



## AREAS PROTEGIDAS Y SALMONICULTURA

Documento de Posición – octubre 2024

*Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia*

### CONTEXTO

La naturaleza y su biodiversidad tienen un valor inalienable para la salud y el bienestar de las sociedades (WHO, 2024), esta sostiene todas las actividades humanas y provee directa o indirectamente todo lo que requerimos para vivir (Galdámez et al. 2021, Díaz et al. 2018). Las economías están embebidas igualmente en esta base natural (Dasgupta, 2021), más evidente aún en países como Chile donde la economía es simple y su matriz productiva depende directamente de los recursos provistos por la naturaleza y su biodiversidad. La sociedad, a su vez, moldea la naturaleza, a diferentes escalas, desde lo local a lo planetario (Fischer et al. 2016). No obstante, el desarrollo humano ha sido promovido a expensas de la biodiversidad (Rockstrom et al., 2009), interfiriendo en el delicado funcionamiento de los ecosistemas y, por lo tanto, poniéndose paradójicamente en riesgo a sí mismo, pues como resultado se afectan directa o indirectamente todas las actividades humanas, y con ella su bienestar en general, incluyendo los negocios (WBCSD, 2011). Algunos ejemplos claros de esto en Chile han sido la sobreexplotación de los pastizales ganaderos y el colapso de la industria salmonera, donde la degradación de la naturaleza, provocada por la industria, ha terminado afectando a la misma industria de manera vital (MMA 2018).

Hoy, la pérdida de biodiversidad por el impacto negativo de las actividades humanas es uno de los mayores problemas globales que enfrentamos (Steffen et al. 2015), pues provoca la disrupción de procesos vitales (Folke et al. 2021) y conecta intrínsecamente con el cambio climático. Tal como lo plantea el Reporte sobre Riesgos Globales del Foro Económico

Mundial del año 2023 y otros autores (e.g. Pörtner et al. 2021, Griscom et al. 2017): si fallamos en revertir la pérdida de biodiversidad, no será posible frenar el cambio climático. Por ello, promover la recuperación y protección de la biodiversidad, por ejemplo, mediante la implementación efectiva de áreas protegidas, es una tarea compartida, que requiere la acción coordinada de los diversos actores de nuestra sociedad, donde debe sumarse con especial interés el mundo productivo privado y realizar cambios transformacionales (CBD 2020, IPBES 2019). En otras palabras, es imperioso desacoplar el crecimiento económico de la degradación ambiental para alcanzar un desarrollo sustentable de los territorios (MMA 2018), esto solo será posible si se avanza con una mirada integrada, no compartimentalizada, de las dimensiones económica, social y ambiental (CTCI 2024); reconociendo la existencia de bienes y servicios que ofrecen los ecosistemas saludables, más allá del recurso puntual que puede ofrecer la naturaleza en un momento determinado (MMA 2018).

En el contexto de los cambios y amenazas globales este desafío no es solo necesario, sino que urgente. Apostar por ecosistemas sanos, que tienen el mayor potencial de resiliencia, mediante la creación e integración de áreas efectivas de protección es clave para incrementar, asimismo, la resiliencia de nuestra sociedad y comunidades (IPCC 2021, IPBES 2019).

## **1. ANTECEDENTES**

### ***1.1. Los ecosistemas marinos de la Patagonia occidental***

En Chile, la Patagonia se extiende linealmente por más de 1.600 km, con aproximadamente 100.000 km de borde costero y más de 40.000 islas (Tecklin et al. 2021) creando un verdadero laberinto de estrechos canales. Los ecosistemas marinos de fiordos, archipiélago y canales más importantes en términos de extensión se encuentran en Noruega, Canadá (Columbia Británica), Estados Unidos (Alaska), Nueva Zelanda y Chile.

En la Patagonia chilena, los ecosistemas marinos son muy complejos dada la geomorfología y oceanografía (Silva y Palma, 2008). Esta vasta área se ha considerado como una de las zonas mega-estuarinas más grandes del mundo, destacándose por la alta productividad biológica presente. Más aún, los ecosistemas de fiordos, archipiélagos y canales son considerados como zonas de alta importancia por la biodiversidad y abundancia de vida que albergan. En efecto, en la región Patagónica se han identificado áreas de alto valor para la conservación utilizando herramientas de planificación espacial marina (Hucke-Gaete et al. 2010; Vila et al. 2016, 2021).

En estos ecosistemas marinos las riquezas extraordinarias de la naturaleza, compuesta de un sinnúmero de especies emblemáticas (algas, aves, invertebrados, mamíferos marinos,

entre otros), han permitido sostener medios de vida locales por miles de años, en particular la pesca, tanto industrial como artesanal (algunas de importante valor económico directo como la sardina austral, la merluza, el erizo o la centolla). Junto a un intenso transporte y turismo marítimo, dan gran dinamismo económico y ofrecen un gran potencial de crecimiento. Así mismo, la Patagonia es el centro neurálgico chileno de la acuicultura de mitílidos y de salmones (Molinet et al. 2018; Aylwin et al. 2021; Hucke-Gaete et al. 2021), la que se ha convertido en una de las actividades actuales de mayor relevancia económica en la zona. Lamentablemente, estos ecosistemas marinos y su biodiversidad están severamente amenazados e impactados debido al gran aumento de actividades industriales, desarrollo de infraestructura de alto impacto ambiental y sobreexplotación de recursos marinos, los cuales han sido desarrollados sin consideraciones integradas e integrales de conservación de biodiversidad.

