



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y OCEANOGRÁFICAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFÍA

Informe Final

Licitación pública FIPA 2021-5-DAP:
“Asesoría para la implementación y actualización del
plan de adaptación al cambio climático en pesca y
acuicultura (PACCPA) 2021”
Código ID-4728-16-LE21

Mandante: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Consultor: Centro de Investigación Oceanográfica COPAS Sur-Austral de la Universidad de Concepción.

Autores: Ricardo Norambuena C., Leonardo Núñez M., Doris Soto B., Jeanne Simon R., Fabian Klein, Luis Cuybillos S., Ilse Munzenmayer G., y Renato Quiñones.

Colaboración en Edición y Diagramación: Miguel Angel Penna.

Fecha presentación: 29 de agosto 2022



Índice

Resumen ejecutivo	9
Antecedentes generales	10
Objetivos del Proyecto	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
Resultados (asociados al Objetivo Específico 1).....	13
Sobre el océano	14
Impactos sobre la pesca	15
Impactos del cambio climático en la ecología de los recursos	17
Encogimiento en el tamaño los peces	20
Umrales, puntos críticos o puntos de inflexión (“Tipping points”).....	22
La adaptación de la pesca al cambio climático.....	23
Referencias.....	24
Efectos e impactos sobre la acuicultura y algunas medidas de adaptación	28
Acuicultura, y su dependencia de las condiciones ambientales.....	28
Especies y sistemas productivos	28
Controlando las condiciones ambientales de la acuicultura	28
Efecto del cambio climático en la acuicultura	30
Variabilidad climática (natural) vs cambio climático antropogénico y sus efectos en el corto y largo plazo.	30
Cambio climático y sus efectos directos e indirectos	31
Aumento de temperatura	31
Cambios en la salinidad.....	32
La acidificación del océano.....	33
Incremento de florecimientos algales (FANs).....	33
Efectos sobre la calidad y cantidad de alimento para cultivos extensivos	34
Reducción y o deterioro de los insumos para alimentos en cultivos intensivos	34
Efectos sobre disponibilidad de semillas del ambiente natural.....	34
Efectos sobre interacciones ecológicas y tramas tróficas	35
Incremento de enfermedades y parasitismo	36
Incremento de eventos extremos.....	37
Proyecto “Asesoría para la implementación y actualización del plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura (PACCPA) 2021”. Código ID-4728-16-LE21”.	2

Disponibilidad de agua dulce: cantidad y calidad	37
Reducción y/o deterioro de los insumos para alimentos	38
Algunas medidas de adaptación esenciales para abordar los principales impactos..	38
Evaluación reciente de impactos y riesgo de la acuicultura chilena frente al cambio climático	40
Metodologías para estimar riesgo	42
Estimación de riesgos	42
Estimación de riesgo para la salmonicultura	42
Exposición	43
Amenazas y cadenas de impacto	44
Sensibilidad	46
Estimación de riesgo para la Mitilicultura (Cultivo de mejillones)	47
Exposición	49
Amenazas y cadenas de impacto	49
Sensibilidad	50
Resultados y conclusiones relevantes	53
Riesgo estimado para las pisciculturas.....	53
Medidas de adaptación para reducir el nivel de riesgo en la etapa piscicultura	55
Riesgo estimado para la engorda de salmones en el mar interior	55
Riesgo estimado para la mitilicultura y algunas medidas de adaptación.....	61
Etapa semilla	61
Etapa Engorda para cosecha y comercialización.....	61
Referencias	64
Componente socioeconómico.....	66
Antecedentes	66
Resultados componente económica	69
Indicadores de Exposición.....	69
Desembarques	69
Empleo directo (registro pesquero)	72
Indicadores de Sensibilidad.....	74
Composición de los desembarques	74
Caracterización del registro pesquero.....	76
 Proyecto “Asesoría para la implementación y actualización del plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura (PACCPA) 2021”. Código ID-4728-16-LE21”.	 3



Caracterización de la flota	77
Estrategias de adaptación al cambio climático.....	79
Desarrollar una estrategia de comunicación para fomentar el consumo humano responsable de los recursos pesqueros y acuícolas de la localidad	84
Promover programas de economía circular en pesca artesanal y acuicultura a pequeña escala (APE)	85
Costos de Inacción.....	86
Pesca artesanal:.....	87
Acuicultura:.....	87
Conclusiones	88
Referencias.....	90
Resultados (asociados al Objetivo Específico 2).....	92
Resultados	92
Diagnóstico de conocimientos	92
Recomendaciones para la implementación de las propuestas generales de reordenamiento de objetivos en el marco del PACCPA 2022 – 2027.	94
Aspectos económicos	96
Aspectos ambientales	98
Aspectos sociales	100
Aspectos institucionales/normativas/capacitación	101
Citas en relación con la matriz (Tabla 10).....	106
Resultados (asociados al Objetivo Específico 3).....	109
Antecedentes	109
Instrumentos de planificación para fortalecer capacidades institucionales	109
Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático	110
Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Pesca y Acuicultura (PACCPA).	112
Análisis de la integración de adaptación al cambio climático a la gobernanza del sector PyA.	113
Los subsistemas institucionales de adaptación al cambio climático en Chile.....	114
Comité Asesor por la Acción Climática.....	114
Consejo Nacional de Pesca (CNP).....	114
Equipo Técnico Interministerial de Trabajo Interinstitucional (ETICC) sobre CC	114
Espacios de Gobernanza en el Marco Institucional de Pesca y Acuicultura	115
Proyecto “Asesoría para la implementación y actualización del plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura (PACCPA) 2021”. Código ID-4728-16-LE21”.	4



Nivel Zonal: Nacional Público-Privado	115
Comités Científicos Técnicos (CCT).....	116
Comités de Manejo	117
Nivel Zonal – Regional	117
Consejos Zonales de Pesca y Acuicultura	117
Integración de Pesca y Acuicultura en la Gobernanza de Adaptación al Cambio Climático.	119
A nivel interministerial	119
Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático	119
Comité Científico Asesor para el Cambio Climático	121
Al nivel regional.....	121
Recomendaciones – Gobernanza	123
Referencias.....	124
Resultados (asociados al Objetivo Específico 4).....	125
Diagnóstico sobre avances y resultados de la implementación del PACCPA.	125
Metodología.....	125
Avance de Resultados	126
Objetivo 1.....	126
Contexto.....	126
Descripción del estado avance acciones comprometidas en el PACCPA vigente... ..	127
Referencias.....	128
Objetivo 2	129
Contexto.....	129
Descripción estado avance de acciones comprometidas en PACCPA	130
Referencias.....	135
Objetivo 3	137
Contexto.....	137
Descripción estado avance acciones comprometidas en PACCPA	137
Objetivo 4	138
Contexto.....	138
Descripción estado avance acciones comprometidas en PACCPA	139
Referencias.....	140



Objetivo 5	141
Contexto.....	141
Descripción estado avance acciones comprometidas en PACCPA	141
Recomendaciones.....	142
Resultados (asociados al Objetivo Específico 5).....	145
Registro de actividades	145
Resultados (asociados al Objetivo Específico 6).....	146
Propuesta de actualización del PACCPA	146
Antecedentes generales.....	146
Propuesta de PACCPA 2022-2027	148
Amenazas	148
Impactos	148
Directrices para el diseño de los objetivo general y específicos del PACCPA 2022-2027	149
Medidas o acciones para implementar el PACCPA 2022.....	149
Objetivo general del PACCPA 2022-2027.....	150
Objetivo Específico 1 (OE 1)	150
Medidas o acciones (ver Fichas en Anexo 6).....	150
Objetivo Específico 2 (OE 2)	151
Medidas o acciones (ver Fichas en Anexo 6).....	151
Objetivo Específico 3 (OE 3)	152
Medidas o acciones (ver Fichas en Anexo 6).....	152
Objetivo Específico 4 (OE 4)	153
Medidas o acciones (ver Fichas en Anexo 6).....	153
Objetivo Específico 5 (OE 5)	154
Medidas o acciones (ver Fichas en Anexo 6).....	154

Acrónimos y abreviaturas

AB	Antibióticos
ACC	Adaptación al cambio climático
ACS	Agrupaciones de concesiones de salmónidos
AMERB	Área de manejo y explotación de recursos bentónicos
AMP	Área marina protegida
APE	Acuicultura de pequeña escala
ARCLIM	Atlas de riesgos climáticos
CC	Cambio climático
CCACC	Comité científico asesor para el cambio climático
CCG	Centro de cambio global
CCT	Comités científicos técnicos
CIMAR	Centro de instrucción y capacitación marítima
CM	Comités de manejo
CNA	Consejo nacional de acuicultura
CNP	Consejo nacional de pesca
CORECC	Comité regional de cambio climático
CORFO	Corporación de fomento de la producción
CR2	Centro de investigación del clima y la resiliencia
EEl	Especies exóticas invasoras
ENOS	El niño-oscilación del sur
ETICC	Equipo técnico interministerial de cambio climático
FAN	Florecimientos algales nocivos
FAO	Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura
FIPA	Fondo de investigación de pesca y acuicultura
FONDECYT	Fondo nacional de desarrollo científico y tecnológico
FONDEF	Fondo de fomento al desarrollo científico y tecnológico
GCM *	Modelos de circulación general
GEF *	Fondo para el medio ambiente mundial
GEI	Gases de efecto invernadero
GEOSS *	sistema de observación global de la tierra
GTA-CC	Grupo técnico asesor de cambio climático
IFOP	Instituto de fomento pesquero
INDESPA	Instituto nacional de desarrollo sustentable de la pesca artesanal y de la acuicultura de pequeña escala
INE	Instituto nacional de estadísticas
IPCC *	Panel intergubernamental sobre el cambio climático

LGPA	Ley general de pesca y acuicultura
MMA	Ministerio del medio ambiente
NDC *	Contribución nacional determinada
OCC	Oficina de cambio climático
ODS	Objetivos de desarrollo sostenible
OECD	Organización para la cooperación y el desarrollo económico
ONG	Organización no gubernamental
PACCPA	Plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura
PAR	Plan de acción regional
PEM	Planificación espacial marina
PNACC	Planes nacionales de adaptación al cambio climático
POMEQ	Portal oceanográfico-meteorológico operacional
PyA	Pesca y acuicultura
SCH	Sistema de corrientes de Humboldt
SEREMI	Secretaría regional ministerial
SERNAPESCA	Servicio nacional de pesca
SIOOC	Sistema integrado de observación del océano
SUBPESCA	Subsecretaría de pesca y acuicultura
TSM	Temperatura superficial del mar

*: Acrónimo con siglas escritas en su idioma original - inglés



Resumen ejecutivo

Este Informe Final describe todas las actividades realizadas para la consecución de los resultados esperados comprometidos en nuestra propuesta para ejecutar el proyecto FIPA 2021-5-DAP: “Asesoría para la implementación y actualización del plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura (PACCPA) 2021”, Código ID-4728-16-LE21.

Se revisaron más de 110 artículos científicos y documentos técnicos desde sitios web nacionales e internacionales, actividad que contribuyó a actualizar el conocimiento sobre los efectos del cambio climático sobre el océano, la pesca y la acuicultura. Con esta información, el estado de avance de las medidas de adaptación del PACCPA 2015-2020 se construyó una actualización del PACCPA para el período 2022-2027. El cual fue analizado con 60 personas que participaron en las distintas etapas de la validación de esta propuesta.

Con relación a los impactos del cambio climático en la pesca, la literatura especializada proyecta para el 2050 una disminución de las capturas de peces y específicamente, para el Pacífico Suroriental en la costa de Chile y particularmente para el sistema de corrientes de Humboldt (SCH), se proyecta un incremento en la intensidad de los vientos favorables a la surgencia frente a Chile y una disminución frente al Perú, en concomitancia con una disminución total en la abundancia plantónica. En consecuencia, el cambio climático podría cambiar al SCH de su estado favorable actual en términos de productividad de peces.

En el caso de la acuicultura, la cadena de impactos que se generaría por los reducción y patrones de precipitación, mayor amplitud térmica e inestable disponibilidad de oxígeno disuelto establece un riesgo para la salmonicultura y el cultivo de mitílicos de pérdida de biomasa y en consecuencia menor cosecha.

Con relación a la gobernanza, se recomienda reducir las descoordinaciones y fortalecer la participación del sector de pesca y acuicultura en la toma de decisiones, sobre mitigación y adaptación del cambio climático, estableciendo conexión entre el monitoreo con la planificación y la respuesta institucional.

En este contexto, se diseñaron 34 medidas de adaptación considerando incrementar el conocimiento de los impactos del cambio climático en la pesca y acuicultura, estructurando acciones de capacitación y de comunicación del riesgo a las autoridades y usuarios de la pesca y acuicultura. Con el fin de sensibilizar a las comunidades sobre el tema del cambio climático, generando nuevos conocimientos y experticia técnica para facilitar a las comunidades herramientas prácticas que permitan enfrentar económicamente



las implicancias del cambio climático para el sector pesquero y acuícola y potenciar la diversificación de la fuente de ingresos para aprovechar el uso de otros recursos extractivos y/o impulsar el consumo humano directo (nuevo uso del recurso).

Antecedentes generales

Según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) la visión es clara y unánime: el calentamiento global es un fenómeno evidente y distinguible de la variabilidad natural que tiene el clima, en el cual el aporte del hombre es fundamental (IPCC, 2014, 2021). Este proceso genera cambios en los distintos componentes de la atmósfera, afectando a los distintos sistemas la biosfera, incluyendo al océano.

En este escenario, las comunidades costeras son vulnerables, entendiendo la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático como el grado al cual un sistema es susceptible o incapaz de hacer frente a los efectos de éste, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos. Es una condición determinada por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una región, sector o grupo social de ser potencialmente afectados.

Chile es un país altamente vulnerable a los impactos del cambio climático. El quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014) destaca para el país los severos impactos que enfrentan sus recursos y ecosistemas, en particular para la pesca y acuicultura. El aumento de la temperatura y la acidificación del mar, la disminución del oxígeno disuelto en el agua de mar, la disminución de las precipitaciones y el aumento de la salinidad, cambios en la circulación atmosférica y oceánica, el aumento de la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos, son algunos de los cambios que se están evidenciando en Chile. Estos impactos constituyen amenazas que pueden afectar la fisiología, crecimiento y reproducción de los organismos marinos, lo que implica cambios en la abundancia y distribución de poblaciones de recursos pesqueros. Específicamente, para el sector pesca, las amenazas están asociadas al deterioro de la actividad debido a menos días de operación, menos disponibilidad de recursos y menor nivel de desembarque.

En la acuicultura se puede generar mortalidad masiva de los cultivos por hipoxia o anoxia, afectar el proceso de calcificación de estados tempranos en organismos cultivados por acidificación del agua. Todos estos cambios afectan a los ecosistemas de los océanos como a las personas que dependen de ellos, y continuarán produciéndose al menos durante el resto del siglo.



En 2015 en Chile se promulgó el Plan de Adaptación al Cambio Climático en Pesca y Acuicultura (PACCPA), estableciéndose que debía actualizarse cada 5 años. El PACCPA responde al compromiso de Chile en el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, así como en la Contribución Nacional Determinada (NDC, por sus siglas en inglés) en el marco del Acuerdo de París sobre cambio climático. Asimismo, Chile adhirió a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, uno de los cual se insta a los países a establecer marcos de referencia y realizar acciones para enfrentar el proceso de cambio climático.

Como sistemas socio-ecológicos, la pesca y la acuicultura están siendo afectadas por el cambio climático, lo que se manifiesta a nivel de los ecosistemas, recursos, la infraestructura y el bienestar de las comunidades costeras. Sin duda que se requiere profundizar el conocimiento científico, así como fortalecer la capacidad de adaptación de los pescadores y los acuicultores frente a los impactos del cambio climático.

Considerando la necesidad de desarrollar el proceso de implementación y actualización del PACCPA, la autoridad sectorial requiere de una asesoría experta en aspectos técnicos, acompañada con apoyo para organizar reuniones, talleres, consultas y generación de documentos, promoviendo la adecuada comunicación entre usuarios, científicos y tomadores de decisión.



Objetivos del Proyecto

Objetivo general

Asesorar y apoyar la implementación y actualización del PACCPA, para mejorar la adaptación y disminuir la vulnerabilidad al cambio climático del sector pesca y acuicultura de Chile.

Objetivos específicos

- 1) Revisar información técnica sobre el impacto del cambio climático y vulnerabilidad de la pesca y acuicultura de Chile.
- 2) Realizar un diagnóstico del conocimiento de los pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala, referente al cambio climático.
- 3) Revisar la gobernanza nacional, regional e internacional de la adaptación al cambio climático con énfasis en la pesca y acuicultura.
- 4) Analizar avances y resultados del Plan de Adaptación al Cambio Climático sector Pesca y Acuicultura (PACCPA).
- 5) Generar documentos, reuniones, talleres u otras instancias para analizar la implementación y actualización del PACCPA.
- 6) En base a los resultados de los objetivos anteriores, elaborar y proponer la versión actualizada y validada del PACCPA (valorada, responsables).

Resultados (asociados al Objetivo Específico 1).

Documento con información actualizada sobre el cambio climático y su impacto en la pesca y acuicultura de Chile, que permita mejorar las medidas de adaptación sectoriales.

Se revisó la literatura científico-técnica disponible en bases de datos de revistas electrónicas que dispone la Biblioteca de la Universidad de Concepción, así como repositorios web de agencias gubernamentales, regionales e internacionales. Para ello, se utilizó las palabras claves: climatic change, impacts, effects, fisheries, management plan, vulnerability, adaptation; más filtros secundarios relativos a nivel geográfico, p.e., Pacific south, Chile, Peru, Chilean Patagonia. Los resultados de la búsqueda permitieron seleccionar subtemas de interés desde el punto de vista de impactos en los recursos o la actividad pesquera.

Al respecto, la revisión estuvo orientada a la actualización del estado de la ciencia del cambio climático y sus efectos en la pesca y acuicultura en los siguientes aspectos:

- Nivel de conocimiento de los impactos del cambio climático en los ecosistemas y comunidades biológicas marinas identificando las principales forzantes ambientales.
- Caracterización de los efectos del cambio climático en los sistemas socio ecológicos de la pesca y acuicultura de pequeña escala en Chile.
- Caracterización de la interacción con el potencial efecto del cambio climático en la dinámica poblacional de los principales recursos de la pesca artesanal e industrial.
- Identificación de las forzantes socioeconómicas y grupos más vulnerables asociados a comunidades costeras de la pesca artesanal y acuicultores de pequeña escala.

A su vez, se revisaron reportes técnicos y comunicaciones científicas recientes, tales como:

- Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture a Global Analysis, Edited by Bruce F. Phillips and Mónica Pérez-Ramírez, con especial énfasis en el Capítulo 10: Impacts of Climate Change on Marine Fisheries and Aquaculture in Chile (Yáñez *et al.* 2017).
- Apoyo y asesoría para la implementación del Plan de Adaptación al Cambio Climático, bajo un enfoque ecosistémico, sector Pesca y Acuicultura, 2017, CUI2017-8DAP-3, ID4728-26_LP17.
- Proyecto “Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuícola chileno al cambio climático” financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), ejecutado por la SUBPESCA y el Ministerio del Medio

Ambiente (MMA), e implementado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) entre 2017 y 2021. Esta iniciativa ha generado fortalecimiento de la gobernanza pública y privada, así como la ejecución de acciones diversificación económica y productiva, de buenas prácticas y de capacitación. También se revisarán las principales lecciones aprendidas de esta iniciativa.

- Propuestas para la actualización del Plan de Adaptación en Pesca y Acuicultura (Farías *et al.* 2019), elaboradas por la mesa Océanos del Comité Científico de la COP25.
- Los informes técnicos que sustentan la plataforma ARClím, el Atlas de Riesgos Climáticos para Chile, proyecto del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), desarrollado por el Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR2) y el Centro de Cambio Global (CCG-Universidad Católica de Chile) con la colaboración de otras instituciones nacionales e internacionales. Esta plataforma incluye mapas de riesgo para la pesca artesanal y la acuicultura en el sur de Chile.
- Los informes actualizados del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), especialmente el último documento publicado (Cambio Climático 2021: Bases físicas. Contribución del Grupo de Trabajo I al Sexto. Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático).
- Nivel de conocimiento de los impactos del cambio climático en los ecosistemas y comunidades biológicas marinas identificando las principales forzantes ambientales.

Yáñez *et al.* (2017) realizaron una completa revisión sobre el conocimiento de los impactos del cambio climático en Pacífico sudeste, incluyendo efectos sobre el océano, sobre los recursos y actividades pesqueras, sobre las especies cultivadas y actividades de acuicultura.

Sobre el océano

Es ampliamente reconocido que Chile es altamente vulnerable al cambio climático. La acidificación de los océanos, las variaciones en la temperatura y el nivel del mar, así como el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos (marejadas, precipitaciones), El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), representan amenazas sobre la productividad y producción primaria y secundaria del océano, sobre los ciclos biológicos y su estacionalidad, sobre la distribución de los recursos pesqueros, y sobre la infraestructura de apoyo a la pesca y la acuicultura, lo que, finalmente afectan los beneficios de las comunidades asociadas a la pesca y la acuicultura de pequeña escala.

Las tendencias globales de aumento de las temperaturas y los niveles de los océanos están asociadas con respuestas locales de fase opuesta debido a la retroalimentación positiva y negativa entre los procesos atmosféricos y oceánicos. La temperatura del agua y el nivel del mar han sido más altos en el Pacífico Sudeste en las últimas décadas, excepto a lo largo de la franja costera entre el centro de Perú y el norte de Chile (12 ° - 23.5 ° S). Esta zona está experimentando la fase opuesta debido a un posible aumento de surgencia asociado a un fortalecimiento del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur (Yáñez *et al.* 2017)¹. Actualmente existe una mayor extensión de zonas anóxicas en el océano.

Impactos sobre la pesca

A nivel mundial, Barange *et al.* (2018) indican que la adaptación al cambio climático de las pesquerías es la mejor estrategia, considerando que la actividad pesquera se desarrolla con el propósito de producir alimento y bienestar social, y que este sistema tiene sus propios riesgos (sobrexplotación de los recursos) y externalidades (pesca ilegal, contaminación, entre otras). Por lo mismo, aunque el estado de situación de los recursos determina cierto grado de vulnerabilidad social y económica, las medidas de adaptación al cambio climático podrían estar obstaculizadas ante la falta de mediciones de vulnerabilidad específicas.

Las consecuencias de los cambios con respecto a las personas, las comunidades y los países dependerán de su nivel de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación, aunque por lo general puede preverse que serán significativas. La capacidad de adaptación a dichas consecuencias estará determinada por una gama de factores, incluidos, por ejemplo, el grado de dependencia de la actividad, la riqueza y recursos que posean, el nivel de educación, la ubicación y otros factores. Aunque también es factible impactos positivos, se necesitarán de nuevas inversiones, así como flexibilidad en las políticas, leyes y regulaciones, y procesos posteriores a la captura. Se recomienda que las medidas de manejo adaptativo estén dentro del marco de un enfoque ecosistémico para el manejo de la pesca y aumentar probabilidades de éxito en los planes de adaptación.

¹ Yáñez, E., Lagos, N., Norambuena, R., Silva, C., Letelier, J., Muck, K.-P., San Martín, G., Benítez, S., Broitman, B., Contreras, H., Duarte, C., Gelcich, S., Labra, F., Lardiés, M., Manríquez, P., Quijón, P., Ramajo, L., González, E., Molina, R., Gómez, A., Soto, L., Montecino, A., Barbieri, M.A., Plaza, F., Sánchez, F., Aranis, A., Bernal, C., y Böhm, G., 2017. Impacts of Climate Change on Marine Fisheries and Aquaculture in Chile. Páginas 239-332 En: Bruce F. Phillips y Mónica Pérez- Ramírez, (Eds.). Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture: A Global Analysis, Volume I. John Wiley & Sons Ltd, Hoboken, N.J., EE.UU.

En los sistemas acuáticos, un resumen de los impactos del cambio climático son los siguientes:

- Los sistemas acuáticos que sostienen pesquerías y actividad acuícola están cambiando significativamente como resultado del calentamiento global, y las proyecciones indican que dichos cambios se acentuarán.
- En muchas regiones, el cambio climático está afectando a las precipitaciones y derretimiento de nieve y hielo, alterando los sistemas hidrológicos y afectando al recurso agua en términos de calidad y cantidad.
- La temperatura de los cuerpos de agua está incrementándose a nivel global, lo que resulta en una estratificación pronunciada de la columna de agua, con consecuencias más dramáticas en sistemas acuáticos continentales que para los océanos.
- Los niveles de oxígeno disuelto decrecen con el aumento de la temperatura, y las zonas de mínimas de oxígeno en los océanos se están expandiendo en zonas costeras y oceánicas, y se espera que esta tendencia continúe.
- La circulación global y local está cambiando, incrementándose en áreas de surgencia de sistemas de corriente oriental de los océanos.
- La absorción de CO₂ por los océanos resulta en acidificación de las aguas, con impactos detrimentales para los organismos calcificados.
- Se proyecta que la producción primaria en los océanos decrecerá entre 3 y 9% al 2100, aunque las predicciones pueden ser inciertas en áreas específicas ya que depende de cambios en la luz, temperatura y nutrientes.

A nivel global, y de acuerdo con Cheung *et al.* (2018), los cambios proyectados en la captura potencial según escenarios del cambio climático son:

- La captura potencial máxima disminuiría entre 2,8 y 5,3% al 2050 (respecto de 2000) bajo el escenario RCP2.6 (más bajo), y entre el 7 y 12% siguiendo el escenario RCP8.5, pero de manera heterogénea entre diferentes regiones del mundo, con algunas zonas mucho más afectadas que otras.
- Los cambios proyectados en la captura potencial con mucho más variables entre modelos en altas latitudes, tiempo y zona económica exclusiva debido una alta variabilidad en los cambios oceanográficos proyectados.
- En el caso de Chile, se prevé aumentos de 4,08 y 10,19% en la captura potencial al 2050.
- Las capturas pueden aumentar en el caso de que se establezcan planes de manejo y ocurra una recuperación de las pesquerías que hoy están sobreexplotadas, tal que dicha restauración de las poblaciones conduzca a niveles adecuados de explotación sostenible.

- Para el Pacífico Suroriental (Bertrand *et al.* 2018), y particularmente para el sistema de corrientes de Humboldt (SCH), se resume:
- La pesquería industrial se desarrolló durante un periodo excepcional de alta productividad, lo que implica que el retorno a una productividad “normal o promedio” del sistema sea más bajo que el presente.
- Se proyecta un incremento en la intensidad de los vientos favorables a la surgencia frente a Chile y una disminución frente al Perú, en concomitancia con una disminución total en la abundancia plantónica.
- El cambio climático podría cambiar al SCH de su estado favorable actual en términos de productividad de peces.
- Eventos El Niño pueden llegar a ser más frecuentes y cambios de régimen mayores pueden ocurrir, aunque con alto nivel de incerteza, las consecuencias potenciales son considerables.
- Sistemas de gobernanza participativos e institucionalizados, la promoción de investigación dedicada y mejoramiento de los sistemas de monitoreo podría incrementar la capacidad de adaptación de las pesquerías de pequeña escala ante el cambio climático.

Impactos del cambio climático en la ecología de los recursos

El cambio climático no sólo implica cambios en el promedio de las variables meteorológicas asociadas al tiempo; por ejemplo, aumento en la temperatura del aire y radiación, déficit de precipitaciones, aumento en la intensidad del viento), sino también aumento de la variabilidad de estas. De esta manera, en muchas regiones cada vez más se verifica un aumento de la ocurrencia de eventos extremos o severidad de los impactos, tales como olas de calor, sequías, inundaciones. Aunque gran parte de los estudios no han incorporado eventos extremos (Thompson *et al.* 2013), es muy probable que las tendencias en los extremos climáticos desencadenen cambios abruptos en los sistemas ecológicos que las tendencias en el clima medio (Turner *et al.* 2020).

Se sabe que los impactos en los hábitats, organismos, poblaciones, comunidades y ecosistemas están ocurriendo debido a los efectos en la fisiología, alterando la demografía, la distribución, migraciones, composición de especies, con importantes consecuencias para los ecosistemas, incluyendo las actividades humanas (Cavieres y Bozinovic 2019).

No obstante, debido a los efectos en cadena en los diferentes niveles de organización ecológica en los ecosistemas (Rijnsdorp *et al.* 2009), es complicado atribuir efectos de cambio climático en una escala espaciotemporal determinada (Cochrane *et al.* 2009).

Asimismo, en las pesquerías otros factores asociados con la pesca ilegal no declarada y no reglamentada, las malas prácticas, la sobreexplotación y agotamiento de los recursos, la contaminación y degradación de los hábitats podrían atentar contra la adaptación a los efectos del cambio climático (Cubillos-Santander *et al.* 2021).

En el ámbito de las pesquerías, la variabilidad y el cambio climático está afectando la productividad y distribución de las poblaciones marinas, tanto en el ambiente oceánicos, como sobre la plataforma continental y aguas costeras (Walther *et al.* 2002, Lehodey *et al.* 2006). Las observaciones, los experimentos y los modelos de simulación muestran que el cambio climático daría lugar a cambios en la productividad primaria, cambios en la distribución y cambios en el rendimiento potencial de las especies marinas explotadas, lo que tendría como resultado impactos en la economía de las pesquerías en todo el mundo (Sumaila *et al.* 2011). Brander (2010) menciona que los impactos en la pesca se deben a una variedad de efectos directos e indirectos de una serie de factores físicos y químicos, que incluyen temperatura, vientos, mezcla vertical, salinidad, oxígeno, pH y otros. Los efectos directos actúan sobre la fisiología, las tasas de desarrollo, la reproducción, el comportamiento y la supervivencia de los individuos y en algunos casos pueden estudiarse experimentalmente y en condiciones controladas. Los efectos indirectos actúan a través de procesos ecosistémicos y cambios en la producción de alimentos o abundancia de competidores, depredadores y patógenos.

Hollowed *et al.* (2013), señalan que los impactos del cambio climático afectará a los recursos y las pesquerías a través de rutas asociadas con procesos complejos (**Figura 1**), y que dicen relación con a) impactos esperados sobre la productividad del ecosistema y la cantidad y calidad del hábitat; b) impactos de los cambios en la producción y el hábitat sobre las especies marinas, incluidos los efectos sobre la composición de especies de la comunidad, la distribución espacial, las interacciones y las tasas vitales; c) impactos en la pesca y sus comunidades asociadas; d) implicaciones para la seguridad alimentaria y cambios asociados; y e) evaluación de la incertidumbre y la habilidad de modelar.

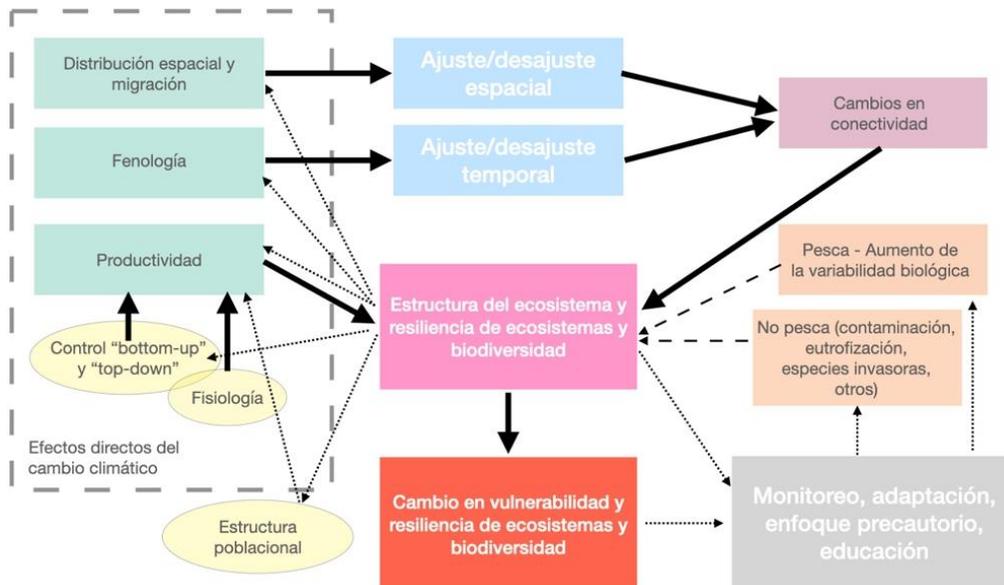


Figura 1. Efectos directos del cambio climático (flechas sólidas) e indirectos o retroalimentación (flechas punteadas y segmentadas). (Fuente: modificada de Hollowed *et al.* 2013).

A pesar de las lagunas en la comprensión de los efectos del cambio climático en la pesca, existe suficiente información científica que destaca la necesidad de implementar políticas de mitigación y adaptación al cambio climático para minimizar los impactos en la pesca. Sin embargo, emergen otras problemáticas relacionadas con la dirección de los cambios y la confusión de los efectos, principalmente asociadas con la reducción del tamaño de los peces debido a efectos fisiológicos directos, y a nivel poblacional la ocurrencia de regímenes y puntos de inflexión (“tipping points”).

Los efectos en la biología de los organismos se sustentan muchas veces en un enfoque correlativo, más que eco-fisiológicos y evolutivos. En este contexto, para comprender los efectos biológicos del cambio climático se requiere investigar sobre los efectos fisiológicos con el objeto de desarrollar relaciones causa-efecto e identificar los cambios en los hábitats de los diferentes organismos a través de modelos integrativos (Cavieres *et al.* 2019).

Encogimiento en el tamaño los peces

En la actualidad, y para el caso de las especies explotadas y sometidas a múltiples factores de estrés, la escasa comprensión de las causas y consecuencias de la disminución del tamaño impide la predicción, la prevención y la mitigación (Oke *et al.* 2020). Algunas poblaciones sobreexplotadas no podrían recuperarse, aunque se disminuya significativamente la presión de pesca. Probablemente esto se deba a efectos evolutivos de la pesca cuando prevalecen factores ambientales naturales (Walsh *et al.* 2006) que se expresan a través de reducciones en el tamaño de varias generaciones, con disminuciones en la fecundidad, volumen de huevos, tamaño de las larvas en el momento de la eclosión, viabilidad de las larvas, entre otros rasgos. En su conjunto podrían reducir la capacidad de recuperación de las poblaciones explotadas. A su vez, la mayoría de las especies de peces marinos manifiestan cambios en su historia vital en función de los gradientes de temperatura, como un crecimiento más rápido, una maduración más temprana y una mayor mortalidad a mayor temperatura (Wang *et al.* 2020).

Actualmente se debate si el tamaño del cuerpo de los peces disminuirá con el aumento de temperatura debido a impactos del cambio climático (Gardner *et al.* 2011, Sheridan y Bickford 2011, Oke *et al.* 2020), con efectos demográficos asociados importantes que, no sólo podrían afectar a los rendimientos de pesca sino también impactos inesperados en la reestructuración de los ecosistemas (Audzijonyte *et al.* 2020). Asimismo, la reducción de tamaño de los peces impone un desafío adicional; esto es, separar efectos confundidos ya que la reducción de tamaño es uno de los efectos demográficos o evolutivos de la pesca respecto de los impactos asociado al calentamiento por cambio climático.

Sheridan y Bickford (2011) mencionan que determinar los efectos del cambio climático en la ecología global y los servicios de los ecosistemas es una de las fronteras de la ciencia. Varias especies muestran tamaños más pequeños como resultado del cambio climático y es probable que muchas otras se reduzcan en respuesta al cambio climático continuado, siguiendo reglas ecológicas y metabólicas fundamentales (Munch *et al.* 2009). Gardner *et al.* (2011) sostienen que uno de los impactos universal del cambio climático antropogénico es la reducción del tamaño corporal. El tamaño corporal afecta a la termorregulación y a la energía, el cambio de tamaño corporal tiene implicaciones para la resiliencia ante el cambio climático. Aunque hay heterogeneidad en la magnitud y la dirección de las respuestas al tamaño, es necesario avanzar en los análisis comparativos a gran escala y controlados filogenéticamente de los cambios temporales en el tamaño temporal. Bickford *et al.* (2011) sugieren que, aunque las aves constituyen un excelente sistema de estudio endotérmico, los ectotermos ofrecen un grupo más rico del que extraer conclusiones y ofrecer hipótesis

de investigación destinadas a comprender los mecanismos que subyacen a la disminución de los organismos.

Oke *et al.* (2020) mostraron reducciones generalizadas en el tamaño del salmón del Pacífico, las que se deben principalmente a cambios en la estructura de edad, está asociada al clima y competencia en el mar. La reducción en el tamaño del salmón adulto después de 2010 ha provocado pérdidas potenciales sustanciales para los ecosistemas y las personas. En el salmón chinook, la producción de huevos disminuyó (-16%), así como el transporte de nutrientes (-28%), el valor de la pesca (-21%) y la alimentación para la población rural (-26%). La reducción del tamaño de los organismos es una preocupación mundial, y las tendencias actuales pueden suponer riesgos sustanciales para la naturaleza y las personas. Sin embargo, los efectos metabólicos de la temperatura sobre el tamaño no parecen impulsar los cambios de tamaño corporal en el salmón de Alaska. Las relaciones entre el tamaño corporal del salmón y la temperatura no se ajustan a las predicciones de la teoría metabólica de la ecología (Munch *et al.* 2009). Más bien, la influencia de los factores climáticos sugiere que el impacto del clima sobre el tamaño corporal del salmón es específico de cada especie y, en menor medida, de cada lugar. Similar a los resultados de Audzijonyte *et al.* (2020), quienes encontraron que la temperatura impulsa cambios espaciales y temporales en el tamaño del cuerpo de los peces. La dirección de la respuesta de una especie al aumento de la temperatura a través del espacio fue coherente a través del tiempo en cualquier lugar dado, lo que sugiere que las tendencias espaciales podrían ayudar a predecir las respuestas de los peces al calentamiento a largo plazo. Sin embargo, los cambios temporales fueron unas diez veces más rápidos que las tendencias espaciales (~4% frente a ~40% de cambio de tamaño corporal por cada cambio de 1 °C a través del espacio y el tiempo, respectivamente).

Wang *et al.* (2020) mostraron efectos positivos de la temperatura sobre el crecimiento corporal (pero con una longitud asintótica decreciente), tasas de reproducción (incluyendo una edad de maduración más temprana) y mortalidad natural para 332 peces del Indopacífico, con un efecto que varía entre grupos de especies relacionados con el hábitat. Los peces de arrecife y demersales son más sensibles a los cambios de temperatura que los peces pelágicos y bati-demersales. Al aumentar la temperatura se facilita el crecimiento de las poblaciones con historia de vida lenta, pero lo reducen en especies con historia de vida rápida. Una mayor proporción de peces con historia vital rápida (42-60%) muestran una disminución en las tasas de crecimiento poblacional ante un calentamiento de 1 °C.

En efecto, Avaria-Llautureo *et al.* (2021) analizó los efectos en la dispersión y tasa de especiación considerando que, ante temperaturas más cálidas, los peces crecen a un tamaño menor, sufren una reducción de la capacidad de dispersión y aumentan las tasas de especiación. Se demostró mediante métodos filogenéticos, que los peces clupeiformes más pequeños (anchoas y arenques) se encontraban históricamente en aguas más cálidas, y que se desplazaron a distancias más cortas y con tasas de especiación más bajas. Los peces se desplazaban más rápido y evolucionaban con mayor rapidez con tasas de cambio de temperatura históricas muy inferiores a las tasas de calentamiento actuales.

Umbrales, puntos críticos o puntos de inflexión (“Tipping points”)

Los términos "régimen" y "cambio de régimen" están siendo utilizados cada vez más frecuente en pesquerías. Según King (2005), un régimen es “un período de varios años consecutivos (a menudo una década o más) en el que el estado o comportamiento característico del clima, las condiciones del océano o un ecosistema es estable. No excluye las diferencias de un año a otro, pero en general, el estado del sistema puede describirse como persistente, estable o “bloqueado”. Un cambio de régimen se refiere a un cambio relativamente rápido (que ocurre dentro de uno o dos años) de un período a escala decenal de un estado (régimen) persistente a otro período a escala decenal de un estado (régimen) persistente”. Según Brander (2010), los regímenes son una característica del cambio climático natural y se deben a la interacción océano-atmósfera y las influencias de otras áreas geográficas a través de tele-conexiones. Los procesos que causan cambios de régimen y la relación entre los regímenes y el cambio climático antropogénico no se comprenden bien (Hsieh *et al.* 2005), y no han sido incorporados para evaluar efectos del cambio climático antropogénico. No obstante, en pesquerías se ha encontrado que los cambios de régimen también pueden deberse a procesos dinámicos internos no relacionados con el cambio climático o con la pesca (Vert-pre *et al.* 2013, Szuwalski *et al.* 2015). Sin embargo, la no-estacionariedad en los procesos poblacionales puede resultar de vínculos con variables ambientales no estacionarias (Fulton 2011, Szuwalski y Hollowed

2016). Por ejemplo, pueden ocurrir cambios en la disponibilidad cuando la distribución de especies cambia en respuesta al cambio climático, pero no todas las especies responden uniformemente (Hollowed *et al.* 2013). Pinsky *et al.* (2013) sugieren que las especies marinas pueden seguir efectivamente las condiciones ambientales preferidas, pero estas migraciones pueden reorganizar las comunidades marinas porque las respuestas a los cambios en el medio ambiente varían según la especie.

La adaptación de la pesca al cambio climático

Según Bahri *et al.* (2021), el manejo adaptativo de la pesca frente al cambio climático aparece como un enfoque que podría acelerar la implementación de la adaptación al cambio climático en el manejo pesquero en todo el mundo. La clave es introducir flexibilidad en el ciclo de manejo para fomentar la adaptación, fortalecer la resiliencia de las pesquerías, reducir su vulnerabilidad al cambio climático y permitir que los administradores respondan de manera oportuna a los cambios proyectados en la dinámica de los recursos marinos y ecosistemas. A través del estudio de un conjunto de buenas prácticas para el manejo pesquero adaptado al clima, las cuales han demostrado su eficacia y que se pueden adaptar a diferentes contextos.

Estas buenas prácticas están vinculadas a uno o más de los tres impactos comunes relacionados con el clima en los recursos pesqueros:

- Cambio de distribución.
- Cambio de productividad.
- Cambio de composición de especies.

Por lo tanto, estos tres impactos pueden servir como elementos de entrada prácticos para guiar a los tomadores de decisiones en la identificación de medidas de adaptación de buenas prácticas adecuadas para sus contextos locales. Estas buenas prácticas se basan en experiencias transferibles y lecciones aprendidas de los trece estudios de caso en todo el mundo y se espera que contribuyan a una mayor aceptación e implementación de medidas de ordenación pesquera adaptadas al clima sobre el terreno.

Referencias

- Audzijonyte, A., Richards, S.A., Stuart-Smith, R.D., Pecl, G., Edgar, G.J., Barrett, N.S., Payne, N., y Blanchard, J.L., 2020. Fish body sizes change with temperature but not all species shrink with warming. *Nature Ecology & Evolution*, 4:809–814.
- Avaria-Llautureo, J., Venditti, C., Rivadeneira, M.M., Inostroza-Michael, O., Rivera, R.J., Hernández, C.E., y Canales-Aguirre, C.B., 2021. Historical warming consistently decreased size, dispersal, and speciation rate of fish. *Nature Climate Change*, 11:787–793.
- Bahri, T., Vasconcellos, M., Welch, D.J., Johnson, J., Perry, R.I., Ma, X., y Sharma, R., 2021. Adaptive management of fisheries in response to climate change, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 667. FAO, Roma, Italia.
- Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S., y Poulain, F., 2018. Impacts of climate change on fisheries and aquaculture. Synthesis of current knowledge, adaptation, and mitigation options. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper N° 627. FAO, Roma, Italia.
- Bertrand, A., Vögler, R., y Defeo, O., 2018. Chapter 15: Climate change impacts, vulnerabilities, and adaptations: Southwest Atlantic and Southeast Pacific marine fisheries. In: Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S., y Poulain, F., (Eds.). *Impacts of Climate Change on Fisheries and Aquaculture. Synthesis of Current Knowledge, Adaptation and Mitigation Options.*, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper N° 627. FAO, Roma, Italia. Pp. 325–346.
- Bickford, D.P., Sheridan, J.A., y Howard, S.D., 2011. Climate change responses: forgetting frogs, ferns and flies? *Trends in Ecology & Evolution*, 26:553–554.
- Brander, K., 2010. Impacts of climate change on fisheries. *Journal of Marine Systems*, 79:389–402.
- Cavieres, L.A., y Bozinovic, F., 2019. La vulnerabilidad de los organismos al cambio climático: rol de la fisiología y la adaptación. Centro of Applied Ecology and Sustainability, Instituto de Ecología y Biodiversidad, Ediciones CAPES, Santiago de Chile, Chile.
- Cavieres, G., Sabat, P., y Bozinovic, F., 2019. Ambientes variables, eventos climáticos y la vulnerabilidad de organismos: desde las moléculas a la historia de vida. In: Cavieres, L.A., y Bozinovic, F., (Eds.). *La vulnerabilidad de los organismos al cambio climático: rol de la fisiología y la adaptación.* Centro of Applied Ecology and Sustainability, Instituto de Ecología y Biodiversidad, Ediciones Capes, Santiago de Chile, Chile. Pp. 15–26.
- Cochrane, K., De Young, C., Soto D., y Bahri, T., 2009. Climate change implications for fisheries and aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper N° 530. FAO, Roma, Italia. Pp. 1–212.



