mg/L)	0,009-0,045 (25-100 m)	-	-			<0,015 (Porvenir, 2017)
						68,8 (Pta. Arenas, 2019)
						99,9-119 (Pto. Natales, 2019)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Silva (2006), Calderón (2019), Argomedo (2017), Cornejo (2012), POAL (2017,2019).



Fuente: Australis Mar S.A.

Figura 7.1: Localización de las estaciones AZE y Control, CES Estero Retroceso.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	43
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Es posible determinar que las concentraciones de nitrato en la zona misma del CES Estero Retroceso de agosto de 2022, promediaron $0,315 \pm 0,004$ mg/L, mientras que en la zona Control, el nitrato promedio se halló en $0,371 \pm 0,008$ mg/L, un valor levemente superior. En tanto, el ortofosfato (la forma predominante en que el fosfato se halla en el agua marina) y el fósforo total, se hallaron bajo el límite de detección ($<0,003$ mg/L), al igual que en la estación Control. Al respecto, es importante señalar que el principal agente oxidante de la materia orgánica en las aguas marinas es el oxígeno disuelto, pero cuando las concentraciones de oxígeno disuelto disminuyen, el agente oxidante más importante pasa a ser el **nitrato** a través de la desnitrificación (Libes 1992). Esta condición de bajos niveles de oxígeno disuelto o hipoxia, requerida para que la desnitrificación ($< 0,5$ mL L⁻¹) (Naqvi *et al.* 2010), raramente se encuentra en la columna de agua de los océanos y mares interiores. El consumo de nitrato para la degradación de la materia orgánica puede limitar la biomasa fitoplanctónica, afectando así a toda la cadena trófica. Bajo ese ámbito, la **relación de Redfield** es la proporción molecular del nitrógeno y fósforo en el fitoplancton, cuya relación estequiométrica es Nitrógeno:Fósforo = 16:1 (N:P) en la mayoría de estos organismos, cuando los nutrientes no son limitantes (Redfield 1934). Esta proporción fue observada por Redfield tanto en la composición de la materia orgánica de los organismos autotróficos como en la **concentración de nitrato (NO₃⁻) y fosfato (PO₄³⁻) en la columna de agua del océano** (Rojas 2015), y es una medida útil para interpretar condiciones de limitación de producción primaria producto de falta de algún nutriente. Las bajas concentraciones de nitrato y fosfato en aguas superficiales y el enriquecimiento de estos nutrientes en aguas profundas son consecuencia de cómo las partículas biogénicas se producen en la capa superficial y se destruyen en el océano profundo. Lo que suele provocar la limitación de estos nutrientes para su consumo por el fitoplancton y una probable desviación en la relación de Redfield. Cuando la biomasa fitoplanctónica está limitada por nitrato, el agua presenta una relación NO₃⁻: PO₄³⁻ menor a la de Redfield y cuando es el fosfato el nutriente limitante, el agua presenta una relación NO₃⁻: PO₄³⁻ mayor a la de Redfield (Correll 1998, Davidson *et al.* 2012).

En razón de lo anterior, se intentó efectuar el cálculo de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. No obstante, como las concentraciones ortofosfato y fósforo total se hallaron bajo el límite de detección analítico, claramente en las aguas monitoreadas en agosto de 2020 la biomasa fitoplanctónica está limitada por fósforo.

En cualquier caso, en la Tabla 7.2 se presentan valores de referencia, que permiten concluir que el **fósforo** se encuentra dentro de los rangos considerados **óptimos** (Calderón 2019), y se hallan en la parte baja de los rangos citados por otros autores (Silva 2006, Argomedo 2017, Cornejo 2012). En tanto, el **nitrato** se hallaría en niveles **óptimos** en ambos sectores (cercano a CES y en estación Control), y dentro de los rangos citados por la literatura. Respecto al amonio, el valor promedio de AZE fue $0,097 \pm 0,002$ mg/L, lo que resultó ser igual a la zona Control, consistente con los valores $<0,003$ mg/L obtenidos para el nitrito. Debe recordarse

que los procesos de nitrificación convierten el amonio en nitrito y este a nitrato. Comparativamente los valores citados por Silva (2006) para el amonio en su rango menor (0,009-0,045 mg/L) son levemente superiores a los registrados en estos monitoreos. Asimismo, las concentraciones citadas por el Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL) de la DIRECTEMAR para varias zonas del sur de Chile, muestran rangos que fluctúan entre <0,015 mg/L para Porvenir (2017) y 99,9-119 mg/L para Pto. Natales (2019), lo que confirma que las concentraciones de amonio registradas en las aguas marinas de los alrededores del CES Estero Retroceso son bajos.

El Nitrógeno Kjeldhal considera la suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas (proteínas y ácidos nucleicos en diversos estados de degradación, urea, aminas, etc.) y el ion amonio NH_4^+ . Dado que los valores de amonio son muy bajos (así como los de nitrato y nitrito), claramente en ambos sectores, como es de esperar, es el nitrógeno orgánico el predominante.

En tanto, en la Tabla 7.3 se muestran los resultados del monitoreo de febrero de 2022, efectuado el día 16/02/2022, solo días después de terminar el ciclo 2020-2022 (09/02/2022).

Tabla 7.3: Resultados del monitoreo ASC de 16/02/2022. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Febrero de 2022.

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO_3)	mg/L	0,230	0,230	0,220	0,279	0,018	0,063
Nitrito (NO_2)	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	-
Amonio (NH_4^+)	mg/L	0,018	<0,010	0,019	0,173	0,005	0,028
Nitrógeno Kjeldhal	mg/L	0,578	0,680	0,645	1,60	0,06	0,03
Nitrógeno Total	mg/L	0,808	0,910	0,865	1,88	0,04	0,02
Ortofósfato (PO_4^{3-})	mg/L	0,006	0,012	0,011	0,017	0,000	0,000
Fósforo Total	mg/L	0,022	0,022	0,023	0,028	0,003	0,094

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO_3)	mg/L	0,230	0,230	0,220	0,227	0,006	0,025
Nitrito (NO_2)	mg/L	0,002	0,002	<0,002	0,002	0,000	0,000
Amonio (NH_4^+)	mg/L	<0,010	0,010	0,023	0,017	0,009	0,557
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,658	0,527	0,549	0,58	0,07	0,12
Nitrógeno Total	mg/L	0,890	0,759	0,769	0,81	0,07	0,09
Ortofósfato (PO_4^{3-})	mg/L	0,011	0,005	0,010	0,009	0,003	0,371
Fósforo Total	mg/L	0,022	0,024	0,024	0,023	0,001	0,049

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de febrero de 2022.

Es posible determinar que las concentraciones de nitrato en la zona misma del CES Estero Retroceso de febrero de 2022, promediaron $0,279 \pm 0,018$ mg/L, mientras que en la zona

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	45
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Control, el nitrato promedio se halló en $0,227 \pm 0,006$ mg/L, un valor levemente inferior. En tanto, el ortofosfato (la forma predominante en que el fosfato se halla en el agua marina) promedió $0,017 \pm 0,00$ mg/L en AZE y $0,009 \pm 0,003$ mg/L en la zona Control, es decir, en la zona Control las concentraciones de ortofosfato fueron aproximadamente 2 veces menores a la zona AZE. Cabe volver a mencionar que el principal agente oxidante de la materia orgánica en las aguas marinas es el oxígeno disuelto, pero cuando las concentraciones de oxígeno disuelto disminuyen, el agente oxidante más importante pasa a ser el **nitrato** a través de la desnitrificación (Libes 1992). El consumo de nitrato para la degradación de la materia orgánica puede limitar la biomasa fitoplanctónica, afectando así a toda la cadena trófica. Bajo ese ámbito, tal como se mencionó anteriormente, la **relación de Redfield** resulta una medida útil para interpretar condiciones de limitación de producción primaria producto de falta de algún nutriente. Las bajas concentraciones de nitrato y fosfato en aguas superficiales y el enriquecimiento de estos nutrientes en aguas profundas son consecuencia de cómo las partículas biogénicas se producen en la capa superficial y se destruyen en el océano profundo. Lo que suele provocar la limitación de estos nutrientes para su consumo por el fitoplancton y una probable desviación en la relación de Redfield. Recordar que cuando la biomasa fitoplanctónica está limitada por nitrato, el agua presenta una relación $\text{NO}_3^- : \text{PO}_4^{3-}$ menor a la de Redfield y cuando es el fosfato el nutriente limitante, el agua presenta una relación $\text{NO}_3^- : \text{PO}_4^{3-}$ mayor a la de Redfield (Correll 1998, Davidson *et al.* 2012).

En razón de lo anterior, se han calculado los valores de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio (Tabla 7.4). En esta se observa que la relación de Redfield promedio para la estación localizada en el CES Estero Retroceso mismo es de $\text{NO}_3^- : \text{PO}_4^{3-} = 25,8:1$, similar a lo calculado para la zona Control, $\text{NO}_3^- : \text{PO}_4^{3-} = 26,1$. De lo anterior se concluye que se presenta una desviación en la relación de Redfield, revelando que biomasa fitoplanctónica está limitada por fósforo (o fosfato), puesto que lo obtenido es mayor a la de Redfield 16:1 (N:P). Esto es coincidente con lo registrado en el ciclo 2018-2019.

Tabla 7.4: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. Febrero de 2022

Relaciones de Redfield – Febrero de 2022			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
38,3	19,2	20,0	25,8
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
18,2	40,0	20,0	26,1

Fuente: Elaboración propia.

 ecotecnos <small>CONSEJORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	46
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

En cualquier caso, los valores de referencia presentados en la Tabla 7.2, permiten concluir para el monitoreo post ciclo 2020-2022, que el **fosfato** se encuentra dentro de los rangos considerados **óptimos a adecuados** (Calderón 2019), y se hallan en la parte baja de los rangos citados por otros autores (Silva 2006, Argomedo 2017, Cornejo 2012). En tanto, el **nitrato** se hallaría en niveles **óptimos** en ambos sectores (cercano a CES y en estación Control), y dentro de los rangos citados por la literatura. Respecto al amonio, el valor promedio de AZE fue $0,173 \pm 0,005$ mg/L, mayor a lo registrado en la zona Control ($0,081 \pm 0,006$ mg/L), ambos valores promedios consistentes con los bajos niveles de nitrito obtenidos en ambos sectores. Debe recordarse que los procesos de nitrificación convierten el amonio en nitrito y este a nitrato. Comparativamente los valores citados por Silva (2006) para el amonio ($0,009-0,045$ mg/L) son inferiores a los registrados en el monitoreo de febrero de 2022. Asimismo, las concentraciones citadas por el Programa de Observación del Ambiente Litoral (POAL) de la DIRECTEMAR para varias zonas del sur de Chile, muestran rangos que fluctúan entre $<0,015$ mg/L para Porvenir (2017) y 99,9-119 mg/L para Pto. Natales (2019), lo que confirma que las concentraciones de amonio registradas en las aguas marinas de los alrededores del CES Estero Retroceso ciclo 2020-2022 son comparativamente bajos a zona alteradas (99,9-119 mg/L para Pto. Natales), pero algo mayores a las registradas en el ciclo 2018-2019.

El Nitrógeno Kjeldhal considera la suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas (proteínas y ácidos nucleicos en diversos estados de degradación, urea, aminas, etc.) y el ion amonio NH_4^+ . Dado que los valores de amonio son bajos (así como los de nitrato y nitrito), claramente en ambos sectores, como es de esperar, es el nitrógeno orgánico el predominante.

En conclusión, es posible establecer que días después de finalizado el ciclo 2020-2022 del CES Estero Retroceso, las condiciones de las aguas marinas respecto a los nutrientes también se encontraron de acuerdo con lo esperable para aguas marinas de la Región de Magallanes.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	47
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN AMBIENTAL COMPLEMENTARIA

Se incorpora además en esta sección resultados adicionales de trabajos previamente realizados y post-procesados que permiten identificar nuevos antecedentes para columna de agua, filmación de fondo marino y demás parámetros relevantes en el área efectivamente impactada por la actividad CES, en comparación con el área de influencia del CES, en concordancia a lo requerido por la SMA.

Importante también es mencionar que se realizó una modelación de la dispersión de la materia orgánica generada en el CES para determinar el área afectada por la sobreproducción.

Basado en lo anterior, los resultados presentados en esta sección complementan y amplían la información presentada en los capítulos anteriores, además mediante el empleo de herramientas de modelación y balance de masa.

8.1 SEDIMENTOS

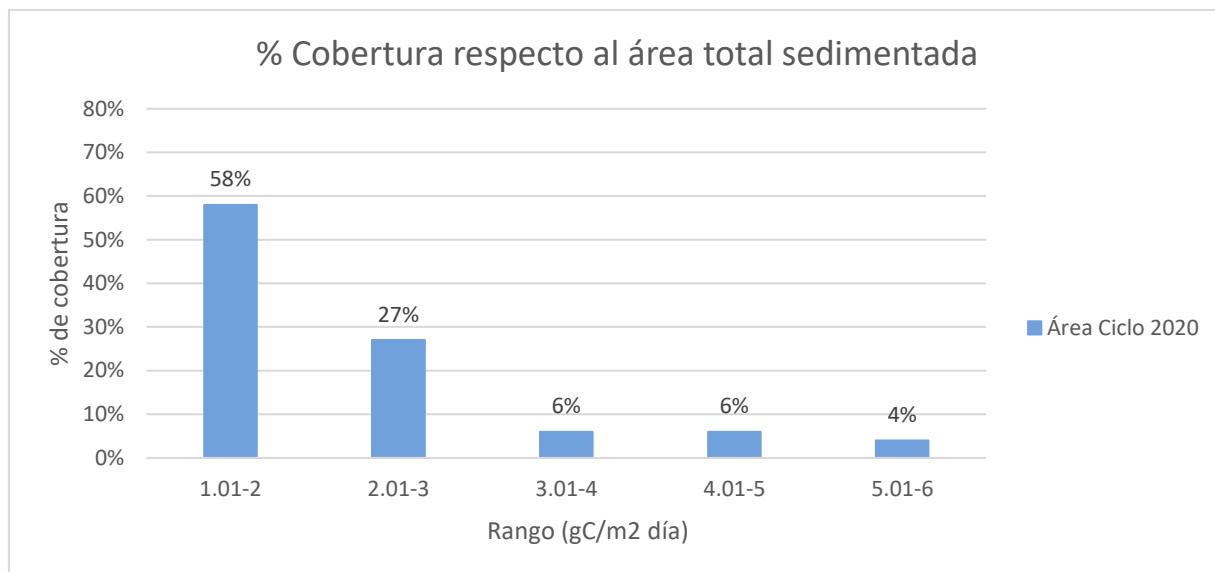
8.1.1 Comportamiento con Sobreproducción Ciclo: 2020-2022

Mediante la configuración y explotación del modelo numérico NewDepomod, la consultora Innovación Ambiental estimó el comportamiento del flujo de carbono, sus tasas de depositación y consecuentemente el área de influencia esperada debido al proceso de alimentación.

Los detalles de la configuración del modelo numérico, las forzantes aplicadas, el procesamiento de la información y otros aspectos fundamentales, pueden ser consultados en el Anexo A, en el cual se ha incorporado íntegramente el informe elaborado por la consultora mencionada.

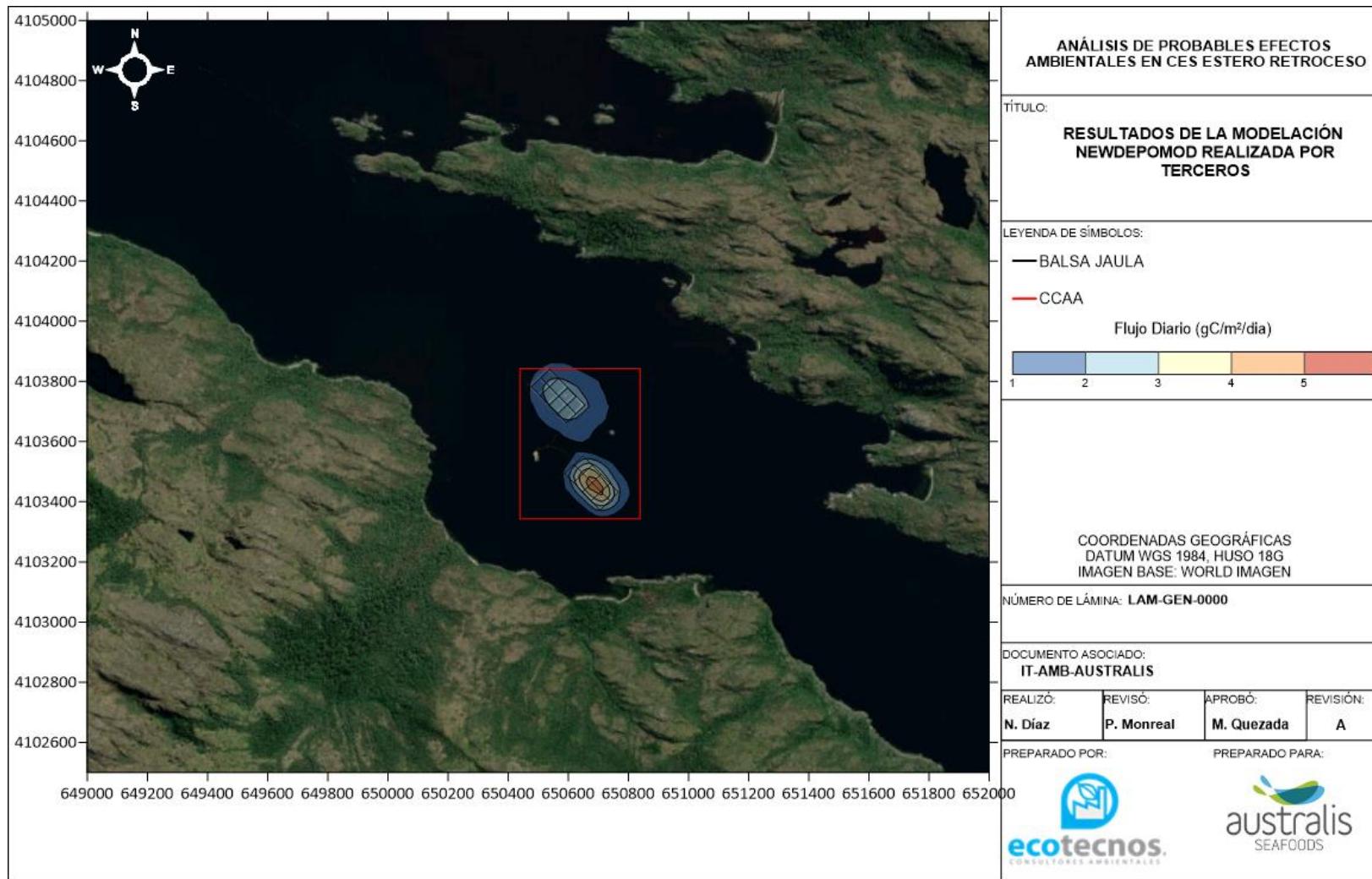
A partir de sus resultados, se ha construido la Figura 8.2 en la cual se muestra el área de depositación de partículas estimada a partir del flujo de carbono diario. De ella el área estimada con valores por sobre 1 gC/m²/día asciende a 84.109 m², mientras que su valor máximo llegó a los 5,53 gC/m²/día.