## **1.2. Áreas protegidas (marinas) y Patagonia**

En general, las Áreas Marinas Protegidas (AMP) se han constituido como una herramienta de gran utilidad en el cuidado de la biodiversidad y en el manejo de los recursos marinos para mantener ecosistemas marinos saludables, siendo un componente importante en el desarrollo de diversas políticas públicas y acciones de conservación y protección de los ecosistemas marinos (Roberts et al. 2001, 2005; Gell and Roberts 2003; Chape et al. 2005; Watson et al. 2014). De acuerdo con la IUCN (2008), un área protegida *es un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados.*

Las AMPs contribuyen a la conservación de hábitats y ecosistemas esenciales, la recuperación de la biomasa de diversas especies marinas, entre ellas especies sobreexplotadas y/o en peligro de extinción y al cumplimiento de objetivos de desarrollo sustentable (ODS), incluyendo el bienestar y desarrollo socio-económico de comunidades humanas asociadas a éstas. Del mismo modo, contribuyen en la mitigación y adaptación al cambio climático (Agardy 1994; Halpern and Warner 2002; Halpern 2003; Chape et al. 2005; McLeod et al. 2009; Baxter et al. 2016).

En los últimos 10 años, Chile ha designado más de 1,4 millones de km<sup>2</sup> de áreas marinas como AMP, pasando del 4% a cerca del 44% para 2024. Sin embargo, de este 44%, el mayor porcentaje de superficie marina protegida (90% aprox), corresponde a aguas alrededor de islas oceánicas, dejando de esta forma una baja representatividad ecosistémica y cobertura biológica en las aguas costeras del continente.

En lo que respecta a Patagonia, la cobertura de AMP decretadas (excluyendo las que forman parte del ex-Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (ex-SNASPE)), es de

aprox. 11.200 km<sup>2</sup> (6% de la zona costero-marina patagónica). Adicionalmente, están las aguas interiores de los Parques y Reservas Nacionales que forman parte del ex-SNASPE, que cubren el 35% de la zona costera (aprox 63.000 km<sup>2</sup>), lo que representa al 85% del total de maritorio patagónico protegido (Tecklin et al. 2021). No obstante esta importante cobertura, buena parte de estas APs no cuentan con un plan de manejo y administración aprobado o implementado, de manera que no existe un manejo efectivo a la fecha (Petit et al. 2018, Tecklin et al. 2021).

### **1.3. Acuicultura: contexto mundial**

La acuicultura (cultivo y crianza de especies marinas y de agua dulce, consideradas recursos pesqueros para el consumo humano) es una actividad milenaria que ha evolucionado lentamente, sobre la base del conocimiento tradicional, los avances obtenidos a través de la curiosidad y la experiencia (FAO 2022). Si bien los objetivos originales en el desarrollo e implementación de la acuicultura fueron : 1) reducir la presión sobre las poblaciones silvestres sobreexplotadas; 2) servir como una opción propicia para asegurar alimentos (proteína animal) a una población en crecimiento; y 3) combatir la pobreza en los países en desarrollo, la realidad es que esta actividad se ha expandido e intensificado en muchas regiones del mundo de manera rápida y en muchas ocasiones de forma poco sostenible, poco regulada y escaso ordenamiento espacial. Hoy en día se reconoce la existencia de una acuicultura de pequeña-escala y otra industrial, siendo La primera comúnmente definida como acuicultura “artesanal” con baja participación tecnológica y con volúmenes de producción significativamente menores en comparación con la acuicultura industrial o de “gran-escala”. Esta última ha crecido sin precedentes dado los avances tecnológicos, impulsando la acuicultura moderna hacia sistemas de cultivo semi-intensivos e intensivos generalmente con prácticas ambientales y sociales inapropiadas en diversas partes del mundo (como es el caso de la salmonicultura) (Nash et al. 2008; FAO 2022). Hoy la acuicultura produce más de la mitad de los recursos marinos del mundo para consumo humano (Cai & Zhou 2019, FAO 2022), pasando de aproximadamente 15 millones de toneladas a fines de 1990 a más de 88 millones de toneladas en 2020, lo que representa más de US\$265.000 billones , con un crecimiento de 5% anual entre 2001 y 2020 (FAO 2022). Los peces marinos (como el salmón y la trucha) representan alrededor del 9% de todos los animales cultivados en el mundo (aproximadamente 7 millones de t). Chile, en tanto, es el octavo productor mundial de acuicultura, pasando de 157 t en 1995 a 1,5 millones de toneladas en 2022 (aprox. 1,5% de la producción mundial; FAO 2022, Sernapesca 2022).

Los peces cultivados en Chile representan alrededor del 70% de toda la producción acuícola nacional (aproximadamente 1.075.000 t, valorizada en aprox. US\$6.6 billones) , principalmente salmón del Atlántico (*Salmo salar*, 758.000 t), salmón del Pacífico

(*Oncorhynchus kisutch*, 241.000 t) y trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*, 71.000 t; Sernapesca 2022), especies exóticas para nuestro país. El 99,7% se produce en tres regiones de la Patagonia: Los Lagos (49,2%), Aysén (34,4%) y Magallanes (16,1%). Chile es actualmente el segundo productor mundial de salmón después de Noruega (1,2 millones de toneladas, FAO 2022). La producción de salmones en Chile ha aumentado aproximadamente 3.600% entre 1990 a 2022 (elaboración propia a partir de Anuarios Estadísticos de Pesca y Acuicultura, SERNAPESCA 2023).