- Cheung, W.W.L., Bruggeman, J., y Butenschön, M., 2018. Chapter 4: Projected changes in global and national potential marine fisheries catch under climate change scenarios in the twenty-first century. In: Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S., y Poulain, F., (Eds.). *Impacts of Climate Change on Fisheries and Aquaculture. Synthesis of Current Knowledge, Adaptation and Mitigation Options*, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper N° 627. FAO, Roma, Italia. Pp. 63–86.
- Cubillos-Santander, L., Norambuena-Cleveland, R., Soto-Benavides, D., Jacques-Coper, M., Simon-Rodgers, J., y Carmona-Montenegro, M.A., 2021. Manual de capacitación en adaptación al cambio climático para pesca y acuicultura en Chile. Proyecto: Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuícola chileno al cambio climático. FAO, Universidad de Concepción, Santiago de Chile, Chile.
- Fulton, E.A., 2011. Interesting times: winners, losers, and system shifts under climate change around Australia. *ICES Journal of Marine Science*, 68:1329–1342.
- Gardner, J.L., Peters, A., Kearney, M.R., Joseph, L., y Heinsohn, R., 2011. Declining body size: a third universal response to warming? *Trends in Ecology & Evolution*, 26:285–291.
- Hollowed, A.B., Barange, M., Beamish, R.J., Brander, K., Cochrane, K., Drinkwater, K., Foreman, M.G.G., Hare, J.A., Holt, J., Ito, S., Kim, S., King, J.R., Loeng, H., MacKenzie, B.R., Mueter, F.J., Okey, T.A., Peck, M.A., Radchenko, V.I., Rice, J.C., Schirripa, M.J., Yatsu, A., y Yamanaka, Y., 2013. Projected impacts of climate change on marine fish and fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 70:1023–1037.
- Hsieh, C., Glaser, S.M., Lucas, A.J., y Sugihara, G., 2005. Distinguishing random environmental fluctuations from ecological catastrophes for the North Pacific Ocean. *Nature*, 435:336–340.
- King, J.R., 2005. Report of the study group on fisheries and ecosystem responses to recent regime shifts. PICES Scientific Report No. 28, North Pacific Marine Science Organization. Sidney, B.C., Canadá.
- Lehodey, P., Alheit, J., Barange, M., Baumgartner, T., Beaugrand, G., Drinkwater, K., Fromantin, J.-M., Hare, S.R., Ottersen, G., Perry, R.I., Roy, C., Lingen, C.D., y van der Werf, F., 2006. Climate Variability, Fish, and Fisheries. *Journal of Climate*, 19:5009–5030.
- Munch, S.B., y Salinas, S., 2009. Latitudinal variation in lifespan within species is explained by the metabolic theory of ecology. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106:13860–13864.
- Oke, K.B., Cunningham, C.J., Westley, P.A.H., Baskett, M.L., Carlson, S.M., Clark, J., Hendry, A.P., Karatayev, V.A., Kendall, N.W., Kibele, J., Kindsvater, H.K., Kobayashi, K.M., Lewis, B., Munch, S., Reynolds, J.D., Vick, G.K., y Palkovacs, E.P., 2020. Proyecto “Asesoría para la implementación y actualización del plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura (PACCPA) 2021”. Código ID-4728-16-LE21”. **25**



- Recent declines in salmon body size impact ecosystems and fisheries. *Nature Communications*, 11:4155.
- Rijnsdorp, A.D., Peck, M.A., Engelhard, G.H., Möllmann, C., y Pinnegar, J.K., 2009. Resolving the effect of climate change on fish populations. *ICES Journal of Marine Science*, 66:1570–1583.
- Sheridan, J.A., y Bickford, D., 2011. Shrinking body size as an ecological response to climate change. *Nature Climate Change*, 1:401–406.
- Soto, D., y Quiñones, R., 2013. Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina. Potenciales impactos y desafíos para la adaptación. Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur (COPA), Universidad de Concepción, 5-7 de octubre de 2011, Concepción, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura 29, Roma, Italia.
- Sumaila, U.R., Cheung, W.W.L., Lam, V.W.Y., Pauly, D., y Herrick, S., 2011. Climate change impacts on the biophysics and economics of world fisheries. *Nature Climate Change*, 1:449–456.
- Szuwalski, C. S., VertPre, K.A., Punt, A. E., Hilborn, R., y Branch, T.A., 2015. Examining common assumptions about recruitment: a meta-analysis for worldwide recruitment dynamics. *Fish and Fisheries*, 16:633–648.
- Szuwalski, C.S., y Hollowed, A.B., 2016. Climate change and non-stationary population processes in fisheries management. *ICES Journal of Marine Science*, 73:1297–1305.
- Thompson, R.M., Beardall, J., Beringer, J., Grace, M., y Sardina, P., 2013. Means and extremes: building variability into community-level climate change experiments. *Ecological Letters* 16:799-806.
- Turner, M.G., Calder, W.J., Cumming, G.S., Hughes, T.P., Jentsch, A., LaDeau, S.L., Lenton, T.M., Shuman, B.N., Turetsky, M.R., Ratajczak, Z., Williams, J.W., Williams, A.P., y Carpenter, S.R., 2020. Climate change, ecosystems and abrupt change: science priorities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 375:20190105.
- Vert-pre, K.A., Amoroso, R.O., Jensen, O.P., y Hilborn, R., 2013. Frequency and intensity of productivity regime shifts in marine fish stocks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110:1779–1784.
- Walsh, M.R., Munch, S.B., Chiba, S., y Conover, D.O., 2006. Maladaptive changes in multiple traits caused by fishing: impediments to population recovery. *Ecology Letters*, 9:142–148.
- Walther, G.-R., Post, E., Convey, P.C., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Romantin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O., y Bairlein, F., 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416:389–395.



Wang, H.-Y., Shen, S.-F., Chen, Y.-S., Kiang, Y.-K., y Heino, M., 2020. Life histories determine divergent population trends for fishes under climate warming. *Nature Communications*, 11:4088.

Efectos e impactos sobre la acuicultura y algunas medidas de adaptación

Acuicultura, y su dependencia de las condiciones ambientales

Especies y sistemas productivos

Los organismos acuáticos, excepto las aves y los mamíferos, son poiquiloterms es decir no pueden controlar su temperatura interna, esta depende de las condiciones del medio externo; estos organismos tienen una capacidad limitada de controlar otros parámetros internos como salinidad, acidez. Así los organismos en vida libre en el mar buscan, se mueven y se establecen, en aquellos ambientes con las condiciones óptimas para vivir y reproducirse. En cambio, los organismos en cultivo están confinados a la ubicación y condiciones que les podemos ofrecer. Las condiciones ambientales circundantes, variabilidad climática, y cambio climático afectarán en forma diferencial a diferentes especies especialmente dependiendo de su forma de alimentación, del sistema de cultivo (ej. abierto vs cerrado) y del grado de control que tenemos sobre el ciclo productivo.

Dependiendo de la forma de alimentación se puede hablar de acuicultura *con alimentación externa* siendo el caso de la mayoría de los peces, crustáceos como es el caso de los camarones, y algunos moluscos. En la mayoría de los casos la alimentación constituye uno de los principales costos de la producción una vez que se han realizado las inversiones de infraestructura. Por otra parte, existe *la acuicultura extractiva* es decir que no requiere ser alimentada puesto que extrae su alimento directamente desde el medio ambiente como es el caso de los bivalvos tales como mejillones y ostras y otros organismos como pepinos de mar y las algas. La acuicultura de aquellas especies donde el ciclo de vida completo se controla es decir desde la producción de huevos hasta el individuo listo para consumir esta menos expuesta a cambios en el entorno que aquella donde los huevos y semillas se capturan desde el medio ambiente. Por ejemplo, cambios en ciertas condiciones ambientales y/o agotamiento de las poblaciones naturales que aportan la semilla pueden paralizar la producción (ver **Tabla 1**, basado en De Silva y Soto 2009).

Controlando las condiciones ambientales de la acuicultura

Nuestra capacidad de controlar las condiciones ambientales para la acuicultura determina en gran medida el éxito del cultivo. Así un cultivo en sistema cerrado y con recirculación puede ser lo más efectivo y seguro pero estos sistemas tienden a ser mucho más caros de mantener y requieren una gran inversión en infraestructura y en terreno, además tiene una mayor huella de carbono pues requieren más energía. Por otro lado, los sistemas más abiertos e incluso que consideran la colecta de huevos y o semilla del ambiente requieren

menor infraestructura e inversión, tienen costos menores, pero son mucho más frágiles y vulnerables a todo tipo de presiones e impactos incluyendo variabilidad climática, y cambio climático.

Tabla 1. Ejemplos de dependencia de las condiciones del medio en el cual se cultiva: comparaciones cualitativas.

	Dependencia de las condiciones ambientales circundantes		
	Muy dependiente de las condiciones ambientales circundantes	Comparativamente menos dependiente de las condiciones ambientales circundantes	Relativamente independiente de las condiciones ambientales circundantes
Tipo de alimentación			
Con alimentación externa como salmones, tilapias, camarones etc.		Existe cierta dependencia pues la eficiencia en la alimentación también depende de las condiciones circundantes	
Especies extractivas (que obtienen su alimentación directamente del medio circundante) tales como mejillones, ostras			
Sistema de cultivo			
Cultivos cerrados y con recirculación			
Cultivos en tierra semi cerrados (ej. piscinas o estanques de camarones)			
Cultivos en sistemas flotantes de flujo abierto (balsas jaulas de salmones, cuelgas de mejillones)			
Manejo ciclo biológico			
Control del ciclo biológico completo es decir desde huevo a adulto se produce en forma controlada (ej. salmones)			
Captura de larvas/huevos desde el ambiente (ej. cultivo de mejillones en Chile)			

Efecto del cambio climático en la acuicultura

Variabilidad climática (natural) vs cambio climático antropogénico y sus efectos en el corto y largo plazo.

Existe variabilidad natural en el clima en la tierra afectando continentes y mares los cuales han sufrido cambios en el tiempo existiendo ciclos y variación sin aparente tendencia en el largo plazo. Sin embargo, el aumento en el CO₂ de la atmosfera estaría produciendo cambios significativos tanto en los patrones de variabilidad climática como en las tendencias (**Figura 2**) y ello se conoce como cambio climático (IPCC, 2014). A menudo es difícil separar variabilidad climática natural de los efectos del cambio climático como es el caso del fenómeno del Niño el cual aún genera discusión científica en cuanto a si su intensidad y frecuencia estaría incrementando debido al cambio climático.

Aun cuando la pesca y la acuicultura son sensibles a los cambios climáticos (repentinos, y de largo plazo) y a la variabilidad climática, existen pocos sistemas integrados de monitoreo e información para pescadores y acuicultores y que cuenten con su confianza, y cuya información (puntual, continua, e interpretada) sea útil para sus procesos de toma de decisión. Por lo tanto, los acuicultores en general deben estar preparados para cambios repentinos y también para cambios en el mediano plazo. En tanto el estado y la interacción entre el sector público y privado se debe preparar para los cambios en plazos más largos.

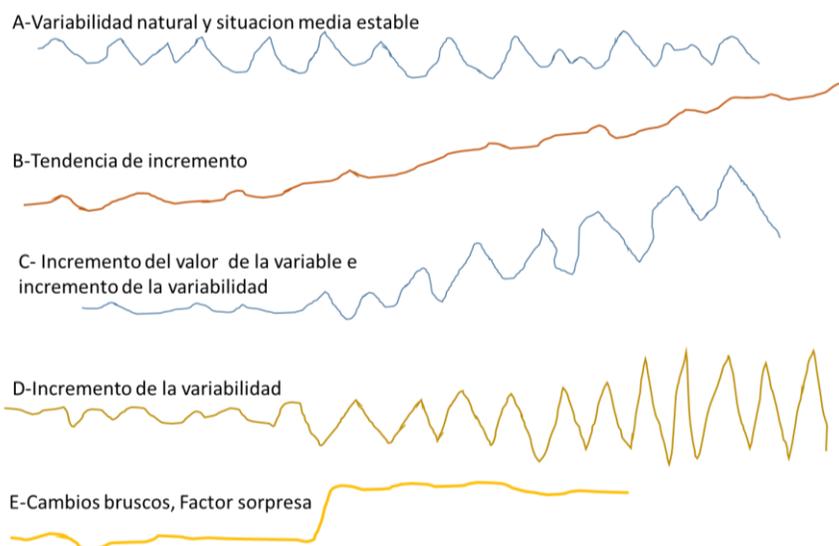


Figura 2. Variabilidad climática, y cambio climático. Las situaciones B, C, D y E podrían estar influenciadas por el aumento del CO₂ en la atmosfera y constituirían cambio climático (Fuente: elaboración propia).

Efectos directos e indirectos del cambio climático pueden ser responsables de los cambios en la acuicultura, ya sea a corto o largo plazo. Ejemplos de impactos a corto plazo incluyen la pérdida de producción o infraestructura debido a eventos extremos, enfermedades, algas tóxicas y parásitos; y disminución de la productividad debido a condiciones de cultivo subóptimas. Ejemplos de largo plazo incluyen la escasez de semillas silvestres, el acceso limitado al agua dulce para la agricultura, el acceso limitado a las fuentes marinas y terrestres, disminución de la productividad debido a subóptimas condiciones de cultivo, eutrofización y otras perturbaciones. Estos están bien descritos por De Silva y Soto (2009), Dabadie *et al.* (2018).

Cambio climático y sus efectos directos e indirectos

Los efectos del incremento de los GEI se han comenzado a analizar en la acuicultura desde el comienzo de la década del 2000 (De Silva y Soto, 2009, González *et al.* 2012², FAO 2018³). De Silva y Soto (2009)⁴ realizan por primera vez una descripción detallada de los posibles impactos y mecanismos de adaptación para diversos tipos de cultivo.

Aumento de temperatura

Como se indicó anteriormente los peces, los invertebrados y las algas no regulan su temperatura y sus organismos y mecanismos fisiológicos les permiten vivir dentro de ciertos rangos óptimos. La **tabla 2** muestra la tolerancia térmica y rangos de temperatura óptimos para algunas especies, allí se puede ver por ejemplo que el salmón del Atlántico tiene un rango fisiológico óptimo entre 13° y 17 °C. Cuando las temperaturas están en la parte baja del rango las especies tienden a crecer menos y en general crecen más cuando la temperatura está en la parte más alta de su rango óptimo. Cuando las temperaturas están por sobre el rango óptimo las especies en cultivo tienden a estresarse y frecuentemente en el caso de los peces, dejan de comer. El aumento de la temperatura normalmente produce una **reducción del oxígeno** pues este gas tiene menor solubilidad en el agua a temperaturas más altas. Así los peces en un sistema de cultivo experimentan menor concentración de oxígeno cuando las temperaturas aumentan y esto genera parte del estrés

2 Soto, D., y Quiñones, R., 2013. Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina: Potenciales impactos y desafíos para la adaptación. Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS), Universidad de Concepción, Concepción, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 29. Roma, FAO. 335 pp.

3 FAO, 2018. Impactos del cambio climático en la pesca y la acuicultura: Síntesis de los conocimientos y las opciones de adaptación y mitigación actuales. Resumen del Documento Técnico de Pesca y Acuicultura de la FAO no. 627. Roma. 48 pp.

4 De Silva, S.S. y Soto, D. 2009. El cambio y la acuicultura: repercusiones potenciales, adaptación y mitigación. Páginas 169-236 En: Cochrane K., De Young, C., Soto, D., y Bahri, T., (Eds.). Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura: visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura, No 530. FAO. Roma, Italia.

fisiológico. Por otra parte, las concentraciones de oxígeno también han disminuido en muchas zonas costeras de la tierra por efecto antrópico directo.

Cambios en la salinidad

También pueden ocurrir como resultado del cambio climático, se pueden producir reducciones por derretimiento de los polos y glaciares, pero también se puede producir un aumento especialmente en zonas de fiordos y canales como es el caso del sur de Chile por reducción y o cambio en los patrones de lluvia. La reducción de las precipitaciones puede tener efectos indirectos diversos sobre los ambientes acuáticos.

Es importante señalar que los cambios de temperatura oxígeno y salinidad pueden ocurrir en cortos espacios de tiempo por fenómenos locales y /o variación climática. El calentamiento global puede producir este tipo de variaciones y también tendencias en de incremento o reducción en el largo plazo. En general los moluscos especialmente los bivalvos (ej., Los mejillones) pueden tener gran resistencia a cambios bruscos y por periodos cortos de temperatura, oxígeno, salinidad, especialmente las especies que viven en zonas estuarinas.

Tabla 2. Tolerancia térmica de diversas especies que se cultivan separadas por la zona climática en que viven y se cultivan (Fuente: de Silva y Soto 2009).

Modalidad climática/zona térmica común/especies	Temperatura letal incipiente (°C)		Rango óptimo (°C)
	Baja	Alta	
Tropical			
Tilapia (<i>Tilapia zillii</i>)	7	42	28,8–31.4
Tilapia de Guinea (<i>Tilapia guineensis</i>)	14	34	18–32
Aguas templadas (subtropicales)			
Anguila europea (<i>Anguilla anguilla</i>)	0	39	22–23
Bagre de Canal (<i>Ictalurus punctatus</i>)	0	40	20–25
Templada/polar			
Trucha ártica (<i>Salvelinus alpinus</i>)	0	19,7	6–15
Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	0	27	9–14
Salmón del Atlántico (<i>Salmo salar</i>)	-0,5	25	13–17

La acidificación del océano

Se debe al aumento en la emisión de gases invernadero implicando un incremento del CO₂ en la atmósfera implica mayor solubilidad de este elemento en los ambientes acuáticos y ello ha llevado a una tendencia de acidificación del océano que se está comenzando a documentar. Como resultado de la acidificación los océanos están hoy 0.1 unidades de pH más bajo y un 30% más ácido que hace 250 años. La acidificación del océano no está directamente relacionada con cambio climático *per se* sino más bien con su origen es decir con el incremento de CO₂ en la atmósfera.

Un océano más ácido representa una amenaza para todos aquellos organismos que requieren calcio en sus estructuras externas, por ejemplo, crustáceos y moluscos con concha pues la calcificación puede dificultarse en un ambiente de mayor acidez o menor alcalinidad. Se han sugerido mecanismos más complejos e impactos generados de la acidificación del océano sobre otros organismos como peces debido a cambios relevantes sobre la fertilización de huevos pelágicos y sobrevivencia de larvas (Bueno y Soto 2016). En Chile se han producido ya numerosas publicaciones científicas que abordan este tema especialmente evaluando el impacto sobre mitílidos en el laboratorio. Así algunos investigadores han mostrado por ejemplo efectos combinados de incremento de temperatura y de la acidez del océano sobre el mejillón chileno, *M chilensis* concluyendo que la acidificación tendría impactos negativos sobre la especie (Duarte *et al.* 2014, Navarro *et al.* 2016).

Algunos efectos indirectos de los cambios en temperatura, salinidad, oxígeno, patrones de lluvia entre otros.

Otros efectos en la acuicultura serían causados no afectando directamente a los organismos en cultivo, sino que a otros componentes del ecosistema que a su vez afectan a los organismos en cultivo.

Incremento de florecimientos algales (FANs)

Los modelos de predicción de cambio climático para Chile indican un continuo decrecimiento de las precipitaciones e incremento de la temperatura lo cual puede afectar a los ambientes marinos (León-Muñoz *et al.* 2017, Soto *et al.* 2019, 2021). Por ejemplo, en el sur de Chile donde se desarrolla la acuicultura más importante del país representada por los cultivos de salmónidos y de mejillones, un mayor número de días sin lluvia, especialmente durante los meses de primavera verano y otoño significan mayor probabilidad de sol y luminosidad que facilitaría el crecimiento de las microalgas en el plancton. Esto puede ser positivo para organismos que consumen microalgas como los mejillones pues significa más alimento. Sin embargo, también es posible que se incrementen las microalgas que contienen sustancias tóxicas para los consumidores de

estos mejillones, y eventualmente también para estos mismos organismos u otros filtradores. Además, los florecimientos de fitoplancton pueden causar mortalidad de peces por daño físico a las branquias y/o también por presencia de toxinas.

Efectos sobre la calidad y cantidad de alimento para cultivos extensivos

También es posible que un cambio en la temperatura, salinidad y/o acidez del océano cause un deterioro de la calidad del alimento para las especies filtradoras y sobre este tema no existe mucha información. Durante el último Niño 2015-2016 se produjeron condiciones ambientales que facilitaron el desarrollo de FANs (León-Muñoz *et al.* 2017) que afectaron a la salmonicultura y mitilicultura especialmente debido a la toxicidad de las especies de fitoplancton, pero no se ha estimado si hubo efectos específicos en relación con la calidad de las microalgas como alimento para los mitílidos.

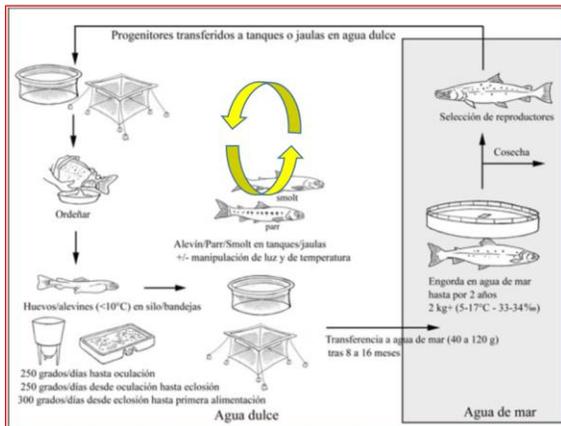
Reducción y o deterioro de los insumos para alimentos en cultivos intensivos

Los insumos para alimentos de la acuicultura de organismos que reciben alimentación externa (ej. la mayoría de los peces y camarones) también pueden ser afectados por el cambio climático. Claramente la disponibilidad de harina y aceite de pescado es afectada por impactos directos sobre las pesquerías de especies pelágicas (De Silva y Soto 2009). También el uso de insumos terrestres como son la soya, maíz, lupino y otros pueden ser afectados, por ejemplo, por situaciones de calor extremo y especialmente por sequías.

Efectos sobre disponibilidad de semillas del ambiente natural

La acuicultura que se desarrolla con un ciclo abierto, es decir, se capturan las larvas o juveniles del ambiente para luego engordar los adultos en cautiverio; como el cultivo de atunes que consiste en capturar a los juveniles y engordarlos para luego comercializarlos, y el cultivo de choritos o mejillones en Chile y en otros países, donde se captura la semilla producida por bancos parentales naturales para luego engordarla en colectores para su cosecha y comercialización. Las condiciones de cultivo descritas son mucho más vulnerables que cuando la producción se basa en un ciclo cerrado como es el caso de la salmonicultura, en las cual la producción de semillas o juveniles se realiza en ambiente controlado (**Figura 3**).

Ciclo cerrado= ej. Producción de salmones



Fuente: FAO Programa información especies acuáticas

Ciclo abierto, incompleto= ej. Producción actual de chorito chileno que implica colecta de la semilla desde el ambiente



Figura 3. Ciclo de producción acuícola cerrado (izquierda, ej. Salmones) vs abierto, derecha, ej. Mejillones en Chile).

Efectos sobre interacciones ecológicas y tramas tróficas

Uno de los mecanismos indirectos de efectos del cambio climático menos estudiados y conocidos son aquellos cambios en las interacciones ecológicas resultantes de un incremento de especies competidoras y depredadoras que pudieran afectar la disponibilidad de semillas para aquellos cultivos que dependen de su disponibilidad en el ambiente natural. Estudios en ejecución sobre la vulnerabilidad de la mitilicultura (Soto y Molinet *et al.* en preparación) al cambio climático en el sur de Chile indican que una disminución de las precipitaciones produciría un incremento en salinidad que podría afectar especialmente la captación de semilla de mejillones en los fiordos (Aguayo et al 2019). Se postulan al menos dos mecanismos relevantes el primero tiene que ver con que los ingresos de agua dulce desde los ríos producen una picnoclina que facilita la concentración de las larvas producidas por bancos naturales de mejillones y al reducirse el agua dulce se afectaría la distribución de larvas (**Figura 4**).

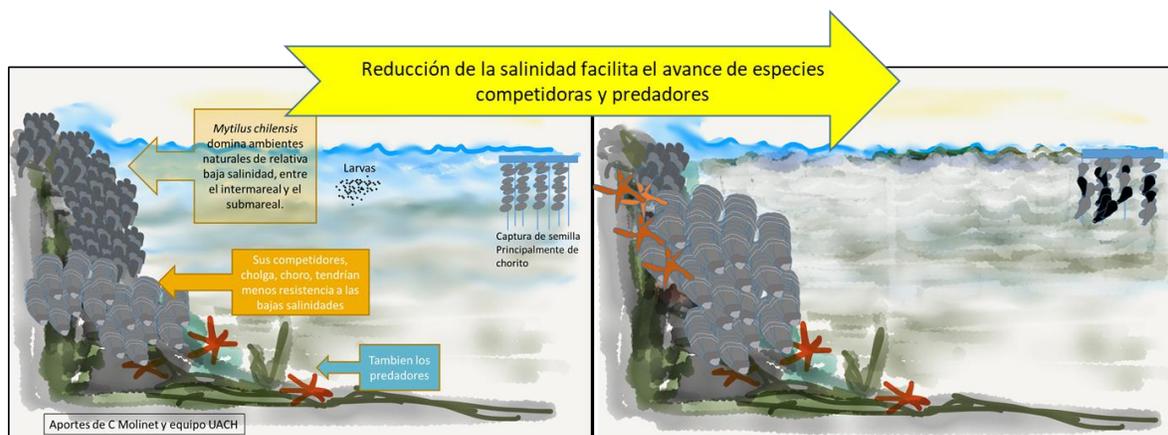


Figura 4. Cambio climático afectando la interacción entre especies podría reducir la captación de semilla de mejillones (Fuente: Soto y Molinet, en preparación).

Incremento de enfermedades y parasitismo

La variabilidad climática, y el cambio climático como tendencia tienen un efecto sobre el parasitismo y las enfermedades que afectan a la acuicultura pues el entorno ambiental es esencial para parásitos como para sus huéspedes. Una enfermedad o parasitismo solo ocurrirá cuando las condiciones ambientales son óptimas para que el parásito se mantenga y se propague entre sus huéspedes. A nivel global, se espera por ejemplo que incrementen las enfermedades virales especialmente en los trópicos, además el movimiento global de personas y transporte incrementan los riesgos (De Silva y Soto 2009). En la acuicultura chilena podemos encontrar algunos casos de estudio como ejemplos. El conocido piojo de mar, cáligus, es un copépodo ectoparásito de los salmones y ya se sabe que la especie en Chile, *Caligus rogercresseyi* encuentra su situación óptima en condiciones de salinidad sobre los 30 ppm y temperaturas sobre los 14°C. Por lo tanto, los centros de cultivo de salmones ubicados en las cabeceras de fiordos y ambientes que tienen más influencia de agua dulce tienden a tener menos incidencia de cáligus y también de una ameba parásita (*Neoparaamoeba perurans*), que afecta las branquias de los salmónidos. Si las condiciones de salinidad incrementan en estos ambientes y s/o si se producen incrementos de las temperaturas estos parásitos tienden a aumentar (Soto *et al.* 2019). El incremento de parásitos por ejemplo de cáligus, ha estado asociado a incremento de otras enfermedades. Por otra parte, cualquier condición ambiental que contribuya a estresar a los individuos en cultivo, por ejemplo, el incremento de parasitismo recién mencionado y/o temperaturas por sobre o por debajo de sus óptimos fisiológicos (**Tabla 2**) producirán estrés en los individuos

que normalmente se traducen en debilitamiento del sistema inmunitario con lo cual se generan las condiciones para la expansión de enfermedades.

Incremento de eventos extremos

La acuicultura ubicada en zonas más expuestas, por ejemplo, al oleaje, se ha observado que ha incremento y se espera que se acentúe a nivel global. En el caso de Chile en las zonas centro y norte de la costa. En el caso de la acuicultura de salmones en fiordos y canales, los sistemas de cultivo han mejorado su adaptación a las grandes tormentas con sistemas y estructuras más resistentes.

La regulación ha generado estándares que mitigarían el riesgo de colapso de las estructuras de cultivo flotantes ante eventos climáticos extremos, permitiendo además disminuir el riesgo de escapes masivos de peces.

Disponibilidad de agua dulce: cantidad y calidad

Si bien Chile no tiene producción significativa de acuicultura en agua dulce la totalidad de la salmonicultura se genera a partir de ovas y juveniles que se producen en criaderos o pisciculturas de agua dulce en la Araucanía, De los Ríos, Los Lagos, Aysén y Magallanes. Un porcentaje importante de las pisciculturas aun dependen directamente de la cantidad y calidad del agua dulce. La industria salmonera utiliza más de un centenar de cuencas para generar las ovas-alevines-juveniles que demandan su producción de mar, produciéndose en ellas más del 75% de sus smolts, principalmente en condiciones de flujo abierto (3/4) (Quiñones *et al.* 2019).

En estos sistemas, durante los últimos años, el acceso a fuentes de agua dulce, estables y de alta calidad, es cada vez más difícil. Por ejemplo, en cuencas, donde las precipitaciones han tendido a decrecer y el paisaje ha sido fuertemente alterado (deforestación, aumento de terrenos agrícolas y plantaciones forestales) se ha observado una disminución de los caudales de estiaje y un aumento en las concentraciones de sedimentos, nutrientes y metales pasados, condiciones que afectan a los ciclos de cultivos de salmones y truchas. Las proyecciones climáticas que se hacen para el sur de Chile indican que las precipitaciones en estas regiones podrían disminuir hasta un 30% especialmente en meses de verano y otoño. Esto genera una amenaza especialmente para las pisciculturas de flujo abierto.

Reducción y/o deterioro de los insumos para alimentos

Los insumos para alimentos de la acuicultura de organismos que reciben alimentación externa (ej. la mayoría de los peces y camarones) también pueden verse afectados por el cambio climático. La disponibilidad de harina y aceite de pescado se puede ver afectada por impactos directos sobre las pesquerías de especies pelágicas (de Silva y Soto 2009). También el uso de insumos terrestres como son la soya, maíz, lupino y otros pueden verse afectados por ejemplo por situaciones de calor extremo y especialmente por sequías.

Algunas medidas de adaptación esenciales para abordar los principales impactos

Se debe considerar que algunos cambios generados por el efecto del cambio climático podrían ser positivos para ciertos tipos y especies que se cultivan en acuicultura. Por ejemplo, incrementos en temperatura aumentarían las tasas de crecimiento de muchas especies siempre que estén en el rango de tolerancia y óptimos fisiológicos. Así puede ser muy relevante conocer y usar estas oportunidades. Sin embargo, este documento está centrado en cómo abordar los problemas (y quizá transformarlos en oportunidades).

En general existe una interacción entre efectos del cambio climático y factores antrópicos no relacionados con el incremento de GEIs y usualmente los efectos se suman o son sinérgicos. Por ejemplo, un mal manejo de la producción de salmónidos u otras especies de peces, en altas densidades facilita la llegada y expansión de parásitos y enfermedades y si el efecto de incremento de temperatura o salinidad o bajas de oxígeno los efectos finales pueden ser catastróficos. Un sistema productivo mal manejado es siempre más vulnerable, de tal manera que una medida general de adaptación al cambio climático es una producción acuícola que sigue las mejores prácticas de manejo y gestión productiva (de Silva y Soto 2009, Soto *et al.* 2018).

La **Tabla 3** resume las forzantes, la cadena de efectos de algunas medidas o acciones prácticas para abordar amenazas específicas e incrementar la capacidad de adaptación, con énfasis en los cultivos más importantes que se realizan actualmente en Chile. Es importante señalar que hay una serie de medidas que son indispensables para afrontar prácticamente todas las amenazas que pueden afectar la biomasa en cualquiera de las etapas productivas. Estas se señalan en la primera fila de la **Tabla 3**.

Tabla 3. Forzantes y/o amenazas principales para la producción (biomasa en el agua.) asociadas al cambio climático e incremento del CO² en el mar, cadena de efectos, impactos y medidas de adaptación.

Forzante Climático o amenaza principal	Cadena de efectos	Impactos para organismos en cultivo y consumo/ exportación	Medidas de adaptaciones más relevantes o más comúnmente citadas *
(1) Todas o la mayoría de las amenazas descritas más abajo	Múltiples	Múltiples	-Planificación espacial basada en riesgos -Monitoreos ambientales y alertas tempranas -Óptimas prácticas de manejo -Sistemas de manejo de mortalidades efectivos y amigables con el ambiente
(2) >Temperatura (3) > Salinidad (4) <Oxígeno	Se genera estrés, reduce crecimiento, alimentación	>Mortalidad, <calidad	-Seleccionar variedades y /o especies mejor adaptadas a >T, S% y <O ₂ -Tecnologías para incrementar O ₂ etc.
	(5) Incremento de FANs	>Mortalidad >riesgo para el consumo	-Barreras físicas y biológicas - Variedades que detoxifican más rápido o mejor
	(6) Mas enfermedades, parasitismo,	>Mortalidad <calidad >riesgo para el consumo	-Monitoreo sanitario y alerta temprana -Reducción densidades -Óptimas prácticas de manejo y medidas de bioseguridad -Vacunas -Control biológico
	(6) < Semilla (ej. bivalvos)	< Producción y exportación	-Protección especial a bancos parentales -Replamamiento de bancos -Óptimas prácticas de manejo de bancos y captación -Producción de semilla en hatchery
(7) > Días sin lluvia y < precipitaciones	Incremento de FANs <agua para pisciculturas	>Mortalidad >riesgo para el consumo <producción de ovas y juveniles	-Barreras físicas y biológicas -Variedades que detoxifican más rápido o mejor -Pisciculturas de flujo cerrado
(8) <pH	Deterioro de bancos parentales, semilla y engorda	>Mortalidad <crecimiento <calidad	-Seleccionar variedades más resistentes a bajos niveles de pH
(9) >oleaje y tamaño olas	Deterioro y perdida de infraestructura, accesos, vidas humanas etc.	>Mortalidad > Escapes < semilla	-Desarrollo e implementación de infraestructura más flexible y resistente

Fuentes: Bueno y Soto 2017, Soto *et al.* 2018, 2020

Evaluación reciente de impactos y riesgo de la acuicultura chilena frente al cambio climático

González *et al.* (2013) realizan un análisis de vulnerabilidad de la acuicultura chilena frente al cambio climático y revisan la situación para el país de los cultivos de algas, ostiones, mejillones y salmones concluyendo que el cultivo de salmones y de ostiones era levemente más vulnerable. Sin embargo, este estudio agrupa los sectores a nivel nacional y se enfoca principalmente en la detección de brechas de información y aboga por estudios más detallados a nivel regional y local.

El presente análisis, se enfoca en la salmonicultura y mitilicultura, actividades que explican más del 98% de la producción nacional y se concentran fuertemente en la zona sur de Chile. De forma conjunta, ambas industrias, ubicadas en las 3 regiones más australes del país (**Figura 5**), se destacan por disponer y facilitar bases de información ambiental y productiva relevantes a escala local.

El análisis de riesgo frente al cambio climático de ambos sectores sirve como modelo para aplicar a cualquier otro sistema de cultivo en Chile en la medida que existe suficiente información disponible.

La acuicultura de pequeña escala, como por ejemplo la de algas, se aborda lateralmente en el análisis de los riesgos de la pesca artesanal en las caletas (Cubillos *et al* 2020). Por otra parte, la mitilicultura destaca por una alta participación de productores de pequeña escala, particularmente en la fase de captación de la semilla, la cual en gran parte es conducida por pescadores artesanales y pequeños productores.

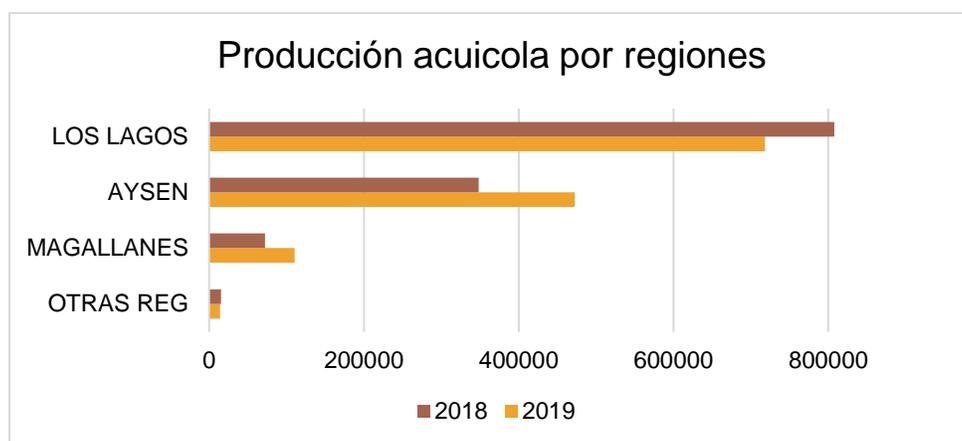


Figura 5. Cosechas de acuicultura nacional por regiones 2018 y 2019. (Fuente: Informe Sectorial de Pesca y Acuicultura 2019).

En 2019, se comenzó a desarrollar el proyecto ARCLIM (Soto *et al.* 2020) con el patrocinio del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) el cual propicio el desarrollo de mapas de riesgo para la salmonicultura y la mitilicultura. En este contexto, el área de estudio corresponde a las regiones administrativas del centro-sur y sur de Chile donde se concentra el desarrollo de ambas industrias, entre las regiones del Biobío y Magallanes en el caso de la salmonicultura y de forma acotada a la región de Los Lagos para la mitilicultura. En este trabajo, el análisis de riesgo de la mitilicultura no consideró la acidificación del océano por carecer de proyecciones suficientes sobre sus patrones en los mares interiores.

A continuación, se describen los elementos más relevantes del análisis, y recomendaciones. Los mapas de riesgo interactivos pueden ser revisados en el sitio del MMA (https://arclim.mma.gob.cl/atlas/sector_index/acuicultura/).

Tabla 4. Principales forzantes asociados al cambio climático y cadena de efectos más relevantes con impactos posibles para acuicultura en sistemas flotantes en el mar.

Amenaza principal y cadena de eventos	Cadena de efectos en el ambiente acuático	Impactos posibles en cultivos de salmones	Impactos posibles en cultivos de mejillones
<i>Reducción de precipitaciones</i> resultando en menores ingresos de agua dulce a fiordos	Incremento de la salinidad permitiendo ingreso de especies competidoras más exitosas a salinidades altas que reducen poblaciones de bancos semilleros de choritos	NA	La reducción de los bancos por incremento de salinidad a su vez reduce la producción de larvas con impacto en la captación y producción de semilla
	Incremento de la salinidad resultando en reducción de la pycnoclina, mecanismo facilitador de la concentración de larvas	NA	Por debilitamiento de uno de los mecanismos de concentración de las larvas se reduce la captación y se impacta la producción de semilla
	Incremento de la salinidad facilitando la presencia y expansión de parásitos del salmón mejores adaptados a altas salinidades	Reducción del crecimiento, incremento de la mortalidad (ej. debido al piojo del salmón y también de la ameba de las branquias)	NA
<i>Reducción de la precipitación</i> dando lugar a periodos más secos con mayor radiación solar	Se generan condiciones para mayor crecimiento del fitoplancton con potencial generación de mareas rojas (FANs)	Reducción de crecimiento y mortalidad debido a la presencia de FANs	Perdida de la producción y/o pérdida de mercado por acumulación de toxinas que impiden el consumo humano
<i>Incremento de la concentración de CO2 en el océano</i>	Reducción del pH resultando en acidificación del océano	No existe aún evidencia de impactos	La condición más corrosiva del agua impide el desarrollo normal de la concha pudiendo afectar el crecimiento y desarrollo normal de larvas a, semillas y adultos

Fuente: Soto *et al.* 2020

Por otra parte, algunos estudios han señalado que los mitílidos que habitan en fiordos con alta influencia de agua dulce ya estarían expuestos a fluctuaciones relevantes de acidez del mar, dado lo cual ya tendrían una cierta capacidad de adaptación (Vargas *et al.* 2017).

Metodologías para estimar riesgo

Estimación de riesgos

Existen diversas metodologías para abordar la vulnerabilidad y el riesgo frente al cambio climático, en nuestro caso el riesgo (R) corresponde a un indicador que está en función de estimaciones de exposición (E), amenazas (A) y vulnerabilidad (V).

$$\text{Riesgo} = f(\text{Exposición, Amenazas y Vulnerabilidad})^5$$

Para esta aproximación, i) la exposición se definió como la biomasa acuícola producida en un espacio y tiempo determinado, ii) las amenazas como la cadena de impactos climáticos que pudiesen afectar a los cultivos acuícolas en los años venideros (**Tabla 3**) y iii) la vulnerabilidad como aquellos aspectos que hacen que el desarrollo de esta actividad sea más "sensible" o "susceptible" a las amenazas evaluadas. En este último caso no se consideró la vulnerabilidad del sistema socio ecológico ni la capacidad de adaptación directa. De tal forma que el riesgo se estima con la combinación de Exposición, Sensibilidad y Amenazas. El cálculo se describe más adelante con un ejemplo.

Estimación de riesgo para la salmonicultura

Para los mapas de riesgo de la salmonicultura se optó por separar el análisis entre las fases de cultivo de agua dulce (pisciculturas) y agua de mar (balsas jaulas). De este modo se estimaron niveles de riesgos para i) las pisciculturas (instalaciones en tierra) emplazadas en el área centro-sur de Chile (36°S – 42°S) y ii) para la salmonicultura en el mar, desarrollada en la zona sur de Chile (41,5°S – 56°S) (**Figura 6**). Como nota de precaución, es necesario indicar que los niveles de riesgo de ambos estados del proceso productivo están extremadamente ligados. Si algo sale mal en las pisciculturas sus consecuencias podrían ser traspasadas a las etapas de engorda en el mar. Por otra parte, si algo sale mal en la engorda en el mar no habría demanda para la producción de ovas y juveniles desarrollada en pisciculturas. En futuros análisis podría ser relevante agregar o conectar ambas fases de cultivo.

⁵ De acuerdo con el modelo más reciente (IPCC, AR5, 2014)

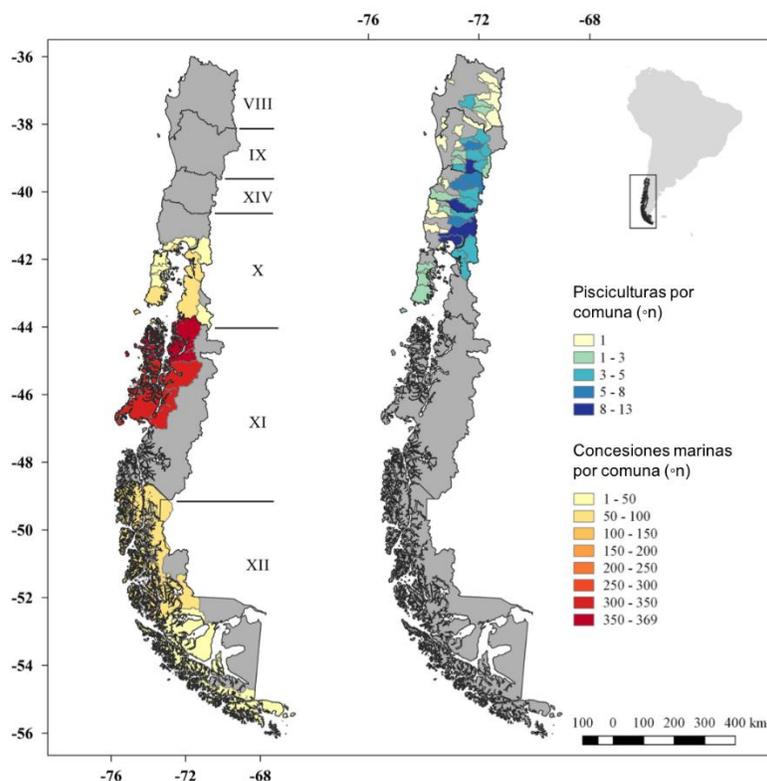


Figura 6. Distribución comunal del número de concesiones salmo-acuícolas Marino-costeras (izquierda) y pisciculturas (derecha) por región administrativa (Fuente: Quiñones *et al.* 2019).

Exposición

La exposición se definió como el volumen de producción que se podría perder producto de efectos adversos del cambio y variabilidad climática. La estimación de este indicador para las pisciculturas se realizó utilizando información geográfica (coordenadas de los puntos de captación) y productiva proporcionada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) a través del sistema de Transparencia y Acceso a la Información Pública de Chile (Ley N°20.285). La estimación para la etapa de engorda en el mar consideró los volúmenes cosechados promedio de los años 2017-2018.

Para el caso de las pisciculturas se utilizaron los datos productivos del periodo 2012 – 2018 vinculados sólo a instalaciones de cultivo cuyos puntos de captación de agua se encontrasen entre los 36,5°S y 42°S y se asociasen a cursos de agua superficiales (ríos, Proyecto “Asesoría para la implementación y actualización del plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura (PACCPA) 2021”. Código ID-4728-16-LE21”.

arroyos, esteros). El análisis se acotó al área comprendida entre las regiones del Biobío y Los Lagos dada la alta concentración de pisciculturas y su alto aporte al total de ovas, alevines y juveniles-smolts demandados por la industria salmonera. Luego cada punto de captación fue utilizado para delimitar las cuencas tributarias a las pisciculturas como unidades de análisis, trabajo realizado en sistemas de información geográfica en base al modelo de elevación digital SRTM (30m; Shuttle Radar Topography Mission). Luego cada unidad de estudio se vinculó a una de las subcuencas o cuencas oficialmente clasificadas por la Dirección General de Aguas. Para este trabajo se consideró la producción total de las pisciculturas, no diferenciándose entre las etapas de ovas, alevines o juvenil-smolts.

Para la etapa de engorda (cultivo en balsas jaulas en fiordos y mares interiores) se utilizaron los datos productivos (periodo 2017-2018) de concesiones (balsas jaulas) de acuicultura de salmónidos vigentes entre las regiones de Los Lagos y de Magallanes. Estos datos fueron anidados utilizando como unidad de análisis a las agrupaciones de concesiones de salmónidos (ACS) definidas entre los 41,5°S y 56°S. Reconocemos que las ACS son un constructo artificial y pueden no representar fielmente las características oceanográficas del área, sin embargo, si son unidades claves en la toma de decisiones manejo y gobernanza, por lo cual hacen posible vincular los riesgos asociados al cambio climático a la toma de decisiones.

Amenazas y cadenas de impacto

La amenaza se entiende como los eventos climáticos en años venideros que generan una cadena de impactos que pudiese afectar el desarrollo de las actividades acuícolas evaluadas. En particular se considera que una reducción de las precipitaciones debido al cambio climático podría reducir la disponibilidad de agua dulce para las pisciculturas (producción de ovas y juveniles de salmón) y podría tener dos consecuencias generales para el mar interior donde ocurre la acuicultura, especialmente en la Patagonia norte: i) incremento de la salinidad en fiordos que actualmente reciben importantes flujos de agua dulce y ii) se producirá un incremento en los periodos sin lluvia y por consiguiente con mayor luminosidad.

Para evaluar las amenazas climáticas se utilizaron indicadores de las tasas de cambio (1980-2010 vs. 2030-2060) de la temperatura del aire (ΔT) y precipitación (ΔPP) generados por el proyecto ARCLIM desde datos provenientes de Modelos de Circulación General (GCM). Para la evaluación de las pisciculturas los análisis fueron desarrollados por unidad de estudio (cuencas tributarias) para el dominio 36,5°S y 42,0°S, en tanto para la salmonicultura costera se estimaron valores para cada agrupación de concesiones de salmónidos (ACS) contenida en el dominio 41,5°S y 56,0°S.

De forma conjunta para el sistema costero se consideró la variabilidad espaciotemporal de la temperatura superficial del mar (TSM). Para esto se procesaron series temporales de alta resolución con información diaria y una resolución de píxel de 500 x 500m. Luego para probar si la TSM ha cambiado significativamente se aplicaron análisis de tendencia a los datos de cada píxel, los cuales cubren los últimos 15 años. Sin embargo, dado que no se tienen proyecciones claras ni modelos locales para proyectar cambios en la temperatura superficial del mar interior, esta información se usó principalmente para estimar como las condiciones actuales y tendencias de la TSM podrían condicionar la sensibilidad de estos ecosistemas. Finalmente, se consideró la asignación de puntajes a la probabilidad de ocurrencia de eventos nocivos (FANs) en base a las estimaciones reportadas en Soto *et al.* 2019 desde información histórica, publicaciones relevantes, pronósticos de ocurrencia para los años venideros, y opinión de expertos⁶.

En resumen, las amenazas y cadenas de impacto que se identificaron son las siguientes:

1. **Pisciculturas:** la reducción y cambios en los patrones de precipitación produciría cambios en la provisión de agua dulce a las pisciculturas del centro-sur de Chile, reduciendo la disponibilidad de agua en periodos de estiaje y también afectando su calidad: i) mayor amplitud térmica, ii) inestables niveles de oxígeno disuelto, iii) altas concentraciones de sólidos suspendidos y nutrientes. El impacto final sería una mayor mortalidad y reducción del crecimiento con la consiguiente pérdida de biomasa a la cosecha (Soto *et al.* 2019, Aguayo *et al.* 2019) – Riesgo de pérdida de biomasa por reducción de las tasas de conversión del alimento, presencia de metales pesados e incremento de parásitos y enfermedades.
2. **Salmonicultura costera:** la reducción de las precipitaciones produciría menores ingresos de agua dulce al mar interior. Esto incrementaría la salinidad de algunos fiordos y canales facilitando el ingreso de parásitos como el piojo del salmón y la amebiasis, los cuales son más exitosos en salinidades altas. El impacto final sería una mayor mortalidad y reducción del crecimiento con la consiguiente pérdida de biomasa a la cosecha (Soto *et al.* 2019, Aguayo *et al.* 2019) – Riesgo de pérdida de biomasa por incremento de parásitos y enfermedades. El incremento de la salinidad se traduce también en menor solubilidad del oxígeno pudiendo facilitarse periodos de anoxia.

⁶ Procesos consultivos con expertos para la evaluación de riesgo de salmonicultura se describen en Soto et al 2019. Para la evaluación de riesgo de la mitilicultura se creó un grupo de trabajo de científicos con reconocida experiencia en este sector y sus amenazas quienes son además co- autores de este estudio

Adicionalmente, la reducción de las precipitaciones e incremento de periodos secos se traducirían en un mayor número de días sin lluvia, generando potencialmente mayor radiación acumulada y un leve incremento de la temperatura del mar. Esto facilitaría el incremento de floraciones algales nocivos (FANs) las cuales causan importante mortalidad en los salmones (León Muñoz *et al.* 2018, Soto *et al.* 2019) – Riesgo de pérdida de biomasa por FANs.

