

PLAN DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO
PARA PESCA Y ACUICULTURA

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Ministerio de Economía, Fomento y Turismo
Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

2015

1. INTRODUCCION
 - 1.1. Presentación
 - 1.2. Contexto Internacional y Nacional

2. CARACTERIZACION DEL SECTOR PESCA Y ACUICULTURA
 - 2.1. Marco Institucional y Normativo
 - 2.2. La Pesca y la Acuicultura

3. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMATICO EN PESCA Y ACUICULTURA
 - 3.1. A Nivel Mundial
 - 3.2. En Chile

4. DIRECTRICES PARA LA ADAPTACION EN PESCA Y ACUICULTURA

5. MEDIDAS DEL PLAN DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO PARA PESCA Y ACUICULTURA
 - 5.1. Objetivo General y Específicos
 - 5.2. Fichas de acción

6. BIBLIOGRAFIA

7. ACRONIMOS

1. INTRODUCCION

1.1. Presentación

De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Chile es un país altamente vulnerable frente al cambio climático ya que cuenta con áreas de borde costero de baja altura, áreas áridas, semiáridas y de bosques, susceptibilidad a desastres naturales, áreas propensas a sequía y desertificación, zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos como son la Cordillera de la Costa y la Cordillera de los Andes (Artículo 4.8 de la Convención). Además, habría que mencionar la importancia que tienen los recursos costeros en las economías locales y el vínculo cultural histórico que tienen estas comunidades con el uso de estos recursos naturales, lo que resulta en una alta sensibilidad de los sistemas socio-económicos a la variabilidad ambiental. Por lo tanto, en el ámbito de las políticas públicas que promueven el desarrollo sustentable, el Estado se tiene que proveer de los instrumentos que permitan disminuir dicha vulnerabilidad y de esta forma obtener los máximos beneficios en la implementación de las estrategias de desarrollo.

El Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012 (PANCC), elaborado en cumplimiento de la Estrategia Nacional de Cambio Climático del 2006, contempla tres líneas de acción prioritarias: adaptación, mitigación y generación de capacidades. En el ámbito de la adaptación, el PANCC estableció el compromiso de elaborar un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), el cual fue publicado en 2014, y una serie de planes sectoriales; entre ellos un Plan de Adaptación al Cambio Climático para el sector Pesca y Acuicultura (PACCPA). La coordinación del Plan Nacional y de los Planes sectoriales corresponde al Ministerio del Medio Ambiente, a través de su Departamento de Cambio Climático.

El PACCPA es el marco general para desarrollar la estrategia de política pública para establecer las prioridades en materia de adaptación al cambio climático y promueve la participación y coordinación de los grupos de interés. El Plan entrega directrices que permiten focalizar y movilizar el financiamiento y los medios requeridos para contribuir al incremento de la capacidad de adaptación en sectores más vulnerables, a mejorar los beneficios socio-económico del sector pesquero y acuícola, a la seguridad alimentaria y a salvaguardar la biodiversidad acuática chilena en beneficio de las generaciones actuales y futuras.

En consideración, el presente Plan sectorial contribuye a fortalecer las capacidades de la institucionalidad pública, de las entidades privadas y de la sociedad civil, para abordar y enfrentar los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad y los bienes y servicios ecosistémicos que sustentan actividades social y económicamente importantes como son la pesca y la acuicultura.

1.2. Contexto Internacional y Nacional

Chile ha suscrito y ratificado importantes convenios internacionales que llevan a considerar la obligación de proteger y preservar el medio marino, desarrollando políticas y estrategias para la protección y conservación de la biodiversidad y el manejo sustentable de los recursos hidrobiológicos, incluso más allá de la Zona Económica Exclusiva (Acuerdo de Cumplimiento¹).

En el marco de estos convenios, Chile se ha comprometido de velar por la protección y conservación de la biodiversidad y el manejo sustentable de sus recursos renovables, aplicando el enfoque precautorio y ecosistémico tal como está establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura, la que constituye un elemento central en la formulación del presente plan.

El *Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura* (PACCPA), contiene componentes que responden al compromiso que surge de la ratificación de la *Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica* (CDB) y de la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático* (CMNUCC) y su *Protocolo de Kioto*. En tal sentido, el Plan busca desarrollar acciones sinérgicas que den respuesta a objetivos comunes de ambas Convenciones.

Por otro lado, en la Cumbre de Río +20 (junio 2012), Chile confirmó su compromiso con el desarrollo sustentable en sus tres dimensiones, económica, ambiental y social, y en la XI Conferencia de las Partes de la CDB (COP11, diciembre 2012), Chile reiteró su compromiso para alcanzar las *Metas de Aichi* para la biodiversidad, las cuales han sido adoptadas como *Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020* por la CDB en su XX Conferencia de las Partes, en 2010. Las *Metas de Aichi*, 20 en total, se orientan al logro de cinco objetivos estratégicos de los cuales tres se vinculan en forma directa con el uso de los recursos y servicios ecosistémicos por parte del sector pesquero y acuícola, a saber:

-  Reducir las presiones directas sobre la diversidad biológica y promover la utilización sostenible.

¹Acuerdo para el Cumplimiento de las Medidas Internacionales de Conservación y Ordenación por los Buques Pesqueros que Pescan en Alta Mar.

- ✂ Mejorar la situación de la diversidad biológica salvaguardando los ecosistemas, las especies y la diversidad genética.
- ✂ Aumentar los beneficios de la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas para todos.

El Plan considera estos objetivos estratégicos de la CDB y los traduce en medidas que tienen por objetivo aumentar o mantener la resiliencia de los ecosistemas y su biodiversidad como una forma de mejorar la capacidad de adaptación y, a su vez, estas medidas se coordinan con las políticas en materia de manejo y ordenamiento pesquero y acuícola, en particular, con la implementación de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

Del mismo modo, el Plan sigue las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) que se refieren al Desarrollo Sustentable y de cómo integrar la adaptación al cambio climático a este desarrollo.

Referente a la política nacional de adaptación al cambio climático, y su relación con la conservación de la biodiversidad acuática y el manejo sustentable de los recursos naturales el *Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad*, aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y Cambio Climático, en julio 2014, y el *Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura*, otorgan el marco general para llevar a cabo las estrategias y acciones para la adaptación al cambio climático, contribuyendo de esta forma a la conservación y uso sustentable de los recursos hidrobiológicos.

2. CARACTERIZACION DEL SECTOR PESCA Y ACUICULTURA

2.1. Marco Institucional y Normativo

El *Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura* se desarrollará de acuerdo con el marco institucional y legal que el país se ha dado para gestionar la pesca y la acuicultura, a saber:

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)

La Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (MINECON), tiene como misión regular y administrar la actividad pesquera y de acuicultura, a través de políticas, normas y medidas de administración, sustentadas en informes técnicos fundamentados en investigación científica y en variables de carácter social y económico, con enfoque participativo y territorial para el desarrollo sustentable de la actividad pesquera y la acuicultura nacional.

Objetivos estratégicos institucionales:

- ✂ Implementar oportunamente las políticas, normas y reglamentos, a través de la participación de los agentes del sector pesquero y acuicultor en instancias público-privadas, que permitan sociabilizar la toma de decisiones, favoreciendo la gobernabilidad del sector.
- ✂ Asegurar la oportunidad de la información sectorial que sustenta los informes técnicos para el establecimiento de las medidas de administración, con el propósito de propender a la sustentabilidad del sector pesquero y acuicultor.
- ✂ Potenciar el desarrollo del sector pesquero, por medio del financiamiento de programas y proyectos, que permitan el desarrollo de las competencias productivas del sector pesquero artesanal.

Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA)

El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, tiene como misión fiscalizar el cumplimiento de las normas pesqueras y de acuicultura, proveer servicios para facilitar su correcta ejecución y realizar una gestión sanitaria eficaz, a fin de contribuir a la sustentabilidad del sector y a la protección de los recursos hidrobiológicos y su medio ambiente.

Objetivos estratégicos institucionales:

- ✂ Fiscalizar las actividades pesqueras y de acuicultura velando por el cumplimiento de la normativa legal y reglamentaria establecida para el sector.

- ✂ Garantizar la calidad sanitaria de los productos pesqueros y de acuicultura de exportación, a fin de dar cumplimiento a los requisitos sanitarios de países importadores.
- ✂ Velar por el status sanitario y ambiental de la acuicultura contribuyendo al desarrollo competitivo del sector.
- ✂ Proveer información sectorial, completa, oportuna y fidedigna.

Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)

El Instituto de Fomento Pesquero, en su calidad de organismo técnico especializado en investigaciones científicas en materias de pesquerías y acuicultura, tiene como misión apoyar la toma de decisiones de políticas de la institucionalidad pesquera nacional mediante la elaboración de antecedentes científicos y técnicos de valor público necesarios para la regulación y conservación de los recursos de la pesca, acuicultura y sus ecosistemas, contribuyendo de esta forma con el desarrollo sustentable del país.

Objetivos estratégicos institucionales:

- ✂ Generar y disponer de conocimiento e información científica de valor público indispensable para la definición de medidas regulatorias que fortalezcan la sustentabilidad y la producción de los recursos hidrobiológicos de explotación industrial y artesanal de la acuicultura y la pesca.
- ✂ Garantizar la difusión, actualización, resguardo y calidad de la información de carácter público generada por IFOP.
- ✂ Proporcionar apoyo técnico calificado en el resguardo de los intereses del país, en las instancias nacionales e internacionales de pesca y acuicultura.

En materia de toma de decisiones, la institucionalidad pesquera y acuícola cuenta con instancias de participación público-privada como el Consejo Nacional y Consejos Zonales de Pesca, la Comisión Nacional de Acuicultura y otras de carácter técnico como los Comités Científicos Técnicos y los Comités de Manejo de las pesquerías.

Otras instituciones

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA), a través de su División de Recursos Naturales y Biodiversidad, contribuye a la elaboración de las políticas para el manejo, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales renovables.

El Ministerio de Defensa Nacional (MDN) participa de la institucionalidad pública a través de la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas (SSFFAA), y tiene la competencia para asignar espacios marítimos y cuerpos de agua navegables, a través de la tramitación de concesiones marítimas y acuícolas.

La Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), además de las tareas asignadas por la Ley de Navegación, cumple funciones en el ámbito pesquero como fiscalizador de la normativa y administrador del Sistema de Posicionamiento Automático de Naves Pesqueras y de Investigación Pesquera y además cumple funciones de fiscalización en materia de contaminación acuática y de conservación del medio marino. Asimismo, Carabineros de Chile tiene un rol fiscalizador cuando corresponda al ámbito de su competencia.