## **2. SALMONICULTURA Y SUS IMPACTOS**

La evidencia indica que las malas prácticas de la salmonicultura provocan efectos perjudiciales que tienen como consecuencia conflictos sociales entre diferentes usuarios del maritorio, impactos negativos sobre la biodiversidad y interrupción de importantes servicios ecosistémicos (calidad del agua, calidad del sedimento, otras especies de importancia comercial y recursos marinos, entre otras) (Naylor et al. 2000; Cromey and Black 2005; Watson-Capps and Mann 2005; Farmaki et al. 2014; FAO 2022).

En Chile, el crecimiento de la producción de salmón no ha estado exento de estas malas prácticas, evidenciándose importantes deficiencias sanitarias y ambientales y, por lo tanto, sería controversia. Desde su concepción en Chile, estudios y revisiones científicas han dado cuenta de los efectos directos, indirectos y potenciales de la salmonicultura (Buschmann et al. 2012, 2019; Niklitschek et al. 2013; Sepúlveda et al. 2015; Aranda et al. 2015; Urbina 2016; Tucca et al. 2017; Hornick & Buschmann 2018; Chávez et al. 2019; Quiñones et al. 2019), y se han propuesto recomendaciones urgentes para establecer mejores estándares de producción y poder permitir una industria más “sustentable” (Buschmann et al. 2006, 2019; Niklitschek et al. 2013; Quiñones et al. 2019).

Desde la perspectiva laboral y social, se estima que la industria de la salmonicultura ha proveído un promedio aproximado de 17.000 empleos directos ponderados anuales entre 2005 al 2021 (Toledo 2023). Sin embargo, estas cifras no han sido constantes dadas diversas crisis, como por ejemplo la crisis sanitaria del virus ISA (2007-2010) que provocó una disminución importante del número de personas empleadas por la industria, con la mayor caída en el año 2010, representando aproximadamente 11.400 empleos ponderados directos, i.e. una disminución del 38% en relación al año 2008 (Toledo 2023). Esto generó además cambios laborales considerables, por ejemplo, la industria enfocó esfuerzos en la contratación de personas con mayor especialización y más calificadas, con el subsecuente despido de trabajadores locales menos calificados de las regiones de Los Lagos y Aysén. Además, muchos de estos empleos tienen bajos salarios, sin seguros médicos, con mínimas condiciones de seguridad y con jornadas laborales prolongadas (Chávez et al. 2019).

Con respecto a los impactos ambientales, estos son particularmente significativos en la macrozona sur dada la presencia de un importante número de áreas protegidas. Justamente, considerando que la salmonicultura es una actividad acuícola industrial, ésta no debería desarrollarse adyacente o dentro de *ninguna categoría de áreas protegida marina* según los estándares de expertos internacionales como La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2019). A modo de resumen, los impactos ambientales del cultivo de salmón en Chile se pueden clasificar en al menos cinco grupos principales (ver Quiñones et al. 2019 y Buschmann et al. 2009, para una revisión extensa):

*i) Contaminación orgánica e inorgánica;* Proveniente de los alimentos no consumidos, heces y mortalidad de peces. La evidencia ha mostrado que los desechos orgánicos de los centros de cultivo alteran las propiedades del fondo marino y la columna de agua (por ejemplo, disminuyendo el oxígeno disuelto y consecuente eutroficación, Mente et al. 2006; Kutti et al. 2008; Aranda et al. 2010; Hargrave 2010; Hornick y Buschmann 2018), generando cambios en la biodiversidad y abundancia de especies. Asimismo, los desechos inorgánicos disueltos pueden acelerar el crecimiento de algunas especies de microalgas (fitoplancton) con repercusiones negativas importantes sobre la fauna nativa, como aquellos derivados de los “florecimientos de algales nocivos” (Buschmann et al. 2006, Díaz-Tapia et al. 2019, Quiñones et al. 2019). De hecho, la eutrofización de los canales y fiordos patagónicos originado por el cultivo del salmón en Chile ha sido reconocida como uno de los problemas ambientales más importantes desde las primeras etapas de desarrollo de la industria (Soto y Norambuena 2004; Niklitschek et al. 2013; Quiñones et al. 2019).

Pese a que los efectos de estos contaminantes parecen estar localizados en las áreas bajo de las jaulas e inmediatamente adyacentes a éstas (Soto y Norambuena 2004), no existen evaluaciones más amplias que puedan permitir una mejor comprensión del destino de los nutrientes del cultivo del salmón, especialmente en fiordos profundos y con laderas de alta pendiente (Quiñones et al. 2019). Así mismo, se reconoce que el régimen de corrientes es un gatillante crucial de la magnitud y temporalidad de los efectos del cultivo de salmón tanto en los sedimentos marinos como en la columna de agua (Urbina 2016), con un efecto espacial superior al esperado en términos de distancia a los centros de cultivo.

