



**CHILE
AVANZA
CONTIGO**



ESTRATEGIA DE CUMPLIMIENTO AMBIENTAL PARA CENTROS DE ENGORDA DE SALMONES (CES)

Superintendencia del Medio Ambiente



Créditos

Elaboración:

- Comité de Acuicultura de la Superintendencia del Medio Ambiente¹.

Diseño: Oficina de Comunicaciones.

Enero, 2026

¹ Formalizado mediante Res. Ex. N° 1.017 del 28 de junio de 2024.

Índice★

1. Presentación

p.5

2. Introducción

p.7

3. Antecedentes

p.11

3.1 Marco Normativo

3.2 Acuicultura, los Centros de Engorda de Salmones (CES) y sus externalidades

3.3 Diagnóstico

3.4 Modelo de fiscalización de los residuos líquidos

4. Objetivos de la Estrategia

p.21

4.1 Objetivo General

4.2 Objetivos Específicos

5. Actividades de la Estrategia

p.23

5.1 OE1: Gestionar de manera permanente y continua la sistematización de la información relevante para la ejecución de la estrategia, asegurando su actualización y mejora

5.2 OE2: Asistir de forma continua al sector regulado en el cumplimiento de sus obligaciones ambientales, facilitando el entendimiento de la normativa vigente y el acceso oportuno a información clara y permanente

5.3 OE3: Fortalecer y perfeccionar el modelo de monitoreo y fiscalización en materias de posicionamiento y producción, con el fin de ampliar la cobertura del sector y la oportunidad de fiscalización, priorizando un enfoque preventivo y la corrección temprana de incumplimientos ambientales

5.4 OE4: Implementar y mantener un modelo de respuesta oportuna frente a eventuales incumplimientos, que considere la aplicación de acciones correctivas y sancionatorias, según corresponda

5.5 OE5: Explorar y desarrollar nuevas líneas de trabajo, basadas en investigación científica y rigurosidad técnica, que permitan ampliar y actualizar los compromisos ambientales evaluados del sector

6. Evaluación, revisión y actualización de la Estrategia

p.40

7. Anexos

p.44

7.1 Características del proceso productivo del salmón y Centros de Engorda de Salmones

7.2 Metodología para la determinación de posicionamiento de CES

7.3 Metodología para la determinación de producción de salmones

7.4 Metodología de alertas de baja de oxígeno disuelto

1. Presentación

La Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante “SMA”) desde su creación, en el año 2010 y, más precisamente desde la entrada de sus competencias plenas, en diciembre de 2012, se ha posicionado como una entidad altamente tecnificada, cuyo fin público es asegurar el cumplimiento de los instrumentos de carácter ambiental (en adelante “ICA”).



Dado el diseño regulatorio que la guía, contenido en su ley orgánica (en adelante “LOSMA”), sumado a la existencia de más de veinte mil sujetos obligados a diversos ICA, y a las limitaciones presupuestarias, entre otros factores, hace imprescindible generar estrategias responsivas, que maximice sus capacidades, de tal manera de permitir, en términos eficientes y efectivos, incidir en el cumplimiento ambiental, a través del ejercicio de la potestad fiscalizadora y sancionadora.

La presente Estrategia de Cumplimiento Ambiental- CES, se erige en cuatro pilares, la prevención, la corrección, la respuesta sancionadora, y la evaluación de resultados, y a partir de ellos, se definen acciones, actividades y objetivos. En síntesis, la SMA busca el cumplimiento efectivo, a través de distintas tareas: actuar preventivo, detectar la conducta incumplidora, desarrollar herramientas y estrategias, evaluando su éxito o fracaso y, modificando el enfoque conforme a su resultado.

Esta Estrategia, busca racionalizar las capacidades, priorizar y focalizar esfuerzos, con un solo objetivo que es asegurar el cumplimiento ambiental. La publicidad de la misma, no solo para los regulados, sino para cualquier interesado, permite su seguimiento y rendición de cuentas, cuestiones importantes para garantizar instituciones confiables y fortalecidas.

Con este hito, y sobre la base de los mismos pilares, la SMA irá abordando paulatinamente otros sectores o rubros, consolidando así, un modelo de gestión, orientado al cumplimiento ambiental, de carácter racional y equilibrado, asegurando la finalidad pública que la inspira.

Finalmente, a los equipos que participaron en la elaboración de este documento, y, en especial a quienes, con los años de experiencia en la SMA, entregaron los elementos centrales y propios de esta estrategia, a todos ellos, mi agradecimiento y reconocimiento por su contribución a un mejor País.

Marie Claude Plumer Bodin

Superintendente del Medio Ambiente

2. Introducción

La salmonicultura es una rama de la acuicultura dedicada a la cría y comercialización de salmónidos, con el objetivo de mejorar la calidad del producto y asegurar la propiedad de las existencias cultivadas². Chile se destaca como uno de los líderes mundiales en esta industria, siendo el segundo mayor productor a nivel global, y el segundo sector exportador más importante del país después del cobre. Esta actividad se concentra principalmente en las regiones de Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes y la Antártica Chilena (en adelante “macrozona sur”), siendo las especies más cultivadas el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) y la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

A lo largo de su historia, el sector ha enfrentado diversas crisis y desafíos ambientales que han exigido el desarrollo progresivo de capacidades regulatorias, de fiscalización y de gestión institucional. Un ejemplo relevante fue la aparición del virus de la Anemia Infecciosa del Salmón (“ISA”), en el año 2007, lo que impulsó la implementación de medidas de contingencia, vigilancia y control, incluyendo la regulación de densidades máximas de cultivo, períodos de descanso y protocolos sanitarios. Otro caso importante, fue la masiva floración de algas nocivas (“FAN”), ocurrida en el año 2016³, que generó mortalidades masivas de gran magnitud en múltiples centros y requirió respuestas coordinadas por parte de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (en adelante “SUBPESCA”), del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (en adelante “SERNAPESCA”), y de la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante “SMA”).

Más allá de estos eventos críticos, la producción salmonera puede presentar potenciales efectos sobre el medio ambiente, tales como: (i) deterioro de la calidad del agua y del fondo marino por ingreso de nutrientes, antibióticos y mortalidades asociadas a caídas en el oxígeno disuelto; (ii) impactos en áreas no evaluadas al operar fuera de zonas concesionadas; (iii) generación de residuos sólidos, incluyendo estructuras abandonadas en fondo y playas; y (iv) afectación a la fauna local por escapes de salmones.

² Wigodski, T. (2024). Libro: Salmón Chileno: Responsabilidad compartida. JC Sáez Editor. 195 pp.


³ Disponible en: https://www.terram.cl/descargar/recursos_naturales/salmonicultura/app_analisis_de_politicas_publicas/APP-68-Historia-del-Huirihue-en-Chile-Florecimientos-Algales-Nocivos.pdf

Considerando las características de la actividad, esto es, entre otros, las características del emplazamiento de los CES, por ejemplo, se encuentran en zonas extremas, de difícil acceso y en ecosistemas sensibles, como también, la masividad de los instrumentos de carácter ambiental que deben ser fiscalizados) y, la magnitud de los eventuales riesgos ambientales, hace necesario ejercer una fiscalización oportuna y efectiva, que asegure la protección efectiva de los componentes ambientales resguardados por los instrumentos de carácter ambiental de competencia de la SMA.

En este contexto, y en el marco de sus competencias de monitoreo, fiscalización y cumplimiento ambiental, la SMA, ha venido desarrollando y aplicando, desde hace varios años, una línea de trabajo estratégica orientada al sector salmonicultor, la cual se consolida, sistematiza y proyecta a través del presente documento. En efecto, esta estrategia constituye una herramienta para transparentar, diseñar, planificar y ejecutar las acciones que permitan ejercer dichas competencias de manera eficiente y eficaz, ordenar las líneas de trabajo existentes y servir como referencia para la actuación presente y futura de la SMA. Asimismo, la estrategia se concibe como un instrumento dinámico, que se mantendrá y fortalecerá progresivamente en el tiempo, incorporando aprendizajes, resultados y mejoras continuas.

La estrategia se enfoca en abordar materias asociadas a la producción, posicionamiento y eventuales elusiones al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante "SEIA"), priorizando el carácter preventivo y correctivo del monitoreo (seguimiento), y la fiscalización, sin perjuicio del ejercicio oportuno de la potestad sancionatoria, además de promover un trabajo colaborativo con el SERNAPESCA, y la SUBPESCA. En este sentido, integra acciones que la SMA ya se encuentra ejecutando desde hace algunos años, junto con nuevos lineamientos que orientan su proyección y fortalecimiento, con el objetivo de robustecer de manera sistemática el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, desde una perspectiva preventiva, basada en riesgo y dentro de sus competencias legales.

La implementación de la estrategia contempla evaluaciones periódicas que permitan identificar oportunidades de mejora, ajustes y complementos, asegurando su continuidad y consolidación en el tiempo.



El presente documento se organiza en siete secciones. Tras esta introducción, se presentan los antecedentes asociados al marco normativo, y al contexto del sector salmonicultor, con foco en los Centro de Engorda de Salmones (en adelante “CES”). A continuación, se exponen los objetivos de la estrategia, mientras que la quinta sección describe las actividades y productos desarrollados a la fecha y planificados, estructurados en etapas que permitan avanzar hacia el cumplimiento de los objetivos. El sexto acápite aborda el proceso de revisión y actualización de la estrategia y, finalmente, el documento termina con una sección de anexos el cual incluye descripciones sobre el proceso del cultivo del salmón, las metodologías de cálculo empleadas y otras materias relevantes para la comprensión de la Estrategia.

3. Antecedentes

3.1. Marco Normativo

La SMA, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2° de su ley orgánica⁴, le corresponde ejecutar, organizar y coordinar el monitoreo y fiscalización, entre otros instrumentos de carácter ambiental, de las RCA, así como de los proyectos y actividades que, estando obligadas a contar con una RCA favorable, no la tienen. Asimismo, de acuerdo con el artículo 3° letra o), del mismo cuerpo legal, le corresponde el ejercicio de la potestad sancionatoria respecto a los instrumentos de carácter ambiental de su competencia.

A lo anterior se suma que la SMA está sujeta no solo a su ley orgánica sino también al conjunto de principios y normas generales que rigen la actividad administrativa⁵, además del marco normativo ambiental especial⁶. En este contexto, la SMA dispone de distintos mecanismos o herramientas jurídicas para el ejercicio de sus competencias, que le permite fijar una escala responsiva a aplicar, por ejemplo, desde decisiones en etapas tempranas - reportes y fiscalización- a decisiones más intensas, en etapa -post fiscalización- sancionatoria-, de tal manera de lograr respuestas eficaces y eficientes, en relación a los bienes jurídicos ambientales comprometidos, resguardando y asegurando el interés general inherente al ejercicio de la función, que no es otro, que asegurar el cumplimiento ambiental, y a través de ello, la protección del medio ambiente.

Por otro lado, existen normas sectoriales aplicables a los CES que cumplen un fin regulatorio en materias productivas, ambientales y sanitarias, y que son fiscalizadas en su totalidad por los Organismos Sectoriales.



⁴ Ley N°20.417, que Crea el Ministerio, El Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente, de 2010, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

⁵ Ley N°19.880, que establece Bases de los procedimientos que rigen a los actos de la Administración del Estado; Ley N°18.575, Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado; Ley N°20.285, sobre Acceso a la Información Pública, entre otras.

⁶ Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente; Decreto N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; Decreto N°30, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncia y Planes de Reparación, entre otros.

Sin embargo, dichas regulaciones y sus incumplimientos pueden quedar asociadas a una RCA, como normativa ambiental aplicable⁷.

3.2. Acuicultura, los Centros de Engorda de Salmones (CES) y sus externalidades

3.2.1. Caracterización del sector productivo

La producción de salmones es uno de los sectores exportadores más importantes del país constituyéndose como el segundo producto de exportación después del cobre. Esta producción está concentrada en un número reducido de empresas, donde, entre los años 2020 y 2024, el 60% de la producción total fue producida por 10 de estas, mientras que 89% se alcanzó con solo 20 empresas⁸.

⁷ Se lista la posible normativa Sectorial aplicable: (i) Ley N° 18.892 General de Pesca y Acuicultura (LGPA), artículo 74, que regulan la ubicación de los módulos de cultivo. En el ámbito de la Ley que “La concesión o autorización de porciones de agua y fondo otorgará por sí sola a su titular el privilegio de uso exclusivo del fondo correspondiente al área en él proyectada verticalmente por la superficie de la porción de agua concedida.” (ii) En el Artículo 3 del D.S. (MINECON) N°290/1993 se señala que “La concesión o autorización de acuicultura tiene por objeto la realización de actividades de cultivo en el área concedida, respecto de la especie o grupo de especies hidrobiológicas indicadas en las resoluciones que las otorgan...”. Por otra parte, (iii) en la letra j) del artículo N°32 D del DFL N°5/1983, modificado por el DFL N°1/2014, ambos del Ministerio de Economía, se indica como atribución de SERNAPESCA el “Verificar la localización y área utilizada por las concesiones de acuicultura” (Galdámez, 2019).

(iv) D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Fija Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N° 18.892, de 1989, Ley General de Pesca y Acuicultura, y sus modificaciones.

(v) D.S. N° 320 de 2001 y sus modificaciones, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA). El Reglamento Ambiental para la Acuicultura, define producción como el “resultado de la suma de todos los egresos, expresados en toneladas, kilos o unidades, y del remanente existente en un centro de cultivo en un período determinado”.

(vi) D.S. N° 290 de 1993 y sus modificaciones, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Reglamento de Concesiones de Acuicultura.

⁸ Elaboración propia en base a datos de SIFA y Sistema de Trazabilidad de SERNAPESCA.