El Ministerio de Obras Públicas es el encargado de planificar y ejecutar o encargar la ejecución de obras de infraestructura pública, donde destaca la infraestructura vial y portuaria necesaria para el desarrollo del sector pesquero nacional y, a través de la Dirección de Obras Portuarias, la regularización y obras de apoyo a la pesca artesanal.

El Ministerio de Relaciones Exteriores colabora y coordina la ejecución de la política pesquera en el ámbito internacional, a través de la labor de su Dirección de Medio Ambiente y Asuntos Marítimos.

Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA)

El principal cuerpo legal en materia pesquera y de acuicultura, y que además otorga el marco y los lineamientos generales para conducir las medidas de adaptación al cambio climático, es la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA; N° 18.892 y sus modificaciones posteriores), en ella se indica que...*”a las disposiciones de esta Ley quedará sometida la preservación de los recursos hidrobiológicos, y toda actividad pesquera extractiva, de acuicultura y de investigación, que se realice en aguas terrestres, playa de mar, aguas interiores, mar territorial o zona económica exclusiva de la República y en las áreas adyacentes a esta última sobre las que exista o pueda llegar a existir jurisdicción nacional de acuerdo con las leyes y tratados internacionales”*.

El objetivo de la LGPA es la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del enfoque precautorio, de un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en que existan esos recursos.

En el marco de la política pesquera nacional y para la consecución de los objetivos establecidos en la LGPA se deberá tener en consideración, al momento de adoptar las medidas de conservación y administración² necesarias para mantener o mejorar la condición de los ecosistemas marinos y su biodiversidad, lo siguiente:

- ✚ Establecer objetivos de largo plazo para la conservación y administración de las pesquerías y protección de sus ecosistemas así como la evaluación periódica de la eficacia de las medidas adoptadas.
- ✚ Aplicar en la administración y conservación de los recursos hidrobiológicos y la protección de sus ecosistemas el principio precautorio,
- ✚ Aplicar el enfoque ecosistémico para la conservación y administración de los recursos pesqueros y la protección de sus ecosistemas, entendiendo por tal un enfoque que considere la interrelación de las especies predominantes en un área determinada.
- ✚ Administrar los recursos pesqueros en forma transparente, responsable e inclusiva.
- ✚ Recopilar, verificar, informar y compartir en forma sistemática, oportuna, correcta y pública los datos sobre los recursos hidrobiológicos y sus ecosistemas.
- ✚ Considerar el impacto de la pesca en las especies asociadas o dependientes y la preservación del medio ambiente acuático.
- ✚ Procurar evitar o eliminar la sobreexplotación y la capacidad de pesca excesiva.
- ✚ Fiscalizar el efectivo cumplimiento de las medidas de conservación y administración.
- ✚ Minimizar el descarte tanto de la especie objetivo como de la fauna acompañante y de la captura de la pesca incidental.

Los enfoques ecosistémico y precautorio

La LGPA da especial atención a la aplicación del enfoque ecosistémico y enfoque precautorio. En ese sentido, es reconocido que la aplicación del enfoque ecosistémico en la gestión de la

² Son medidas de conservación y administración: las cuotas de pesca, las tallas mínimas de captura, las vedas biológicas y extractivas, regulación del arte o aparejo de pesca, regulación del acceso a la pesquería, el régimen de áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, la implementación de áreas marinas protegidas, etc.

pesca y la acuicultura es una herramienta importante para mejorar la capacidad de adaptación de los sistemas socio-ecológicos a los impactos del cambio climático. Así, el enfoque ecosistémico de la pesca (EEP) y el enfoque ecosistémico de la acuicultura (EEA) deberán ser adoptados para aumentar la resiliencia de los ecosistemas de recursos acuáticos, de los sistemas de producción pesquera y de acuicultura y de las comunidades que dependen de los recursos acuáticos (FAO, 2012).

Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) de las Naciones Unidas el enfoque ecosistémico es una *“estrategia para la gestión integrada de tierras, extensiones de aguas y recursos vivos mediante la cual se promueve la conservación y utilización sostenible de modo equitativo.”*

En su aplicación para el sector pesquero y acuicultor la FAO (1997) precisa, referente al enfoque ecosistémico, que *“su finalidad es planificar, desarrollar y ordenar la pesca de un modo que satisfaga las múltiples necesidades y deseos de las sociedades, sin poner en riesgo la posibilidad de que las generaciones futuras se beneficien de toda la gama de bienes y servicios que pueden obtenerse de los ecosistemas marinos.”* Por tal razón, es preciso comprender y tomar en cuenta la dinámica humana que está en juego en dicho enfoque la cual se manifiesta de múltiples maneras y comprende las políticas, el marco jurídico, las estructuras sociales, los valores culturales, los principios económicos, los procesos institucionales y todas las demás formas afines de expresión del comportamiento humano.

Por otra parte, en la protección de los ecosistemas y en el contexto de la pesca responsable, se recomienda la aplicación de un enfoque precautorio. Según FAO (1997), este enfoque reconoce que los cambios en los sistemas pesqueros son lentamente reversibles, difíciles de controlar, insuficientemente comprendidos y expuestos a los cambios en el medio ambiente y en nuestra escala de valores. Por tal razón, se deberá ser más cauteloso en la administración y conservación de los recursos cuando la información científica sea incierta, no confiable o incompleta y no se deberá utilizar la falta de información científica, no confiable o incompleta, como motivo para posponer o no adoptar medidas de conservación y administración (LGPA).

2.2. La Pesca y la Acuicultura

Generalidades

El sector pesca y acuicultura de Chile está representado por los subsectores *pesca artesanal*³, *pesca industrial*⁴ y subsector *acuicultura* (al interior de este subsector es posible distinguir la *salmonicultura*, *mitilicultura* o aún la *acuicultura de pequeña escala*, dependiendo de las especies cultivadas y/o los niveles de inversión). El año 2013, el número de pescadores(as) artesanales inscritos en el Registro Pesquero Artesanal (RPA) -que distingue 4 categorías: armador, pescador, buzo y recolector de orilla, alguero o buzo apnea- ascendió a 91.395, donde el 22% (20.401) corresponde a mujeres y el 78% (70.994) a hombres. El mismo año, el Registro de Organizaciones Artesanales (ROA) estaba constituido por un total de 1.034 Organizaciones (entre Sindicatos, Asociaciones Gremiales, Cooperativas y Comunidades Indígenas). El número total de embarcaciones artesanales inscritas, en el año 2013, fue de 12.662, de las cuales 12.428 embarcaciones pertenecen a personas naturales, 124 a personas jurídicas y 110 a comunidades. En relación con la pesca industrial, en el año 2013, operaron 161 barcos, generando 2.139 empleos directos; operaron 633 plantas de proceso de recursos marinos, las que se estima generaron alrededor de 34.712 empleos. En el sector de la acuicultura, operaron 2.329 centros, que generaron alrededor de 11.086 empleos permanentes (SERNAPESCA, 2014).

Desembarques y especies principales

En conjunto, la pesca y acuicultura, producen desembarques de 3,8 millones de toneladas anuales promedios (últimos cinco años). Del total de los desembarques, 74% provienen de la pesca (1,2 millones de toneladas de aporte industrial y 1,6 millones de toneladas provienen de la pesca artesanal), mientras que 26% de la producción (1,0 millones toneladas) provienen de la acuicultura (Figura 1). Los principales productos elaborados a partir de estos desembarques son congelados, harina de pescado y fresco-refrigerado.

³Pesca artesanal: la Ley General de Pesca y Acuicultura de Chile la define como la actividad pesquera extractiva realizada por personas naturales que, en forma personal, directa y habitual, trabajan como pescadores artesanales inscritos en el Registro Pesquero Artesanal, con o sin el empleo de una embarcación artesanal (eslora máxima no superior a 18 metros y 80 metros cúbicos de capacidad de bodega).

⁴Pesca industrial: se considera a la actividad extractiva realizada por embarcaciones de una eslora superior a los 18 metros, con sistemas de pesca tecnificados, tales como el de arrastre, palangre y de cerco, que permiten la captura masiva de los recursos pesqueros.

Según los registros de SERNAPESCA hay un total de 141 especies marinas que constituyen pesquerías: 74 especies de peces, 23 de crustáceos, 31 de moluscos y 13 especies de algas. Sin embargo, las principales especies que sustentan los desembarques nacionales son, en el caso de los peces, algunas especies pelágicas, como: anchoveta (*Engraulis ringens*), sardina común (*Strangomera bentincki*), jurel (*Trachurus murphy*), bacaladillo o mote (*Normanichthys crockeri*) que el año 2013, concentraron el 85% del desembarque de peces. Respecto de los moluscos, la jibia (*Dosidicus gigas*) ha representado, estos últimos años, más del 70% de los desembarques para este grupo de especies. A su vez, el chascón o huiro negro (*Lessonia nigrescens*), aporta con más del 65% de los desembarques de algas.