*ii) Contaminación química;* La liberación de contaminantes químicos y farmacológicos al medio natural (sea por procesos subyacentes de la producción o por accidentes) a través de diversas vías presenta impactos ecológicos y evolutivos potencialmente duraderos (Buschmann et al. 2006; Urbina 2016; Verhoeven et al. 2018), de la misma manera que se ha visto en ambientes terrestres (e.g. de Souza & Guimarães 2022). En este caso, con riesgo aumentado por ser un medio acuático que permite la disolución y transporte de químicos con mayor facilidad. Por ejemplo, la precipitación de cobre en sedimentos, presumiblemente a partir de pinturas antiincrustantes y desechos de peces no consumidos,

se ha asociado con la pérdida de biodiversidad bentónica (Chou et al. 2002; Farmaki et al. 2014), mientras que el uso de fármacos, como antimicrobianos, superan los niveles permitidos según la regulación de otros países, con efectos adversos en los ecosistemas marinos y potenciales impactos a la salud humana (Millanao et al. 2011; Miranda et al. 2018) por aumento de la resistencia antimicrobiana.

*iii) Salmones escapados y propagación de enfermedades;* existen argumentos científicos que indican que los salmones escapados desde los centros de cultivo se alimentan de presas silvestres, mantienen tasas de crecimiento positivas y reducen la abundancia de especies nativas, afectándolas por competencia, depredación (Soto et al. 2001; Svåsand et al. 2007; Chevassus-au-Louis and Lazard 2009) y/o transmisión de enfermedades y parásitos (Krkošek et al. 2007). Un caso bien documentado son los brotes de piojos del salmón (*Caligus rogercresseyi*) (Sepúlveda et al. 2004), parásito que ha ampliado su rango de hospederos infestando también poblaciones silvestres de peces costeros, como el róbalo, *Eleginops maclovinus* (Buschmann et al. 2006).

*iv) Interacciones negativas directas e indirectas con fauna silvestre;* Información empírica ha demostrado importantes efectos negativos del cultivo de peces sobre la biodiversidad de animales silvestres sésiles, en particular la fauna que habita en los sedimentos del lecho marino. La interacción de la fauna móvil en tanto, como crustáceos, peces, aves y mamíferos marinos, con las operaciones de acuicultura son más complejas, pudiendo tanto ser atraídos como mostrar aversión (repulsión) a las operaciones de los cultivos, con diversas consecuencias (Callier et al. 2018). Las interacciones de la acuicultura con mamíferos marinos son una preocupación creciente a nivel mundial (Barrett et al. 2019). Si bien este aspecto ha sido someramente mencionado en algunos estudios y revisiones actualizadas en Chile (Sepúlveda & Oliva 2005; Buschmann et al. 2009b; Quiñones et al. 2019), esta situación se ha vuelto más relevante y foco de investigación. Existe una creciente preocupación por los niveles poco conocidos de interacciones, que incluyen tanto la muerte accidental en redes o durante operaciones, colisiones con barcos, contaminación acústica por ruidos de motores, obstrucción física o degradación de áreas de importancia para pequeños cetáceos (áreas de reproducción y/o alimentación), obstrucción a rutas migratorias o de alimentación de ballenas, e incluso la caza ilegal de estos animales en las cercanías a los centros de cultivo.

*v) Contaminación por residuos sólidos;* principalmente residuos domiciliarios, jaulas, casas y pontones abandonados, plásticos utilizados en la producción como boyas y cabos, entre otros (Tett 2008). Las consecuencias van desde la contaminación química derivada del contacto de estas estructuras con el ambiente, con consecuencias similares a las derivadas de la contaminación por químicos, hasta el enmalle de fauna silvestre (Quiñones et al. 2019).

### **3. POSICIÓN DEL FORO**

En función de la información y evidencia existente hasta hoy sobre los impactos actuales, tanto directos como indirectos, y potencialmente futuros de la salmonicultura en Chile, sostenemos y reforzamos que:

**i) La salmonicultura, como una actividad industrial, no es compatible al interior de las áreas protegidas (ninguna categoría) y sus áreas de alto valor para la conservación, sitios prioritarios, áreas vulnerables o áreas críticas por sus condiciones ecológicas. Particularmente dado los esfuerzos actuales para que éstas sean implementadas con altos estándares (AP) de protección de la biodiversidad y desarrollo de las comunidades locales asociadas.**

**ii) Es importante avanzar adecuadamente y con sentido de urgencia en procesos de planificación espacial marina (por ejemplo, bajo los marcos de micro-zonificaciones regionales) de la Patagonia y con participación de sus múltiples usuarios, que permita consensuar en base a información integrada los usos permitidos en el maritorio y su costa.**

**iii) Estamos a favor de limitar la expansión geográfica de la industria hacia el sur, a los canales, fiordos y archipiélagos de la zona austral. En específico, estamos a favor de una moratoria en el otorgamiento de nuevas concesiones, hasta que exista una planificación espacial explícita que identifique claramente las áreas donde pueda permitirse la actividad de acuicultura en base a un análisis integrado.**

**iv) Estamos a favor de la generación de un plan de reconversión laboral, a través de la activación de otros sectores productivos que generen empleos de calidad (con buenos salarios y condiciones dignas), pero con un menor impacto sobre la naturaleza.**