La Unidad Fiscalizables se define según la [Res. Ex. SMA N°300/2024](#), como “obras, procesos, actividades o proyectos, relacionados entre sí, que conforman una unidad física y/o funcional y que se encuentra regulada por uno o más instrumentos de carácter ambiental de competencia de la Superintendencia”

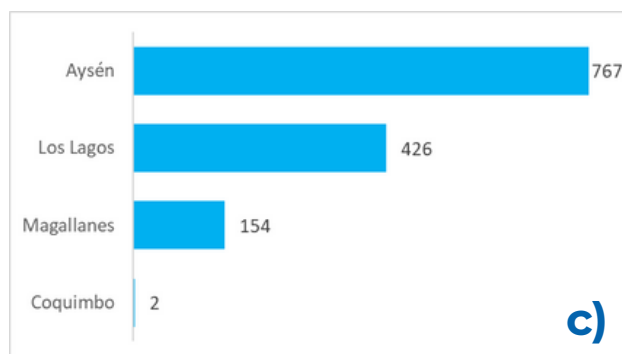
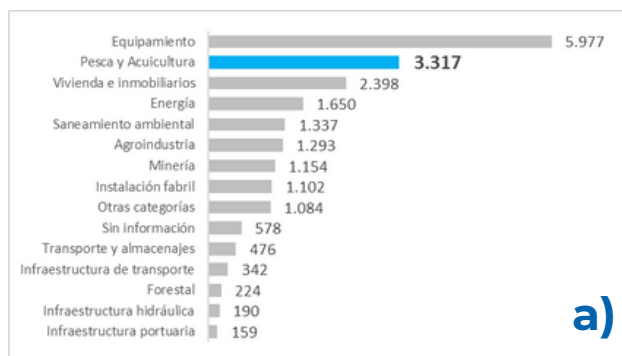
Asimismo, el sector de pesca y acuicultura, regulado ambientalmente a través de una o más Resoluciones de Calificación Ambiental (en adelante “RCA”), es el segundo sector económico más relevante en términos de número de Unidades Fiscalizables⁹ (en adelante “UF”), con un total de 3.317 UF a nivel nacional, lo que representa el 17% del total (Figura 1a). A su vez, dentro del sector, la salmonicultura, y en particular los CES con RCA, corresponden a un total de 1.349 UF, equivalente al 41% del sector (Figura 1b).

Los CES se encuentran concentrados en las regiones de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, Los Lagos y Magallanes y la Antártica Chilena, con 645, 389 y 123 UF, respectivamente (Figura 1c). Otro aspecto importante es que, del total de CES con RCA, 417 centros se emplazan al interior de Áreas Protegidas.

Adicionalmente, del trabajo realizado en la integración de las bases de datos de distintos organismos, tales como, SERNAPESCA y SUBPESCA, se han identificado alrededor de 350 CES, que no cuentan con una RCA de producción, de los cuales 33 se encontrarían ubicados en Áreas Protegidas.

Figura 1. Estadísticas generales del sector de Centro de Engorda de Salmones con RCA, a nivel nacional (a), del sector de pesca y acuicultura (b) y distribución de CES por región (c).

Fuente: SMA. Datos al 05.12.2025



⁹La Unidad Fiscalizables se define según la [Res. Ex. SMA N°300/2024](#), como “obras, procesos, actividades o proyectos, relacionados entre sí, que conforman una unidad física y/o funcional y que se encuentra regulada por uno o más instrumentos de carácter ambiental de competencia de la Superintendencia”

A la fecha, Pesca y Acuicultura es la quinta categoría económica más denunciada a la SMA, y a su vez, los CES son la subcategoría económica más denunciada. En la siguiente tabla (Tabla 1) da cuenta de las denuncias de CES recibidas por la SMA.

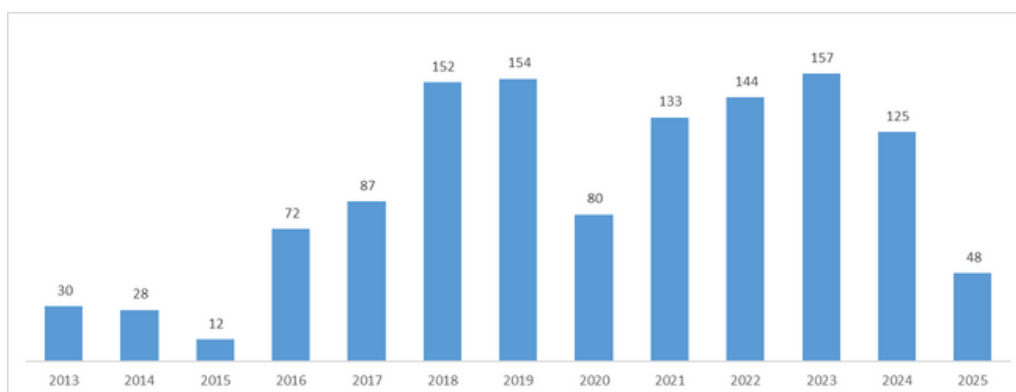
Tabla 1. Número de denuncias recibidas por la SMA y su distribución en Áreas Protegidas.
Fuente: SMA.

Total	Área Silvestre Protegida del Estado		
	Sí	No	Sin información
1.222	447	675	100

Históricamente, se han recibido 1.222¹⁰ denuncias asociadas a CES. De este total, 447 corresponden a CES que se encuentran ubicados al interior de Áreas Protegidas, mientras que 675 se localizan fuera de dichas áreas. Adicionalmente, existe un universo de 100 denuncias respecto de las cuales no se cuenta aún con información suficiente para determinar con precisión la ubicación del CES asociado, ni establecer si estos se emplazan dentro o fuera de áreas protegidas. Esta situación evidencia una brecha relevante de información a considerar en el análisis y en la priorización de futuras acciones.

Al revisar la evolución anual del número de denuncias de CES ingresadas a la SMA, entre los años 2013 y 2025 (Figura 2), se evidencia un comportamiento cíclico, pero al alza, con un punto de quiebre importante desde el año 2018. Posteriormente, en el año 2020, se observa una disminución relevante, atribuible a la pandemia del COVID, seguida de una fase de aumento sostenido entre 2021 y 2023, alcanzando un valor máximo en dicho último año. Es importante destacar que las materias más denunciadas están asociadas a producción y posicionamiento, lo que se ha visto disminuido en los años más recientes, específicamente, en el año 2025.

Figura 2. Número de denuncias de CES recibidas por la SMA por año.

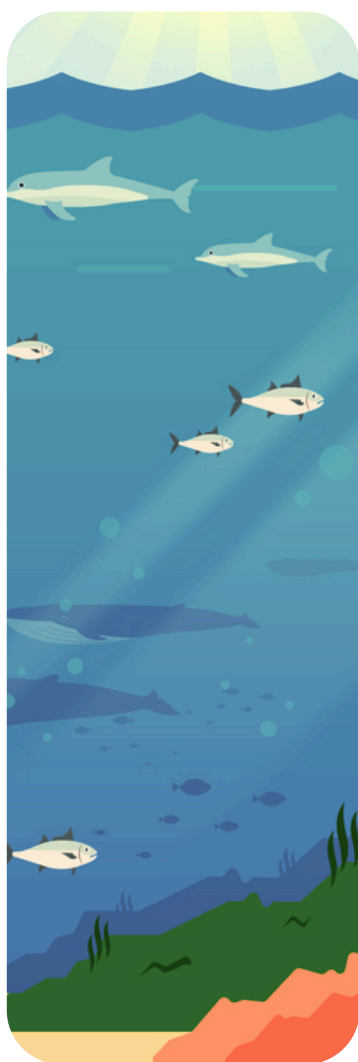


¹⁰ A enero 2025, de acuerdo a registros de la SMA.

3.2.2. Externalidades de los Centros de Engorda de Salmones

El **ciclo productivo del salmón** presenta tres etapas principales: **Reproducción**, la cual se lleva a cabo en agua dulce donde los huevos son cultivados para generar individuos de menor tamaño (alevines); **Engorda**, en la cual los alevines son llevados a los CES ubicados en el mar para que alcancen su tamaño adulto comercializable; y **Procesamiento**, en el cual los individuos son transportados desde los CES a las plantas de proceso para su comercialización. Para más detalle del proceso de la producción de salmones revisar el Anexo 7.1.

Según Rodríguez-Luna *et al* (2021)¹¹, algunos de los impactos potenciales asociados a los CES son:



Fondo marino y sedimentos: acumulación de materia orgánica en el fondo marino producto de desechos de salmones, alimento no consumido y mortalidades, afectan su composición química y puede generar ambientes anóxicos producto de procesos de eutrofización.

Columna de agua: contaminación fisicoquímica por exceso de nutrientes disponibles y uso de fármacos, tales como antibióticos, desinfectantes y antiparasitarios.

Biodiversidad: Los ecosistemas costeros, fiordos y mar abierto pueden verse afectados por un exceso de nutrientes disponibles, lo que favorece la generación de condiciones anóxicas. Estas condiciones reducen la diversidad de especies dependientes del oxígeno y, a su vez, promueven la proliferación de especies oportunistas. Por otro lado, el uso de fármacos puede afectar los metabolismos de las especies alterando su cadena trófica. Finalmente, los escapes de salmónidos, al ser una especie introducida, pueden generar depredaciones y competencia de recursos sobre las nativas, incluidas aquellas de importancia comercial, además de propagar enfermedades y parásitos, entre otros¹². En Chile se ha evidenciado el establecimiento de poblaciones asilvestradas de salmónidos por múltiples partes del territorio nacional¹³.

Comunidades: basura en playas y en zona costera; olores molestos, entre otros.

¹¹ Rodríguez-Luna, D., N. Vela, F.J. Alcalá, & F. Encina-Montoya. (2021). The environmental impact assessment in aquaculture projects in Chile: A retrospective and prospective review considering cultural aspects. *Sustainability*, 13(16), 9006.

3.2. Acuicultura, los Centros de Engorda de Salmones (CES) y sus externalidades

De acuerdo a las características del sector mencionado previamente, y el análisis desarrollado por la SMA en relación a los CES, se han identificado una serie de razones por las cuales ha sido prioritario e indispensable desarrollar una estrategia de fiscalización del sector de manera que refleje tanto las acciones que históricamente la SMA ha realizado como los lineamientos futuros.

Entre los principales aspectos se encuentran:

① Contexto sectorial y de gobernanza.

- a) Alta concentración de la producción en un número reducido de empresas.
- b) Elevado número de denuncias recibidas de forma sistemática por la institución.
- c) Existencia de más de 2000 RCAs de CES.

② Contexto territorial y ambiental.

- a) Alta concentración de centros en la zona sur del país donde existen dificultades para acceder de manera presencial a fiscalizar este tipo de actividades, a raíz de su lejanía y condiciones climáticas adversas que dificultan la logística para el traslado de los equipos de fiscalización.
- b) Concentración territorial de CES en lugares geográficos ambientalmente sensibles y de alta relevancia ecológica por presentar extensas Áreas Protegidas.

¹²- Thorstad E., I. Fleming, P. McGinnity, D. Soto, V. Wennevik, F. Whoriskey. (2008). Incidence and impacts of escaped farmed Atlantic Salmon *Salmo salar* innature. *Nor Inst Nat Res Spec Rep*, 36:1-110.

-Quiñones R.A., M. Fuentes, R.M. Montes, D. Soto & J. León-Muñoz. (2019). Environmental issues in Chilean salmon farming: a review. *Rev Aquac* 11(2):375-402. doi: 10.1111/raq.12337. Disponible en: <http://bcn.cl/2dbw8>

-García de Leaniz C., G. Gajardo, S. Consuegra. (2010). From best to pest: changing perspectives on the impact of exotic salmonids in the southern hemisphere. *Syst Biodivers*, 8: 447-459

-Habit E., P. Piedra, D.E. Ruzzante, S.J. Walde, et al. (2010). Changes in the distribution of native fishes in response to introduced species and other anthropogenic effects. *Glob Ecol Biogeogr*, 19: 697-710.

¹⁵ - Arismendi I., B.E. Penaluna, J.B. Dunham, C.G. De Leaniz, D. Soto, I.A. Fleming & J. León-Muñoz. (2014). Differential invasion success of salmonids in southern Chile: patterns and hypotheses. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24(3), 919-941

- Murillo, V., R. González, M. Soto, C. Espinoza & N. Pesse. (2010). Diagnóstico y proyección de las actividades de acuicultura entre Arica y Taltal. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso (Chile). Informe técnico.

- Górski, K., J.F. González, A. Vivancos, E.M. Habit & D.E. Ruzzante. (2017). Young-of-the-year Coho Salmon *Oncorhynchus kisutch* recruit in fresh waters of remote Patagonian fjords in southern Chile (51° S). *Biological Invasions*, 19(4), 1127-1136.

③ Riesgos e impactos ambientales.

a) Los potenciales efectos ambientales generados por la acumulación de materia orgánica y enriquecimiento de nutrientes sobre el fondo marino y la columna de agua.

④ Brechas en la evaluación y el cumplimiento ambiental.

a) Existencia de centros que, si bien fueron evaluados ambientalmente (por ejemplo, por ensilaje), no incorporaron en dicha evaluación aspectos relevantes para la SMA tales como los límites de producción.

⑤ Desafíos para la fiscalización y la gestión institucional.

a) La necesidad de fortalecer enfoques preventivos de fiscalización, mediante el uso oportuno de información disponible y comunicación clara con regulados.

b) La conveniencia de integrar y sistematizar distintas fuentes de información institucional, con el fin de mejorar la priorización de acciones de fiscalización.

c) La necesidad de fortalecer la coordinación interinstitucional dada las atribuciones diferenciadas, pero sinergias entre las diferentes instituciones del estado.

Considerando los potenciales impactos ambientales de la actividad, sumado a las características y complejidades asociadas al emplazamiento de los CES y las características del sector, se hace necesaria una respuesta institucional por parte de la SMA, que permita garantizar una fiscalización efectiva y eficiente, asegurando cobertura e incidencia en el cumplimiento ambiental, orientada a la protección del medio ambiente y la salud de las personas.



3.4. Modelo de respuesta institucional

La SMA dispone de distintos mecanismos o herramientas jurídicas para el ejercicio de sus competencias, que le permiten fijar una escala responsiva a aplicar con el fin de incidir en el comportamiento del sector regulado. Por ejemplo, la institución tiene facultades para generar acciones desde etapas tempranas -reportes y fiscalización- a decisiones más intensas, en etapa -post fiscalización-sancionatoria-, de tal manera de lograr respuestas eficaces y eficientes, en relación a los bienes jurídicos ambientales comprometidos, resguardando y asegurando el interés general inherente al ejercicio de la función, que no es otro, que alcanzar el cumplimiento ambiental, y a través de ello, la protección del medio ambiente.