La distribución del porcentaje de cobertura de cada uno de los rangos de flujo diario de carbono, dentro del área de influencia, se ilustra en la Figura 8.1. De ella se puede calcular que el 97% del área de depositación es igual o inferior a 5 gC/m²/día y el peak de 5,53 gC/m²/día corresponde al 1 % del área.



Fuente: Informe Innovación Ambiental.

Figura 8.1: Rangos de % de cobertura respecto al área total sedimentada del ciclo 2020.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.2: Zona de deposición de flujo diario de carbono obtenida por terceros mediante modelación NewDepomod, para el escenario con sobreproducción advertido durante el ciclo productivo 2020 – 2022.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	50
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Según estudios realizados por Hargrave & Phillips (1989), el decaimiento del carbón orgánico puede ser modelado como una ecuación de decaimiento de primer orden, de tal modo que:

$$\frac{dC}{dt} = -k$$

Donde

C: Carbono depositado en los sedimentos desde el funcionamiento del centro.

t: Tiempo.

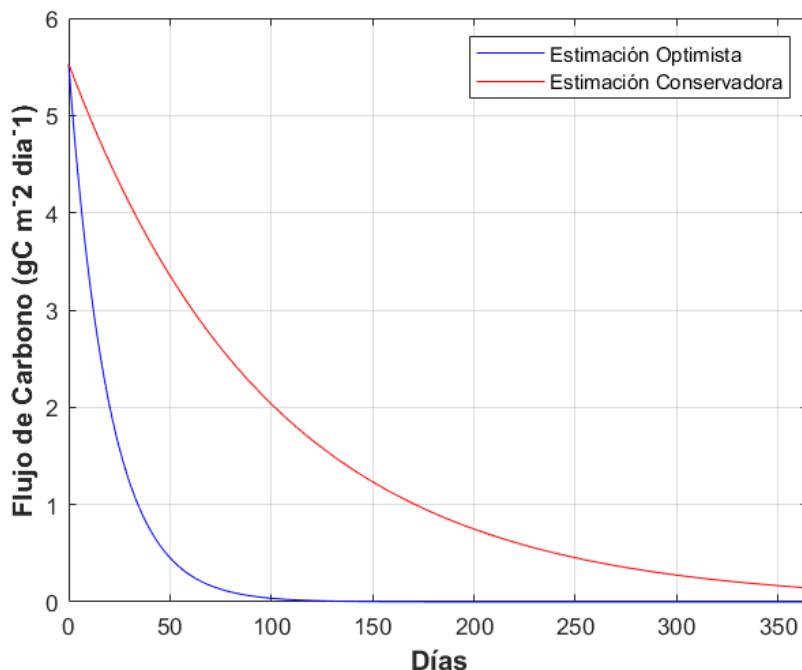
k: Coeficiente de decaimiento.

Dado que a partir de la operación del centro se espera la depositación de carbón orgánico total, que corresponde a aquella fracción que aún tiene energía disponible y consecuentemente es demandada por bacterias o el mismo bentos que pueda existir en el lugar.

Esta disponibilidad de carbono orgánico total en el lecho, se transforma en una fuente adicional de alimento y por lo tanto, su demanda por las bacterias y eventualmente el bentos que se encuentra en el medio y la inexistencia del aporte antrópico generado por la operación del centro (debido a que se está en periodo de descanso), producen que en el tiempo la disponibilidad comience a disminuir paulatinamente, siendo esto asimilable en mayor proporción a un proceso lábil que a uno refractario, desde un punto de vista químico. Es decir, que el decaimiento del contenido de carbono orgánico total en los sedimentos, tienen a disminuir en el tiempo y lo hará según una ecuación de primer orden tal como comenta Hargrave & Phillips (1989).

Basado en lo anterior y según la información reportada por Hargrave & Phillips (1989), los coeficientes de decaimiento del carbono orgánico en una fase que tiende a ser lábil se estiman entre 1/20 a 1/100 día⁻¹, de tal modo que aplicando dichos coeficientes al valor máximo reportado según el informe de modelación numérica NewDepomod, se obtienen el decaimiento de primer orden mostrado en la Figura 8.3.

Empleando los resultados del modelo de decaimiento, se han estimado los tiempos necesarios para alcanzar un valor de 1 gC/m²/día siendo estos resumidos en la Tabla 8.1 y alcanzando valores entre 34,21 hasta 171,02 días según las estimaciones optimistas y conservadoras, respectivamente.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.3: Decaimiento del carbono orgánico depositado en los sedimentos.

Tabla 8.1: Estimación de tiempos necesarios para disminuir el flujo de carbono depositado hasta 1 gC/m²/día

Estimación	Tiempo (días)
Optimista	34,21
Conservadora	171,02

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis general de los resultados obtenidos, se puede advertir que el tiempo más conservador estimado y en el cual se podría reducir el flujo de carbono depositado en el lecho hasta 1 gC/m²/día sería cercano a 5,7 meses.

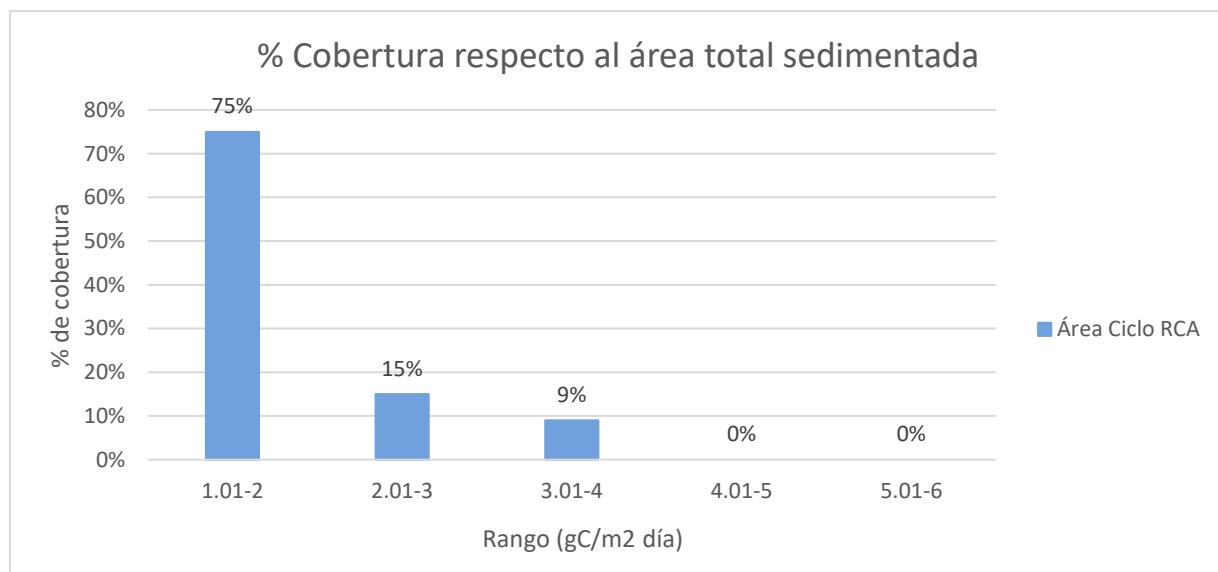
Este plazo determinado, es un indicador de que los procesos de depositación no son permanentes, es decir, se pueden revertir luego de un determinado tiempo de finalizadas las operaciones del CES. Lo anteriormente mencionado corresponde a una evidencia numérica de que los procesos actúan en una ventana de tiempo acotada, es decir, tienen un inicio y un término que se puede estimar, por lo cual, en el lecho, los efectos no serían acumulativos.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	52
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8.1.2 Comportamiento con RCA Ciclo: 2020-2022

Adicionalmente, se ha modelado en NewDepomod el comportamiento del flujo de carbono, donde sus características específicas de la configuración, las forzantes aplicadas, el procesamiento de la información y otros aspectos fundamentales, pueden ser consultados en el Anexo A, en el cual se ha incorporado íntegramente el informe elaborado por la consultora Innovación Ambiental.

A partir de sus resultados, se ha construido la Figura 8.5, en la cual se muestra el área de depositación de partículas estimada a partir del flujo de carbono diario. De ella el área estimada con valores por sobre 1 gC/m²/día asciende a 50.919 m², mientras que su valor máximo llegó a los 3,68 gC/m²/día.



Fuente: Informe Innovación Ambiental.

Figura 8.4: Rangos de % de cobertura respecto al área total sedimentada.

Al igual que para el caso en sobreproducción, se ha estimado el decaimiento del carbono en el lecho, considerando que según estudios realizados por Hargrave & Phillips (1989), el decaimiento del carbón orgánico puede ser modelado como una ecuación de decaimiento de primer orden, de tal modo que:

$$\frac{dC}{dt} = -k$$

Donde

C: Carbono depositado en los sedimentos desde el funcionamiento del centro.

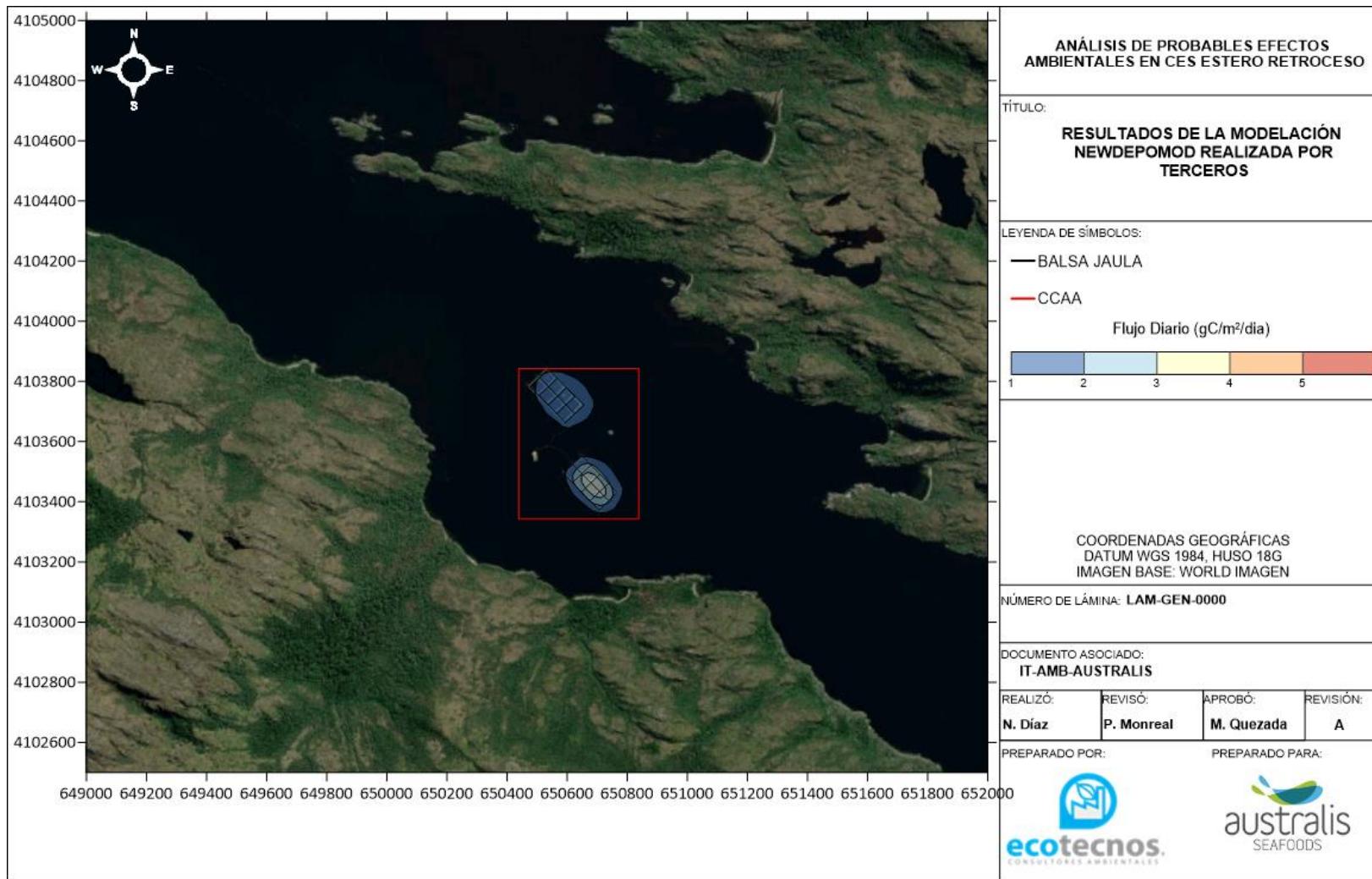
t: Tiempo.

 ecotecnos <small>CONSEJORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	53
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

k: Coeficiente de decaimiento.

Dado que a partir de la operación del centro se espera la depositación de carbón orgánico total, que corresponde a aquella fracción que aún tiene energía disponible y consecuentemente es demandada por bacterias o el mismo bentos que pueda existir en el lugar.

Esta disponibilidad de carbono orgánico total en el lecho, se transforma en una fuente adicional de alimento y por lo tanto, su demanda por las bacterias y eventualmente el bentos que se encuentra en el medio y la inexistencia del aporte antrópico generado por la operación del centro (debido a que se está en periodo de descanso), producen que en el tiempo la disponibilidad comience a disminuir paulatinamente, siendo esto asimilable en mayor proporción a un proceso lóbil que a uno refractario, desde un punto de vista químico. Es decir, que el decaimiento del contenido de carbono orgánico total en los sedimentos, tienen a disminuir en el tiempo y lo hará según una ecuación de primer orden tal como comenta Hargrave & Phillips (1989).



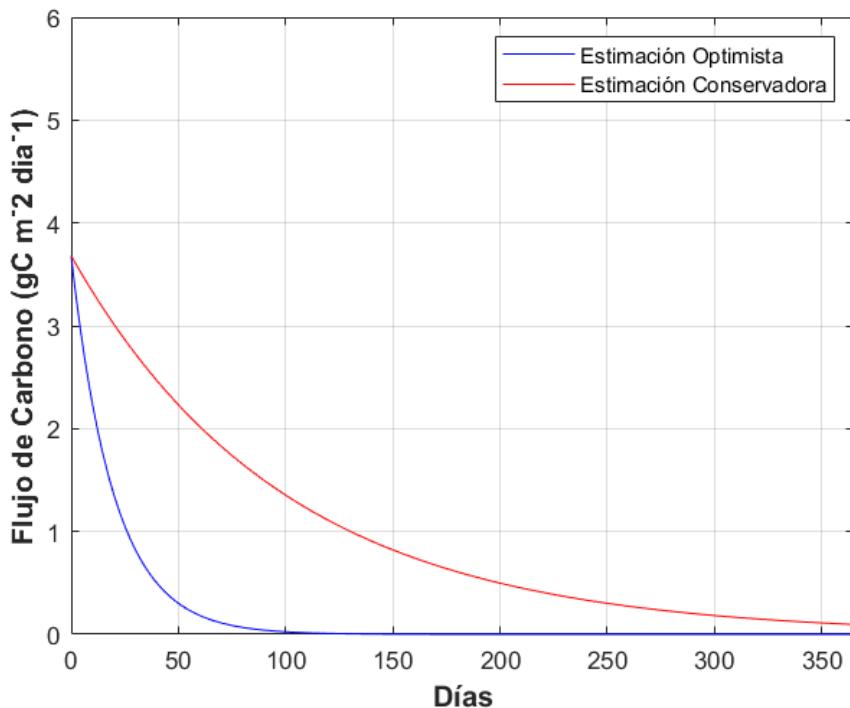
Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.5: Zona de deposición de flujo diario de carbono obtenida por terceros mediante modelación NewDepomod, para el escenario en cumplimiento de la RCA.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	55
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Basado en lo anterior y según la información reportada por Hargrave & Phillips (1989), los coeficientes de decaimiento del carbono orgánico en una fase que tiende a ser lábil se estiman entre 1/20 a 1/100 día⁻¹, de tal modo que aplicando dichos coeficientes al valor máximo reportado según el informe de modelación numérica NewDepomod, se obtienen el decaimiento de primer orden mostrado en la Figura 8.6.

Empleando los resultados del modelo de decaimiento, se han estimado los tiempos necesarios para alcanzar un valor de 1 gC/m²/día siendo estos resumidos en la Tabla 8.2 y alcanzando valores entre 26,06 hasta 130,30 según las estimaciones optimistas y conservadoras, respectivamente.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.6: Decaimiento del carbono orgánico depositado en los sedimentos del ciclo RCA.

Del análisis general de los resultados obtenidos, se puede advertir que el tiempo más conservador estimado y en el cual se podría reducir el flujo de carbono depositado en el lecho hasta 1 gC/m²/día sería cercano a **4,3 meses**.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO	EDICIÓN / REVISIÓN	56
		IT-VUL-CESRETROCESO	2/1	
Fecha de emisión:		17-03-2025	Emitido por:	Ecotecnos S.A.

Tabla 8.2: Estimación de tiempos necesarios para disminuir el flujo de carbono depositado hasta 1 gC/m²/día, para el escenario RCA.

Estimación	Tiempo (días)
Optimista	26,06
Conservadora	130,30

Fuente: Elaboración propia.

Este plazo determinado, es un indicador de que los procesos de depositación no son permanentes, es decir, se pueden revertir luego de un determinado tiempo de finalizadas las operaciones del CES. Lo anteriormente mencionado corresponde a una evidencia numérica de que los procesos actúan en una ventana de tiempo acotada, es decir, tienen un inicio y un término que se puede estimar, por lo cual, en el lecho, los efectos no serían acumulativos.

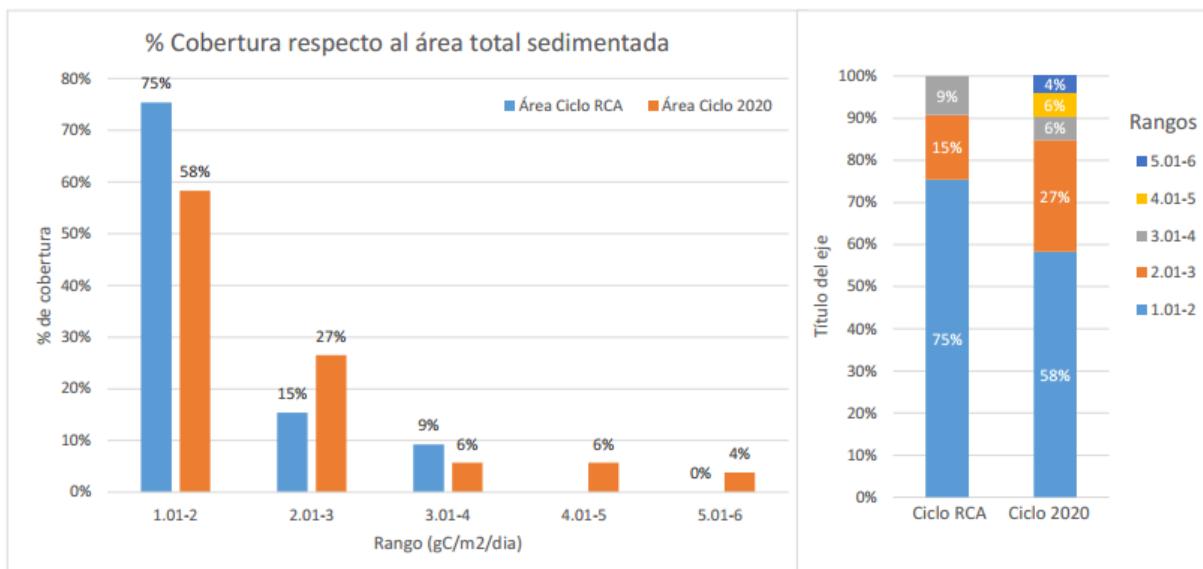
8.1.3 Comparación de comportamientos de los escenarios Sobreproducción y Cumplimiento RCA

Como resultados de comparación, se muestra en la Figura 8.7 las áreas obtenidas para cada escenario de simulación, asociadas por rango de flujo de carbono en el lecho. De ella se puede advertir como el escenario en RCA tiene mayores áreas para flujos de menor cuantía y menos áreas para flujos de mayor magnitud.