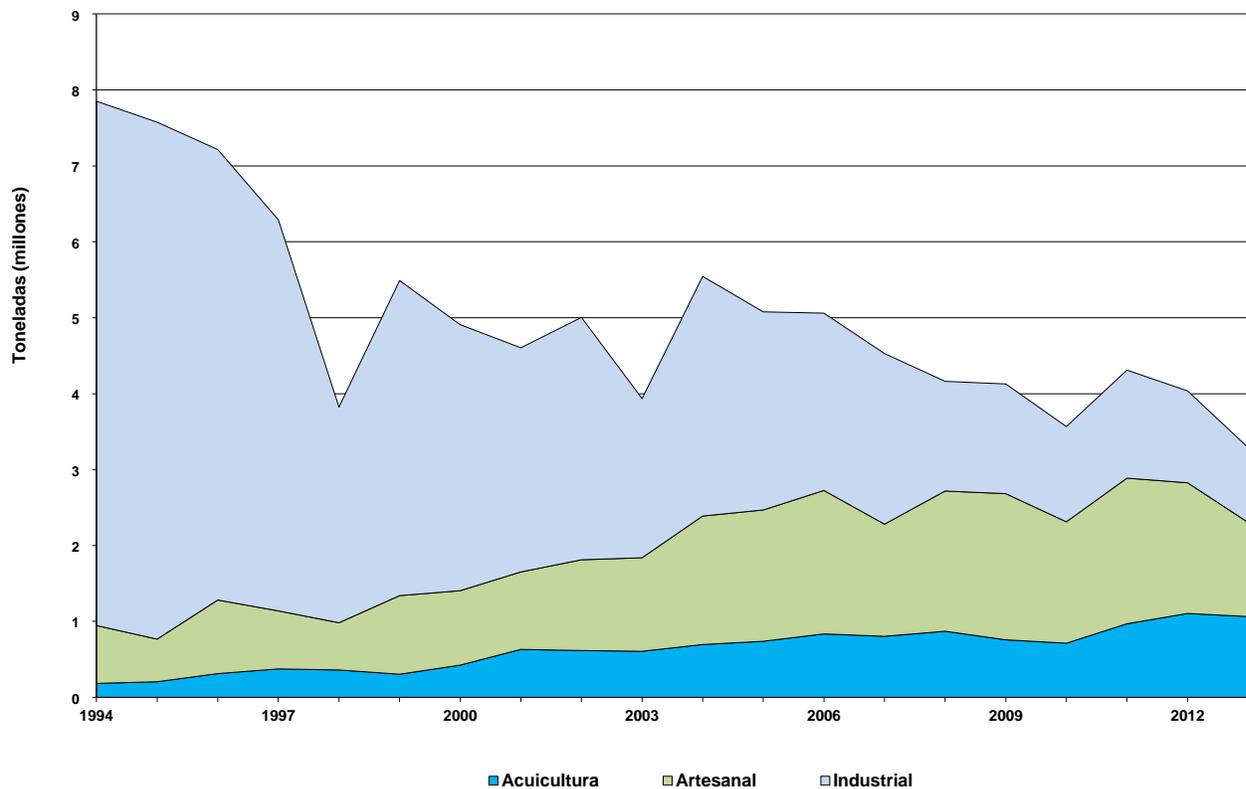


Figura 1. Desembarque Total Pesca (Industrial y Artesanal) y Acuicultura. (Fuente: SERNAPESCA, 2014).

El desembarque total anual de estos principales grupos de pesquerías chilenas (peces, crustáceos, algas y moluscos) ha experimentado notables tendencias y fluctuaciones durante el período 1992-2013 (Figura 2).

El grupo de los peces (Figura 2, A), por ejemplo, muestra una tendencia constante a disminuir a través de los años, de casi 8 millones de toneladas a 3 millones de toneladas. La tendencia puede ser explicada por la condición de los stocks que ha llevado a la Autoridad pesquera a tomar medidas de manejo como la disminución de las cuotas de capturas.

Los desembarques de los crustáceos se caracterizan por presentar periodos de máximos y mínimos (Figura 2, B), mientras las pesquerías de algas y moluscos demuestran una tendencia continua al aumento durante el periodo 1992-2013. Sin embargo, en el caso de moluscos, a partir del año 2004, la curva de los desembarques está fuertemente dominada por el recurso jibia (*Dosidicus gigas*, 166.000 toneladas/año promedio). Al excluir este recurso del análisis, la tendencia de los desembarques del conjunto de los otros moluscos (almejas, caracoles, machas, culengue, loco, entre otros) muestra una tendencia a la disminución.

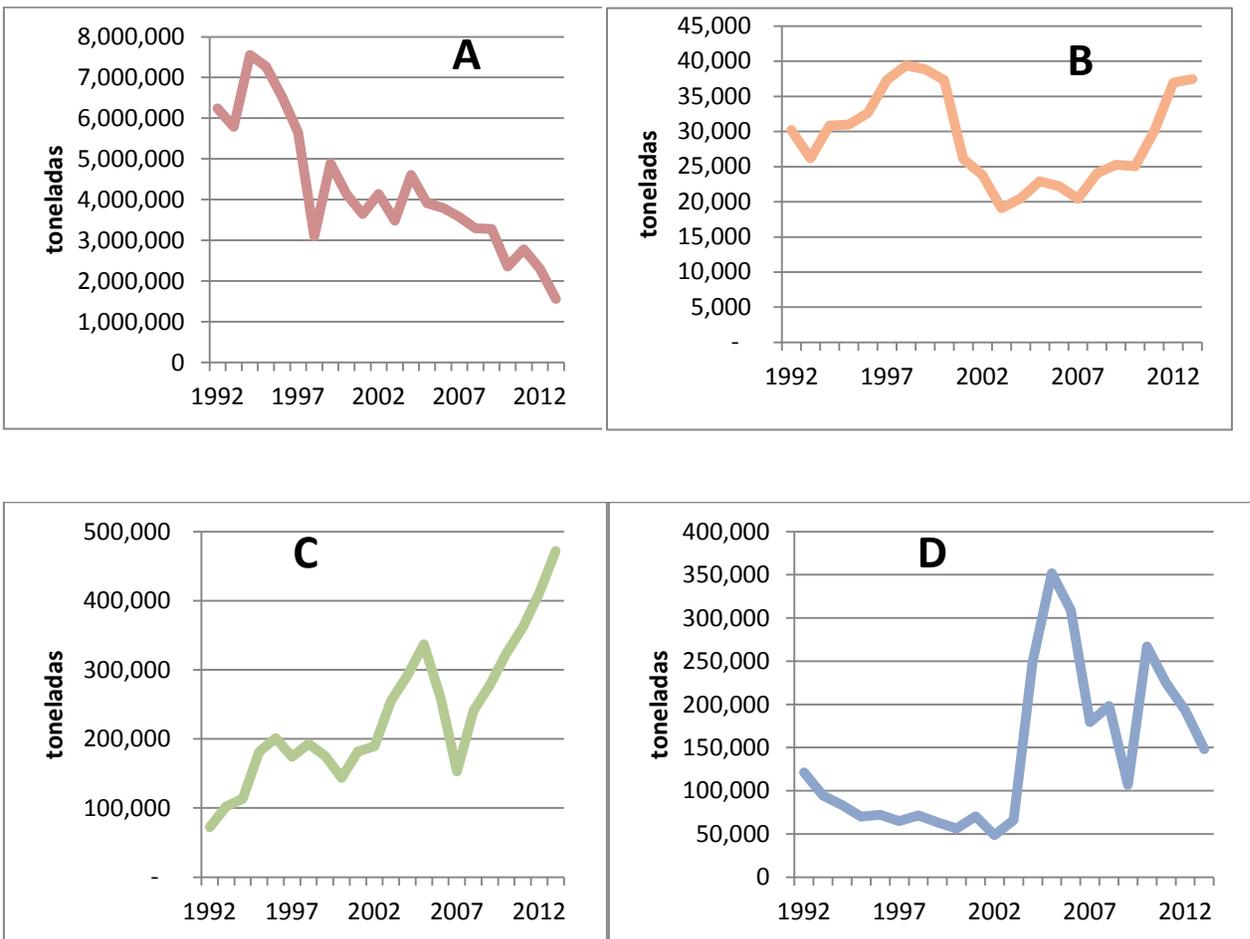


Figura 2. Desembarques anuales. **A:** peces (74 especies); **B:** crustáceos (23 especies); **C:** algas (13 especies); **D:** moluscos (31 especies). Fuente: SERNAPESCA (2003; 2014).

En relación con la acuicultura, desde los años 90, ha ganado paulatinamente importancia dentro de la valoración de la actividad pesquera nacional y es actualmente el sector con mayor crecimiento. Su producción total aumenta en forma constante desde 180 mil toneladas en 1994 a 1.1 millones de toneladas en 2013 (Figura 3). Se cultivan alrededor de 20 especies: 7 peces, 8 moluscos y 5 algas. Al igual que la pesca, el aporte de los peces a la producción de la acuicultura representa el 74% del total. Los principales peces que se cultivan son salmónidos: salmón del atlántico (*Salmo salar*), salmón del pacífico (*Oncorhynchus kisutch*) y trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Los moluscos aportan el 25% del total de las cosechas, la principal especie es el chorito (*Mytilus chilensis*), con el 96%. A su vez, las algas aportan con sólo el 1% de la producción total del sector acuicultura (Figura 3).

En general, la acuicultura se concentra en un número pequeño de especies, pero a través de la Política Nacional de Acuicultura se está promoviendo la diversificación del sector en un marco de sustentabilidad ambiental y equidad en el acceso a la actividad. Especial atención, en el marco de esta Política, tiene la acuicultura de pequeña escala (APE), que centra su producción en moluscos y algas, y que se considera una actividad económica con oportunidades de crecer debido a su potencial para atraer y reconvertir a los pescadores artesanales que se ven afectados por la disminución de algunos de sus recursos objetivos. Estos aspectos, que son importantes al momento de definir las políticas públicas, están considerados en las propuestas de adaptación e implementación de las acciones del presente plan (ver fichas de acción).

La acuicultura a escala industrial (salmonicultura), a su vez, ha representado un éxito importante durante las dos últimas décadas, creciendo alrededor de un 40% al año entre los periodos 1986/87 y 1996/97, y a partir de entonces (1996/97 - 2006/07) a un 10% al año. Sin embargo, se teme que el modelo original de producción basado solamente en un par de especies se esté agotando, por lo tanto, se busca desarrollar la diversificación de este tipo de acuicultura. Particularmente, la salmonicultura no ha estado exenta de problemas y la crisis del virus ISA (Anemia Infecciosa del Salmón) en el año 2007-2008, plantea interesantes desafíos ambientales y socio-económicos comparables a eventos extremos (como por ejemplo, cambios repentinos y significativos en la calidad del agua, aumento en la frecuencia e intensidad de micro algas nocivas, etc.) que pueden ocurrir por efecto del cambio climático.

Aspectos económicos

Si bien el sector pesquero nacional es un importante generador de divisas y empleo, para el país su importancia relativa representa sólo un 1,8% del producto interno bruto chileno (PIB)

considerando sólo el valor de la materia prima; al incorporar los productos elaborados esta contribución puede llegar a ser entre 3% y 3,5% del PIB. La acuicultura destaca, ya que desde hace varios años se han ido incrementando los envíos de productos de alta calidad, en particular asociados a la industria del salmón, los cuales llegan a representar más del 70% de los montos totales exportados.

En términos de empleo, la contribución global del sector es alrededor de un 1% del empleo nacional.

Desde el punto de vista de la vulnerabilidad y la capacidad de adaptación al cambio climático el sector de la pesca artesanal se identifica como uno de los sectores que requiere mayor atención dada su alta dependencia socio-económica asociada con la extracción de recursos marinos.