Sensibilidad

En este trabajo se consideraron factores físicos y biogeográficos que pudiesen maximizar el impacto de las amenazas evaluadas.

Para el caso de las pisciculturas se decidió considerar un indicador de estado de conservación de las cuencas tributarias. Para esto se definió que una alta cobertura de bosque nativo se asocia a cursos de agua que: i) registran una baja amplitud térmica, ii) mantienen altos y constantes niveles de oxígeno disuelto, iii) presenten bajas concentraciones de sólidos. Bajo esta conceptualización se estimó un índice por cuenca tributaria que representa el porcentaje de cobertura de bosque nativo en relación con otros usos antrópicos (agricultura, pastoreo, plantaciones forestales).

Para el caso de la engorda en los sistemas costeros marinos se incluyó:

i. El indicador de “edad del agua” o tasa de recambio del agua de un fiordo o sistema costero. Este supuesto considera que los tiempos de circulación marina, producto de modificaciones en los patrones de interacción entre océano y atmosfera, condicionan la capacidad de carga de las unidades espaciales donde se cultiva. Un cuerpo de agua con mayor edad del agua o menor tasa de recambio tiene menos oxígeno, acumula más nutrientes y podría facilitar el incremento de mareas rojas y de enfermedades. El ingreso de agua dulce desde los ríos es uno de los factores más relevante para el recambio de masas de agua en los fiordos. Por lo tanto, una reducción en el ingreso de agua dulce tendrá un mayor impacto en un cuerpo de agua con mayor tasa de retención o edad del agua⁷. La preexistencia de mareas rojas también se consideró un factor de sensibilidad puesto que si ya hubo mareas rojas es altamente probable que las esporas de las microalgas que las producen ya están presentes en el ecosistema.

También se consideró la actual densidad del agua (combinación de salinidad y temperatura) como un indicador de sensibilidad ante la reducción en los ingresos de agua dulce. Es decir, un ambiente de baja salinidad y alta influencia de ríos es más sensible a la

⁷ Ver Soto *et al.* 2020 Informe indicadores ecosistémicos para la salmonicultura <https://www.incar.cl/wp-content/uploads/2020/01/INFORME-COMPILADO-FINAL->

Proyecto “Asesoría para la implementación y actualización del plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura (PACCPA) 2021”. Código ID-4728-16-LE21”.

reducción de las precipitaciones que un ambiente plenamente marino que no cambiará su salinidad en forma significativa, aunque llueva menos.

ii. De forma conjunta se estimó un índice que relacionara la biomasa producida en función del área marina-costera destinada al cultivo de salmones y la biomasa acumulada es decir la biomasa que se ha producido en los últimos 10 años. Este indicador se basa en el supuesto que la producción acumulada ha ingresado nutrientes al ecosistema, los cuales pudieran facilitar o gatillar mareas rojas y se ha facilitado un reservorio de enfermedades y parásitos (Soto *et al.* 2019, 2020⁵). A nivel práctico, esto supuso delimitar el área marina-costera de las ACS donde se emplazan las concesiones de acuicultura de salmónidos y caracterizar cada unidad con datos productivos facilitados por SERNAPESCA.

iii. La dominancia de *Salmo salar* también se consideró como un indicador de sensibilidad especialmente frente al potencial incremento de parasitismo y enfermedades pues es la especie que presenta mayor sensibilidad a las infecciones por cáligos y además por la principal enfermedad bacteriana SRS (*Piscirickettsia salmonis*). En cambio, el salmón Coho y la trucha parecen ser más resilientes a cáligos y a SRS (Figueroa *et al.* 2019, Gallardo-Escarate *et al.* 2019).

iv. Finalmente se consideró un indicador de manejo sanitario (uso de antibióticos en los dos últimos años de ciclos productivos) como un componente de la sensibilidad dado que peces que están en mejores condiciones de salud pueden ser más resilientes a parásitos y a otros estresores eternos incluyendo reducciones de oxígeno. Por otra parte, un análisis de la base de datos que se ha usado para este estudio muestra una relación positiva entre la biomasa total por barrio o ACS y la cantidad total de antibióticos utilizada. El valor final del indicador de Sensibilidad se calculó promediando los indicadores descritos.

El análisis de riesgo se hizo para 69 barrios salmoneros o agrupaciones de concesiones salmoneras (ACS) que tenían producción entre el 2017 y 2018 a lo largo de la Región de Los lagos, Aysén y Magallanes. Luego se estimó un riesgo promedio ponderado por comuna considerando los ACS por cada comuna y teniendo en cuenta que algunos ACS tienen porciones de área en varias comunas.

Estimación de riesgo para la Mitilicultura (Cultivo de mejillones)

La evaluación de la mitilicultura consideró dos sistemas de análisis, el primero asociado a la fase de producción de semillas de mejillones (*Mytilus chilensis*) principalmente en fiordos y canales de Patagonia Norte (fiordo de Reloncaví, Hualaihué) y la segunda vinculada a las áreas de engorda de esta especie, ubicadas principalmente en el sector sur este del Seno

de Reloncaví y todo el mar interior de la Isla de Chiloé (**Figura 7**). Como en el caso de la salmonicultura, es necesario indicar que los niveles de riesgo de ambas fases del proceso productivo están extremadamente ligados. Si algo sale mal con la captación de semilla se podría acabar con la engorda en el mar es decir la producción y exportación de mejillones. Por otra parte, si algo sale mal con la engorda en el mar no habría demanda para la captación y producción de semilla. Como unidad estudio se definió la utilización de las comunas donde se capturan las semillas y aquellas donde se cosecha la biomasa final para exportación.

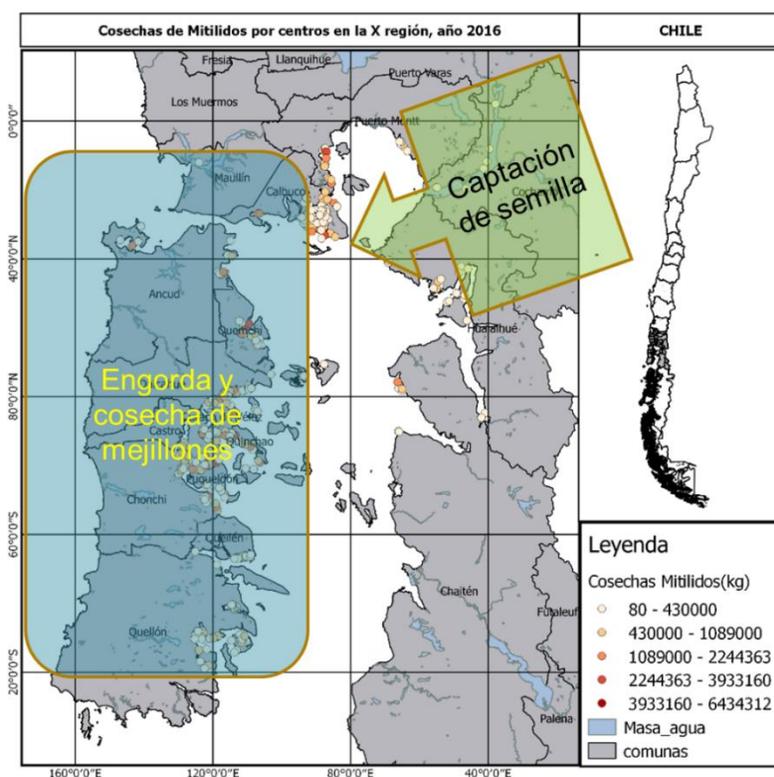


Figura 7. Mapa esquemático del mar interior de la Región de Los Lagos. Los cuadros celeste y verde indican las áreas donde se capta la semilla y donde se lleva a cabo la engorda para cosecha respectivamente.

En este trabajo se optó por realizar ambos análisis de riesgo en forma independiente, pero en futuros estudios podría ser relevante agregar o conectar ambas fases de cultivo utilizando un modelo de mayor complejidad, para ello sería necesario tener mejor información sobre la procedencia de la semilla para cada comuna.

Exposición

La exposición se definió como la biomasa de semillas que se produjo por comuna en el 2017 y la biomasa cosechada de choritos para exportación el 2018. La información fue obtenida de las bases de datos de SERNAPESCA. La información sobre captación de semilla es menos confiable que aquella de la producción para exportación, además si bien la captación y la engorda están relativamente segregadas, los dos procesos coexisten en algunas comunas por lo cual el análisis enfatiza especialmente aquellas comunas que concentran más del 50% de la biomasa en cada etapa.

Amenazas y cadenas de impacto

Como se mencionó anteriormente la mitilicultura también presentaría riesgos relevantes ante disminución de precipitaciones en el futuro (Tabla 4.3). Para evaluar las cadenas de impacto asociadas a esta amenaza se utilizaron prácticamente los mismos indicadores, pronósticos climáticos y procesamiento de la información descritos para el caso de la salmonicultura. En particular fue relevante la inclusión de la variabilidad espaciotemporal de la temperatura superficial del mar (TSM) como elemento de sensibilidad, especialmente en relación con la posible circulación y aportes de esporas de microalgas productoras de FAN. Para esto se consideraron los valores de TSM calculados para pixeles cercanos a los centros en evaluación. Finalmente, para la mitilicultura, también se consideró la asignación de puntajes a la probabilidad de ocurrencia de eventos nocivos (FANs) en base a información histórica, especialmente para la especie de microalga (*Alexandrium catenella*) que produce las toxinas más peligrosas y que ha afectado históricamente a la mitilicultura basado en la información colectada por IFOP⁸.

Las cadenas de impacto asociadas a la principal amenaza (reducción de precipitaciones) se describen a continuación:

- **Producción de semilla:** Se estima que una reducción en las precipitaciones en la zona norte de la Patagonia, especialmente Estuario de Reloncaví y en menor grado el área de Hualaihué, provocará menores ingresos de agua dulce por aportes directos y

⁸ Instituto de Fomento Pesquero, Área Marea Roja (CREAN)

especialmente por menores ingresos desde los ríos y en particular del Rio Puelo (Aguayo *et al.* 2019). Esto provocaría un ambiente de mayor salinidad que incrementará la presencia de especies que compiten por espacio con los bancos semilleros de mejillones. Por otra parte, los ingresos de agua dulce generan una discontinuidad en la densidad de la columna de agua en una masa de agua conocida como pycnoclina que separa el agua dulce del agua salada y más profunda. Esta discontinuidad sería relevante para la movilización y acumulación de las larvas facilitando su captación en los colectores -Riesgo de reducción relevante en la captación de semilla (biomasa).

- **Engorda para cosecha:** Se estima que una reducción en las precipitaciones, incremento del número de días consecutivos sin lluvia e incremento de años más secos especialmente en la zona norte de la Patagonia resultará en un mayor número de días con mayor radiación⁹ lo cual facilitaría el crecimiento del fitoplancton y también los eventos FANs-Riesgo de pérdida de la producción o no acceso a comercialización por contaminación con toxinas generadas por FANs.

Sensibilidad

En el caso de la captación y producción de semilla el principal elemento que hace más susceptible esta etapa de la producción sería la sobreexplotación de los bancos semilleros a través de la excesiva captación de semilla. Ello impediría que un número de semillas relevante contribuya a mantener los bancos naturales (Molinet *et al.* 2017). Así, cambios climáticos que afecten a los bancos semilleros tendrán mayores impactos si los bancos ya están debilitados. Si bien no existe suficiente información sobre el estado de los bancos se plantea utilizar información reciente con la cual se construyen indicadores tipo proxies. Además, se analizaron datos de una expedición reciente (febrero 2020) para evaluar el estado de los bancos.

Se utilizó también un indicador preliminar que describe la concentración de la captación por área en el supuesto que mayor densidad de captación puede reducir la circulación y oxigenación de las cuelgas y podrían hacer más fácil el desprendimiento de la semilla en caso de incremento de salinidad y reducción de oxígeno. Además, una excesiva densidad de captación incrementa la presión sobre los bancos naturales.

⁹ Pudiendo también incrementar la temperatura superficial del mar y generar cambios en la circulación de mares interiores y océano expuesto
Proyecto “Asesoría para la implementación y actualización del plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura (PACCPA) 2021”. Código ID-4728-16-LE21”. **50**

Para el caso de la engorda se consideró:

i. La historia de eventos de mareas rojas como un elemento de susceptibilidad puesto que las esporas de las especies más nocivas estarían presentes.

ii. Se considera también un indicador de estado el manejo de la producción como elemento que incrementaría la susceptibilidad simplemente porque se pierde más por unidad de área. Este puede ser también un factor extremadamente relevante en el caso que el cambio climático produzca efectivamente una reducción de la productividad del fitoplancton (Froehlich *et al.* 2018).

El indicador final de Sensibilidad se obtiene como promedio de los componentes de esta. En este caso todos tienen el mismo peso, sin embargo, se podrían ponderar de forma diferenciada si existe suficiente información para apoyar la decisión.

Elaboración de las planillas/matrices para estimación de riesgo y metodología de cálculo

Para elaborar las planillas se ordenaron las unidades de estudio latitudinalmente y se asoció a cada unidad la producción en biomasa para estimar Exposición, los indicadores que representan la amenaza y los indicadores que contribuyen a la Sensibilidad.

En todos los casos se construye una escala de puntaje de 1 a 5 (**Tabla 5**) como en una matriz de riesgo semicuantitativa donde la Exposición y la Sensibilidad constituyen la magnitud del impacto. En esta aproximación, la probabilidad de ocurrencia de un evento negativo asociado a la amenaza se expresa también con puntajes de 1 a 5 (Soto *et al.* 2019).

El valor de Riesgo se calcula como: $R = E \times S \times A$; y en este caso los tres componentes tienen el mismo peso, pero se podrían ponderar de manera diferenciada.

Dado que se usaron puntajes de 1 a 5 para cada uno de los componentes del riesgo el valor máximo de R se obtendría cuando E, S y A tienen un puntaje de 5 entonces el resultante ($5 \times 5 \times 5$) sería 125, luego se divide por este valor para normalizar entre 0 y 1 y resultaría un valor de $R = 1$, el máximo nivel de riesgo. La **Tabla 6** describe la escala de puntajes y un ejemplo de cálculo de riesgo.

Tabla 5. Escala semicuantitativa de puntajes¹⁰.

Puntaje	1	2	3	4	5
Nivel de exposición, o de amenaza o del componente de sensibilidad	Nulo	Mínimo	Mediano o intermedio	Alto	Muy alto

¹⁰ Los puntajes se determinan en base a la distribución de los valores del factor estudiado desagregados en quintiles a partir del valor que considera conducente a un máximo riesgo. La plataforma ARCLIM permite revisar la base de datos completa tanto de valores como de puntajes

Tabla 6. Ejemplo estimación de riesgo en el caso de Salmones fase de engorda, Caso: Barrio 1, Estuario de Reloncaví. Riesgo de perder biomasa de salmones por incremento de parasitismo asociado a incremento de salinidad.

Estimación Exposición	Biomasa anual promedio por ACS 2017-2018	EXPOSICION
Valor	33532,5	
Puntaje	5	5

Estimación Sensibilidad	A Biomasa Acumulada total 2010_2019 (toneladas)	B Dependencia a ingresos de agua dulce como Salinidad en los primeros 10 m de la columna de agua	C Condición sanitaria (uso antibiótico 2017+2018 en ton)	D Dominancia de Salar (%)	SENSIBILIDAD
Valor	291298	Sal _≤ 20	9,7	2	
Puntaje	5	5	3	1	(A+B+C+D)/4 = 3,5

Estimación Amenazas	A Nº de días /año con temperatura máximas sobre 25°C	B Nº de días consecutivos con precipitación sobre 1mm	C Frecuencia de sequías (déficit de precipitación mayor al 75%) entre el clima actual y futuro	D Cambios en la precipitación media anual (%) (clima actual vs clima futuro)	AMENAZA
Valor	16,493	-8,61	9,808	-9,856	
Puntaje	5	5	5	5	(A+B+C+D)/4 = 5

$$\text{Riesgo} = 5 \times 3,5 \times 5 = 87,5/125 = 0,7$$

Resultados y conclusiones relevantes

Riesgo estimado para las pisciculturas

La estimación de la amenaza climática proyectó fuertes diferencias respecto a las tasas de cambio entre los periodos 1980-2010 y 2030-2060 (**Figura 7**, panel “A”). Así, considerando el escenario RCP8.5 existiría una alta probabilidad de decrecimiento en los valores anuales de precipitación. Esta señal es coherente con la disminución del número de días consecutivos con lluvia (> 1mm) y con el aumento de la frecuencia de años secos.

A nivel de temperatura del aire, se proyecta una alta probabilidad de que aumente el número de días con temperaturas superiores a los 25°C. En todos los indicadores evaluados, la zona norte del área de estudio sería la más afectadas con tasas de cambio que incluso duplican a las que debiesen acontecer en la zona sur. En base a estos patrones de cambio la asignación de clases de amenaza para el futuro intermedio sugiere que ninguna de las cuencas de estudio se debiese asociar a un nivel muy bajo de amenaza, previéndose que gran parte de ellas presente niveles de riesgo moderado (51%), alto (~29%) y muy alto (12.5%).

A nivel de sensibilidad, al año 2011, la superficie total de bosque nativo estimada para las cuencas de estudio cubría un 45% del área total de drenaje, las áreas agrícolas abarcaban alrededor del 20% de esta superficie y las plantaciones forestales representaban un 5% del área evaluada (**Figura 7**, panel “S”). Las cuencas con menor grado de cambio de cobertura de suelo se ubican en zonas altas y principalmente en la fracción sur del área de estudio. Por el contrario, las cuencas ubicadas en la zona norte y en sectores de menor altitud tendieron a presentar mosaicos de cobertura de suelo más heterogéneos. En base a estos patrones, la asignación de clases de sensibilidad arrojó que al año 2011 un 36% de las cuencas evaluadas presentaban muy bajos niveles de sensibilidad, es decir, la cobertura de bosque nativo era dominante, y las superficies silvoagropecuarias ocupaban un lugar secundario. En el otro extremo, las cuencas vinculadas a clases de sensibilidad altas y muy altas representaban el 32% del total de unidades evaluadas.

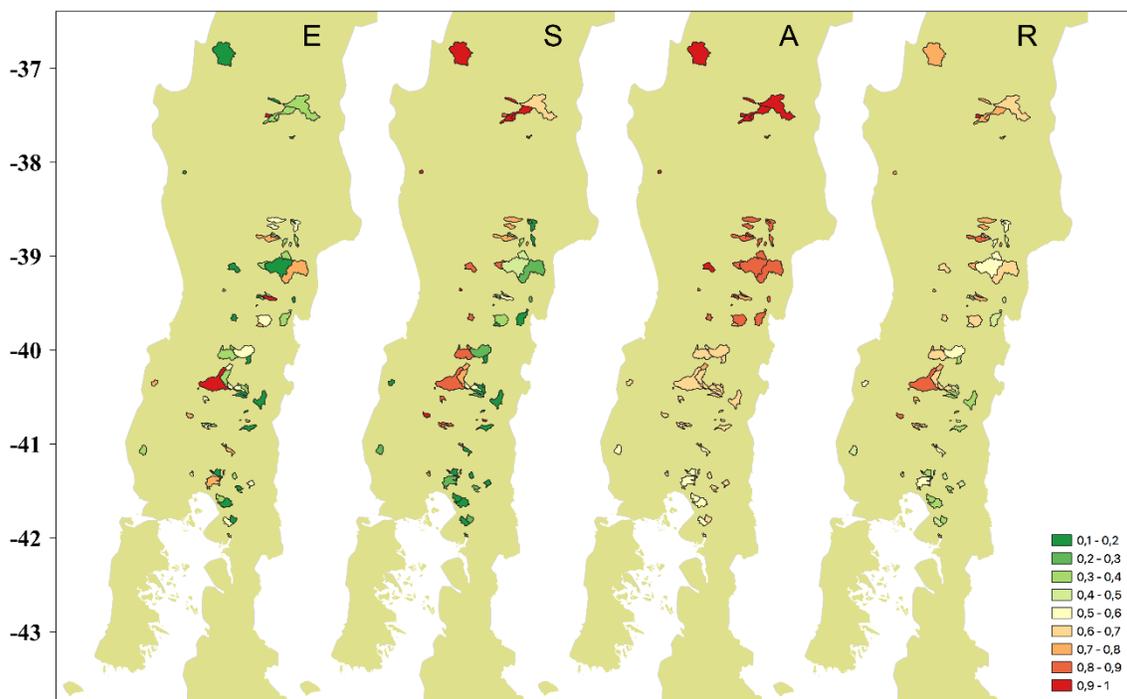


Figura 7. Exposición (E), Sensibilidad (S), Amenaza (A) y Riesgo (R) de pisciculturas del centro-sur de Chile al cambio climático. Los polígonos representan las cuencas de drenaje que abastecen a puntos de captación de agua de 80 pisciculturas con producción entre los años 2012 y 2017.

Dados los indicadores de amenaza climática y sensibilidad, los resultados para el análisis de riesgo prevén que al año 2050, de mantenerse una configuración del paisaje similar a la reportada para el año 2011, alrededor del 32% las cuencas analizadas presenten bajos niveles de riesgo al cambio y en sólo un 4% se muy bajo (**Figura 7**, panel “R”). Estos niveles de riesgo se explican principalmente porque al año 2050 alrededor del 51% de las cuencas aun mantendrían una alta cobertura de bosque nativo y una baja participación de usos agrícolas y forestales, composición que ayudarían a mitigar los impactos un clima futuro más cálido y seco.

En el otro extremo, más del 33% de las cuencas evaluadas se emplazarían en zonas donde la sinergia entre el clima y el paisaje (> usos silvoagropecuarios) podrían implicar un riesgo climático alto o muy alto.

Medidas de adaptación para reducir el nivel de riesgo en la etapa piscicultura

Cuencas mejor conservadas generan una mayor resiliencia para la producción de ovas y juveniles de salmón. Una reducción en la tasa de transformación del paisaje que se ha registrado en los últimos años permitiría reducir el riesgo por reducción de la sensibilidad (León-Muñoz *et al.* 2017). Por otra parte, la concentración excesiva de la producción en una o pocas pisciculturas por cuenca incrementa el riesgo y esto se puede modificar.

Riesgo estimado para la engorda de salmones en el mar interior

La **Figura 8** muestra la distribución latitudinal de algunas de las amenazas consideradas en el caso de la etapa engorda de salmones. Resulta evidente que una parte importante de la producción, especialmente en la Región de los Lagos, podría ser fuertemente afectada por cambios en los patrones y magnitud de la precipitación. Considerando las variables descritas, se infiere un claro gradiente latitudinal (**Figura 9**) con relación al riesgo de pérdida de biomasa por incremento de salinidad en los sistemas costeros donde se cultiva. La reducción de la precipitación, especialmente en Patagonia Norte entre Cochamó y Chaitén, generarían un riesgo mayor para la fase de engorda de salmones, especialmente en aquellas agrupaciones de concesiones de salmón (ACS) o “barrios” que se encuentran actualmente en áreas con una fuerte influencia de agua dulce, tales como son las ubicadas en las comunas de Cochamó, Puerto Montt y Hualaihué (Aguayo *et al.* 2019). En este escenario el incremento de salinidad facilitaría la presencia de parásitos como cáligos (piojo del salmón) y la amebiasis branquial (Soto *et al.* 2019) (**Figura 10**).

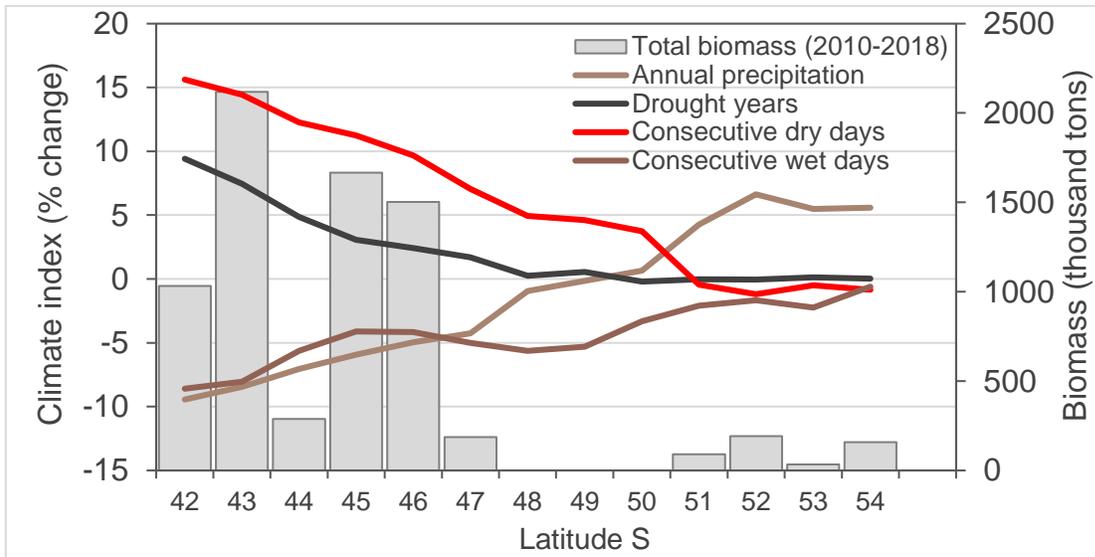


Figura 8. Indicadores de tasas de cambio entre el clima presente (1980-2010) y futuro (2030-2060). Los indicadores se muestran en líneas y las barras muestran la producción acumulada (miles de toneladas) de la salmonicultura entre los años 2010 y 2018.

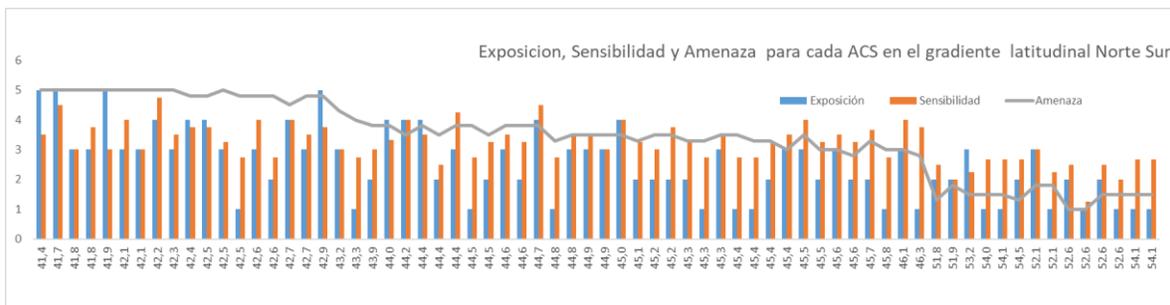


Figura 9. Distribución de la Exposición, Sensibilidad y Amenaza para cada ACS acorde a su posición latitudinal.

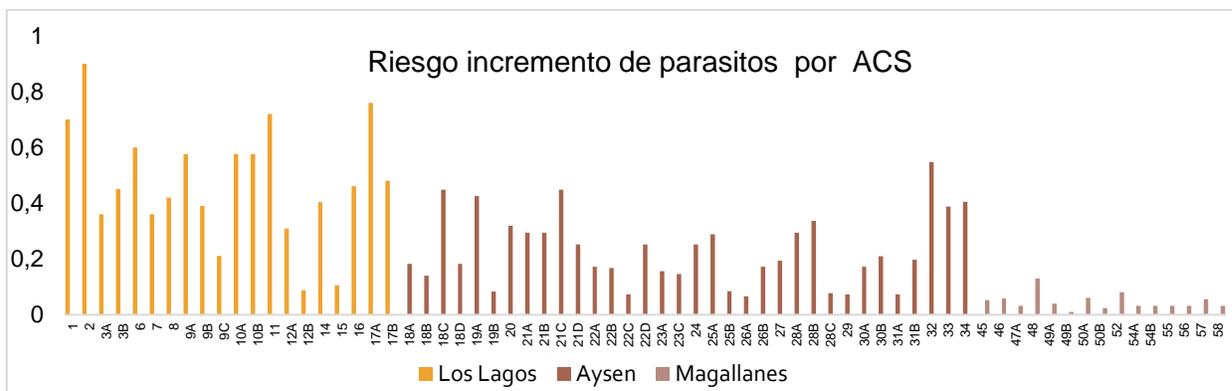


Figura 10. Distribución del riesgo de perder biomasa por incremento de parasitismo debido al incremento de salinidad por agrupación de concesiones de salmones (ACS). Estas unidades de muestran desde la ubicación más al norte, Cochamó (ACS1) por la izquierda hasta las más austral, en Cabo de Hornos a la derecha (ACS 58).

Con el objetivo de evaluar el potencial impacto de algunas medidas de adaptación sobre el nivel de riesgo se analizaron diferentes tipos de manejo productivo, modificándose para estos componentes de la sensibilidad y la exposición de ACS en la Región de los Lagos. Por ejemplo, elevar la condición sanitaria de los ACS (menor uso de antibióticos) supuso una reducción relevante del riesgo (**Figura 11**, ver ACS10A, 10B y 11). Así, el mejoramiento en la gestión sanitaria en busca de un mejor estado de bienestar de los peces ya sea por reducción de densidades, uso de vacunas, entre otras, pudiese hacer más resilientes los cultivos a las afecciones de parásitos.

Tabla 7. Descripción de escenarios de riesgo para la engorda de salmones.

Base	Sin Antibióticos (AB)	Exposición nivel 3 (o E reducida), sin AB y Biom ac nivel 3
Considerando las condiciones actuales de Exposición y Sensibilidad	Mejorando la gestión sanitaria (uno de los componentes de la Sensibilidad) a través de mejores prácticas de manejo (BMP) de los peces en cultivo en forma tal que no requieren de uso de antibióticos	Reduciendo, o ajustando la biomasa acumulada (componente de la Sensibilidad) y actual (Exposición) de todos los ACS (barrios) a nivel 3 o condición de carga productiva intermedia que no requiere uso de AB

Por otra parte, si la producción acumulada (indicador de sensibilidad) y la producción actual (Exposición) se redujeran a un nivel 3 (no más de 14.000 toneladas por ACS) y se repartiesen en forma equitativa en todos los ACS se conseguiría reducir el riesgo para todo

el sector en forma significativa (**Tabla 7, Figura 11**). Estos resultados podrían ser relevantes a la hora de hacer recomendaciones específicas de adaptación al cambio climático, particularmente cuando la información se agrupa a nivel de comunas (**Figura 12**), destacándose por ejemplo altos niveles de riesgo en Cochamó, Puerto Montt y Quellén. En concreto, la reducción de producción por comuna (barras grises en la **Figura 13**) reduciría en forma efectiva el riesgo de los cultivos frente a un incremento de parásitos.

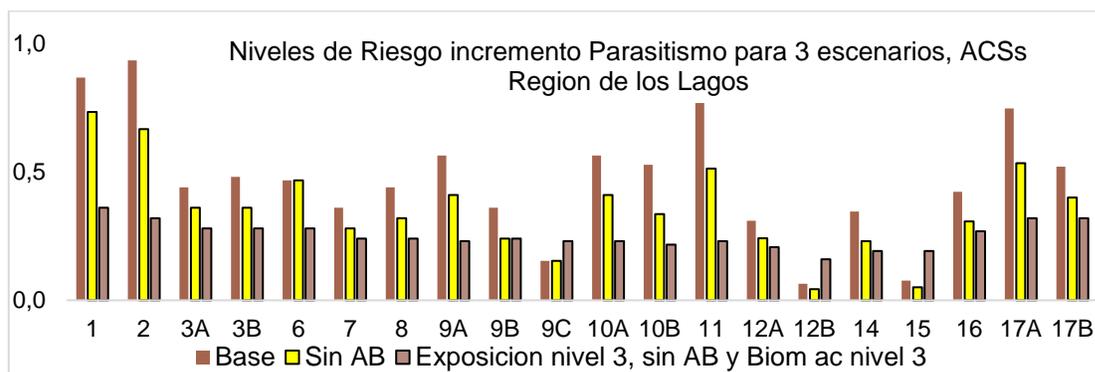


Figura 11. Distribución del riesgo de incremento de parasitismo y enfermedades por agrupación de concesiones de salmones (ACS) desde Cochamó (ACS1) por la izquierda hasta Chiloé insular (Quellón, ACS 12) y Continental por la derecha (Chaitén a Estero Comau, ACSs 14 a 17), considerando 3 escenarios, Base, con mejores prácticas de manejo sin antibióticos (Sin AB) y con Exposición reducida (nivel 3), sin AB y biomasa acumulada nivel 3.

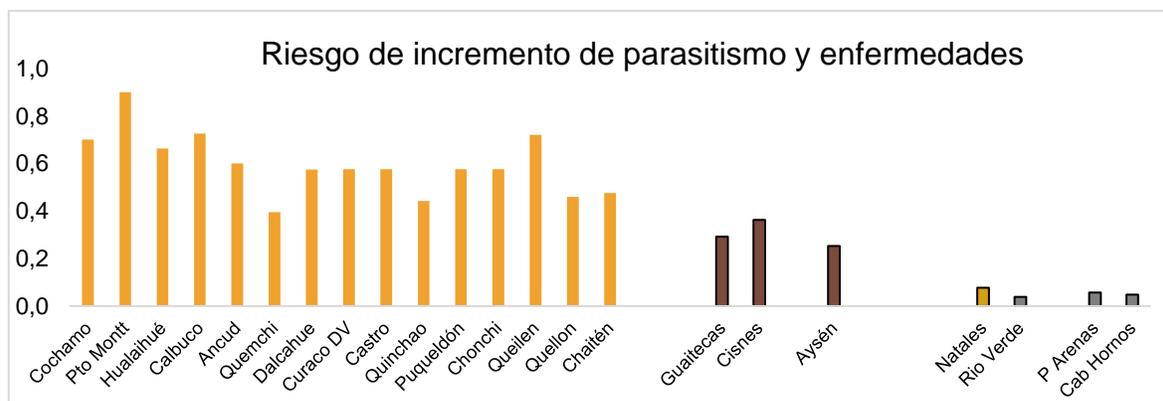


Figura 12. Nivel de Riesgo de perder biomasa por comuna (de norte a sur) en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes por incremento de parasitismo debido a incremento de salinidad asociado a la reducción de precipitaciones. Se indican las comunas ordenadas de norte a sur, de la Región de los Lagos (barras azules) Aysén (marrón) y Magallanes (gris). La separación entre las comunas y colores solo es indicativa del espaciado geográfico.

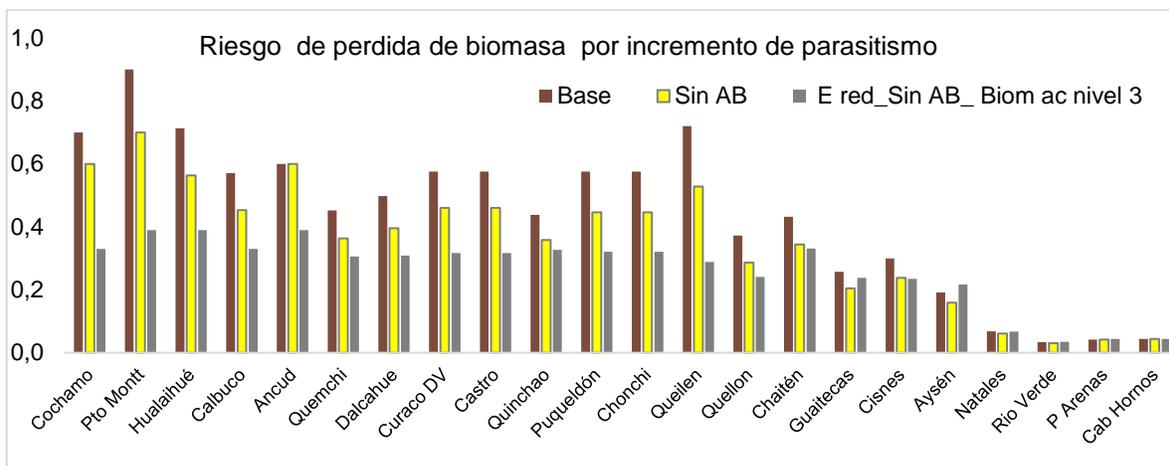


Figura 13. Niveles de riesgo de perder biomasa por incremento de parasitismo y enfermedades por Comuna asociados a incremento de la salinidad bajo escenario modelados (ver Tabla 4.3).

En la **Figura 13**, se indica el escenario proyectado en base a la condición Base (barras naranjas) y otro en que se ha modificado (mejorado) la condición de manejo sanitario (Sin AB, barras amarillas) y un tercer escenario que reduce y reparte más equitativamente la biomasa total por barrio salmonero, lo cual también conlleva una mejor gestión sanitaria y menor biomasa acumulada (E red_Sin AB_Biom ac nivel 3, barras grises). Por otra parte, la reducción de la precipitación daría lugar a una mayor disponibilidad de luz para el fitoplancton y esto podría incrementar la frecuencia e intensidad de FANs, lo cual se ha observado con consecuencias muy negativas para la salmonicultura, en particular durante El Niño 2015-2016 (León-Muñoz *et al.* 2017, Garreaud 2018).

Así, los niveles de riesgo de incremento FAN debido a esta amenaza asociada al cambio climático¹¹ tienden a ser mayores en la Región de los Lagos y se minimizan hacia el sur (**Figura 14 A**). En este caso, si la biomasa se redistribuyera en forma más equitativa entre las ACS también se reduciría el nivel de riesgo individual simplemente porque los eventos FAN usualmente tienen efectos en extensiones geográficas acotadas a lo largo de las tres regiones donde se cultiva. Por lo tanto, resulta más segura la práctica “no tener todos los huevos en el mismo canasto”. Claramente los barrios y comunas que tienen mayor concentración y biomasa en cultivo presentan un mayor riesgo, como es el caso de Queilén

¹¹ Es importante enfatizar que este es el riesgo de incremento de frecuencia e intensidad de FAN en Las comunas estudiadas **debido a la amenaza descrita**. Ello no quiere decir que los eventos FANs sigan existiendo más al sur asociados a otros fenómenos. La tendencia de reducción de precipitaciones no se manifiesta al sur de Aysén y en Magallanes donde más bien se observa un incremento.

para ambas amenazas (**Figuras 12 y 14B**). Sin embargo, es importante recalcar que la distribución espacial de la producción debería obedecer a un análisis de riesgo estratégico considerando los aspectos ambientales y socioeconómicos (Soto *et al.* 2019) incluyendo capacidad de carga de los ecosistemas.

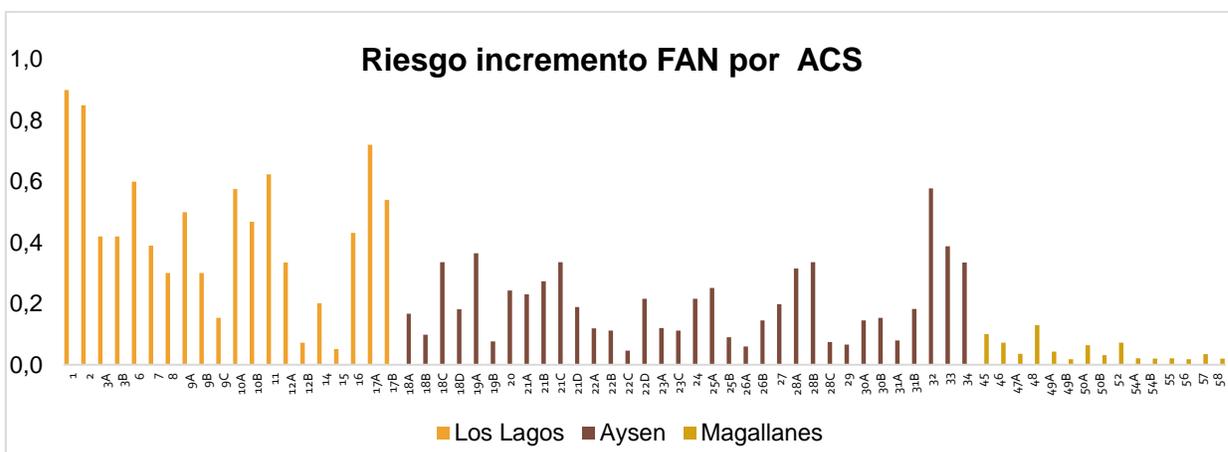


Figura 4.14A. Nivel de Riesgo de perder biomasa por incremento de FAN debido a incremento de luminosidad asociado a reducción de precipitaciones por ACS.

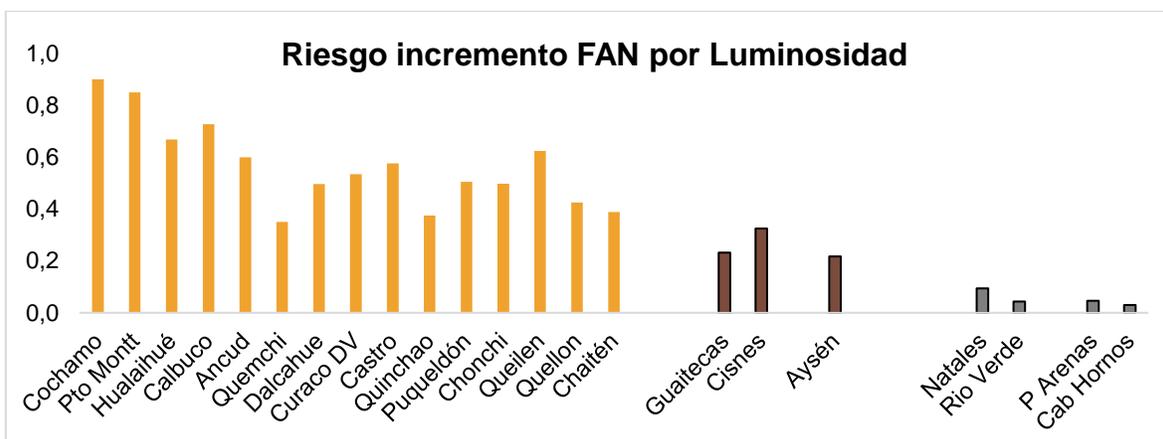


Figura 4.14B. Nivel de Riesgo de perder biomasa por incremento de FAN debido a incremento de luminosidad asociado a reducción de precipitaciones agrupado por comuna.

Cabe destacar que el análisis genera niveles de riesgo comparativamente elevados para los barrios 17 A y B (**Figura 14A**) lo cual fue también apoyado por matrices de riesgo de eutroficación (Soto *et al.* 2020). Ello se vio verificado en abril 2021 al final de un verano con muy escasas precipitaciones cuando se registraron eventos FAN con pérdida relevante de biomasa de salmones en el fiordo Comau y áreas aledañas (Soto *et al.* 2021). Los niveles de riesgo para el estuario y Seno de Reloncaví eran también altos y si bien efectivamente hubo eventos FAN de menor envergadura especialmente en el Seno, afortunadamente no había producción de salmones por descanso del barrio. De acuerdo con nuestras predicciones en este último caso la exposición y la sensibilidad fueron menores, apoyando el modelo propuesto.

Riesgo estimado para la mitilicultura y algunas medidas de adaptación

Etapas semilla

La **Figura 15** muestra los índices de riesgo para la captación de semilla y la engorda en la mitilicultura frente a una reducción de precipitaciones en la Patagonia Norte.

El nivel de riesgo de perder semilla es muy alto en Cochamó, reflejando la alta dependencia de agua dulce en el fiordo Reloncaví, donde se produce una gran proporción de la semilla demandada por esta industria. En este caso es posible reducir el riesgo mejorando las prácticas de gestión, incluyendo un mejor manejo de los bancos naturales productores de semilla y de la captación de estas considerado como escenario con mejores prácticas de manejo (MPM), (**Figura 15A**). Sin embargo, este ambiente es el que tiene las condiciones óptimas para la captación de semilla incluyendo justamente los aportes relevantes de agua dulce desde los ríos (Molinet *et al.* 2017) que generan condiciones oceanográficas ideales, y que no se encuentran en otras comunas. Por lo tanto, dado que es altamente probable que la salinidad incremente por la reducción del ingreso de agua dulce (Aguayo *et al.* 2019), la mejor medida de adaptación tendría que involucrar, en el largo plazo, un sistema combinado de captación de semilla silvestre y producción de larvas en laboratorio. Dado que este ecosistema es un “hatchery natural” también requeriría de un nivel de monitoreo y gestión muy efectiva, con una visión de largo plazo y considerando el riesgo de reducción de precipitaciones debido al cambio climático.

Etapas Engorda para cosecha y comercialización

En el caso de la etapa de engorda de mejillones, como se ha indicado, la principal amenaza sería el incremento de eventos FAN (**Figura 15B**) con mayores niveles de riesgo para comunas como Calbuco, Castro y Quellón. En este caso, aún no se han identificado medidas de gestión más eficientes, siendo aun la más efectiva el distribuir la producción en



forma más equitativa entre las comunas, de tal forma que se reparta mejor el riesgo (**Figura 15B**).

Tanto para la salmonicultura como para la mitilicultura ya existen algunos mecanismos de adaptación que se han ido mejorando e incluyendo sistemas de monitoreo permanente del fitoplancton y de potenciales eventos FAN, involucrando una suerte de alianza público-privada¹². Existe también una iniciativa promovida por diversas instituciones de investigación a nivel nacional para implementar un sistema integrado de observación del océano, participativo y preventivo que permita mejorar la alerta temprana y conocer mejor los mecanismos gatillantes de FANs (SIOOC, Farias *et al.* 2019).

¹² <http://www.sernapesca.cl/programas/programa-de-sanidad-de-moluscos-bivalvos-psmb>
<https://www.ifop.cl/marearaja/>

Proyecto “Asesoría para la implementación y actualización del plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura (PACCPA) 2021”. Código ID-4728-16-LE21”.

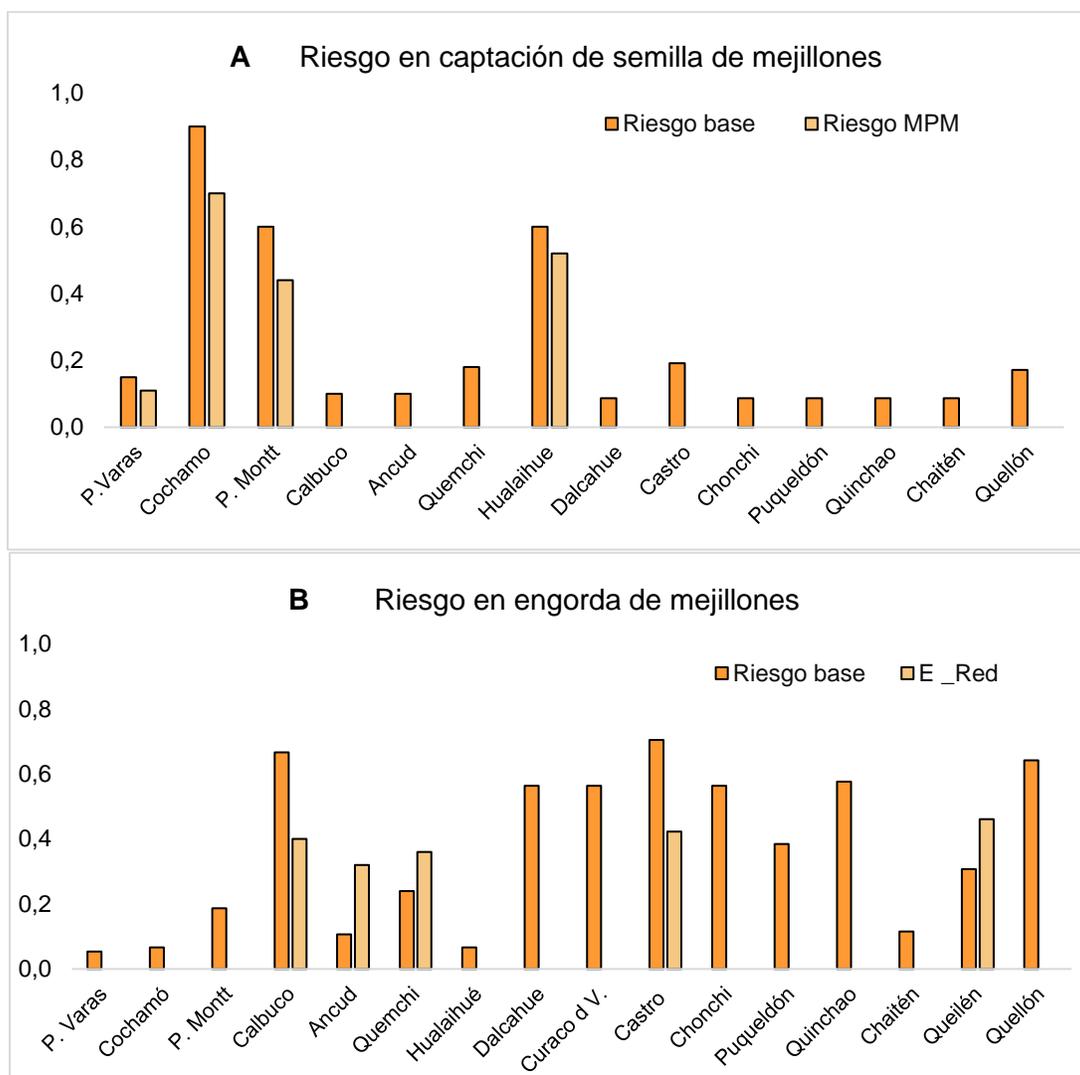


Figura 15. A. Nivel de Riesgo de perder biomasa de semilla (barras naranjas) debido a incremento de salinidad por reducción de precipitaciones. Las barras azul-claro representan un escenario donde se han mejorado las prácticas de manejo (MPM) tanto de los bancos naturales como de la captación misma. **B.** Nivel de Riesgo de perder biomasa para cosecha y comercialización por eventos FAN (barras naranjas). Las barras azul-claro representan una condición donde se ha redistribuido la producción de las dos comunas con más alto riesgo y se muestran como exposición reducida (E_Red).