Porcentualmente, se logra advertir diferencias en las distribuciones de las áreas entre ambos escenarios, lo cual es de esperar dadas las diferencias en los flujos. Sin embargo, para cuantificar de mejor manera los resultados se ha elaborado la Tabla 8.3 que contrasta el flujo másico, área de influencia y tiempo de decaimiento (optimista y conservador), para cada uno de los escenarios modelados.

De la comparación de los resultados se logra advertir que el flujo de carbono para el caso de sobreproducción, supera los 5 gC/m²/día un 4% y se alcanzaría una diferencia de 1,8 gC/m²/día en el flujo de carbono. En el caso del área la diferencia sería de 33.190 m² y los tiempos optimistas se diferenciarían en 8,15 días, mientras que los conservadores en 40,72 días.

Los resultados comparativos indican que, si bien hay diferencias entre los escenarios simulados, no implica necesariamente un mayor efecto en el medio marino, tal como se ha mostrado en base de los estudios anteriormente mostrados.



Fuente: Informe Innovación Ambiental.

Figura 8.7: Comparación de los rangos de % de cobertura respecto al área total sedimentada.

La comparación entre el tiempo de decaimiento conservadora versus optimista es de **4,6 meses** en el caso con sobreproducción, mientras que, de **3,5 meses** en RCA, lapsus de tiempo que son prácticamente equivalentes.

Tabla 8.3: Comparación de los resultados de los escenarios modelados

Indicador	Sobreproducción	RCA	Diferencia
Flujo máximo de Carbono (gC/m ² /día)	5,53	3,68	1,8
Área de influencia (m ²)	84.109	50.919	33.190
Tiempo Optimista de Decaimiento (días)	34,21	26,06	8,15
Tiempo Conservador de Decaimiento (días)	171,02	130,30	40,72

Fuente: Elaboración propia.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	<small>Nº DOCUMENTO</small> IT-VUL-CESRETROCESO	<small>EDICIÓN / REVISIÓN</small> 2/1	58
		<small>Fecha de emisión:</small> 17-03-2025	<small>Emitido por:</small> Ecotecnos S.A.	

8.2 BENTOS SUBMAREAL

8.2.1 Sección Antecedentes Biológicos y Químicos

El centro de cultivo Estero Retroceso, de acuerdo con lo establecido en el Título III, artículo 19 del D.S. N°320 de 2001, y en lo detallado en la Resolución (SUBPESCA) N°3612 de 2009, presenta condiciones hidrográficas y de tipo de sustrato que permiten clasificar el centro en **Categoría 5**, por presentar profundidades superiores a 60 m, por lo tanto, corresponde a dicho CES entregar en cada INFA la siguiente información:

- Plano batimétrico, ubicación actual de los módulos de cultivo y estaciones de muestreo o medición.
- Oxígeno disuelto en la columna de agua;
- Temperatura en la columna de agua;
- Conductividad/salinidad en la columna de agua

A esto se adiciona, en el caso de la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS), estudios de correntía euleriana.

Por lo anterior, en los seguimientos ambientales, el CES Estero Retroceso no registra una caracterización de los sedimentos submareales ni de la biota, en términos de fauna macrobentónica, flora marina u otros componentes biológicos.

8.2.2 Análisis Ambiental

No obstante, lo anterior, en la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) efectuada para este CES en los años 2010 y 2012, además de un informe complementario el 2013, se llevó a cabo el levantamiento de las comunidades de avifauna y mamíferos marinos y de la presencia de macroalgas. En ellas solo se levantó la presencia de especies, no su abundancia.

Respecto a la caracterización de la avifauna marina en la Tabla 8.4 y Tabla 8.5 se puede desprender que en los alrededores del CES Estero Retroceso, en el año 2010, se registró un total de **7 especies distintas de aves**, mientras que, en el año 2012, se identificaron 3 especies, todas ya avistadas en la campaña de año 2010. En el año 2013 no se menciona la presencia de avifauna. En tanto, en el año 2012 se avistaron ejemplares de mamíferos marinos, identificando un total de 3 especie, 2 cetáceos y un otáridos. A las 3 especies identificadas en el año 2012 se adicionó una informada en la campaña del 2013, el huillín *Lontra provocax*. Finalmente, en la campaña de 2013 se informa la presencia de un representante de las macroalgas pardas, el huiro *Macrocystis pyrifera*. De acuerdo a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA, <https://www.subpesca.cl/portal/616/w3->

[article-850.html#descripcion](#)), esta alga parda habita en roqueríos semiexpuestos al oleaje desde el intermareal inferior hasta el submareal entre los 0,5 y 20 m, distribuyéndose desde la VII Región hasta el Canal Beagle, por lo que su presencia en el área de estudio coincide con su rango de distribución.

Tabla 8.4: Detalle de las especies de aves identificadas en el CES Estero Retroceso en la CPS (2010).

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Chloephaga hybrida</i>	Caranca
Aves	Sphenisciformes	Spheniscidae	<i>Spheniscus magellanicus</i>	Pingüino de Magallanes
Aves	Procellariiformes	Diomedeidae	<i>Thalassarche melanophrys</i>	Albatros de ceja negra
Aves	Procellariiformes	Procellariidae	<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel gigante antártico
Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax atriceps</i>	Cormorán imperial
Aves	Charadriiformes	Stercorariidae	<i>Stercorarius chilensis</i>	Salteador pardo
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana

CPS Estero Retroceso (2010).

Tabla 8.5: Detalle de las especies de aves identificadas en el CES Estero Retroceso en la CPS (2012).

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Aves	Procellariiformes	Diomedeidae	<i>Thalassarche melanophrys</i>	Albatros de ceja negra
Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax atriceps</i>	Cormorán imperial
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana
<hr/>				
Mammalia	Cetacea	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena Fin
Mammalia	Carnivora	Otariidae	<i>Byronia flavescens</i>	Lobo común
Mammalia	Cetacea	Delphinidae	<i>Cephalorhynchus commersonii</i>	Tonina Overa

CPS Estero Retroceso (2013).

Tabla 8.6: Detalle de las especies de aves identificadas en el CES Estero Retroceso en el informe complementario (2013).

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
Mammalia	Carnivora	Mustelidae	<i>Lontra provocax</i>	Huillín
Phaeophyceae	Laminariales	Laminariaceae	<i>Macrocystis pyrifera</i>	Huilo

Informe complementario Estero Retroceso (2013).

Es importante mencionar que de acuerdo con la “Guía de campo de las especies de aves y mamíferos marinos del sur de Chile”, de Hucke-Gaete & Ruiz (2010), todas las especies de avifauna halladas en el área de estudio son comunes de avistar en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, esta última, donde se encuentra emplazado el CES Estero Retroceso. Dado que la Categoría 5 a la cual pertenece el CES Estero Retroceso, no considera en su monitoreo a través de las INFAs el seguimiento de aves, mamíferos y macroalgas, no se tiene

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	60
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

antecedentes de si estas especies siguen frecuentando el área de estudio. **No obstante, dado que las aves son especies voladoras, es muy probable que sigan estando presentes el área de estudio. Lo mismo es posible de desprender de la presencia de los mamíferos marinos.**

En conclusión, sobre la base de los datos obtenidos a partir de las CPS (2010, 2012 e informe complementario del 2013), es posible indicar que el área que rodea al CES Estero Retroceso es frecuentada por especies de aves y mamíferos marinos que son típicas de la Región de Magallanes. Asimismo, se informa de la presencia de la macroalga parda *M. pyrifera*, lo que coincide con el rango de distribución informado en la literatura para esta especie.

Adicionalmente, la INFA del 22/08/2021 informa una condición **AERÓBICA** para el CES Estero Retroceso.

En conclusión, sobre la base de los datos obtenidos a partir de la CPS (2010, 2012 e informe complementario del 2013), que consideró el levantamiento de avifauna y mamíferos marinos, junto a la presencia de la macroalga parda *M. pyrifera*, es posible concluir que inicialmente el medio circundante al CES Estero Retroceso, presentaba una fauna típica de la Región de Magallanes, por lo que aparentemente las condiciones oceanográficas del medio circundante y las de operación del CES, no han afectado el hábitat que rodea al centro, permitiendo mantener la calidad de los fondos marinos en una condición de aerobiosis, tal cual lo muestra los resultados de la INFAs realizadas.

8.3 COLUMNA DE AGUA

8.3.1 Antecedentes Bibliográficos de Nutrientes en Agua de Mar

La concentración y la dinámica de los nutrientes en la zona de los fiordos de la Patagonia Chilena ha sido estudiada en varias ocasiones, encontrándose que se trata de una zona de altos gradientes verticales y horizontales, debido al alto aporte de agua dulce proveniente de los ríos, rica en silicio, pero pobre en nitrógeno y fosfato, así como un aporte importante de aguas oceánicas provenientes de la Corriente Circumpolar Antártica (Iriarte *et al.* 2014, Pantoja *et al.* 2010). Estas dos influencias generan un patrón estacional con un predominio de aguas de origen continental pobres en nutrientes durante el invierno, y un mayor aporte de aguas oceánicas ricas en nutrientes durante el verano, época en que se concentra la mayor productividad primaria.

Dado que los intensos gradientes de temperatura y salinidad encontrados en las aguas de los fiordos patagónicos imponen una limitación a la mezcla vertical, y que la producción primaria

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	61
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

está determinada por el fitoplancton que se encuentra restringido a la capa superficial, la magnitud de la producción primaria estaría determinada por el aporte de nutrientes desde la capa profunda de origen marino, estando así la actividad biológica determinada por las condiciones hidrográficas de mezcla vertical en la columna de agua, generando capas de concentración distintas entre superficie y fondo, e incluso estratos intermedios, que de cualquier forma son dinámicos.

En este contexto, Silva (2006) muestra que para los canales de la Patagonia Chilena, la distribución de nutrientes inorgánicos (nitrato y fosfato) se encuentra dividida en dos compartimentos principales, uno superficial ubicado de 0 a 30-50 m de profundidad, donde se hallan concentraciones de nitrato de entre 0,0 y 0,49 mg/L, y de fosfato de entre 0,0 a 0,078 mg/L, seguido de una capa profunda que se encuentra a más de 75 m de profundidad, donde se observan concentraciones de nitrato de entre 0,77 y 1,49 mg/L, y concentraciones de entre 0,114 y 0,228 mg/L de fosfato. Del mismo modo, Pantoja *et al.* (2010) muestran para la zona de los fiordos de la Patagonia Norte, valores de nitrato superficial (0 a 25 m) que oscilan entre 0,53 a 0,68 mg/L, y de fosfato superficial que varían entre 0,097 y 0,114 mg/L, mientras que la capa profunda, por debajo de 50 m de profundidad, presentaría valores promedio de 0,15 mg/L de fosfato.

Los resultados más recientes presentados por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP, 2019), muestran valores de nitrato y fosfato en el canal de Costa y Moraleda, de 0,74 y 0,12 mg/L respectivamente en el estrato superficial y de 1,09 y 0,15 mg/L respectivamente en el fondo¹.

Para determinar las concentraciones de nitrógeno y fósforo, se puede considerar a los nutrientes nitrato y fosfato como los principales, dado que se asume que el medio ambiente se encuentra dominado por la fotosíntesis y la respiración aeróbica, como procesos principales de producción y remineralización de la materia orgánica. Esto, ajustado al modelo de Redfield, genera un equilibrio entre el nitrato y el fosfato con el nitrógeno y el fósforo en forma orgánica. Además, tal cual se mencionó anteriormente, la productividad está regulada por el aporte de nutrientes desde la capa profunda hacia la capa superficial, la que se encuentra limitada por los gradientes de temperatura y salinidad entre la capa superficial y la profunda, de modo que las concentraciones de nitrato y fosfato son las que regulan la producción primaria.

¹ Se considera un promedio de los datos superficiales y de fondo de nitrato y fosfato presentes en los esquemas de resultados para cada periodo analizado y para las estaciones que representan el canal de Moraleda (14) y de Costa (34). Información disponible en el informe del IFOP (2019): “Modelación de Alta Resolución Aplicada al Transporte Hidrodinámico, en la región de Aysén”.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	<small>Nº DOCUMENTO</small> IT-VUL-CESRETROCESO	<small>EDICIÓN / REVISIÓN</small> 2/1	62
		<small>Fecha de emisión:</small> 17-03-2025	<small>Emitido por:</small> Ecotecnos S.A.	

8.3.2 Aspectos Generales

Una de las principales interacciones ambientales referidos a los sistemas de cultivo de especies ícticas, es el posible efecto generado por la alimentación de los peces en CES. Dicha interacción se generaría, principalmente, por el aporte de nutrientes al medio acuoso y sedimentario a través de la materia orgánica particulada en forma de *pellets* de alimento no consumido por los peces y materia fecal, así como en forma de nutrientes inorgánicos relacionado con la excreción de sustancias a través de la orina y las agallas de los peces (Olsen & Olsen 2008).

La eficiencia del proceso de alimentación de los peces es uno de los temas más importantes para la industria de la salmonicultura, tanto por el coste del alimento, que representa una parte importante del costo total de producción, como por los posibles efectos ambientales de la acumulación del alimento no consumido en el medio ambiente (Olsen et al. 2008). La eficiencia de los procesos de alimentación depende de una serie de variables, como el tipo y calibre del alimento suministrado, las condiciones ambientales estacionales y la dinámica de la zona donde se emplaza el centro de cultivo (Wang et al. 2012). En los últimos años, los sistemas de cultivo han realizado esfuerzos para mejorar la eficiencia del proceso de alimentación, dada la alta demanda de proteína de pescado a nivel mundial (FAO 2006), así como la creciente preocupación por los efectos ambientales de este tipo de actividades. En particular, para este análisis se indica que la pérdida de alimento como Alimento No Consumido (ANC) alcanza como máximo un 0,5% del alimento suministrado, de acuerdo con los estudios permanentes que realiza el titular del proyecto en sus centros de cultivo.

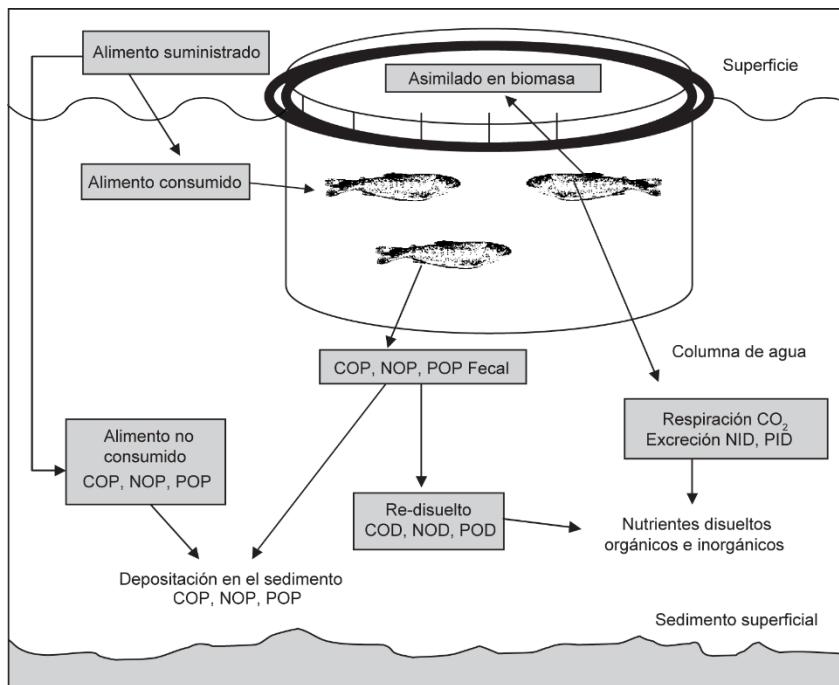
Para estimar y evaluar la liberación de nutrientes desde las jaulas de cultivo, es necesario establecer un balance de masas, que represente cada una de las vías del proceso de alimentación de los salmones. Este proceso puede ser representado de manera esquemática como se muestra en la Figura 8.8.

Del alimento suministrado a los peces, una fracción no es consumida, por lo que pasa directamente a depositarse en el sedimento marino. Una parte de este Alimento No Consumido (ANC) es solubilizada en la columna de agua, por lo que una parte de los nutrientes contenidos en el alimento pasan a formar parte de los nutrientes orgánicos disueltos (Nitrógeno Orgánico Disuelto, NOD, y Fósforo Orgánico Disuelto POD). Por otro lado, parte del alimento es eliminado por los peces en forma de materia fecal, la cual contribuye al material orgánico particulado que se deposita en el sedimento. Del mismo modo que el ANC, parte de los nutrientes contenidos en la materia fecal son solubilizados en la columna de agua pasando a formar parte de los nutrientes orgánicos disueltos (NOD y POD). Chen et al. (2003) indica que el 15% del nitrógeno contenido en la materia orgánica particulada (ANC y materia fecal) es resolubilizado al ambiente en forma de NOD, mientras que, en el caso del fósforo, Sugiura et al. (2006) indica que el 15% de este elemento es resolubilizado en forma de POD.

Por otro lado, del Alimento Consumido (AC), una parte es asimilado por los peces, mientras que el resto es eliminado a través de la materia fecal. En el caso particular de los nutrientes, la Eficiencia de Asimilación (EA) para cada elemento es diferente, estimándose que un 85% del nitrógeno consumido en el alimento es asimilado en la biomasa (Wang *et al.* 2012), mientras que para el fósforo la EA alcanza un 50% (Reid *et al.* 2009, Bureau *et al.* 2003).

De los nutrientes asimilados por los peces, una parte es incorporado a la biomasa de estos a través de su proceso de crecimiento y engorda, mientras que el resto es excretado a través de la orina y las agallas. La proporción de nutrientes que es incorporado en la biomasa es expresada como la Eficiencia de Crecimiento (EC), que para el caso del nitrógeno ha sido estimada en un 38% y en el caso del fósforo alcanza un 30 % (Wang *et al.* 2012).

Mediante este modelo conceptual, es posible estimar el aporte neto de nitrógeno y fósforo a la columna de agua como nutrientes disueltos, así como el aporte neto de nutrientes a los sedimentos en forma de materia orgánica particulada.



Fuente: Wang *et al.* (2012)

COP: carbono orgánico particulado. NOP: nitrógeno orgánico particulado, POP: fósforo orgánico particulado; COD: carbono orgánico disuelto. NOD: nitrógeno orgánico disuelto, POD: fósforo orgánico disuelto; NID: nitrógeno inorgánico disuelto, PID: fósforo inorgánico disuelto.

Figura 8.8: Flujo y destino de los nutrientes en un CES.

8.3.3 Antecedentes del Centro

Como parte del proceso de engorda de los salmones en los CES, es necesario el suministro de alimentos al medio marino, del cual una fracción significativa es capturada por los ejemplares y otra de menor cuantía no es consumida.