En esta línea, el modelo general de la presente estrategia prioriza un enfoque preventivo y proporcional de acciones orientado a minimizar los impactos ambientales, tal que las acciones de mayor connotación por parte de la SMA son reservadas para aquellos casos de relevancia ambiental, ya sea por consideraciones de riesgo ambiental, comportamiento del titular u otros factores. La Figura 3 representa esta mirada a través de tres fases principales: monitoreo, fiscalización y respuesta sancionatoria. La aplicación de estas acciones no sigue necesariamente una secuencia rígida, sino que dependerá del análisis específico de cada caso. Se espera que, a partir de la aplicación del modelo, las desviaciones del cumplimiento ambiental sean decrecientes en el tiempo, tanto en número como en gravedad, lo que le da forma a la figura la cual incentiva el foco preventivo en la base de la pirámide.

Específicamente, la SMA deberá generar los criterios para la aplicación de, por ejemplo, las siguientes acciones:

- Alertas preventivas para evitar incumplimientos o activar medidas de contingencia;
- Reportes de cumplimiento preventivo, para evaluar preliminarmente compromisos ambientales;
- Cartas de Advertencia, cuyo objetivo es la corrección inmediata de desviaciones;
- Requerimientos de información para la revisión y análisis de antecedentes; Requerimiento de Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) ante casos de elusión a dicho sistema;

- el inicio de un procedimiento sancionatorio mediante una formulación de cargos, el cual puede terminar con la aprobación y ejecución satisfactoria de un programa de cumplimiento o la imposición de una sanción (amonestación, multa, clausura temporal o definitiva o revocación de la RCA) o absolución.

Adicionalmente, cualquiera de estas acciones puede verse complementada con medidas cautelares ambientales, dictadas para controlar un riesgo o daño inminente al medio ambiente o a la salud de las personas.

Figura 3. Esquema de modelo de respuesta institucional. Cada escalón representa un tipo de respuesta posible de aplicar. Adicionalmente a las respuestas de la figura están las medidas cautelares ambientales las cuales pueden ser dictadas en cualquier etapa del proceso.

Fuente: Elaboración propia SMA, basado en Sparrow (2011)¹⁴



La presente estrategia organiza, dentro de un marco común, el conjunto de acciones vinculadas al monitoreo, la fiscalización y la respuesta sancionatoria que la SMA ya ha avanzado a la fecha. Estas acciones se orientan al cumplimiento de tres obligaciones ambientales relevantes:

- (i) el posicionamiento de las estructuras asociadas a la producción de salmones dentro de su área de concesión¹⁵,
- (ii) el control de la producción máxima autorizada, y
- (iii) el envío de información en tiempo real mediante conexiones en línea de parámetros de calidad de agua¹⁶.

¹⁴ Rodríguez-Luna, D., N. Vela, F.J. Alcalá, & F. Encina-Montoya. (2021). The environmental impact assessment in aquaculture projects in Chile: A retrospective and prospective review considering cultural aspects. *Sustainability*, 13(16), 9006.

¹⁵ Estructuras asociadas a la actividad acuícola de CES: Balsas Jaulas, pontones de apoyo (alimentación, generación eléctrica, dependencias operativas, habitabilidad, etc.), bodegas, plataformas de trabajo, entre otras.

¹⁶ Se hace presente que otras materias asociadas a los impactos ambientales de la actividad, tales como residuos generados por los CES, serán abordados más adelante. No obstante lo anterior, la SMA podrá conocer de ellas a través de denuncias, peticiones de organismos sectoriales o de oficio.

4. Objetivos de la Estrategia

4.1. Objetivo General

Consolidar el modelo de cumplimiento ambiental del sector salmonicultor mediante un monitoreo y una fiscalización preventiva y eficaz, y una respuesta oportuna ante incumplimientos.

El impacto de la implementación de la presente estrategia, sobre el nivel de cumplimiento ambiental de las unidades fiscalizables reguladas, será medido en el plazo de esta estrategia, de acuerdo con el siguiente indicador:

$$\text{Cumplimiento de Estrategia CES (\%)} = \frac{\text{Nº de CES en cumplimiento ambiental}}{\text{Nº total de CES identificados por la SMA}} \times 100$$

Se define un CES en cumplimiento ambiental cuando todas las obligaciones evaluadas están en cumplimiento.

4.2. Objetivos específicos

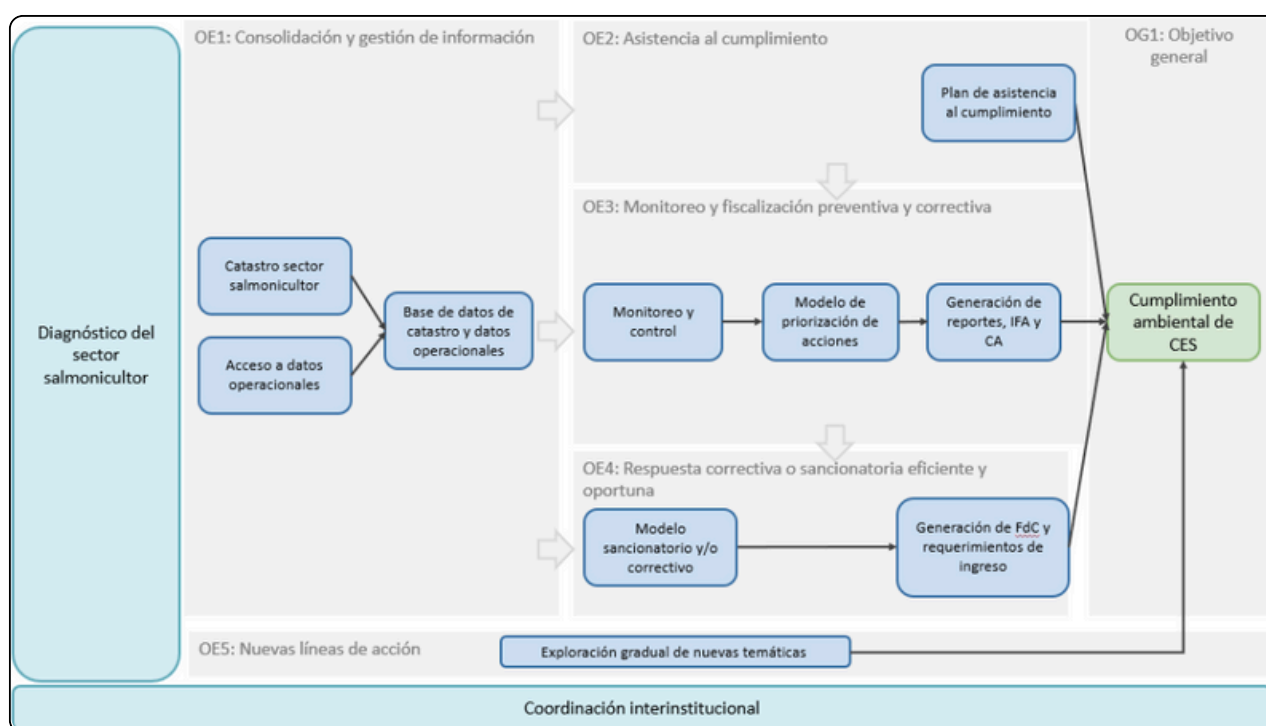
Se definen 5 objetivos específicos (OE) los cuales se transforman en las líneas de trabajo de la Estrategia para alcanzar el objetivo general.

- **OE1:** Gestionar de manera permanente y continua la sistematización de la información relevante para la ejecución de la estrategia, asegurando su actualización y mejora.
- **OE2:** Asistir de forma continua al sector regulado en el cumplimiento de sus obligaciones ambientales, facilitando el entendimiento de la normativa vigente y el acceso oportuno a información clara y permanente.
- **OE3:** Fortalecer y perfeccionar el modelo de monitoreo y fiscalización en materias de posicionamiento y producción, con el fin de ampliar la cobertura del sector y la oportunidad de fiscalización, priorizando un enfoque preventivo y la corrección temprana de incumplimientos ambientales.
- **OE4:** Implementar y mantener un modelo de respuesta oportuna frente a eventuales incumplimientos, que considere la aplicación de acciones correctivas y sancionatorias, según corresponda.
- **OE5:** Explorar y promover el desarrollo de nuevas líneas de trabajo, basadas en investigación científica y rigurosidad técnica, orientadas a ampliar la estrategia de cumplimiento ambiental a otros compromisos ambientales de los CES con RCA.

5. Actividades, Líneas de acción y Productos

El cumplimiento del objetivo general y sus objetivos específicos (OE), requiere la ejecución de diversas actividades, líneas de acción y generación de productos. La Figura 4 representa la interacción entre los OE y cómo cada uno contribuye al fortalecimiento del cumplimiento ambiental, es decir, el objetivo general de la estrategia. Estas relaciones son a su vez los supuestos de la estrategia, y por ello, deben ser evaluados para verificar si efectivamente las acciones una vez implementadas mejoran el cumplimiento ambiental del sector.

Figura 4. Diagrama de la estrategia de Centro de Engorda de Salmones con sus líneas de acción.
Fuente: SMA.



Se destacan también dos elementos claves para una correcta implementación de la estrategia. En primer lugar, el diagnóstico del sector salmicultor, se sustenta en una base de información conocida y validada, construida a partir de los resultados y antecedentes que la SMA ha venido obteniendo en los primeros años de aplicación de la estrategia. Este diagnóstico constituye una herramienta clave para caracterizar a los sujetos que serán objeto de las acciones que emanen de esta iniciativa. En este sentido, el análisis no solo permite comprender de manera más precisa las características operativas y ambientales de los centros de cultivo de salmones, sino que además orienta los énfasis y la priorización de las acciones que integran la presente estrategia.

Sobre esta base de conocimiento consolidada se busca facilitar el diseño e implementación de herramientas y acciones de carácter preventivo, correctivo y sancionatorio frente a eventuales incumplimientos, de manera tal que dichas acciones contribuyan efectivamente a generar cambios de comportamiento del sector¹⁷, y a mejorar su cumplimiento ambiental.

En segundo lugar, el fortalecimiento de la coordinación interinstitucional constituye un elemento transversal en el desarrollo de la estrategia, y se enmarca en un trabajo que la SMA ha desarrollado de manera sostenida durante los últimos años. El objetivo es consolidar canales de comunicación fluidos y robustos con los organismos sectoriales competentes con el fin de compartir información relevante sobre la producción de salmónidos y los aspectos técnicos del sector. En este contexto, actores claves son servicios como SERNAPESCA y SUBPESCA, con el primero ya se han suscrito convenios de cooperación¹⁸ que formalizan el intercambio de información y la coordinación de distintas acciones conjuntas.

Las líneas de acción y productos descritos en la Figura 4 son detallados a continuación.

5.1. OE1: Gestionar de manera permanente y continua la sistematización de la información relevante para la ejecución de la estrategia, asegurando su actualización y mejora.

El primer objetivo específico consiste en consolidar, actualizar y gestionar de manera sistemática la información necesaria para sustentar el conjunto de iniciativas de la estrategia, sobre la base de un trabajo que la institución ha estado desarrollando y perfeccionando durante los últimos años. Este objetivo de carácter transversal y habilitante, en la medida que constituye un requisito indispensable para la ejecución y fortalecimiento progresivo de los demás objetivos estratégicos. Asimismo, contempla acciones tanto de naturaleza técnica (sistematización de información, generación y mejora de bases de datos y el análisis integrado de antecedentes), así como el fortalecimiento de la coordinación institucional entre los organismos del Estado con competencia en la materia, asegurando su continuidad y profundización en el tiempo.

¹⁷ Sparrow M.K. (2020). Fundamentals of regulatory design. Independently Published. 139 pp.

¹⁸ Res. Ex N° 463/2017. Aprueba protocolo de colaboración entre la Superintendencia del Medio Ambiente y el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura

5.1.1. Producto 1.1: Catastro del sector salmonicultor

La SMA cuenta con un catastro del sector salmonicultor a partir de la información que actualmente administra, el cual requiere de permanente mejoras y actualización permanente en los años consecutivos.

El catastro está conformado por las RCA, titulares de los proyectos, contactos (representantes legales, operadores de plantas, correos electrónicos respectivos, entre otros), el código del Registro Nacional de Acuicultura (en adelante “RNA”) y las coberturas espaciales de las concesiones vigentes.

Adicionalmente, en el marco de la implementación y fortalecimiento de la estrategia, se trabajará en la elaboración y consolidación de un catastro específico de CES que no cuentan con RCA, labor que se desarrollará mediante la debida coordinación con SERNAPESCA y SUBPESCA, a fin de asegurar la consistencia, completitud y validación de la información disponible.

Las acciones que permitirán tener un catastro del sector salmonicultor actualizado comprende desde el permanente envío de información por los regulados a los sistemas de la SMA, hasta el fortalecimiento de la transferencia de datos e información entre instituciones del Estado, privilegiando la interoperabilidad de datos de acuerdo a la Ley de Transformación Digital del Estado¹⁹. Mantener la información actualizada es clave para las acciones que la SMA implemente y para el propio sector que recibirá información de interés de manera oportuna (avisos, alertas, entre otros).

5.1.2. Producto 1.2: Acceso a datos operacionales

Los datos operacionales de los CES lo conforman las tres líneas de trabajo desarrolladas: cuánto producen, dónde están ubicados y las condiciones de conexión y operación de los centros en lo referente a la calidad de la columna de agua (parámetros ambientales).



¹⁹ Ley N°21.180 Transformación Digital del Estado. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1138479>

En la actualidad la SMA cuenta con acceso a los datos de mortalidades, existencias y cosecha desde los sistemas informáticos de la autoridad sectorial (SERNAPESCA), los cuales han sido fundamentales para las acciones ya implementadas. En el marco de esta estrategia, se focalizará en mejorar dicha captura de información, tanto en la estabilidad de los sistemas, como en la mejora en la calidad de datos. Algunos mecanismos para explorar incluyen el uso de API (Interfaz de Programación de Aplicaciones por sus siglas en inglés), web services o la Plataforma Integrada de Servicios Electrónicos del Estado (PISEE)²⁰, entre otros.