**v) Llamamos a los organismos estatales responsables, autoridades competentes y tomadores de decisiones a generar regulaciones más robustas y estrictas que otorguen seguridad de que la salmonicultura desarrolle y ejecute acciones concretas para hacer de la industria una actividad más sostenible ambiental y socialmente.**

**vi) Asimismo, reiteramos el llamado a fortalecer las acciones de fiscalización y sanciones para promover que la normativa ambiental sea respetada y aplicada (por ejemplo, en términos de sobreproducción no autorizada, concesiones que actualmente se encuentran en causal de caducidad, entre otros).**

**vii) Finalmente, llamamos a la industria de salmonicultura a respetar la normativa vigente y proceder en sus actividades siguiendo los más altos estándares ambientales y sociales, y a avanzar en adoptar una mirada de sustentabilidad efectivamente integral al momento de diseñar y gestionar sus actividades productivas.**



#### **4. CONSIDERACIONES FINALES**

##### **Implicancias a la conservación: propuesta de acciones**

La creciente producción y expansión de la industria del salmón es un hecho. A pesar de las adecuadamente argumentadas preocupaciones ambientales, la industria de la acuicultura es el sector de producción de alimentos de más rápido crecimiento en el mundo (FAO 2022). Para que este crecimiento sea sostenible en términos de impactos ambientales, se espera que la industria deba lidiar con los problemas que surgen de sus interacciones con el medio ambiente natural y desarrollar soluciones para minimizar sus efectos negativos (Barrett et al. 2019). Aunque la acuicultura sigue siendo una piedra angular fundamental de la vida rural en muchos países, sus prácticas modernas y la variedad de productos finales comerciales dependen, para el resto del mundo, más de las decisiones del estilo de vida humano gobernadas por la elección social (Nash et al. 2008). Veinticinco años después de la adopción del Código de Conducta para la Pesca Responsable (el Código; FAO 1995), la importancia de utilizar los recursos pesqueros y acuícolas de manera responsable es ahora ampliamente reconocida y priorizada. El Código ha informado el desarrollo de instrumentos, políticas y programas internacionales para apoyar los esfuerzos de gestión responsable a nivel mundial, regional y nacional. Estos esfuerzos se han consolidado y priorizado desde 2015 para abordar particularmente, de manera coherente y coordinada, el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 14 - Conservar y utilizar de manera sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible - y otros ODS relevantes para la pesca y acuicultura. Con este fin, la implementación de políticas de gestión de la pesca y la acuicultura con base científica, junto con regímenes predecibles y transparentes para la utilización y el comercio internacional de recursos marinos, son ampliamente aceptadas como criterios sustantivos mínimos para la pesca y la acuicultura sostenibles (FAO 2022). Asimismo, reiteramos que en el contexto de los cambios globales, trabajar para tener ecosistemas sanos mediante la protección efectiva de la biodiversidad es clave para incrementar, justamente la resiliencia de nuestra sociedad (IPCC 2021, IPBES 2019).

Por todo lo mencionado arriba, y considerando además la actual normativa vigente como la nueva ley 21.600 que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP) y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), como FORO instamos a las autoridades del Estado de Chile y los gobiernos regionales de la Patagonia chilena, a diseñar e implementar una hoja de ruta con compromisos a corto, mediano y largo plazo, junto a responsables e indicadores explícitos que permitan limitar el crecimiento de la industria salmonera, concretar su salida de las áreas protegidas (siguiendo un modelo de transición justa), mejorar las regulaciones ambientales y fiscalizadoras, y fomentar alternativas productivas más sustentables, que consideren desde un inicio la integración adecuada y efectiva del

cuidado de los ecosistemas patagónicos, que redunden en menores impactos ambientales y mejores condiciones sociales. Para ello, será fundamental fortalecer las áreas protegidas del mar patagónico a través de una robusta planificación espacial marina activa, la restauración de los ecosistemas cuando sea posible, la investigación científica, promover las buenas prácticas pesqueras (en las categorías que admitan la actividad), el desarrollo e implementación efectiva de planes de manejo para la conservación de estas áreas, necesarios para el fomento de economías locales con diseño integrado de sustentabilidad, pudiendo incluir actividades como el turismo de naturaleza, integrando la participación y cooperación de los diversos actores y sus saberes.

**Las Organizaciones que integran el Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia, nos ponemos a disposición para colaborar en la implementación de acciones que permitan abordar los desafíos planteados en este documento.**