Cada uno de los tipos de alimentos que se suministran, tiene según el productor un contenido energético y de nutrientes que se incorporan al salmón mediante su metabolismo y generan consecuentemente su crecimiento y engorda.

Las estimaciones del aporte de nutrientes a la columna de agua a partir del alimento suministrado a los peces de cultivo se realizaron utilizando los datos de cantidad de alimento suministrado para ciclo 2020-2022, en conjunto con parámetros y/o coeficientes entregados por el titular en base a la operación histórica del CES y respaldados por bibliografía especializada. Las características productivas y operativas del centro se presentan de manera resumida en la Tabla 8.7.

Tabla 8.7: Información productiva y operativa del ciclo 2020 – 2022.

Parámetro	RCA	Ciclo 2020-2022
Producción (Ton)	4.320	6.558
Número de jaulas	16	16
Tipo de jaulas	Cuadradas	Cuadradas
Dimensión de jaulas (m)	40 x 40	40 x 40
Profundidad (m)	15	15
Duración ciclo productivo (meses)	21	21

Fuente: Anexo A.

El alimento suministrado (Tabla 8.8) para producir la biomasa proyectada fue calculado para la modelación NEW DEPOMOD® (incorporada en el Anexo A), a través del modelo de “Coeficiente de Crecimiento Térmico (TGC)” (Cho & Bureau 1998, Cho 2004), el cual estima el crecimiento mensual de los peces a través de la Función de Coeficiente de Crecimiento y la Tasa de Coeficiente de Crecimiento Térmicos por ciclo. Es importante destacar que esta información fue computada y proporcionada por la Consultora Innovación Ambiental, y en base a este cómputo de esta consultora Ecotecnos la ha empleado como valor de ingreso al balance de masa que se describe en las siguientes secciones del documento.

Tabla 8.8: Cantidad de alimento a suministrar a los peces.

Mes	Días	Sobreproducción (kg/día)	RCA (kg/día)
6	30	19	12
7	31	889	585
8	31	1.842	1.214
9	30	3.273	2.156
10	31	4.613	3.039
11	30	6.145	4.048
12	31	7.170	4.723
1	31	11.219	7.390
2	28	14.595	9.614
3	31	22.038	14.517
4	30	24.498	16.138
5	31	29.970	19.743
6	30	24.431	16.094
7	31	21.632	14.250
8	31	18.796	12.381
9	30	7.705	5.075
10	31	12.767	8.410
11	30	9.228	6.079
12	31	11.005	7.249
1	31	6.935	4.568
2	28	368	242

Fuente: Estimado a través del modelo de coeficiente de crecimiento térmico (TGC) (Cho & Bureau 1998, Cho 2004).

De acuerdo con los antecedentes provistos desde el diseño operacional del CES, el ciclo de engorda de los salmones se desarrolla en un plazo de 21 meses, los que según la proyección de mortalidad y crecimiento irá alcanzando las tallas de cosecha según lo mostrado en la Tabla 8.9.

Tabla 8.9: Proyección de los tamaños promedio de los salmones durante el ciclo productivo.

Mes	Días	Peso promedio (g)	RCA (g)
6	30	187	187
7	31	183	183
8	31	234	234
9	30	323	323
10	31	451	451
11	30	611	611
12	31	831	831
1	31	1.130	1.130
2	28	1.530	1.530
3	31	2.195	2.195
4	30	2.961	2.961
5	31	3.745	3.745
6	30	4.128	4.128
7	31	4.569	4.569
8	31	4.974	4.974
9	30	4.947	4.947
10	31	5.366	5.366
11	30	5.534	5.534
12	31	6.056	6.056
1	31	6.482	6.482
2	28	6.426	6.426

Fuente: Estimado a través del modelo de coeficiente de crecimiento térmico (TGC) (Cho & Bureau 1998, Cho 2004).

Según la pauta de alimentación declarada, se ha informado que el calibre de alimento suministrado de acuerdo con el peso de los salmones tal como se indica en la Tabla 8.10.

Tabla 8.10: Calibre del alimento, según rango de pesos de los salmones.

Rango de peso (g)	Calibre (mm)
100 – 250	4
250 – 800	6
800 – 1.500	9
> 1.500	12

Fuente: Definida por el proveedor de alimentos.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	67
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8.3.4 Formulación Matemática

La formulación del balance de masas de los nutrientes suministrados en el alimento a un sistema de cultivo, y que se describe en la sección anterior, se detalla en Wang *et al.* (2012) y en las referencias citadas en dicha publicación científica.

Como ya se señaló, del Alimento Suministrado (AS), una parte se pierde en el sedimento en forma de Alimento No Consumido (ANC). De esta forma, el Alimento Consumido puede ser expresado como:

$$AC = AS \times (1 - fp)$$

Mientras que el alimento no consumido puede ser determinado como:

$$ANC = AS * fp$$

Donde fp representa el factor de pérdida, que ha sido estimado como máximo en 0,5 % (0,005).

La cantidad de nutrientes consumidos por los peces en el alimento puede ser determinado conociendo el contenido de estos en el alimento suministrado, el cual, de acuerdo con lo señalado en información referencial del alimento para cada dieta entregada por el proveedor de alimento se expone en la Tabla 8.11.

Tabla 8.11: Cantidad (%) de nitrógeno y fósforo consumidos por los peces según los distintos calibres considerados por el titular del proyecto junto al promedio determinado entre ellos.

Nutriente	Unidad	Calibres				Promedio
		4	6	9	12	
Nitrógeno en el alimento	% N	7,78	7,42	6,32	6,24	6,94
Fósforo en el alimento	% P	1,30	1,10	1,00	0,68	1,02

Fuente: Construida a partir de información proporcionada por el proveedor de alimentos.

De este modo, el balance general para cada uno de los nutrientes (nitrógeno y fósforo) puede ser expresado en la siguiente ecuación:

$$AC_i = F_i + AD_i = F_i + B_i + E_i$$

Donde:

AC_i : Nutriente (i) en el alimento consumido (kg/día)

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	68
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

- F_i : Nutriente (i) eliminado mediante fecas (kg/día)
 AD_i : Nutriente (i) asimilado por los peces (kg/día)
 B_i : Nutriente (i) incorporado a la biomasa (kg/día)
 E_i : Nutriente (i) eliminado mediante excreción (kg/día)

La proporción de nutrientes asimilados por los peces e incorporados a la biomasa, están determinados por la Eficiencia de Asimilación (EA) y la Eficiencia de crecimiento (EC), respectivamente, las cuales se puede expresar mediante las siguientes ecuaciones:

$$EA_i = \frac{AD_i}{AC_i}$$

$$EC_i = \frac{B_i}{AC_i}$$

De este modo, es posible determinar el valor de los nutrientes incorporados en la biomasa (B_i) conociendo el valor de AC_i , y el valor de la eficiencia de crecimiento (EC_i). Este último puede ser determinado mediante la productividad del centro, y el análisis del contenido de nitrógeno y fósforo en los peces, sin embargo, para efectos de este balance, se utilizaron los valores de eficiencia de crecimiento proporcionados por Wang *et al.* (2012) correspondientes a 0,39 y 0,31 para nitrógeno y fósforo, respectivamente.

Asimismo, los nutrientes eliminados a través de las fecas y de la excreción, pueden ser determinados mediante las ecuaciones:

$$F_i = AC_i \times (1 - EA_i)$$

$$E_i = (AC_i \times EA_i) - B$$

Mediante estas expresiones, es posible determinar la cantidad de nutrientes liberados al medio marino, de acuerdo con el modelo conceptual presentado en la Figura 8.8. Estos valores se obtienen de las siguientes expresiones:

$$NA_i = (F_i \times fs) + (ANC_i \times fs) + E_i$$

$$NS_i = F_i \times (1 - fs) + ANC_i \times (1 - fs)$$

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	69
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Donde NA_i y NS_i corresponden al aporte neto de nutrientes (nitrógeno y fósforo) a la columna de agua y el sedimento marino, respectivamente, y fs corresponde al factor de solubilidad de los nutrientes orgánicos (NOD y POD), el cual ha sido estimado por Chen *et al.* (2003) y Sugiura *et al.* (2006) para nitrógeno y fósforo, respectivamente, siendo en ambos casos de 0,15.

La Tabla 8.12 muestra un resumen de los parámetros obtenidos de la literatura científica o de información proporcionada por el proveedor de alimentos, y utilizados en el balance de masas.

Tabla 8.12: Parámetros de entrada para el balance de masas.

Parámetro	Valor	Expresión	Referencia
Nitrógeno en alimento suministrado	⁽¹⁾	---	Datos proporcionados por proveedor de alimento
Fósforo en AS	⁽¹⁾	---	
factor de pérdida (alimento no consumido)	0,005	fp	Datos proporcionados por proveedor de alimento
Eficiencia asimilación de nitrógeno	0,85	EA_N	Wang <i>et al.</i> (2012)
Eficiencia de crecimiento para nitrógeno	0,39	EC_N	Wang <i>et al.</i> (2012)
Eficiencia asimilación de fósforo	0,50	EA_P	Reid <i>et al.</i> (2009), Bureau <i>et al.</i> (2003)
Eficiencia de crecimiento para fósforo	0,31	EC_P	Wang <i>et al.</i> (2012)
Fracción soluble (nitrógeno y fósforo)	0,15	fs	Chen <i>et al.</i> (2003)

Fuente: Elaboración Propia.

(1) Valores expuestos en la Tabla 8.11 para los respectivos calibres considerados

Para llevar a cabo el balance de masas se utilizaron los valores de suministro de alimentos que se muestran en la Tabla 8.8, calculado para la modelación NewDepomod® presentada por el mandante, de acuerdo con la biomasa proyectada en el ciclo productivo.

Es necesario señalar que para realizar el balance de masas se consideraron los siguientes supuestos:

- Se consideraron condiciones estacionarias durante todo el ciclo productivo.
- No se consideró el alimento consumido por la fauna íctica silvestre, tanto dentro como fuera de las jaulas.
- No se consideró la incorporación de nutrientes por el desarrollo de macroalgas y moluscos (fouling) en las jaulas durante el proceso productivo.
- No se consideró el aporte de nutrientes propios de la dinámica interna del medio circundante (producción fotosintética-respiración) ya que estos se encuentran dentro del reciclaje de nutrientes propio del sistema donde se encuentran las jaulas.

 ecotecnos <small>CONSEJORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	70
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8.3.5 Resultados de Nutrientes en Columna de Agua con Sobreproducción

El balance de masa presentado a continuación, es una herramienta que permite obtener información vital de los procesos biogeoquímicos de los nutrientes a partir de la información nutricional en base a cuatro calibres, en los cuales, el contenido de nitrógeno y fósforo es variable, según su suministro a los ejemplares de *Salmo salar* de acuerdo al peso de estos, teniendo lo siguiente: calibre 4, entre 100 - 250 g; calibre 6, entre 250 - 800 g calibre 9, entre 800 - 1500 g, calibre 12 igual o superior a 1500 g. La información suministrada se hizo bajo el supuesto de que un solo calibre se aplicó durante todo el ciclo productivo, sin considerar que los calibres de alimento van variando a lo largo del ciclo, esto como una primera aproximación, pues para estimar el aporte esperado en sobreproducción se simula el aporte efectivo al medio marino.

Desde la Tabla 8.13 a la Tabla 8.16 se muestran los valores de nitrógeno y fósforo liberados al medio marino, ya sea en forma disuelta o particulada en kg/día, a partir de las cantidades de alimento de la producción proyectada para los cuatro calibres (4, 6, 9 y 12). Dado que el balance de masas supone que las condiciones en la concesión son estacionarias, la liberación de nutrientes varía en forma lineal con el alimento suministrado.

Tabla 8.13: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 4.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
6	30	0,695	0,064	0,190	0,103
7	31	33,247	3,055	9,066	4,935
8	31	68,919	6,333	18,792	10,230
9	30	122,453	11,252	33,390	18,176
10	31	172,584	15,859	47,059	25,617
11	30	229,866	21,122	62,679	34,119
12	31	268,231	24,648	73,140	39,813
1	31	419,691	38,565	114,439	62,295
2	28	545,987	50,171	148,877	81,041
3	31	824,407	75,755	224,795	122,366
4	30	916,448	84,212	249,893	136,028
5	31	1121,164	103,024	305,714	166,414
6	30	913,948	83,983	249,211	135,657
7	31	809,231	74,360	220,657	120,114
8	31	703,133	64,611	191,727	104,366
9	30	288,226	26,485	78,592	42,781
10	31	477,603	43,887	130,231	70,890
11	30	345,212	31,722	94,131	51,240
12	31	411,685	37,830	112,256	61,106
1	31	259,428	23,839	70,740	38,507
2	28	13,770	1,265	3,755	2,044

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

Tabla 8.14: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 6.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
6	30	0,66	0,05	0,18	0,09
7	31	31,71	2,59	8,65	4,18
8	31	65,73	5,36	17,92	8,66
9	30	116,79	9,52	31,84	15,38
10	31	164,60	13,42	44,88	21,68
11	30	219,23	17,87	59,78	28,87
12	31	255,82	20,86	69,76	33,69
1	31	400,27	32,63	109,14	52,71
2	28	520,72	42,45	141,99	68,57
3	31	786,26	64,10	214,39	103,54
4	30	874,04	71,26	238,33	115,10
5	31	1069,29	87,17	291,57	140,81
6	30	871,66	71,06	237,68	114,79
7	31	771,79	62,92	210,45	101,63
8	31	670,60	54,67	182,86	88,31
9	30	274,89	22,41	74,96	36,20
10	31	455,50	37,14	124,20	59,98
11	30	329,24	26,84	89,78	43,36
12	31	392,64	32,01	107,06	51,71
1	31	247,42	20,17	67,47	32,58
2	28	13,13	1,07	3,58	1,73

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO	EDICIÓN / REVISIÓN	73
		IT-VUL-CESRETROCESO	2/1	
Fecha de emisión:		17-03-2025	Emitido por:	Ecotecnos S.A.

Tabla 8.15: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 9.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
6	30	0,56	0,05	0,15	0,08
7	31	27,01	2,35	7,36	3,80
8	31	55,99	4,87	15,27	7,87
9	30	99,47	8,66	27,12	13,98
10	31	140,20	12,20	38,23	19,71
11	30	186,73	16,25	50,92	26,25
12	31	217,89	18,96	59,41	30,63
1	31	340,93	29,67	92,96	47,92
2	28	443,53	38,59	120,94	62,34
3	31	669,70	58,27	182,61	94,13
4	30	744,47	64,78	203,00	104,64
5	31	910,77	79,25	248,34	128,01
6	30	742,44	64,60	202,44	104,35
7	31	657,37	57,20	179,25	92,40
8	31	571,18	49,70	155,75	80,28
9	30	234,14	20,37	63,84	32,91
10	31	387,98	33,76	105,79	54,53
11	30	280,43	24,40	76,47	39,42
12	31	334,43	29,10	91,19	47,00
1	31	210,74	18,34	57,46	29,62
2	28	11,19	0,97	3,05	1,57

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

Tabla 8.16: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 12.

Mes	Días	NAN (kg/día)	NAP (kg/día)	NSN (kg/día)	NSP (kg/día)
6	30	0,56	0,03	0,15	0,05
7	31	26,67	1,60	7,27	2,58
8	31	55,28	3,31	15,07	5,35
9	30	98,21	5,89	26,78	9,51
10	31	138,42	8,30	37,74	13,40
11	30	184,37	11,05	50,27	17,85
12	31	215,14	12,89	58,66	20,83
1	31	336,62	20,17	91,79	32,58
2	28	437,91	26,24	119,41	42,39
3	31	661,22	39,63	180,30	64,01
4	30	735,04	44,05	200,43	71,15
5	31	899,24	53,89	245,20	87,05
6	30	733,04	43,93	199,88	70,96
7	31	649,05	38,90	176,98	62,83
8	31	563,95	33,80	153,78	54,59
9	30	231,17	13,85	63,04	22,38
10	31	383,07	22,96	104,45	37,08
11	30	276,88	16,59	75,50	26,80
12	31	330,19	19,79	90,04	31,96
1	31	208,08	12,47	56,74	20,14
2	28	11,04	0,66	3,01	1,07

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

Considerando la fracción disuelta como principal interés de este capítulo, dado que previamente se discutió en extenso el efecto sobre los sedimentos, los resultados del modelo de crecimiento promedio de los ejemplares que se ha descrito en la Tabla 8.9 y la dieta recomendada (calibre del *pellet*) por el fabricante de alimentos según tamaño y que se ha descrito en la Tabla 8.10, se han obtenido los resultados presentados en la Tabla 8.17.

Sobre el flujo másico efectivo computado, y considerando las condiciones de corrientes indicadas en el Anexo A y la sección de cada balsa jaula (área lateral), se puede estimar la concentración mediante la siguiente expresión:

$$Q = A_l U$$

$$C = \frac{F_m}{Q}$$

Donde:

- Q : Caudal volumétrico.
 A_l : Área lateral de la balsa jaula.
 U : Velocidad del flujo.
 C : Concentración volumétrica.
 F_m : Flujo másico de nitrógeno o fósforo.

Tabla 8.17: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua según el crecimiento y dieta efectiva suministrada.

Mes	Días	NAN (kg/día)	NAP (kg/día)
6	30	0,70	0,06
7	31	33,25	3,06
8	31	68,92	6,33
9	30	116,79	9,52
10	31	164,60	13,42
11	30	219,23	17,87
12	31	217,89	18,96
1	31	340,93	29,67
2	28	437,91	26,24
3	31	661,22	39,63
4	30	735,04	44,05
5	31	899,24	53,89
6	30	733,04	43,93
7	31	649,05	38,90
8	31	563,95	33,80
9	30	231,17	13,85
10	31	383,07	22,96
11	30	276,88	16,59
12	31	330,19	19,79
1	31	208,08	12,47
2	28	11,04	0,66

Fuente: Elaboración Propia.

NAN y NAP: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	76
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

A modo de incorporar la variabilidad de las corrientes en el entorno de la jaula, se consideró el valor promedio en las capas como valor representativo y la media menos una desviación estándar como condición crítica, dado que menor velocidad implica menor caudal y consecuentemente, mayor concentración en el medio marino, construyendo de esta manera un escenario conservador.

Las concentraciones disueltas de nitrógeno y fósforo, expresadas como concentración se resumen en la Tabla 8.18, en la cual se han destacado en negrita los valores máximos de cada nutriente, siendo estos obtenidos en el mes 12 del ciclo productivo y alcanzando magnitudes máximas de 1,0 mg/l para nitrógeno y 0,060 mg/l para fósforo.

A modo de poner en contexto los valores obtenidos, se han elaborado gráficas comparativas con los valores registrados en aguas del extremo sur de Chile, por diversos autores, concluyéndose que no se visualizan superaciones en promedio de dichos valores referenciales para el caso del Fósforo, sin embargo, en el caso del Nitrógeno durante los meses de mayor producción se observa una superación del valor referencial de Silva, sin embargo, en promedio no superan el límite de polución.

Basado en lo anterior, no se espera que los nutrientes liberados como parte del proceso de alimentación en su totalidad, ni en su uso adicional asociado a la biomasa de sobreproducción, tenga efectos por sobre lo que naturalmente se puede encontrar en el medio marino circundante, dado que solo los valores máximos (que son poco representativos) superan el umbral de polución considerado en 1 mg/l para el Nitrógeno.