Respecto al posicionamiento de las estructuras asociadas a la producción de salmones, se descargan periódicamente de manera masiva y automática imágenes de radar (SAR) y ópticas, utilizando herramientas de programación. Estas imágenes son almacenadas localmente en los servidores de la SMA en formato “TIFF”, y se buscará la creación de un repositorio de imágenes satelitales en el marco de esta estrategia que optimice la gestión de información y el flujo de análisis posterior.

Finalmente, se identificarán los CES que aún no se encuentren catastrados en el sistema de conexiones en línea o que a la fecha no se encuentren transmitiendo datos a la SMA. En este contexto, y con el objeto de fortalecer la confiabilidad y utilidad de la información disponible, se elevará progresivamente el nivel de exigencia en relación con la calidad, consistencia y completitud de los datos que los titulares se encuentran reportando a la SMA.

5.1.3. Producto 1.3: Base de Datos de catastro y datos operacionales

Sobre la base de los avances y productos definidos en los Productos 1.1 y 1.2, la SMA optimizará, modificará y actualizará de manera continua las bases de datos institucionales, poniendo énfasis en la calidad, consistencia y oportunidad de los datos que la conforman. En el marco de esta estrategia, asimismo, se priorizará el fortalecimiento de la coordinación interinstitucional, de manera de facilitar el acceso de esta información a los organismos sectoriales que la requieran para sus propias funciones promoviendo así una retroalimentación cruzada y continua de los datos asociados al sector.

²⁰ <https://portal.pisee.cl/>

5.2. OE2: Asistir de forma continua al sector regulado en el cumplimiento de sus obligaciones ambientales, facilitando el entendimiento de la normativa vigente y el acceso oportuno a información clara y permanente.

El segundo objetivo específico tiene como propósito orientar a los titulares de CES en la comprensión y adecuada interpretación de las obligaciones establecidas en los instrumentos de carácter ambiental que los regulan, con el fin de promover el cumplimiento ambiental. Este objetivo se enmarca en una línea de trabajo que la SMA ha venido desarrollando de manera sostenida, fortaleciendo progresivamente sus enfoques preventivos. Lo anterior se materializará a través de distintos mecanismos, tales como, talleres, elaboración de guías prácticas y el desarrollo de reuniones de asistencia, los cuales se mantendrán y reforzarán en el tiempo.

5.2.1. Producto 2.1: Plan de asistencia al cumplimiento

La asistencia al cumplimiento es una función contemplada en el literal u) del artículo 3° de la LOSMA, consistente en la atención, orientación, explicación o aclaración que la Superintendencia puede proporcionar a los regulados, respecto de las obligaciones contenidas en los instrumentos de carácter ambiental de competencia del servicio, como de los procesos, procedimientos administrativos o sistemas digitales a cargo de la Superintendencia, que incidan en los regulados, además de los requisitos y criterios para la presentación de programas de cumplimiento, autodenuncias o planes de reparación²¹.

Se diseñará un plan de asistencia al cumplimiento que combine acciones orientadas a facilitar el acceso oportuno y claro a información ambiental relevante, considerando las características propias del sector salmonicultor, el cual corresponde a una actividad productiva de gran escala, altamente organizado y con un conocimiento consolidado de la normativa ambiental y de los instrumentos de gestión aplicables.

²¹ Resolución Exenta SMA N° 2058, del 30 de octubre de 2024, que Dicta instrucciones generales para la asistencia al cumplimiento en el marco del Artículo 3, letra U), de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente.

El objetivo del plan es reforzar y actualizar la comprensión de los alcances normativos, como un eje fundamental para promover el cumplimiento ambiental²².

A partir del indicado plan, se desarrollarán talleres de capacitación, presenciales o virtuales según corresponda, así como guías y/o manuales técnicos destinados a profundizar la comprensión y correcta aplicación de los instrumentos de competencia de la SMA²³. Estas acciones estarán dirigidas a los titulares de los CES, conforme a los criterios y alcances definidos en el propio plan de asistencia al cumplimiento. Adicionalmente, se elaborará material comunicacional orientado a difundir aspectos claves de la normativa ambiental y buenas prácticas, con énfasis en compromisos asociados a la producción, posicionamiento, conexiones en línea, entre otros.

Finalmente, como una línea de acción transversal, la SMA ha promovido de manera permanente la asistencia al cumplimiento al sector salmonicultor, mediante diversas instancias tales como talleres y reuniones de asistencia al cumplimiento solicitadas por los propios titulares, a través de los distintos mecanismos que le confiere la Ley.

5.3 OE3: Fortalecer y perfeccionar el modelo de monitoreo y fiscalización en materias de posicionamiento y producción, con el fin de ampliar la cobertura del sector y la oportunidad de fiscalización, priorizando un enfoque preventivo y la corrección temprana de incumplimientos ambientales.

El monitorio y la fiscalización preventiva y correctiva de los centros de engorda de salmones se basa en un enfoque que combina análisis de datos, herramientas tecnológicas y procesos automatizados. Este enfoque permite detectar masivamente posibles desviaciones respecto a los límites de producción y posicionamiento autorizados en las RCA, y de la obligación de conexión en línea, además de la generación de reportes durante el año como alertas preventivas para informar a los titulares sobre su desempeño en rela-

²²- Spence, D. B. (2001). The shadow of the rational polluter: Rethinking the role of rational actor models in environmental law. Calif. L. Rev., 89:917

- Daddi, T., F. Testa & F. Iraldo. (2010). A cluster-based approach as an effective way to implement the Environmental Compliance Assistance Programme: evidence from some good practices. Local Environment, 15(1), 73-82 .

²³ Instructivos y guías disponibles en: <https://portal.sma.gob.cl/index.php/portal-regulados/instructivos-y-guias/>

ción a su producción y a su posicionamiento, con el fin de evitar incumplimientos. La información levantada en la fiscalización es un insumo relevante para la decisión sobre las acciones que la SMA ejercerá en casos de incumplimientos.

Las denuncias ciudadanas y las peticiones de organismos sectoriales constituyen insumos relevantes para la investigación y eventual ejercicio de las competencias correctivas o sancionatorias.

Asimismo, de acuerdo a la competencia cautelar de la SMA, consagrado en los artículos 3 letra g) y h), en relación con el artículo 48, todos de su ley orgánica, podrá siempre ejercerla ante situaciones de riesgo inminente o daño a la salud de las personas o al medio ambiente.

5.3.1. Producto 3.1: Monitoreo y control preventivo

Un aspecto clave en el diseño de esta estrategia es el uso de la tecnología utilizado para aumentar la cobertura, mejorar la eficiencia y eficacia del monitoreo y fiscalización, y permitir la trazabilidad de la información para su posterior evaluación y toma de decisión.

Las acciones de monitoreo ambiental o seguimiento preventivo implementadas por la SMA buscan promover el cumplimiento ambiental mediante acciones masivas y periódicas (reportes de cumplimiento preventivo), que permitan entregar al sector regulado, de manera oportuna, información sobre su desempeño o sobre variables ambientales que pudieran derivar en impactos relevantes. Con ello, el monitoreo se consolida como una herramienta clave para fortalecer el enfoque preventivo de la institución.

Las acciones de monitoreo a la fecha han sido las siguientes:

- 1 **Posicionamiento:** Desde el año 2020, la SMA verifica de manera sistemática el correcto posicionamiento de las estructuras de cultivo de los CES que cuentan con Resolución de Calificación Ambiental, respecto de los límites espaciales autorizados en dichos instrumentos, mediante el análisis de imágenes satelitales.

No obstante, desde el año 2013 se realizaron las primeras exploraciones en esta materia, a través de análisis puntuales aplicados

a determinados CES, los que fueron progresivamente perfeccionados y estandarizados con el tiempo hasta dar origen al actual modelo de verificación preventiva.

Los resultados de estos análisis son remitidos periódicamente a cada titular de CES, tanto en los casos en que se constata el cumplimiento de lo autorizado como cuando se detectan eventuales desviaciones. A la fecha, se han enviado un total de 14.451 reportes de cumplimiento preventivo a los titulares de CES (ver Tabla 2). Esta verificación se realiza de manera masiva y semiautomática dos veces al año, a partir de la evaluación de imágenes satelitales, lo que permite, mediante técnicas de fotointerpretación, identificar los módulos de cultivo y las estructuras de apoyo, y comparar su ubicación efectiva con el área de concesión ambientalmente aprobada.

La presente estrategia planea mantener las acciones preventivas y fortalecerla con mayor acceso a la información y la optimización de algoritmos semi automatizados de análisis de imágenes satelitales que disminuyan los tiempos de análisis.

Tabla 2. Número de reportes de cumplimiento preventivo o notificaciones enviadas por año, de posicionamiento y producción a titulares de CES

Número de Reportes de cumplimiento preventivo			
Año	Posicionamiento	Producción	Total
2020	1930	0	1930
2021	3913	0	3913
2022	2264	0	2264
2023	2282	237	2519
2024	2019	745	2764
2025	2043	548	2591
Total	14451	1530	15981

- 2 Producción:** En relación con las obligaciones asociadas a la producción, la SMA verifica el cumplimiento de los límites autorizados en RCA mediante la comparación entre la producción máxima autorizada en la RCA, y la producción efectivamente registrada por cada CES. Para estos efectos, a partir de los años 2021 y 2022, la SMA incorporó de manera sistemática el uso de la información de existencias y mortalidad declaradas por los titulares en el Sistema de Información para la Fiscalización de la Acuicultura (SIFA) de SERNAPESCA, lo que permitió, a partir del año 2023, automatizar y masificar los procesos de cálculo y monitoreo.

La evaluación de la producción se realiza de manera masiva y automatizada dos veces al año, desde el año 2023, y constituye la base para el monitoreo preventivo y la fiscalización de los CES. Durante la operación de los centros, los reportes periódicos enviados a los titulares corresponden a una estimación de producción, calculada sobre la base de ciclos abiertos, utilizando la biomasa máxima existente y la mortalidad acumulada, ambos datos reportados por los propios titulares en SIFA, con el objeto de anticipar y advertir eventuales superaciones del umbral de producción autorizado al término del ciclo productivo.

Para el cálculo de la producción anual, en cambio, se utilizan ciclos cerrados, considerando la cosecha informada por las plantas de proceso en el Sistema de Trazabilidad y la mortalidad acumulada reportada en SIFA, permitiendo determinar la producción efectiva y compararla con la producción máxima autorizada en la respectiva RCA.

A la fecha, la SMA ha remitido un total de 1.530 reportes de cumplimiento preventivo en materia de producción a los titulares de CES (ver Tabla 2).

- 3 Conexiones en línea:** Respecto a la implementación de las conexiones en línea, la Resolución Exenta SMA N°1397/2020, instruyó la implementación de sistemas de monitoreo continuo a 27 CES, para reportar valores asociados a parámetros fisicoquímicos fundamentales para caracterizar la calidad del agua, tales como, oxígeno disuelto, temperatura y salinidad.

En el año 2023, se desarrolló un panel de monitoreo de conexiones en línea, a partir del cual se generan alertas preventivas que permiten identificar bajas concentraciones de oxígeno disuelto en la columna de agua, las que podrían tener efectos sobre la mortalidad de los individuos, facilitando así la adopción oportuna de medidas por parte de los titulares y, de la Autoridad, si corresponde.

En conjunto con mantener y consolidar las alertas a la fecha implementadas, en esta estrategia se focalizará en alertas adicionales para la identificación de desconexiones, calidad de datos y un exploratorio para el desarrollo de un modelo predictivo para la detección temprana de cambios en niveles de oxígeno disuelto que ayuden a prevenir impactos ambientales de relevancia²⁴.

5.3.2. Producto 3.2: Modelo de priorización de acciones

La respuesta de la SMA se ve optimizada en función de un modelo de priorización de acciones, permitiendo una gestión más eficiente y eficaz en el ejercicio de sus funciones (Figura 3). Lo anterior, implica disponer de un modelo responsivo que defina acciones proporcionales a la magnitud del hallazgo identificado, ya sea durante el monitoreo, fiscalización ambiental o análisis sancionatorio, considerando elementos tales como el riesgo ambiental asociado, el historial de cumplimiento ambiental del titular, denuncias, Peticiones de Organismos Sectoriales u otros que sean relevantes.

En este contexto, la SMA definirá en el marco de esta estrategia los criterios para los cuales resolverá cada acción dependiendo de los antecedentes de cada caso. Para ello generará modelos jerárquicos y cuantitativos con el objeto no solo de asegurar la coherencia en su actuar sino la trazabilidad de sus decisiones en línea con la transparencia institucional.²⁵

²⁴ Disponible en: <https://portal.sma.gob.cl/index.php/sma-y-empresa-francesa-bioceanor-lanzan-herramienta-para-la-deteccion-temprana-de-cambios-en-los-niveles-de-oxigeno-en-centros-de-engorda-de-salmones/>

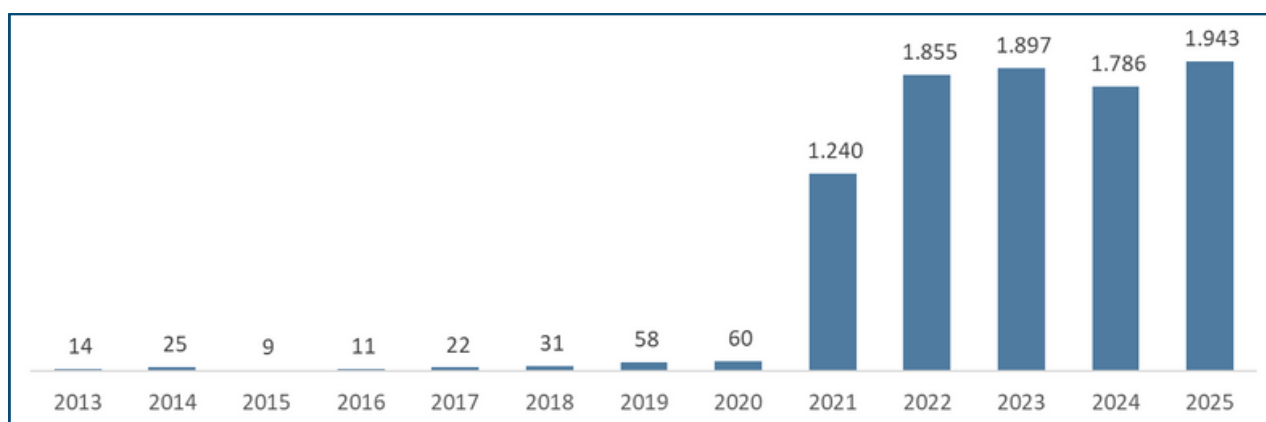
²⁵ Se hace presente que los modelos o criterios determinados en el marco de la estrategia no deben entenderse como rígidos, sino que estarán en permanente revisión y ajuste, según el conocimiento y aplicación práctica. No obstante ello, cualquier ajuste siempre deberá ser motivado.