Referencias

- Aguayo, R., León-Muñoz, J., Vargas-Baechelee, J., Montecinos, A., Garreaud, R., Urbina, M., Soto, D., y Iriarte, J.L., 2019. The glass half-empty: climate change drives lower freshwater input in the coastal system of the Chilean Northern Patagonia. *Climatic Change*, 155:417–435.
- Farías, L., Fernández, C., Garreaud, R., Guzmán, L., Hormazábal, S., Morales, C., Narváez, D., Pantoja, S., Pérez, I., Soto, D., y Winckler, P., 2019. Propuesta de un Sistema Integrado de Observación del Océano Chileno (SIOOC). Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Accedido el 23 abril, 2022 [<http://www.cr2.cl/propuesta-de-un-sistema-integrado-de-observacion-del-oceano-chileno/>].
- FAO., 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia.
- Figuroa, J., Cárcamo, J., Yañez, A., Olavarria, V., Ruiz, P., Manríquez, R., Muñoz, C., Romaro, A., y Avendaño, R., 2019. Addressing viral and bacterial threats to salmon farming in Chile: historical contexts and perspectives for management and control. *Reviews in Aquaculture*, 11:299–324.
- Froehlich, H.E., Gentry, R.R., y Halpern B.S., 2018. Global change in marine aquaculture production potential under climate change. *Nature Ecology & Evolution*, 2:1745–1750.
- Gallardo-Escarate, C., Arriagada, G., Carrera, C., Goncalves, AT., Núñez-Acuña, G., Valenzuela-Miranda, D., y Valenzuela-Muñoz, V., 2019. The race between host and sea lice in the Chilean salmon farming: a genomic approach. *Reviews in Aquaculture*, 11:325–339.
- González, E., Norambuena, R., Molina, R., y Thomas, F., 2013. Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la acuicultura al cambio climático en Chile. En: Cambio climático, pesca y acuicultura en américa latina (LA): Potenciales impactos y desafíos para la adaptación. Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS), Universidad de Concepción, Concepción, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 29. Roma, Italia. Pp. 335.
- González-Poblete, E., Hurtado, C.F., Rojo, C., y Norambuena, R., 2018. Blue mussel aquaculture in Chile: Small or large scale industry? *Aquaculture*, 493:113–122.
- Lagos, N.A., Benítez, S., Duarte, C., Lardies, M.A., Broitman, B.R., Tapia, C., Tapia, P., Widdicombe, S., y Vargas, C.A., 2016. Effects of temperature and ocean acidification on shell characteristics of *Argopecten purpuratus*: implications for scallop aquaculture in an upwelling-influenced area. *Aquaculture Environment Interactions*, 8:357–370.
- León-Muñoz, J., Urbina, M., Iriarte J., y Garreaud, R., 2018. Hydroclimatic conditions trigger record harmful algal bloom in western Patagonia (summer 2016). *Scientific Reports*, 8:1–10.



- MMA, 2015. Ministerio de Medio Ambiente, Tercera comunicación NDC Chile. Accedido el 23 abril, 2022 [<https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/TCN-2016b1.pdf>].
- Molinet, C., Díaz, M., Marín, S.L., Astorga, M.P., Ojeda, M., Cares, L., y Asencio, E., 2017. Relation of mussel spatfall on natural and artificial substrates: analysis of ecological implications ensuring long-term success and sustainability for mussel farming. *Aquaculture*, 467:211–218.
- Navarro, J.M., Duarte, C., Manríquez, P.H., Lardies, M.A., Torres, R., Acuna, K., Vargas, C.A., y Lagos, N.A., 2015. Ocean warming and elevated carbon dioxide: multiple stressor impacts on juvenile mussels from southern Chile. – *ICES Journal of Marine Science*, 73:764–771.
- Soto, D., León-Muñoz, J., Dresdner, J., Luengo, C., Tapia, F., y Garreaud, R., 2019. Salmon farming vulnerability to climate change in southern Chile: understanding the biophysical - socioeconomic and governance links. *Reviews in Aquaculture*, 11:354–374.
- Soto, D., León-Muñoz, J., Molinet, C., Soria-Galvarro, Y., Videla, J., Opazo, D., Díaz, P., Tapia, F., y Segura, C., 2020. Informe Mapas de riesgo ante el cambio climático Acuicultura, Proyecto ARCLim. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- Soto, D., León-Muñoz, J., Garreaud, R., Quiñones R.A., y F. Morey., 2021. Scientific warnings could help to reduce farmed salmon mortality due to harmful algal blooms, *Marine Policy*, 132:104705.
- Vargas, C. A., Contreras, P. Y., Pérez, C. A., Sobarzo, M., Saldías, G.S., y Salisbury, J., 2016. Influences of riverine and upwelling waters on the coastal carbonate system off Central Chile and their ocean acidification implications, *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 121:1468–1483.
- Vargas, C.A., Lagos, N.A., Lardies, M.A., Duarte, C., Manríquez, P.H., Aguilera, V.M., Broitman, B., Widdicombe, S., y Dupont S., 2017. Species-specific responses to ocean acidification should account for local adaptation and adaptive plasticity. *Nature Ecology & Evolution*, 1:1–7.

Componente socioeconómico

Antecedentes

El cambio climático ejerce presión sobre los ecosistemas marinos y la industria pesquera mundial, alterando la disponibilidad de los recursos comerciales marinos (Wilson *et al.*, 2020). Este fenómeno juega un papel clave en la sostenibilidad del funcionamiento de los ecosistemas costeros (Ruiz-Díaz *et al.* 2020). El aumento en la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos influirá significativamente sobre los ecosistemas y las comunidades que dependen de ellos (McClanahan *et al.* 2008, Poloczanska *et al.* 2016). Las actividades pesqueras artesanales de pequeña escala han sido identificadas como particularmente susceptibles a los efectos del CC, principalmente debido a la falta de información confiable sobre la biología de las especies explotadas, sobre la dinámica de las poblaciones y de la pesquería en el largo plazo, y sobre las respuestas adaptativas de las comunidades costeras al CC (Gianelli *et al.* 2021).

La mayoría de los estudios que analizan el impacto socioeconómico del cambio climático prevén una disminución de los ingresos y un mayor riesgo social en las regiones que dependen mayoritariamente de la extracción de moluscos y mariscos (Wilson *et al.* 2020). Mathis *et al.* (2015), concluyen resultados similares, indicando que aquellas zonas que dependen en gran medida de la pesca y que no tienen alternativas de empleo, enfrentan probablemente, un mayor riesgo. Por su parte Hilmi *et al.* (2013) y Brander *et al.* (2014), indican que existen vacíos de conocimiento respecto de cómo el cambio climático podría afectar a las comunidades humanas, y que la información existente es limitada, con baja cobertura geográfica y escasas estimaciones del impacto económico.

De acuerdo con Yazdi *et al.* (2010), el efecto directo inmediato del cambio climático es una variación en la abundancia de especies, con efectos económicos y sociales directos e indirectos, entre los que destacan:

- Variaciones en el nivel de empleo
- Variaciones en los precios
- Variaciones en los costos de extracción
- Variaciones en ingresos y beneficios
- Alteraciones en ingresos fiscales
- Estrés social y conflicto político

Considerando estos antecedentes, en la presente sección se entrega un avance un estudio liderado por Münzenmayer (*en preparación*) que analiza bases de datos



disponibles, con énfasis en la caracterización de las variables que reflejan las dimensiones de exposición y sensibilidad para las caletas bajo estudio.

El análisis de los componentes socioeconómicos entrega una visión general de la importancia los eventuales efectos del cambio climático sobre las caletas seleccionadas, incluyendo los indicadores de exposición y vulnerabilidad al cambio climático. Como base conceptual se ha considerado el Marco de evaluación de la vulnerabilidad del CR2 (2018), que incorpora las siguientes definiciones:

Exposición: Funciones, servicios y componentes del sistema susceptibles de ser impactados por el CC.

Sensibilidad: Características de los componentes relacionados con la susceptibilidad o grado en que el sistema puede verse afectado por el CC.

Capacidad de respuesta: Mecanismos propios del sistema para enfrentar, gestionar y superar condiciones adversas generadas por el CC.

Capacidad de adaptación: capacidad de reflexividad del sistema y de auto transformarse para anticipar los peligros asociados con el CC.

Los indicadores seleccionados para este estudio se basaron en revisión de literatura y en el análisis de la disponibilidad de información secundaria existente a nivel nacional (**Tabla 8**). Las bases de datos disponibles a la fecha de este informe corresponden a los registros de desembarque, composición de la flota y de pescadores artesanales por caleta, los que fueron solicitados vía transparencia al Servicio Nacional de Pesca. Están pendientes todavía los registros de precio en playa, que permitirán analizar los ingresos por caleta y la sistematización de la data necesaria para el análisis de capacidad de respuesta y capacidad de adaptación, las que serán presentadas en los próximos informes.

Todos los análisis presentados han sido desarrollados en R (R Core Team, 2022) utilizando las librerías ggplot2 (Wickham, 2016), dplyr (Wickham et al., 2022) y ggpubr (Kassambara, 2020).

Tabla 8. Propuesta preliminar de indicadores socioeconómicos para caletas seleccionadas.

Dimensión	Indicador	Permite	Fuente de levantamiento datos
Exposición	Desembarques	Determinar tendencias, composición y estacionalidad de los desembarques, incluyendo el análisis de las especies	SERNAPESCA
	Ingresos	Valorizar los desembarques producidos para determinar la importancia económica de los recursos desembarcados	SERNAPESCA
	Empleo directo asociado a la extracción de especies	Reflejar la sensibilidad de la comunidad a variaciones en los desembarques	RPA (SERNAPESCA)
Sensibilidad	Valor económico de las especies	Reconocer la importancia relativa de la pesquería (y de la acuicultura) en cada caleta	Desembarques, precio en playa (SERNAPESCA) PIB regional (INE)
	Tendencias de precios	Determinar la proyección de la valorización de los desembarques	SERNAPESCA
	Composición de los desembarques	Determinar la sensibilidad de la caleta ante la disminución de los desembarques de la especie principal, por existir especies alternativas	Desembarques, precio en playa (SERNAPESCA)
	Caracterización del registro pesquero	Determinar la antigüedad de los pescadores artesanales activos, orientación del sistema productivo y participación de la mujer	RPA (SERNAPESCA)
	Caracterización de la flota	Composición y antigüedad de la flota pesquera	RPA (SERNAPESCA)
Capacidad de respuesta	Empleo alternativo (oferta laboral)	Reflejar las oportunidades laborales existentes en la zona	INE
	Presencia de áreas de manejo (AMERB) y ECMPO	Evaluar la existencia de sistemas de generación de ingresos alternativos y complementarios a la actividad extractiva artesanal tradicional	SUBPESCA
	Presencia de acuicultura	Reflejar patrones de desarrollo de la acuicultura y su contribución relativa a la producción total de productos acuícolas en la zona	SERNAPESCA
Capacidad de adaptación	Existencia del plan de administración de la caleta	Identificar la presencia de una instancia de gobernanza local y de capital social que posibilitan la generación de mecanismos de planificación y autoevaluación	SERNAPESCA
	Nivel educacional	Capacidad para desempeñar actividades distintas a la principal	INE

Resultados componente económica

Indicadores de Exposición

Desembarques

En la **Figura 16** se entrega el análisis de los desembarques anuales producidos entre 2000 y 2021, por caleta y por tipo de recurso. Las tendencias de mediano plazo muestran incrementos en los desembarques de algas e invertebrados en caleta Riquelme a partir del 2012. En Cavancha destacan importantes desembarques de algas entre 2001 y 2004, los que tienden a disminuir notablemente a partir de 2005. Esta caleta muestra peaks importantes en el desembarque de pescados en 2018 y 2021. Coquimbo corresponde a la caleta donde se han producido los mayores volúmenes de desembarque, siendo los pescados el principal grupo objetivo, con volúmenes particularmente altos entre 2005 y 2013, llegando a superar las 60 mil toneladas como desembarque total en 2004. No obstante, a partir del 2010 los desembarques muestran una tendencia marcadamente descendente, llegando a niveles inferiores a las 5 mil toneladas en 2020 y 2021. Tongoy corresponde a la segunda caleta de importancia, donde los desembarques de invertebrados son los que han representado una mayor proporción de los desembarques, llegando a superar las 20 mil toneladas en 2011 y 2012. A partir del 2012, las tendencias en los desembarques de Tongoy se hacen descendentes, con totales inferiores a 5 mil toneladas a partir de 2018. En Coliumo los desembarques anuales de pescados han sido normalmente inferiores a 20 mil toneladas, destacando peaks en 2017 y 2018, asociados a incrementos relevantes en los desembarques de invertebrados. Cocholgüe posee una actividad extractiva que se ha centrado en la extracción de algas, con tendencias descendentes desde 2009 en adelante. Aulen muestra un notable incremento en los desembarques de invertebrados a partir del 2015, el cual se ha visto acompañado de una disminución en el desembarque de pescados. Finalmente, la actividad extractiva producida en El Manzano se ha orientado fundamentalmente a los pescados con tendencias descendentes desde el 2005 en adelante.

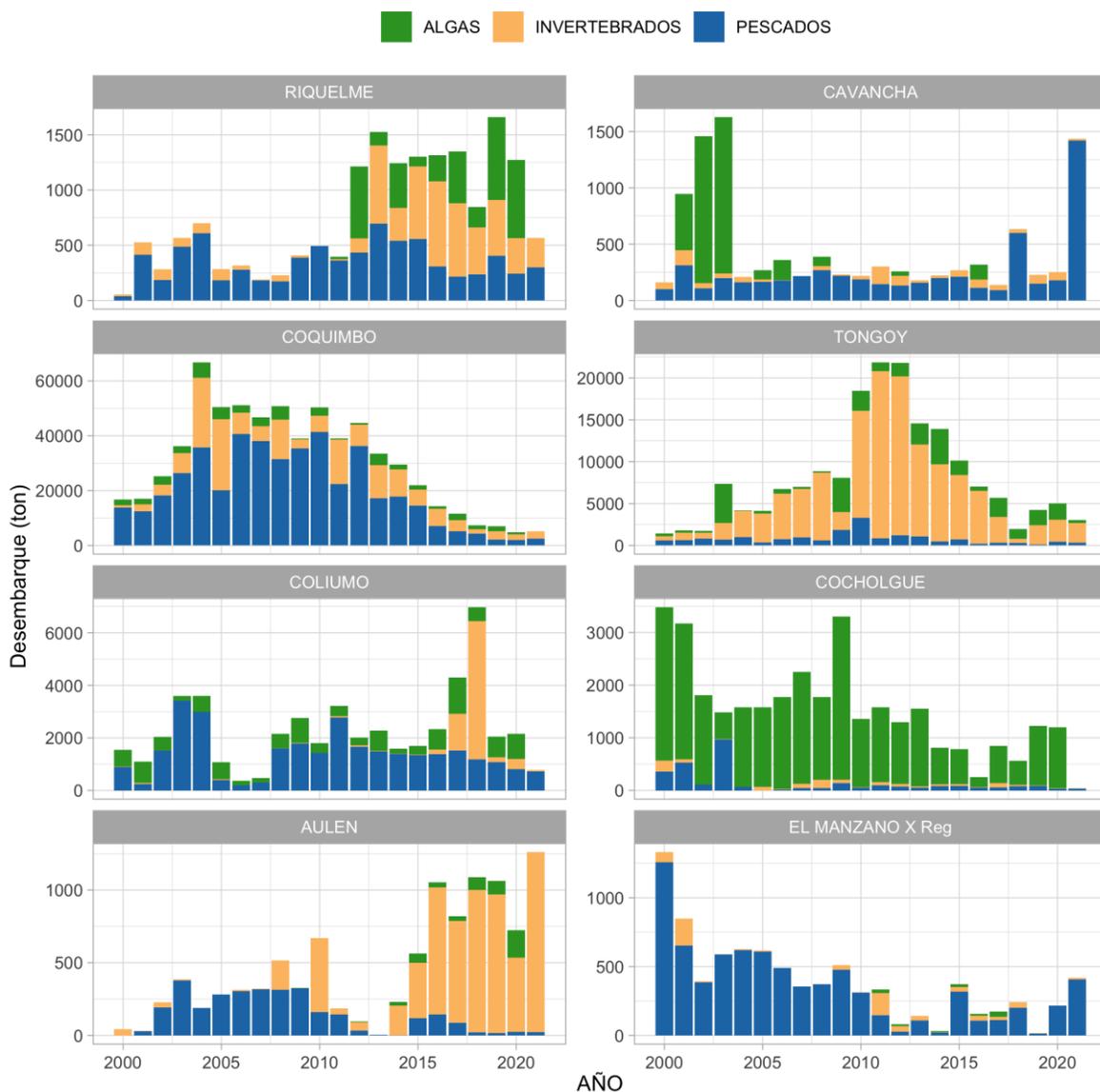


Figura 16. Desembarques anuales por caleta y tipo de especie producidos entre 2000 y 2021. Fuente: Sernapesca.

Para el análisis de la estacionalidad de los desembarques, en la **Figura 17** se entregan los desembarques promedio mensuales recientes (últimos 5 años) por tipo de recurso. Las caletas de la zona norte (Riquelme a Tongoy), muestran una menor estacionalidad en la actividad extractiva, destacando en Cavancha la presencia de peaks



en mayo, julio y octubre. En Coquimbo y Tongoy se observa un incremento en la actividad extractiva de algas durante la época estival y de invertebrados en la época invernal. Más al sur, Coliumo y Cocholgüe muestran una marcada estacionalidad, con desembarques que en Coliumo resultan inferiores a 30 toneladas mensuales entre mayo y diciembre. En Cocholgüe, los desembarques promedio producidos entre mayo y septiembre resultan inferiores a las 5 toneladas mensuales. Aulen y El Manzano también muestran estacionalidad marcada. En el caso de Aulen se observa un aumento en la extracción de algas entre diciembre y marzo y una suspensión de los desembarques de invertebrados en noviembre y diciembre. En el caso de El Manzano se observa un incremento en la extracción de algas entre enero y marzo y una disminución en los desembarques de peces en agosto y septiembre.

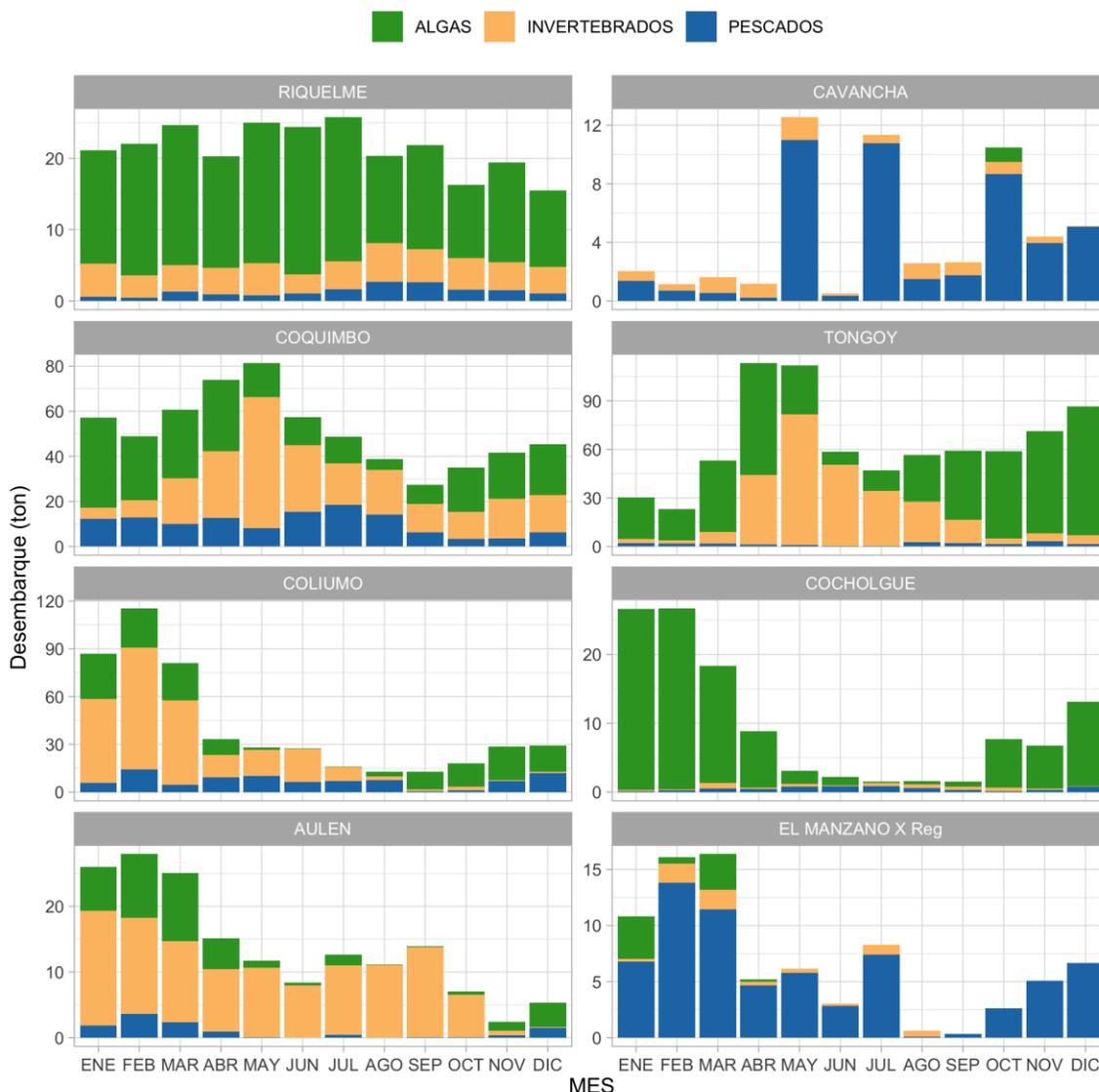


Figura 17. Desembarques promedio mensuales producidos en los últimos 5 años (2017-2021) por caleta y tipo de especie. (elaboración propia con datos de Sernapesca).

Empleo directo (registro pesquero)

El análisis del registro de pescadores inscritos por caleta y género (**Figura 18**), revela que las caletas con mayor número de pescadores inscritos corresponden a las localidades de Coquimbo (N=1031 pescadores) y Tongoy (N=838), mientras que Cavancha (N=140) y El

Manzano (N=223) corresponden a las caletas con menor número de pescadores inscritos. Destaca en las caletas de la zona sur una mayor participación femenina, la que en Aulén alcanza un máximo de 42%.

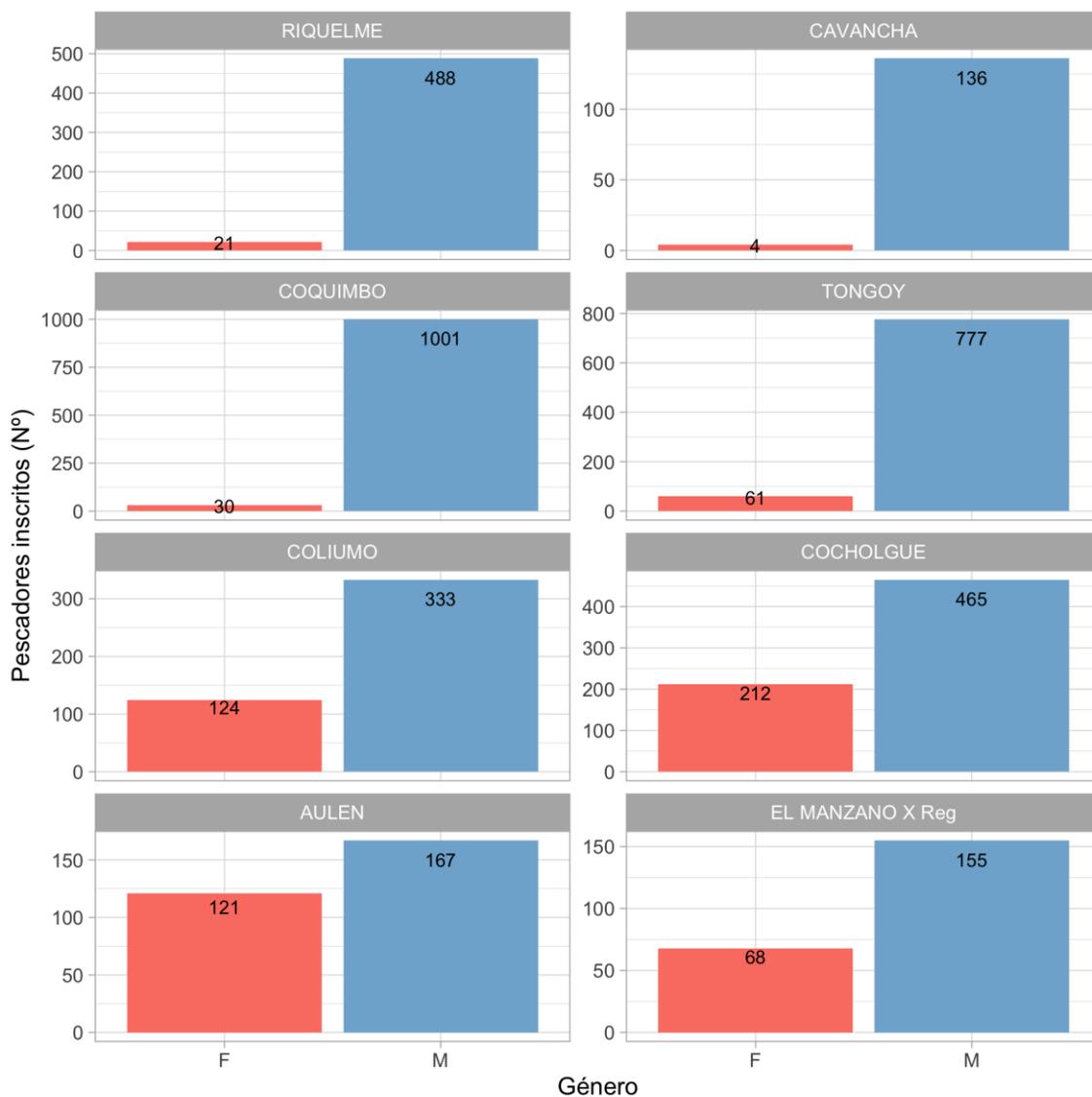


Figura 18. Número de pescadores artesanales oficialmente inscritos por caleta (elaboración propia con datos de Sernapesca).

Indicadores de Sensibilidad

Composición de los desembarques

Como una forma de analizar la dependencia de las caletas respecto de una o más especies objetivo, en la **Figura 19** se entrega el análisis de la composición porcentual de los desembarques por caleta y especie, considerando el desembarque promedio de los últimos 5 años (2017-2021). Para este periodo, destaca en caleta Riquelme la importancia de las algas huiro negro y huiro palo, que en conjunto representan el 37% de los desembarques. En el caso de Cavancha, la albacora representa el 10% y la anchoveta el 68%. En Coquimbo existe una mayor diversidad en los desembarques, siendo las especies de mayor importancia el jurel (9%), el pelillo (15%), la albacora (16%) y la jibia (18%). En Tongoy, destaca una importante dependencia de la jibia (50%) y de las algas huiro palo (24%) y huiro negro (14%). En Coliumo, la jibia (43%) y la merluza común (21%) son las especies de mayor importancia, mientras que en Cocholgue, el desembarque de luga negra alcanza al 73% del total. Aulén muestra una alta dependencia de la cholga (80%), mientras que El Manzano muestra una alta dependencia de la merluza austral (83%).

Caracterización del registro pesquero

El análisis de la composición de registro pesquero por categoría de pescador artesanal (**Figura 20**) revela que las categorías de pescador y recolector son las más numerosas. En particular en las caletas Riquelme, Cavancha, Coquimbo y Tongoy, la principal categoría corresponde a la de pescador. En Coliumo y Cocholgüe las categorías de recolector y pescador poseen importancias numéricas similares, mientras que en Aulen y El Manzano, la categoría que convoca a un mayor número de personas corresponde a la de recolector. Coquimbo y Tongoy poseen el mayor número de armadores y en Tongoy es donde se registra el mayor número de buzos.

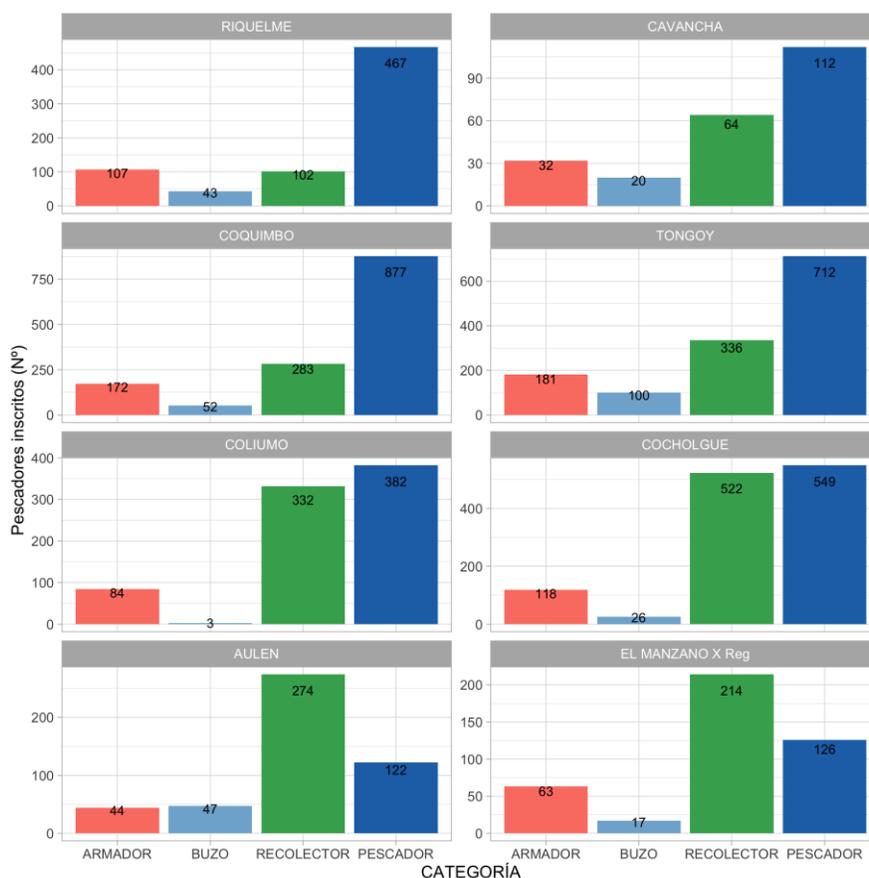


Figura 20. Número de pescadores inscritos en distintas categorías por caleta (elaboración propia con datos de Sernapesca).

Caracterización de la flota

La **Figura 21** caracteriza el número de embarcaciones artesanales inscritas por caleta, tipo de nave y material de construcción. La categoría de bote a motor es la más importante en Coquimbo, Cavancha, Tongoy, Coliumo y El Manzano, mientras que en Cavancha y Aulén las lanchas son las más frecuentes. Destaca en Coliumo y Cocholgüe una importante frecuencia de botes a remo, comparable a la frecuencia de botes a motor.

En cuanto a la materialidad, la mayor proporción de embarcaciones están construidas en madera, con una importante proporción de botes de fibra de vidrio en las caletas de Cocholgüe hacia el norte. Destacan en Riquelme, Coquimbo y Coliumo por la presencia de una proporción de lanchas construidas en acero.



Figura 21. Número de embarcaciones por caleta, tipo de nave y material de construcción (elaboración propia con datos de Sernapesca).

El tamaño promedio de las embarcaciones por categoría permite observar que la categoría lanchas es la de mayor longitud de eslora en todas las caletas, llegando a máximos de 18 m, siendo comparativamente de mayor tamaño en Coquimbo y Coliumo y secundariamente en Tongoy y Cocholgue (**Figura 22**). Los botes con motor son normalmente de tamaños inferiores a 10 m, mientras que los botes a remo no superan los 7 m de eslora.

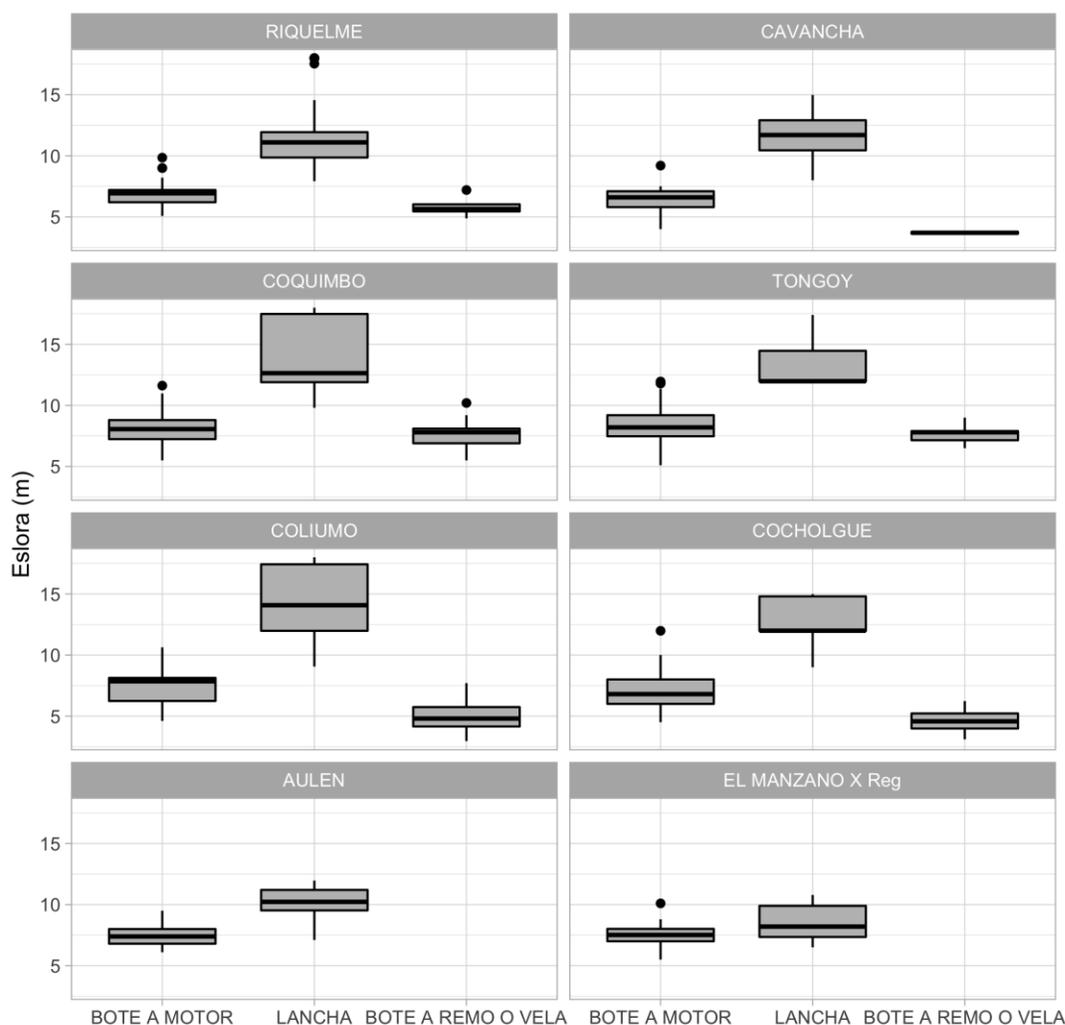


Figura 22. Tamaño promedio de embarcaciones por caleta y tipo de nave. (elaboración propia con datos de Sernapesca).

Estrategias de adaptación al cambio climático

De acuerdo con Watkiss *et al.*, (2019), existe diversas y distintas opciones de adaptación del sector pesquero y acuicultura al cambio climático, las que han sido categorizadas en distintas tipologías, a saber: i) opciones técnicas, que se refieren principalmente a diseños de ingeniería (ej. Infraestructura) y adaptación ecológica, ii) opciones no técnicas, en las que se incluyen creación de instituciones, formación de capacidades, información e investigación, opciones financieras y de mercado, así como políticas y legislación y, iii) adaptación por enfoque, dentro de las cuales se encuentran aquellas opciones orientadas a reducir riesgos, a reducir la vulnerabilidad, a reducir la exposición o bien a distribuir riesgos. Siguiendo lo sugerido por FAO (2010), Poulain *et al* 2018, clasificaron las estrategias de adaptación al cambio climático en i) *Adaptación Institucional*, que incluye a los organismos públicos y su rol en los asuntos jurídicos, de política, de gestión, inversiones públicas, la planificación y el desarrollo de la pesca y la acuicultura, ii) *Adaptación de los medios de vida*, que incorpora actividades y coordinación entre sector público y privado, para promover estrategias de diversificación como una forma de reducir la vulnerabilidad de las comunidades costeras y (iii) *Reducción y gestión de riesgos*, que incluye la intervención de organismos públicos y privados, orientados a promover sistemas de información y alerta temprana, prevención y preparación de estrategias que permitan reducir riesgos, y mejorar las respuestas a las crisis.

En la literatura internacional, existen diversos estudios que dan cuenta de distintas estrategias implementadas en comunidades costeras expuestas a los riesgos del CC y vulnerabilidad debido al mismo. Destacan los siguientes estudios:

Senapati *et al.* (2016), evaluaron las implicaciones socioeconómicas del cambio climático y la vulnerabilidad de las comunidades pesqueras conocidas como "Koli" que viven en Mumbai, India. Identifican que la vulnerabilidad proviene de las limitaciones de recursos físicos, humanos, financieros y gubernamentales a los que se enfrentan la comunidad pesquera. Las estrategias de adaptación identificadas por los autores para esta comunidad se relacionan con: i) el reforzamiento del rol del gobierno en la comercialización de los recursos extraídos por la comunidad, ii) asegurar que la formación y los beneficios financieros del gobierno lleguen a los pescadores indigentes, y iii) la necesidad de crear un componente institucional sólido que proporcione capacitación y formación que permita generar valor a la captura, que entregue subvenciones de artes de pesca y que proporcione seguros a los pescadores para reducir su vulnerabilidad.

Jara *et al.* (2016), evaluaron la vulnerabilidad local en la provincia de Huaura, Perú, donde tres comunidades pesqueras de características socioeconómicas muy diferentes comparten el mismo caladero. Una de las comunidades (Carquín) depende notoriamente

de la pesca artesanal para la obtención de ingresos y posee baja capacidad de adaptación debido a la falta de un marco normativo que proteja a las especies más susceptibles a los efectos del Cambio Climático, mientras que otra (Huara) evidencia una economía más diversificada, con mayores alternativas de subsistencia para los pescadores artesanales. Del estudio los autores sugieren las siguientes estrategias de adaptación: i) Diversificación económica y agregar valor a los recursos capturados para incrementar los ingresos pesqueros, ii) Planes de gestión de posibles catástrofes naturales, a través sistemas de monitoreo y predicción, que permita manejar los shocks producidos por las variaciones interanuales de los recursos pesqueros iii) Establecimiento de cuota de pesca y protección de juveniles que permita un manejo sostenible de los caladeros, iv) Creación de Áreas Marinas Protegidas, v) Restauración de bancos naturales, vi) Desarrollo de acuicultura, vii) Creación de un marco normativo de cogestión, viii) Desarrollo de mejor infraestructura costera y, ix) Mecanismos de financiamiento para hacer frente a los impactos socioeconómicos, como seguros contra eventos extremos.

Mohammed *et al.* (2016), evaluaron la vulnerabilidad de los pescadores de Junagadh de Gujarat, India, frente al Cambio Climático. Los autores concluyen que este grupo de pescadores posee baja capacidad de adaptación debido a la falta de concienciación sobre el Cambio Climático, a la baja preparación de las comunidades en términos educacionales y a la falta de opción de mitigación. De este modo, las estrategias de adaptación que los autores identifican para esta comunidad se relacionan con i) la necesidad urgente de concientizar a la comunidad sobre el Cambio Climático y los impactos que este podría tener sobre sus actividades de subsistencia, ii) la investigación científica, transferencia de conocimiento y formación de capacidades para la comunidad costera, iii) planificación de la gestión y política pesquera considerando posibles catástrofes naturales, es decir, generar una política pesquera flexible y adaptable, y iv) desarrollo de infraestructura adecuada en las zonas de trabajo y la creación de oportunidades de empleo alternativa para la comunidad.

Shafrill *et al.* (2017), investigaron los efectos socioeconómicos del cambio climático en grupo de pescadores de pequeña escala. Entre las estrategias de adaptación propone considerar aspectos como i) la reducción o minimización de riesgos asociados a la rutina de pesca a través de la implementación de tecnología de sistemas de comunicación y la adquisición de pólizas de seguros contra catástrofes meteorológicas, ii) fortalecimiento de las relaciones sociales, iii) gestión de los conocimientos sobre el cambio climático, iv) capacitación para el desarrollo de aptitudes alternativas, v) participación en la planificación de la adaptación al cambio climático, y vi) ampliar el acceso al crédito, debido a que refuerza la capacidad de adaptación de los pescadores y acelera el proceso de recuperación de las pérdidas producidas por los desastres naturales.

En base a la literatura internacional presentada y la información levantada en terreno en relación con la percepción de los pescadores ante el cambio climático, así como la información secundaria relacionada con los aspectos socioeconómicos de las comunidades costeras seleccionadas para este estudio, a continuación, se sugieren las siguientes estrategias de adaptación desde una perspectiva socioeconómica:

- Caracterización de la cadena de valor de las pesquerías y desarrollo de una estrategia de comercialización que genere valor a la pesquería.
- La cadena de valor consiste en un conjunto de actividades, infraestructura y medio de distribución que intervienen en el proceso de venta de un producto en su totalidad, desde la etapa su producción hasta la de distribución al consumidor final, y cuya finalidad es agregar un valor desde el diseño, la producción, la entrega y demás procesos, para asegurar el nivel de satisfacción esperado en el cliente.
- La determinación de las cadenas de valor de los productos pesqueros consiste en identificar los eslabones del proceso desde su origen en el sitio de captura, hasta su distribución hacia los usuarios finales.

De acuerdo con Jacinto y Pomeroy (2011), un análisis adecuado de la cadena de valor puede revelar información sobre los desafíos que enfrenta el sector, como resultado de diferentes impulsores de cambio, como son el acceso al mercado y la estructura de gobernanza, además del análisis de la competitividad y variabilidad de los mercados.

Un análisis de la cadena de valor entrega información sobre los agentes económicos que participan en la producción, distribución, comercialización y venta de un producto o productos, específicamente, entrega información sobre las características de los agentes económicos, las estructuras de beneficios y costos, el desempeño económico y la distribución de los beneficios entre los agentes económicos que participan en ella, las características del empleo generado, el destino y los volúmenes de las ventas y, la gobernanza, es decir, la estructura de relaciones y mecanismos de coordinación que existen entre los agentes económicos en esa cadena de valor. Finalmente, el análisis de la cadena de valor puede utilizarse para identificar oportunidades de mejora dentro de la cadena, lo que puede incluir una mejora en la calidad, diseño del producto que permitan a los productores obtener un mayor valor o mediante la diversificación en las líneas de productos.

En lo que respecta a la comercialización, hay que entenderla como un factor que está interrelacionado con otros aspectos no sólo comerciales (precio, producto, plaza o lugar de comercialización y, promoción y publicidad), sino también, con los costos asociados a proveedores e insumos, el capital humano, financiero y de infraestructura, la calidad y la

Una vez caracterizada la cadena de valor e identificado las oportunidades que en ella se presentan, la segunda estrategia a considerar es el desarrollo de modelos de negocios como una herramienta que permita generar ingresos y beneficios.

- *Desarrollo de modelos de negocios* como una herramienta que permita a los pescadores y acuicultores de las caletas seleccionadas, crear, capturar y desarrollar ofertas de valor atractivas.
- Un modelo de negocios es un plan, una guía que permite abordar oportunidades y obstáculos que existen en el mercado competitivo de cada actividad, y describe.
- El modo que una organización crea distribuye y captura la atención de un segmento de consumidores (clientes).

Elaborar un modelo de negocio significa desarrollar innovación, ya sea en el producto o servicio, con el propósito de generar ofertas de valor que permita a una organización diferenciarse y ser preferido por sus clientes. Implica desarrollar una idea la que debe plasmarse en una propuesta de valor (descripción de lo que el cliente necesita y estaría dispuesto a pagar por ese atributo), definir el cliente al que se pretende llegar, y desarrollar una estrategia (cómo se relacionará con el cliente) que permita capturar el valor que se pretende ofrecer, y en base a esa estrategia, identificar los recursos y procesos clave, como las capacidades existentes. Y a partir de ellas, establecer cuáles de estas capacidades se pueden reforzar y/o desarrollar, así como identificar la posibilidad de hacer redes sociales con otros habitantes, sindicatos, organizaciones de pescadores, etc. de la comunidad, con el propósito de satisfacer efectivamente la necesidad del cliente.

De este modo, se propone la ejecución de análisis de modelos de negocio, en conjunto con las comunidades, de manera de contribuir a la diversificación de ingreso y a la sustentabilidad productiva de las comunidades costeras (**Figura 24**).