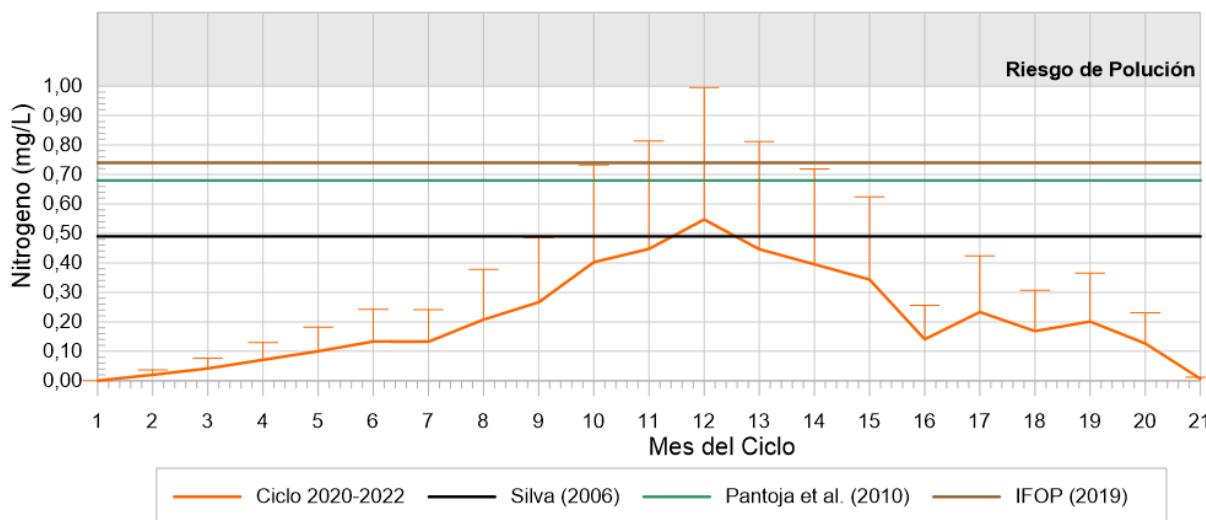
 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	77
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.18: Concentraciones de nitrógeno y fósforo esperadas en el medio marino, debido a la alimentación suministrada durante el ciclo de crecimiento.

Mes	Días	NAN (mg/L)		NAP (mg/L)	
		Máxima	Media	Máxima	Media
1	30	0,00077	0,00042	0,000071	0,000039
2	31	0,037	0,020	0,0034	0,0019
3	31	0,08	0,042	0,007	0,0039
4	30	0,13	0,07	0,011	0,0058
5	31	0,18	0,10	0,015	0,008
6	30	0,24	0,13	0,020	0,011
7	31	0,24	0,13	0,021	0,012
8	31	0,38	0,21	0,033	0,018
9	28	0,48	0,27	0,029	0,016
10	31	0,73	0,40	0,044	0,024
11	30	0,81	0,45	0,049	0,027
12	31	1,00	0,55	0,060	0,033
13	30	0,81	0,45	0,049	0,027
14	31	0,72	0,40	0,043	0,024
15	31	0,62	0,34	0,037	0,021
16	30	0,26	0,14	0,015	0,0084
17	31	0,42	0,23	0,025	0,014
18	30	0,31	0,17	0,018	0,010
19	31	0,37	0,20	0,022	0,012
20	31	0,23	0,13	0,014	0,0076
21	28	0,012	0,0067	0,00073	0,00040

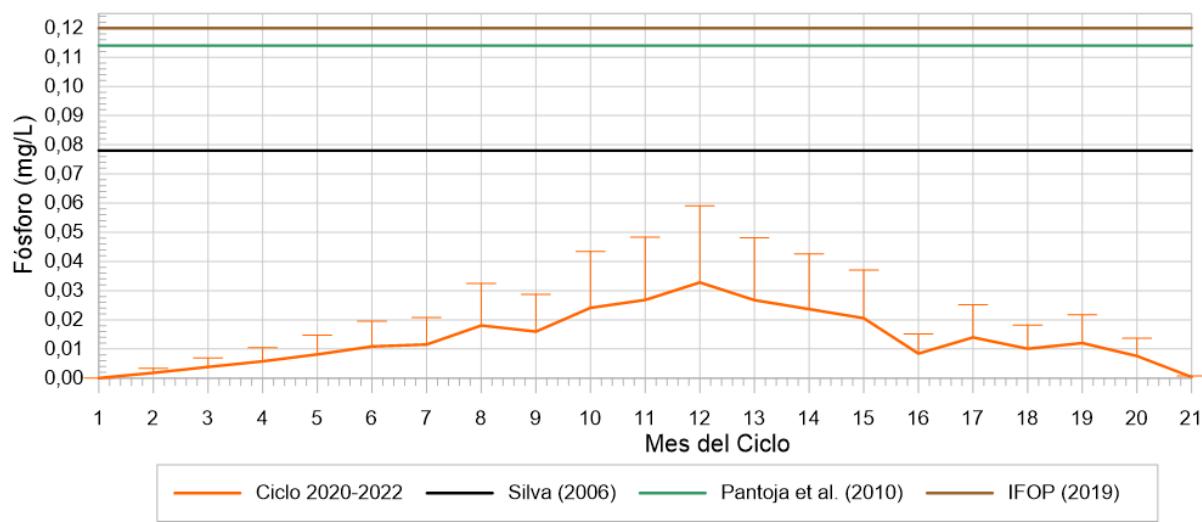
Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8.9: Concentración de nitrógeno incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8.10: Concentración de fósforo incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	79
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8.3.6 Resultados de Nutrientes en Columna de Agua con RCA

Desde la Tabla 8.19 a la Tabla 8.22 se muestran los valores de nitrógeno y fósforo liberados al medio marino, ya sea en forma disuelta o particulada en kg/día, a partir de las cantidades de alimento de la producción proyectada para los cuatro calibres (4, 6, 9 y 12). Dado que el balance de masas supone que las condiciones en la concesión son estacionarias, la liberación de nutrientes varía en forma lineal con el alimento suministrado.

Tabla 8.19: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo RCA considerando los valores nutricionales del calibre 4.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
6	30	0,458	0,042	0,125	0,068
7	31	21,901	2,012	5,972	3,251
8	31	45,399	4,172	12,379	6,739
9	30	80,664	7,412	21,995	11,973
10	31	113,688	10,447	31,000	16,875
11	30	151,421	13,914	41,289	22,475
12	31	176,694	16,236	48,180	26,227
1	31	276,466	25,404	75,385	41,036
2	28	359,662	33,049	98,071	53,384
3	31	543,067	49,902	148,081	80,607
4	30	603,698	55,474	164,614	89,607
5	31	738,553	67,866	201,385	109,623
6	30	602,052	55,323	164,165	89,362
7	31	533,070	48,984	145,355	79,123
8	31	463,180	42,562	126,298	68,750
9	30	189,865	17,447	51,772	28,182
10	31	314,615	28,910	85,788	46,698
11	30	227,404	20,896	62,007	33,753
12	31	271,193	24,920	73,948	40,253
1	31	170,895	15,704	46,599	25,366
2	28	9,071	0,834	2,473	1,346

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

 ecotecnos <small>CONSEJORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	80
		Fecha de emisión: 17-03-2025		

Tabla 8.20: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo RCA considerando los valores nutricionales del calibre 6.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
6	30	0,44	0,04	0,12	0,06
7	31	20,89	1,70	5,70	2,75
8	31	43,30	3,53	11,81	5,70
9	30	76,93	6,27	20,98	10,13
10	31	108,43	8,84	29,57	14,28
11	30	144,41	11,77	39,38	19,02
12	31	168,52	13,74	45,95	22,19
1	31	263,67	21,50	71,90	34,72
2	28	343,02	27,96	93,53	45,17
3	31	517,94	42,23	141,23	68,21
4	30	575,76	46,94	157,00	75,82
5	31	704,38	57,42	192,07	92,76
6	30	574,19	46,81	156,57	75,61
7	31	508,40	41,45	138,63	66,95
8	31	441,75	36,01	120,45	58,17
9	30	181,08	14,76	49,38	23,85
10	31	300,06	24,46	81,82	39,51
11	30	216,88	17,68	59,14	28,56
12	31	258,64	21,09	70,53	34,06
1	31	162,99	13,29	44,44	21,46
2	28	8,65	0,71	2,36	1,14

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	81
		IT-VUL-CESRETROCESO		
Fecha de emisión:		17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.21: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo RCA considerando los valores nutricionales del calibre 9.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
6	30	0,37	0,03	0,10	0,05
7	31	17,79	1,55	4,85	2,50
8	31	36,88	3,21	10,06	5,18
9	30	65,53	5,70	17,87	9,21
10	31	92,35	8,04	25,18	12,98
11	30	123,01	10,70	33,54	17,29
12	31	143,54	12,49	39,14	20,17
1	31	224,58	19,54	61,24	31,57
2	28	292,17	25,42	79,67	41,06
3	31	441,16	38,39	120,29	62,01
4	30	490,41	42,67	133,72	68,93
5	31	599,96	52,20	163,59	84,33
6	30	489,07	42,56	133,36	68,74
7	31	433,03	37,68	118,08	60,86
8	31	376,26	32,74	102,60	52,88
9	30	154,23	13,42	42,06	21,68
10	31	255,57	22,24	69,69	35,92
11	30	184,73	16,07	50,37	25,96
12	31	220,30	19,17	60,07	30,96
1	31	138,82	12,08	37,85	19,51
2	28	7,37	0,64	2,01	1,04

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	82
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.22: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo RCA considerando los valores nutricionales del calibre 12.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
6	30	0,01225	0,00073	0,00334	0,00119
7	31	0,56664	0,03396	0,15451	0,05485
8	31	1,17461	0,07039	0,32029	0,11370
9	30	2,15657	0,12924	0,58804	0,20876
10	31	2,94142	0,17627	0,80205	0,28473
11	30	4,04829	0,24260	1,10387	0,39188
12	31	4,57156	0,27396	1,24655	0,44253
1	31	7,15295	0,42866	1,95043	0,69241
2	28	10,30247	0,61740	2,80923	0,99729
3	31	14,05067	0,84203	3,83127	1,36012
4	30	16,14001	0,96724	4,40098	1,56237
5	31	19,10842	1,14513	5,21040	1,84972
6	30	16,09599	0,96460	4,38898	1,55811
7	31	13,79202	0,82653	3,76074	1,33508
8	31	11,98376	0,71816	3,26767	1,16004
9	30	5,07608	0,30420	1,38412	0,49137
10	31	8,13998	0,48781	2,21957	0,78796
11	30	6,07970	0,36434	1,65778	0,58852
12	31	7,01651	0,42048	1,91323	0,67921
1	31	4,42153	0,26497	1,20564	0,42801
2	28	0,25983	0,01557	0,07085	0,02515

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

Considerando la fracción disuelta como principal interés de este capítulo, dado que previamente se discutió en extenso el efecto sobre los sedimentos, los resultados del modelo de crecimiento promedio de los ejemplares que se ha descrito en la Tabla 8.9 y la dieta recomendada (calibre del *pellet*) por el fabricante de alimentos según tamaño y que se ha descrito en la Tabla 8.10, se han obtenido los resultados presentados en la Tabla 8.23.

Sobre el flujo másico efectivo computado, y considerando las condiciones de corrientes indicadas en el Anexo A y la sección de cada balsa jaula (área lateral), se puede estimar la concentración mediante la siguiente expresión:

$$Q = A_l U$$

$$C = \frac{F_m}{Q}$$

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	83
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Donde:

- Q : Caudal volumétrico.
 A_l : Área lateral de la balsa jaula.
 U : Velocidad del flujo.
 C : Concentración volumétrica.
 F_m : Flujo másico de nitrógeno o fósforo.

Tabla 8.23: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua según el crecimiento y dieta efectiva suministrada.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)
6	30	0,46	0,04
7	31	21,90	2,01
8	31	45,40	4,17
9	30	76,93	6,27
10	31	108,43	8,84
11	30	144,41	11,77
12	31	143,54	12,49
1	31	224,58	19,54
2	28	10,30	0,62
3	31	14,05	0,84
4	30	16,14	0,97
5	31	19,11	1,15
6	30	16,10	0,96
7	31	13,79	0,83
8	31	11,98	0,72
9	30	5,08	0,30
10	31	8,14	0,49
11	30	6,08	0,36
12	31	7,02	0,42
1	31	4,42	0,26
2	28	0,26	0,02

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua.

A modo de incorporar la variabilidad de las corrientes en el entorno de la jaula, se consideró el valor promedio en las capas como valor representativo y la media menos una desviación estándar como condición crítica, dado que menor velocidad implica menor caudal y

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO	EDICIÓN / REVISIÓN	84
		IT-VUL-CESRETROCESO	2/1	
Fecha de emisión:		17-03-2025	Emitido por:	Ecotecnos S.A.

consecuentemente, mayor concentración en el medio marino, construyendo de esta manera un escenario conservador.

Las concentraciones disueltas de nitrógeno y fósforo, expresadas como concentración se resumen en la Tabla 8.24, en la cual se han destacado en negrita los valores máximos de cada nutriente, siendo estos obtenidos en el mes 8 del ciclo productivo y alcanzando magnitudes máximas de 0,25 mg/l para nitrógeno y 0,022 mg/l para fósforo.

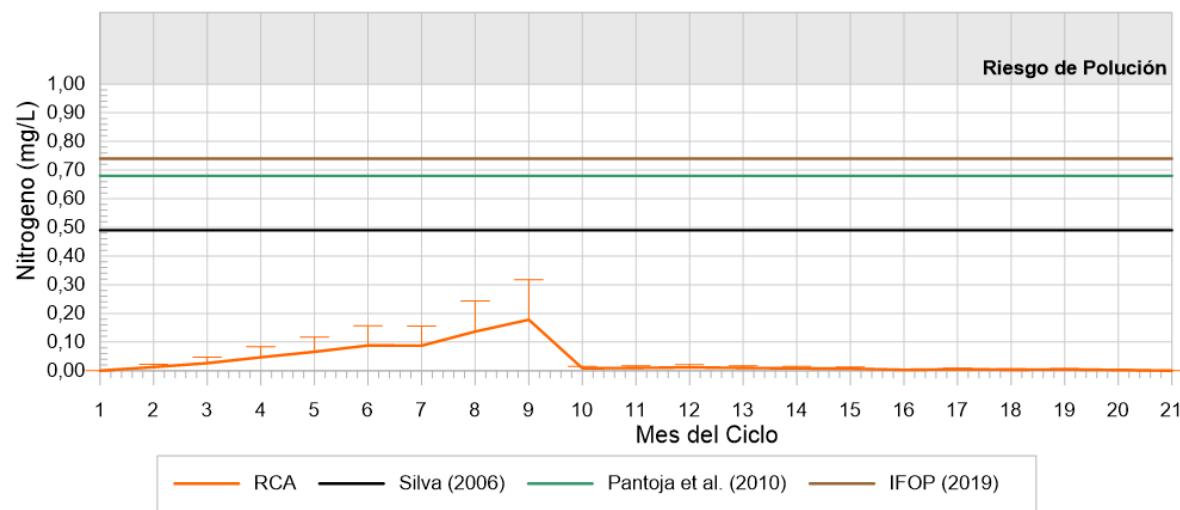
A modo de poner en contexto los valores obtenidos, se han elaborado gráficas comparativas con los valores registrados en aguas del extremo sur de Chile, por diversos autores, concluyéndose que **no se visualizan superaciones de dichos valores referenciales**, es decir, no se espera que los nutrientes liberados como parte del proceso de alimentación en su totalidad, ni en su uso adicional asociado a la biomasa de sobreproducción -exceptuando valores máximos-, tenga efectos por sobre lo que naturalmente se puede encontrar en el medio marino circundante.

Tabla 8.24: Concentraciones de nitrógeno y fósforo esperadas en el medio marino, debido a la alimentación suministrada durante el ciclo de crecimiento.

Mes	Días	NA _N (mg/L)		NA _P (mg/L)	
		Máxima	Media	Máxima	Media
1	30	0,00051	0,00028	0,000047	0,000026
2	31	0,024	0,013	0,0022	0,0012
3	31	0,050	0,028	0,0046	0,0025
4	30	0,085	0,047	0,0069	0,0038
5	31	0,12	0,066	0,010	0,0054
6	30	0,16	0,088	0,013	0,0072
7	31	0,16	0,087	0,014	0,0076
8	31	0,25	0,14	0,022	0,012
9	28	0,01	0,01	0,001	0,000
10	31	0,016	0,0086	0,00093	0,00051
11	30	0,018	0,010	0,0011	0,00059
12	31	0,021	0,012	0,0013	0,00070
13	30	0,018	0,010	0,0011	0,00059
14	31	0,015	0,0084	0,00092	0,00050
15	31	0,013	0,0073	0,00080	0,00044
16	30	0,0056	0,0031	0,00034	0,00019
17	31	0,0090	0,0050	0,00054	0,00030
18	30	0,0067	0,0037	0,00040	0,00022
19	31	0,0078	0,0043	0,00047	0,00026
20	31	0,0049	0,0027	0,00029	0,00016
21	28	0,00029	0,00016	0,000017	0,0000095

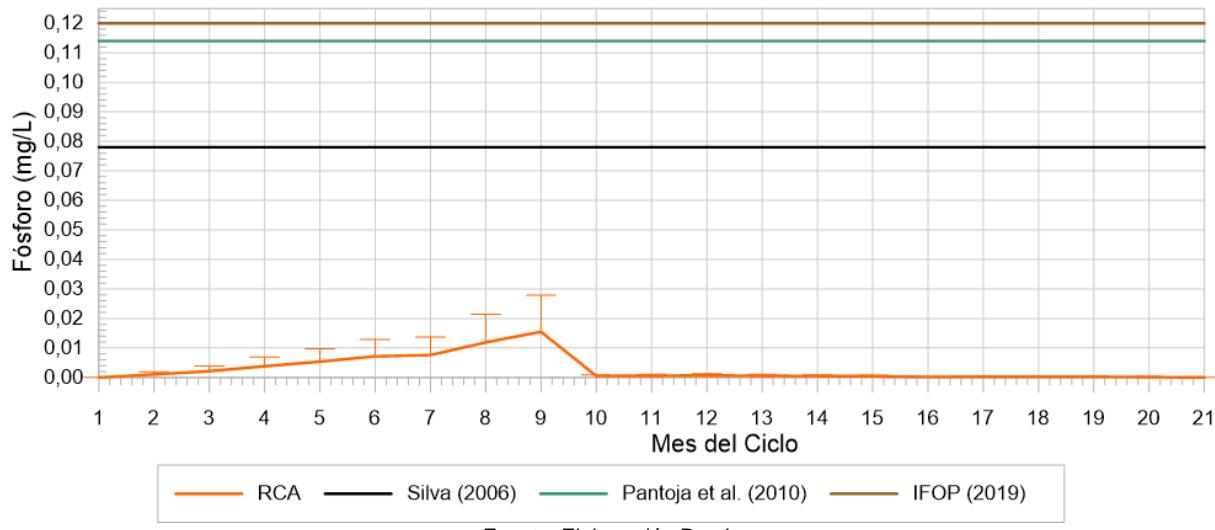
Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8.11: Concentración de nitrógeno incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8.12: Concentración de fósforo incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	86
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8.3.7 Comparación de resultados de manera gráfica y discusiones

Para mayor precisión de la información, es válido generar una comparación entre resultados. En la siguiente tabla, se tomaron valores promedios de Sobreproducción y RCA; con la finalidad de obtener un gráfico ilustrativo de la diferencia entre ellas.