5.3.3. Producto 3.3: Generación de reportes, IFA y cartas de advertencia

Uno de los cambios más relevantes implementados en los últimos años fue la incorporación de tecnología para la generación de Informes de Fiscalización Ambiental (IFA) masivos y remotos, lo que permitió incrementar significativamente el número de fiscalizaciones realizadas. Este proceso comenzó el año 2021, con la elaboración de IFAs masivos asociados al posicionamiento, a los cuales se sumaron los IFA de producción en el año 2022.

Como se muestra en la Figura 5, antes de 2021, se realizaba un promedio de 29 fiscalizaciones anuales a CES lo cual se incrementó a más de 1.800 fiscalizaciones por año desde el 2022 en adelante. En términos de cobertura, hasta 2020 se había fiscalizado aproximadamente el 25% de las UF, mientras que actualmente se alcanza una cobertura del 99,7% de los CES con RCA.

Figura 5. Informes de Fiscalización Ambiental. Fuente SMA



La SMA continuará mejorando sus herramientas que promueven la automatización de reportes y acciones masivas para promover una cobertura al 100% del sector entre las que destacan las plantillas estandarizadas como herramienta base para la generación automática de reportes de cumplimiento (Figura 6 y Figura 7), Informes de Fiscalización Ambiental (en adelante "IFA") (Figura 8), y cartas de advertencia (Figura 9 y Figura 10). Las diferentes herramientas se actualizarán con los nuevos lineamientos técnicos y legales, de manera que los documentos contengan toda la información que respalde la acción, incluyendo la identificación del CES, la normativa asociada, el análisis de producción, posicionamiento, los análisis realizados y, cuando corresponda, los hallazgos detectados, entre otros aspectos.

Figura 6. Ejemplo de reporte de análisis de posicionamiento de módulos de cultivo y estructuras de apoyo. Fuente: SMA

REPORTE DE ANÁLISIS DE UBICACIÓN DE CENTROS DE ENGORDA DE SALMONES (CES)

Fecha, 2024

TITULAR

Unidad Fiscalizadora	ACUICOLA CES
Título	TITULAR
Comuna	COPIQUÉ
Región	REGIÓN DE LOS RÍOS
Región Nacional de Acuicultura (RNA)	07 RNA
Res. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	SECRETARÍA
Res. Subsecretaría para las Faunas Acuáticas	SECRETARÍA
Estado	1

RESUMEN: LA PRESENTE COMUNICACIÓN INFORMA EL RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DE LA UBICACIÓN DEL CENTRO DE ENGORDA ANA "XXXXX" RESPECTO DE LOS LÍMITES ESPACIALES DEL POLÍGONO DE CONCESIÓN AUTORIZADA EN EL CUAL SE AUTORIZÓ PARA REALIZAR LA OPERACIÓN CON EL OBJETIVO DE QUE TOME LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA RETORNAR AL POLÍGONO AUTORIZADO.

EL ANÁLISIS FUE REALIZADO A PARTIR DE UN CONSULTOR DE INGENIERÍA DE ANÁLISIS DE APERTURA LINEAL (CALCULO DE APERTURAS EN LOS MÓDULOS DE ENGORDA, ANÁLISIS DE LA PLANTACIONES VERTICALES, DISTANCIA CON EL PROGRAMA CONTORNOS DE LA ZONAS ESPORALES, SUPUESTA LAS ESTRUCTURAS EVALUADAS CORRESPONDEN A JALAS DE PILES, MÓDULOS Y ESTRUCTURAS DE APoyo COMO PORTONES DE ENLACE, INSTALACIONES, BARRERAS DE ALMACHAMENTO Y OTRAS, PARA LA EVALUACIÓN DE CONFORMAR LOS LÍMITES DE CONCESIÓN PUBLICADOS POR SUPERFICIE EN MAYO DEL 2021.

MAPA UBICACIÓN DEL CES RESPECTO DE LOS LÍMITES ESPACIALES DEL POLÍGONO DE CONCESIÓN DE ACUICULTURA EN EL CUAL FUE AUTORIZADO PARA REALIZAR SU OPERACIÓN

ANÁLISIS DE UBICACIÓN

DENTRO DE LA CONCESIÓN

Las estructuras evaluadas se encuentran dentro del área de concesión autorizada.

OBLIGACIONES LEGALES

DE PLANEACIÓN Y POLÍTICA GENERAL	Art. 14 "La concesión o autorización de permisos de agua y fondo otorgará, para el otorgado o titular el privilegio de uso exclusivo del fondo comprendido al área en el proyecto autorizado por la superficie de concesión de agua concedida".
DE PLANIFICACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL	Art. 1 "La concesión o autorización de actividades tiene por objeto la realización de actividades de cultivo en el área concedida, respecto de la especie o grupo de especies que se otorga en concesión, en las condiciones, por los riesgos y permisos a los titulares otorgados, de sus actividades, de modo limitativo que las reglamentaciones establecidas en la ley y sus reglamentos.
DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	Resolución de Calificación Ambiental (spaña) y su correspondiente (comunicación) emitida (regulada) por la Ley de Pesca y Acuicultura, y su Reglamento (N° 400.2012).

RECOMENDACIÓN: SE DEBE CUMPLIR CON LAS EXIGENCIAS ESTABLECIDAS EN LOS INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL DE CARÁCTER DE ESTE SUBSECTOR, EN LOS CASOS QUE REPRESENTEN UNA IMPACTACIÓN, ESTA SUPERINTENDENCIA PODRÁ EJERCER SU POTESTAD INFORMATIVA Y DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL, CONFORME A LAS FACULTADES QUE LE OTORGA LA LEY. CADA IMPACTACIÓN PUEDE IMPUGNARSE POR QUEHUSOS, LA OJO DEL OFICIO.

Comunicación general de manera oralizada, por favor no responder.

Nota: cualquier duda o consulta, por favor comunicarse a través del teléfono de atención al ciudadano (https://www.sma.gub.cl), tipo de actividad: "Consultas Regulatorias con casos SPAN".

Figura 7. Reporte de análisis de la estimación de la producción de CES con ciclo operando. Fuente: SMA

REPORTE DE ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN DE CENTROS DE ENGORDA DE SALMONES (CES)

Enero, 2024

TITULAR

Unidad Fiscalizadora	ACUICOLA CES
Título	UNIDAD TITULAR
Comuna	COPIQUÉ
Región	Región de Los Lagos
Región Nacional de Acuicultura (RNA)	07 RNA
Resolución de Calificación Ambiental referenciada al título de concesión	N° 400.2012-000000

RESUMEN: LA PRESENTE COMUNICACIÓN INFORMA EL RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL CENTRO DE ENGORDA ANA "XXXXX" RESPECTO DE LAS MEDIDAS AUTORIZADAS EN SU RESPECTIVA RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL, EN EL CUAL EL OBJETIVO ES QUE ADOPTE LAS MEDIDAS PERTINENTES PARA EVITAR EXCEDIR EL LÍMITE MÍNIMO AUTORIZADO EN SU RNA QUE CONTIENE UNA SOBREPRODUCCIÓN, EN CASO QUE CORRESPONDA.

El análisis fue realizado a partir de los reportes semanales de existencia y mortalidad informado por los reportes de producción, respecto de cada producción autorizada en forma, a través del Sistema de Información para la Producción de Acuicultura (SIPIA), administrado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERVAPESCA), se calculó la producción como la suma de la biomasa viva existente y la mortalidad acumulada en el ciclo, lo cual se comparó con la producción máxima autorizada de 80 toneladas, de acuerdo con la RNA 000-000-000000.

Como resultado de este análisis se determinó y se concluyó, por lo que la producción total del centro se determinó que no excede el límite autorizado, por lo que los resultados del informe de Fiscalización Ambiental (FIA) que se emitió para efectos de la calificación en el presente reporte.

IMAGEN N°1: GRÁFICO DE PRODUCCIÓN ESTIMADA ACTUAL VERSUS LA PRODUCCIÓN MÁXIMA AUTORIZADA EN LA RNA RESPECTIVA

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN DEL CICLO PRODUCTIVO EN CURSO

PRODUCCIÓN DENTRO DEL LÍMITE AUTORIZADO, PERO CERCANDO AL LÍMITE.

La producción estimada a la fecha corresponde al 80,18% de la producción máxima autorizada. Se recomienda tomar acciones preventivas y regulatorias para evitar una sobrepoblación.

OBLIGACIONES LEGALES

DE PLANEACIÓN Y POLÍTICA GENERAL	Artículo 14 "La concesión o autorización de permisos de agua y fondo otorgará, para el otorgado o titular el privilegio de uso exclusivo del fondo comprendido al área en el proyecto autorizado por la superficie de concesión de agua concedida".
DE PLANIFICACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL	Artículo 1 "La concesión o autorización de actividades tiene por objeto la realización de actividades de cultivo en el área concedida, respecto de la especie o grupo de especies que se otorga en concesión, en las condiciones, por los riesgos y permisos a los titulares otorgados, de sus actividades, de modo limitativo que las reglamentaciones establecidas en la ley y sus reglamentos.

RECOMENDACIÓN: SE DEBE CUMPLIR CON LAS EXIGENCIAS ESTABLECIDAS EN LOS INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL DE CARÁCTER DE ESTE SUBSECTOR, EN LOS CASOS QUE REPRESENTEN UNA IMPACTACIÓN, EN LOS CASOS QUE REPRESENTEN UNA IMPACTACIÓN, ESTA SUPERINTENDENCIA PODRÁ EJERCER SU POTESTAD INFORMATIVA Y DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL, CONFORME A LAS FACULTADES QUE LE OTORGA LA LEY. CADA IMPACTACIÓN PUEDE IMPUGNARSE POR QUEHUSOS, LA OJO DEL OFICIO, CUMPLIENDO LA RESOLUCIÓN DE LA LEY, SECCIÓN CUARTO FORMAL.

Comunicación general de manera oralizada, por favor no responder.

Nota: cualquier duda o consulta, por favor comunicarse a través del teléfono de atención al ciudadano (https://www.sma.gub.cl), tipo de actividad: "Consultas Regulatorias con casos SPAN".

Figura 8. Extracto de Informe de fiscalización de la verificación del cumplimiento del posicionamiento de un CES. Fuente: SMA.

SMA
Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

INFORME TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

NOMBRE CES (RNA XXXXXX)

EXPEDIENTE

Fecha creación: marzo 2024

Actividad	Nombre	Estado

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO, ACTIVIDAD O FUENTE FISCALIZADA

AMBITOS/ESFERAS	NOMBRE CES
Unidad Fiscalizadora (UF)	UNIDAD TITULAR
Comuna	COPIQUÉ
Región	REGIÓN DE LOS RÍOS
Título	TITULAR
RNA	07 RNA
Región Nacional de Acuicultura (RNA)	07 RNA
Res. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	SECRETARÍA
Res. Subsecretaría Fauna Acuática (S.F.A.)	SECRETARÍA
Estado	1
Comunicación de Calificación Ambiental (C.A.)	000-000-000000
Fecha de creación	01 de marzo de 2024
Fecha de análisis	02 de marzo de 2024

2. ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN

Módulo de la Actividad de Fiscalización	Programa de RICA
Unidad Especializada (Unidad de Fiscalización)	Unidad Especializada en áreas de concesión autorizada en RNA (Programa Técnico de Concesión de Acuicultura)

2.1 Ubicación de la actividad

La concesión ANA "XXXXX" se ubica en el sector (CÓDIGO) CES, 000000 (Figura 1) en un terreno definido por las siguientes coordenadas (latitud y longitud) (Figura 2):

Verificar 1: 0000000000
Verificar 2: 0000000000
Verificar 3: 0000000000
Verificar 4: 0000000000

Figura 1: Ubicación (NOMBRE DEL ÁREA ENGORDA)

Mapa interactivo: [Ver ubicación del área engorda](#)

Figura 9. Ejemplo formato carta de advertencia por posicionamiento. Fuente: SMA.