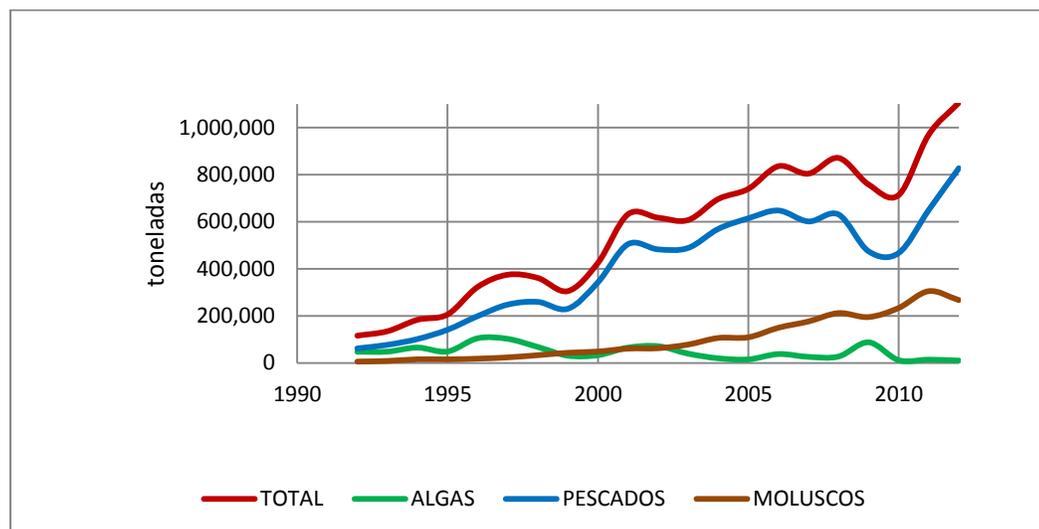


Figura 3. Cosecha total y por grupos de recursos hidrobiológicos de la acuicultura. (Fuente: SERNAPESCA (2003, 2014).

3. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMATICO EN PESCA Y ACUICULTURA

La Pesca y la Acuicultura desempeñan funciones fundamentales en el suministro de alimentos, en la seguridad alimentaria y en la generación de ingresos (FAO, 2012). A nivel mundial, unos 43,5 millones de personas trabajan directamente en el sector pesquero y la gran mayoría de ellas viven en países en desarrollo. Sumando a quienes intervienen en la industria de

elaboración, comercialización, distribución y suministro, el sector de la Pesca y Acuicultura a nivel mundial sostiene la subsistencia de cerca de 200 millones de personas.

3.1. A Nivel Mundial

En la Figura 4, se resumen los componentes y procesos de los ecosistemas marinos y de la pesca que son expuestos a los efectos potenciales del cambio climático, a través del acoplamiento océano-atmósfera y las interacciones entre los componentes abióticos, bióticos y antropogénicos.

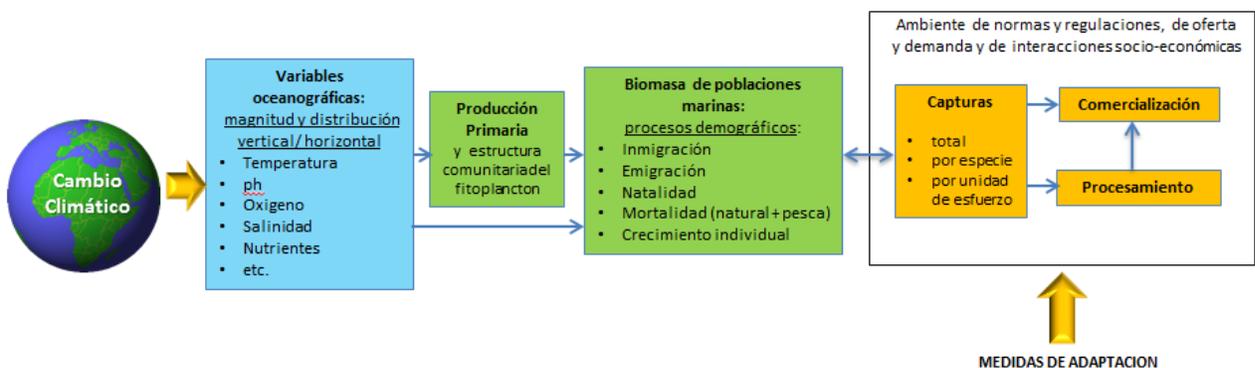


Figura 4. Componentes y procesos de los ecosistemas marinos y de la pesca expuestos a los efectos del cambio climático.

Según el informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, AR5, 2014), el cambio climático y la acidificación de los océanos están alterando profundamente los ecosistemas marinos, con los consecuentes impactos en la pesca y acuicultura a nivel mundial

- Los principales impactos se refieren al desplazamiento de los stocks y al aumento de la mortalidad de crustáceos para la acuicultura debido a la acidificación marina.
- Los impactos del cambio climático y la acidificación de los océanos se agravan por otros factores como: sobreexplotación de los recursos, contaminación y pérdida de hábitats.
- Los ecosistemas de arrecifes de coral están disminuyendo rápidamente, con consecuencias negativas para algunas pesquerías costeras.
- La acuicultura se puede ver afectada por aumento en la frecuencia y magnitud de tormentas e inundaciones.

- Los impactos contribuyen al aumento del número de “zonas muertas” en el océano, así como al aumento en la proliferación de microalgas tóxicas.

Cabe señalar que el IPCC estima varios escenarios posibles del cambio climático y que éstos involucran generalidades con diferentes niveles de incertidumbre.

En forma más detallada, y según la misma fuente, se registra un desplazamiento hacia los polos de las especies de aguas templadas con los consiguientes cambios en el tamaño y productividad de sus hábitats. Es probable que en un mundo donde las temperaturas promedio están aumentando, la productividad de los ecosistemas se reduzca en la mayor parte de los océanos tropicales y subtropicales, pero que aumente en las zonas latitudinales altas.

El incremento de las temperaturas también afectará la fisiología de los peces y, según las regiones y latitudes, tendrá efectos tanto positivos como negativos en las pesquerías y en las actividades acuícolas. Al causar trastornos en las redes tróficas marinas y de agua dulce, el cambio climático está ya alterando la estacionalidad de algunos procesos biológicos, con consecuencias imprevisibles para la producción pesquera. El riesgo de invasión de especies exóticas y la difusión de enfermedades de transmisión vectorial representan motivos adicionales de preocupación.

El recalentamiento diferencial de las tierras y océanos y de las regiones polares y tropicales podría afectar la intensidad, frecuencia y estacionalidad de las pautas climáticas (por ejemplo, el fenómeno de El Niño) y determinará acontecimientos extremos (inundaciones, sequías y tormentas). Estos eventos alterarán la estabilidad de los recursos acuáticos en esas regiones.

La elevación del nivel de los mares, el derretimiento de los glaciares, la acidificación de los océanos y los cambios en las precipitaciones y en el flujo de las aguas subterráneas y los ríos tendrán efectos significativos en los arrecifes de coral, los humedales y los ríos, lagos y estuarios.

Referente a los impactos sobre los medios de vida, se concluye que los cambios en la distribución, en la composición de las especies y en los hábitats harán necesario modificar las prácticas pesqueras y las operaciones en el sector de la acuicultura, y modificar la ubicación de las instalaciones de desembarque, cosecha y elaboración.

Los acontecimientos extremos también tendrán consecuencias en la infraestructura, que se manifestarán desde los puntos de desembarque y cosecha hasta las plantas de elaboración post-cosecha y las vías de transporte. Habrá igualmente repercusiones en el ámbito de la

seguridad en el mar y en los asentamientos humanos, siendo las comunidades que viven en las tierras bajas las que correrán los mayores riesgos.

Las actividades acuícolas y la producción de las pesquerías continentales se verán afectadas por el estrés hídrico y la competencia por los recursos de aguas, factores que acentuarán probablemente los conflictos entre los sectores productivos que dependen de la disponibilidad de agua.

La diversificación de los medios de vida constituye un procedimiento consolidado para la transferencia y contención de riesgos ante las perturbaciones, pero cuando las alternativas de diversificación son escasas, la factibilidad de tal procedimiento aparece comprometida.

Las consecuencias del cambio climático afectarán a las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria:

- ✚ la disponibilidad de alimentos de origen acuático variará debido a las alteraciones en los hábitats, las poblaciones hidrobiológicas y la distribución de las especies;
- ✚ la estabilidad de los suministros se verá afectada por irregularidades estacionales, la varianza en la productividad de los ecosistemas, la mayor variabilidad de los suministros y los riesgos;
- ✚ el acceso a los alimentos de origen acuático se modificará a causa de los cambios en los medios de vida y en las capturas o en las posibilidades de cosecha;
- ✚ la utilización de los productos acuáticos también tendrá alteraciones, por ejemplo, algunas sociedades y comunidades deberán ajustar sus hábitos de consumo introduciendo en sus comidas especies que no formaban parte de su dieta tradicional.

3.2. En Chile

Características ecosistémicas

Chile presenta una gran variedad de ecosistemas y de especies marinas que estarían siendo afectadas por cambios en las condiciones hidrológicas y ambientales derivadas del cambio y variabilidad del clima, y estarían generando múltiples respuestas directas e indirectas.

El cambio climático afectaría a las especies marinas (pelágicas, demersales y bentónicas) en la medida en que se modifiquen las condiciones físicas, químicas y biológicas que determinan su productividad, desarrollo, alimentación, reproducción, abundancia y distribución. Cabe señalar que los recursos pelágicos, y probablemente también los demersales, presentan marcadas fluctuaciones en su abundancia en estos ecosistemas dinámicos, con colapsos abruptos y alternancia de especies. Estos últimos se reflejan en cambios de régimen del ecosistema entero, los cuales tienen notable impacto en la estructura, dimensión y dinámica de las pesquerías. Estas fluctuaciones se deberían al efecto antrópico y a la variabilidad ambiental (Bernal, 1990; Yáñez, 1998).

En consecuencia, la habilidad para observar y detectar síntomas de cambios en las condiciones ambientales y niveles tróficos del ecosistema, así como estimar y predecir los efectos sobre la abundancia, el reclutamiento y las capturas de dichas pesquerías, es un aspecto de importancia clave para su manejo y desarrollo sustentable.

Parte de este sistema marino chileno pertenece al “Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt” (GEMCH), el cual se localiza aproximadamente entre 4°S y 42°S a lo largo de las costas de América del Sur con una extensión promedio mar afuera hasta aproximadamente 200 a 300 millas náutica de la costa.