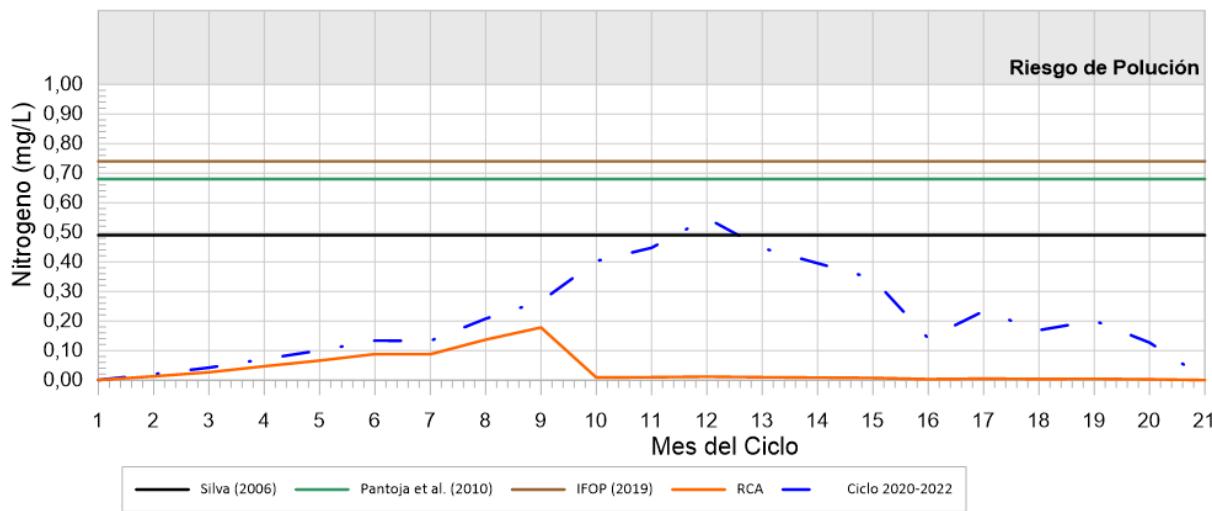
Tabla 8.25: Comparación de concentraciones promedio de nitrógeno y fósforo esperadas en el medio marino, debido a la alimentación suministrada durante el ciclo de crecimiento.

Mes	RCA		Sobreproducción	
	NA _N (mg/L)	NA _P (mg/L)	NA _N (mg/L)	NA _P (mg/L)
1	0,00028	0,000026	0,00042	0,00004
2	0,013	0,0012	0,020	0,0019
3	0,028	0,0025	0,042	0,0039
4	0,047	0,0038	0,071	0,0058
5	0,066	0,0054	0,10	0,0082
6	0,088	0,0072	0,13	0,011
7	0,087	0,0076	0,13	0,012
8	0,14	0,012	0,21	0,018
9	0,01	0,000	0,27	0,016
10	0,0086	0,00051	0,40	0,024
11	0,010	0,00059	0,45	0,027
12	0,012	0,00070	0,55	0,033
13	0,010	0,00059	0,45	0,027
14	0,0084	0,00050	0,40	0,024
15	0,0073	0,00044	0,34	0,021
16	0,0031	0,00019	0,14	0,0084
17	0,0050	0,00030	0,23	0,014
18	0,0037	0,00022	0,17	0,010
19	0,0043	0,00026	0,20	0,012
20	0,0027	0,00016	0,13	0,0076
21	0,00016	0,0000095	0,0067	0,00040

Fuente: Elaboración Propia.

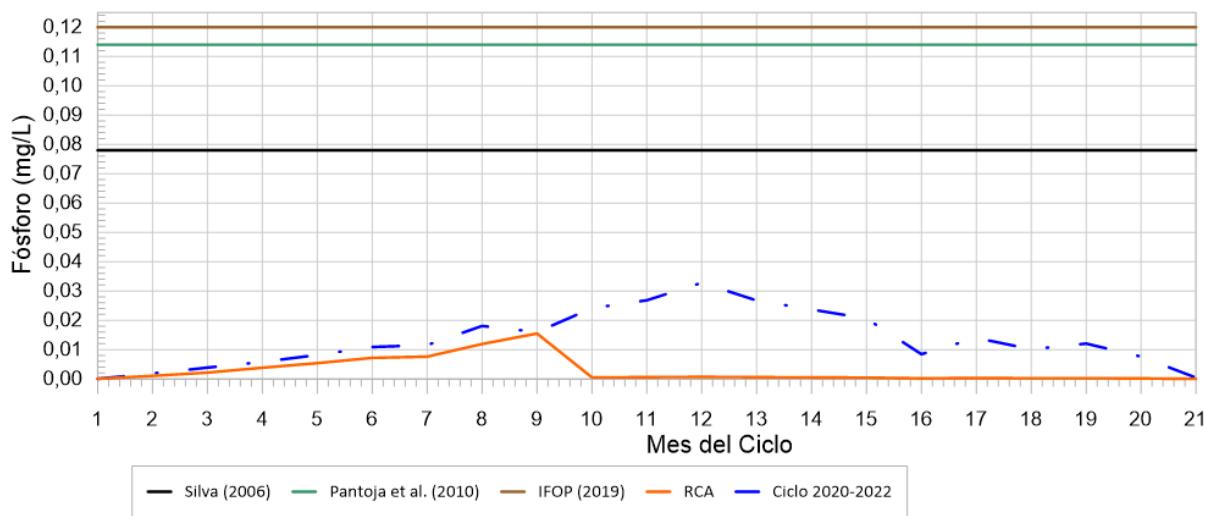
NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo promedio liberados a la columna de agua para RCA y Sobreproducción.

Al analizar los valores medios para cada figura, es preciso mencionar que, en el mes 8 y 12 del ciclo 2020-2022 y RCA, los efectos al medio ambiente son relativamente leves, ya que para el caso de sobreproducción sólo se sobrepasó un límite referencial. Debido a esto, los problemas que se conseguirían al medio acuático por la alimentación en el centro de cultivo, es prácticamente nula.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8.13: Concentración de nitrógeno incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8.14: Concentración de fósforo incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	<small>Nº DOCUMENTO</small> IT-VUL-CESRETROCESO	<small>EDICIÓN / REVISIÓN</small> 2/1	88
		<small>Fecha de emisión:</small> 17-03-2025	<small>Emitido por:</small> Ecotecnos S.A.	

8.4 ANTIBIÓTICOS Y ANTIÁRASITARIOS

Abordando el cargo descrito en la Res. Ex. N° 1/ROL D-001-2025, en relación con el CES Estero Retroceso, el Instituto Tecnológico del Salmón, (en adelante, INTESAL), ha elaborado el estudio de posibles efectos en el medio debido al uso de antibióticos, según los antecedentes provistos por Australis Seafoods durante el ciclo productivo 2020-2022 y que previamente se han indicado en este informe. A continuación, se presentan de manera resumida los principales aspectos del informe de INTESAL, pudiendo ser su documento original encontrado en el Anexo del presente documento.

8.4.1 Aspectos generales

El uso de antibiótico y antiparasitario en salmonidos permite abordar un mejor desempeño en cuanto al bienestar animal y control de enfermedades existentes durante un ciclo productivo. No obstante, es relevante comprender cuál es el nivel de incidencia sobre el ambiente natural una vez realizados los tratamientos en balsas jaulas, y cómo estos se relacionan con los componentes medioambientales.

Apoyado por los antecedentes proporcionados por la empresa Australis Seafoods se realizó un análisis del riesgo ambiental asociado a la cantidad de antibiótico y antiparasitario (suministrado en alimento) utilizado por el centro de cultivo Retroceso (Código 120192) en su fase de engorda y sus implicancias ambientales durante el ciclo productivo 2020-2022.

Cabe señalar que la dosis y cantidades de principio activo suministrados en centros de cultivos se encuentran supervisadas por el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), donde el productor incorpora dicha información dentro de una plataforma llamada Sistema de Información para la Fiscalización de Acuicultura (SIFA), información proporcionada por la empresa Australis Seafoods para el análisis del riesgo ambiental.

El análisis se desarrolló mediante el procedimiento de evaluación de riesgo ambiental (ERA), en el cual recopiló previamente los antecedentes que describen la dinámica, comportamiento y ecotoxicidad de los fármacos florfenicol (antibiótico) y benzoato de emamectina (antiparasitario) utilizados dentro del ciclo productivo. Estos mecanismos de evaluación son actualmente implementados por la Autoridad Marítima (Circular A52/008, Diario Oficial 2020) y el Servicio Agrícola y Ganadero (Res ex. N°665 del SAG, 2010) para el registro y autorización de productos químicos en el ambiente acuático.

Para este informe el análisis de productos antiparasitarios contempló el uso del antiparasitario benzoato de emamectina el cual se proporciona vía oral. Con los antecedentes de uso de este antiparasitario y concentración predicha en el ambiente se llega a la conclusión que este principio activo no representó un riesgo para el ambiente.

 ecotecnos <small>CONSEJORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	89
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Por otro lado, basándonos en los antecedentes en cuanto al uso del antibiótico florfenicol en el CES Retroceso de la empresa Australis Seafoods se sugiere la ausencia de riesgos ambientales durante los periodos de producción 2020-2022.

8.4.2 Antibióticos utilizados en CES Retroceso

A continuación, se realiza una breve descripción de las características físico y químicas del antibiótico utilizado por el CES Retroceso de la empresa Australis Seafoods, así como también antecedentes respecto de la dinámica, persistencia y ecotoxicidad ambiental de los principios activos reportados en SIFA.

Los antibióticos en la salmonicultura son administrados con el objetivo de tratar principalmente enfermedades bacterianas como la Piscirickettsiosis (SRS, *Salmon Rickettsial Septicaemia*), BKD (*Bacterial Kidney Disease*), entre otros. En la actualidad, los principios activos más utilizados por la industria del salmón son florfenicol y oxitetraciclina, los cuales pueden ser suministrados vía oral o de forma inyectable.

A continuación, se presenta en Tabla 1, un resumen de aquellas formulaciones de antibióticos comerciales (principios activos) y dosis utilizada para el tratamiento de salmones. **En color amarillo dentro de la Tabla 1 se destacan el principal antibiótico administrado durante el ciclo productivo 2020-2022 del centro Retroceso.**

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	90
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.26: Antibióticos registrados por el SAG y dosis recomendada para administrar en salmones según su ficha técnica*. En amarillo se destaca el producto comercial utilizados en CES Retroceso durante el ciclo productivo 2020-2022.

Nº Registro SAG	Nombre comercial	Principio activo (p.a)	Modo de empleo	Dosis del p.a. para el tratamiento en salmones
1193	Aquafen®50%	Florfenicol	Alimento (Oral)	10 mg p.a./kg de salmón por 10 días consecutivos
1556	Veterin®50%	Florfenicol	Alimento (Oral)	10 mg p.a./kg de salmón por 10 días consecutivos
2452	Veterin®80%	Florfenicol	Alimento (Oral)	10 mg p.a./kg de salmón por 10 días consecutivos
1598	FF-50®	Florfenicol	Alimento (Oral)	10 mg p.a./kg de salmón por 10 días consecutivos
1769	Duflosan®50%	Florfenicol	Alimento (Oral)	10 mg p.a./kg de salmón por 10 días consecutivos
2264	Duflosan®L50	Florfenicol	Alimento (Oral)	10 mg p.a./kg de salmón por 10 días consecutivos
2358	Duflosan®10%	Florfenicol	Inyectable (Intraperitoneal)	30 mg p.a./kg de salmón, dosis única
2364	Veterin®10%	Florfenicol	Inyectable (Intraperitoneal)	20 mg p.a./kg de salmón, dosis única
2408	Ateflor®	Florfenicol	Alimento (Oral)	10 mg p.a./kg de salmón por 10 días consecutivos

Fuente: Reproducido desde Tabla 1 del informe INTESAL.

Detalles del comportamiento de los antibióticos con principio activo Florfenicol y Benzoato de Emamectina, pueden ser consultados en el Anexo, donde en extenso INTESAL los describe

8.4.3 Evaluación del riesgo relacionados a casos de sobreproducción en centros de cultivo

La evaluación de riesgo ambiental (ERA) es un proceso por el cual se estima la probabilidad de que un sistema ecológico (nivel de organismo) se enfrente a efectos adversos por causa a la exposición a un estresor. Su principal objetivo es caracterizar e identificar los riesgos y eventualmente crear decisiones con el propósito de prevenir daños inaceptables al ambiente y a la diversidad de organismos presentes en el ecosistema (Newman M. & Unger M. 2003; VICH, 2004).

Para evaluar un producto químico que tenga la potencialidad a alcanzar el ambiente acuático, la ERA se presenta como un procedimiento regulatorio utilizado actualmente en Chile para el registro de productos químicos de uso veterinario (Circular Directemar A52/008; SAG, 2010). En una primera fase, luego de haber identificado el problema (en este caso químicos liberados directamente al ambiente), la ERA reúne la mayor cantidad de antecedentes que impliquen la evaluación de la exposición y efectos del químico de interés. En una primera etapa, el análisis

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO Fecha de emisión: 17-03-2025	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1 Emitido por: Ecotecnos S.A.	91
---	--	--	---	-----------

del riesgo explora distintos mecanismos y procedimientos de investigación para poder comprender el nivel de exposición y potenciales efectos de un químico sobre el ambiente. Si consideramos estos procedimientos de forma individual estamos explorando la peligrosidad de un químico y no aún los riesgos asociados sobre ambiente (Etapa I de peligro). En tanto, cuando se relacionan estos dos conceptos se lleva a cabo una caracterización del riesgo, definiendo de esta manera una segunda etapa de potenciales riesgos sobre el ambiente. El procedimiento final de ERA implica gestionar el riesgo, los cuales deben ser determinados por reguladores para generar acciones por parte del regulado que permitan una mayor recolección de antecedentes, verificación y monitoreos continuos que identifique cambios sustanciales en la zona que exista potencial afectación, vale decir, generar un plan de manejo hacia la sustancia química evaluada (Figura 8.15)

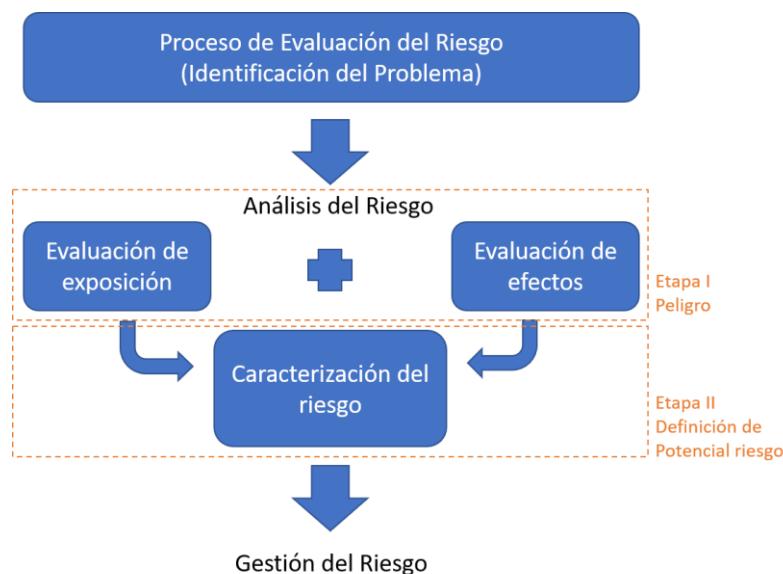


Figura 8.15: Esquema simplificado del procedimiento de evaluación de riesgo ambiental para productos químicos.

Existen diversos mecanismos que permiten evaluar la exposición y efectos de algún químico en el ambiente. Para un procedimiento de evaluación de exposición; en una primera instancia, el uso de modelos matemáticos predictivos son una herramienta útil que permite estimar la concentración esperada en el ambiente (PEC, Predicted Environmental Concentration), asumiendo diversos escenarios de emisión y condiciones ambientales estándares que permiten predecir la presencia del químico en el ambiente. Por otro lado, la implementación estratégica de programas de monitoreo permite una mayor certeza de niveles esperados en el ambiente, y subsecuentemente, calibración de métodos matemáticos predictivos desarrollado en una etapa preliminar.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N.º DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	92
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

En cuanto a la evaluación de efectos, el uso de base de datos ecotoxicológicas disponibles desde literatura abierta, así como también generación de mayor información basada en ensayos ecotoxicológicos con especies locales, cumplen la función de comprender a través de datos cuantificados el nivel de efectos adversos y concentraciones de toxicidad sobre especies modelos, bajo condiciones controladas. El parámetro definido para esta etapa se reconoce como la concentración sin efecto esperado (PNEC, Predicted No Effect Concentration) a la cual se le aplica un factor de incertidumbre (permite la extrapolación de datos generados en laboratorio a condiciones ambiental y mayor protección sobre organismos) entre los rangos de 10 (datos crónicos de toxicidad) a 1000 (datos agudos de toxicidad).

8.4.4 Evaluación del riesgo en centros de cultivo

8.4.4.1 Método utilizado para la evaluación de la exposición

El modelo de fugacidad es una herramienta predictiva que permite relacionar diferentes compartimentos ambientales (por ejemplo, agua, sedimento, partículas, peces) en la cual un químico puede repartir según sus propiedades físicas y químicas. De acuerdo con la distribución o flujo del químico se asumen condiciones que permiten definir un escenario de tratamientos con el químico. Con esta modelación se describen procesos de transferencia dentro de los compartimentos (por ej., reacciones) bajo una condición sin equilibrio y estado estacionaria (predicción constante en el tiempo), así como también, flujos químicos entre distintos compartimentos. En el modelo son considerados procesos como: absorción, advección, sedimentación, resuspensión, reacciones, siendo este escenario una aproximación que incorpora la complejidad de un ambiente acuático natural (Mackay, 2001; Mackay & Arnot, 2011; Hughes et al., 2012).

Información proporcionada por la empresa Australis Seafoods como son la dimensión de las jaulas y densidad de salmones en tratamiento fueron incorporados a la modelación para predecir PEC. Por otro lado, a través del SIFA fue posible obtener mayores detalles de la cantidad de principio activo utilizada por cada uno de los centros de cultivos dentro de sus ciclos productivos.

Los supuestos del modelo para CES Retroceso contemplan escenarios sin equilibrio químico, con un volumen de agua que abarca un radio de 500 m, profundidad promedio 118 m, velocidad de corriente equivalente a 25 cm/s y jaulas con dimensiones entre 40X40X14 m (ciclo 2020/2022). Se asume como pérdida de alimento directo al ambiente marino el 1% (peor escenario comm. pers.) Para mayor detalle de la ecuaciones y cálculos para la predicción de concentraciones en el ambiente se recomienda ver la publicación realizada por Jara et al. (2021).

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	<small>Nº DOCUMENTO</small> IT-VUL-CESRETROCESO	<small>EDICIÓN / REVISIÓN</small> 2/1	93
		<small>Fecha de emisión:</small> 17-03-2025	<small>Emitido por:</small> Ecotecnos S.A.	

8.4.4.2 Método utilizado para la evaluación de los efectos

Utilizando la base de datos ECOTOX (USEPA) y reportados por Parsons et al. (2025) fue posible identificar y registrar los efectos ecotoxicológicos de los principios activos florfénicol y emamectina, respectivamente. Esta búsqueda permitió reconocer la información disponible en literatura abierta, considerando los distintos niveles tróficos presentes en un sistema natural (i.e., microalgas, invertebrados y peces).