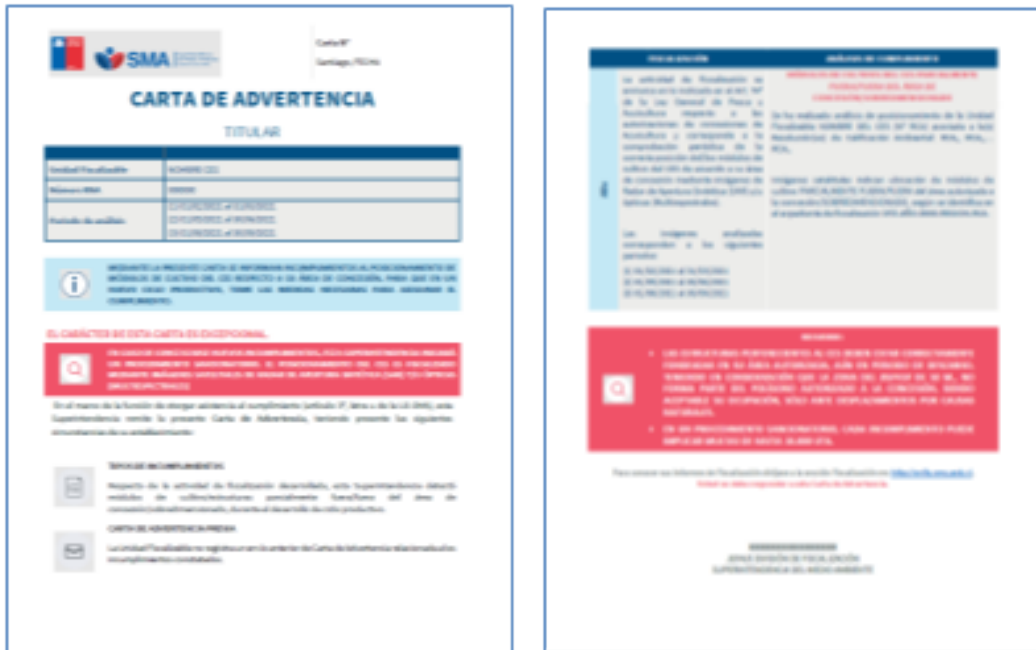
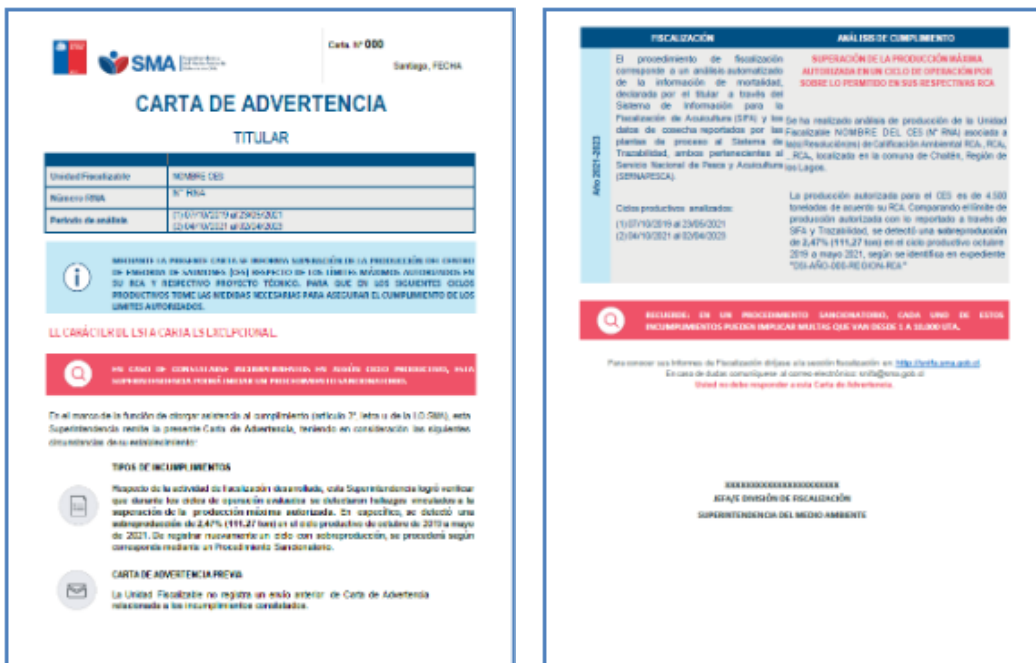


Figura 10. Ejemplo formato carta de advertencia por sobreproducción.



5.4. OE4: Implementar y mantener un modelo de respuesta oportuna frente a eventuales incumplimientos, que considere la aplicación de acciones correctivas y sancionatorias, según corresponda

La respuesta a incumplimientos debe ser abordada con prontitud y proporcionalidad. Este objetivo incluye el desarrollo de modelos y herramientas automatizadas que permitan tanto el ejercicio de la potestad correctiva (requerimiento de ingreso), o sancionatoria, en términos oportunos y efectivos.

5.4.1. Producto 4.1: Modelo correctivo y/o sancionatorio

A partir de los casos que sean derivados para un requerimiento de ingreso al SEIA o una formulación de cargo según lo mencionado en el punto 5.3, se desarrollará un modelo de ponderación, de acuerdo a criterios, tales como el riesgo ambiental y comportamiento del titular, que permita determinar la respuesta institucional en etapa correctiva o sancionatoria¹⁹.

5.4.2. Producto 4.2: Generación de formulaciones de cargo automatizadas y/o requerimientos de ingreso

Aun cuando el enfoque institucional ha estado en diversificar el uso de sus facultades con una orientación preventiva, reforzando el monitoreo a través de reportes de cumplimiento y sistemas de alerta, y la generación de informes de fiscalización masivos, esto no ha excluido la ejecución de otras medidas de mayor envergadura como cartas de advertencia, requerimientos de información o requerimiento de ingreso al SEIA para casos de posibles elusiones a la normativa ambiental. En los casos de mayor gravedad, la SMA ha procedido a la formulación de cargos. La Figura 11 muestra la evolución de estas formulaciones desde el 2013 al 2025²⁶.

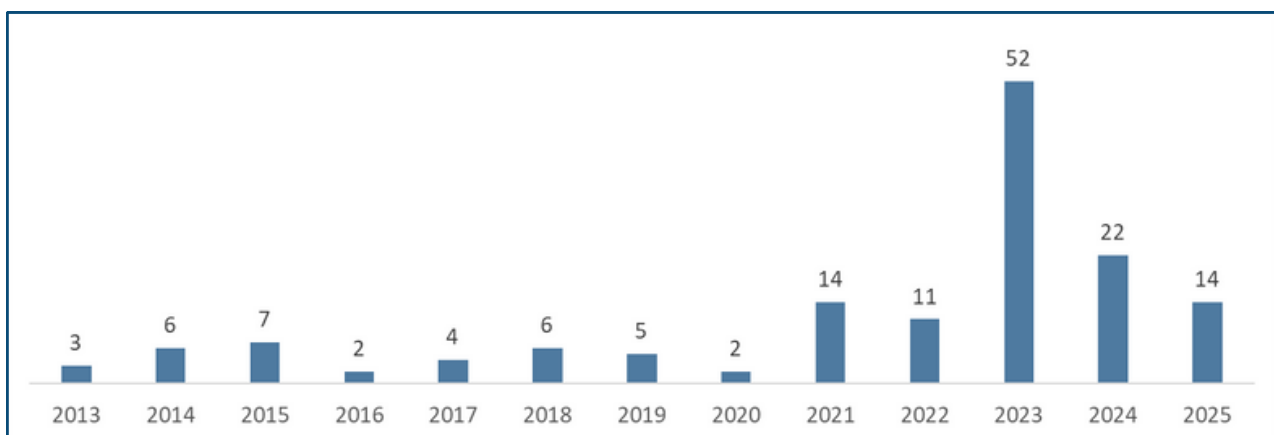
Al respecto, entre los años 2013 y 2020, el número de formulaciones de cargos a CES se mantuvo relativamente estable, con valores que fluctuaban entre 2 y 7 casos al año.

²⁶ Ver detalle de los casos en <https://snifa.sma.gob.cl/>

A partir del año 2021 se observa un quiebre en la tendencia histórica, con un aumento significativo en las formulaciones de cargos a CES, alcanzando 14 en 2021 y 11 en 2022.

El año 2023 constituye un hito excepcional, registrándose 52 formulaciones de cargos a CES, el valor más alto de todas formulaciones de cargo realizadas por la SMA a este rubro²⁷. En los años 2024 y 2025 se observa una disminución respecto del máximo del año 2023, con 22 y 14 formulaciones de cargos, respectivamente, lo que se sustenta en que paulatinamente existe menos derivaciones de IFAS con hallazgos por sobre producción. Sin embargo, estos niveles se mantienen por sobre los registros históricos previos al 2021, lo que evidencia un cambio estructural en el enfoque fiscalizador y de respuesta sancionatoria aplicado a los CES.

Figura 11. Número de formulaciones de cargo por año para CES. Fuente: SMA.



En más del 80% de las formulaciones de cargo el titular ha optado por la presentación de un programa de cumplimiento (en adelante “PdC”). De los PdC aprobados, y que han llegado a etapa de término, el 100% han sido declarados como ejecutados satisfactoriamente.

Este enfoque refleja fielmente las prioridades institucionales: prevenir los impactos ambientales siempre que sea posible y responder de forma proporcional y oportuna, según la gravedad ante eventuales incumplimientos.

La SMA seguirá profundizando los procesos de estandarización con la creación de plantillas, las cuales contendrán los elementos legales y técnicos necesarios

²⁷ El año 2022 el titular Australis Mar se autodenunció por sobreproducción en 33 CES. De estas autodenuncias, se iniciaron 21 procedimientos sancionatorios lo que incidió directamente en el aumento de los procesos sancionatorios registrados durante el año 2023.

para la correcta fundamentación, incluyendo al menos la identificación del infractor, el tipo de infracción cometida y la normativa infringida, entre otros. Posteriormente, se desarrollará un proceso para la generación automática de los documentos que se sustente, al menos, con la información del IFA correspondiente, vinculada a toda la información disponible y atinente al caso respectivo. A partir de la creación del modelo de mérito de respuesta sancionatoria y/o correctiva, la herramienta de FdC y/o requerimiento de ingreso automatizada, se generará la propuesta de documentación respectiva, para el inicio de cada procedimiento administrativo.

5.5. OE5: Explorar y desarrollar nuevas líneas de trabajo, basadas en investigación científica y rigurosidad técnica, que permitan ampliar y actualizar los compromisos ambientales evaluados del sector.

El presente objetivo busca incorporar y desarrollar de manera progresiva nuevas líneas de acción orientadas a ampliar la cobertura de la estrategia de cumplimiento ambiental a otros compromisos ambientales contenidos en la RCA. Entre estos se incluyen, la presencia y gestión de basura en playas y borde costero, el manejo y disposición de residuos orgánicos e inorgánicos, así como otras materias que han sido identificadas a partir de las denuncias recibidas por la SMA. Se realizará una priorización de las temáticas relevantes y de las cuales tienen potencial de ser incorporadas tanto en su lógica preventiva como reactivas, promoviendo mecanismos de automatización y masividad. Para ello, se desarrollarán líneas de trabajo que aborden la problemática y posibles soluciones que obtengan como resultado evidencia fidedigna del cumplimiento ambiental, con la correspondiente difusión a los organismos sectoriales competentes y al sector regulado.

6. Evaluación, revisión y actualización de la Estrategia

Las acciones implementadas en los últimos años por parte de la SMA han tenido como fin avanzar en cumplimiento ambiental, evidenciándose cambios relevantes en el comportamiento del sector regulado.

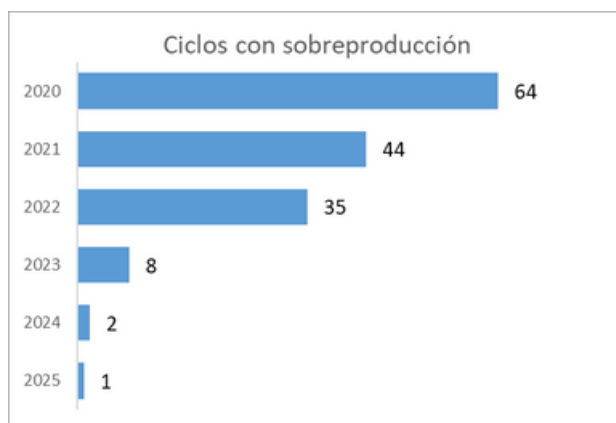
En el ámbito de la **producción máxima autorizada**, tanto el número de ciclos con sobreproducción, como las toneladas excedidas, muestran una disminución sostenida entre 2020 y 2025, [Ui] [MO2] con una reducción particularmente significativa entre los años 2022 y 2023 en los CES con RCA de producción. El análisis da cuenta un cambio relevante en el comportamiento del sector, con una reducción aproximada de 33.000 toneladas de sobreproducción en ese período (Figura 12), tendencia que se consolida en los años posteriores. En efecto, durante el año 2024 las toneladas excedidas alcanzaron solo 779 toneladas, y en 2025 esta cifra se redujo aún más, registrándose apenas 21 toneladas de sobreproducción.

De los 279 ciclos finalizados en 2022, 35 presentaron sobreproducción; en 2023, esta cifra disminuyó a solo 8 ciclos, equivalente al 3,09% del total (Figura 13). Esta tendencia a la baja se mantiene en 2024 con solo 2 ciclos con sobreproducción, confirmando la consolidación de una mejora en el nivel de cumplimiento por parte del sector regulado.

Figura 12. **Toneladas** de sobreproducción por año de término de ciclo productivo. Fuente: SMA



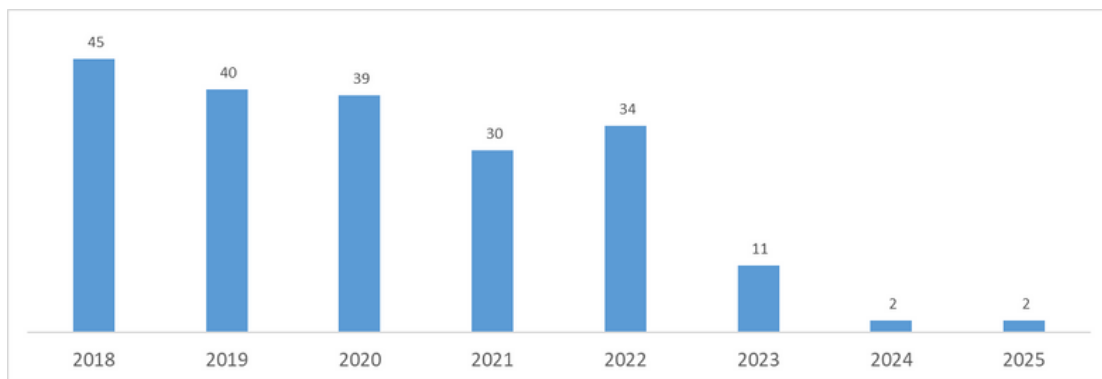
Figura 13. **Número de ciclos** con sobreproducción por año. Fuente: SMA.