El GEMCH es uno de los cuatro sistemas de corriente de borde oriental del mundo, que se caracteriza por sus zonas de surgencia costera, de aguas frías con alta concentración de nutrientes lo cual genera una elevada productividad primaria (fitoplancton) y secundaria (zooplancton y peces). Frente a la costa chilena el GEMCH incluye dos zonas con marcadas diferencias en sus condiciones oceanográficas:

- ✚ Zona frente Arica-Coquimbo (18°S - 30°S), corresponde a una zona que se caracteriza por la ocurrencia de una surgencia moderada y temperatura superficial del mar relativamente cálida, la cual es cuasi-periódica en la escala interanual y decadal. Esta región es susceptible a perturbaciones interanuales tal como eventos tipo ENOS (El Niño-Oscilación del Sur).
- ✚ Zona frente a Chile central (30°S-42°S), la cual es cuasi-periódica en la escala decadal. Esta región tiene un marcado ciclo estacional de surgencia, con convergencias costeras durante el invierno y una surgencia moderada durante el periodo estival (octubre-marzo), pero con una muy alta mezcla turbulenta debida a la acción del viento. Los efectos interanuales de eventos ENOS son mínimos en esta región, a excepción de eventos muy fuertes.

Al sur de estas dos zonas GEMCH, y separada por la Deriva del Oeste, se encuentra el ecosistema de canales y fiordos que obedece a una eco-región templada fría (al sur de los 42°S y hasta el cabo de Hornos). Este sistema es extremadamente complejo, caracterizado por fiordos, estrechos, canales e islas que definen una ecorregión única, con alta diversidad y productividad planctónica que sustenta una fauna variada de poliquetos, moluscos, crustáceos y peces, algunos de ellos endémicos. Además, de ser una zona reconocida de alimentación y reproducción de aves y mamíferos marinos como la ballena azul. Cabe señalar que en esta zona se desarrolla la mayor parte de la acuicultura del salmón y de choritos.

Cambios observados y esperados

Temperatura superficial del mar (TSM)

Cabe señalar que mientras en muchas regiones del planeta se observa un calentamiento de las aguas superficiales del mar, en la costa oeste de Sudamérica se observa un enfriamiento a partir de fines de los años 1970, del orden de 0,1 a 0,2 °C por década. Esto se confirma con información de TSM satelital, al observar un claro enfriamiento frente a la zona centro-sur y norte de Chile después de 1979 (Falvey y Garreaud, 2009). La Figura 5, muestra esta tendencia de la TSM para las costas de la zona norte y central de Chile. Es importante señalar que este enfriamiento no es simulado por ninguno de los modelos climáticos globales acoplados que se utilizan en las proyecciones climáticas que aparecen en los reportes del IPCC. El factor más probable que explica el enfriamiento de la TSM es la intensificación del esfuerzo del viento a lo largo de la costa y por lo tanto de la surgencia costera, que transporta agua fría de la profundidad a la superficie. Al respecto, Garreaud y Falvey (2008) señalan que los vientos superficiales en dichas zonas se fortalecerían pasando de un promedio máximo de 6,5 m/s en el período 2000-2005 a 7,5 m/s en el período 2071-2100, efecto que asociado a las surgencias costeras enfriarían las aguas superficiales.

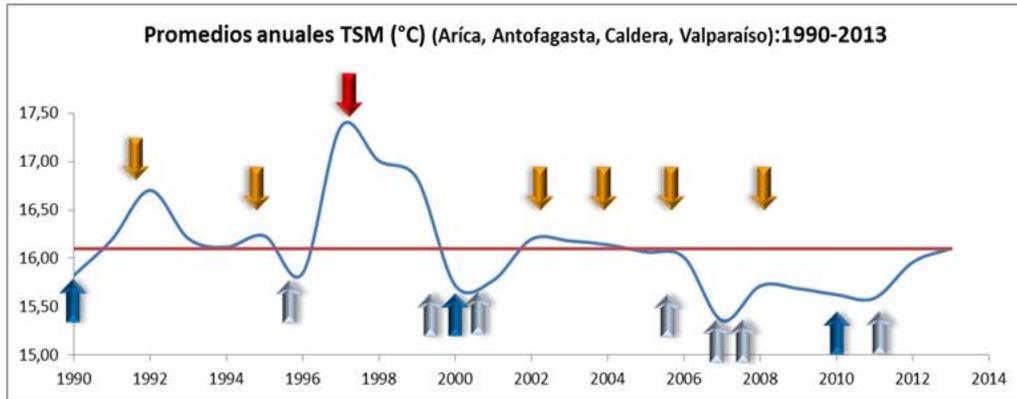


Figura 5. Promedios totales anuales de la temperatura superficial del mar (TSM) de cuatro estaciones costeras: Arica, Antofagasta, Caldera, Valparaíso (Fuente: datos SHOA (CENDHOC)) y años de El Niño (flechas amarillas: eventos moderados; flecha roja: evento fuerte) y de La Niña (flechas celestes: eventos moderados; flechas azules: eventos fuertes).

Según Montecinos (en Cubillos *et al.*, 2013) se debería esperar también para los futuros escenarios del clima un aumento en los vientos en la costa chilena, contribuyendo así, a través de los procesos de surgencia a un enfriamiento continuo de las aguas superficiales o más bien a un no-calentamiento de las aguas en estas zonas. Por otro lado, Fuenzalida *et al.* (2007), basándose en dos escenarios del IPCC, pronostica un futuro calentamiento de las aguas chilenas. Estas conclusiones opuestas demuestran el alto grado de incertidumbre referente a la tendencia futura de variables oceanográficas claves, que afectan la productividad primaria y la distribución de los recursos pesqueros chilenos.

Oxígeno disuelto

Una de las consecuencias del cambio climático es la disminución de la concentración de oxígeno disuelto con el calentamiento global. En el periodo 1990-2008, el contenido de oxígeno ha disminuido en muchas regiones del Pacífico tropical, Atlántico, y Océano Índico en la capa de 200-700 dbar de profundidad, en relación con el periodo 1960-1974.

Por otra parte, a 200 dbar de profundidad, el área con $O_2 < 70 \mu\text{mol kg}^{-1}$, que muchos organismos móviles grandes son incapaces de tolerar, se ha incrementado en 4,5 millones de km^2 . Las zonas tropicales bajas de oxígeno se han expandido horizontalmente y verticalmente. El oxígeno subsuperficial ha disminuido en sectores adyacentes a la mayoría de las plataformas continentales. Sin embargo, la fuerte presión pesquera en el océano abierto puede hacer que sea difícil aislar el impacto de la disminución de oxígeno en las pesquerías. En profundidades

someras, la contracción del hábitat se producirá para grupos taxonómicos que no toleran la hipoxia (estado de deficiencia de oxígeno en un organismo), con la eventual pérdida de biodiversidad.

Nivel Medio del Mar (NMM)

Las observaciones con respecto al nivel medio del mar en las últimas décadas en Chile varían según la zona (COPAS, 2013):

En el norte (Arica, Antofagasta) el NMM ha disminuido a 55-82 mm en 60 años de registros. En el centro (Valparaíso) el NMM ha aumentado en torno de 6 mm en 58 años. En el sur (Puerto Williams) el nivel del mar ha aumentado en torno a 90 mm en 41 años. El aumento más fuerte se registró en la Isla de Pascua donde el NMM ha aumentado en torno a 162 mm en 51 años de registros.

Las proyecciones futuras para Chile (Universidad de Chile, 2007) muestran incrementos entre 5 y 10 cm al 2050 y de entre 12 a 28 cm al año 2100. Se predice para el 2100 un aumento promedio del nivel del mar frente a las costas chilenas de 20 cm para la zona entre 30°S - 60°S y entre 25 – 30 cm para la zona 20°S - 30°S.

Según las conclusiones del último reporte del IPCC (2014), y si las emisiones de gases invernadero se mantienen creciendo dentro de las tasas actuales, el NMM a nivel mundial aumentaría más rápido de lo que se había pensado, se podría esperar para fines de este siglo un aumento promedio mayor a 45 cm.

Acidificación del Océano

Aproximadamente 1/3 de las emisiones de CO₂ antropogénico han sido absorbidas por los océanos (Sabine *et al.*, 2004), aumentando la presión parcial de CO₂ (pCO₂) a expensas de una reducción significativa del pH del mar y la concentración del ion carbonato disuelto [CO₃²⁻], proceso conocido como “acidificación del océano” (Orret *et al.*, 2005). Los ecosistemas de surgencia y de la Patagonia chilena son regiones de un intenso flujo de CO₂ (Torres *et al.*, 2011, Mayol *et al.*, 2012). Los parámetros del sistema de los carbonatos (pH, alcalinidad, temperatura, salinidad, etc.) registrados a lo largo de la costa de Chile demuestran la existencia de un gradiente en el flujo de CO₂ entre el océano y la atmósfera. A pesar la variabilidad temporal, en términos promedios, la dirección del flujo de carbono cambia de una zona de desgasificación en la región de surgencia costera (20°-37°S). Es decir, dado el proceso de remineralización de la

materia orgánica en el interior del océano, la surgencia de aguas profundas estaría introduciendo aguas frías, de bajo pH y alto CO₂ hacia la zona costera, como ha sido demostrado en el ecosistema de surgencia de la costa de Oregon-California (Feely *et al.*, 2008). Por otra parte, desde los 37°S hacia la Patagonia el océano costero se transforma en una zona de sumidero o secuestro de CO₂. En esta zona, el secuestro de CO₂ interactúa con el aporte de aguas ácidas por descarga de ríos debido al aumento de las precipitaciones, deshielos y retroceso de glaciares. Recientemente, Mayol *et al.* (2012) registraron que una importante porción de la columna de agua a lo largo de la costa de Chile, pero particularmente entre los 28°S y 42°S presenta condiciones moduladas por la concentración de CO₂ y su interacción con condiciones de hipoxia que podrían comprometer el desarrollo de organismos aeróbicos calcificadores. Lo anterior es reflejado en que las aguas de la costa de Chile presentan niveles de pH y estado de saturación del carbonato (Ω) que son naturalmente bajos. Sin embargo, debido a la interacción entre estos procesos naturales del ciclo del carbono con el aumento antropogénico del CO₂ atmosférico global, estos ecosistemas y los recursos que contienen, podrían ser vulnerables a la acidificación del océano. Pero, a pesar de la importante influencia de la surgencia costera y su interacción con las descargas de ríos sobre los procesos que acidifican el océano poco se conoce acerca de sus implicancias sobre la estructura y función de un ecosistema costero. En general, se desconoce si el descenso en pH inducido por surgencia o descargas de ríos representa un factor de estrés para organismos calcificadores. Sin embargo, existe evidencia experimental que sugiere que el aumento del CO₂ en el agua de mar y el correspondiente descenso de pH genera una disminución en la producción de biomasa del recurso chorito, *Mytilus chilensis* (Navarro *et al.*, 2013), y aunque esta respuesta es variable, cuando el efecto neto es negativo este ocurriría vía un efecto sobre la tasa de calcificación y no en la disolución de sus valvas (Duarte *et al.*, 2013, 2104). Para *Concholepas concholepas* (loco), otro recurso de importancia económica para la pesca artesanal, se ha registrado que la acidificación del océano puede impactar su tasa de ingestión comprometiendo su desarrollo en la etapa larval (Vargas *et al.*, 2013), su comportamiento, metabolismo y calcificación en estados juveniles (Manriquez *et al.*, 2013, 2014, Ramajo *et al.*, 2013, Lardies *et al.*, 2014). Sin embargo, existe un amplio desconocimiento del impacto de la acidificación del océano para una amplia gama de otros recursos cultivados o extraídos por la pesca artesanal.