8.4.4.3 Método utilizado para la evaluación del riesgo de químicos

Para comprender el potencial riesgo en el uso de químico en el CES Retroceso identificados por sobreproducción, se relacionaron antecedentes compilados para la exposición y potenciales efectos, determinándose un cociente de riesgo (RQ) que actualmente es considerado por la autoridad marítima en su circular A52/008 (DGTM y MM Ordinario N°12600/06, Diario Oficial 28 enero 2020): **valor de RQ < 1 no sugiere riesgo para el ambiente, mientras que RQ > 1 sugiere un riesgo para el ambiente marino.**

La ecuación utilizada para el cálculo de RQ fue la siguiente:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{RQ} &= \mathbf{PEC/PNEC} \\
 \mathbf{PNEC} &= \mathbf{Dato\ agudo/1000}
 \end{aligned}$$

siendo PEC la concentración esperada en el ambiente acuático y PNEC la concentración sin efectos esperado, la cual se calcula desde el dato ecotoxicológico para una microalga (alga), invertebrado y pez de forma individual y un factor de incertidumbre utilizado para esta experiencia de 1000 (alternativa más conservadora en la evaluación). Por otro lado, la justificación de este factor de 1000 se debe a que se procedió a realizar una caracterización del riesgo (RQ) utilizando respuestas ecotoxicológicas agudas (o de corto plazo), condición que no desea observar por ningún motivo en el ambiente natural.

8.4.5 Resultados de ERA en el centro de cultivo

Cada uno de los resultados obtenidos desde el ciclo productivo 2020-2022 para el centro de cultivo Retroceso se presentan las concentraciones esperadas en el ambiente por fecha de tratamiento en jaulas, utilizando los principios florfénicol y benzoato de emamectina, para posteriormente determinar bajo el peor escenario del CES el valor de RQ como método que nos permitió comprender las implicancias ambientales del antibiótico y antiparasitario en el ambiente marino.

 ecotecnos <small>CONSEJORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	94
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Mediante un análisis de la evaluación de exposición con el modelo de fugacidad para el ciclo productivo 2020/2022 en el centro Retroceso, se esperaría que la concentración de florfenicol en agua de mar para el tratamiento durante el mes de octubre del año 2020 alcanzase niveles de 0,01 ng/L (equivalente a 0,00000001 ppm o mg/L) (Tabla 8.27). Este valor al ser comparado con datos ecotoxicológicos registrados en Tabla 2 detallad en Anexo (florfenicol), sugieren la ausencia de un riesgo ambiental (**RQ< 1**) debido a que los niveles estimados en el ambiente (PEC) no sobrepasan los umbrales de sensibilidad para especies marinas representantes de un ecosistema marino (Tabla 8.28).

Tabla 8.27: Predicción de la concentración ambiental esperada (PEC) del antibiótico florfenicol en el agua de mar (ng/L) para el ciclo productivo 2020/2022 del centro Retroceso.

ROL	Tratamiento						PEC (ng/L)
	Mes	Inicio	Termino	Nro Jaulas	PA	Cant PA (kg)	
Retroceso_2020/2022	oct-20	11-10-2020	26-10-2020	3	FLO	30	0,01

Tabla 8.28: Cálculo del cociente de riesgo (RQ) para el centro Retroceso (ciclo productivo año 2020/2022). Valor PEC de florfenicol en agua (mg/L) para el mes de octubre 2020

	Ecotoxicidad (mg/L)				
Organismo	Datos agudos	Factor incertidumbre	PNEC	PEC florfenicol	RQ
Microalga	5,04	1000	0,00504	0,0000013	0,0000020
Invertebrado	3,2	1000	0,0032	0,0000013	0,0000031
Peces	1455	1000	1,455	0,0000013	0,00000007

Mediante un análisis de la evaluación de exposición utilizando el modelo de fugacidad para el ciclo productivo 2020/2022 en el centro Retroceso, se espera que la concentración de emamectina durante el periodo de tratamiento en el mes de febrero del año 2021 alcanzaría un nivel en agua de mar de 0,0002 ng/L (equivalente a 2×10^{-10} ppm o mg/L) (Tabla 8.29). Este valor al ser comparado con datos ecotoxicológicos registrados en Tabla 4 detallado en Anexo (benzoato de emamectina), sugieren la ausencia de un riesgo ambiental (**RQ< 1**) debido a que los niveles estimados en el ambiente (PEC) no sobrepasan los umbrales de sensibilidad para especies marinas representantes de este ecosistema (Tabla 8.30).

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO	EDICIÓN / REVISIÓN	95
		IT-VUL-CESRETROCESO	2/1	
Fecha de emisión:		17-03-2025	Emitido por:	Ecotecnos S.A.

Tabla 8.29: Predicción de la concentración ambiental esperada (PEC) del antiparasitario benzoato de emamectina en el agua de mar (ng/L) para el ciclo productivo 2020/2022 del centro Retroceso.

ROL	Tratamiento					PA	Cant PA (kg)	PEC (ng/L)
	Mes	Inicio	Termino	Nro Jaulas				
Retroceso_2020/2022	feb-21	29-01-2021	09-02-2021	16	EMA		0,96	0,0002

Tabla 8.30: Cálculo del cociente de riesgo (RQ) para el centro Retroceso (ciclo productivo año 2020/2022). Valor PEC de emamectina en agua (mg/L) para el mes de febrero 2021.

	Ecotoxicidad (mg/L)				
Organismo	Datos agudos	Factor incertidumbre	PNEC	PEC florfenicol	RQ
Microalga	5	1000	0,005	0,0000000002	0,00000004
Invertebrado	0,00004	1000	0,00000004	0,0000000002	0,005
Peces	1,04	1000	0,001	0,0000000002	0,0000002

8.4.6 Discusión

De acuerdo con el análisis de caracterización del riesgo para el CES Retroceso durante el ciclo productivo entre los años 2020 a 2022, las estimaciones de la concentración esperada en el ambiente (valor PEC) se encontraron por debajo a 1 partes por trillón (ppt o ng/L), por lo que estos niveles no se representaría un riesgo para la biota marina, considerando incluso datos ecotoxicológicos a corto plazo. El uso de un factor de incertidumbre de 1000 para el cálculo del RQ, reflejó un enfoque altamente conservador orientado a garantizar la protección de los organismos acuáticos, dejando mayor evidencia del bajo riesgo en el ambiente marino.

Basado en estos antecedentes, en el caso del antiparasitario benzoato de emamectina el valor de riesgo (RQ) estuvo a un orden de magnitud del umbral de riesgo ($RQ > 1$). En Figura 8.16 se muestra una escala del riesgo (RQ calculado) para florfenicol ($RQ_{florfenicol}$) y emamectina ($RQ_{emamectina}$) durante el ciclo productivo 2020/2022, evidenciando que la posibilidad de generar efectos al medio ambiente marino para el caso de emamectina se encuentra 1.000 veces por debajo a una condición adversa no tolerable por organismos marinos que representan al ecosistema en este estudio.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	96
		IT-VUL-CESRETROCESO		

CES Retroceso (SIEP 120192)



Figura 8.16: Escala de riesgo (logarítmica) basado en los resultados máximos de RQ para el CES Retroceso en el ciclo productivo 2020/2022.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	97
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

9 CONCLUSIONES

9.1 RESPECTO AL CICLO: 2020-2022

Para el ciclo 2020-2022, es posible descartar efectos ambientales en las aguas marinas y sedimentos que rodean al CES Estero Retroceso que pudiesen atribuirse a la sobreproducción de dicho ciclo, según fue posible determinar en base a las concentraciones de oxígeno disuelto, junto a la presencia de FAN y de otras variables analizadas. Esto es ratificado, finalmente, con los resultados de la INFA del período, que mostró una condición Aeróbica.

9.2 RESPECTO AL ESTADO DE LA COLUMNA DE AGUA

Después de finalizado el ciclo 2020-2022 del CES Estero Retroceso, también las aguas marinas presentaron concentraciones de nutrientes acordes a lo esperable para aguas marinas de la Región de Magallanes.

9.3 RESPECTO DEL ANÁLISIS DE INFORMACIÓN AMBIENTAL COMPLEMENTARIA

A partir de los resultados obtenidos en la sección 8 de este Informe, donde se analizan componentes o alcances ambientales complementarios, y la estimación de posibles efectos, se puede advertir que en el caso del lecho marino si bien el flujo de carbono supera los 5 gC/m²/día, se espera en un plazo aproximado de 6,0 meses (equivalente a los tiempos empleados en las ejecuciones de INFA), el lecho marino disminuya sus valores de flujo de carbono por debajo de 1 gC/m²/día, el cual corresponde al valor estándar empleado para delimitar las plumas de material particulado depositado en el lecho.

La comparación del apartado 8.1.3 demuestra que, a pesar de las diferencias entre escenarios, no conlleva necesariamente efectos en la vida acuática. Por otro lado, con sobreproducción el tiempo de decaimiento conservadora versus optimista es de **3,5 meses**.

Lo anteriormente mencionado corresponde a una evidencia numérica de que **los procesos actúan en una ventana de tiempo acotada, es decir, tienen un inicio y un término que se puede estimar, por lo cual en el lecho los efectos no serían acumulativos**.

En el caso del bentos submareal, se pudo advertir que el CES Estero Retroceso no registra una caracterización de los sedimentos submareales ni de la biota, en términos de fauna macrobentónica, flora marina u otros componentes biológicos.

No obstante, lo anterior, en la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) efectuada para este CES en los años 2010, 2012 y el informe complementario del 2013, se llevó a cabo el

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	98
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

levantamiento de las comunidades de avifauna y mamíferos marinos y de la presencia de macroalgas. De su análisis se pudo concluir que el área que rodea al CES Estero Retroceso es frecuentada por especies de aves y mamíferos marinos que son típicas y comunes en la Región de Magallanes, por lo que aparentemente las condiciones oceanográficas del medio circundante y las de operación del CES, no han afectado el hábitat que rodea al centro, permitiendo mantener la calidad de los fondos marinos en una condición de aerobiosis, tal cual lo muestra los resultados de la INFA realizadas.

Lo anteriormente expuesto se sustenta en los resultados ilustrados en las Tabla 8.4, Tabla 8.5 y Tabla 8.6, que resumen el detalle de las especies de aves avistadas durante distintos períodos de tiempo, así como también en todo e análisis presentados en la sección 8.2.2.

Asimismo, se informa de la presencia de la macroalga parda *M. pyrifera*, lo que coincide con el rango de distribución informado en la literatura para esta especie.

Según los resultados obtenidos para el balance de masa de nutrientes en columna de agua, se pudo advertir que, debido a la sobreproducción declarada las concentraciones de nitrógeno en el medio marino circundante al centro de engorda, presentaron valores superiores al de uno de los autores en referencia durante un mes, coincidente con los de máxima producción, no llegando al límite de riesgo de polución, para el caso del fósforo este se mantuvo dentro de los valores referenciales.

La superación de los niveles históricos máximos de nitrógeno disuelto se presentó en el mes 12 y principalmente estuvo condicionado por los valores máximos (estimación conservadora), superando levemente el umbral de polución durante el mismo mes. Sin embargo, esta superación es debido a las fluctuaciones máximas, pues la curva de valores medios no se eleva hasta dichos umbrales, por lo que se evidencia que las superaciones corresponden a eventos esporádicos.

Lo anteriormente descrito es concordante con lo previamente indicado con el análisis de nutrientes, así como también con oxígeno disuelto en el agua, reforzando de esta manera las conclusiones previamente emitidas y consecuentemente, validando los análisis ambientales efectuados.

El estudio realizado por INTESAL (sección 8.4) sugiere ausencia de riesgo ambiental durante el ciclo productivo 2020/2022, basado en los antecedentes de uso del antibiótico florfenicol y el antiparasitario emamectina en el CES Retroceso. Por lo que, la posibilidad de generar efectos negativos al ambiente marino, para el caso de emamectina, se encuentra 1.000 veces por debajo a una condición adversa que sobrepase el límite de riesgo ($RQ > 1$).

 ecotecnos <small>CONSEJORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	99
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

De esta forma, a modo de conclusión para el ciclo en estudio del CES Estero Retroceso, si bien se ha identificado un efecto acotado, espacial y temporalmente, el análisis de la información ambiental complementaria concuerda con que este efecto no subsiste ni ha generado un efecto acumulativo, por lo que la conclusión del Informe de Efectos presentado en el mes de julio de 2022 a propósito del Rol D-104-2022 se mantiene en cuanto a que, en base a la información disponible, la sobreproducción de biomasa declarada por el Titular no ha tenido un efecto adverso sobre el medio marino.


PhD. Ing. Matías Quezada Labra
 Ecotecnos S.A.
 Viña del Mar, 17 de marzo de 2025

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	100
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

10 BIBLIOGRAFÍA

Aqua, Acuicultura + Pesca. <https://www.aqua.cl/2015/01/12/salmonicultura-los-valores-actuales-de-factor-de-conversion-de-alimentos/#.> Visitado el 01/07/2022.

Bureau D, Gunther S & C Cho. 2003. Chemical composition and preliminary theoretical estimates of waste outputs of rainbow trout reared in commercial cage culture operations in Ontario. *N Am J Aquaculture* 65: 33–38.

Buschmann A. 2001. Impacto ambiental de la acuicultura, el estado de la investigación en Chile y el mundo. Terram Publicaciones. 61 p.

Calderón N. 2019. Índice de Calidad de Aguas Costeras para Chile. Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de Química Ambiental. Universidad de Chile - Facultad de Ciencias -Escuela de Pregrado. 92 p.

Capella, J., W. Sielfeld & J. Gibbons. 2013a. Estudio del Huillín, Lontra provocax, en el sector de caleta Cascada en el estero Pérez de Arce, golfo Xaultegua, Estrecho de Magallanes, Chile. Informe final para Acuícola Cordillera Ltda. Abril 2013. 26 pp.

Capella, J., W. Sielfeld & J. Gibbons. 2013b. Estudio del Huillín, Lontra provocax, en el sector de Estero Retroceso, golfo Xaultegua, Estrecho de Magallanes, Chile. Informe final para Acuícola Cordillera Ltda. Abril 2013. 24 pp.

Chen YS, Beveridge MCM, Telfer TC & WJ Roy. 2003. Nutrient leaching and settling rate characteristics of the faeces of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and the implications for modelling of solid waste dispersion. *J Appl Ichthyol* 19:114–117.

Cho CY & DP Bureau. 1998. Development of bioenergetic models and the Fish-PrFEQ software to estimate production, feeding ration and waste output in aquaculture. *Aquat. Living Resour.* 199-210.

Cho YC. 2004. Development of Computer Models for Fish Feeding Standards and Aquaculture Waste Estimations: A Treatise. Ontario, Canada: University of Guelph.

Cornejo M. 2012. Composición y distribución de las comunidades microplanctónicas y su relación con las condiciones físico/químicas en la zona comprendida entre los canales Trinidad y Smyth, Sur de Chile. Tesis de Grado presentada como parte de los requisitos para optar al Título de Biólogo Marino. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología Marina. 61 pp.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	101
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Correll D. 1998. The role of phosphorus in the eutrophication of receiving waters: A review. *J. Environ. Qual.*, 27(2): 261 – 266.

Cude CG. 2007. Oregon Water Quality Index: A tool for evaluating water quality management effectiveness. *Journal of the American water resources association*. 37: 1-13.

Davidson K, R Gowen, P Tett, E Bresnan, P Harrison, A McKinney, S Milligan, D Mills, J Silke & A Crooks. 2012. Harmful algal blooms: How strong is the evidence that nutrient ratios and forms influence their occurrence?. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 115: 399 – 413.

Dirección general del Territorio Marítimo y de Marina Mercantes (DIRECTEMAR). 2022. <https://www.directemar.cl/directemar/intereses-maritimos/p-o-a-l-programa-de-observacion-del-ambiente-litoral/datos-poal>. Visitado el 01/07/2022.

Dirección general del Territorio Marítimo y de Marina Mercantes (DIRECTEMAR). 2022. https://www.directemar.cl/directemar/site/tax/port/fid_adjunto/taxport_52_180_480_1.html . Puerto Natales (2019). Visitado el 01/07/2022.

Dirección general del Territorio Marítimo y de Marina Mercantes (DIRECTEMAR). 2022. https://www.directemar.cl/directemar/site/tax/port/fid_adjunto/taxport_52_182_482_1.html . Punta Arenas (2019). Visitado el 01/07/2022.

Dirección general del Territorio Marítimo y de Marina Mercantes (DIRECTEMAR). 2022. https://www.directemar.cl/directemar/site/tax/port/fid_adjunto/taxport_52_183_483_1.html . Porvenir (2017). Visitado el 01/07/2022.

FAO. 2006. The state of world fisheries and aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2006. ISSN 1020-5489.

Folke C & N Kautsky. 1989. The role of ecosystems for a sustainable development of aquaculture. *Ambio*, 18: 234-243.

Gupta AK, Gupta SK & S Rashmi. 2003. A Comparison of Water Quality Indices for Coastal Water. *Journal of Environmental Science and Health*. 38:2711-2725.

Modelling benthic impacts of organic enrichment from marine aquaculture. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1949, xi + 125 p.

Hargrave, B. T., & Phillips, G. A. (1989). Decay times of organic carbon in sedimented detritus in a macrotidal estuary. *Marine ecology progress series*. Oldendorf, 56(3), 271-279.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	102
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Hargrave BT, Duplesia DE, Pfeiffer E & DJ Wildish. 1993. Seasonal changes in benthic fluxes of dissolved oxygen and ammonium associated with marine cultured Atlantic salmon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 96, 249–257.

Hargrave BT, Phillips GA, Doucette LI, White MJ, Milligan TG, Wildish DJ & RE Cranston. 1997. Assessing benthic impacts of organic enrichment from marine aquaculture. *Water, Air Soil Poll.* 99, 641–650.

Hargrave BT, Holmer M & CP Newcombe. 2008. Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators. *Marine Pollution Bulletin* 56 (2008) 810–824.

Hidrolab AGQ, 2018-2022. Informes de monitoreo.

Hucke-Gaete R & J Ruiz. 2010. Guía de campo de las especies de aves y mamíferos marinos del sur de Chile. Especies comunes de avistar en las regiones de Los Lagos y Aysén. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 132 p.

Informe Ambiental, INFA. ORD/D.G.A./N° 132377. Análisis Ambiental Centro de Cultivo Código 120136. 31 de octubre de 2018. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

Informe Ambiental, INFA. ORD/D.G.A./N° 154241. Análisis Ambiental Centro de Cultivo Código 120136. 06 de noviembre de 2020. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

INVEMAR (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras). 2011. Formulación del índice de calidad de aguas costeras para los países del proyecto SPINCAM. Documento metodológico.

Libes S. 1992. An introduction to marine biogeochemistry. Ed. J. Wiley and Sons Inc. New York, 734 pp.

Liou SM, Lo SL & SH Wang. 2004. A Generalized Water Quality Index for Taiwan. *Environmental monitoring and assessment*. 96: 35-52.

Naqvi S, H Bange, L Farías, P Monteiro, M Scranton & J Zhang. 2010. Marine hypoxia/anoxia as a source of CH₄ and N₂O. *Biogeosciences*, 7(2): 159–2.190.