OE 5: Desarrollar medidas de adaptación directas en los territorio costeros tendientes a reducir riesgos y vulnerabilidad frente al impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.	
Alcance: Es fundamental diseñar medidas de adaptación que beneficien a las personas para moderar o evitar impactos negativos o aprovechar los efectos beneficiosos del impacto del cambio climático.	
Medida 5.1: Fomentar la diversificación productiva y de servicios, en contextos de largo plazo	
FINANCIAMIENTO, IMPULSORES Y PLAZOS	
Descripción de la acción: Para contribuir a la diversificación y sustentabilidad productiva de las comunidades costeras, se propone la ejecución de análisis de modelos de negocio, en conjunto con las comunidades, de tal forma de identificar oportunidades de mejora en vías de comercialización.	Resultados e impacto esperado: Sindicatos de trabajadores de pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala generan ingresos alternativos, nuevos productos y nuevas redes de comercialización, fortaleciendo los vínculos sociales y generando empleo.
Objetivos de la acción: Diseñar modelos de negocio participativos con las comunidades costeras, orientados a diversificar ingresos y desarrollar alternativas económicas	Indicadores de seguimiento propuesto: Nivel de ingreso del sindicato Nivel de empleo en la localidad Rentabilidad de negocios
Brechas: Ingresos estacionales y muy dependientes de la actividad extractiva, con escasa presencia de productos con valor agregado que permitan diversificar la oferta y realizar actividades económicas alternativas.	Beneficiarios: Pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala Comercializadoras y puestos de venta Restoranes y sector turismo Otras organizaciones locales
Soporte financiero: INDESPA CORFO Sercotec FIC	
Socios impulsores y estratégicos: SUBPESCA INDESPA Corfo Municipalidades GOREs	
INSTRUMENTOS	
Políticas, Planes y Programas vigentes que apalancan la acción: -Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -Planes Regionales de Adaptación al Cambio Climático -Planes de Manejo Locales -AMERB, ECMPO -Reglamento de acuicultura de pequeña escala	
CARACTERIZACIÓN DE LA MEDIDA	
Factible: ok Sustentable: ok Credibilidad: ok Sinergia: ok Evaluable: ok	
Periodo de ejecución de la acción: 24 meses	

Figura 24. Medida 5.1 sobre la estrategia de adaptación al CC para fomentar la diversificación productiva y de servicios, en contextos de largo plazo

Desarrollar una estrategia de comunicación para fomentar el consumo humano responsable de los recursos pesqueros y acuícolas de la localidad

Los productos del mar son una de las fuentes de nutrición más saludables y constituyen un gran componente del sistema alimentario sostenible. Contribuyen significativamente a la seguridad alimentaria y aseguran productos que benefician la salud humana con el potencial de ayudar a satisfacer la creciente demanda de proteína. Sin embargo, de acuerdo con el Plan estratégico del Mar a mi mesa 2017-2027 de Subpesca, a pesar de que Chile tiene gran diversidad de recursos hidrobiológicos para el consumo humano, el consumo per cápita de pescados y mariscos es muy inferior (15,8% año 2020) a la meta establecida por FAO (20 Kg/persona). Por tal motivo, existe una oportunidad latente de promover el consumo humano de los recursos pesqueros y acuícolas. En este sentido, para este estudio se propone como estrategia de adaptación al cambio climático, diseñar programas de difusión de consumo responsable de los recursos pesqueros, respetando el ecosistema y la sustentabilidad de las pesquerías, como una medida para apoyar el cambio cultural necesario y relevar los beneficios del consumo de productos pesqueros y acuícolas, fomentando su consumo y garantizando la sostenibilidad en cada eslabón de la cadena de valor, con énfasis en la innovación, desarrollo local y accesibilidad (**Figura 25**).

Proyecto "Asesoría para la implementación y actualización del plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura (PACCPA) 2021". Código ID-4728-16-LE21".

OE 5: Desarrollar medidas de adaptación directa tendientes a reducir riesgos y vulnerabilidad frente al impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.		
Alcance: Es fundamental diseñar medidas de adaptación que beneficien a las personas para moderar o evitar impactos negativos o aprovechar los efectos beneficiosos del impacto del cambio climático.		
Medida 5.5. Fomentar consumo humano de productos pesqueros y acuícolas.		FINANCIAMIENTO, IMPULSORES Y PLAZOS
<p>Descripción de la acción: Diseñar programas de difusión de consumo responsable de los recursos pesqueros respetando el ecosistema y la sustentabilidad de las pesquerías, apoyando el cambio cultural necesario y relevando los beneficios del consumo de productos pesqueros y acuícolas, fomentando su consumo y garantizando la sostenibilidad en cada eslabón de la cadena de valor, con énfasis en la innovación, desarrollo local y accesibilidad.</p>	<p>Resultados e impacto esperado: Sindicatos de trabajadores de pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala cuentan con una campaña masiva de comunicación a nivel regional y nacional, que fomente el consumo de los recursos pesqueros y acuícolas.</p>	<p>Costo: M \$200.000</p>
<p>Objetivos de la acción: Desarrollar estrategias de comunicación para fomentar el consumo humano responsable de los recursos pesqueros y acuícolas de la localidad</p>	<p>Indicadores de seguimiento propuesto: Nº de productos para consumo humano elaborados / Nº de recursos seleccionados Cantidad de productos vendidos / Nº de productos elaborados Nº de productos vendidos / Nº nuevos clientes (rubro gastronómico y educación)</p>	<p>Soporte financiero: INDESPA CORFO Sercotec</p>
<p>Brechas: Consumo nacional per cápita de productos pesqueros y acuícolas, se encuentra bajo la meta establecida por la FAO del 20 kg/año.</p>	<p>Beneficiarios: Pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala Comercializadoras Comunidad a través del consumo de productos hidrobiológicos</p>	<p>Socios impulsores y estratégicos: SUBPESCA INDESPA CORFO Municipalidades GORES Sonapesca</p>
INSTRUMENTOS		CARACTERIZACIÓN DE LA MEDIDA
<p>Políticas, Planes y Programas vigentes que apalancan la acción: -Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -Planes Regionales de Adaptación al Cambio Climático -Reglamento de acuicultura de pequeña escala -Plan estratégico del mar a mi mesa</p>		<p>Factible: ok Sustentable: ok Credibilidad: ok Sinergia: ok Evaluable: ok</p>
		<p>Periodo de ejecución de la acción: 24 meses</p>

Figura 25. Medida 5.5 sobre la estrategia de adaptación al CC para fomentar el consumo humano de productos pesqueros y acuícolas.

Promover programas de economía circular en pesca artesanal y acuicultura a pequeña escala (APE)

De acuerdo con Laso *et al.* (2016) el rápido crecimiento de la población mundial a incrementado la demanda por alimentos, estimando que para el año 2050 el incremento en la demanda será del 60 – 70% de la producción. De acuerdo con FAO 2011, esto genera gran cantidad de desperdicio, estimando que cada año se desperdician más de 1.300 millones de toneladas de alimentos. Principato *et al.* (2019), indican que la pérdida de alimentos es uno de los problemas económicos, sociales y medioambientales más graves que impactan a la sustentabilidad del planeta. La economía circular es un concepto que se asocia a reducir, recuperar, reutilizar y reciclar, la idea implícita en ella es que no existen desechos, sino que una transformación permanente de todo recurso. De acuerdo con Cabrera F. (2021), la economía circular corresponde a un enfoque que involucra una mirada integral a las actividades económicas en el marco de la sostenibilidad medioambiental.

En la pesca y acuicultura, la economía circular se promueve como un concepto que fomenta iniciativas orientadas a lograr el aprovechamiento integrado de los recursos y subproductos provenientes de los procesos de descarte y limpieza del producto pesquero,

para su uso en otro proceso productivo. En este sentido, se propone la ejecución de talleres con pescadores y empresarios (gastronomía, retail, alimento animal, etc.) tendientes a identificar los usos para los residuos de la actividad, teniendo presente que una gestión adecuada de ellos podría contribuir a beneficiar al medioambiente como al desarrollo económico, disminuyendo el volumen de desechos y generando ingresos y empleo alternativo para los pescadores y acuicultores de pequeña escala.

OE 5: Desarrollar medidas de adaptación directa tendientes a reducir riesgos y vulnerabilidad frente al impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.		
Alcance: Es fundamental diseñar medidas de adaptación que beneficien a las personas para moderar o evitar impactos negativos o aprovechar los efectos beneficiosos del impacto del cambio climático.		
Medida 5.7. Promover programas de economía circular en pesca artesanal y acuicultura de pequeña escala (APE).		FINANCIAMIENTO, IMPULSORES Y PLAZOS
Descripción de la acción: La promoción de economía circular en pesca y acuicultura consiste en la generación de iniciativas orientadas a lograr el aprovechamiento integrado de los recursos y subproductos provenientes de los procesos de descarte y limpieza del producto pesquero, para su uso en otro proceso productivo. En este sentido, se propone la ejecución de talleres con pescadores y empresarios (gastronomía, retail, alimentos animal, etc.) tendientes a identificar los usos para los residuos de la actividad.	Resultados e impacto esperado: Sindicatos de trabajadores de pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala podrán desarrollar innovaciones que maximicen el uso de los residuos derivados de la actividad extractiva, disminuyendo el volumen de desechos y generando ingresos y empleo alternativo.	Costo: M \$300.000
Objetivos de la acción: Identificar usos alternativos de los residuos y subproductos de la pesca y acuicultura	Indicadores de seguimiento propuesto: -N° Nuevos clientes -Volumen de desechos de la pesca -Ventas -Rentabilidad	Soporte financiero: INDESPA CORFO Ministerio del Medio Ambiente (MMA) Sercotec
Brechas: La actividad pesquera y acuícola genera gran cantidad de residuos que no son utilizados, generando gran impacto medioambiental.	Beneficiarios: Sindicatos de pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala Comunidad a través de la asociatividad y de la generación de empleo	Socios impulsores y estratégicos: SUBPESCA INDESPA CORFO MMA Municipalidades GOREs Sonapesca
INSTRUMENTOS	CARACTERIZACIÓN DE LA MEDIDA	Periodo de ejecución de la acción: 48 meses
Políticas, Planes y Programas vigentes que apalancan la acción: -Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -Planes Regionales de Adaptación al Cambio Climático -Reglamento de acuicultura de pequeña escala -Estrategia nacional para la gestión de residuos y plásticos	Factible: ok Sustentable: ok Credibilidad: ok Sinergia: ok Evaluable: ok	

Figura 26. Medida 5.7 sobre la estrategia de adaptación al CC para promover programas de economía circular en pesca artesanal y acuicultura de pequeña escala (APE).

Costos de Inacción

El costo de inacción se relaciona con el contrafactual o acontecimiento que no ha sucedido basado en un futuro en el cual no se toman medidas o políticas de adaptación, por lo tanto, no es posible evaluar pérdidas y/o ganancias. Específicamente, frente al cambio climático, se relacionan con los costos económicos del CC si no se toman medidas de mitigación o adaptación de su impacto.

Para poder hacer proyecciones de los costos de inacción, es necesario comparar las pérdidas o ganancias de las medidas de proyecciones climáticas RCP 8.5 versus una situación sin cambio climático o situación actual.

En este sentido, se entrega una propuesta metodológica general orientada a realizar una evaluación económica del costo de inacción para pesca y acuicultura bajo escenarios

de CC. Metodológicamente para este estudio se propone analizar los riesgos climáticos (aumento temperatura, incremento del nivel del mar, acidificación del océano, reducción del nivel de oxígeno, proliferación de especies invasoras, etc.) y cómo estos afectan o provocan cambios en:

Pesca artesanal:

Como la variabilidad ambiental asociada al CC produce cambios en los niveles y calidad de los desembarques, los costos de inacción pueden ser estimados como: a) la valorización del desembarque; b) la variación en los ingresos de los pescadores y; c) el impacto en el nivel de empleo (**Figura 27**).



Figura 27. Esquema metodológico de los costos de inacción en la pesca artesanal.

Acuicultura:

Como la variabilidad ambiental asociada al CC produce cambios en la productividad de sistemas de cultivo, los costos de inacción pueden ser estimados como: a) la productividad de las semillas y, por lo tanto, los costos de producción; b) la variación de ingresos y el rendimiento de los cultivos y, c) las pérdidas en los cultivos y su valorización (**Figura 28**).



Figura 28. Esquema metodológico de los costos de inacción en la acuicultura.

Conclusiones

El análisis de los desembarques por caleta revela que en las caletas de Coquimbo y Tongoy es donde históricamente se han producido los mayores volúmenes de desembarque. La mayor proporción de las caletas seleccionadas (62,5%) muestran desembarques con tendencias descendentes y sólo 2 de las 8 analizadas (25%) muestran incrementos en los desembarques durante los últimos años.

En Coquimbo, Coliumo y El Manzano, la actividad extractiva se orienta hacia la extracción de pescados, mientras que en Tongoy y Aulen destacan los invertebrados, y en Riquelme y Cocholgüe, las algas.

El análisis de la estacionalidad de los desembarques muestra que en las caletas de Coliumo y Cocholgüe es donde se observa una mayor disminución de la actividad extractiva durante el invierno.

En cuanto al registro de pescadores inscritos por caleta, las caletas con mayor número de pescadores inscritos son Coquimbo (N=1031 pescadores) y Tongoy (N=838), mientras que Cavancha (N=140) y El Manzano (N=223) poseen un menor número. Destaca en las caletas de Coliumo al Sur una mayor participación femenina, la que en Aulén alcanza un máximo de 42%.

Las caletas con mayor dependencia de una única especie corresponden a Cocholgüe (luga negra; 73%), Aulen (cholga; 80%) y El Manzano (merluza austral; 83%). Esto indica que son las caletas con mayor sensibilidad, es decir, tienen un mayor grado de verse afectado ante el CC debido a la disminución de los desembarques de sus especies principales.

En las caletas de Tongoy hacia el norte, la principal categoría de pescador artesanal corresponde a pescador propiamente tal, mientras que desde Coliumo al sur se observa un incremento gradual en la categoría de recolector de orilla.

En cuanto a las embarcaciones, transversalmente la mayor proporción corresponde a bote con motor fuera de borda, de madera y fibra, con esloras menores a 10 m. Las lanchas son especialmente importantes en Cavancha, Coliumo y Aulen. Estas embarcaciones alcanzan longitudes máximas de 18 metros y están construidas principalmente en madera. Los botes a remo, de madera y esloras hasta 7 m, son especialmente importantes en Cocholgüe y Coliumo.

En términos de la exposición, los antecedentes indican que las caletas Coquimbo y Tongoy son las más susceptibles de ser afectadas, debido a que son las caletas que generan mayor empleo directo mientras que los desembarques muestran marcada tendencia descendente, por lo que la pérdida de empleo sería una situación más agravante.

La caracterización de la cadena de valor y el desarrollo de modelos de negocios, son estrategias que tienen la particularidad de permitir a las organizaciones no sólo agregar valor a sus recursos sino también, diversificar la fuente de ingresos al darle un nuevo uso



al recurso, al aprovechar el uso de otros recursos extractivos y/o al desarrollar actividades complementarias asociadas al recurso principal, como la recreación y el turismo o actividades culturales. Podría también, contribuir a impulsar el consumo humano directo (nuevo uso del recurso) y, otorgar la posibilidad de generar redes con distintos actores de la comunidad, fortaleciendo así las relaciones sociales entre los sindicatos de pescadores y acuicultores, y demás organizaciones existentes. Adicionalmente, podría generar trabajo favoreciendo la igualdad de oportunidades a grupos minoritarios como mujeres, grupos étnicos, personas con capacidades diferentes, etc. contribuyendo así a la equidad social. Por otra parte, e indirectamente, implica capacitación, con lo cual adquieren nuevas habilidades y destrezas que les permitirán desarrollar nuevos oficios y actividades económicas alternativas.

Los modelos de negocios ayudan a definir a los consumidores, las características del producto o servicio que hacen diferenciarse de la competencia, identificar tareas y recursos necesarios para el desarrollo de la actividad a emprender e identificar las ganancias y costos asociados al negocio. No obstante, para que esto tenga efectivamente ese potencial, es importante definir las opciones de adaptación en un proceso participativo con cada comunidad, así como también, definir las implicancias a largo plazo de las alternativas de emprendimientos a seleccionar en términos económicos, sociales y medioambientales, y establecer contacto con Sercotec o las Corporaciones de Gobiernos Regionales y centros de investigación, para identificar opciones de emprendimientos, facilitar los talleres, transferir conocimiento técnico y acompañar a las organizaciones de pescadores y acuicultores, de manera de asegurar la sustentabilidad de sus innovaciones.



Referencias

- Brander, L.M., Rehdanz, K., Tol, R.S., Beukering, J., y Pieter J.H. van 2009. The Economic impact of ocean acidification on coral reefs, ESRI Working Paper, No. 282, The Economic and Social Research Institute (ESRI), Dublin, Irlanda.
- Cabrera, F. 2021. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile | Asesoría Técnica Parlamentaria. Economía circular: conceptos y referencia legislativa sobre residuos domésticos en la Unión Europea y China. 27 pp.
- CR2. 2018. Guía de referencia para la plataforma de visualización de simulaciones climáticas. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2 (FONDAP 15110009), Universidad de Chile. Proyecto Simulaciones climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad. 29 pp.
- Gianelli, I., Ortega, L., Pittman, J., Vasconcellos, M., y Defeo, O., 2021. Harnessing scientific and local knowledge to face climate change in small-scale fisheries. *Global Environmental Change*, 68:102253.
- Hilmi, N., Allemand, D., Cinar, M., Cooley, S., Hall-Spencer, J., Haraldsson, G., Hattam, C., Jefree, R.A., Orr, J.C., Rehdanz, K., Reynaud, S., Saja, A., y Dupont, S., 2014. Exposure of Mediterranean Countries to Ocean Acidification. *Water*, 6:1719–1744.
- Jacinto, E.R., y R.S. Pomeroy. 2011. Developing markets for small-scale fisheries: utilizing the value chain approach, in: R.S. Pomeroy, N. Andrew (Eds.), *Small-scale fisheries management: frameworks and approaches for the developing world*, CABI Publishing, Oxfordshire, UK and Cambridge. MA, USA.
- Jara, H.J., T.J. Reguero, Borja G., Ganoza, F, Castillo, G., Romero, C.Y., Gévaudan, M., y Sánchez, A.A., 2020. Current and future socio-ecological vulnerability and adaptation of artisanal fisheries communities in Peru, the case of the Huaura province. *Marine Policy*, 119:104003.
- Kassambara, A. 2020. ggpubr: 'ggplot2' Based Publication Ready Plots. R package version 0.4.0. [<https://CRAN.R-project.org/package=ggpubr>].
- Koya, M., Dash, G., Kumari, S., K.R, Sreenath, N.P, Makwana, Sen, Swatipriyanka, T.V., Ambrose; Salim, Shyam, S., V., Kripa, y Zacharia P.U., 2017. Vulnerability of Coastal Fisher Households to Climate Change: A Case Study from Gujarat, India. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17:193-203.
- Laso, J., Margallo, M., Celaya, J., Fullana, P., Bala, A., Gazulla, C., y Aldaco, R., 2016. Waste management under a life cycle approach as a tool for a circular economy in the canned anchovy industry. *Waste Management & Research*, 34:724–733.
- Mathis, J.T., Cooley, S.R., Lucey, N., Colt, S., Ekstrom, J., Hurst, T., Feely, R.A., 2015. Ocean acidification risk assessment for Alaska's fishery sector. *Progress in Oceanography*, 136, 71–91.



- McClanahan, T.R., Cinner, J.E., Maina, J., Graham, N.A.J., Daw, T., Stead, S.M., Wamukota, A., Brown, K., Ateweberhan, M., Venus, V., y Polunin, N.V.C., 2008. Conservation action in a changing climate. *Conservation Letters*, 1:53-59.
- Principato, L., Ruini, L., Guidi, M., y Secondi, L., 2019. Adopting the circular economy approach on food loss and waste: The case of Italian pasta production. *Resources, Conservation and Recycling*, 144:82–89.
- Poloczanska, E.S., Burrows, M.T., Brown, C.J., García Molinos, J., Halpern, B.S., Hoegh-Guldberg, O. y Sydeman, W.J., 2016. Responses of Marine Organisms to Climate Change across Oceans. *Frontiers in Marine Science*, 3:62.
- Ruiz-Díaz, R., Liu, X., Aguión, A., Macho, G., deCastro, M., Gómez-Gesteira, M., y Ojea, E., 2020. Social-ecological vulnerability to climate change in small-scale fisheries managed under spatial property rights systems. *Marine Policy*, 104192.
- Shaffril, H.A.M., Samah, A.A., y D'Silva, J.L., 2017. Climate change: Social adaptation strategies for fishermen. *Marine Policy*, 81, 256-261.
- Senapati, S., y Gupta, V., 2017. Socio-economic vulnerability due to climate change: Deriving indicators for fishing communities in Mumbai. *Marine Policy*, 76:90–97.
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2010. Del mar a mi mesa: Plan Estratégico para aumentar el consumo de productos del mar en Chile. 71 pp.
- Watkiss, P., Ventura, A., y Poulain, F., 2019. Decision-making and economics of adaptation to climate change in the fisheries and aquaculture sector. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 650*. Rome, FAO.
- Wickham, H., 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York., USA.
- Wickham, H., François R., Henry L. y Müller K., 2022. *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. R package version 1.0.8. [<https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>].
- Wilson, T.J.B., Cooley S.R., Tai T.C., Cheung W.W.L, y Tyedmers P.H., 2020. Potential socioeconomic impacts from ocean acidification and climate change effects on Atlantic Canadian fisheries. *PLoS One* 15: e0226544.
- Yazdi, S., y Shakouri, B., 2010. The effects of climate change on aquaculture. *International Journal of Environmental Science and Development*, 1:378-382.

Resultados (asociados al Objetivo Específico 2).

Realizar una amplia discusión con actores relevantes sobre el impacto del cambio climático en la pesca y acuicultura e identificar riesgos y amenazas que permitan diseñar medidas de adaptación para mitigar estos riesgos y amenazas. Considerar en la discusión el modelo de vulnerabilidad sugerido por el Panel Intergubernamental (IPCC).

Resultados

Diagnóstico de conocimientos

Para realizar el diagnóstico de conocimientos de los pescadores artesanales y acuicultores sobre el impacto del cambio climático en la pesca y acuicultura y los resultantes riesgos y amenazas, se realizaron entrevistas presenciales ¹³ (Tabla 9).

Tabla 9. Entrevistas realizadas por región y por oficio.

Región	Cantidad	Pesca artesanal	Buzo/Recolector de orilla Acuicultor
Tarapacá	6	4	2
Coquimbo	8	6	4 ¹⁴
Biobío	6	6	2 ¹⁵
Los Lagos	5	4	2 ¹⁶
Total	25	20	10

A continuación, se resumen los aspectos más relevantes, identificados en base a las entrevistas realizadas:

«Hoy le tomo más sentido que nunca, al ver mis ingresos reducidos, la economía familiar se ve muy afectada»

Prácticamente todos los entrevistados perciben altos niveles de incertidumbre concerniente al tema cambio climático y su (potencial) impacto en la dimensión económica, ambiental y social, independiente de si las personas ya se sienten afectadas por el cambio climático o no. Las entrevistas también permiten deducir que, en términos generales, existe conciencia sobre la alta vulnerabilidad del sector de la pesca artesanal y acuicultura a pequeña y mediana escala frente a los (potenciales) impactos del cambio climático.

«Creo que cambiará mucho, nuestra comunidad vivía antes 100% del mar, ahora hace unos 4 años atrás, muchos pescadores optaron por la minería y la pesca es un complemento, también para las nuevas generaciones vivir del mar se ha vuelto muy inestable»

Llama la atención que la capacidad de articular dichas incertidumbres y optar por medidas de adaptación y/o buscar ingresos alternativos, ampliando la actividad económica y/o agregando elementos a la cadena de valor de sus respectivos productos, está directamente relacionado con el nivel de participación en capacitaciones ofrecidas por actores dedicados a la temática ambiental, sean estos actores del sector público, de la academia u ONGs.

«Estos talleres de la FAO fueron muy importantes para nosotros porque nos enseñaron a darnos cuenta de que el Cambio Climático está con nosotros y no tenemos más que hacer que adaptarnos»

En la misma lógica destaca que aquellas personas que participaron de alguna forma en capacitaciones relacionadas al tema de la sustentabilidad en la pesca artesanal cuentan con un mayor conocimiento acerca de normativas o reglamentos que buscan promover la protección del medioambiente y/o mitigar los impactos negativos del cambio climático. Al mismo tiempo, prácticamente todos los entrevistados subrayaron la falta de fiscalización por parte de las autoridades correspondientes. Destaca la percepción que mientras no se generen normativas y acciones coherentes a nivel macro, resulta prácticamente imposible aterrizar iniciativas concretas al nivel micro.

Lo anterior también está directamente relacionado con el deseo de una mayor participación en la elaboración y discusión de políticas públicas. Los entrevistados expresaron en su mayoría la falta de participación al momento de diseñar e implementar medidas.

«La autoridad no acoge los llamados del pescador artesanal, pero sí escucha a las industrias que son las que están afectando el mar, nosotros ni siquiera afectamos al medioambiente»

Una comunicación transparente, la incorporación de actores y mediadores que gozan de suficiente credibilidad en las respectivas comunidades pesqueras, así como un “lenguaje comprensible” son aspectos que fueron destacados como importantes por parte de las personas entrevistadas tanto con relación al diseño de políticas públicas como en el contexto de las capacitaciones y talleres ofrecidos por el sector público. En términos generales, destaca el deseo de un mayor involucramiento de las respectivas comunidades

(a nivel local) y de que las políticas públicas consideren de mayor grado las realidades geográficas, climáticas, pero también sociales de las comunidades.

«Creo que son muy importantes [las capacitaciones], pero creo que todos debemos participar los políticos, pescadores, agricultores etc.»

Aquellos entrevistados que participaron activamente en capacitaciones subrayaron que cuando se ha trabajado directamente con la comunidad pesquera, se tiende a respetar las normativas y reglamentos establecidos, como son, por ejemplo, las cuotas de pesca y la veda de ciertas especies según temporada. En este sentido, la participación directa de las comunidades puede generar algo como un “control social” de la actividad pesquera.

«Creo que nuestro sector necesita un ministerio del mar con urgencia, que evalúe y apoye nuestra adaptación al cambio climático a través de educación, bonificación, incentivo, etc.»

«Lo principal es incorporar tecnología y ciencia a los procesos pesqueros. Generar un ordenamiento pesquero orientado al consumo humano y la seguridad alimentaria, de manera tal que se promuevan procesos de acuicultura de pequeña escala y el fortalecimiento de la pesca artesanal de consumo humano. Para ello, es fundamental el apoyo del estado a través de una política pública»

Se expresa la percepción de que existen muchas barreras burocráticas para presentar iniciativas y/o adquirir recursos para infraestructura y nuevas tecnologías. Según la opinión de varios entrevistados, se requiere de ambos, capacitaciones e inversión en infraestructura y tecnología para lograr una adaptación sustentable.

«Y más que nada enseñanza y capacitaciones, más que cosas materiales. Tenemos que saber qué podemos hacer. Otra forma es no poner tantas trabas en los proyectos. Porque los requisitos son casi imposibles de cumplir»

«La modernización de la flota es una actividad clave para hacer más eficiente los procesos pesqueros, junto a la incorporación de valor agregado»

Recomendaciones para la implementación de las propuestas generales de reordenamiento de objetivos en el marco del PACCPA 2022 – 2027.

En vista a las propuestas de rediseño del PACCPA para el período 2022-2027, las entrevistas realizadas permiten deducir, en términos generales, que las capacitaciones y campañas informativas representan un elemento esencial para promover tanto la toma de conciencia por parte de las comunidades pesqueras como aumentar la aceptación de



restricciones y cambios que puedan derivarse de nuevos reglamentos. En este sentido, el objetivo específico 4 propuesto “Fomentar la difusión y la participación informada de los diversos actores mediante programas de educación y concientización sobre los impactos del cambio climático y los costos de inacción, incorporando los actores a nivel local y nacional” gana mayor relevancia. Al mismo tiempo, las entrevistas sostenidas también permiten deducir que un mayor nivel de capacitación está directamente relacionado con la toma de conciencia de las posibilidades de generar valor agregado a los distintos productos que ofrece la pesca artesanal. En esta línea, el propuesto objetivo específico 5 “Desarrollar medidas de adaptación directas tendientes a reducir riesgos y vulnerabilidad frente al impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura”, específicamente en sus líneas de acción “OE-5: 5. Fomentar el consumo humano de productos pesqueros y acuícolas” y “OE-5: 6. Promover el valor agregado en los recursos de la pesca y acuicultura artesanal” también está directamente vinculado con la necesidad de generar y ampliar las capacidades y conocimientos técnicos de la comunidad pesquera.

En base a las entrevistas realizadas sobre el conocimiento de la comunidad pesquera acerca del cambio climático, se puede concluir:

Al momento de diseñar políticas públicas, el involucramiento y la participación de las comunidades pesqueras desde el inicio es crucial. Se recomienda identificar e involucrar a aquellos actores locales que gozan de credibilidad y cuentan con la capacidad tanto de convocar a la comunidad como de mediar en temas delicados para ella. Este aspecto toma mayor relevancia tanto para el diseño de futuras capacitaciones (líneas de acción del objetivo específico 4: 1., 3., y 4.).

Las capacitaciones deben apuntar tanto a sensibilizar a las comunidades sobre el tema del cambio climático tal como a generar nuevos conocimientos y experticia técnica para facilitar a las comunidades herramientas prácticas que permitan enfrentar económicamente las implicancias del cambio climático para el sector pesquero. Vale destacar que las comunidades tienden a tener mayor capacidad de organizarse y de manera proactiva cuando se sienten empoderadas en relación con los desafíos que enfrentan.

Se requiere de proyectos e intervenciones que promuevan la diversificación de las cadenas de valor para así mitigar los efectos negativos que el cambio climático hoy ya ha provocado en el sector de la pesca artesanal y los ingresos de las familias afectadas. La trazabilidad de los productos también representa un factor importante en el contexto de generar valor agregado. Se recomienda aprovechar las capacitaciones y campañas informativas para resaltar este aspecto.

Es recomendable incorporar en las capacitaciones elementos y herramientas prácticas que permitan enfrentar los procesos y requisitos burocráticos que implica una

postulación e implementación exitosa a proyectos y fondos públicos. Varios entrevistados expresaron que, aunque estén conscientes de las posibilidades de postular a fondos o proyectos (co-)financiados, las barreras burocráticas ocasionalmente resultan ser muy altas y desincentivan una participación proactiva.

Además, parece razonable incorporar aspectos de la economía circular tanto en las capacitaciones como en las exigencias para postular a proyectos y/o fondos públicos para mejorar infraestructura y/o cadenas de valor, ya que, en términos generales, las comunidades tienden a entender muy bien su relevancia con relación a su actividad económica.

Resalta que, por parte de la comunidad pesquera, la fiscalización y el control del cumplimiento de las normas ambientales y de los reglamentos vigentes por parte de todos los actores económicamente activos son considerados fundamentales, incluyendo las actividades de la pesca industrializada. Este aspecto cobra mayor relevancia en el contexto del objetivo específico 1 “Fortalecer el marco normativo, político y administrativo, y su implementación para abordar eficaz y eficientemente los desafíos y oportunidades del cambio climático a nivel nacional, regional y local”.

Aspectos económicos

- *“Muchas marejadas, algunas especies de orilla ya no las encontramos fácilmente, poca producción”.*
- *“En un futuro no muy lejano pérdidas totales de especies y mucha dificultad para trabajar de manera normal”.*
- *Hoy le tomo más sentido que nunca, al ver mis ingresos reducidos, la economía familiar se ve muy afectada.*
- *Pero a nivel sindical y de caleta nos estamos tratando de capacitar para adaptarnos de mejor forma, incluyendo la acuicultura como nuestra actividad futura y la venta de recursos con valor agregado a través de una planta de procesos en nuestra caleta.*
- *Tal vez el día de mañana no podamos vivir del mar.*
- *En cuanto a la pesca la acuicultura a pequeña escala y los procesos de comercialización acompañados de valor agregado aparece como una de las soluciones para nuestro sector.*
- *Tenemos muy pocos recursos con tallas permitidas, disponible para la extracción legal.*
- *Economía familiar muy afectada, pero debemos adaptarnos en diversificar nuestra productividad, incluyendo la familia en los canales de venta a través de turismo sustentable, en nuestra comunidad, trabajando fuerte en el turismo gastronómico.*

- *Si diversificar mi matriz productiva, instale un restaurante donde ofrezco mis recursos en platos preparados y también ofrezco recurso con valor agregado, donde puedo sacar mejor rendimiento y ganancia a mis recursos, disminuyendo así mi pérdida de menos día de trabajo en el mar.*
- *Nosotros hace muchos años nos volvimos un polo turístico gastronómico que nos ayuda mucho a sobrevivir mejor esta crisis climática, ya que le sacamos mayor dinero a nuestros recursos.*
- *Me parece que una ley no basta. Hay que cambiar el patrón productivo.*
- *La modernización de la flota es una actividad clave para hacer más eficiente los procesos pesqueros, junto a la incorporación de valor agregado.*
- *Desde que empecé como pescador artesanal, nuestros días productivos han bajado en más de un 80%, el mar ya no deja trabajar.*
- *En verano concesionamos la playa donde hacemos distintitas actividades que nos generar recursos y más de 25 puestos de trabajo. El verano es nuestra época más dura ya que aparte de las marejadas tenemos todos los productos en veda. Es por esto esta iniciativa cada vez es más popular entre nuestros asociados.*
- *También estamos en el proceso de convertimos en acuicultores con la idea de posicionar productos con valor agregado pero sustentables.*
- *La clave es diversificar nuestro trabajo, esforzarnos día a día por dejar de ser solo extractores, ir un paso más adelante, el turismo sustentable, la colaboración, la acuicultura, el cuidado del medio ambiente son claves para aportar a la crisis climática.*
- *Creo que somos unos de la parte económica más afectada de nuestro país. Es algo que cada día nos afecta más y más. Ejemplo en el mes de octubre solo pudimos trabajar 6 días.*
- *Acuicultura en tierra lo vemos como una solución, o lo otro que ya estamos haciendo es mantener recursos con un plan de administración, como lo tenemos hoy en nuestra AMERB con el recurso loco.*
- *También participando en talleres de la Seremia de medio ambiente, formulando proyectos informativos de cuidado del medio ambiente, reciclando en nuestra caleta entre otros.*
- *He tenido que hacer otros trabajos en tierra, no en mi trabajo en el mar. A todos nos ha tocado hacer esto, salir de la pesca y dedicarnos a otra cosa por mientras el mar esta malo.*
- *Antes no era tema porque había más recursos.*
- *Por ejemplo, nosotras estamos pensando en el futuro tener esta planta porque va a diversificar la actividad, es una manera de mitigar. Hay que hacer otras cosas. Por ejemplo, algunas socias trabajan en gastronomía.*

- *Yo pienso que a futuro no va a haber producto. Esto es una cadena de trabajo, porque está la persona que la recolecta, la seca, la vende. Entonces nos afectaría a todos. No tendríamos trabajo, ni futuro para nuestros hijos.*
- *Ya no se pillarán tan cerca, habrá que salir más lejos. Y eso implica todo, un esfuerzo económico, un esfuerzo físico.*
- *Pero así fue, ahora el kilo de navajuela se vende a \$1300 y antes a \$500. La normativa ayuda al medio ambiente.*
- *Ahora sí se hace. Hay plantas envasadoras, en donde se le hace un precocido y envasado y se vende por kilo a \$6000. Actualmente la producción se hace el 60% aquí, el resto se lo lleva el intermediario. Antes era al revés. Ahora debe haber unas 150 mujeres que hacen el desconchado. Hay una línea productiva bastante fuerte ahora.*
- *Incrementamos un poco más la cantidad de material para trabajar, echar más hielo, más insumos, más combustible, más comida. Es la parte negativa. A futuro va a ser más aún, ya lo viví con el bacalao. Antes ibas y volvía en el día, ahora no, vas y te quedas ahí, calas y tienes que esperar, para traer las cantidades que traías antes tienes que estar un mes afuera.*
- *Como información con 30 espineles se sacaba de 1.000 a 1.200 kilos de merluza más o menos 8 años atrás, hoy en día con 100 espineles solo se logra sacar 600 kilos.*
- *En el tema de la merluza para mitigar es invertir en instrumento y materiales en la pesca, si se viene en disminución y la merluza se va más profundo habrá que invertir y trabajar en otros recursos como la raya, el congrio, y trabajar en distintas épocas.*

Aspectos ambientales

- *“Me cuesta entender del todo el tema, pero sé que es algo que nos afecta a todos y puede ser fatal el día de mañana”.*
- *“El clima cambió mucho” / “En un futuro no muy lejano pérdidas totales de especies”.*
- *Mi trabajo si se encuentra vinculado directamente con el medio ambiente; De manera que, si son explotados los recursos irracionalmente, afecta directamente al medio ambiente.*
- *El cambio climático lo veo como un paso más cerca a la destrucción de la materia prima por la irracionalidad del hombre, cambios de la distribución poblacional de especies marinas.*
- *He escuchado muchas cosas, incluso algunas que no entiendo muy bien, como lo es la acidificación de los océanos, pero para mí son cambios en el ecosistema, que en este último tiempo se sienten cada vez más fuerte.*

- *Por mi parte yo veo en el mar que cada vez tenemos más marejadas, recuerdo en los años 80 nunca se echaba a perder la mar, pasábamos semanas o meses trabajando sin parar. Ahora tenemos que rezar por que el mar este bueno.*
- *Cambio de mareas, mayores marejadas, eventos de mareas rojas o cafés, aumento de temperaturas del mar, varazones de recursos etc.*
- *Dejar de ser extractores y transformarnos en cultivadores del mar.*
- *Siento que afectará más a la infraestructura más que a la pesca. Pero lo que si puede afectar es que cambie la temperatura del mar y con ello cambian las condiciones del mar y los peces pueden verse desplazados.*
- *Acá se manifiesta con marejadas más intensas, lluvias torrenciales y aumento de la desertificación.*
- *Me han afectado los aluviones que han dejado la macha tapada.*
- *En un año regular hay 30 eventos de marejadas y hasta julio de este año ha habido 54.*
- *Por ejemplo, ya no se puede pronosticar el tiempo como lo hacían los pescadores antiguos, todo es impredecible. Hay muchas marejadas con vientos inconstantes.*
- *Hay marejadas más frecuentes. Esta también el problema de los picorocos que se pegan a los ostiones.*
- *Veo que quizás no es tan negativo, porque el año pasado el ostión tardó 12 meses en ser cosechado en vez de los 18 meses. Pero por otro lado están creciendo los picorocos, así que es un arma de doble filo.*
- *En las mañanas puede haber mucho calor, y en las tardes ya tienes que prender estufa. Esto nos afecta también, en el tema de las algas. A veces las aguas están muy tibias. Los peces varan. Los últimos años lo he percibido.*
- *De repente aquí es fácil observarlo, porque hay unas tremendas temperaturas que nunca había antes. Han llegado a 29°C, 30°C y eso nunca se había visto antes.*
- *En el recurso del huepo ya no sale tan grande como antes que eran de 15 a 20 cm, ahora de 12, 13 y 11 cm. Se encuentran en las partes más profundas.*
- *Antiguamente no conocíamos lo que era la corriente del Niño o de la Niña, y ahora está más marcado, más recurrente. El tema de la salinidad del agua también es problema, porque el pez escapa del agua dulce. Yo lo veo preocupante.*
- *Altas temperaturas, llueve más, el cambio de las heladas, muy helado temprano y en el día la temperatura sube mucho, vientos fuertes, el mar crece más de lo normal que uno veía en el mes de agosto, creciente de mareas más altas en los últimos años, color del agua a 6 metros el mar esta más oscuro a un metro no se ve nada. Color verde a 200 y 300 metros el espinel sube negro. La merluza va a lugares menos profundos de diciembre a marzo.*

Aspectos sociales

- *Con mi familia (he hablado sobre el cambio climático) en el contexto de que los hijos deben dedicarse a otra cosa por la incertidumbre de lo que pueda pasar en nuestro sector en los próximos años.*
- *Creo que todo debemos educarnos acerca del tema, siento que aún hay muchas personas que no le toman el peso a este tema.*
- *Creo que la ley de cambio climático debe ser informada en los colegios y en todas las instituciones públicas y privados, que sea de conocimiento general, para que todos podamos contribuir con nuevas prácticas e ideas que puedan ayudar el planeta y la pesca artesanal.*
- *Se habla mucho en los debates políticos acerca del cambio climático, pero muchos lo hacen con la intención de conseguir votos, y muy pocos llevan a la realidad estas proyecciones a favor del cambio climático.*
- *Un poco de frustración por querer hacer algo más, que mis pares le tomen el peso a la situación y se capaciten más en el tema, para que podamos hacer algo en conjunto.*
- *En mi caleta me preocupo de informar a los turistas sobre el cuidado de las playas y el manejo de residuos, aunque a veces no hacen caso.*
- *Son de suma importancia para la concientización de las personas y la incorporación de los principales tópicos en la política pública para enfrentar las consecuencias de los efectos de estos cambios.*
- *De estas discusiones depende el futuro y la viabilidad de la humanidad en el futuro.*
- *Me preocupa que las nuevas generaciones no sepan hacer nada, veo un futuro difícil y siento que estamos al borde en el cuidado del medio ambiente.*
- *Creo que cambiara mucho, nuestra comunidad vivía antes 100% del mar, ahora hace unos 4 años atrás, muchos pescadores optaron por la minería y la pesca es un complemento, también para las nuevas generaciones vivir del mar se ha vuelto muy inestable.*
- *Al principio no mucho, no entendía nada acerca del tema, pero como llevo unos años de dirigente tuve que estudiar y escuchar acerca del tema, ahora soy un dirigente con conocimiento y me preparo para enfrentar la crisis climática.*
- *Que muchas cosas se trabajan a nivel político, pero creo que deben ser más participativos con el medio en general y sobre todo público.*
- *Otra cosa que me parece interesante que todos estos cambios y mitigaciones deben ser trabajados en colegios y jardines, son las nuevas generaciones las encargadas de difundir y mejorar las acciones humanas.*

- *Me da miedo que la comunidad sobre todo los más jóvenes tengan que emigrar a la ciudad a buscar otra fuente laboral, ya que, si se sigue pensando en desarrollar la pesca como hoy en día, el final está a la vuelta de la esquina.*
- *Me parece que crear normativas en cuadro paredes no sirve, las normativas se deben desarrollar con los distintos actores y ser vinculante, para que el día de mañana resulten las medidas y las personas cumplamos con lo comprometido.*
- *Generar ayuda a través de proyectos enfocados a la adaptación del cambio climático y como lo podemos hacer vinculante con la pesca artesanal y con las nuevas generaciones.*
- *Podemos desarrollar actividades que apoyen a las comunidades a estar preparados para enfrentar estos cambios, y ser agentes de cambios en nuestras comunidades, con planes de mitigación, adaptación, estrategias a largo plazo, creación y fortalecimiento de capacidades entre otras.*
- *Se necesita más gente que difunda estos temas y que estén en un lenguaje que los pescadores puedan entender.*
- *Entonces alguien nos debería enseñar, para que la gente entienda. Porque a veces la ambición por tener es más grande que la de cuidar el recurso. Yo veo que nosotros mismos estamos engañando al medioambiente en estas cosas.*
- *Nosotros lo hemos hablado, antes pensábamos en cómo mitigar. Pero ahora es algo que va más allá del dinero, porque eso va y viene. Pero la contaminación no tiene precio, no se puede pagar el valor que tiene el mar.*
- *Uno asume la realidad, y cree que hay más trabajo. Pero ¿A qué costo ese trabajo?*

Aspectos institucionales/normativas/capacitación

- *"Sé que hay un trabajo de las autoridades por desarrollar una ley de cambio climático".*
- *"El estado debe velar por nuestro ecosistema".*
- *Fiscalización, cosa que siempre está al debe la autoridad.*
- *Existen actividades en la mesa de la CORECC a través de ministerio de medio ambiente, SUBPESCA, autoridad marítima.*
- *INDESPA recursos, FAO GEF indicaciones de adaptación.*
- *Estamos con un proyecto en nuestra caleta que se llama "Fortalecimiento de la Capacidad de Adaptación en el Sector Pesquero y Acuícola Chileno al Cambio Climático".*
- *Si he sabido por parte de la Subsecretaría de Pesca mediante el proyecto Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuícola chileno al cambio climático.*
- *Me enteré más por el tema cuando los proyectos llegaron a nuestra caleta.*

- *Con mis compañeros conversamos en las charlas de proyectos o presentaciones de la autoridad, como podemos mejorar nuestros procesos productivos de manera sustentable.*
- *Más proyectos y bonificación al cultivo a pequeña escala, además de incluir en los proyectos pago de mano de obra de pescadores, muchas veces los proyectos fracasan por no incluir este ítem.*
- *Creo que nuestro sector necesita un ministerio del mar con urgencia, que evalúe, y que brinde apoyo en nuestra adaptación al cambio climático a través de educación, bonificación, incentivo, etc.*
- *Estos debates son necesarios, pero debería haber mesas de trabajo donde estén la industria, los políticos y las personas naturales, todos involucrados en el mismo tema.*
- *Recomendaciones Por de la Seremia de Medio Ambiente.*
- *Estoy esperando poder participar en un proyecto de pesca circular.*
- *Debiesen existir por parte de las entidades pesqueras como SERNAPESCA mayor capacidad de fiscalización y por parte de INDESPA, mas proyecto que vallan en resguardo de minorar el proceso del cambio climático.*
- *La ley de cambio climático en Chile que propone neutralidad de carbono al año 2050.*
- *Los nuevos escenarios climáticos puede que demanden nuevas tecnologías, una nueva forma de desarrollar la actividad que necesita ser apoyada desde el estado.*
- *Lo principal es incorporar tecnología y ciencia a los procesos pesqueros. Generar un ordenamiento pesquero orientado al consumo humano y la seguridad alimentaria, de manera tal que se promuevan procesos de acuicultura de pequeña escala y el fortalecimiento de la pesca artesanal de consumo humano. Para ello, es fundamental el apoyo del estado a través de una política pública.*
- *Creo que son muy importante, pero creo que todos debemos participar los políticos, pescadores, agricultores etc.*
- *También nosotros acá en Iquique nos juntamos en una mesa donde participamos varias personas y conversamos y armamos propuestas de cómo hacerle frente al cambio climático, nuestra mesa se llama mesa de cambio climático.*
- *Veo difícil que la gente cumpla con lo que exige la ley.*
- *Sé que hay recursos en INDESPA que van en apoyo de la pesca artesanal, para diversificar nuestro rubro. Pero no tengo mucha información si hay otras, ¡Ah! Y también a veces recibo un boletín de fundación Terram que entrega información y recomendaciones del cambio climático.*
- *El estado debe proporcionar mayor ayuda en los procesos de tramitación pesquera que permitan diversificar de manera sustentable la pesca, siempre es muy difícil conseguir permisos u autorizaciones.*

- *También debiesen existir más bonificaciones a emprendimiento sustentables que tengan que ver con la pesca y sus rubros asociados.*
- *Solo sé que existen bonificación a los cultivos de algas como medida de adaptación por INDESPA. También algunas recomendaciones de la Seremi de medio ambiente en nuestra región.*
- *Creo que la burocracia de este país para hacer cosas nuevas en cuanto a cultivos, son muy extensas, tienen que pasar años para que aprueben una resolución y eso desmotiva a cualquiera, sobre todo nosotros que vivimos en sector rural.*
- *Creo que deben existir más apoyo financiero a emprendimientos y proyectos que aporten a la estrategia climática.*
- *En la pesca artesanal el Estado se debe hacer cargo a través de sus entidades pesqueras, donde se elaboren las estrategias y planes sectoriales en post del ecosistema y economía de las familias de la pesca artesanal.*
- *Un proyecto de CORFO, enfocado al cultivo de algas comestibles.*
- *Recomendaciones solo hechas por FAO en adaptación al cambio climático para la pesca artesanal.*
- *Apoyo económico para desarrollar estas actividades de monitoreo ambiental, desarrollo de valor agregado, apoyo a las pymes apoyo desde el gobierno regional y las entidades relacionadas con el mar INDESPA, CORFO, SERCOTEC etc.*
- *En el año 2019 hice una capacitación de la FAO y aprendimos con un grupo de mujeres a cultivar ostras y nos estamos dedicando a eso en este momento.*
- *Claro que ha sido importante, por ello nos inscribimos en el taller de la FAO.*
- *Lo del proyecto que tuvo la FAO acá en Tongoy en el 2019-2020.*
- *Si se puede, primero con el ejemplo. Nosotras como cultivadoras no dejamos ningún residuo, hasta la concha se está usando para sustrato de fijación. Eso lo estamos haciendo en conjunto con la UCN.*
- *¡No sabemos cómo empezar y necesitamos saber!*
- *Hicimos un taller de Cambio Climático y nos mostraron soluciones para el agua en caletas, con modelos de desalación a pequeña escala para las caletas.*
- *Las limpiezas de playa en el marco del acuerdo de producción limpia. Se hace todas las semanas y después de una marejada también.*
- *Creo que se debe generar una política de desarrollo local, donde se potencie a las caletas para que haya centros tecnológicos que provean de semillas a las caletas que cultivamos, apoyados por las empresas que tienen sus proyectos que cuentan con Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA).*
- *El estado debería tener un Ministerio del Mar, con una política clara, por ejemplo, en materia de que plásticos se deberían usar y así poder reciclarlos.*



- *Podría apoyar el Servicio Nacional de Pesca, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, el municipio, organizaciones. Universidades y técnicos que puedan apoyar, ya sea en los conocimientos de cultivo o del comportamiento de los recursos.*
- *"Estos talleres de la FAO fueron muy importantes para nosotros porque nos enseñaron a darnos cuenta de que el Cambio Climático está con nosotros y no tenemos más que hacer que adaptarnos".*

Tabla 10. Parte 1. Matriz de percepción de vulnerabilidad frente a peligros o amenazas y riesgos percibidos.