El Niño-La Niña Oscilación del Sur (ENOS) y Cambios Interdecadales

ENOS es el agente más importante de la variabilidad interanual del clima de la región y de las condiciones oceanográficas de los ecosistemas marinos.

La fase cálida de ENOS conocida como El Niño se manifiesta, principalmente, por un aumento de la temperatura superficial del mar (TSM) y una disminución de los vientos alisios en el lado Este del Océano Pacífico. La fase inversa o fría de ENOS, conocida como La Niña, se caracteriza por presentar TSM más frías que lo normal e intensificación de los vientos alisios en el Este del Océano Pacífico.

Tanto El Niño como La Niña afectan la biomasa y distribución de los principales recursos pesqueros pelágicos y demersales en forma diferente.

Entre 1990 y 2013 han ocurrido 17 eventos ENOS (7 El Niño y 10 La Niña, Figura 5), los cuales, entre otros, han influido en el régimen térmico de las aguas chilenas y en los recursos hidrobiológicos explotados. Por otra parte, la temperatura media global en la superficie terrestre y oceánica, a partir del siglo 20, muestra un período de enfriamiento importante entre 1880 y 1935, seguido de un período frío menos intenso entre 1945 y 1975; en tanto que se observan dos períodos cálidos, el primero de 1935 a 1945 y el segundo a partir de 1975 (Trenberth *et al.*, 2007). Este último cambio interdecadal implicó un gran cambio de régimen en las zonas de pesca pelágica del país, pasando de una pesquería de anchoveta a una de sardina en la zona norte, y una de sardina común-anchoveta a una de jurel en el centro-sur; esta situación se revierte en ambas zonas entre fines de los 80 y principio de los 90 (Yáñez, 1998).

Aunque hay una cierta certeza de que dichos eventos seguirán en el futuro, los modelos del clima actualmente disponibles todavía no permiten una conclusión coherente, y en caso positivo, cómo el cambio climático va a afectar la frecuencia o magnitud de estos eventos y/o cómo ellos modularán la tendencia del cambio climático.

Recursos pesqueros

Se considera que las pesquerías sobreexplotadas o en agotamiento son las más vulnerables al cambio climático (Perry *et al.*, 2010; Hidalgo *et al.*, 2011). Esto es relevante dado el estado de situación de algunas pesquerías chilenas emblemáticas como son la merluza común, sardina española, jurel y congrios que son de importancia para el sector pesquero artesanal (SUBPESCA, 2014).

Yáñez *et al.* (2014), utilizando un modelo de red neuronal predice un incremento en las capturas de anchoveta del norte de Chile en caso que la TSM disminuya en un 0,02°C/año y disminuciones notables en el caso que la TSM aumente en 0.034°C/año o 0,025°C/año. En tanto que Silva *et al.* (2014), estiman leves disminuciones (de entre 3 y 5%) en las capturas de la

pesca palangrera del pez espada y de cerco de sardina común, cuando la TSM promedio en la zona de pesca aumenta entre 1,0 – 2,3°C hacia el año al 2050.

Escenarios de cambio climático sugieren que ante aumento de CO₂, la estratificación oceánica puede incrementarse fuertemente y que los vientos favorables para la surgencia podrían permanecer frente a Perú e incrementarse frente a Chile. En este contexto, Brochier *et al.* (2013) analizan los impactos en la dispersión/retención de huevos y larvas de peces pelágicos pequeños en el sistema de corrientes de Humboldt ante escenarios como este. Para ello utilizaron tasas de retención larval en áreas de crianza predefinidas. La retención larval se incrementaría con el aumento en la estratificación debido al calentamiento regional. Sin embargo, dicho incremento en la retención larval se compensa con una disminución de las áreas de crianza y una oxiclina (profundidad a partir de la cual la concentración del oxígeno disminuye fuertemente) más somera. Los resultados muestran que ante un cambio climático futuro se puede reducir en forma significativa la capacidad de reproductiva de peces pelágicos en el ecosistema de surgencia de Humboldt.

El futuro cambio en las precipitaciones y aporte de agua dulce mediante los caudales de ríos, puede impactar en procesos biológicos del ecosistema marino en las zonas de desembocaduras. Quiñones y Montes (2001), encontraron una correlación significativa entre los desembarques de róbalo y la entrada de agua dulce a la zona costera central de Chile (36°S-37°30"S).

Las algas, especialmente las algas pardas, cuya pesquería se desarrolla entre los 18°S y 23°S, son de gran importancia socioeconómica para la pesca artesanal, constituyendo un recurso fundamental dentro del portafolio de recursos bentónicos que sustentan la actividad pesquera artesanal de pequeña escala. Desde el punto de vista ecológico, las grandes algas pardas son estructuradoras de comunidades al albergar numerosas otras especies, algunas de ellas de importancia para la pesca artesanal, además de tener un rol importante en la oceanografía física costera. Las comunidades de algas son fuertemente impactadas por variables climáticas y oceanográficas. Estudios aseveran que solo un grado más de temperatura en los mares podría afectar la disponibilidad de nutrientes, por ende disminuir la productividad de las algas pardas, afectando así el sistema socioeconómico de la pesca artesanal correspondiente y los procesos de dinámica costera vinculados, entre otros, con la erosión e inundaciones.

Los resultados de estos trabajos muestran la necesidad de analizar la influencia de factores ambientales en la explotación de recursos hidrobiológicos de un área determinada, para evaluar la producción (capturas, cosechas) y la biodiversidad bajo el marco del cambio climático, y desarrollar políticas de manejo eficientes. El conocimiento asociado a las relaciones funcionales

entre dichos recursos y el ambiente resulta crucial para planificar futuros escenarios, facilitando así el control de los posibles efectos de dichos cambios en el manejo de recursos hidrobiológicos (Brander, 2010). Esto implica en primer lugar la regionalización de los modelos globales de circulación y el análisis considerando las fluctuaciones temporales (utilizando largas series de tiempo disponibles) y espacio-temporales (asociadas normalmente al uso de información satelital más acotada en el tiempo).

Acuicultura

En el caso de la acuicultura, es posible que el cambio en el nivel del mar no tenga efectos directos sobre los recursos cultivados. Sin embargo, pueden existir otros efectos relacionados a la exposición de los centros de producción, los que se verían forzados a realizar cambios en su localización, de manera progresiva o, en casos menos extremos, modificaciones en su infraestructura, incluyendo las instalaciones de operaciones y los sistemas de cultivo. Un mayor nivel del mar, provoca daños en cultivos suspendidos, cuyas unidades de cultivo son líneas madres ancladas al fondo marino. Particularmente, los cultivos de ostiones, ubicados en bahías expuestas en la zona norte del país, podrían verse muy afectados por cambios en la intensidad de las marejadas.

Otro posible impacto en los centros de cultivo, relacionado al aumento del nivel del mar, es el cambio en la salinidad de los sistemas de estuarios, lo cual pudiese influir negativamente en los rendimientos y mortalidades de los individuos. Adicionalmente, es también factible que dicho efecto pueda favorecer la manifestación de plagas y/o enfermedades relevantes que afecten las especies cultivadas. Un ejemplo de lo anterior, es el piojo del salmón, que afecta el crecimiento, pudiendo causar incluso la muerte producto de heridas en el cuerpo de los salmones. Este parásito podría verse favorecido en su diseminación, producto del aumento de la temperatura del mar, la cual influye en su distribución.

El futuro cambio en las precipitaciones y aporte de agua dulce mediante los caudales de ríos, pueden impactar en las instalaciones terrestres de la acuicultura que dependen de este recurso vital.

4. DIRECTRICES PARA LA ADAPTACION EN PESCA Y ACUICULTURA

A lo largo de la historia las comunidades que dependen de los recursos vivos han conseguido adaptarse a las variaciones en la disponibilidad de estos recursos, generadas o no por

alteraciones climáticas. En ese sentido, para enfrentar el cambio climático, la estrategia de adaptación debe ser diseñada en función del contexto y lugar, tomando en consideración tanto las repercusiones que ocurran a breve plazo (por ejemplo, aumento en la frecuencia de acontecimientos severos) como a largo plazo (por ejemplo, reducción en la productividad de los ecosistemas acuáticos).

Considerando el tema de la “incertidumbre” referente a los escenarios climáticos para los ecosistemas marinos y el estado de situación de las pesquerías chilenas, la adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura estará muy ligada al desarrollo sustentable de las pesquerías en el contexto de un clima variable y cambiante. Este “enfoque climático” en el manejo pesquero requiere la sincronización de las medidas de la regulación pesquera con la dinámica de las condiciones ambientales, las cuales influyen sobre el crecimiento poblacional y la distribución espacial de los recursos pesqueros y por ende sobre los desembarques y sus beneficios económicos.

Como opción principal de adaptación se recomienda mejorar la *resiliencia* de los componentes más vulnerables del sector. El IPCC (2007) define resiliencia como “la capacidad de un sistema social o ecológico para absorber una alteración sin perder ni su estructura básica o sus modos de funcionamiento, ni su capacidad de auto-organización, ni su capacidad de adaptación al estrés y al cambio”. De manera más específica, las estrategias de adaptación, en pesca y acuicultura, deberían promover la gestión de los riesgos socio-económicos asociados a las fluctuaciones interanuales de los desembarques, incluida la preparación para hacer frente a casos de catástrofe, y la gestión integrada de las zonas costeras y de los ecosistemas marinos.