Olsen LM, Holmer M & Y Olsen. 2008. Perspectives of nutrient emission from fish aquaculture in coastal waters. Literature review with evaluated state of knowledge. FHF project, 542014, 87.

Olsen Y & L M Olsen. 2008. Environmental impact of aquaculture on coastal planktonic ecosystems. In: Tsuka - moto K, Kawamura T, Takeuchi T, Beard TD Jr, Kaiser MJ

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	<small>Nº DOCUMENTO</small> IT-VUL-CESRETROCESO	<small>EDICIÓN / REVISIÓN</small> 2/1	103
		<small>Fecha de emisión:</small> 17-03-2025	<small>Emitido por:</small> Ecotecnos S.A.	

(eds) Fisheries for global welfare and environment. Proc 5th World Fisheries Congress 2008, Terrapub, Tokyo, p 181–196.

Pantoja, S., Iriarte, J. L., Gutiérrez, M., & Calvete, C. (2010). The southern Chile continental margin. Carbon and nutrient fluxes in continental margins: a global synthesis. Global change. The IGBP Series, Springer Verlag, Berlin, 265-272.

Plancton Andino, 2012. Declaración de impacto ambiental Centro de cultivo Estero Retroceso Isla Riesco Sector Sur Nº PERT: 207121273.

RCA N° 137/2013. Proyecto “Centro de Cultivo Estero Retroceso Isla Riesco Sector Sur N° PERT: 207121273”.

Redfield A. 1934. On the proportions of organic derivations in seawater and their relation to the composition of plankton. En: James Johnstone Memorial Volume. (ed. R.J. Daniel). University Press of Liverpool, 177 – 192 pp.

Reid G., Liutkus M, Robinson S & T Chopin. 2009. A review of the biophysical properties of salmonid faeces: implications for aquaculture waste dispersal models and integrated multi-trophic aquaculture. *Aquacult Res* 40: 257–273

Rojas N. 2015. Evaluación de relación de Redfield, en la zona de los fiordos norpatagónicos chilenos. Tesis de Magíster en Oceanografía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - Universidad de Valparaíso, Valparaíso, 101 pp.

Silva N. 2006. Oxígeno disuelto, pH y nutrientes en canales y fiordos australes. En: Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos. N. Silva & S. Palma (eds.) Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, pp. 37-43.

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA, <https://www.subpesca.cl/portal/616/w3-article-850.html#descripcion>). Visitado el 08/09/2023.

Sugiura S, Marchant D, Kelsey K, Wiggins T & R Ferraris. 2006. Effluent profile of commercially used low-phos- phorus fish feeds. *Environ Pollut* 140: 95–101.

Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). 2022. Res. Ex. N° 1/ROL D-001-2025, Formula cargos que indica a Australis Mar S.A., titular de CES Estero Retroceso (RNA 120192) 10 de enero de 2025.

Wang X, Olsen M, Reitan KI & Y Olsen. 2012. Discharge of nutrient wastes from salmon farms: environmental effects, and potential for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquacult Environ Interact* 2: 267-283.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	N° DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	104
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Wildish DJ, Hargrave BT & G Pohle., 2001. Cost effective monitoring of organic enrichment resulting from salmon mariculture. *J. Mar. Sci.* 58, 469–476.

WSP, 2023. Informe estimación de dispersión de emisiones líquidas “CES COSTA (110857)”.

Listado de Archivos Suministrados por Australis Mar S.A.:

Ciclo 2020-2022:

- FCR RETROCESO 2020-2022
- Retroceso20
- GTR fan – Historial
- REtroceso_120192
- australis_au-esteroretroceso-jen_oxygen_2020-06-12T12_00_00_2022-0
- Estero retroceso TTO CICLO 2020-2022
- OI-20328 INFORME ASC CENTRO ESTERO RETROCESO. AGOSTO
- OI-32100_INFORME FINAL ASC CENTRO ESTERO RETROCESO_FEBRERO 2022_
- 2019 - Biodiversidad Aves y mamíferos marinos Estero Retroceso

Viña del Mar, 07 de febrero de 2025

 ecotecnos. CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CESRETROCESO	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	105
		Fecha de emisión: 17-03-2025	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

A N E X O I

INFA del 22-08-2021

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES ESTERO RETROCESO	<small>Nº DOCUMENTO</small> IT-VUL-CESRETROCESO	<small>EDICIÓN / REVISIÓN</small> 2/1	106
		<small>Fecha de emisión:</small> 17-03-2025	<small>Emitido por:</small> Ecotecnos S.A.	



ORD.Nº : DN - 04384/2021
ANT. : ARTICULO N° 19, D.S. N° 320/01, REGLAMENTO AMBIENTAL
PARA LA ACUICULTURA, RAMA
MAT. : INFORMA ANALISIS AMBIENTAL CENTRO DE CULTIVO
CODIGO 120192

VALPARAISO, 25/10/2021

DE: JEFA DE DEPARTAMENTO GESTIÓN AMBIENTAL
 SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA
A : AUSTRALIS MAR S.A.

De acuerdo al análisis efectuado a los antecedentes entregados en el INFA categoría 5, correspondiente al centro 120192, muestreado el 22-08-2021, por la entidad de análisis Aquagestion, se ha concluido que el centro de cultivo presenta para el periodo informado condiciones ambientales **AERÓBICAS**.

Saluda atentamente a Ud.,



JAZMIN ABELUSKA SALINAS OLIVARES
JEFA DE DEPARTAMENTO GESTIÓN AMBIENTAL
SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA

Incl.: 2 copia(s) de 120192 (5 hojas)
 Documento Digital: 120192 Plano [Ver](#) (Uso Interno)
 Documento Digital: 120192 Datos [Ver](#) (Uso Interno)

c.c.: MENDOZA CRISTI ROSSANA DEL CARMEN (Secretaría Gestión Ambiental (Subrogado))
 GAHONA ABALOS ELIZABETH ANDREA (Funcionario)
 SUBSECRETARIA DE PESCA Y ACUICULTURA -



Código: 1635216046693 validar en <https://www.esigner.cl/EsignerValidar/verificar.jsp>

ANEXO

INFORMACION ENTREGADA EN EL INFORME AMBIENTAL CON RELACION A LA MATERIA ORGANICA, PH, REDOX, Y OXIGENO EN LA COLUMNA DE AGUA.

Centro: 120192 Categoría 5 Provincia: MAGALLANES Region: XII. Magallanes
 Titular: AUSTRALIS MAR S.A. Muestreo: 22-08-2021 Entrega INFA: 04-10-2021
 Consultora: Aquagestión S.A. Laboratorio: Aquagestión S.A.

Analisis de antecedentes administrativos y de operacion
 Presenta plano batimétrico y de ubicación de modulos de cultivo
 Presenta plano batimétrico y ubicación de estaciones de muestreo

3. De acuerdo al análisis efectuado a los antecedentes entregados en el informe ambiental (Anexo), se ha concluido que el centro de cultivo presenta para el período informado condiciones ambientales AERÓBICAS.

Materia Orgánica: datos crudos y promedios. % mat Orgánica

* El nivel de aceptabilidad para la Materia Orgánica es menor o igual a 9% del peso de la muestra

Redox: Promedio de estaciones (mV)

* El nivel de aceptabilidad para el Redox es mayor o igual a 50 mV

Ph: Promedio de estaciones (pH)

* El nivel de aceptabilidad para el pH es mayor o igual a 7,1 pH

Oxígeno en Columna Agua. O2(mg/l)

Centro	Estación	P1(m)	P102
120192	Cat 5 Oxígeno E1	1	9.5
120192	Cat 5 Oxígeno E1	5	8.0
120192	Cat 5 Oxígeno E1	10	6.6
120192	Cat 5 Oxígeno E1	15	8.4
120192	Cat 5 Oxígeno E1	20	8.3
120192	Cat 5 Oxígeno E1	25	8.3
120192	Cat 5 Oxígeno E1	30	8.3
120192	Cat 5 Oxígeno E1	40	8.0
120192	Cat 5 Oxígeno E1	50	7.6
120192	Cat 5 Oxígeno E1	60	6.6
120192	Cat 5 Oxígeno E1	70	6.7
120192	Cat 5 Oxígeno E1	80	6.6
120192	Cat 5 Oxígeno E1	90	6.8
120192	Cat 5 Oxígeno E1	100	7.0
120192	Cat 5 Oxígeno E1	110	7.0
120192	Cat 5 Oxígeno E1	120	6.6
120192	Cat 5 Oxígeno E1	130	6.3
120192	Cat 5 Oxígeno E1	140	6.3
120192	Cat 5 Oxígeno E1	150	6.6
120192	Cat 5 Oxígeno E1	160	6.3
120192	Cat 5 Oxígeno E1	170	5.8
120192	Cat 5 Oxígeno E1	172	5.8
120192	Cat 5 Oxígeno E2	1	9.4
120192	Cat 5 Oxígeno E2	5	7.8
120192	Cat 5 Oxígeno E2	10	7.6
120192	Cat 5 Oxígeno E2	15	7.6
120192	Cat 5 Oxígeno E2	20	8.2
120192	Cat 5 Oxígeno E2	25	8.5
120192	Cat 5 Oxígeno E2	30	8.4
120192	Cat 5 Oxígeno E2	40	8.0
120192	Cat 5 Oxígeno E2	50	7.5
120192	Cat 5 Oxígeno E2	60	6.7
120192	Cat 5 Oxígeno E2	70	6.6
120192	Cat 5 Oxígeno E2	80	6.6

120192	Cat 5 Oxígeno E2	90	6.9
120192	Cat 5 Oxígeno E2	100	7.2
120192	Cat 5 Oxígeno E2	110	7.1
120192	Cat 5 Oxígeno E2	120	7.1
120192	Cat 5 Oxígeno E2	130	7.1
120192	Cat 5 Oxígeno E2	140	7.0
120192	Cat 5 Oxígeno E2	150	6.9
120192	Cat 5 Oxígeno E2	160	6.3
120192	Cat 5 Oxígeno E2	170	6.2
120192	Cat 5 Oxígeno E2	175	6.1
120192	Cat 5 Oxígeno E3	1	9.7
120192	Cat 5 Oxígeno E3	5	7.9
120192	Cat 5 Oxígeno E3	10	6.8
120192	Cat 5 Oxígeno E3	15	7.6
120192	Cat 5 Oxígeno E3	20	8.4
120192	Cat 5 Oxígeno E3	25	8.6
120192	Cat 5 Oxígeno E3	30	8.4
120192	Cat 5 Oxígeno E3	40	8.0
120192	Cat 5 Oxígeno E3	50	7.6
120192	Cat 5 Oxígeno E3	60	6.6
120192	Cat 5 Oxígeno E3	70	6.6
120192	Cat 5 Oxígeno E3	80	6.7
120192	Cat 5 Oxígeno E3	90	6.9
120192	Cat 5 Oxígeno E3	100	7.2
120192	Cat 5 Oxígeno E3	110	7.0
120192	Cat 5 Oxígeno E3	120	7.1
120192	Cat 5 Oxígeno E3	130	6.8
120192	Cat 5 Oxígeno E3	140	6.7
120192	Cat 5 Oxígeno E3	150	6.8
120192	Cat 5 Oxígeno E3	160	6.4
120192	Cat 5 Oxígeno E3	170	6.2
120192	Cat 5 Oxígeno E3	175	6.3
120192	Cat 5 Oxígeno E4	1	9.8
120192	Cat 5 Oxígeno E4	5	8.4
120192	Cat 5 Oxígeno E4	10	6.7
120192	Cat 5 Oxígeno E4	15	7.3
120192	Cat 5 Oxígeno E4	20	8.3
120192	Cat 5 Oxígeno E4	25	8.5
120192	Cat 5 Oxígeno E4	30	8.4
120192	Cat 5 Oxígeno E4	40	7.9
120192	Cat 5 Oxígeno E4	50	7.5
120192	Cat 5 Oxígeno E4	60	6.3
120192	Cat 5 Oxígeno E4	70	6.6
120192	Cat 5 Oxígeno E4	80	6.7
120192	Cat 5 Oxígeno E4	90	6.8
120192	Cat 5 Oxígeno E4	100	7.0
120192	Cat 5 Oxígeno E4	110	6.9
120192	Cat 5 Oxígeno E4	120	6.8
120192	Cat 5 Oxígeno E4	130	6.5
120192	Cat 5 Oxígeno E4	140	6.5
120192	Cat 5 Oxígeno E4	150	6.5
120192	Cat 5 Oxígeno E4	160	6.0
120192	Cat 5 Oxígeno E4	170	5.9
120192	Cat 5 Oxígeno E4	171	5.7
120192	Cat 5 Oxígeno E5	1	9.6
120192	Cat 5 Oxígeno E5	5	7.4
120192	Cat 5 Oxígeno E5	10	6.4
120192	Cat 5 Oxígeno E5	15	8.3
120192	Cat 5 Oxígeno E5	20	8.2
120192	Cat 5 Oxígeno E5	25	8.4
120192	Cat 5 Oxígeno E5	30	8.4
120192	Cat 5 Oxígeno E5	40	7.9
120192	Cat 5 Oxígeno E5	50	7.3
120192	Cat 5 Oxígeno E5	60	6.3
120192	Cat 5 Oxígeno E5	70	6.5
120192	Cat 5 Oxígeno E5	73	6.4
120192	Cat 5 Oxígeno E6	1	9.7
120192	Cat 5 Oxígeno E6	5	7.8
120192	Cat 5 Oxígeno E6	10	6.8
120192	Cat 5 Oxígeno E6	15	8.2
120192	Cat 5 Oxígeno E6	20	8.2

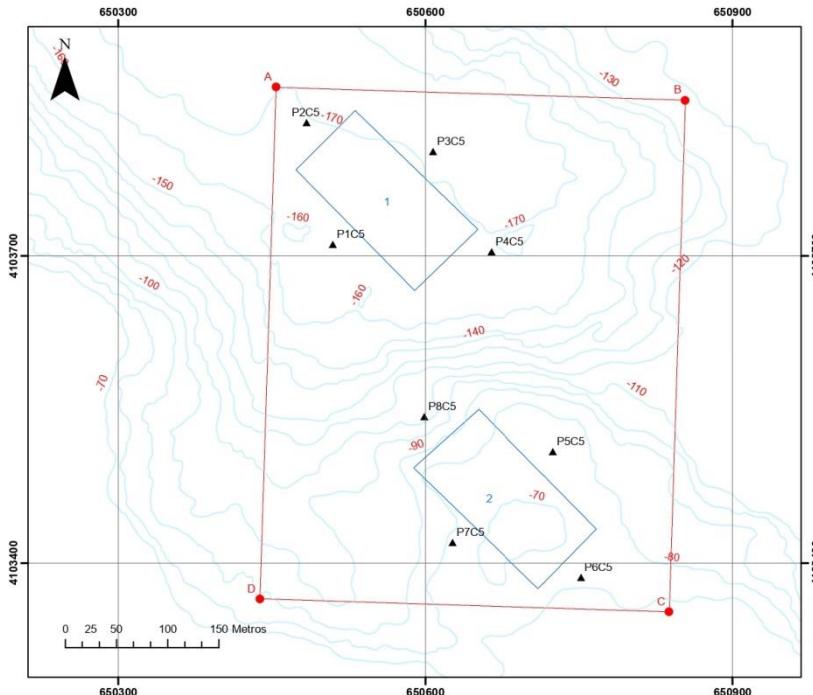
120192	Cat 5 Oxígeno E6	25	8.2
120192	Cat 5 Oxígeno E6	30	8.1
120192	Cat 5 Oxígeno E6	40	7.9
120192	Cat 5 Oxígeno E6	50	7.4
120192	Cat 5 Oxígeno E6	60	6.2
120192	Cat 5 Oxígeno E6	70	6.4
120192	Cat 5 Oxígeno E6	74	6.5
120192	Cat 5 Oxígeno E7	1	9.5
120192	Cat 5 Oxígeno E7	5	7.5
120192	Cat 5 Oxígeno E7	10	6.5
120192	Cat 5 Oxígeno E7	15	6.9
120192	Cat 5 Oxígeno E7	20	8.2
120192	Cat 5 Oxígeno E7	25	8.5
120192	Cat 5 Oxígeno E7	30	8.3
120192	Cat 5 Oxígeno E7	40	8.0
120192	Cat 5 Oxígeno E7	50	7.2
120192	Cat 5 Oxígeno E7	60	6.3
120192	Cat 5 Oxígeno E7	70	6.4
120192	Cat 5 Oxígeno E7	78	6.2
120192	Cat 5 Oxígeno E8	1	7.7
120192	Cat 5 Oxígeno E8	5	6.5
120192	Cat 5 Oxígeno E8	10	6.2
120192	Cat 5 Oxígeno E8	15	7.2
120192	Cat 5 Oxígeno E8	20	8.3
120192	Cat 5 Oxígeno E8	25	8.2
120192	Cat 5 Oxígeno E8	30	8.3
120192	Cat 5 Oxígeno E8	40	8.1
120192	Cat 5 Oxígeno E8	50	8.0
120192	Cat 5 Oxígeno E8	60	7.1
120192	Cat 5 Oxígeno E8	70	6.3
120192	Cat 5 Oxígeno E8	80	6.5
120192	Cat 5 Oxígeno E8	90	6.3
120192	Cat 5 Oxígeno E8	100	6.5
120192	Cat 5 Oxígeno E8	103	6.5

* El nivel de aceptabilidad para el O₂ en la columna de agua es mayor o igual a 2,5 mg/L a 1 m del fondo

JSO/Ihc (Sernapesca)



REVISIÓN INFA CENTRO 120192 FECHA 22-08-2021
XII REGIÓN DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA CHILENA



Simbología

Estaciones de muestreo 22-08-2021
 ▲ OXÍGENO
 □ MÓDULO
 ■ CONCESIÓN

CONCESIÓN 120192

VÉRTICE	LATITUD	LONGITUD
A	53° 11' 35.66"S	72° 44' 52.37"W
B	53° 11' 35.66"S	72° 44' 30.82"W
C	53° 11' 51.84"S	72° 44' 30.82"W
D	53° 11' 51.84"S	72° 44' 52.37"W

Fuente: SSP WGS-84

ESTACIONES DE MUESTREO 22-08-2021			
Estación	Abreviatura	Este	norte
Cat 5 Oxígeno E1	P1C5	626118	4978444
Cat 5 Oxígeno E2	P2C5	626447	4978368
Cat 5 Oxígeno E3	P3C5	626115	4978241
Cat 5 Oxígeno E4	P4C5	626128	4978188
Cat 5 Oxígeno E5	P5C5	626126	4978164
Cat 5 Oxígeno E6	P6C5	626162	4979264
Cat 5 Oxígeno E7	P7C5	626272	4978368
Cat 5 Oxígeno E8	P8C5	626558	4978452

Fuente: Plano Autocad Laboratorio: Aquagestión

Base Cartográfica: Basado en WGS-84 Zona 18s
 Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura
 Departamento de Gestión Ambiental
 2021 TfU/tfl

Módulo A

Vértice	Este	Norte	Desplazamiento
1	678518	4169927	0 mts
2	678672	4170135	0 mts
3	678619	4170176	0 mts
4	678463	4169965	0 mts

Fuente: Plano Autocad 22-08-2021 Laboratorio: Aquagestión

Base Cartográfica: Basado en WGS-84 Zona 18s
 Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura
 Departamento de Gestión Ambiental
 2021 TfU/tfl