Percepción del nivel de Impacto	Alto	<p>Amenazas/peligros y riesgos percibidos como volátiles, pero al mismo tiempo de impacto importante</p> <p>Cambio en la presencia de diferentes especies</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habrà que adaptarse a los recursos que estaràn disponibles 	<p>Amenazas/peligros y riesgos conocidos y considerados importantes</p> <p>Cambios irreversibles en el medioambiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambios en las marejadas y temperatura del agua • Cambio del nivel del mar, lo que afecta a la infraestructura existente <p>Pérdida del ingreso económico por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recurso desaparece • Recurso emigra, lo que haría más costoso su captura • Disminución en la calidad de los productos <p>Cambios sociales/demográficos: Las nuevas generaciones no van a poder vivir de la pesca y buscan oportunidades en otros lados</p> <p><i>«si seguimos así no vamos a tener recursos, ni algas si quiera, porque si seguimos así las aguas van a estar calientes que ni las algas van a sobrevivir. Para todos es malo el cambio climático.»</i></p> <p><i>«a futuro las cuotas van a ir bajando más. Entonces eso repercute económicamente.»</i></p> <p><i>«Yo pienso que a futuro no va a haber producto. Esto es una cadena de trabajo, porque está la persona que la recolecta, la seca, la vende. Entonces nos afectaría a todos. No tendríamos trabajo, ni futuro para nuestros hijos.»</i></p> <p><i>«El producto no va a salir como sale, la calidad cada vez empeora (recolectores)»</i></p> <p><i>«Antiguamente no conocíamos lo que era la corriente del Niño o de la Niña, y ahora está más marcado, más recurrente. El tema de la salinidad del agua también es problema, porque el pez escapa del agua dulce. Yo lo veo preocupante.»</i></p> <p><i>«Incrementamos un poco más la cantidad de material para trabajar, echar más hielo, más insumos, más combustible, más comida. Es la parte negativa. A futuro va a ser más aún, ya lo viví con el bacalao. Antes ibas y volvía en el día, ahora no, vas y te quedas ahí, calas y tienes que esperar, para traer las cantidades que traías antes tienes que estar un mes afuera.»</i></p> <p><i>«Ya está afectando el cambio climático y lo podemos ver a diario en el río ya que no entra agua y no ingresa nada, ya que en el ingreso se llenó de arena (se embaucó), se piensa que existen más altas temperatura lo que produce que se reproduzcan las algas recilonio no permitiendo el crecimiento del pelillo»</i></p> <p><i>«Muy cercano ya que cada vez vemos que nuestro trabajo se ve afectado por los cambios bruscos de temperatura, vientos.»</i></p> <p><i>«Afectadísimo, creo que dentro del rubro productivo junto la agricultura somos los más perjudicados con el cambio climático»</i></p> <p><i>«En realidad, el miedo más grande es que la reineta desaparezca de la zona, emigrando a otras zonas.»</i></p>
---------------------------------	------	--	---

Tabla 10. Parte 2. Matriz de percepción de vulnerabilidad frente a peligros o amenazas y riesgos percibidos.

	Bajo	Amenazas/peligros y riesgos percibidos como volátiles y cuyo impacto es percibido como reducido por el momento Positivo: Cambio de temperatura incluso puede acortar tiempos de cultivo, pero existe el peligro que también favorece un mayor crecimiento de algas. «En cierto modo algunas cosas han sido favorables, porque como ha aumentado la temperatura, el ostión ha tenido un menor tiempo de crecimiento. Veo que quizás no es tan negativo, porque el año pasado el ostión tardó 12 meses en ser cosechado en vez de los 18 meses. Pero por otro lado están creciendo los picorocos, así que es un arma de doble filo.» «Ni buenos ni malos, hemos tenido que adaptarnos a ellos.»	Amenazas/peligros y riesgos conocidos, pero sin mayor influencia Cambio en la presencia de diferentes especies o cambio en la temporada de presencia de los recursos • Se adapta a los recursos que estarán disponibles «En nuestro caso en que los peces llegan en temporadas que antes no lo hacían. Pero por ahora no es grave.» «Cultivo (con buenas prácticas de limpieza): Creo que los cultivos no van a dejar de existir, pero vamos a tener que adaptarnos y proveernos de buenas prácticas.»
		Bajo	Alto
Percepción de la probabilidad de que le afecte a la persona			

Citas en relación con la matriz (Tabla 10)

- *Empezamos muy tarde a preocuparnos.*
- *Aún me cuesta entender del todo el tema, pero sé que es algo que nos afecta a todos y puede ser fatal el día de mañana.*
- *Siento que nuestro planeta está en problema por la crisis climática y que los pescadores seremos uno de los más afectados.*
- *El clima cambio mucho.*
- *Hoy en día ya tenemos implicancia, poca producción, y el pescado de roca ya casi no existe.*
- *Espero nos podamos adaptar como una caleta sustentable con el fin de mantenernos como polos turísticos de la ciudad.*
- *Preocupación que el día de mañana la pesca artesanal no nos dé para vivir como lo ha hecho hasta hora.*
- *Afectadísimo, creo que dentro del rubro productivo junto la agricultura somos los más perjudicados con el cambio climático.*
- *Uno o dos grados que suba la temperatura en la tierra, afecta a la tierra en grandes catástrofes, ya sea el calentamiento del agua del mar, los océanos y los derretimientos de los polos afecta directamente a la humanidad.*
- *Se manifiesta con tormentas anormales, mucha sequía, agotamiento de los recursos marinos, y todo esto, a final de cuentas, encarece los costos de la vida.*
- *Si continuamos descuidando el medio ambiente, en una protección de aquí a 100 años van a haber hambrunas, guerras por conseguir el agua, el combustible y los alimentos, o sea un holocausto terrestre.*

- *Escases de recursos, varaciones de recursos bentónicos, nuevas especies pelágicas dentro del área bentónica. Y por supuestos muchísimas marejadas, en el mes no se puede trabajar más de 10 a 15 días.*
- *Muy rápidos los cambios, pero sé que serán cada día peores. Debemos comprometernos todos lo antes posible.*
- *Las marejadas afectan mis días de trabajo como también la poca producción que existe. Y creo que esto cada día será peor.*
- *Se trata de una de las mayores amenazas a nivel mundial. Dado que altera los patrones de vida en todo nivel de manera que produce una serie de situaciones que a la fecha se muestran impredecibles.*
- *Puede arrastrar consecuencias sociales difíciles de contener desde el ámbito de la política. Hambre, sed, sequías, pérdidas de la pesquería etc.*
- *Los cambios de temperatura inciden de manera directa en la biodiversidad disponible para la actividad pesquera. La distribución poblacional de las especies se tiende a modificar. También se alteran las condiciones ambientales del trabajo pesquero, con el aumento de marejadas y vientos que condicionan la actividad.*
- *Generan mucha incertidumbre en el sector e inseguridad para los próximos años.*
- *Generan incertidumbre dado que la adaptabilidad es complicada en un contexto de precariedad del sector pesquero artesanal de consumo humano en el país. Existe el riesgo a que la actividad se precarice aún más, que las tecnologías disponibles no den abasto para generar los cambios necesarios para enfrentar los desafíos climáticos.*
- *He hecho algo diferente: Cuando comienzan a reducir las capturas. Se ve complejo porque sumado al efecto de la sobre pesca la consideración climática es una condición muy difícil de sobre llevar.*
- *Sin duda, Iquique es una ciudad costera, donde los cambios pueden expresarse de manera categórica. Ya sea mediante la alteración de la dinámica oceanográfica producto del incremento de la línea de mareas, hasta la alteración de las comunidades y poblaciones de diferentes especies que son sustento para la pesca artesanal.*
- *Una de las cosas que también he visto, es que algunas especies han desaparecido y a veces vemos también mariscos varados (los biólogos dicen que son mínimas de oxígeno) - yo no entiendo mucho, pero lo que sé es que cada vez son más recurrente.*
- *Me preocupo de ir trabajando día a día como diversificar nuestro rubro de la pesca artesanal, para que no desaparezca nuestra cultura.*
- *Todos nos veremos afectado de una u otra forma, pero en especial los que vivimos del mar.*
- *Implicancias graves, incluso pienso que si no nos adaptamos la raza humana podría desaparecer un futuro no muy lejano.*
- *Gravísimos y muy negativos para nuestra economía y sin duda un gran desafío para la pesca artesanal y mundo en general. Debemos adaptarnos rápidamente, antes que sea demasiado tarde.*
- *Implicancias directas primero: económicamente, nuestra economía doméstica y familiar, se ha visto muy afectada, y en Segundo lugar relación con el medio ambiente y sus recursos marinos. (“es grave”).*



- *Afectados directamente, los trabajadores que dependemos del medio natural, somos y seremos siempre uno de los mayores afectados en este proceso de cambios e incertidumbre.*
- *Si de manera directa aumento de marejadas y cambios del comportamiento del mar, menor ingreso económico y tal vez si no nos adaptamos pueda desaparecer nuestro rubro.*
- *En el avance del mar y los tsunamis que han afectado últimamente la zona.*
- *Acá de septiembre a diciembre baja el oxígeno y hay mortalidad de ostiones y baja captación de semillas. Puede que aumente la temperatura u otros factores y comiencen a crecer, como sucede ahora los picorocos en los ostiones que ha sido un problema grave.*
- *Yo creo que son bastante peligrosos, si no sabemos cuidar o ayudar que la naturaleza vuelva a hacer como era estamos en riesgo de perder varias cosas. Me refiero a las especies, los cultivos, los productos del mar.*

Resultados (asociados al Objetivo Específico 3).

Diagnóstico sobre la gobernanza en la aplicación efectiva del plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura.

Diagnóstico de la importancia del tema de cambio climático en los espacios de gobernanza colaborativa para la adaptación al cambio climático en el sector Pesca y Acuicultura (PyA)

Antecedentes

El actual periodo de adaptación al cambio climático se encuentra estructurado por las orientaciones incluidas en el Proyecto de Ley Marco del Cambio Climático (actualmente en discusión en el Congreso) y la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), presentada oficialmente en la reunión de COP 26 realizada en noviembre 2021 en Glasgow, Reino Unido). Se espera que estos dos instrumentos orienten el actuar del Estado chileno durante los próximos 50 años.

En este segundo diagnóstico, desde la perspectiva de gobernanza y coherencia de políticas públicas, se presentan los principales instrumentos de planificación contemplados para fortalecer las capacidades institucionales. Después, se analiza la integración de la adaptación al cambio climático a la gobernanza del sector PyA.

Instrumentos de planificación para fortalecer capacidades institucionales

La incorporación de adaptación al cambio climático a la gestión pública a menudo se entiende como un proceso desde arriba hacia abajo (top-down). Como parte del Acuerdo de París (2015), los países deben preparar e implementar Planes Nacionales de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), que incluyen la identificación de prioridades de adaptación a mediano y largo plazo considerando los sectores más vulnerables a los efectos del cambio climático.

Para poder transversalizar los objetivos de adaptación al cambio climático a la gobernanza del sector PyA, se elaboró un Plan Sectorial, el cual incluye acciones para transversalizar los objetivos en la gestión de las principales pesquerías y actividades de acuicultura a través de planes de manejo, velando por la coherencia entre los instrumentos. Idealmente, se consideran los instrumentos de planificación que tienen los otros planes sectoriales (**Figura 29**). El Plan Regional de Cambio Climático puede ser un instrumento que permite integrar un enfoque territorial e intersectorial a la respuesta pública en adaptación al cambio climático.

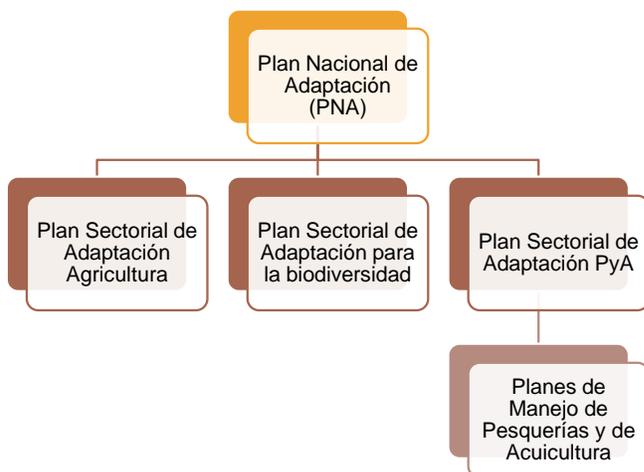


Figura 29. Relación entre los principales instrumentos de planificación.

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

El PNACC involucra a los distintos sectores priorizados por el Estado. Idealmente, el PNACC adopta un enfoque intersectorial integrando conocimiento sobre los efectos relacionados con el cambio climático a las políticas públicas y a la gobernanza de los principales sectores productivos para evitar que acciones en un sector generen externalidades negativas en otros sectores. Por lo tanto, el PNACC intersectorial debe incluir explícitamente al sector PyA. Y, además, se requiere integrar en los distintos espacios de gobernanza del sector PyA, la adaptación al cambio climático (ACC) a partir del enfoque ecosistémico (Brugere y De Young 2020). En este sentido, la participación de los distintos sectores en su elaboración favorecería el conocimiento mutuo sobre las necesidades y preocupaciones de cada sector.

Según el enfoque ecosistémico en la PyA, la buena gobernanza depende de la coordinación, comunicación y cooperación sistemáticas entre sectores, entre niveles de gobiernos y con productores y otras partes interesadas (FAO 2017). Al mismo tiempo, la gobernanza de PyA es compleja y presenta diferencias importantes entre países, en especial en relación con la manera de adaptarse al cambio climático (Anh *et al.* 2011, Biesbroek *et al.* 2018, Henstra 2017). De hecho, cada sistema nacional de gobernanza de la PyA comúnmente consta de varios subsistemas independientes que se interconectan, pero también pueden entrar en conflicto (FAO 2017). Estas condiciones, instituciones, organizaciones y mecanismos directivos preexistentes pueden facilitar o impedir la buena gobernanza de la PyA, donde la coherencia entre las políticas relevantes es clave (Jochim



y May 2010). Esto es especialmente importante para aquellos países donde la PyA realiza una contribución importante a la seguridad alimentaria de las economías nacional y locales. Por lo tanto, para lograr un sector de PyA más resiliente, hay dos requisitos. Por un lado, el sector de PyA debe participar activamente en la elaboración del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para asegurar la inclusión de sus prioridades. Un segundo requisito es la complementariedad efectiva del enfoque ecosistémico con la adaptación al cambio climático en las políticas sectoriales de PyA y en los diferentes niveles de gobierno. Además, para minimizar los posibles conflictos y las externalidades negativas, los planes sectoriales deben desarrollarse en diálogo con el PNA y los otros planes sectoriales. Cuando se desarrolla de esta manera, el PNACC resultante debería generar una mayor resiliencia para el sector y las comunidades que dependen de la pesca y acuicultura.

Como parte esencial del proceso de elaboración del PNACC y del Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura (PACCPA), y para favorecer la coherencia entre los instrumentos de planificación, no basta con un enfoque desde arriba hacia abajo, sino que el sector PyA debe fomentar la colaboración y el diálogo entre los múltiples involucrados, instituciones, sectores y escalas territoriales. Idealmente, cada país cuenta con estructuras institucionales que permiten el necesario intercambio de información entre el sector público, los actores privados y los científicos para establecer objetivos compartidos; y facilitan la coordinación institucional multinivel con una clara división de funciones y responsabilidades. Otros factores que favorecen la implementación efectiva del Plan Sectorial son la capacidad para movilizar recursos financieros y llevar a cabo el seguimiento y la evaluación de los resultados. En la mayoría de los países, la planificación proactiva basada en la coordinación intersectorial y multinivel con comunicación clara, y con participación activa, sigue siendo un desafío importante.

Debido a esta complejidad, el diseño de un proceso de integración coherente debe analizar las fortalezas y debilidades de la capacidad institucional desde el enfoque de gobernanza. Para seleccionar acciones que permitan fortalecer la capacidad institucional de gobernanza, se requiere describir el alcance de la colaboración intersectorial, así como la coordinación institucional entre los niveles nacional, provincial y local a fin de establecer objetivos y recursos compartidos.

Complementariamente, es imprescindible implementar un programa de capacitación/inducción, eficiente y efectivo, a los funcionarios públicos y directivos para establecer una base de conocimiento y lenguaje común respecto a conceptos, metodologías y estrategias que permitan la mencionada integración intersectorial de adaptación al cambio climático.



Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Pesca y Acuicultura (PACCPA).

El diseño e implementación de un PACCPA debe establecer prioridades nacionales y orientar la inversión y la capacitación para aumentar la capacidad adaptativa de la pesca y acuicultura (PyA) en todo el país. Aunque muchos países realizan acciones para adaptar el sector al cambio climático, la elaboración participativa de un PACCPA facilitaría el uso más efectivo de los recursos disponibles y la complementariedad entre el actuar de distintos actores involucrados porque la presencia de acuerdos efectivos de gobernanza multinivel es un factor significativo que afecta la integración de políticas (Howlett *et al.* 2017).¹³

Además, el mismo proceso para elaborar el PACCPA puede ser una oportunidad para construir conciencia sectorial sobre la vulnerabilidad al cambio climático, así como una mayor comprensión de la capacidad institucional requerida para adaptarse a estas condiciones económicas, ambientales y sociales cambiantes desde un enfoque de género. Será un plan a mediano plazo que identifica metas y resultados claros expresados en indicadores claramente definidos. Sus acciones deben abordar los principales desafíos e impactos identificados, asignando las pertinentes y oportunas fuentes de financiamiento y recursos humanos.

Para consolidar la gobernanza del sector, un PACCPA bien desarrollado incluirá el desarrollo de capacidades y el fortalecimiento de coordinación con otros Ministerios, con expertos y con los principales actores involucrados (actores empresariales, comunidad y gobiernos subnacionales). Se debería incorporar específicamente las cuestiones locales mediante la descentralización de la planificación utilizando un enfoque espacial. Para fortalecer el cumplimiento y la legitimidad del Plan, es clave la transparencia pública de los mecanismos de monitoreo y evaluación.

Como parte del diseño de un PACCPA, se requiere identificar las principales fortalezas y debilidades en el análisis de los siete componentes de capacidad institucional: marco normativo; las políticas, programas y planes, y especialmente los instrumentos de gestión del PyA para la gobernanza del sector a diferentes escalas (nacional, subnacional y local). Así, en el proceso de elaboración, se puede contemplar actividades para mejorar la colaboración con actores involucrados privados y públicos. Siempre que sea posible, debe prestarse atención a garantizar la coherencia de los indicadores entre escalas y niveles. Además, se debe realizar una evaluación de la coordinación vertical y la retroalimentación entre los niveles nacional y subnacional para identificar las fortalezas y necesidades en los siguientes ámbitos.

¹³ La integración de políticas se entiende como la coexistencia fluida de los diferentes elementos involucrados en el diseño y la creación de la combinación de políticas: políticas, estrategias y planes, leyes y reglamentos, arreglos administrativos e institucionales. Ver: Howlett, M., Vince, J., y del Río, P., 2017. Policy integration and multi-level governance: addressing the vertical dimension of policy combination designs. *Politics and Governance*, 5:69-78.



Análisis de la integración de adaptación al cambio climático a la gobernanza del sector PyA.

La gobernanza de pesca y acuicultura se refiere a la gestión de los recursos del sector, incluyendo las reglas, instituciones y actores que participan en el diseño e implementación de las políticas públicas. Según la OECD (2020), un sistema efectivo de gobernanza es central a la gestión sustentable y equitativa del sector. Como ya hemos visto, para evitar la mala-adaptación, se requiere integrar a la gobernanza la gestión de riesgos de cambio climático, generalmente desarrollado desde el Ministerio de Medio Ambiente.

Para analizar la integración de la adaptación al cambio climático (ACC) a los distintos espacios de decisión del sector PyA, se utilizará el enfoque de "régimen de políticas" (policy regime). Este enfoque busca describir los arreglos establecidos para conducir intereses dispersos hacia objetivos compartidos que permiten abordar un problema público complejo. Para analizar la coherencia de los distintos subsistemas del régimen, se consideran los siguiente componentes: a) las ideas que define el problema y sus causas, b) el diseño institucional que integra los distintos subsistemas de políticas, y c) los intereses en juego (May y Jochim 2013).

Al mismo tiempo, en el análisis de la gobernanza de PyA, se requiere considerar el contexto institucional y tradición administrativa correspondiente a cada país porque inciden en la manera que distintos países abordan la adaptación al cambio climático (Biesbroek *et al.* 2018). En particular, es importante comprender las diferencias entre un Estado unitario y uno Federal. Por ejemplo, un Estado Unitario centralizado puede establecer un marco común, facilitando la coordinación vertical y horizontal. No obstante, esta tendencia desde arriba hacia abajo (top-down), limita los aportes desde los distintos territorios. La comprensión de estas tendencias permite identificar acciones que busca superar los limitantes como en el caso de Dinamarca, donde establecieron un equipo experto sobre ACC para dar apoyo a los municipios con menor capacidad institucional. Por otro lado, el Estado de Canadá ha logrado una aceptación amplia de la necesidad de adaptarse al cambio climático, ha incluido a los actores involucrados en la deliberación sobre las políticas y ha establecido arreglos institucionales que inducen coordinación entre los sectores más vulnerables al cambio climático (Henstra 2017).

Desde el enfoque de subsistemas de políticas públicas, Henstra (2017) analiza el liderazgo al nivel nacional para establecer políticas de adaptación al cambio climático en Canadá, reconociendo los múltiples desafíos que se enfrentan como Estado Federal en el desarrollo de una respuesta efectiva. Primero, fue un proceso que se desarrolló a lo largo de 30 años con un foco en la construcción de conocimiento científico a través de una red con múltiples nodos. En un segundo periodo, se establecieron "Regional Adaptation Collaboratives", que son redes de intercambio de conocimientos ubicados en diferentes regiones geográficas, y cuyo diseño permitió el involucramiento y colaboración entre el

sector público, la industria, academia y las ONGs en la planificación de la adaptación. Así, se transformó la colaboración en un punto clave de la política a partir de la labor realizada por grupos de trabajo que generaron una diversidad de insumos para la política de adaptación. En el último periodo, desde 2011, se estableció la Plataforma de Adaptación¹⁴ para facilitar la colaboración e intercambio de información.

El régimen en Canadá se caracteriza por cuatro ideas sobre adaptación: la respuesta debe ser proactiva y planificada; se requiere la gestión del riesgo; se requiere colaboración; y debe ser transversal al actuar. Henstra observa que no hay fuerte oposición a la adaptación porque los costos y beneficios son difusos (Henstra 2017).

Los subsistemas institucionales de adaptación al cambio climático en Chile

Como hay muchos actores y centros de toma de decisión, se determinó utilizar el concepto de **subsistema de políticas** para caracterizar la institucionalidad y sus interacciones del sub-sistema de PyA con el subsistema del cambio climático, enfocándose en los espacios de toma de decisión como se resume en la **Tabla 11**.

Tabla 11. Consejos y Comités relacionados con el sector de pesca y acuicultura.

	Sub-Sistema de PyA (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Ministerio de Economía)	Sub-Sistema de ACC (Oficina de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente)
Nacional Interministerial -	Grupo Técnico Asesor para la implementación del PACCPA	Comité Asesor por la Acción Climática
Nacional Ministerial -	Consejo Nacional de Pesca (CNP) Comisión Nacional de Acuicultura (CNA)	Equipo Técnico Interministerial de Trabajo Interinstitucional (ETICC) sobre CC
Nacional público-privado	Comités de Manejo de Pesquerías Comités Científico Técnico	
Zonal-Regional público-privado	Consejos Zonales de Pesca y Acuicultura	15 Consejos Regionales de Cambio Climático (CORECC)
Local público-privado	Comité de Manejo de pesquerías locales Organización de Pescadores Artesanales (OPAs) con AMERBs Asociación de comunidades indígenas con Espacio Costero Marino de Pueblos Originarios (ECMPO) Asociaciones/agrupaciones locales de acuicultores con centros de cultivo específicos (salmones, moluscos, algas)	

Fuente: Elaboración Propia.

14 <https://www.nrcan.gc.ca/climate-change/impacts-adaptations/adapting-our-changing-climate/10027>
Proyecto “Asesoría para la implementación y actualización del plan de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura (PACCPA) 2021”. Código ID-4728-16-LE21”.

Se analizaron las actas para verificar: i) la inclusión de cambio climático en los espacios de gobernanza de PyA, y ii) la inclusión de PyA en los espacios de gobernanza de Cambio Climático. El presente informe se basa en la información y actas disponibles por transparencia activa para el periodo enero 2018 hasta septiembre 2021.

El presente diagnóstico informa sobre los siguientes espacios institucionales: Consejo Nacional de Pesca, Comisión Nacional de Acuicultura, 8 Consejos Zonales de Pesca, los 11 Comités Científico-Técnicos y los 37 Comités de Manejo de Pesquerías. Quedan pendientes, por falta de información los siguientes, espacios menos institucionalizados: Grupo Técnico Asesor de la SUBPESCA para la Adaptación al Cambio Climático, Mesa Regional de Marea Roja y la Mesa Salmon.

Espacios de Gobernanza en el Marco Institucional de Pesca y Acuicultura

Nivel Zonal: Nacional Público-Privado

1. Consejo Nacional de Pesca (CNP)

El Consejo Nacional de Pesca ha sido uno de los principales espacios de gobernanza público-privada del sector pesca en las últimas tres décadas. Con la última modificación de la Ley General de Pesca y Acuicultura, se transformó su rol en la definición de las cuotas.

Según la documentación oficial, “contribuye a hacer efectiva la participación de los agentes del sector pesquero en el nivel nacional en materias relacionadas con la actividad de la pesca y de la acuicultura. Tiene carácter resolutivo, consultivo y asesor en aquellas materias que la ley establece. Emite sus opiniones, recomendaciones, proposiciones e informes técnicos debidamente fundamentados a la Subsecretaría, en todas aquellas materias que señala la ley, así como en cualquier otra de interés sectorial”.

Se reúne generalmente 4-5 veces al año. Entre enero 2018 y septiembre 2021, hay 14 actas disponibles en transparencia activa. De estas 14 actas, tres actas mencionaron cambio climático, pero sin tomar decisiones sobre acciones futuras.

Conclusión: Se observa una débil integración de la ACC en el CNP.

2. Comisión Nacional de Acuicultura (CNA)

La Comisión Nacional de Acuicultura entró en funcionamiento en 2004 después de la promulgación de la Política Nacional de Acuicultura. Como entidad público-privada, su función es asesorar al presidente de la República, a través del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, en la formulación y evaluación de las acciones, medidas y programas que se requiere.

La entidad considera al menos tres reuniones ordinarias al año, las que son presididas por el Subsecretario de Pesca y Acuicultura e integradas por seis representantes de organismos públicos y doce del sector privado.

Para el periodo estudiado, no hay actas publicadas en transparencia activa, por lo que se solicitaron formalmente las actas correspondientes al periodo del enero 2018 a octubre 2021, recibiendo 5 actas: 2 por 2018, 2 por 2019 y 1 por 2020. De estas 5 actas, tres actas mencionaron cambio climático, pero sin tomar decisiones sobre acciones futuras.

Conclusión: Se observa una débil integración de la ACC en la CNA.

A nivel de pesquería, existen dos espacios de gobernanza público-privada al nivel de pesquería. Por un lado, hay 11 comités científico-técnicos que son organismos asesores y/o de consulta de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en materias científicas relevantes para la administración de las pesquerías y de acuicultura, creados a partir de la Ley N° 20.657 (2013).

Por otro lado, hay los Comités de Manejo, que no organismos consultivos y asesores de la autoridad pesquera, integrados por los principales representantes sectoriales de cada pesquería, así como funcionarios de SUBPESCA y SERNAPESCA.

Comités Científicos Técnicos (CCT).

Son ocho CCT para pesca y tres para acuicultura. La **Tabla 12** resume el número de actas por Comité revisadas del periodo evaluado (2018-septiembre 2021) y el N° de actas que mencionan cambio climático (CC). Como se puede observar, las actas de 4 de los 11 CCT no mencionan cambio climático.

Tabla 12. Mención de cambio climático en CCT.

	CCT	Nº de actas	Nº de actas que mencionan CC
En pesca	Recursos Bentónicos	23	4
	Pesquerías de Pequeños Pelágicos	25	2
	Pesquería Pelágica de Jurel	10	1
	Recursos Demersales Zona Centro-Sur	19	0
	Recursos Demersales Zona Sur Austral	15	0
	Recursos Demersales de Aguas Profundas	17	1
	Recursos Crustáceos Demersales	21	0
	Recursos Altamente Migratorios, Condrictios y Biodiversidad	4	1
En acuicultura	Ambiental	18	2
	Sanitario	11	0
	Ordenamiento Territorial	11	3
Total	11	174	17

Fuente: Elaboración propia.

Conclusión: 4 CM que mencionan cambio climático, indicando una integración incipiente de cambio climático en general. Considerando su carácter científico-técnico, se puede integrar ACC en el corto plazo.

Comités de Manejo

Son 37 Comités de Manejo establecidos según los artículos N° 8 y N° 9 de la LGPA. Se revisaron 718 actas, identificando 34 menciones de cambio climático. De los 37 Comités, 23 no mencionaron cambio climático en el periodo analizado, 6 lo mencionaron una sola vez y 5 lo mencionaron dos veces. En la **Tabla 13** se presentan las tres Comités con al menos 2 menciones de cambio climático.

Tabla 13. Comités de Manejo con más de 2 menciones de cambio climático.

Comité de Manejo de Pesquerías	Nº de Actas Enero 2018 – sept 2021	Nº de Actas que mencionan cambio climático
Jurel	21	4
Centolla y Centollón de la Región de Magallanes y Antártica chilena	19	6
Merluza del Sur	35	8

Fuente: Elaboración propia.

Conclusión: Considerando que casi dos-tercios de los Comités no mencionaron en sus actas el tema cambio climático, y que ningún Comité ha logrado integrar esta variable a sus planes de manejo, se observa conocimiento muy general e incipiente que no se logra integrar en la toma de decisiones.

Nivel Zonal – Regional

Consejos Zonales de Pesca y Acuicultura

En la Ley General de Pesca y Acuicultura, el Consejo Zonal de Pesca y Acuicultura juega un rol en dar una voz descentralizada, con carácter resolutivo y consultivo en aquellas materias que la ley establece, y en especial en relación con las medidas administrativas que adopte la autoridad. Además, busca hacer efectiva la participación de los agentes del sector pesquero y de acuicultura en el nivel zonal, en materias relacionadas con la actividad de pesca y acuicultura.

Actualmente existen ocho oficinas para la atención más expedita y oportuna de los/as usuarios / usuarias en regiones. A cada oficina, corresponde un Consejo Zonal.

Para el periodo estudiado (enero 2018 – septiembre 2021), cinco de los Consejos Zonales no se encuentran funcionando debido a la necesidad de renovarse. En las tres Consejos funcionando, hubo solamente un acta que mencionó cambio climático como se resume en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Inclusión de Cambio Climático en las Actas de cada Consejo Zonal.

Consejos Zonales de Pesca	Nº de actas 2018-sept. 2021	Nº de actas que mencionan cambio climático
Región XV Arica I, de Tarapacá y II de Antofagasta	0	0
Regiones III de Atacama y IV Coquimbo	34	0
Regiones V de Valparaíso, VI del Libertador Bernardo O'Higgins y VII del Maule	0	0
Región XVI de Ñuble y VIII del Biobío	0	0
Regiones IX de Araucanía y XIV de Los Ríos	12	1
Región X de Los Lagos	5	0
Región XI de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	0	0
Región XII de Magallanes y Antártica Chilena	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Conclusión: Se observa la casi nula integración de la ACC en los consejos zonales de pesca.



Integración de Pesca y Acuicultura en la Gobernanza de Adaptación al Cambio Climático.

En Chile, el Ministerio de Medio Ambiente juega un rol rector en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como también en la adaptación al Cambio Climático a través la **Oficina de Cambio Climático (OCC)**. La OCC, en coordinación con otras instituciones públicas, lidera los procesos de elaboración e implementación de planes, desarrolla agendas, capacitación y apoyo para gestionar financiamiento a través de fuentes internacionales y actividades relacionadas al cambio climático. También, preside el **Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC)**.

A nivel interministerial

Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático

Para la coordinación técnica y de manera interministerial, hay el **Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC)**. Está presidido por la OCC y conformado por los Puntos Focales de Cambio Climático de los Ministerios competentes en Cambio Climático (Hacienda, Relaciones Exteriores, Defensa Nacional, Desarrollo Social, Agricultura, Educación, Energía, Salud, Vivienda y Urbanismo, Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones, Minería Pública, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Corporación de Fomento de la Producción, otras divisiones de Ministerio de Medio Ambiente) y la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático. En 2020, se incorpora el Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género. En 2020, tiene responsabilidad para coordinar la elaboración de la Estrategia Climática a Largo Plazo (2020 – 2021), Planes de acción regional de cambio climático (Atacama, O'Higgins, Los Ríos, Los Lagos) y el Reporte Plan Adaptación Cambio Climático.

Entre enero 2020 y junio 2021, hubo 11 reuniones informadas, en las cuales se aprecia un trabajo expositivo en torno a informes, consultorías, políticas, planes y programas, con espacios intermedios para preguntas y respuestas. Asimismo, se difunden iniciativas relacionadas al CC por parte de cada uno de los sectores representados en el ETICC.

Conforme a la documentación revisada, existen matrices que sistematizan las preguntas y sus respectivas respuestas.

En exposiciones de diversas instituciones se menciona la importancia de contar con instancias de gobernanza para adaptarse al cambio climático en cada sector. La gobernanza se orienta hacia la ECLP. No se hace mención directa a gobernanza al interior de ETICC. En el proceso de actualización NAP 2021-2022 se releva la necesidad de contar



con gobernanza en estrategias de adaptación, contando con mecanismos de colaboración público-privados.

En reunión de 25 de junio 2020, Subpesca expone sobre el Plan de Adaptación al Cambio Climático por parte del sector. Desde 2021 en adelante el foco es: iniciar el segundo ciclo de planes sectoriales, contar con Plan Nacional de Adaptación actualizado y desarrollar un ejercicio de evaluación nacional al 2026.

Conclusión: Las reuniones de ETICC se presentan como un espacio de coordinación intersectorial en temas de cambio climático. hay adecuada participación del sector PYA.



Comité Científico Asesor para el Cambio Climático

El artículo 18 del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático crea el Comité Científico Asesor para el Cambio Climático (CCACC) definido “como un comité asesor del Ministerio del Medio Ambiente en los aspectos científicos que se requieran para la elaboración, diseño e implementación de los instrumentos de gestión del cambio climático establecidos en la presente ley”. Dicho Comité tendrá como Secretaría Técnica al Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, para facilitar la incorporación del conocimiento científico en el actuar público.

Según su página web, el Comité “existe para identificar, sistematizar y contextualizar evidencia científica y conocimiento relevante y entregar recomendaciones que apoyen el diseño de políticas públicas y que acompañen una toma de decisión basada en evidencia”.

Nueve investigadores / as forman el Comité Científico de Cambio Climático que se organizó en siete mesas de trabajo. Dos transversales, de Mitigación/Energía y Adaptación; y cinco sectoriales, de Agua, Biodiversidad, Ciudades, Antártica/Criósfera y Océanos. Entre las distintas mesas, participan más de 600 investigadores del más alto nivel, con destacadas trayectorias y vinculados a los principales centros de investigación y desarrollo y universidades del país.

Al nivel regional

En 2018 y 2019, como parte del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, se crea en cada Región un Comité Regional de Cambio Climático (CORECC) presidido por el Intendente Regional. Busca incorporar la variable climática en el proceso de toma de decisiones, facilitar la coordinación entre el nivel regional y el nivel nacional, entre otros. Participan representantes del Gobierno Regional, del Consejo Regional, de los SEREMIs relevantes y de los municipios según el reglamento establecido.

Con la Ley Marco del Cambio Climático, recientemente publicada, se produce una serie de cambios, traspasando la responsabilidad asignada anteriormente a la Intendencia al Delegado Presidencial Regional, cuya principal función será coordinar la elaboración de los instrumentos para la gestión del cambio climático a nivel regional. Cada CORECC será presidido por el Delegado Presidencial Regional; la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente ejercerá además la Secretaría Técnica de los CORECC. Participan como integrantes, principalmente representantes del sector público, el Gobernador Regional, los secretarios regionales de los ministerios que integran el Consejo de Ministros, el representante regional del Ministerio de Hacienda, y uno o más representantes de las municipalidades de la región.

El Seremi de Medio Ambiente coordina la Mesa Técnica del CORECC. En la Mesa Técnica, participan sociedad civil, instituciones privadas, academia y sector público. Cada

CORECC, se organiza en una serie de comisiones dependiendo de las particularidades de cada Región. En general, hay baja formalidad sobre el funcionamiento de los CORECC.

El CORECC tiene la responsabilidad de elaborar el Plan de Acción Regional (PAR). La Ley Marco de Cambio Climático establece los contenidos mínimos del PAR que será aprobado por una resolución del Gobierno Regional. En 2020, ETICC facilita el trabajo con 4 CORECCs para elaborar el Plan de Acción Regional (Tomás Gómez, tgomez@mma.gob.cl).

Para tener una participación permanente de las organizaciones de la sociedad en los procesos de implementación y seguimiento de componentes de los planes sectoriales a nivel local, se encuentra establecido un Consejo Consultivo Regional de la Seremía del Medio Ambiente donde participan representantes de la Academia, Sociedad Civil y Sector Privado (Decreto No. 25 del Ministerio de Medio Ambiente, 2011). Además, se realizó una serie de Diálogos Ciudadanos sobre Cambio Climático en todas las regiones excepto Ñuble. La **Tabla 15** resume la cantidad de actas por región, y visibiliza que se menciona pesca y acuicultura solamente 4 veces, indicando Se verificó una débil integración de PyA en los diálogos ciudadanos.

Tabla 15. Menciones de pesca y acuicultura en Diálogos ciudadanos sobre Cambio Climático.

Región	N° de actas (enero 2018-octubre 2021)	N° de actas que mencionan Pesca y Acuicultura (periodo 2018- actualidad)
Arica y Parinacota	6	0
Tarapacá	5	0
Antofagasta	2	0
Atacama	7	0
Coquimbo	5	0
Valparaíso	8	0
Metropolitana	2	0
Libertador Bernardo O'Higgins	4	0
Maule	4	1
Ñuble	0	0
Bio-Bio	5	0
Araucanía	7	0
Los Ríos	5	0
Los Lagos	2	1
Aysén	4	2
Magallanes y de la Antártica Chilena	6	0
Total	72	4

Fuente: Elaboración propia.

Recomendaciones – Gobernanza

- Reducir las descoordinaciones y malas adaptaciones.
- Fortalecer la participación del sector PyA en la toma de decisiones sobre mitigación y adaptación del cambio climático.
- Implementar un programa de capacitación/inducción, eficiente y efectivo, a los funcionarios públicos y directivos para establecer una base de conocimiento y lenguaje común respecto a conceptos, metodologías y estrategias que permitan la mencionada integración intersectorial de adaptación al cambio climático. Se sugiere priorizar a los territorios costeros más vulnerables al cambio climático.
- Establecer prioridades nacionales y orientar la inversión y la capacitación para aumentar la capacidad adaptativa de la pesca y acuicultura (PyA) en todo el país.
- En la definición de las acciones, se requiere precisar el alcance de la colaboración intersectorial, así como la coordinación institucional entre los niveles nacional, provincial y local a fin de establecer objetivos y recursos compartidos.
- Fortalecer la participación del Sector PyA en los Comités Regional de Cambio Climático y los Comités Ambientales Comunales.
- Integrar ACC a la toma de decisiones de los Comités Científico-Técnicos.
- Fortalecer la conexión entre el monitoreo con la planificación y respuesta institucional.
- Establecer requisitos de transparencia y acceso público de los mecanismos de monitoreo y evaluación. Debe prestarse atención a garantizar la coherencia de los indicadores entre escalas y niveles. Además, se debe realizar una evaluación de la coordinación vertical y la retroalimentación entre los niveles nacional y subnacional para identificar las fortalezas y necesidades en los siguientes ámbitos.



Referencias

- Anh, P.T., Bush, S.R., Mol, A.P.J., y Kroeze, C., 2011. The Multi-Level Environmental Governance of Vietnamese Aquaculture: Global Certification, National Standards, Local Cooperatives. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 13:373-397.
- Biesbroek, R., Peters, B.G., y Tosun, J. 2018. Public Bureaucracy and Climate Change Adaptation. *Review of Policy Research*, 35:776–791.
- Brugere, C., y De Young, C. 2020. Addressing fisheries and aquaculture in National Adaptation Plans. Supplement to the UNFCCC NAP Technical Guidelines. FAO, Roma, Italia.
- FAO, 2017. Aquaculture development. 7. Aquaculture governance and sector development. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries No. 5, Suppl. 7. Roma, Italia. 50 pp.
- Henstra, D., 2017. Climate Adaptation in Canada: Governing a Complex Policy Regime. *Review of Policy Research*, 34:378–399.
- Jochim, A.E., y May, P.J., 2010. Beyond Subsystems: Policy Regimes and Governance. *Policy Studies Journal*, 38:303–327.
- May, P.J., y Jochim, A.E., 2013. Policy Regime Perspectives: Policies, Politics, and Governing. *Policy Studies Journal*, 41:426–452.
- OECD, 2020. OECD Review of Fisheries 2020. Trade and Agriculture Directorate Fisheries Committee. OECD Publishing, Paris, Francia.

Resultados (asociados al Objetivo Específico 4).

Diagnóstico sobre avances y resultados de la implementación del PACCPA.

Metodología

El diagnóstico se realizó a través de entrevistas semiestructuradas con informantes calificados, validados por la contraparte técnica del proyecto, sobre el estado de avance de las 29 acciones que conforman el PACCPA vigente (Anexo 1). En este contexto, se ejecutaron las siguientes etapas de análisis:

1. Percepción respecto al avance de cada una de las 29 acciones del PACCPA: Se identificaron informantes calificados para las 29 acciones del PACCPA.

Se aplicó la siguiente escala de valoración de juicio de experto:

- Nada (0%)
- Poco (25%)
- Algo (50%)
- Avanzado (75%)
- Cumplido (100%)

La estimación de su valoración fue validada por el equipo del proyecto en función de los documentos de verificación (informes técnicos, proyectos relacionados en ejecución, postulación o ejecutados, publicaciones científicas, portales digitales disponibles en la red) y el nivel de cumplimiento en contenido y alcance de los resultados que se esperaban de la acción respectiva.

2. Definición de una recomendación para cada meta, que se construyó de acuerdo con la opinión del informante calificado y su validación mediante juicio de experto del equipo de trabajo en función de los siguientes criterios:
 - Mantener la meta (M): continuidad de la meta sin modificaciones en su contenido y alcance
 - Modificar la meta (MD): modificación de la meta en su orientación y alcance, sin alterar su contenido original.
 - Eliminar la meta (E): no continuar con la meta.

Cabe destacar que el enfoque metodológico descrito, asume como supuesto que los objetivos declarados en el PACCPA vigente serían válidos para el actual escenario de los efectos del cambio climático en estas actividades productivas.

Avance de Resultados

En el Anexo 2 (adjunto en archivo digital), se muestra la evaluación de las 29 acciones del PACCPA vigente (período 2015-2020), con las recomendaciones de continuidad o modificación de cada meta y los medios de verificación (cita de los documentos técnicos, publicaciones científicas o títulos de proyectos en desarrollo) que sustentan el logro de los resultados declarados y que determinan su estado de avance.

Para describir comprensivamente la contribución de las acciones a la adaptación al cambio climático para la pesca y acuicultura, a continuación, se describen los resultados de cada acción por cada objetivo trazado en el PACCPA.

Objetivo 1

Promover la implementación del enfoque precautorio y ecosistémico en la pesca y acuicultura como una forma de mejorar la resiliencia de los ecosistemas marinos y de las comunidades costeras, que hacen uso de los recursos hidrobiológicos y del sector en general.

Contexto

En 2013 fue promulgada la ley 20.657, que modificó la Ley General de Pesca y Acuicultura en el ámbito de la sustentabilidad de los recursos hidrobiológicos, acceso a la actividad pesquera industrial y artesanal y regulación para la investigación y fiscalización. Dentro del primer punto, esta ley introdujo dos instrumentos nuevos dentro de la legislación pesquera nacional: el principio precautorio y el enfoque ecosistémico.

Para el principio precautorio, el Principio 15 de la Declaración de Río lo conceptualiza bajo la siguiente fórmula: “Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la ausencia de información o certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente”.

De acuerdo con Durán y Hervé (2015) son cuatro los elementos que integran este principio:

- Presencia de un daño potencialmente serio e irreversible al medio ambiente
- Incertidumbre científica
- Acción precautoria
- Proporcionalidad entre el daño posible y el standard de protección pretendido.

En el caso del enfoque ecosistémico es una estrategia integral para el manejo de los recursos naturales. Lo “ecosistémico” se refiere a considerar todos los recursos vivos y no



vivos para el manejo de un sistema determinado (Gelcich *et al.* 2009). La aproximación ecosistémica se basa en la aplicación del método científico y la integración de diferentes tipos de conocimiento para evaluar las interacciones entre los componentes del sistema y los impactos acumulativos que múltiples actividades antrópicas producen. Es decir, el enfoque ecosistémico propone una mirada amplia para su aplicación en la administración de las pesquerías. Por lo tanto, no se circunscribe al estudio de las interacciones entre los organismos en un ecosistema determinado.

Descripción del estado avance acciones comprometidas en el PACCPA vigente

En el contexto descrito, el cumplimiento cabal (100%) de las metas 2 y 3, representa un avance significativo en la aplicación de instrumentos de gestión de la pesca que permita definir metas e indicadores para el manejo de pesca con criterios de sustentabilidad (planes de manejo) y de planes de reducción de descarte y de captura incidental que mitigan el efecto de la pesca en otras especies del ecosistema por el arte de pesca. No obstante, la ausencia de un estándar de plan de manejo con el componente cambio climático, indexado en el ámbito ambiental de cada plan de manejo (resultado no logrado en la acción 1); el cumplimiento limitado de la acción 2 (25%) debido a la no definición de áreas sujetas a la aplicación de la planificación espacial marina. Establece un escenario que limita la resiliencia de los ecosistemas marinos y de las comunidades costeras, que hacen uso de los recursos hidrobiológicos y del sector en general.

Finalmente, en todas las acciones se consideró su continuidad con excepción de la meta 5 de certificación de pesquerías, la que se sugiere eliminar, puesto que es una iniciativa de privados cuyo móvil es el mercado, En este contexto, la autoridad mantendrá su labor de facilitador para el logro de las certificaciones, específicamente como proveedor de información.



Referencias

- Durán, V, y Hervé D., 2015. Análisis jurídico sobre resultados de dos proyectos de investigación. *Revista de Derecho Ambiental*, 1:243–250.
- Gelcich, S., Defeo, O., Iribarne, O., Del Carpio, G., DuBois, R., Horta, S. Isacch, P., Godoy, N., Peñaloza, P.C., y Castilla, J. C., 2009. Marine ecosystem-based management in the Southern Cone of South America: Stakeholder perceptions and lessons for implementation. *Marine Policy*, 33:801–806.

Objetivo 2

Desarrollar la investigación necesaria para mejorar el conocimiento sobre el impacto y escenarios de cambio climático sobre las condiciones y servicios ecosistémicos en los cuales se sustenta la actividad de la pesca y de la acuicultura.