De los 279 ciclos finalizados en 2022, 35 presentaron sobreproducción; en 2023, esta cifra disminuyó a solo 8 ciclos, equivalente al 3,09% del total (Figura 13). Esta tendencia a la baja se mantiene en 2024 con solo 2 ciclos con sobreproducción, confirmando la consolidación de una mejora en el nivel de cumplimiento por parte del sector regulado.

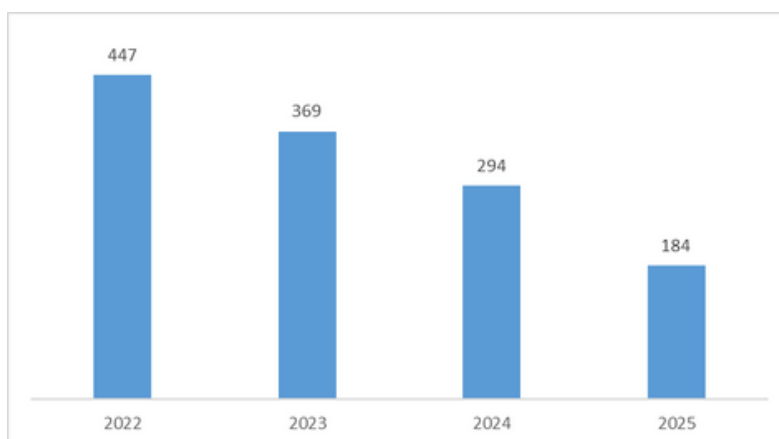
En relación al compromiso de **posicionamiento**, la Figura 14 muestra una tendencia a la baja en el número de centros en incumplimiento entre los años 2018 y 2024, destacando los hitos correspondientes al inicio a las notificaciones periódicas y de los IFA masivos. Mientras en 2018, se registraron 45 casos de incumplimiento asociados a la ubicación de las balsas jaula fuera o parcialmente fuera del área concesionada, en 2024 y 2025, esta cifra se redujo a solo 2, lo que representa una mejora del 96%. Otro resultado relevante es que, en la actualidad, ya no se detectan casos con desplazamientos de módulos de cultivo de gran magnitud (más de 50 metros).

Figura 14. Resultados del cumplimiento de posicionamiento de balsas jaulas de CES: casos fuera del área de concesión por año. Fuente: SMA.



Finalmente, en relación a las conexiones en línea (Figura 15), se observa una disminución en el número de centros desconectados a la SMA en el periodo 2022-2025, desde 447 centros (52%) a 184 (29%). En conjunto, los datos reflejan un avance relevante y progresivo en el cumplimiento de las conexiones en línea de la SMA, si bien aún persisten brechas tanto en el número de conexiones como en la estabilidad de la conexión y en la calidad de datos.

Figura 15. Número de centros con conexiones sin envío de datos en línea a la SMA. Fuente: SMA.



La presente estrategia tiene como línea base los resultados expuestos anteriormente por lo que sus acciones se enfocan en generar una mejora en cumplimiento ambiental con ellos como punto de partida. La evaluación de las acciones que se implementen en los tres años de duración de la estrategia serán publicados al tercer año de implementación, momento en que también se analizará la pertinencia de incluir nuevos objetivos, plazos y planes de acción relativos a otras temáticas identificadas como líneas de trabajo futuras. Lo anterior, sin perjuicio de evaluaciones intermedias, que, en base a la evidencia analizada, impliquen modificar lo planificado originalmente, a fin de corregir posibles deficiencias o fortalecer algún eje de acción en el entendido que las estrategias son documentos dinámicos que son actualizados para alcanzar de mejor manera los objetivos planteados.

Esta Estrategia será publicada en el sitio web institucional de la Superintendencia del Medio Ambiente (<https://portal.sma.gob.cl/>) y en el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA) (<https://snifa.sma.gob.cl/>).

Junto con lo anterior, el área de Comunicaciones de la SMA colaborará activamente en la ejecución de la presente Estrategia, prestando apoyo en todas aquellas acciones orientadas a su correcta difusión y comprensión por parte de los distintos públicos destinatarios. Para ello, se velará que la información generada sea ampliamente accesible, clara y comprensible, mediante el uso de un lenguaje sencillo y preciso, favoreciendo así una comunicación efectiva y cercana con la ciudadanía.

7. Anexos

7.1. Características del proceso productivo del salmón y Centros de Engorda de Salmones

Chile produce aproximadamente el 31% de los salmónidos a nivel mundial con más de 1.000.000 toneladas anuales para el 2023. Según SERNAPESCA²⁸, las especies de mayor producción corresponden al Salmón del Atlántico o Salar (71%), Salmón del Pacífico o Coho (*Oncorhynchus kisutch*) (25%), Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) (4%) las cuales son ilustradas en la Figura 16.

Figura 16. Principales especies de salmónidos cultivadas en Chile. Fuente: anuarios Estadísticos de Pesca y Acuicultura. SERNAPESCA.




7.1.1. Etapas de la producción de salmón


El ciclo productivo del salmón lo compone las etapas de (i) **reproducción**, (ii) **engorda** y (iii) **procesamiento** (Figura 17), las cuales se describen a continuación:




La etapa de **reproducción**, que tiene una duración aproximada de 8 a 16 meses, se lleva a cabo en plantas de piscicultura ubicadas en agua dulce. Su objetivo principal es la producción de alevines, los cuales suelen tener un peso que varía entre 70 y 300 gramos, según la especie de salmónido (Liberona, 2010). Esta etapa se compone de las siguientes fases:




Fertilización: En otoño se produce el desove de los reproductores y se cosechan las ovas de las hembras y el semen de los machos, de cuya interacción biológica resulta la ova fertilizada.




Incubación: La incubación de las ovas tiene lugar en agua dulce, donde éstas completan su desarrollo, hasta la eclosión. La velocidad con que se desarrollan las ovas depende fundamentalmente de la temperatura del agua durante la incubación (máxima temperatura 12,2° Celsius). En este período, la manipulación de las ovas debe ser mínima, reduciéndose sólo a la extracción cuidadosa de ovas muertas. Tras cuatro semanas en incubadora los huevos alcanzan el estado conocido como “ova ojo”, siendo lo suficientemente fuertes para tolerar su transporte.



Eclosión: este es el momento en que los pequeños alevines rompen la ova y pueden comenzar a nadar adheridos a sus sacos vitelinos. Esta primera etapa se desarrolla en incubadoras y termina aproximadamente un mes después, cuando se produce la completa absorción del saco.



Alevinaje: Cumplida esta fase, el alevín nada libremente e inicia su alimentación, ya sea en el mismo incubador, en bateas, o mallas de primera alimentación, hasta convertirse en el denominado “*alevín parr*”, luego los peces crecen más rápidamente, y sus requerimientos nutricionales son mayores.



Esmoltificación: Cuando los peces son suficientemente grandes para tolerar el agua de mar, se les denomina “smolt”. Durante el proceso denominado “smoltificación”, el salmón pierde sus marcas “parr”, el abdomen adquiere un color plateado, y el dorso se torna verde o pardo.

Figura 17. Etapas del proceso productivo del salmón. Elaboración propia en base a: Liberona (2010)²⁹, Consejo del Salmón (2025)³⁰



La etapa de **engorda** está compuesta por las siguientes fases:

- **Transporte:** los smolt son llevados desde la piscicultura a los CES ubicados en el mar.
- **Engorda:** los peces comienzan a ser alimentados con dietas especiales para su engorda. Los peces son mantenidos hasta que alcanzan un tamaño comercial, típicamente entre 3,5 y 4,5 kilos dependiendo del mercado de destino. Esta fase dura entre 9 a 18 meses, dependiendo de la región y la especie.
- **Cosecha:** extracción de los peces con tamaño suficiente de las jaulas productivas y posterior traslado a plantas faenadoras. Este proceso realiza mediante barcos especialmente acondicionados para iniciar el faenamiento junto a las mismas jaulas, o bien, y en crecimiento, mediante servicios de “wellboats” que permiten llegar con los peces vivos hasta la misma planta faenadora.

²⁹ Liberona, Flavia. 2010. “El proceso productivo del salmón en las regiones australes de Chile”. Cartilla Informativa N°3, Terram Publicaciones, 6.

Disponibile en: https://www.terram.cl/descargar/recursos_naturales/salmonicultura/cartilla/Cartilla-Informativa-III.pdf

³⁰ Disponible en: https://www.consejodelsalmon.cl/wp-content/uploads/2025/04/Brochure-digital-CDS_Interactivo.pdf



Finalmente, el **procesamiento** transforma el salmón adulto en productos comercializables. Sucede en plantas de proceso ubicadas en tierra, y se subdivide en:

- **Productos:** En las plantas de proceso, los salmones cosechados son sometidos a faenado, eviscerado, fileteado y otras operaciones para ser transformados en distintos productos para la comercialización en mercados nacionales e internacionales.
- **Desechos:** los residuos generados en el procesamiento de los salmones son gestionados y trasladados a plantas reductoras o utilizados para la producción de harinas, aceite de pescado para su tratamiento y valorización.
- **Distribución:** Los productos elaborados se distribuyen a mercados de destino, mediante vía marítima, aérea o terrestre, hasta su llegada al consumidor final.

Uno de los escenarios más complejos de la industria salmonera es aquel que se configura en todo el proceso de engorda de los salmones hasta el momento del término de la cosecha, siendo gravitante su importancia, ya que es precisamente esta etapa la que sustenta el éxito de esta actividad económica (Troncoso, 2006). Esta fase (Tabla 3) transcurre mientras los peces permanecen en el mar, lo que puede durar de 16 hasta 24 meses (Murillo et al. 2006; Troncoso, 2006).

Tabla 3. Duración del ciclo productivo, y peso de cada especie cultivada en Chile. Fuente: Salmonicultura en Chile. Un Viaje de Innovación, Desarrollo y Descentralización³¹

Especie	Periodo de Engorda	Peso promedio
Salar	16 a 18 meses	5 kilos
Coho	10 a 12 meses	4 kilos
Trucha	10 a 12 meses	3 kilos

³¹ Salmonicultura en Chile. Un Viaje de Innovación, Desarrollo y Descentralización. SalmonChile. (2024). Disponible en: <https://www.salmonchile.cl/assets/uploads/2024/08/Libro-Salmon-Digital.pdf>

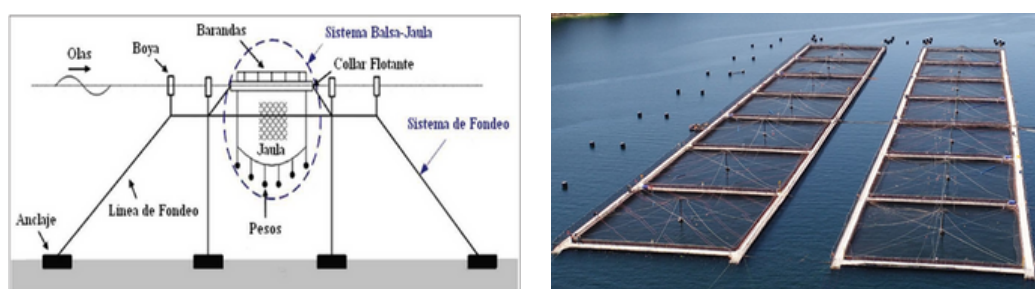
7.1.2. Características de los Centro de Engorda de Salmones

La infraestructura y servicios básicos para la configuración de un centro de cultivo en el mar son:

- Balsas-jaulas.
- Sistema de fondeo.
- Sistema de redes (peceras, loberas y pajareras).
- Plataformas de almacenaje del alimento (Pontón de alimentación).
- Plataforma de sistemas de distribución y habitabilidad para los operarios (Pontón de habitabilidad).
- Pontón de ensilaje.
- Bodegas y plataformas de materiales.

Una balsa-jaula consiste en una estructura rígida o semirrígida de variados diseños, formas y tamaños, la cual se encuentra flotando fuertemente adherida al fondo marino mediante un sistema de fondeo, contando con una red-jaula que permite conservar a los peces en su interior y redes llamadas loberas y pajareras para aislarlos de los depredadores (Inostroza, 2008³²; Figura 18 a). En Chile es común la utilización de set entre 12 a 24 jaulas (López 2013³³; Figura 18 b). Actualmente las unidades de cultivo (módulo o trenes de balsas-jaula), están en sitios más expuestos, lo que ha originado un fuerte cambio en los sistemas de anclaje, tanto en su relación y ángulo de fondeo como en la dimensión de éstos. Por otra parte, el volumen de producción actual y las nuevas tecnologías utilizadas para la alimentación, requiere contar con grandes extensiones para su funcionamiento (Murillo et al. 2006).

Figura 18. Centro de engorda de salmones: a) Diagrama esquemático de un sistema balsa-jaula-fondeo. Fuente: Inostroza, (2008); b) Tren de balsas jaulas. Fuente: López, (2013).



³² Inostroza, M. 2008. Proyecto de sistema de fondeo para centros de cultivos de salmones. Tesis para optar al título de Ingeniero Naval, mención Arquitectura Naval, Universidad Austral De Chile.

³³ López, J. (2013). Análisis del desempeño de un módulo de balsas jaulas en términos de fuerzas resistivas y volúmenes de cultivo. Proyecto para optar al título de Ingeniero Acuicultor. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 52 pp.

7.2. Metodología para la determinación de posicionamiento de CES

El análisis de imágenes satelitales en un periodo determinado de tiempo se realiza mediante el procesamiento y extracción de información de imágenes satelitales de tipo Radar de Apertura Sintética (SAR) y/u ópticas (multiespectrales) proveniente del programa Copernicus de la Agencia Espacial Europea³⁴ y sus misiones Sentinel-1 (A/B) y Sentinel-2 (A/B), con las cuales se realiza una fotointerpretación para identificar las estructuras de la concesión.