## 5. REFERENCIAS

- Agardy T (1994) Advances in marine conservation: the role of marine protected areas. *Trends Ecol Evol* 9:267–270. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(94\)90297-6](https://doi.org/10.1016/0169-5347(94)90297-6)
- Aranda C, Paredes J, Valenzuela C, et al (2010) 16S rRNA gene-based molecular analysis of mat-forming and accompanying bacteria covering organically-enriched marine sediments underlying a salmon farm in Southern Chile (Calbuco Island). *Gayana Concepc* 74:125–135. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382010000200006>
- Aranda CP, Valenzuela C, Matamala Y, et al (2015) Sulphur-cycling bacteria and ciliated protozoans in a Beggiatoaceae mat covering organically enriched sediments beneath a salmon farm in a southern Chilean fjord. *Mar Pollut Bull* 100:270–278. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.08.040>
- Barrett LT, Swearer SE, Dempster T (2019) Impacts of marine and freshwater aquaculture on wildlife: a global meta-analysis. *Rev Aquac* 11:1022–1044. <https://doi.org/10.1111/raq.12277>
- Baxter JM, Laffoley D, Simard F (2016) Marine protected areas and climate change
- Buschmann AH, Cabello F, Young K, et al (2009) Salmon aquaculture and coastal ecosystem health in Chile: Analysis of regulations, environmental impacts and bioremediation systems. *Ocean Coast Manag* 52:243–249. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.03.002>
- Buschmann AH, Gelcich S, Díaz P, et al (2019) Acuicultura, pesca y biodiversidad en ecosistemas costeros de Chile. In: *Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad.*, P. A. Marquet et al. (editores). Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Santiago
- Buschmann AH, López DA, Medina A (1996) A review of the environmental effects and alternative production strategies of marine aquaculture in Chile. *Aquat Eng* 15:397–421
- Buschmann AH, Riquelme VA, Hernández-González MC, et al (2006) A review of the impacts of salmonid farming on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific. *ICES J Mar Sci* 63:1338–1345. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2006.04.021>
- Buschmann AH, Tomova A, López A, et al (2012) Salmon Aquaculture and Antimicrobial Resistance in the Marine Environment. *PLOS ONE* 7:e42724. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042724>

- Cai J, Zhou X (2019) Contribution of aquaculture to total fishery production: the 50-percent mark. *FAO Aquac News* 60:43–45
- Callier MD, Byron CJ, Bengtson DA, et al (2018) Attraction and repulsion of mobile wild organisms to finfish and shellfish aquaculture: a review. *Rev Aquac* 10:924–949. <https://doi.org/10.1111/raq.12208>
- Cameron W, Pritchard D (1963) Estuaries. In: *The Sea*, Vol. 2. Interscience Publishers, New York, pp 306–324
- CBD. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2020) *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 5 – Resumen para los responsables de formular políticas*. Montreal.
- Chape S, Harrison J, Spalding M, Lysenko I (2005) Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Philos Trans R Soc B Biol Sci* 360:443–455. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1592>
- Chávez C, Dresdner J, Figueroa Y, Quiroga M (2019) Main issues and challenges for sustainable development of salmon farming in Chile: a socio-economic perspective. *Rev Aquac* 11:403–421. <https://doi.org/10.1111/raq.12338>
- Chevassus-au-Louis B, Lazard J (2009) Perspectives pour la recherche biotechnique en pisciculture. *Cah Agric* 18:91-96 (1). <https://doi.org/10.1684/agr.2009.0289>
- Chou CL, Haya K, Paon LA, et al (2002) Aquaculture-related trace metals in sediments and lobsters and relevance to environmental monitoring program ratings for near-field effects. *Mar Pollut Bull* 44:1259–1268. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00219-9](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00219-9)
- Cottee SY, Petersan P (2009) Animal welfare and organic aquaculture in open systems. *J Agric Environ Ethics* 22:437–461
- Cromey CJ, Black KD (2005) Modelling the Impacts of Finfish Aquaculture. In: Hargrave BT (ed) *Environmental Effects of Marine Finfish Aquaculture*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 129–155
- CTCI. (2024) Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Orientaciones estratégicas para la transición económico - productiva hacia un Desarrollo Sostenible. Profundización de la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo - 2022, como marco para la Política de Desarrollo Productivo Sostenible. Santiago, Chile.
- de Souza RB, Guimarães JR. (2022) Effects of Avermectins on the Environment Based on Its Toxicity to Plants and Soil Invertebrates-a Review. *Water Air Soil Pollut*. 233(7):259. doi: 10.1007/s11270-022-05744-0.

Dasgupta, P. (2021), *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review*. (London: HM)

Díaz S, U Pascual, M Stenseke, B Martín-López, RT Watson, Z Molnár, R Hill, KMA Chan, IA Baste, KA Brauman, S Polasky, A Church, M Lonsdale, A Larigauderie, PW Leadley, APE van Oudenhoven, F van der Plaats, M Schröter, S Lavorel, Y Aumeeruddy-Thomas, E Bukvareva, K Davies, S Demissew, G Erpul, P Failler, CA Guerra, CL Hewitt, H Keune, S Lindley, Y Shirayama (2018) Assessing nature's contributions to people. *Science* 359: 270-272.

Díaz-Tapia PA, Álvarez G, Varela D, et al (2019) Impacts of harmful algal blooms on the aquaculture industry: Chile as a case study. *Perspect Phycol* 6:39–50.  
<https://doi.org/10.1127/pip/2019/0081>

Etherington L, Hooge PN, Hooge E, Hill D (2007) Oceanography of Glacier bay, Alaska: Implications for Biological Patterns in a Glacial Fjord Estuary. *Estuaries Coasts* 30:927–944

FAO (2022) *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation*

Farmaki EG, Thomaidis NS, Pasiadis IN, et al (2014) Environmental impact of intensive aquaculture: Investigation on the accumulation of metals and nutrients in marine sediments of Greece. *Sci Total Environ* 485–486:554–562.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.03.125>

Fischer J, TA Gardner, EM Bennett, P Balvanera, R Biggs, S Carpenter, T Daw, Carl Folke, R Hill, TP Hughes, T Luthe, M Maass, M Meacham, AV Norström, G Peterson, C Queiroz, R Seppelt, M Spierenburg & J Tenhunen (2016) Advancing sustainability through mainstreaming a social–ecological systems perspective. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14:144–149.