Las políticas y actividades a nivel internacional, regional y nacional que contribuyen a minimizar las repercusiones negativas del cambio climático, según FAO (2012), consideran los ámbitos siguientes:

- ✚ **Desarrollo de la base de conocimientos.** En un contexto de incertidumbre (enfoque precautorio), se deberá tomar en cuenta la posibilidad de que ocurran acontecimientos imprevistos, tales como fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes u otros eventos sorpresivos. Contar con proyecciones futuras respecto a niveles de producción pesquera, predicciones sobre el impacto en determinadas pesquerías y sistemas de acuicultura, mejores herramientas para la adopción de decisiones en situaciones de incertidumbre, y un conocimiento perfeccionado acerca de quiénes son o serán los sujetos vulnerables al cambio climático y sus efectos adversos sobre la seguridad alimentaria y cómo enfrentar estas alteraciones.

- ✚ **Marcos normativo, jurídico y de ejecución.** Adaptar los marcos de gobernanza a las respuestas que los diferentes sectores han dado a los cambios climáticos. Será necesario establecer nexos entre las políticas y programas nacionales de adaptación al cambio climático y también entre los marcos jurídicos transectoriales, tales como los marcos relativos a la seguridad alimentaria, reducción de la pobreza, preparación para responder a casos de emergencia, y otros. Fortalecer las estructuras y procesos de toma de decisiones regionales o dar a éstos una orientación más específica.
- ✚ **Creación de capacidad, estructuras técnicas y organizativas.** Contar con organismos técnicos competentes y capacitados, tales como las entidades encargadas de la pesca y la acuicultura, de la investigación científica y de la educación, y en coordinación con aquellas que se ocupan de la planificación y del financiamiento. Será necesario además establecer o reforzar las asociaciones en el seno del sector público y privado, la sociedad civil y las organizaciones no gubernamentales (ONG).
- ✚ **Activar los mecanismos financieros.** Para hacer frente a los problemas del cambio climático, será necesario aprovechar plenamente, a nivel nacional e internacional, las potencialidades de los mecanismos financieros existentes. También será preciso recurrir a enfoques innovadores para seleccionar instrumentos financieros y crear incentivos y desincentivos eficaces. El sector público jugará un papel importante al estimular e integrar las inversiones del sector privado y actuar por conducto de los mecanismos de mercado para satisfacer los objetivos sectoriales relacionados con las respuestas al cambio climático y la seguridad alimentaria.

Tomando en cuenta estos ámbitos, aspectos y recomendaciones generales, y el marco general del Plan de Adaptación para el sector Pesca y Acuicultura se definen las siguientes directrices que guían el presente Plan:

- 🐟 La política pública sectorial en materia de adaptación debiera ser orientada a reducir la vulnerabilidad y a proveer la información necesaria para la planificación e implementación de las acciones que conduzcan a esta reducción, asegurando que dichas acciones no tengan impactos negativos en otros servicios ecosistémicos, en la sustentabilidad de las pesquerías y acuicultura a largo plazo y coherentes con las medidas de adaptación incluidas en otros Planes sectoriales de Adaptación, en especial en el Plan de Biodiversidad.

- ✎ Considerar la adaptación como un proceso progresivo y capaz de aprender de experiencias pasadas, tomando en cuenta que los pescadores y acuicultores se han adaptado a otros procesos o eventos ambientales anteriores.
- ✎ Buscar medidas de adaptación que contribuyan a reducir la vulnerabilidad de forma prolongada, en lugar de instaurar medidas paliativas de corto plazo que podrían incluso tener un efecto contrario a largo plazo.
- ✎ A través del Plan, contribuir a la sustentabilidad de las pesquerías y la acuicultura con el propósito de que las medidas de adaptación sean más eficientes y que no se vean afectadas por la condición de los recursos ligada a problemas de manejo y gobernabilidad.
- ✎ En concordancia con la Ley General de Pesca y Acuicultura y sus programas, en el diseño e implementación de medidas en materia de cambio climático en el sector pesca y acuicultura, se debe considerar:
 - Escalas temporales y espaciales acordes con el desarrollo de la política para la conservación y administración de las pesquerías y acuicultura y protección de los ecosistemas.
 - Aplicar el principio precautorio y un enfoque ecosistémico en concordancia con la regulación pesquera y acuícola y protección de los ecosistemas.
 - Establecer programas y estrategias para recopilar, verificar, informar y compartir en forma sistemática, oportuna, correcta y pública los datos e información sobre los impactos del cambio climático en pesca y acuicultura.
 - Considerar un seguimiento y evaluación periódica de las medidas de adaptación, en coordinación con la evaluación de las medidas de conservación y administración pesqueras y acuícolas.

5. MEDIDAS DEL PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA PESCA Y ACUICULTURA

5.1. Objetivo General y Específicos

La capacidad de adaptación, según IPCC (2007), está definida como la habilidad de un sistema para adaptarse al cambio climático (incluyendo variabilidad climática y eventos extremos) para moderar el daño potencial, aprovechar las oportunidades o manejar las consecuencias.

En sistemas donde interviene el hombre la capacidad de adaptación al cambio climático es una función de tres componentes: (i) la capacidad de comprender la problemática del clima y sus repercusiones sobre los componentes del sistema, (ii) la capacidad de poder identificar medidas apropiadas de adaptación y (iii) la capacidad de implementar las medidas identificadas.

El presente Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura se enmarca en el desarrollo de iniciativas y políticas país con respecto al cambio climático y al manejo sustentable de los recursos de la pesca, de la acuicultura y en general de la conservación de la biodiversidad marina. En cuanto a la definición de los objetivos el Plan sigue las recomendaciones de la OCDE (2011) y FAO (2012) y toma en consideración los antecedentes y directrices planteadas anteriormente.

De acuerdo con las políticas y estrategias sectoriales y medio ambientales nacionales, el marco institucional y legal para el manejo de la pesca y acuicultura en Chile, los compromisos internacionales, las recomendaciones del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y de las fuentes internacionales y nacionales, el objetivo general y específico del presente Plan son:

Objetivo General

 *Fortalecer la capacidad de adaptación del sector Pesca y Acuicultura a los desafíos y oportunidades del cambio climático, considerando un enfoque precautorio y ecosistémico.*

Objetivos Específicos

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.

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.
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.
4. Mejorar el marco normativo, político y administrativo para abordar eficaz y eficientemente los desafíos y oportunidades del cambio climático.
5. Desarrollar medidas de adaptación directas tendientes a reducir la vulnerabilidad y el impacto del cambio climático en las actividades de pesca y acuicultura.

5.2. Fichas de acción

Las fichas de acción, que en su conjunto representan las medidas de adaptación del Plan, toman en consideración las directrices y los objetivos específicos del Plan y representan el marco orientador de una acción en particular a través de una serie de atributos que facilitan su futura implementación, tales como: objetivos, cobertura, plazos, resultados, posibles fuentes de financiamiento e instituciones responsables y socios colaboradores.

Objetivo específico 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.

1. Apoyar la implementación de Planes de manejo en pesquerías locales, nacionales y regionales.
2. Fortalecer el programa de observadores científicos a bordo de las flotas pesqueras nacionales.
3. Fortalecer el Programa de Reducción del Descarte y la Pesca incidental en las pesquerías nacionales.
4. Promover el desarrollo de la Planificación Espacial Marina (MSP, por sus siglas en inglés) como una herramienta de gestión para el uso de los recursos y ecosistemas marinos.

5. Guía para la certificación de pesquerías.

Ficha de acción N° 1	
Título de la medida	Apoyar la implementación de Planes de manejo en pesquerías locales, nacionales y regionales.
Objetivo específico	1
Objetivo de la medida	Mejorar la sustentabilidad de los recursos pesqueros objetivos y la conservación de la biodiversidad asociada.
Cobertura	Nacional, con expresión por subsector (industrial y artesanal) y por recurso.
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los recursos objetivos y su fauna asociada • Desarrollar un estándar de plan de manejo, que considere la problemática del cambio climático.
Posibles fuentes de financiamiento	SUBPESCA
Instituciones responsables	SUBPESCA
Socios colaboradores	SERNAPESCA, MMA, Universidades y otros.

Ficha de acción N° 2	
Título de la medida	Fortalecer el Programa de Observadores científicos a bordo de la flota pesquera nacional
Objetivo específico	1
Objetivo de la medida	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.
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
Posibles fuentes de financiamiento	SUBPESCA
Instituciones responsables	SUBPESCA
Socios colaboradores	SERNAPESCA, IFOP, ONG, Universidades, Flota Pesquera

Ficha de acción N° 3	
Título de la medida	Fortalecer el Programa de Reducción del Descarte y la Pesca Incidental en las pesquerías nacionales
Objetivo específico	1
Objetivo de la medida	Mitigar la mortalidad por descarte de ejemplares de especies objetivo y de fauna acompañante así como la mortalidad de especies incidentales por captura.
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • 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
Posibles fuentes de financiamiento	SUBPESCA
Instituciones responsables	SUBPESCA
Socios colaboradores	SERNAPESCA, IFOP, ONG, Universidades, FAO, Flota Pesquera

Ficha de acción N° 4	
Título de la medida	Promover el desarrollo de la Planificación Espacial Marina (MSP, por sus siglas en inglés) como una herramienta de gestión para el uso de los recursos y ecosistemas marinos
Objetivo específico	1; 4
Objetivo de la medida	Permitir el desarrollo sustentable de las diferentes actividades económicas en zonas marinas y costeras en un contexto ecosistémico.
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de capacidades en el desarrollo de instrumentos de Planificación Espacial Marina (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 marino.
Posibles fuentes de financiamiento	SUBPESCA, FNDR, Acuerdos y Memorándum de Cooperación
Instituciones responsables	SUBPESCA, DIRECTEMAR, MMA
Socios colaboradores	MMA, Universidades, ONG, GORE, CNUBC, CRUBC

Ficha de acción N° 5	
Título de la medida	Guía para la certificación de pesquerías
Objetivo específico	1
Objetivo de la medida	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.
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
Posibles fuentes de financiamiento	SUBPESCA y sector pesquero privado
Instituciones responsables	SUBPESCA
Socios colaboradores	SERNAPESCA, Organizaciones Certificadoras

Objetivo específico 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.