En particular, las imágenes SAR permiten la identificación y caracterización espacial de las estructuras de acuicultura en lagos y mares mediante el análisis del aumento de Coeficiente de Retrodispersión (backscattering) de la señal emitida por el instrumento, tal como ha sido descrito en Steckler (2001)³⁵, Travaglia et al. (2004)³⁶, Sierralta et al. (2015)³⁷ y Russell et al. (2020)³⁸, y generan observaciones independientes de las condiciones meteorológicas. De esta forma, se utilizan conjuntos de imágenes provistas por las plataformas orbitales Sentinel-1 A/B del Programa Copernicus de la Agencia Espacial Europea, específicamente, imágenes de Nivel 1 Ground Range Detected (GRD) banda C ($\lambda \approx 5,24$ cm) calibradas radiométricamente para la obtención del coeficiente de retrodispersión (σ^0) y geocodificadas a una resolución espacial de 10 metros.

Estas imágenes son agregadas temporalmente para cada periodo de análisis mediante la extracción del percentil de retrodispersión al 20%, con el fin de obtener una respuesta homogénea y representativa de las señales del instrumento para el periodo analizado, minimizando efectos de interferencia y detecciones anómalas producto de fenómenos como el movimiento de módulos producto de mareas o embarcaciones esporádicas.

³⁴ <https://www.copernicus.eu/es>

³⁵ Steckler, C. 2001. Using Radarsat to detect and monitor stationary fishing gear and aquaculture gear on the Eastern Gulf of Thailand. Thesis for the Degree of Master in Science. Victoria, Canadá: Department of Geography, University of Victoria. 117p.

³⁶ Travaglia, C., Profeti, G., Aguilar-Manjarrez, J. y López, N. 2004. Mapping Coastal Aquaculture and Fisheries Structures by Satellite Imaging Radar: Case Study of the Lingayen Gulf, the Philippines. Fisheries Technical Paper 459, Food and Agriculture Organization, FAO. Rome. 58pp.

³⁷ Sierralta, C., Garay, C., Ramírez, H. y Sepúlveda, G. 2015. Enforcing aquaculture in southern Chile through SAR imagery, publicado en Special Report on Next Generation Compliance International Network for Environmental Compliance and Enforcement/Institute for Governance & Sustainable Development.

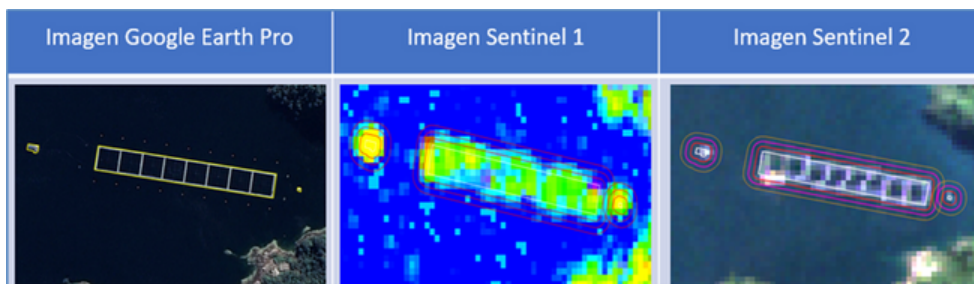
³⁸ Russell, A., Castillo, D. Elgueta, S. y Sierralta, C. 2020. Automated Fish Cages Inventorying and Monitoring Using H/A/ α Unsupervised Wishart Classification in Sentinel 1 Dual Polarization Data. 2020 IEEE Latin American GRSS & ISPRS Remote Sensing Conference (LAGIRS). DOI: 10.1109/LAGIRS48042.2020.9165669.

La presentación gráfica de estas imágenes se realiza a través de un algoritmo de visualización de falso color SAR publicado por Luongo (2019)³⁹.

Para el caso de las imágenes ópticas del satélite multispectral Sentinel-2 A/B (Harmonized Collection)⁴⁰, se utiliza una imagen individual dentro del período, que se encuentra en reflectancia de superficie (corregida a través de sen2cor) y se representa gráficamente como una composición RGB en color verdadero a 10 metros de resolución espacial.

Se debe considerar que, las imágenes satelitales utilizadas tienen una resolución de 10 metros, por lo que, pueden existir errores al momento de determinar el tamaño de las estructuras de un CES. Además, debido a la retrodispersión de las imágenes SAR el tamaño de las jaulas y estructuras de apoyo se ve más grande en las imágenes de lo que son en la realidad. Para minimizar este efecto, se utiliza un “buffer” o margen de tolerancia técnico lo cual permite concluir con certeza si un centro está fuera de su área de concesión. Para el caso de las imágenes Sentinel 1 se usa un buffer técnico de 30 metros y en el caso de las imágenes Sentinel 2 se utiliza un buffer técnico de 10 metros.

Figura 19. Comparación de imágenes de distintos sensores. Elaboración propia SMA.



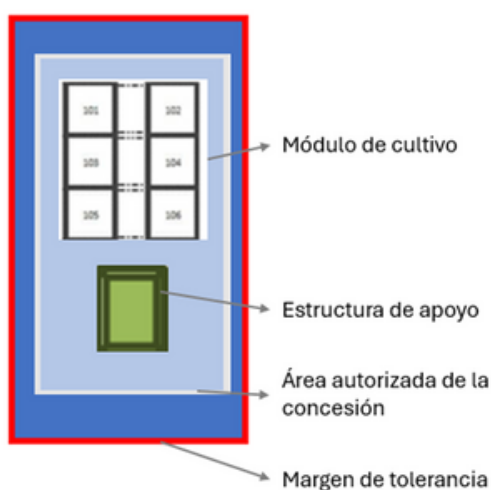
Cuando uno o más vértices de uno o más módulos (balsas jaula) o estructuras de apoyo (pontón de habitabilidad, pontón de ensilaje, balsas de apoyo, bodegas, etc.) que conforman el CES se encuentran fuera del polígono autorizado en su RCA como área de operación de la concesión, se considera un hallazgo.

³⁹ Luongo, A., 2019. SAR False Color Visualization. Disponible en: [Inostroza, M. 2008. Proyecto de sistema de fondeo para centros de cultivos de salmones. Tesis para optar al título de Ingeniero Naval, mención Arquitectura Naval, Universidad Austral De Chile.](#)

⁴⁰ Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C. Disponible en: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S2_HARMONIZED

Sin embargo, debido a que se han identificado casos en que las estructuras pueden sufrir desplazamientos por causas naturales asociados a variables ambientales (olas, vientos, corrientes o fuerzas de arrastre, topografía submarina, mareas, etc.) o por efectos en el emplazamiento de las estructuras de cultivo (deriva tensional o garreo, u otras causas). Por ello la evaluación de posicionamiento tipifica el hallazgo según el grado de desplazamiento, desde casos en que módulos y estructura están levemente fuera del área de concesión hasta casos donde ambas instalaciones se ubican completamente fuera de ella.

Figura 20. Esquemas de partes del CES, incluyendo el margen de tolerancia. Fuente: SMA



7.3. Metodología para la determinación de producción de salmones

La producción de un CES se calcula en toneladas, de acuerdo con la siguiente fórmula referencial:

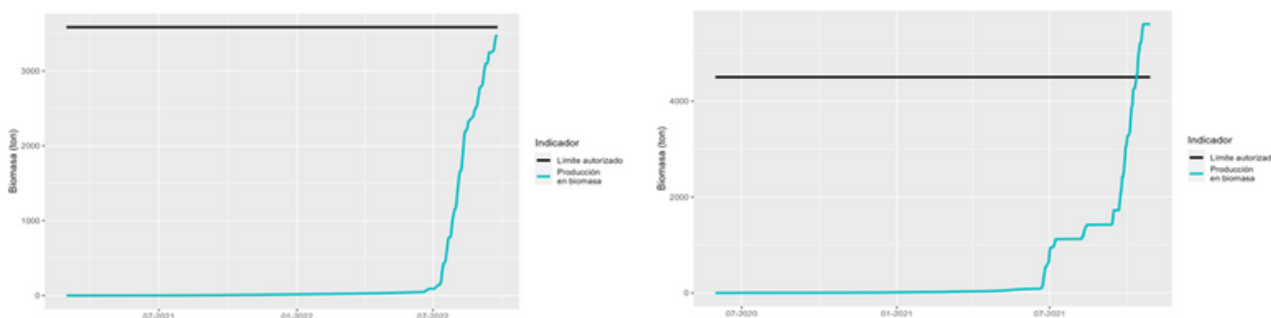
$$\text{Producción} = \text{Cosecha} + \text{Mortalidad}$$

- **Producción:** producción de la operación realizada por un CES para un ciclo productivo, en toneladas.
- **Cosecha:** suma de las declaraciones de eventos de cosecha, en toneladas.
- **Mortalidad:** mortalidad acumulada en el ciclo, en toneladas.

Así producción calculada para efectos normativos corresponde a la cosecha recibida en plantas de proceso (Sistema Trazabilidad de SERNAPESCA) y la mortalidad acumulada durante el ciclo productivo (Sistema SIFA de SERNAPESCA). Si los niveles de producción de un CES supera los límites autorizados por su RCA, este centro se encontraría en un nivel de sobreproducción o elusión, respectivamente. La Figura 21 es una representación gráfica de dos casos, uno sin sobreproducción (Figura 20a) y otro con sobreproducción (Figura 20b).

Sobreproducción = Producción - Producción máxima autorizada

Figura 20. Representación gráfica de cosecha de salmones para un ciclo productivo en doce centros de engorda. Caso (a) corresponde sin sobreproducción (bajo el límite de RCA), y (b) con sobreproducción (Sobre el límite de la RCA). Fuente: Elaboración propia SMA.



La producción que se utiliza para la generación de alertas preventivas es un cálculo estimado a partir de la biomasa máxima presente en el centro en ciclos aun en curso, la cual considera el número de peces en el centro y su peso promedio, sumado a la mortalidad acumulada en el ciclo. De esta manera la alerta puede mandarse periódicamente y/o se sobrepasa un umbral establecido (un porcentaje en relación al máximo establecido). Esta estimación se realiza utilizando únicamente los datos del sistema SIFA de SERNAPESCA.

7.4. Metodología de alertas de baja de oxígeno disuelto

Los datos de oxígeno disuelto reportados mediante conexiones en línea son analizados para generar alertas de baja de oxígeno y pueda prevenir impactos en la mortalidad de individuos en los CES. A la fecha se han definido dos tipos de alertas:



Alerta 1: Se genera cuando el valor de oxígeno disuelto se encuentra por debajo de un umbral de referencia predefinido en mg/L (asociado a un nivel de riesgo de efectos), ya sea en mediciones individuales o promedios (normalmente horarios).

$$\text{Alerta 1} = \text{CO}_t < \text{Umbral (mg/l)}$$



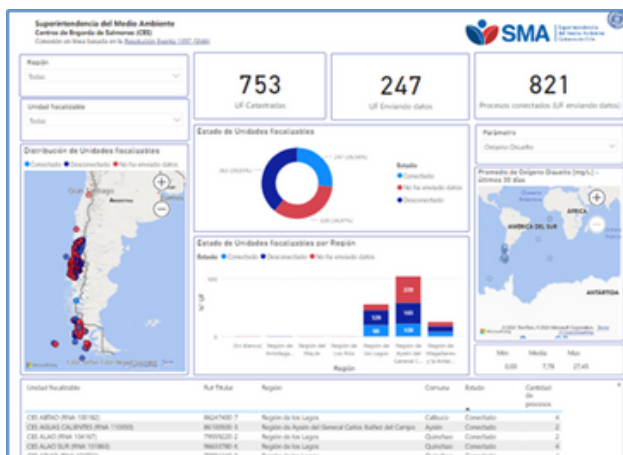
Alerta 2: Se activa ante una disminución abrupta en la concentración de oxígeno disuelto, independiente del valor final alcanzado. Esta alerta se basa en la comparación con la medición anterior y se gatilla si la caída supera un umbral definido, expresado como porcentaje.

$$\text{Alerta 2} = \frac{\text{CO (t)} - \text{CO (t-1)}}{\text{CO (t-1)}} < \text{Umbral (\%)}$$

- **CO_t:** Concentración de oxígeno en el tiempo t, en mg/l
- **Umbral:** valor de referencia que gatilla la alerta preventiva, en mg/l o % según sea el caso.

Las alertas son monitoreadas y ajustadas de manera de evitar falsos positivos y potenciar su uso en la gestión preventiva de impactos ambientales. La Figura 21 representa ejemplos del sistema de alerta compuesto por un panel datos construido para el monitoreo de conexiones en línea y alertas enviadas vía correo electrónico.

Figura 21. Ejemplos de sistema de alertas de baja de oxígeno disuelto. a) Panel de información genérica Estrategia CES: UF catastradas y conectadas en línea. b) Alerta de baja de oxígeno disuelto notificada vía correo electrónico. Fuente: SMA



Alerta Centro de Engorda de Salmones (CES)
 Fecha Revisión: 17-06-2024 22:01:38

Mediante el presente, informo a usted las alertas relacionadas a la disminución de oxígeno en los Centros de Engorda de Salmones individualizados, durante el periodo 17-06-2024 21:00.

Color naranja: valor entre 2 y 3 mg/L.
 Color rojo: valor <2 mg/L.

Alertas

Id	Nombre UF	Comuna	Región	Estación	Parámetro	Unidad	Prom Hor	Umbral Prom Hor	Razón de Cambio	Umbral RC	Prom Hor anterior	Fecha/Hora	Reporte
5325		Aysén	Región de Aysén	Dispositivo T.P. 10 metros de profundidad	OO	mg/L	2.04	3.00	0.42	-2.00	2.52	17-06-2024 21:00:00	Ver
2984		Cochamo	Región de Los Lagos	Jajul	OO	mg/L	3.00	3.00	-0.10	-2.00	3.10	17-06-2024 21:00:00	Ver

Para más detalle, puede ingresar al siguiente [link](#) al sistema paneles, usando la cuenta VPN SMA correspondiente y seleccionando el panel CES

Créditos:

División de Fiscalización
Departamento de Tecnología, Monitoreo e Información
División de Sanción y Cumplimiento
Fiscalía
Oficina de Gestión Estratégica

Diagramación y diseño:

Oficina de Comunicaciones



**CHILE
AVANZA
CONTIGO**



Superintendencia
del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

portal.sma.gob.cl