Folke C, S Polasky, J Rockström, V Galaz, F Westley, M Lamont, M Scheffer, H Osterblom, SR Carpenter, FS Chapin III, KC Seto, EU Weber, BI Crona, GC Daily, P Dasgupta, O Gaffney, LJ Gordon, H Hoff, SA Levin, J Lubchenco, W Steffen, BH Walker (2021) Our future in the Anthropocene biosphere. *Ambio* 50: 834-869.

Frankic A, Hershner C (2003) Sustainable aquaculture: developing the promise of aquaculture. *Aquac Int* 11:517–530.  
<https://doi.org/10.1023/B:AQUI.0000013264.38692.91>

Galdámez L, Millaleo S & Saavedra B (eds.) (2021) *Una Constitución Socioecológica para Chile: Propuestas Integradas*. Red de Constitucionalismo Ecológico. ISBN: 978-956-16-0841-2

- Gell FR, Roberts CM (2003) Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *Trends Ecol Evol* 18:448–455. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00189-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00189-7)
- Grigorakis K (2010) Ethical Issues in Aquaculture Production. *J Agric Environ Ethics* 23:345–370. <https://doi.org/10.1007/s10806-009-9210-5>
- Griscom BW et al. (2017). Natural climate solutions. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 114, n. o 44, pp. 11645-11650. doi: 10.1073/pnas.1710465114.
- Halpern BS (2003) The Impact of Marine Reserves: Do Reserves Work and Does Reserve Size Matter? *Ecol Appl* 13:117–137. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2003\)013\[0117:TIOMRD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2003)013[0117:TIOMRD]2.0.CO;2)
- Halpern BS, Warner RR (2002) Marine reserves have rapid and lasting effects. *Ecol Lett* 5:361–366
- Hargrave BT (2010) Empirical relationships describing benthic impacts of salmon aquaculture. *Aquac Environ Interact* 1:33–46. <https://doi.org/10.3354/aei00005>
- Hargrave BT, Duplisea DE, Pfeiffer E, Wildish DJ (1993) Seasonal changes in benthic fluxes of dissolved oxygen and ammonium associated with marine cultured Atlantic salmon. *Mar Ecol Prog Ser* 96:249–257
- Hornick KM, Buschmann AH (2018) Insights into the diversity and metabolic function of bacterial communities in sediments from Chilean salmon aquaculture sites. *Ann Microbiol* 68:63–77. <https://doi.org/10.1007/s13213-017-1317-8>
- Hucke-Gaete R, Lo Moro P, Ruiz J (2010) Conservando el mar de Chiloé, Ppalena y Guaitecas. Síntesis del estudio Investigación para el desarrollo de Área Marina Costera Protegida Chiloé, Palena y Guaitecas. Imprenta America, Valdivia.
- IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages.
- IPCC (2021) Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

- IUCN (2019). Guidelines for applying the IUCN protected area management categories to marine protected areas.  
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/PAG-019-2nd%20ed.-En.pdf>
- Krkošek M, Ford JS, Morton A, et al (2007) Declining Wild Salmon Populations in Relation to Parasites from Farm Salmon. *Science* 318:1772–1775.  
<https://doi.org/10.1126/science.1148744>
- Kutti T, Ervik A, Høisæter T (2008) Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. III. Linking deposition rates of organic matter and benthic productivity. *Aquaculture* 282:47–53.  
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.032>
- McLeod E, Salm R, Green A, Almany J (2009) Designing marine protected area networks to address the impacts of climate change. *Front Ecol Environ* 7:362–370.  
<https://doi.org/10.1890/070211>
- Mente E, Pierce GJ, Santos MB, Neofitou C (2006) Effect of feed and feeding in the culture of salmonids on the marine aquatic environment: a synthesis for European aquaculture. *Aquac Int* 14:499–522. <https://doi.org/10.1007/s10499-006-9051-4>
- Millanao A, Barrientos M, Gómez C, et al (2011) Injudicious and excessive use of antibiotics: public health and salmon aquaculture in Chile. *Rev Med Chil* 139:107–118
- Miranda CD, Godoy FA, Lee MR (2018) Current Status of the Use of Antibiotics and the Antimicrobial Resistance in the Chilean Salmon Farms. *Front Microbiol* 9:1284.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01284>
- MMA. Ministerio del Medio Ambiente. 2018. Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. Cap. 6.1 Actividades Productivas y Biodiversidad. Tercera Edición. Tomo II. 264 pp. Santiago de Chile.
- Nash CE, Burbridge PR, Volkman JK (2008) Guidelines for ecological risk assessment of marine fish aquaculture. In: *Understanding and applying risk analysis in aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, M.G. Bondad-Reantaso, J.R. Arthur and R.P. Subasinghe. FAO, Rome, pp 135–151
- Naylor R, Hindar K, Fleming IA, et al (2005) Fugitive Salmon: Assessing the Risks of Escaped Fish from Net-Pen Aquaculture. *BioScience* 55:427–437.  
[https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0427:FSATRO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0427:FSATRO]2.0.CO;2)
- Naylor RL, Goldburg RJ, Primavera JH, et al (2000) Effects of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405:1017–1024