Contexto

La sobreexplotación ocasionada por la pesca comercial tiene un profundo efecto en los ecosistemas marinos y en su biodiversidad (Thrush y Dayton 2002, Worm *et al.* 2009). La sobreexplotación pesquera es reconocida como un problema ambiental y socioeconómico prioritario que ha reducido la biodiversidad y modificado el funcionamiento de los ecosistemas marinos (Jackson *et al.* 2001, Lotze *et al.* 2006, Worm *et al.* 2006). Los datos históricos de los ecosistemas costeros sugieren que las pérdidas de grandes peces depredadores, así como de mamíferos, han sido especialmente pronunciadas y han precipitado cambios marcados en la estructura y función los ecosistemas marinos (Steneck y Carlton 2001).

Por otra parte, Gaines *et al.* (2018) analizan las implicancias del cambio climático (CC) sobre las pesquerías, señalando que el efecto sinérgico de sobreexplotación y cambio climático puede tener efectos graves sobre la captura, la biomasa disponible y los retornos económicos a menos que se adopten estrategias proactivas y adaptativas. En un trabajo complementario, Sumaila *et al.* (2019) describen que mitigar emisiones en coherencia con el Acuerdo de París, “muy por debajo de 2 °C y hacer todos los esfuerzos para limitarlo a 1.5 °C”, tendría efectos positivos para las pesquerías en términos de biomasa, captura y retornos económicos.

En el caso de la acuicultura Soto *et al.* (2019) describieron los principales ejes de vulnerabilidad que tiene la salmonicultura en Chile asociado al cambio climático y determinaron que los riesgos esta actividad están asociados a florecimientos de algas nocivas, enfermedades que podrían estar asociadas a variables de cambio climático, y por cambios ambientales en la temperatura, salinidad y disminución del oxígeno disuelto en la columna de agua.

En este escenario, parece imprescindible la diversificación de la acuicultura con un modelo estratégico de desarrollo, que permita mitigar sus impactos ambientales. Fernández *et al.* (2019) proponen sistemas de co-cultivo que podrían ser altamente relevantes para mantener una producción sostenible en un escenario de acidificación de los océanos.



Descripción estado avance de acciones comprometidas en PACCPA

En el ámbito de la biodiversidad marina para complementar su catastro nacional y conocer los efectos de CC en su ecología, en el ámbito de la implementación de una red nacional de monitoreo de la biodiversidad (**acción 6**) se logró parcialmente y se consideró un 25% de avance porque entre el 2019 y 2020 se han generado las bases conceptuales y operativas para la protección de la biodiversidad frente al cambio climático con aplicación a la pesca y acuicultura con los documentos técnicos de Marquet *et al.* (2019) y Buschmann *et al.* (2019).

En el ámbito sectorial de la pesca y acuicultura, se han implementado 2 proyectos financiados por el FIPA para estructurar un catastro de especies de la flora y fauna marina y dulceacuícola, junto con el programa regular de seguimiento de la pesca asociada a la pesquería del Pez espada, ejecutado por el IFOP, compuesta por especies de tiburones, tortugas en alguna categoría de conservación y depredadores en el sistema de la corriente de Humboldt. Cabe destacar que aun cuando no se lograron los resultados esperados para implementar y operar una red nacional de monitoreo de la biodiversidad marina, con los documentos y los proyectos sectoriales descritos se avanzó en el marco conceptual y en el registro de información de la biodiversidad marina.

En el ámbito de la pesca, la **acción 7** se desarrolló, a través de un proyecto FONDEF cuyo objetivo fue estructurar un sistema de pronósticos para pesquerías pelágicas en distintos escenarios de CC, logrando el cumplimiento en un 100% de los resultados asociados a esta acción.

Complementariamente, la **acción 8 (50% de logro)** contribuye al conocimiento de la biodiversidad marina en un sector del sistema de la corriente de Humboldt, entre el litoral de Caldera y las islas oceánicas de Pascua, Islas Salas y Gómez, San Félix, San Ambrosio y el Archipiélago de Juan Fernández, a través de los CIMAR 21 y 22 del programa de cruceros del Comité Oceanográfico Nacional. Estos cruceros generaron información de la biodiversidad marina del sistema de islas oceánicas y aportaron datos específicos de los gases de efecto invernadero (GEI). La información acumulada representa la etapa inicial para desarrollar un modelo de predicción de posibles cambios de la biodiversidad por cambios de la dinámica oceanográfica y/o cambios en la morfología submarina.

En el ámbito de la acuicultura en la búsqueda de la adaptación a nuevos escenarios ambientales, en la **acción 9** se orienta a minimizar el ingreso de especies exóticas invasoras (EEI) a las aguas marinas y minimizar su riesgo de dispersión. En este contexto, el IFOP mantiene un programa de seguimiento de floraciones algas nocivas (FAN) y toxinas marinas en la zona sur-austral del país. Además, el fondo de investigación para la pesca y acuicultura financió el 2016 un estudio de evaluación de riesgo de EEI que podrían constituir plaga de aguas de lastre y sedimentos de naves de cabotaje marítimo.



Los antecedentes descritos determinan que el avance de la **acción 9 descrita es del 50%**, puesto que a pesar de que existe un estudio de riesgo para EEI y un programa de vigilancia, no se ha implementado la variable de cambio climático en el programa de seguimiento de FAN.

La **acción 10** definida para la identificación de nuevas áreas aptas para la acuicultura, **no muestra avance**.

En el ámbito del efecto de nuevos escenarios ambientales determinados por el CC, en la **acción 11** cuyo objetivo es conocer las variables ambientales y oceanográficas que determinan la producción de semillas de mitílidos y estudiar su comportamiento frente a escenarios del cambio climático, en el período 2013 -2021 (8 años) se ha desarrollado un programa de monitoreo y vigilancia operado por IFOP sobre la disponibilidad larval de mitílidos que considera la descripción de las variables oceanográficas imperantes asociadas. Sin embargo, no se ha desarrollado su análisis bajo un enfoque de si las fluctuaciones de larvas de mitílidos obedecen a factores climático-oceanográficos de largo plazo. En consideración a lo descrito, se ha determinado que el **nivel de avance es del 50%**.

La **acción 12** orientada a describir el impacto del CC en aves, mamíferos, pingüinos y tortugas marinas **no muestra avance en su ejecución**.

La **acción 13**, orientada a realizar estudios del impacto del cambio climático (CC) en los recursos marinos en la Antártica chilena, **muestra un nivel avanzado de desarrollo (75%)**. Se han realizado a lo menos 8 publicaciones científicas entre el 2016-2020 y documentos de difusión que abordan recursos marinos y, en el contexto general de la criósfera y el cambio climático (Detree *et al.* 2020, Cárdenas *et al.* 2020, Detree *et al.* 2020, Grenier *et al.* 2020, Valdivia *et al.* 2020, Navarro *et al.* 2019, Fraser 2018, Piñones y Fedorov 2016). Estos resultados aportan a aumentar en cobertura geográfica al acervo de conocimiento del efecto del CC en biodiversidad la flora y fauna marina.

La **acción 14** complementa el sistema de pronóstico descrito del efecto del CC en distintos escenarios para peces pelágicos. Su ejecución se realizó con un estudio de vulnerabilidad asociada al hábitat de los siguientes recursos marinos pesqueros loco, algas pardas y chorito. Sin embargo, **el logro de la meta es de 75%** respecto de los resultados comprometidos, puesto que no se estimó el impacto socioeconómico asociado a los recursos objetivos.

En la **acción 15** que está orientada al ámbito de la predicción de las condiciones climáticas para la operación de la pesca artesanal y la acuicultura, en el país se han desarrollado 4 plataformas de registro de información oceanográfica y climática. El Portal oceanográfico-meteorológico operacional (POMEQ), fue financiado por CORFO y diseñado y ejecutado por la Universidad Católica de Valparaíso, para estructurar un servicio nacional gratuito (con un piloto en la V región) de difusión de información oceanográfica y meteorológica de carácter operacional, de funcionamiento continuo, mediante un Portal



Web y aplicación para dispositivos móviles (smartphones y tabletas), dirigido a usuarios del borde costero, oceánico e insular entre ellos pescadores artesanales y productores de acuicultura. Su operación actual, está vinculada como interfaz al portal denominado sistema de observación global de la tierra (GEOSS en su sigla en inglés) con mapas en línea que permite a los usuarios acceder a la información requerida.

Las plataformas Chonos (operada por IFOP) y CDOM (Centro de Datos Oceanográficos y Meteorológicos), operada por la Universidad de Concepción, son portales operativos con acceso gratuito de datos y pronósticos, y representan un repositorio de datos estratégicos para futuros estudios de CC. Actualmente se están estructurando modelos operacionales en áreas geográficas específicas de la costa chilena para predicciones de las condiciones oceánicas.

Los avances en el desarrollo de la oceanografía operacional en la costa nacional implican mantener el monitoreo del océano y la difusión de la información con el objetivo de:

1. Suministrar una predicción continua de las futuras condiciones del mar con la mayor antelación y la descripción más precisa posible, desde el punto de vista utilitario, del estado actual del mar.
2. Reunir datos climáticos a largo plazo que suministrarán la información necesaria para describir estados pasados.
3. Consolidar series de tiempo que muestren las tendencias y cambios.

En nuestro país, este enfoque de la oceanografía está en un desarrollo incipiente y en esta perspectiva el cumplimiento de la **acción 15 es limitada y se estima en un 50%**, puesto que, a pesar de la operación de los portales oceanográficos descritos, éstos no abordan los resultados comprometidos. En el caso específico de POMEQ, aun cuando se orienta adecuadamente con el foco de esta acción, no hay evidencia que esté operando efectivamente y estén elaborados los protocolos para la transferencia de la información.

En complementación con lo descrito en la **acción 17** que se orienta a comprobar la hipótesis acerca de si el cambio de distribución de *Alexandrium catenella* obedece a factores climáticos oceanográficos de largo plazo. En la actualidad existe en la literatura internacional publicaciones científicas que abordan la hipótesis descrita, para la costa de Canadá y en Chile publicaciones que abordan los efectos de la variabilidad ambiental en el desarrollo de *Alexandrium catenella*.

Históricamente, *Alexandrium catenella* y su aparente expansión progresiva desde la región de Magallanes al norte pudo estar mediado por transporte de corrientes y adaptación de esta especie a nuevos lugares. Sin embargo, esta distribución es aparente porque se han registrado en Chiloé quistes de esta especie que datan de 1930, por lo que se habla de recolonización de espacios donde previamente estuvo presente.



Con respecto al CC y el aumento de temperatura del océano, lo que podría favorecer el desarrollo de *Alexandrium catenella*, estudios recientes han señalado que debido al CC y al patrón de vientos, las surgencias de aguas frías serían más recurrentes, situación que determina un nuevo frente de investigación que aún no ha sido abordado.

Cabe destacar que con el programa ejecutado por IFOP denominado “Programa de manejo y monitoreo de las mareas rojas en el sistema de fiordos y canales de Chile” en el 2021, se cumplen 15 años de información de seguimiento de fitoplancton, datos oceanográficos y meteorológicos. Esta línea base de información robusta permitiría desarrollar estudios tendientes evaluar los efectos del CC en la dinámica de *Alexandrium catenella*.

En consecuencia, para la **acción 17** se ha estimado un nivel de **cumplimiento del 75%** y **se recomienda mantener esta acción para la adaptación sectorial al CC con foco en la acuicultura.**

En ámbito de la acuicultura en aguas fluviales como en caso de las pisciculturas y en ambientes lacustres, **la acción 18** se orienta a determinar el efecto del CC en la calidad, caudales y niveles de aguas fluviales y lacustres en la acuicultura. En este contexto, el IFOP mantiene un programa de seguimiento en 14 lagos en la zona sur-austral de Chile y determina el balance hidrológico y de nutrientes entre otros objetivos. No obstante, con la información acumulada no se ha realizado un análisis tendiente a determinar si las fluctuaciones del balance descrito obedecen a factores climáticos de largo plazo. Con los antecedentes descritos, se ha determinado un nivel de avance del 50% de la **acción 18**. Con relación a la **acción 20**, enfocada a gestionar la difusión del conocimiento e información sobre las posibles amenazas del cambio climático, para generar mayor capacidad de adaptación de los diferentes sectores. Se han generado 4 documentos (Barbieri *et al.* 2020, Cubillos *et al.* 2021, FAO y CESSO 2021, FAO *et al.* 2021) orientados a comunicar los alcances de los efectos del cambio climático en la actividad de la pesca artesanal y la SUBPESCA mantiene un banner informativo en su sitio oficial.

Finalmente, en la perspectiva que es imprescindible la diversificación de la industria acuícola acompañada de un modelo estratégico de desarrollo de la acuicultura, que permita mitigar y/o adaptarse a nuevos escenarios climático-oceanográficos. Se ha descrito en la literatura el desarrollo de sistemas de co-cultivo como lo describe Fernández *et al.* (2019), que podrían ser eficientes para mantener una producción sostenible, por ejemplo, en un escenario de acidificación de los océanos.

En el contexto descrito, en la **acción 16** está dirigida a evaluar las posibles especies de interés comercial que logren un desarrollo óptimo en el nuevo escenario ambiental del medio marino. No se ha avanzado en la identificación de nuevas especies de acuicultura, sólo se está desarrollando evidencia de la potencialidad de el co-cultivo entre algas y



moluscos como una estrategia para el cultivo en nuevos escenarios modulados por el cambio climático, a través de un proyecto FONDECYT desarrollado por IFOP que describirá las interacciones metabólicas entre bivalvos y macroalgas en sistemas de co-cultivo, bajo condiciones de anomalías positivas de temperatura y acidificación.

De acuerdo con la evidencia descrita y en función de los resultados comprometidos se estima un avance del 25% y se considera su continuidad, pero con modificaciones como una acción para la adaptación de acuicultura costera de pequeña escala.

Referencias

- Barbieri, M.A., Aguilar-Manjarrez, J., y Lovatelli, A., 2020. Guía básica - Cambio climático pesca y acuicultura. Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuícola chileno al cambio climático. Santiago de Chile, FAO.
- Cárdenas, L., Leclerc, J.-C., Bruning, P., Garrido, I., Détrée, C., Figueroa, A., Astorga, M., Navarro, J., Johnson, L., Carlton, T., y Pardo, L., 2020. First mussel settlement observed in Antarctica reveals the potential for future invasions. *Scientific Reports* 10:5552.
- Cubillos-Santander, L., Norambuena-Cleveland, R., Soto-Benavides, D., Jacques-Coper, M., Simon-Rodgers, J., y Carmona-Montenegro, M.A., 2021. Manual de capacitación en adaptación al cambio climático para pesca y acuicultura en Chile., FAO y Universidad de Concepción, Santiago de Chile, Chile.
- Detree, C., Ortiz, A., y Navarro, J., 2020. Combined effects of warming and freshening on the physiological energetics of the edible whelk *Trophon geversianus*. *Marine Environmental Research*,153:104840.
- FAO, y CESSO. 2021. Cambio climático - Manual práctico para la pesca artesanal y la acuicultura a pequeña escala en Chile - Edición revisada. Santiago de Chile, Chile.
- FAO, Ministerio del Medio Ambiente, y Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2021. Lecciones aprendidas y recomendaciones de política pública para la adaptación al cambio climático en la pesca artesanal y la acuicultura de pequeña escala en Chile. Lineamientos de políticas. FAO, Santiago de Chile, Chile.
- Fernández, P.A., Leal, P.P., y Henríquez, L.A., 2019. Co-culture in marine farms: macroalgae can act as chemical refuge for shell-forming molluscs under an ocean acidification scenario. *Phycologia*, 58:542–555.
- Fraser, C., Morrison, A., McHogg, A., Macaya, E., Seville, E., Ryan, P., Padovan, A., Jack, C., Valdivia, N, y Waters, J.,2018. Antarctica's ecological isolation will be broken by storm-driven dispersal and warming. *Nature Climate Change*, 8:704–708.
- Gaines, S.D., Costello, C., Owashi, B., Mangin, T., Bone, J., García Molinos, J., Burden, M., C.V., Kleisner, K.M., y Ovando, D., 2018. Negative Effects of Climate Change. *Science Advances*, 4:eaao1378.
- Grenier, Ch., Román R., Duarte, C., Navarro, J., Rodríguez-Navarro, J., Ramajo, L., 2020. The combined effects of salinity and pH on shell biomineralization of the edible mussel *Mytilus chilensis*. *Environmental Pollution*, 38 (Part B):114555.
- Jackson, J.B.C., Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K.A., Botsford, L.W., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J.A., Hugues, T.P., Kidwell, S., Lange, C.B., Lenihan, H.S., Pandolfi, J.M., Peterson, C.H., Steneck, R.S., Tegner, M.J., y Warner, R.R., 2001. Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems. *Science*, 293:629–637.

- Lotze, H.K., Lenihan, H.S., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R.G., Kay, M.C., Kidwell, S.M., Kirby, M.X., Peterson, C.H., y Jackson, J.B.C. 2006. Depletion, Degradation, and Recovery Potential of Estuaries and Coastal Seas. *Science*, 312:1806.
- Navarro, J., Paschke, K., Ortiz, A., Vargas-Chacoff, L., Pardo, L.M., y Valdivia, N., 2019. The Antarctic fish *Harpagifer antarcticus* under current temperatures and salinities and future scenarios of climate change. *Progress in Oceanography*, 174:39–43.
- Steneck, R.S., y Carlton J.T., 2001. Human Alterations of Marine Communities. Páginas 445–468 En, Bertness, M.D., Gaines, S.D., y Hay, M.E., (Eds.). *Marine Community Ecology*. Sinauer Associates, Sunderland, Reino Unido.
- Sumaila, U.R., Travis C.T., Lam, V.W.Y., Cheung, W.W.L., Bailey, M., Cisneros-Montemayor, A.M., Chen, O.L., y Gulati, S.S. 2019. Benefits of the Paris Agreement to Ocean Life, Economies, and People. *Science Advances*, 5:eaau3855.
- Soto, D., León-Muñoz, J., Dresder, J., Luengo, C., Tapia, F.J., y Garreaud, R., 2019. Salmon farming vulnerability to climate change in southern Chile: understanding the biophysical, socioeconomic and governance links. *Reviews in Aquaculture*, 11:354–374.
- Thrush, S.F., y Dayton, P.K. 2002. Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: Implications for marine biodiversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33:449–473.
- Valdivia, N., Garrido, I., Bruning, P., Piñones, A., y Pardo, L.M., 2020. Biodiversity of an Antarctic rocky subtidal community and its relationship with glacier meltdown processes: *Marine Environmental Research*, 159:1049991.
- Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.M., Folke, C., Halpern, B.S., Jackson, J.B.C., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachowicz, J.J., y Watson, R. 2006. Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. *Science*, 314:787.
- Worm, B., Hilborn, R., Baum, J.K. Branch, T.A., Collie, J.S., Costello, C., Fogarty, M.J., Fulton, E.A., Hutchings, J.A., Jennings, S., Jensen, O.P., Lotze, H.K., Mace, P.M., McClanahan, T.R., Minto, C., Palumbi, S.R., Parma, A.M., Ricard, D., Rosenberg, A.A., Watson, R., and Zeller, D., 2009. Rebuilding Global Fisheries. *Science* 325:578–585.

Objetivo 3

Difundir e informar sobre los impactos del cambio climático con el propósito de educar y capacitar en estas materias a usuarios y actores relevantes del sector pesca y acuicultura.

Contexto

Se requiere fomentar la integración de todas las comunidades de las zonas costeras en el conocimiento sobre el cambio climático, utilizando como medios de comunicación: talleres para estudiantes y la comunidad, entrega de material educativo y buenas prácticas para el cuidado del medio ambiente.

Descripción estado avance acciones comprometidas en PACCPA

En la **acción 19** se planteó la necesidad de generar capacidades locales para enfrentar los desafíos del cambio climático y las variaciones en la pesca y crear ejemplos de buenas prácticas para su replicación en otros sitios pesqueros. En 2020, se ejecutó el proyecto “Fortalecimiento de la Capacidad de Adaptación en el Sector Pesquero y Acuícola Chileno al Cambio Climático”, con la participación de la SUBPESCA y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA). En cuatro caletas piloto: Riquelme (Tarapacá), Tongoy (Coquimbo), Coliumo (Biobío) y El Manzano-Hualaihué (Los Lagos), realizó acciones de capacitación conceptual del cambio climático y en forma inclusiva con los pescadores artesanales se diseñaron proyectos de diversificación productiva en el ámbito de la pesca, cultivo de recursos y de nuevas actividades productivas, aprovechando el patrimonio histórico y paisajístico de las caletas, desarrollando iniciativas como el turismo con fines especiales. En la actualidad las caletas disponen de estos proyectos para su desarrollo. Con esta evidencia, se consideró un nivel de cumplimiento del 100%, puesto que se lograron los resultados comprometidos.

En el caso de la **acción 20**, se constató que el banner en sitio oficial de la SUBPESCA cumple cabalmente con los resultados comprometidos y se mantiene actualizada con los documentos de reciente publicación entre el 2020-2021 que se orientan a recomendaciones de políticas públicas para la adaptación al CC en la pesca artesanal y manuales de capacitación para la adaptación al CC dirigidos a la pesca artesanal. De acuerdo con lo descrito, se estimó un **nivel de cumplimiento del 100%**.

Finalmente, la **acción 21** dirigida a mejorar la capacidad predictiva de las pesquerías pelágicas frente al CC para la toma de decisiones en la estrategia pesquera, se diseñó una aplicación en el marco del proyecto de la acción 7, pero no se encuentra operativa. Con esta evidencia se estima un **nivel de cumplimiento del 25%**.

Objetivo 4

Desarrollar medidas de adaptación directas tendientes a reducir la vulnerabilidad y el impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.

Contexto

Las medidas de adaptación directas al CC para reducir la vulnerabilidad para las actividades de pesca y acuicultura, podrían ser orientados a establecer en el marco normativo adecuaciones.

En este sentido, la Ley General de Pesca y Acuicultura incorpora el principio precautorio y el enfoque ecosistémico para lograr una gestión sustentable de la actividad pesquera y acuícola en Chile. No obstante, es necesario realizar algunas modificaciones legales para que estos enfoques y principios para que puedan cumplir plenamente su rol protector, tanto de los sectores productivos relacionados como de los ecosistemas naturales y sociales involucrados.

Respecto del enfoque ecosistémico, la FAO (2016) determinó que no cumple con los estándares internacionales en dos aspectos:

- El enfoque ecosistémico en la LGPA, atiende solo a la “interrelación de especies predominantes en un área determinada” y la recomendación es emplear un enfoque integrado al manejo de las pesquerías.
- No incorpora la dimensión social, económica, de interrelaciones ecológicas e institucionales.
- En otro aspecto Garrido (2019), postula que se debe exigir que expresamente se aplique a la actividad acuícola, pues hoy sólo se aplica a la actividad pesquera. En este contexto propone:
- Modificar el artículo 1c de modo que se incorpore explícitamente la actividad acuícola, extendiendo la referida interpretación y aplicación a los reglamentos asociados.
- Indicar al enfoque ecosistémico (junto al principio precautorio) como uno de los límites dentro de los que deben elaborarse los informes técnicos del artículo 2 numeral 65 que permitan adoptar diversas medidas de conservación.
- Elaborar un nuevo texto que conciba adecuadamente el enfoque ecosistémico cumpliendo estándares internacionales.

En otro ámbito, existe abundante evidencia científica en que las áreas marinas protegidas (AMPs) contribuyen decididamente a la conservación de las especies y ecosistemas y es un desafío como las AMP pueden contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático (Simard *et al.*2016).



Descripción estado avance acciones comprometidas en PACCPA

En la **acción 22** se plantea fortalecer el sistema de áreas protegidas como un medio para la protección de los ecosistemas y especies acuáticas para reducir su vulnerabilidad frente a los efectos actuales y esperados del cambio climático.

Los resultados comprometidos no muestran avance, sin embargo, están en desarrollo 2 proyectos, licitados en 2021, que se orientan a determinar los co-beneficios de las AMP a la mitigación y adaptación al cambio climático y a definir si mediante la conservación y uso sustentable de los ecosistemas de macroalgas pardas y el estudio de su aporte al carbono azul, que representaría una solución basada en la naturaleza frente al cambio climático. Con esta evidencia, se estima un avance de un 25% y se sugiere su continuidad como acción de adaptación sectorial al cambio climático.

La **acción 23** establece disponer de medidas normativas y administrativas sectoriales que permitan dar respuestas rápidas frente a eventos ambientales catastróficos asociados al cambio climático. Para esta acción **no hay evidencia de avances** para el logro de los resultados comprometidos.

Finalmente, la **acción 24** que dispone la creación de un Grupo Técnico Asesor de Cambio Climático (GTA-CC) conformado por académicos y expertos que apoye regularmente a SUBPESCA en la actualización del conocimiento disponible en temas de manejo e investigación en pesca y acuicultura vinculada a variabilidad, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. El GTA-CC está constituido y opera regularmente 4 veces al año. Se estima un **nivel de cumplimiento del 75%**.



Referencias

- FAO, 2016. Asistencia para la revisión de la Ley General de Pesca y Acuicultura, en el marco de los instrumentos, acuerdos y buenas prácticas internacionales para la sustentabilidad y buena gobernanza del sector pesquero. Informe Final Proyecto UTF/CHI/042/CHI. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Santiago de Chile, Chile. 133 pp.
- Garrido, P., 2019. Análisis de la incorporación del principio precautorio y el enfoque ecosistémico en la Ley General de Pesca y Acuicultura en un contexto de cambio climático. Memoria de Prueba. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de Concepción.
- Simard, F., Jefferey, D., and Baxter, J.M., 2016. Marine Protected Areas and Climate Change: Adaptation and Mitigation Synergies, Opportunities and Challenges. IUCN, Gland, Switzerland. 52 pp.

Objetivo 5

Desarrollar medidas de adaptación directas tendientes a reducir la vulnerabilidad y el impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.

Contexto

Las actividades de pesca y acuicultura, frente a cambios extremos del clima y de las condiciones oceanográficas, requieren infraestructura portuaria adecuada a eventos climáticos extremos. En términos específicos, para la acuicultura, se debe considerar la internalización de la tecnología de la recirculación de agua, debido a los cambios de los regímenes de pluviosidad. En el caso de la pesca, mejorar el valor agregado y los niveles de consumo de productos pesqueros, a fin de mejorar la rentabilidad de esta actividad productiva, en períodos de escasez por efectos extremos del cambio climático en la disponibilidad de dichos recursos.

Descripción estado avance acciones comprometidas en PACCPA

En la **acción 25**, se establece la necesidad de adaptación de la infraestructura portuaria (muelles y bodegas) para cambios del nivel del mar y marejadas. De acuerdo con la evidencia registrada, actualmente el Ministerio de Obras Públicas (MOP) dispone de una metodología para evaluar la adaptación al cambio climático de la infraestructura pública del MOP. En este caso se estimó un **nivel de cumplimiento del 25%**.

La **acción 26 no muestra avances** en los resultados comprometidos.

En la **acción 27**, establece la necesidad de reducir la vulnerabilidad de la acuicultura a la disponibilidad de agua dulce como consecuencia de la disminución de las precipitaciones debido al cambio climático. Se generó una propuesta formal de la SUBPESCA a CORFO de ideas de proyecto para el desarrollo de tecnologías de recirculación de agua para cultivos en tierra en el marco del cambio climático (comunicación personal, Flor Uribe).

La **acción 28** está orientada a la promoción para el aumento del consumo de pescados y mariscos y, en particular, consumo humano directo de la anchoveta y sardina. No se han desarrollado actividades tendientes al cumplimiento de los resultados comprometidos. No obstante, en subsidio se ha implementado un indicador de consumo de pescados y mariscos ejecutado por el IFOP y se estableció una estrategia nacional para aumentar el consumo denominado “Del mar a mi mesa”. De acuerdo con las iniciativas descritas que contribuyen a estructurar un escenario para el fomento y seguimiento del consumo de pescados y mariscos, se estima un **nivel de avance del 25%**.

Finalmente, en relación con la **acción 29**, durante 2020 se creó el Portal *Caleta en línea*, administrado por SERNAPESCA, para acercar a la ciudadanía a la diversidad de recursos y oferta de los pescadores artesanales en las caletas del país (464). Con esta medida, se apoya a la pesca legal y facilita el registro y promoción de la oferta directa de los pescadores, mejorando las oportunidades de comercialización.

Paralelamente, el INDESPA, dispone de un área de inversión denominada infraestructura productiva que permite otorgar mayor valor agregado a los productos pesqueros de caletas artesanales. Se consideran proyectos de diversificación productiva, puestos de venta y valor agregado (salas de venta) y estudios de prefactibilidad. Sin duda que estas iniciativas contribuyen a mejorar la oferta de productos pesqueros, su accesibilidad y la diversificación de productos. En consecuencia, el nivel de avance de la **acción 29 es del 75%**.

Recomendaciones

En función del análisis descrito del cumplimiento de las 29 acciones de adaptación del PACCPA, se han estructurado las siguientes recomendaciones:

i. Enfoque ecosistémico, enfoque precautorio de la pesca y planificación espacial marina: En este ámbito, se ha avanzado significativamente en el monitoreo de las especies asociados a la pesca (fauna acompañante y especies incidentales). No obstante, se requiere incorporar en los planes de manejo de las pesquerías el enfoque ecosistémico y la variable cambio climático como una forma de contribuir a la resiliencia de los ecosistemas marinos en las cuales se realiza la pesca y en la planificación espacial marina. Esta visión sistémica y geográfica contribuye a que la explotación de las especies objetivos de la pesca, se realice en forma precautoria para evitar dañar la estructura y organización de los ecosistemas, evitando desequilibrios y manteniendo su salud.

A fin de reducir el riesgo frente al cambio climático disminuyendo la sensibilidad de la actividad de pesca.

ii. Investigación para el cambio climático: Se requiere avanzar en la implementación de una red nacional de monitoreo de la biodiversidad marina. Los avances alcanzados con los documentos y los proyectos sectoriales descritos (Anexo 2) se avanzó en el registro de información de la biodiversidad marina.

Complementariamente, se requiere avanzar en el desarrollo de la oceanografía operacional en la costa nacional que implica mantener el monitoreo del océano y la difusión de la información con el objetivo de:

- Suministrar una predicción continua de las futuras condiciones del mar con la mayor antelación y la descripción más precisa posible, desde el punto de vista utilitario, del estado actual del mar.
- Reunir datos climáticos a largo plazo que suministrarán la información necesaria para describir estados pasados.
- Consolidar series de tiempo que muestren las tendencias y cambios.

En el ámbito de la acuicultura marina se requiere:

- Desarrollar iniciativas tendientes a la identificación de nuevas especies de acuicultura y ampliar la investigación e la potencialidad de el co-cultivo entre algas y moluscos como una estrategia para el cultivo en nuevos escenarios modulados por el cambio climático.
- Incorporar la variable del cambio climático a los programas de que ejecuta el Instituto Fomento Pesquero en los ámbitos del seguimiento de la disponibilidad de larvas de choritos para la captación natural; el seguimiento integral (abundancia y toxinas) de las floraciones algales nocivas.

iii. Se requiere incrementar el esfuerzo de difundir y comunicar el riesgo de los efectos del cambio climático para el desarrollo productivo de la pesca y acuicultura, a través de todos los niveles involucrados privado y público.

Es necesario, desarrollar estrategias de comunicación que permitan traducir la información científica y los alcances del riesgo del cambio climático para la pesca y acuicultura. Se debería utilizar para este fin un “lenguaje útil”, es decir con expresiones y medios audio visuales que faciliten la comprensión de este fenómeno.

iv. Marco normativo, político y administrativo.

Es necesario realizar algunas modificaciones legales para que el EEP pueda transformarse en un instrumento de gestión para cumplir plenamente su rol protector, para los sectores productivos relacionados como de los ecosistemas naturales y sociales involucrados y contribuya como instrumento de gestión para mejorar la resiliencia de los ecosistemas a los efectos del cambio climático en la pesca y acuicultura.

Respecto del enfoque ecosistémico, la FAO (2016) determinó que lo descrito en la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) no cumple con los estándares internacionales en dos aspectos:

El principio atiende solo a la “interrelación de especies predominantes en un área determinada” y la recomendación es emplear un enfoque integrado al manejo de las pesquerías. No incorpora la dimensión social, económica, de interrelaciones ecológicas e institucionales.

En otro aspecto Garrido (2019), postula que se debe exigir que expresamente se aplique a la actividad acuícola, pues hoy sólo se aplica a la actividad pesquera. En este contexto propone:

- Modificar el artículo 1c de la LGPA de modo que se incorpore explícitamente la actividad acuícola, extendiendo la referida interpretación y aplicación a los reglamentos asociados.
- Indicar al enfoque ecosistémico (junto al principio precautorio) como uno de los límites dentro de los que deben elaborarse los informes técnicos del artículo 2 numeral 65 de la LGPA que permitan adoptar diversas medidas de conservación.



Resultados (asociados al Objetivo Específico 5).

Base de datos de los principales documentos técnicos y científicos del efecto del cambio climático en la pesca y acuicultura considerados y un repositorio de actas y fotografías de reuniones.

Registro de actividades

El Anexo 3 contiene detalle de los informantes calificados que participaron en reuniones y talleres. El Anexo 4 consigna una base de datos con los registros fotográficos de las reuniones realizadas.

El Anexo 5 contiene una presentación en formato Power Point con una base de contenidos para introducir la presentación de la propuesta de PACCPA 2022-2027.

El Anexo 6 contiene una presentación en formato Power Point con las medidas y acciones propuestas para PACCPA 2022-2027.

Resultados (asociados al Objetivo Específico 6).

Propuesta de actualización del PACCPA

Analizar e integrar la información y propuestas disponibles sobre adaptación al cambio climático sector pesca y acuicultura en una nueva versión del PACCPA, considerando actualización de conceptos, estándares modernos recomendados para la adaptación, soluciones basadas en la naturaleza, transformación, métricas e indicadores, costos de la inacción y/o implementación, gobernanza, aspectos socio-económicos, género, comunidades indígenas, investigación, coordinación y articulación con otros planes, integrando otros aspectos emergentes a discutir con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. A fin de proponer la versión actualizada y validada del PACCPA (2022-2027).

Antecedentes generales

La adaptación se define como un proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños y/o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos (IPCC 2014). La adaptación puede reducir los riesgos de los efectos del cambio climático, pero su eficacia es limitada, particularmente ante cambios rápidos o de gran magnitud. Desde una perspectiva a largo plazo, y en el contexto del desarrollo sostenible, aplicar medidas de adaptación inmediatas puede redundar en que las opciones seleccionadas sean más efectivas y tengan efectos benéficos en el proceso de desarrollo (IPCC 2014).

La adaptación puede contribuir al bienestar de las poblaciones actuales y futuras, la seguridad de los activos y el mantenimiento de los bienes, las funciones y los servicios ecosistémicos actuales y futuros. Un elemento relevante es que la adaptación es específica para cada lugar y contexto, y no existe ningún método único para reducir los riesgos que resulte adecuado para todas las situaciones.

Chile se desarrolla en América Latina y el Caribe que es una región extremadamente vulnerable al cambio climático, a causa de su dependencia de actividades muy sensibles al clima, como la pesca y acuicultura y su baja capacidad adaptativa y exposición a los fenómenos de cambio del océano.

En esta perspectiva, la implementación de medidas de adaptación para la pesca y acuicultura en Chile debería analizar los siguientes escenarios:

- Reducir o evitar el impacto negativo de la variabilidad climática mediante el aumento de la resiliencia en los sectores vulnerables.
- Identificar como estructurar los procesos de adaptación.

- Explorar las soluciones para adaptaciones basadas en un mejor manejo del ecosistema marinos tiene múltiples co-beneficios en lo que respecta a la resiliencia y la sostenibilidad del desarrollo, y a la seguridad alimentaria.

En este contexto, específicamente existen diversas opciones de adaptación, que van desde construir infraestructura hasta hacer cambios institucionales, regulatorios o conductuales y en esta perspectiva la adaptación requiere del diseño e implementación medidas directas como también la creación de capacidades de adaptación a través de un mayor nivel de conocimiento sobre los riesgos, impactos, y medidas disponibles para enfrentar el cambio climático (Edger 2005, Few *et al.* 2007).

En este contexto, se reconocen 3 estrategias de adaptación:

- Las orientadas a reducir la vulnerabilidad (o reducción de la exposición frente a un impacto).
- Las orientadas a aumentar la resiliencia (la capacidad de un sistema para absorber un impacto).
- Las orientadas a aumentar la capacidad de adaptación o reducir el riesgo del impacto (reducir la probabilidad de ocurrencia).

En el marco conceptual descrito de la adaptación al cambio climático, el nivel de avance alcanzado de las acciones de adaptación diseñadas para el PACCPA 2015-2020, los elementos de diagnóstico de los efectos del cambio climático en la pesca y acuicultura, se estructuraron los objetivos y acciones del PACCPA 2022-2027, a través de un proceso iterativo de análisis con el equipo de trabajo del proyecto y validación con actores claves e informantes calificados. Los criterios utilizados fueron los siguientes:

Se consideraron lineamientos contenidos y lineamientos estratégicos disponibles en diversos instrumentos de la institucionalidad que gestiona el CC.

En el caso el diseño y alcance de las acciones se consideraron los siguientes atributos para su estructuración basados en INECC 2015:

- **Factibles**, desde lo político, financiero, legales y técnicos, sociales e institucionales.
- **Equitativas**, que promueven la equidad y disminuir brechas de desigualdad.
- **Credibilidad**, disponer de sustento técnico y aceptación cultural.
- **Evaluables**, para realizar monitoreo y evaluación.
- **Inclusivas**, considerar conocimientos tradicionales y diversos actores claves.
- **Sustentables**, favoreciendo impactos benéficos directos e indirectos entre aspectos ambientales, sociales, y económicos.

Propuesta de PACCPA 2022-2027

Principales amenazas climáticas, impactos y brechas identificadas para la pesca y la acuicultura.

Amenazas

- Aumento o disminución significativa de la temperatura
- Cambio en el régimen de precipitaciones
- Cambio en los regímenes de vientos y corrientes marinas
- Disminución de la concentración de oxígeno disuelto
- Acidificación del agua.

Impactos

- Desplazamiento de stocks de pesca y aumento de la mortalidad de organismos cultivados (por ej., moluscos).
- Aumento del número de “zonas muertas” en el océano por la desoxigenación
- Aumento de frecuencia e intensidad de FAN.
- Cambios en la estabilidad de los suministros afectada por irregularidades estacionales y la variabilidad en la productividad de los ecosistemas.
- Aumento en la frecuencia e intensidad de marejadas.
- Brechas.
- Gobernanza débil e insuficiente en la gestión sectorial para enfrentar la emergencia climática que afecta a la pesca y la acuicultura.
- Incertidumbre de las tendencias de la magnitud y consecuencias de las amenazas e impactos sobre la pesca y la acuicultura en los escenarios futuros de CC.
- Débil comunicación de las amenazas y los riesgos de impactos en la sostenibilidad de la pesca y la acuicultura.

Bajo esta orientación se consideraron los siguientes aspectos de referencia para la elaboración específica de los objetivos y acciones:

- Reducir el riesgo de la pesca y la acuicultura frente al cambio climático.
- Contribuir a la sustentabilidad de las pesquerías y la acuicultura.
- Coordinación con LGPA y otras políticas y regulaciones relevantes (ECLP, PNUBC).
- Marco normativo pertinente, oportuno y flexible.
- Creación/fortalecimiento de capacidades, estructura y ejecución.
- Integrar enfoque de género, aspectos de interculturalidad entre/con pueblos originarios y comunidades costeras (en forma transversal).



Directrices para el diseño de los objetivo general y específicos del PACCPA 2022-2027

Para la estructuración del PACCPA 2022- 2027 y particularmente en la definición de su Objetivo general y Específicos, se consideraron la tipología de directrices recomendadas por Aldunce y Vicuña (2019).

Incorporación de procesos participativos en el diseño, implementación y seguimiento del PACCPA.

Incorporación del manejo con enfoque ecosistémico y la gobernanza participativa orientadas a mejorar la resiliencia a los impactos del cambio climático de los ecosistemas y la sustentabilidad de sus servicios ambientales que aprovechan las pesquerías y la acuicultura.

Actualización y ampliación de los análisis de amenazas y riesgos asociados al cambio climático de los ecosistemas y recursos a una escala espacial costera que permita la implementación oportuna de estrategias de adaptación.

Fortalecimiento de la participación de distintos actores sociales en todos los niveles administrativos del territorio costero, con énfasis en el nivel local y sus comunidades, que representan la primera línea en sufrir los impactos y requieren adaptarse al cambio climático.

Implementación de las medidas de adaptación con una estrategia robusta y consistente a distintos niveles de incertidumbre en escenarios futuros, incluyendo el diseño de medidas asociadas a la protección o restauración de ecosistemas para asegurar los servicios ambientales que proveen.

Medidas o acciones para implementar el PACCPA 2022

Para cada objetivo específico del PACCPA 2022-2027 se identificaron y proponen medidas o acciones de adaptación, las cuales se sintetizaron en Fichas de Medidas contenidas en Anexo 6.

Objetivo general del PACCPA 2022-2027

Fortalecer la capacidad de adaptación de la pesca y acuicultura para responder a los impactos del cambio climático

1. Considerando los enfoques precautorio y ecosistémico.
2. Con enfoque inclusivo y multidisciplinario.
3. Correlacionado con la conservación de los ecosistemas y su uso sostenible para aminorar riesgos y aprovechar las oportunidades CC.
4. Para responder a los desafíos climáticos.
5. Para incrementar la resiliencia de los ecosistemas marinos y de las comunidades costeras y disminuir su vulnerabilidad frente a los impactos adversos del CC.

Objetivo Específico 1 (OE 1)

Fortalecer el marco político, normativo, y administrativo, para abordar eficaz y eficientemente los desafíos y oportunidades de adaptación sectorial al cambio climático a nivel nacional, regional y local en un contexto de emergencia climática.

Medidas o acciones (ver Fichas en Anexo 6)

1. Armonizar normas y procesos administrativos.
2. Fortalecer la coordinación intra- e intersectorial, a nivel regional y local.
3. Fortalecer y consolidar el GTA de la SUBPESCA para priorizar iniciativas de investigación vinculada a la variabilidad y al CC.
4. Colaborar en el diseño, implementación y financiamiento incremental y permanente del monitoreo de los sistemas acuáticos incluyendo los recursos, aspectos ambientales, económicos y sociales.
5. Promover un sistema de información de acceso público, transparente y actualizado del cambio climático (CC) para la pesca y acuicultura.
6. Integrar la adaptación al CC en el proyecto de cooperación interinstitucional, Subpesca, Sernapesca y la FAO para formulación de una estrategia y plan de acción para combatir la pesca ilegal.
7. Programa de capacitación de funcionarios públicos sobre adaptación de la pesca y acuicultura al cambio climático.
8. Integrar la adaptación al CC en los planes de manejo de las AMPs del Estado y en las acciones de protección de especies acuáticas que le atañe al sector.

Objetivo Específico 2 (OE 2)

Promover la implementación del enfoque precautorio y ecosistémico en la pesca y acuicultura, para mejorar la resiliencia frente al CC de los ecosistemas acuáticos y de las comunidades cuya economía depende de su productividad.

Medidas o acciones (ver Fichas en Anexo 6)

1. Integrar la adaptación al CC en los planes de manejo con enfoque ecosistémico y territorial.
2. Fortalecer estrategias y acciones de observación con monitoreo electrónico para complementar el programa de observadores científicos y reducir el descarte y la pesca incidental.
3. Promover/articular la planificación espacial marina (PEM), basada en riesgos.
4. Promover la restauración ecológica de ecosistemas bentónicos que sustentan pesquerías artesanales y actividades acuícolas de Chile, para incrementar su resiliencia al CC.

Objetivo Específico 3 (OE 3)

Fomentar la investigación científica para mejorar el conocimiento sobre el impacto del CC en los servicios ecosistémicos en los cuales se sustenta la actividad de la pesca y de la acuicultura.

Medidas o acciones (ver Fichas en Anexo 6)

1. Promover estudios e implementación de normas ambientales secundarias en ambientes marinos.
2. Promover estudios sobre el impacto del CC en mamíferos marinos, aves y tortugas marinas en la costa chilena.
3. Promover estudios para identificar “áreas refugio” para recursos hidrobiológicos.
4. Promover análisis y gestión de riesgos de la pesca y la acuicultura frente al CC
5. Promover estudios de vulnerabilidad a los efectos adversos del CC en pesquerías artesanales basadas en recursos ecológicamente frágiles.
6. Promover estudios que discriminen efectos del CC con el estatus de los recursos y/o efectos sinérgicos entre ambos procesos.
7. Integrar la adaptación al CC en los planes de producción de semillas claves para la acuicultura nacional.
8. Promover la evaluación de especies de interés para la acuicultura con atributos / características resilientes frente a diferentes escenarios climáticos.
9. Promover estudios sobre los efectos del CC en las actividades de acuicultura desarrolladas en espacios fluviales y lacustres.
10. Promover la elaboración de un catastro de especies cultivadas y las enfermedades, parásitos y plagas asociadas que pueden incrementarse con el CC.
11. Promover el desarrollo e implementación de un sistema permanente e integrado de pronósticos del clima y su potencial efecto sobre las pesquerías y la acuicultura.
12. Estudio del cambio de distribución geográfica de microalgas nocivas en la costa chilena.

Objetivo Específico 4 (OE 4)

Fomentar la difusión y la participación informada de los actores de los territorios costeros con programas de educación sobre los impactos del cambio climático y los costos de inacción, en la pesca y acuicultura.

Medidas o acciones (ver Fichas en Anexo 6)

1. Campaña comunicacional sobre los impactos del cambio climático en la pesca y acuicultura.
2. Promover la implementación de programas de educación ambiental y CC, con foco en liceos técnicos y escuelas rurales.
3. Promover programas de capacitación a comunidades locales costeras, con consideración al enfoque de género.

Objetivo Específico 5 (OE 5)

Desarrollar medidas de adaptación directas en los territorios costeros tendientes a reducir riesgos y vulnerabilidad frente al impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.

Medidas o acciones (ver Fichas en Anexo 6)

1. Fomentar la diversificación productiva y de servicios, en contextos de largo plazo.
2. Diseñar e implementar estrategias y planes de turismo sustentable en caletas pesqueras seleccionadas.
3. Implementar sistema de monitoreo de temperatura en flotas artesanales pesqueras y en sistemas de cultivo de pequeña escala, a lo largo de Chile.
4. Fortalecer la implementación de técnicas de recirculación de agua en acuicultura dulceacuícola.
5. Fomentar consumo humano de productos pesqueros y acuícolas.
6. Promover el valor agregado en los recursos de la pesca artesanal.
7. Promover programas de economía circular en pesca artesanal y acuicultura de pequeña escala (APE).



Anexos

Anexo 1. Listado de informantes calificados para la evaluación del estado de avance de las 29 acciones declaradas en el PACCPA.