- Niklitschek EJ, Soto D, Lafon A, et al (2013) Southward expansion of the Chilean salmon industry in the Patagonian Fjords: main environmental challenges. *Rev Aquac* 5:172–195. <https://doi.org/10.1111/raq.12012>
- Pelegri JL (1988) Tidal fronts in estuaries. *Estuar Coast Shelf Sci* 27:45–60
- Pörtner HO et al. (2023) Overcoming the coupled climate and biodiversity crises and their societal impacts *Science* 380, eabl4881. DOI: 10.1126/science.abl4881
- Quiñones RA, Fuentes M, Montes RM, et al (2019) Environmental issues in Chilean salmon farming: a review. *Rev Aquac* 11:375–402. <https://doi.org/10.1111/raq.12337>
- Roberts CM, Bohnsack JA, Gell F, et al (2001) Effects of Marine Reserves on Adjacent Fisheries. *Science* 294:1920–1923. <https://doi.org/10.1126/science.294.5548.1920>
- Roberts CM, Hawkins JP, Gell FR (2005) The role of marine reserves in achieving sustainable fisheries. *Philos Trans R Soc B Biol Sci* 360:123–132. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1578>
- Rockstrom et al. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature* 45, 472–475.
- Schönsteiner J (2021) The Chilean Economic Constitution and Human Rights. *Z Für Menschenrechte* 15:64–83
- Sepúlveda F, Marín SL, Carvajal J (2004) Metazoan parasites in wild fish and farmed salmon from aquaculture sites in southern Chile. *Aquaculture* 235:89–100. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.09.015>
- Sepúlveda M, Newsome SD, Pavez G, et al (2015) Using Satellite Tracking and Isotopic Information to Characterize the Impact of South American Sea Lions on Salmonid Aquaculture in Southern Chile. *PLoS ONE* 10:. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134926>
- Sepúlveda M, Oliva D (2005) Interactions between South American sea lions *Otaria flavescens* (Shaw) and salmon farms in southern Chile. *Aquac Res* 36:1062–1068
- Soto D, Jara F, Moreno C (2001) Escaped salmon in the inner seas, southern Chile: facing ecological and social conflicts. *Ecol Appl* 11:1750–1762
- Soto D, Norambuena F (2004) Evaluation of salmon farming effects on marine systems in the inner seas of southern Chile: a large-scale mensurative experiment. *J Appl Ichthyol* 20:493–501. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2004.00602.x>
- Steffen W, Broadgate W, Deutsch L, Gaffney O & Ludwig C (2015) The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review* 2:81–98



- Svåsand T, Crosetti D, García-Vázquez E, Vespoor E (2007) Genetic impact of aquaculture activities on native populations. Genimpact Final Sci Rep- EU Contract N RICA-CT-2005-022802
- Tacon AGJ, Metian M (2008) Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture* 285:146–158. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.015>
- Toledo C (2023) Empleo directo generado por la industria salmonera en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes (2005-2021). In Reporte (pp.1-18). Fundación Terram. [https://www.terram.cl/descargar/recursos\\_naturales/salmonicultura/Informe-empleo-industria-salmonera-2005-2021.pdf](https://www.terram.cl/descargar/recursos_naturales/salmonicultura/Informe-empleo-industria-salmonera-2005-2021.pdf)
- Tucca F, Moya H, Pozo K, et al (2017) Occurrence of antiparasitic pesticides in sediments near salmon farms in the northern Chilean Patagonia. *Mar Pollut Bull* 115:465–468. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.11.041>
- Urbina MA (2016) Temporal variation on environmental variables and pollution indicators in marine sediments under sea Salmon farming cages in protected and exposed zones in the Chilean inland Southern Sea. *Sci Total Environ* 573:841–853. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.166>
- Verhoeven JTP, Salvo F, Knight R, et al (2018) Temporal Bacterial Surveillance of Salmon Aquaculture Sites Indicates a Long Lasting Benthic Impact With Minimal Recovery. *Front Microbiol* 9:. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.03054>
- Vila A, Falabella V, Galvez M, et al (2016) Identifying high-value areas to strengthen marine conservation in the channels and fjords of the southern Chile ecoregion. *Oryx* 50:308–316
- Vila A, Falabella V, Jara N, et al (2021) Identificación de Áreas Prioritarias para la Conservación Marina en la Costa Patagónica Chilena. Santiago, Chile. WCS, WWF, Centro Ballena Azul (CBA), Fundación San Ignacio del Huinay, Santiago de Chile
- Watson JEM, Dudley N, Segan DB, Hockings M (2014) The performance and potential of protected areas. *Nature* 515:67–73. <https://doi.org/10.1038/nature13947>
- Watson-Capps JJ, Mann J (2005) The effects of aquaculture on bottlenose dolphin (*Tursiops* sp.) ranging in Shark Bay, Western Australia. *Biol Conserv* 124:519–526
- WBCSD (2011). Guía para la Valoración Corporativa de los Ecosistemas. Ginebra: World Business Council Sustainable Development.
- WHO. 2024. Chapter 8. Nature and health. In: Compendium of WHO and other UN guidance in health and environment, 2024 update. Geneva. ISBN 978-92-4-009538-0