Acciones	Título de la medida	Objetivo de la medida	Informante calificado
1	Apoyar la implementación de Planes de manejo en pesquerías locales, nacionales y regionales.	Mejorar la sustentabilidad de los recursos pesqueros objetivos y la conservación de la biodiversidad asociada.	Gustavo San Martin (SUBPESCA). Unidad de Cambio Climático.
2	Fortalecer el Programa de Observadores científicos a bordo de la flota pesquera nacional.	Mejorar la información respecto de los impactos de la pesca en la biodiversidad y el ambiente asociado, ampliando la cobertura del programa de observadores científicos.	Luis Cocas (Sectorialista programa de observadores científicos y planes de mitigación del descarte en la pesca, SUBPESCA).
3	Fortalecer el Programa de Reducción del Descarte y la Pesca Incidental en las pesquerías nacionales.	Mitigar la mortalidad por descarte de ejemplares de especies objetivo y de fauna acompañante, así como la mortalidad de especies incidentales por captura.	Luis Cocas (Sectorialista programa de observadores científicos y planes de mitigación del descarte en la pesca, SUBPESCA).
4	Promover el desarrollo de la Planificación Espacial Marítima como una herramienta de gestión para el uso de los recursos y ecosistemas marinos	Permitir el desarrollo sustentable de las diferentes actividades económicas en zonas marítimas y costeras en un contexto ecosistémico.	Gustavo San Martin (SUBPESCA).
5	Guía para la certificación de pesquerías.	Disponer de un instrumento para la orientación de pescadores en el proceso de certificación de pesquerías con objeto de lograr la sustentabilidad en la explotación de los respectivos recursos marinos.	Gustavo San Martin (SUBPESCA).
6	Red nacional de monitoreo y análisis de biodiversidad marina y de aguas continentales.	Desarrollar una red nacional de monitoreo de la Biodiversidad y un sistema de alerta temprana sobre las condiciones de los ecosistemas y especies incluyendo los posibles cambios climáticos futuros. Esta red debe incluir las áreas acuáticas protegidas y otras áreas promulgadas para la gestión de su biodiversidad.	Gustavo San Martin (SUBPESCA).
7	Modelos de pronósticos de pesquerías pelágicas chilenas frente a diversos escenarios del cambio climático.	Desarrollar modelos pronósticos para explorar cómo el cambio climático va a afectar la abundancia futura de los recursos pesqueros a nivel nacional y regional.	Gustavo San Martin (SUBPESCA).
8	Estudios oceanográficos y de morfología submarina asociados a la biodiversidad marina.	Analizar la información científica existente e incrementar el conocimiento de aspectos oceanográficos y de morfología submarina asociada a la biodiversidad marina, en zonas geográficas cubiertas por cruceros oceanográficos de investigación.	Sin referente. Revisión de resultados de cruceros del programa CIMAR entre 2015-2019.
9	Programa de prevención, control y/o erradicación de especies exóticas invasoras (EEI).	Minimizar el ingreso de EEI a las aguas marinas y continentales nacionales y predecir y minimizar los riesgos de dispersión de especies exóticas invasoras.	Gustavo San Martin (SUBPESCA). Leonardo Guzmán (Jefe División de Acuicultura del IFOP).
10	Determinación de las Áreas Aptas para Acuicultura (AAA) de acuerdo con los posibles futuros escenarios climáticos-oceanográfico.	Identificar nuevas AAA y/o readecuar las AAA actualmente en operación, tales que permitan su adaptación en el corto plazo a los cambios proyectados en el ambiente, manteniendo la producción y resguardando de las actividades y servicios asociados a la acuicultura.	Flor Uribe (Coordinadora de proyectos ambientales de la unidad de asuntos ambientales de la División de Acuicultura de la SUBPESCA).

11	Análisis de variable ambientales y oceanográficas que afectan la producción de semillas de mitilidos.	Conocer las variables ambientales y oceanográficas que determinan la producción de semillas de mitilidos y estudiar su comportamiento frente a escenarios del cambio climático.	Leonardo Guzmán (Jefe División de Acuicultura del IFOP). Gastón Vidal (Jefe Departamento ambiental de la División de Acuicultura de IFOP).
12	Impacto del cambio climático sobre mamíferos marinos, pingüinos y tortugas marinas presentes en la costa chilena.	Evaluar los principales impactos del cambio climático en la abundancia, distribución y la vulnerabilidad de los mamíferos marinos, pingüinos y tortugas marinas en las costas chilenas.	Gustavo San Martin (SUBPESCA).
13	Estudios sobre el impacto del cambio climático sobre recursos marinos en la Antártica chilena.	Mejorar el conocimiento sobre el impacto del cambio climático en la distribución de las especies y estructura del ecosistema antártico.	Gustavo San Martin (SUBPESCA).
14	Estudio de vulnerabilidad al cambio climático para recursos hidrobiológicos importantes para pesca y acuicultura.	Contar con una matriz de conocimiento y lista de especies que son objeto de pesca y acuicultura que serían afectadas en sus rangos de tolerancia y preferencia con respecto a variables ambientales claves para su desarrollo, crecimiento y reproducción bajo diferentes escenarios climáticos.	Gustavo San Martin (SUBPESCA).
15	Sistema de predicción de condiciones climáticas para la Pesquería Artesanal y la Acuicultura.	Contar con un sistema a escala sinóptica para predecir las variaciones en las condiciones ambientales de operación para la pesquería artesanal y la acuicultura.	Gustavo San Martin (SUBPESCA). Diego Narváez (Investigador principal Centro COPAS Sur-Austral, UdeC).
16	Evaluación de especies de interés para la acuicultura bajo diferentes escenarios climáticos.	Evaluar las posibles especies de interés comercial que logren un desarrollo óptimo en el nuevo escenario ambiental del medio marino.	Flor Uribe (SUBPESCA) Gustavo San Martin (SUBPESCA) Francisco Cárcamo (Jefe Depto. Repoblamiento y Cultivo IFOP). Pablo Leal (Investigador del Departamento de repoblamiento y cultivo de IFOP).
17	Estudio del cambio en la distribución geográfica de <i>Alexandrium catenella</i> en los fiordos y canales del sur de Chile.	Apreciar si el cambio en la distribución geográfica obedece a factores climático-oceanográficos de largo plazo, afectando además a los ensamblajes de micro fitoplancton.	Leonardo Guzmán (IFOP). Oscar Espinoza. (Director del centro de estudios de algas nocivas CREAM de IFOP).
18	Efectos del cambio climático en las actividades de acuicultura desarrollada en espacios fluviales y lacustres.	Evaluar los posibles efectos del cambio climático en cuerpos de aguas fluviales y lacustres donde se desarrollan actividades de acuicultura.	Flor Uribe (SUBPESCA).
19	Capacitación local a través de proyectos piloto.	Generación de capacidades locales en enfrentar los desafíos del cambio climático y las variaciones en la pesca y crear ejemplos de "good practice" para su replicación en otros sitios pesqueros.	Gustavo San Martin (SUBPESCA).
20	Información sobre cambio climático en Pesca y Acuicultura.	Difundir el conocimiento e información sobre las posibles amenazas del cambio climático para generar mayor capacidad de adaptación de los diferentes sectores.	Gustavo San Martin (SUBPESCA).
21	Sistema pronóstico de futuros desembarques bajo diferentes escenarios climáticos.	Mejorar la capacidad predictiva de las pesquerías pelágicas frente al cambio climático para la toma de decisiones en la estrategia pesquera.	Gustavo San Martin (SUBPESCA).

22	Inclusión de áreas acuáticas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado.	Fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado y la protección de los ecosistemas y especies acuáticas para reducir su vulnerabilidad frente a los efectos actuales y esperados del cambio climático.	Gustavo San Martin (SUBPESCA).
23	Adaptación normativa para respuestas inmediatas ante variabilidad climática y eventos extremos.	Contar con medidas normativas y administrativas sectoriales que permitan dar respuestas rápidas frente a eventos ambientales catastróficos asociados al cambio climático.	Flor Uribe (SUBPESCA).
24	Grupo Técnico Asesor de Cambio Climático (GTA CC) para SUBPESCA.	Asesorar permanentemente a la SUBPESCA en temas de manejo e investigación en Pesca y Acuicultura vinculada a la variabilidad y al cambio climático, en términos de evaluar riesgos e impactos potenciales.	Gustavo San Martin (SUBPESCA).
25	Adaptación de la infraestructura portuaria de la pesca artesanal a los posibles impactos del cambio climático.	Adaptación de la infraestructura portuaria (muelles y bodegas) para cambios del nivel del mar y marejadas.	Sin referentes. Revisión de literatura técnica.
26	Sistema de seguros para acuicultores de pequeña escala y pescadores artesanales ante eventos climáticos extremos.	Fortalecer la sustentabilidad económica de la pesca artesanal y acuicultura de pequeña escala ante daños a la producción por eventos extremos, plagas y enfermedades y pérdidas materiales.	Gustavo San Martin (SUBPESCA). Marisol Álvarez (SUBPESCA).
27	Implementación de técnicas de recirculación de agua en acuicultura dulceacuícola.	Reducir la vulnerabilidad de la acuicultura a la disponibilidad de agua dulce como consecuencia de la reducción de las precipitaciones debido al cambio climático.	Eugenio Zamorano (SUBPESCA).
28	Fomento del consumo humano directo de la anchoveta y sardina.	Aumentar el consumo humano directo de la anchoveta y sardina, para mejorar los beneficios socioeconómicos y la sustentabilidad de los recursos.	Julio Jorquera (Sectorialista Departamento de Pesca Artesanal SUBPESCA).
29	Promover el consumo y valor agregado en los recursos de la pesca artesanal.	Mejorar la sustentabilidad de los recursos, disminuyendo la presión extractiva sobre ellos a través del mejoramiento de los beneficios económicos de las capturas.	Julio Jorquera (Sectorialista Departamento de Pesca Artesanal SUBPESCA).

Anexo 2 - Objetivo 1. Descripción del nivel de cumplimiento de las medidas de adaptación del plan nacional de adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura PACCPA 2015-2020. Promover la implementación del enfoque precautorio y ecosistémico en la pesca y acuicultura como una forma de mejorar la resiliencia de los ecosistemas marinos y de las comunidades costeras que hacen uso de los recursos hidrobiológicos y del sector en general.

Acción	Título de la medida	Objetivo de la medida	Resultados	Responsables Instituciones	Informante Calificado	Documentos de verificación / Comentario	Recomendación: Eliminar(E) Mantener (M) Modificar (MD)	Estado de avance: Nada - 0% Poco - 25% Algo - 50% Avanzado - 75% Cumplido - 100%
1	Apoyar la implementación de Planes de manejo en pesquerías locales, nacionales y regionales.	Mejorar la sustentabilidad de los recursos pesqueros objetivos y la conservación de la biodiversidad asociada.	Identificar los recursos objetivos y su fauna asociada. Desarrollar un estándar de plan de manejo, que considere la problemática del cambio climático.	SUBPESCA	Gustavo San Martin	Se han estructurado planes de manejo, pero no se ha desarrollado un estándar de PM para incorporar el problema de cambio climático.	M	50%
2	Fortalecer el Programa de Observadores científicos a bordo de la flota pesquera nacional	Mejorar la información respecto de los impactos de la pesca en la biodiversidad y el ambiente asociado, ampliando la cobertura del programa de observadores científicos	Obtención de información sobre cuantificación y determinación de las causas del descarte y la pesca incidental. Diseñar e implementar medidas para mitigar el impacto de la pesca en la biodiversidad. Disminuir los impactos en la biodiversidad. Relacionar información del programa de observadores con variables ambientales.	SUBPESCA	Luis Cocas	Programa de estudio del descarte en las pesquerías demersales y pelágicas. Este programa generó la información para la estructuración de los Planes de reducción del descarte y de la captura incidental promulgado por la Subpesca.	M	100%
3	Fortalecer el Programa de Reducción del Descarte y la Pesca Incidental en las pesquerías nacionales.	Mitigar la mortalidad por descarte de ejemplares de especies objetivo y de fauna acompañante, así como la mortalidad de especies incidentales por captura.	Identificación de medidas normativas, tecnológicas, operacionales, de mercado o culturales que podrían reducir los descartes y la pesca incidental. Elaboración de un código de buenas prácticas pesqueras. Elaboración de un programa de capacitación y difusión. Elaboración de un programa de monitoreo, seguimiento y evaluación del Plan de Reducción.	SUBPESCA	Luis Cocas	Se desarrollaron 9 Planes de reducción del descarte y de la captura incidental para pesquerías artesanales e industriales / anchoveta, sardina común, sardina austral, merluza común, merluza de cola, merluza de cola, bacalao, congrio dorado. La estructura de los planes descritos cumple con el 100% de los resultados comprometidos	M	100%
4	Promover el desarrollo de la Planificación Espacial Marina (MSP, por sus siglas en inglés) como una	Permitir el desarrollo sustentable de las diferentes actividades económicas en zonas marinas y costeras en	Generación de capacidades en el desarrollo de instrumentos de Planificación Espacial Marina	SUBPESCA DIRECTEMAR MMA	Gustavo San Martin	Se avanzó en la capacitación de 5 funcionarios de la Subpesca, en cursos impartidos en el marco del APEC.	M	25%

	herramienta de gestión para el uso de los recursos y ecosistemas marinos	un contexto ecosistémico.	(MSP, por sus siglas en inglés). Definir las áreas en las cuales aplicar el instrumento de MSP. Incluir la Planificación Espacial Marina en los instrumentos actuales y/o futuros de planificación del uso de los recursos y espacios marinos.					
5	Guía para la certificación de pesquerías.	Disponer de un instrumento para la orientación de pescadores en el proceso de certificación de pesquerías con objeto de lograr la sustentabilidad en la explotación de los respectivos recursos marinos.	Revisión y análisis de las certificaciones actuales. Guía para la certificación de pesquerías. Actividades de difusión y capacitación para la aplicación de la guía. Incrementar el número de pesquerías certificadas a nivel de país.	SUBPESCA	Gustavo San Martín	La Subpesca gestionó la certificación de la Langosta de Juan Fernández y apoyo las iniciativas de certificación de la pesca industrial en la provisión de información. No se estructuró una guía de certificación de pesquerías.	E	25%

Anexo 2 - Objetivo 2. Desarrollar la investigación necesaria para mejorar el conocimiento sobre el impacto y escenarios de cambio climático sobre las condiciones y servicios ecosistémicos en los cuales se sustenta la actividad de la pesca y de la acuicultura.

Acción	Título de la medida	Objetivo de la medida	Resultados	Instituciones responsables	Informante calificado	Documento de verificación /comentario	Recomendación: Eliminar(E) Mantener (M) Modificar (MD)	Estado de avance: Nada - 0% Poco - 25% Algo - 50% Avanzado - 75% Cumplido - 100%
6	Red nacional de monitoreo y análisis de biodiversidad marina y aguas continentales	Desarrollar una red nacional de monitoreo de la Biodiversidad y un sistema de alerta temprana sobre las condiciones de los ecosistemas y especies incluyendo los posibles cambios climáticos futuros. Esta red debe incluir las áreas acuáticas protegidas y otras áreas promulgadas para la gestión de su biodiversidad.	<p>Diseño conceptual, construcción, institucionalización y operativización del Módulo Marino de la red, incluyendo, entre otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de los ecosistemas y especies para monitorear. • Identificación de las variables (bióticas y del clima) y de los indicadores de alerta para el monitoreo (según OCDE, CBD). • Desarrollo de estándares metodológicos para el monitoreo. • Protocolos para el intercambio de la información generada. • Identificación de futuros escenarios climáticos. • Desarrollo de una base de datos y su respectivo entorno SIG para el manejo de la información. • Identificación de los arreglos institucionales necesarios y el presupuesto correspondiente para la implementación de la Red. • Puesta en funcionamiento de la Red (Proyectos Pilotos en localidades selectas (p.e. áreas marinas protegidas, especies sensibles o indicadoras tales 	MMA, MDN	Gustavo San Martin (Subpesca)	<p>Marquet P. A., A. Altamirano, M. T. K. Arroyo, M. Fernández, S. Gelcich, K. Górski, E. Habit, A. Lara, A. Maass, A. Pauchard, P. Pliscoff, H. Samaniego y C. Smith-Ramírez, 2019. Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.</p> <p>Buschmann, A. H. S. Gelcich, P. Díaz, R. Estévez, M. C. Hernández González, N. Lagos, M. Lardies, M. J. Martínez-Harms, S. V. Pereda y J. Pulgar, 2019. Acuicultura, pesca y biodiversidad en ecosistemas costeros de Chile. Santiago: Comité Científico COP25.</p> <p>IFOP, 2021 Programa de seguimiento de recursos altamente migratorios. Enfoque ecosistémico. Se realiza un seguimiento de la fauna acompañante de la pesquería del pez espada registrando tiburones, tortugas, aves y mamíferos marinos.</p> <p>FIPA, 2019 Actualización del registro de especies icticas, flora y fauna bentónica existentes en aguas continentales de Chile. (Objetivo general: Actualizar la base de datos y el sistema de visualización de data de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, a través de la recopilación, análisis y clasificación de la información disponible sobre los registros de especies icticas, flora y fauna bentónica y especies exóticas e invasoras de orden superior, existentes en aguas continentales de Chile).</p> <p>FIPA, 2019. Elaboración de un catastro y registro de especies icticas y de flora y fauna bentónica marina, zonas centro y norte de Chile, para la evaluación ambiental de proyectos en el marco del SEIA (Objetivo general: Elaborar un catastro y registro de especies icticas y de flora y fauna bentónica marinas de las Zonas Centro y Norte de Chile (Región de Arica y Paríacota a la Región de Valparaíso), como instrumento para la evaluación ambiental de proyectos en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).</p>	M	25%

			<p>como peces, corales, tortugas, mamíferos, aves marinas, entre otros).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del funcionamiento de la Red (Proyectos Pilotos) e introducción de eventuales ajustes. • Ampliación paulatina de la Red a nivel nacional. 					
7	Modelos de pronósticos de pesquerías pelágicas chilenas frente a diversos escenarios del cambio climático	Desarrollar modelos pronósticos para explorar cómo el cambio climático va a afectar la abundancia futura de los recursos pesqueros a nivel nacional y regional	<p>Bases de datos pesqueras y ambientales consolidadas y actualizadas hasta el año 2010.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelo regional de circulación oceánica validado; Pronósticos ambientales y procesos oceanográficos locales forzados por distintos escenarios del cambio climático planteados por IPCC. • Modelos actualizados y nuevos modelos ambiente-recursos para el PSO basados en redes neuronales artificiales (RNA), máquina soporte vectorial (MSV) y modelos híbridos. • Pronósticos de desembarque de los recursos pesqueros en diferentes escenarios del cambio climático. • Concepto de un sistema informático de predicción de volúmenes en diferentes escenarios del cambio climático. 	Subpesca, IFOP	Gustavo San Martín (Subpesca)	Proyecto FONDEF, 2013. Sistema de pronósticos de Pesquerías Pelágicas Chilenas frente a diversos escenarios del Cambio Climático	MD	100%
8	Estudios oceanográficos y de morfología submarina asociados a la biodiversidad marina.	Analizar la información científica existente e incrementar el conocimiento de aspectos oceanográficos y de morfología submarina asociada a la biodiversidad marina, en	Desarrollar modelos de predicción de cambios en la biodiversidad marina a través del análisis de la información científica de variables oceanográficas y de morfología submarina.	MDN, Armada (SHOA - CONA), Subpesca.	s/referente. Revisión de resultados de cruceros de programa CIMAR entre 2015-2019.	<p>En el 2015 y considerando la escasa información que se tiene del área de las Islas Oceánicas, se llevó a cabo el crucero CIMAR 21 Islas Oceánicas, en la zona comprendida entre Caldera, Isla de Pascua e Islas Salas y Gómez. La campaña se realizó entre el 12 de octubre y el 11 de noviembre, a bordo del Buque Oceanográfico AGS 61 Cabo de Hornos de la Armada.</p> <p>Objetivos Generales</p> <ul style="list-style-type: none"> -Determinar la biodiversidad y su relación con las variables ambientales. -Identificar y cuantificar los procesos que 	MD	50%

		zonas geográficas cubiertas por cruceros oceanográficos de investigación.	<ul style="list-style-type: none"> Incorporar la problemática del cambio climático en la planificación de las metas y actividades científicas de los cruceros. Ejecución de los cruceros. Análisis y publicación de los datos y resultados de los cruceros. 			<p>sustentan la productividad.</p> <p>-Determinar cambios paleo-oceanográficos para evaluar eventuales alteraciones de la productividad frente a modificaciones naturales y/o antropogénicas.</p> <p>Los principales resultados describen las propiedades hidrográficas, ópticas, productividad primaria y secundaria, gradientes tróficos extremos, zonales y verticales, variaciones en biomasa y diversidad de microorganismos fotosintéticos e intercambio y contenido de GEI, composición de especies de fito y zooplankton, moluscos planctónicos, larvas de peces, poliquetos holopelágicos, densidad de plásticos asociados, biota asociada y contribución de la platisfera para el ciclo de GEI.</p> <p>CIMAR 22 en el 2016 se estudiaron las características bio-oceanográficas y meteorológicas, entre el continente y las islas San Félix, San Ambrosio y el Archipiélago de Juan Fernández, como también la biodiversidad, circulación, morfología y geología del fondo marino, en los alrededores de las islas y montes submarinos ubicados en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de las islas San Félix y San Ambrosio, y de la ZEE del Archipiélago de Juan Fernández.</p>		
9	Programa de prevención, control y/o erradicación de especies exóticas invasoras (EEI).	Minimizar el ingreso de EEI a las aguas marinas y continentales nacionales y predecir y minimizar los riesgos de dispersión de especies exóticas invasoras.	<p>Desarrollo de un modelo de dispersión de especies EEI frente al cambio climático.</p> <ul style="list-style-type: none"> Estudio sobre la posible dispersión de las principales especies EEI en respuesta a escenarios de cambio climático. Formulación de programas de prevención, control y/o erradicación de especies EEI calificadas como relevantes, e implementación de acciones, considerando los factores de cambio climático que podrían modelar su diseminación. 	MMA, Subpesca	<p>Gustavo San Martín, Subpesca.</p> <p>Leonardo Guzmán, Jefe División de Acuicultura del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).</p>	<p>Programa de Manejo y Monitoreo de Floraciones Algales Nocivas y Toxinas Marinas en el Océano Pacífico del Centro Sur de Chile (36° - 44°S), Etapa III, 2020 - 2021.</p> <p>Programa de Manejo y Monitoreo de Floraciones Algales Nocivas y Toxinas Marinas en el Océano Pacífico del Centro Sur de Chile (36° - 44°S), Etapa IV, 2021 - 2022.</p> <p>FIPA, 2016. Estudio de evaluación de riesgo sobre la posible presencia de especies constitutivas de plagas hidrobiológicas en aguas de lastre y sedimentos en naves de transporte marítimo. (Objetivo general: Desarrollar un modelo de análisis de riesgo sobre el efecto en el medio marino para minimizar la posible introducción de agentes patógenos y especies exóticas invasoras por descarga de aguas de lastre y sedimentos en los puertos nacionales). No se ha implementado el enfoque de cambio climático en los proyectos descritos</p>	M	50%
10	Determinación de las Áreas Aptas para Acuicultura (AAA) de acuerdo con los posibles futuros escenarios climáticos-oceanográficos	Identificar nuevas AAA y/o readecuar las AAA actualmente en operación, tales que permitan su adaptación en el corto plazo a los cambios proyectados en el medioambiente, manteniendo la producción y resguardando de las actividades y servicios asociados a la acuicultura.	<p>Cartografía detallando clasificación de zonas afectadas de acuerdo al análisis y predicciones realizadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Generación de nuevas áreas posibles para la relocalización, determinando su viabilidad productiva y social. Planes de largo plazo asociados a la migración y adaptación de las actividades productivas de acuerdo a su sensibilidad y 	MINECON, Subpesca	Flor Uribe, Coordinador a de proyectos ambientales de la unidad de asuntos ambientales de la División de Acuicultura de la Subpesca.	S/avance	M	0%

			capacidad de adaptación frente al cambio climático.					
11	Análisis de variable ambientales y oceanográficas que afectan la producción de semillas de mitilidos.	Conocer las variables ambientales y oceanográficas que determinan la producción de semillas de mitilidos y estudiar su comportamiento frente a escenarios del cambio climático.	Síntesis de variables ambientales y oceanográficas que determinan la producción de semilla de mitilidos. • Mapeo de zonas de producción de semillas de mitilidos. • Estudio de comportamiento de variables ambientales, en zonas de producción de semillas, bajo condiciones generadas por el cambio climático.	Subpesca	Leonardo Guzmán, Jefe División de Acuicultura del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Gastón Vidal, Jefe Departamento ambiental de la División de acuicultura de IFOP	Programa de Monitoreo y Vigilancia sobre la Disponibilidad Larval de Mitilidos para la Sustentabilidad de la Actividad de Acuicultura en la Zona Sur Austral de Chile, VIII Etapa 2020-21. No se ha implementado el enfoque de cambio climático en este proyecto	M	50%
12	Impacto del cambio climático sobre mamíferos marinos, pingüinos y tortugas marinas presentes en la costa chilena.	Evaluar los principales impactos del cambio climático en la abundancia, distribución y la vulnerabilidad de los mamíferos marinos, pingüinos y tortugas marinas en las costas chilenas.	• Contar con un catastro y caracterización ambiental de los principales focos de abundancia de mamíferos marinos, pingüinos y tortugas marinas. • Determinar mediante un modelo predictivo el impacto del cambio climático en la abundancia relativa y distribución de las especies de interés. • Inferir a través del modelo predictivo el impacto en las actividades turísticas asociadas a la observación de mamíferos marinos, pingüinos y tortugas marinas. • Capacitación efectiva del personal en contacto con la toma de información.	Subpesca, INACH	Gustavo San Martín (Subpesca)	S/avance	M	0%
13	Estudios sobre el impacto del cambio climático sobre recursos marinos en la Antártica chilena.	Mejorar el conocimiento sobre el impacto del cambio climático en la distribución de las especies y estructura del ecosistema antártico.	Estudio del impacto del cambio climático en la distribución de las especies y estructura del ecosistema antártico. • Utilizar el ecosistema marino antártico como referencia para comprender los impactos del cambio climático	INACH, Subpesca	Gustavo San Martín (Subpesca)	Gómez, I., Huovinen, P. Valdivia, N., 2016. Macroalgas Antárticas y Cambio Climático. Desde células a ecosistemas. Camille Détrée, Jorge M. Navarro, Alejandro Font, Marcelo González, 2020. Species vulnerability under climate change, 2020. Study of two sea urchins at their distribution margin. Science of the total Environment, volumen 728. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138850 . Huovinen et al, 2018 Remote sensing of albedo-reducing snow algae and impurities in the Maritime Antarctica. ISPRS Journal of	M	75%

			en la biodiversidad.			Photogrammetry and remote sensing.146:507-517 Comité Científico COP25 (2019). Criósfera y cambio climático: 50 preguntas y respuestas, Santiago, Chile. El Centro IDEAL desarrolla investigación en la Antártica en temas de cambio global		
14	Estudio de vulnerabilidad al cambio climático para recursos hidrobiológicos importantes para pesca y acuicultura.	Contar con una matriz de conocimiento y lista de especies que son objeto de pesca y acuicultura que serían afectadas en sus rangos de tolerancia y preferencia con respecto a variables ambientales claves para su desarrollo, crecimiento y reproducción bajo diferentes escenarios climáticos.	<ul style="list-style-type: none"> • Generar una base de datos para las especies importantes para la pesca y acuicultura, incluyendo: área de distribución, condiciones ambientales en estas áreas de distribución (valores mínimos y máximas, promedios, etc.). • Estimar el estrés bioclimático (ver Santibáñez, 2013) para estas especies, según diferentes condiciones ambientales relacionadas al cambio climático. • Estimar el impacto socioeconómico asociado a las especies vulnerables. 	Subpesca	Gustavo San Martín (Subpesca)	<p>Silva et al, 2016. Identificación caracterización y vulnerabilidad al cambio climático de hábitat esenciales asociados a recursos hidrobiológicos de importancia económica en CHILE. FIP N°2114-25. INFORME FINAL. Las especies objetivo fueron jurel, anchoveta, loco, chorito, algas pardas y se estimó su vulnerabilidad de cada recurso frente al cambio climático. Atlas de riesgo climáticos (ARCLIM) específicos para la pesca artesanal cuyo riesgo es medido en pérdida de desembarque y de producción respectivamente. Documento del MMA. https://arclim.mma.gob.cl/.</p>	MD	75%
15	Sistema de predicción de condiciones climáticas para la Pesquería Artesanal y la Acuicultura.	Contar con un sistema a escala sinóptica para predecir las variaciones en las condiciones ambientales de operación para la pesquería artesanal y la acuicultura.	<ul style="list-style-type: none"> •Determinación de áreas de potencial desarrollo de la acuicultura, mediante el levantamiento de información batimétrica y oceanográfica para la implementación de modelos de predicción regionales. •Implementación de grillas regionales de batimetría para ser aplicada en la generación de modelos de oleaje en la costa de Chile. Desarrollo de grillas de alta resolución para zonas que involucren actividades de acuicultura y pesca artesanal. •Implementación de modelos predictivos, incorporando la capacidad de predecir condiciones climáticas que afecten la operación de la flota artesanal y de la acuicultura costera. 	Subpesca, Armada (SHOA_CONA), IFOP, DMC	Gustavo San Martín (Subpesca) Diego Narváez (COPAS)	<p>Sistema de información oceanográfica Chonos. Administrado por IFOP sistema de información oceanográfica resultado de estudios ambientales diseñados para el desarrollo de modelación numérica en la Patagonia chilena. Con modelo predictivo (en operación) CDOM es una plataforma de visualización y descarga de información oceanográfica y meteorológica de Chile, creada por COPAS Sur-Austral en colaboración con CEAZA (en operación).</p> <p>POMEQ Portal Oceanográfico-Meteorológico Operacional de la UCV financiado por CORFO que permite el acceso a información meteorológica y oceanográfica para la pesca y lo deportes náuticos y de playa. versión 2.0 operativa en GEOS5.</p> <p>POSAR es una plataforma de observación del sistema acoplado océano-atmósfera para el registro temperatura, salinidad, clorofila como indicador de fitoplancton, acidez y nutrientes del centro de ciencia del clima y la resiliencia (CR)2. (en operación).</p> <p>IFOP desarrolla el proyecto "Sistema de Información Interoperable", que sistematiza e integra los datos de pesca, acuicultura y cambio climático" objetivo es colocar a disposición datos e información pública de calidad científica para la toma de decisiones de mediano y largo plazo (piloto). Chonos y CDOM son portales operativos con acceso gratuito de datos y pronósticos y representan un repositorio de datos estratégico para futuros estudios de CC y se están estructurando modelos operacionales en áreas geográficas específicas de la costa chilena para predicciones de las condiciones oceánicas.</p>	M	50%

			<ul style="list-style-type: none"> •Elaboración de sistemas de transferencia de información para la entrega de pronósticos de condiciones marítimas (viento, oleaje, visibilidad, etc.), relevantes para la operación en el borde costero. •Implementar sistemas de mejoramiento continuo de los pronósticos mediante la utilización de la información proveniente de sistemas de monitoreo. 					
16	Evaluación de especies de interés para la acuicultura bajo diferentes escenarios climáticos.	Evaluar las posibles especies de interés comercial que logren un desarrollo óptimo en el nuevo escenario ambiental del medio marino.	<ul style="list-style-type: none"> •Contar con especies alternativas para el desarrollo y mantención de las actividades de acuicultura. •Contar con información sanitaria y ambiental necesaria para el desarrollo del cultivo de las nuevas especies. •Contar con información del manejo y desarrollo de las especies de interés para la acuicultura. •Contar con un análisis técnico y económico de la nueva especie a cultivar. 	Subpesca MINECON	<p>Flor Uribe (Subpesca)</p> <p>Gustavo San Martín (Subpesca)</p> <p>Francisco Cárcamo (IFOP)</p> <p>Pablo Leal (IFOP)</p>	<p>Pamela A. Fernández, Pablo P. Leal y Luis A. Henríquez. 2019. Co-culture in marine farms: macroalgae can act as chemical refuge for shell-forming molluscs under an ocean acidification scenario, <i>Phycologia</i>, 58:5, 542-551, DOI: 10.1080/00318884.2019.1628576.</p> <p>Proyecto Fondecyt de iniciación. Metabolic interactions between bivalves and macroalgae in co culture under warmer and acidified conditions. No se ha avanzado en la identificación de nuevas especies de acuicultura, solo está desarrollando evidencia de la potencialidad de la co-cultivo entre algas y moluscos como una estrategia para el cultivo en nuevos escenarios modulados por el cambio climático.</p>	MD	25%
17	Estudio del cambio en la distribución geográfica de <i>Alexandrium catenella</i> en los fiordos y canales del sur de Chile.	Apreciar si el cambio en la distribución geográfica obedece a factores climático-oceanográficos de largo plazo, afectando además a los ensambles de micro-fitoplancton.	<ul style="list-style-type: none"> • Series de tiempo meteorológicas analizadas para las estaciones climáticas con información de largo plazo confiable: temperatura, pluviometría, vientos. • Datos oceanográficos revisados y brechas cuantificadas respecto de las necesidades de series de tiempo. • Micro fitoplancton (diatomeas y dinoflagelados) analizado para los sectores en los cuales se disponga de a los menos 15 años de información continua. 	Subpesca	<p>Leonardo Guzmán (IFOP)</p> <p>Oscar Espinoza (CREAN-IFOP)</p>	<p>Boivin-Rioux et al, 2021. Predicting the Effects of Climate Change on the Occurrence of the Toxic Dinoflagellate <i>Alexandrium catenella</i> Along Canada's East Coast. <i>Front. Mar. Sci.</i></p> <p>Crawford et al, 2021 Blooms of <i>Alexandrium catenella</i> in Coastal Waters of Chilean Patagonia: Is Subantarctic Surface Water Involved? <i>Front. Mar. Sci.</i></p> <p>Bucci et al, 2020. Interannual Variability in the Thermal Habitat of <i>Alexandrium catenella</i> in the Bay of Fundy and the Implications of Climate Change. <i>Front. Mar. Sci.</i></p> <p>Mardones et al, 2017 Toxic dinoflagellate blooms of <i>Alexandrium catenella</i> in Chilean fjords: a resilient winner from climate change. <i>CES Journal of Marine Science</i>, Volume 74, Issue 4:988-995.</p> <p>IFOP, 2021. Programa de manejo y monitoreo de las mareas rojas en el sistema de fiordos y canales de Chile. XV etapa, 2021-2022.</p> <p>Pitcher y Louw, 2021. Harmful algal blooms of the Benguela eastern boundary upwelling system. <i>Harmful Algae</i> 102 101898.</p> <p>Paredes-Mella, 2020. Growth performance of <i>Alexandrium catenella</i> from the Chilean fjords under different environmental drivers: plasticity</p>	M	75%

			<ul style="list-style-type: none"> • Análisis integrado de información para establecer ocurrencia de eventos de marea roja asociadas al cambio climático. 			<p>as a response to a highly variable environment. J. Plankton Res. (2020) 42(2): 119–134.</p> <p>León-Muñoz et al, 2017. Hydroclimatic conditions trigger record harmful algal bloom in western Patagonia (summer 2016). SCleNIFIC RepoRts 8:1330.</p> <p>Históricamente, <i>Alexandrium catenella</i> y su aparente expansión progresiva desde Magallanes al norte pudo estar mediado por transporte por corrientes y adaptación de esta especie a nuevos lugares. Sin embargo, esta distribución es aparente porque se han registrado en Chiloé quistes de esta especie que datan desde 1930, por lo que se habla de recolonización de espacios donde previamente estuvo presente. Con respecto al CC y el aumento de temperatura del océano, lo que podría favorecer el desarrollo de <i>Catenella</i>. Pero estudios recientes han señalado que debido al CC y patrón de vientos las surgencias de aguas frías serán más recurrentes. Lo que abre un nuevo frente de estudio de esta especie.</p>		
18	Efectos del cambio climático en las actividades de acuicultura desarrollada en espacios fluviales y lacustres.	Evaluar los posibles efectos del cambio climático en cuerpos de aguas fluviales y lacustres donde se desarrollan actividades de acuicultura.	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con información y análisis de las fluctuaciones esperadas en los caudales y/o niveles de cuerpos de aguas fluviales y lacustres, donde se desarrolla la acuicultura, por efectos del cambio climático. • Contar con información de los cambios esperados en la calidad de las aguas fluviales y lacustres por efectos del cambio climático. • Contar con un análisis que permita proyectar el desarrollo de las actividades de acuicultura que dependen de estos cuerpos de agua. 	Subpesca, MINECON	Flor Uribe (Subpesca)	<p>FIPA, 2015. Evaluación y análisis de los posibles parámetros ambientales a ser incorporados en las normas de emisión y/o de calidad de aguas fluviales y lacustres, destinados a centros de cultivo ubicados en tierra (Objetivo general: Evaluar, caracterizar y analizar posibles parámetros y variables ambientales a ser incorporados en normas de emisión y/o calidad de aguas fluviales y lacustres, destinados a centros de cultivos de recursos hidrobiológicos ubicados en tierra). Es un proyecto metodológico.</p> <p>Seguimiento IFOP, 2021. Evaluación del Estado Ambiental de Los Lagos Utilizados para Actividades de Acuicultura en la Zona Sur de Chile. Etapa IX, 2021-2022.</p>	M	50%

Anexo 2 - Objetivo 3. Difundir e informar sobre los impactos del cambio climático con el propósito de educar y capacitar en estas materias a usuarios y actores relevantes del sector pesca y acuicultura.

Acción	Título de la medida	Objetivo de la medida	Resultados	Responsables Instituciones	Informante Calificado	Documento de verificación/comentario	Recomendación: Eliminar(E) Mantener (M) Modificar (MD)	Estado de avance: Nada - 0% Poco - 25% Algo - 50% Avanzado - 75% Cumplido - 100%
19	Capacitación local a través de proyectos pilotos.	Generación de capacidades locales en enfrentar los desafíos del cambio climático y las variaciones en la pesca y crear ejemplos de "good practice" para su replicación en otros sitios pesqueros.	<ul style="list-style-type: none"> Identificar localidades para 5 Proyectos pilotos. Identificar en talleres participativos opciones apropiadas de adaptación al cambio climático. Identificar los costos asociados a las acciones de adaptación. Elaborar el perfil técnico de cada proyecto piloto. Ejecución de los proyectos pilotos según disponibilidad financiera. Mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades pilotos. 	MMA. Subpesca	Gustavo San Martín (Subpesca)	FAO, 2020. Fortalecimiento de la Capacidad de Adaptación en el Sector Pesquero y Acuicola Chileno al Cambio Climático", el cual es ejecutado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), implementado por FAO, financiamiento GEF. Se implemento en cuatro caletas piloto: Riquelme (Tarapacá), Tongoy (Coquimbo), Coliumo (Biobío) y El Manzano- Hualaihué (Los Lagos). El citado proyecto abordó temas de capacitación y opciones de adaptación al CC, evaluando su factibilidad en forma inclusiva.	M	100%
20	Información sobre cambio climático en Pesca y Acuicultura.	Difundir el conocimiento e información sobre las posibles amenazas del cambio climático para generar mayor capacidad de adaptación de los diferentes sectores.	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de actividades de información y difusión sobre el tema. Crear un banner en la página web de SUBPESCA que permita acceder a información sobre cambio climático. Incorporar periódicamente información relevante sobre el tema. Establecer link con otros sitios de interés en materia de cambio climático. 	Subpesca	Gustavo San Martín (Subpesca)	Barbieri, M.A., Aguilar-Manjarrez, J. y Lovatelli, A. 2020. Guía básica - Cambio climático pesca y acuicultura. Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuicola chileno al cambio climático. Santiago de Chile, FAO. FAO, Ministerio del Medio Ambiente y Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 2021. Lecciones aprendidas y recomendaciones de política pública para la adaptación al cambio climático en la pesca artesanal y la acuicultura de pequeña escala en Chile. Lineamientos de políticas. Santiago de Chile, FAO. Cubillos Santander, L., Norambuena Cleveland, R., Soto Benavides, D., Jacques Coper, M., Simon Rodgers, J. y Carmona Montenegro, M.A. 2021. Manual de capacitación en adaptación al cambio climático para pesca y acuicultura en Chile. Santiago de Chile, FAO y Universidad de Concepción. FAO y CESSO. 2021. Cambio climático - Manual práctico para la pesca artesanal y la acuicultura a pequeña escala en Chile - Edición revisada. Santiago de Chile.	M	100%
21	Sistema pronóstico de futuros desembarques bajo diferentes escenarios climáticos.	Mejorar la capacidad predictiva de las pesquerías pelágicas frente al cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> Disponer de un sistema pronóstico, desarrollado en base de los modelos de la ficha 7, a través de una 	Subpesca	Gustavo San Martín (Subpesca)	Se desarrollo la aplicación, pero no está operativa.	M	25%



		para la toma de decisiones en la estrategia pesquera.	página web interactiva. • Capacitación de usuarios del sistema de pronóstico. • Mejorar la toma de decisiones de la estrategia pesquera.					
--	--	---	--	--	--	--	--	--

Anexo 2 - Objetivo 4. Desarrollar medidas de adaptación directas tendientes a reducir la vulnerabilidad y el impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.

Acción	Título de la medida	Objetivo de la medida	Resultados	Responsables Instituciones	Informante Calificado	Documento verificación /comentario	Recomendación: Eliminar (E) Mantener (M) Modificar (MD)	Estado de avance: Nada - 0% Poco - 25% Algo - 50% Avanzado - 75% Cumplido - 100%
22	Inclusión de áreas acuáticas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado.	Fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado y la protección de los ecosistemas y especies acuáticas para reducir su vulnerabilidad frente a los efectos actuales y esperados del cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones demostrativas implementadas en diferentes subsistemas de áreas protegidas y eco regiones, incluyendo paisajes de conservación, zonas de amortiguación y corredores ecológicos. • Guías Técnicas (o "caja de herramientas") para la efectividad de manejo y la sostenibilidad financiera de las áreas protegidas y del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado, incluyendo criterios y prácticas para la adaptación al cambio climático. • Capacitación del personal clave de los subsistemas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado y de las áreas protegidas para un manejo costo- eficiente y la reducción de las amenazas a la Biodiversidad, incluyendo aquellas provenientes del cambio climático. • Programa de fortalecimiento de capacidades para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado y estrategia de implementación post Proyecto, incluyendo la adaptación al cambio climático. 	MMA	Gustavo San Martín (Subpesca)	<p>Proyecto FIPA Nº 2021-22. "Estudio del desempeño y co-beneficios de las áreas marinas protegidas a la mitigación y adaptación al cambio climático".</p> <ul style="list-style-type: none"> -Estimación de la vulnerabilidad de las AMP. -Determinar los co-beneficios. -Sistema de indicadores para el monitoreo de los co-beneficios. <p>Proyecto PNUD/2020. Contribución al Plan de Adaptación en pesca y acuicultura, mediante la conservación y uso sustentable de los ecosistemas de algas pardas y estudio de su aporte al Carbono Azul.</p> <p>Objetivo general: Contribuir a la adecuación del Plan de Adaptación en pesca y acuicultura, mediante la conservación y uso sustentable de los ecosistemas de macroalgas pardas y el estudio de su aporte al Carbono Azul, como parte de las soluciones basadas en la naturaleza frente al Cambio Climático.</p>	M	25%
23	Adaptación normativa para respuestas inmediatas ante variabilidad climática y	Contar con medidas normativas y administrativas sectoriales que permitan dar respuestas rápidas frente a eventos	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar el cambio climático en cuerpos normativos que rigen la pesca y la acuicultura. 	Subpesca	Flor Uribe (Subpesca)	Sin avance.	M	0%

	eventos extremos.	ambientales catastróficos asociados al cambio climático.						
24	Grupo Técnico Asesor de Cambio Climático (GTA CC) para SUBPESCA	<ul style="list-style-type: none"> Asesorar permanentemente a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en temas de manejo e investigación en Pesca y Acuicultura vinculada a la variabilidad y al cambio climático, en términos de evaluar riesgos e impactos potenciales 	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer el GTA CC. Revisión del Plan de Adaptación al Cambio Climático en Pesca y Acuicultura. Asesoramiento en materias de cambio climático solicitadas por la SUBPESCA, traducido en recomendaciones escritas. 	Subpesca	Gustavo San Martín (Subpesca)	Constituido y opera regularmente 4 veces al año.	M	75%

Anexo 2 - Objetivo 5. Desarrollar medidas de adaptación directas tendientes a reducir la vulnerabilidad y el impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.

Acción	Título de la medida	Objetivo de la medida	Resultados	responsables Instituciones	Informante calificado	Documento de verificación /comentario	Recomendación: Eliminar (E) Mantener (M) Modificar (MD)	Estado de avance: Nada - 0% Poco - 25% Algo - 50% Avanzado - 75% Cumplido - 100%
25	Adaptación de la infraestructura portuaria de la pesca artesanal a los posibles impactos del cambio climático.	Adaptación de la infraestructura portuaria (muelles y bodegas) para cambios del nivel del mar y marejadas.	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de zonas expuestas y vulnerables a los eventos del cambio climático. Identificación de medidas de adaptación y análisis de los costos respectivos. Implementación de las medidas de adaptación. 	MOP, DOP, DGTM	Sin referente. Revisión de literatura técnica	Proyecto financiado por MOP. 2012 realizado por Centro Cambio Global UC. Enfoque metodológico para evaluar la adaptación al cambio climático en la infraestructura pública del MOP. Resultado definición de una metodología para evaluar la incorporación de estándares de construcción de adaptación al CC en el desarrollo de obras de infraestructura pública (puertos y protección de riberas).	MD	50%
26	Sistema de seguros para acuicultores de pequeña escala y pescadores artesanales ante eventos climáticos extremos.	Fortalecer la sustentabilidad económica de la pesca artesanal y acuicultura de pequeña escala ante daños a la producción por eventos extremos, plagas y enfermedades y pérdidas materiales.	<ul style="list-style-type: none"> Establecer e implementar un mecanismo de cofinanciamiento estatal de seguros. 	Subpesca	Gustavo San Martín (Subpesca) Marisol Álvarez (Subpesca)	S/avance	M	0%
27	Implementación de técnicas de recirculación de agua en acuicultura dulceacuícola.	Reducir la vulnerabilidad de la acuicultura a la disponibilidad de agua dulce como consecuencia de la reducción de las precipitaciones debido al cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> Informar a grupo de interés sobre técnicas de recirculación de agua. Contar con programa de inversión para el financiamiento de los sistemas de recirculación. 	Subpesca	Flor Uribe (Subpesca)	Propuesta formal de la Subpesca a CORFO a requerimiento de esta organización de ideas de proyecto para el desarrollo de tecnología de recirculación de agua de cultivo en el marco del cambio climático.	M	25%
28	Fomento del consumo humano directo de la anchoveta y sardina	Aumentar el consumo humano directo de la anchoveta y sardina, para mejorar los beneficios socio económicos y la sustentabilidad de los recursos.	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar campañas publicitarias para aumentar el consumo interno de sardina y anchoveta. Implementar tecnologías y estrategias de marketing para el incentivar el consumo de sardina y anchoveta. Desarrollar productos en base a anchoveta y sardina para consumo humano. 	MINECON	Julio Jorquera (Subpesca)	Indicador de consumo de pescados y mariscos asociado al seguimiento económico de la pesca ejecutado por IFOP en el marco del ASIPA. Estrategia para aumentar el consumo de pescados y mariscos denominados "Del mar a mi mesa". Las iniciativas descritas estructuran un escenario para el fomento y seguimiento del consumo de pescados y mariscos, pero no se han desarrollado iniciativas específicas asociados a recursos específicos.	MD	50%

29	Promover el consumo y valor agregado en los recursos de la pesca artesanal.	Mejorar la sustentabilidad de los recursos, disminuyendo la presión extractiva sobre ellos a través del mejoramiento de los beneficios económicos de las capturas.	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de campañas publicitarias para aumentar el consumo de pescados y mariscos. • Desarrollo de proyectos productivos para diversificar la oferta de productos derivados de pescados y mariscos. • Desarrollo de estrategias para mejorar accesibilidad económica y física a los recursos y sus derivados. • Desarrollar estrategias para mejorar la conservación y presentación de los recursos ofrecidos al público en las caletas. 	MINECON	Julio Jorquera (Subpesca)	En el 2020 se creó el Portal caleta en línea administrado por el SERNAPESCA, para acercar a la ciudadanía a la diversidad de recursos y oferta de los pescadores artesanales en las caletas del país (464). Apoya la pesca legal y facilita la promoción de la oferta directa de los pescadores. Los pescadores registran su oferta y vías comunicación para mejorar las oportunidades de comercialización. INDESPA dispone de un área de inversión denominada infraestructura productiva que permita mayor valor agregado a los productos pesqueros de caletas artesanales . Se consideran proyectos de diversificación productivos, puestos de venta y valor agregado (salas de venta) y estudios de prefactibilidad. Las iniciativas descritas permiten desarrollar proyectos productivos para mejorar la oferta de productos pesqueros, su accesibilidad y la diversificación de productos.	M	75%
----	---	--	--	---------	---------------------------	--	---	-----



Anexo 3 (en formato digital): Informantes calificados respecto a la propuesta de objetivos y medidas de adaptación del PACCPA 2022-2027 (FICHAS DE ACCIONES).

Anexo 4 (en formato digital): Repositorio fotográfico de talleres y reuniones.

Anexo 5 (en formato digital): Presentación de la propuesta.

Anexo 6 (en formato digital): Presentación de las medidas de adaptación por objetivo específico.