Las fichas correspondientes son:

6. Red nacional de monitoreo y análisis de biodiversidad marina y de aguas continentales.
7. Modelos de pronósticos de pesquerías pelágicas chilenas frente a diversos escenarios del cambio climático.
8. Estudios oceanográficos de biodiversidad marina.
9. Programa de prevención, control y/o erradicación de especies exóticas invasoras (EEI).
10. Determinación de las Áreas Aptas para Acuicultura (AAA) de acuerdo con los posibles futuros escenarios climáticos-oceanográficos.
11. Análisis de variables ambientales y oceanográficas que afectan la producción de semillas de mitílidos.
12. Impacto del cambio climático en la distribución de mamíferos marinos, pingüinos y tortugas marinas.

13. Estudios sobre el impacto del cambio climático sobre recursos marinos en la antártica chilena.
14. Estudio de vulnerabilidad al cambio climático para recursos hidrobiológicos importantes para pesca y acuicultura.
15. Sistema de predicción de condiciones climáticas para la Pesquería Artesanal y la Acuicultura.
16. Evaluación de especies de interés para la acuicultura bajo diferentes escenarios climáticos.
17. Estudio del cambio en la distribución geográfica de *Alexandrium catenella* en los fiordos y canales del sur de Chile.
18. Efectos del cambio climático en las actividades de acuicultura desarrollada en espacios fluviales y lacustres.

Ficha de acción N° 6	
Título de la medida	Red nacional de monitoreo y análisis de biodiversidad marina y de aguas continentales.
Objetivo específico	2
Objetivo de la medida	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.
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<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 como peces, corales, tortugas, mamíferos, aves marinas, entre otros). • Evaluación del funcionamiento de la Red (Proyectos Pilotos) e introducción de eventuales ajustes. • Ampliación paulatina de la Red a nivel nacional.
Posibles fuentes de financiamiento	Por definir. Se está explorando financiamiento con CTCN (Climate Change Technology Mechanism de Naciones Unidas) para la etapa de diseño de la red.
Instituciones responsables	MMA, MDN, y otras por confirmar
Socios colaboradores	Instituciones académicas, sociedades científicas e instituciones públicas que colaboren en el monitoreo o en la generación de información, SSFFAA

Ficha de acción N° 7	
Título de la medida	Modelos de pronósticos de pesquerías pelágicas chilenas frente a diversos escenarios del cambio climático
Objetivo específico	2
Objetivo de la medida	Desarrollar modelos pronósticos para explorar cómo el cambio climático va a afectar la abundancia futura de los recursos pesqueros a nivel nacional y regional
Cobertura	Nivel nacional y regional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de datos pesqueras y ambientales consolidadas y actualizadas hasta el año 2010. • 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-recurso 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.
Posibles fuentes de financiamiento	FONDEF
Instituciones responsables	SUBPESCA
Socios colaboradores	IFOP, Universidades, MMA

Ficha de acción N° 8	
Título de la medida	Estudios oceanográficos y de morfología submarina asociados a la biodiversidad marina
Objetivo específico	2
Objetivo de la medida	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.
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • 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.
Posibles fuentes de financiamiento	CORFO, CONICYT, FONDEF, Fondos Internacionales (GEF)
Instituciones responsables	MDN, ARMADA (SHOA-CONA), SUBPESCA
Socios Colaboradores	MMA, Universidades

Ficha de acción N° 9	
Título de la medida	Programa de prevención, control y/o erradicación de especies exóticas invasoras (EEI).
Objetivo específico	2
Objetivo de la medida	Minimizar el ingreso de EEI a las aguas marinas y continentales nacionales y predecir y minimizar los riesgos de dispersión de especies exóticas invasoras.
Cobertura	Nacional
Plazos	2015-2020
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de un modelo de dispersión de especies EEI frente al cambio climático. • 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.
Posibles fuentes de financiamiento	Por definir
Instituciones responsables	MMA, SUBPESCA
Socios colaboradores	SERNAPESCA, SAG, CONAF, COCEI

Ficha de acción N° 10	
Título de la medida	Determinación de las Áreas Aptas para Acuicultura (AAA) de acuerdo con los posibles futuros escenarios climáticos-oceanográfico.
Objetivo Específico	2
Objetivo de la medida	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.
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Cartografía detallando clasificación de zonas afectadas de acuerdo al análisis y predicciones realizadas. • 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 capacidad de adaptación frente al cambio climático.
Posibles fuentes de financiamiento	MINECON, FNDR, otros
Instituciones responsables	MINECON, SUBPESCA
Socios colaboradores	MMA, SERNAPECA, DIRECTEMAR, Asociación de acuicultores, Universidades.

Ficha de acción N° 11	
Título de la medida	Análisis de variable ambientales y oceanográficas que afectan la producción de semillas de mitílidos
Objetivo específico	2
Objetivo de la medida	Conocer las variables ambientales y oceanográficas que determinan la producción de semillas de mitílidos y estudiar su comportamiento frente a escenarios del cambio climático
Cobertura	Áreas de producción de semillas de mitílidos en el sur de Chile
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Síntesis de variables ambientales y oceanográficas que determinan la producción de semilla de mitílidos • Mapeo de zonas de producción de semillas de mitílidos • Estudio de comportamiento de variables ambientales, en zonas de producción de semillas, bajo condiciones generadas por el cambio climático
Posibles fuentes de financiamiento	SUBPESCA, FNDR, FONDECYT, CORFO
Instituciones responsables	SUBPESCA
Socios colaboradores	Miticultores, Universidades, INPESCA, IFOP

Ficha de acción N° 12	
Título de la medida	Impacto del cambio climático sobre mamíferos marinos, pingüinos y tortugas marinas presentes en la costa chilena
Objetivo específico	2
Objetivo de la medida	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
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
Posibles fuentes de financiamiento	FIP
Instituciones responsables	SUBPESCA, INACH
Socios Colaboradores	MMA, ONGs, Universidades

Ficha de acción N° 13	
Título de la medida	Estudios sobre el impacto del cambio climático sobre recursos marinos en la Antártica chilena.
Objetivo específico	2
Objetivo de la medida	Mejorar el conocimiento sobre el impacto del cambio climático en la distribución de las especies y estructura del ecosistema antártico
Cobertura	Antártica chilena
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • 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 en la biodiversidad
Posibles fuentes de financiamiento	CONICYT, CCMLAR
Instituciones responsables	INACH, SUBPESCA
Socios colaboradores	Por definir

Ficha de acción N° 14	
Título de la medida	Estudio de vulnerabilidad al cambio climático para recursos hidrobiológicos importantes para pesca y acuicultura
Objetivo específico	2
Objetivo de la medida	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.
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<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 mínimas 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 socio-económico asociado a las especies vulnerables.
Posibles fuentes de financiamiento	SUBPESCA, FNDR, FONDECYT, CORFO
Instituciones responsables	SUBPESCA
Socios colaboradores	INPESCA, IFOP, UNIVERSIDADES, SERNAPESCA

Ficha de acción N° 15	
Título de la medida	Sistema de predicción de condiciones climáticas para la Pesquería Artesanal y la Acuicultura
Objetivo específico	2
Objetivo de la medida	<p>Contar con un sistema a escala sinóptica para predecir las variaciones en las condiciones ambientales de operación para la pesquería artesanal y la acuicultura.</p> <p>Acciones:</p> <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. • 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.
Cobertura	Nacional
Plazos	5 años
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de predicción de las condiciones meteorológicas y ambientales que afecten la operación de la pesca artesanal y la acuicultura costera. • Establecimiento de protocolos de asesoría y divulgación de la información de condiciones predichas hasta un mínimo de 72 horas, posibilitando la reacción preventiva ante eventos catastróficos generados por marejadas. • Implementación de sistemas de difusión efectiva de la información, dirigidos al pescador artesanal en una forma tal que permita su utilización y comprensión.
Posibles fuentes de financiamiento	FONDEF
Institución responsable	SUBPESCA, ARMADA (SHOA-CONA), IFOP, DMC
Socios colaboradores	MMA, Universidades

Ficha de acción N° 16	
Título de la medida	Evaluación de especies de interés para la acuicultura bajo diferentes escenarios climáticos.
Objetivo específico	2
Objetivo de la medida	Evaluar las posibles especies de interés comercial que logren un desarrollo óptimo en el nuevo escenario ambiental del medio marino.
Cobertura	Nacional
Plazos	Por definir
Resultados	<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.
Posibles fuentes de financiamiento	MINECON, FNDR, otros.
Instituciones responsables	MINECON, SUBPESCA
Socios colaboradores	MMA, MINSAL, SERNAPECA, Universidades, otros

Ficha de acción N° 17	
Título de la medida	Estudio del cambio en la distribución geográfica de <i>Alexandrium catenella</i> en los fiordos y canales del sur de Chile
Objetivo específico	2
Objetivo de la medida	Apreciar si el cambio en la distribución geográfica obedece a factores climático oceanográficos de largo plazo, afectando además a los ensambles de micro-fitoplancton
Cobertura	Sistema de fiordos y canales del sur de Chile
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<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. • Análisis integrado de información para establecer ocurrencia de eventos de marea roja asociadas al cambio climático.
Posibles fuentes de financiamiento	SUBPESCA
Instituciones responsables	SUBPESCA
Socios colaboradores	IFOP, otros por definir

Ficha de acción N° 18	
Título de la medida	Efectos del cambio climático en las actividades de acuicultura desarrollada en espacios fluviales y lacustres
Objetivo Específico	2
Objetivo de la medida	Evaluar los posibles efectos del cambio climático en cuerpos de aguas fluviales y lacustres donde se desarrollan actividades de acuicultura.
Cobertura	Nacional
Plazos	Por definir
Resultados	<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.
Posibles fuentes de financiamiento	MINECON, FNDR, otros.
Instituciones responsables	MINECON, SUBPESCA
Socios colaboradores	MMA, SERNAPECA, DIRECTEMAR, Universidades

Objetivo específico 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.

Las fichas correspondientes son:

19. Capacitación local a través de proyectos pilotos
20. Información sobre cambio climático en Pesca y acuicultura
21. Sistema pronóstico de futuros desembarques bajo diferentes escenarios climáticos

Ficha de acción N° 19	
Título de la medida	Capacitación local a través de proyectos pilotos
Objetivo específico	3
Objetivo de la medida	Generación de capacidades locales en enfrentar los desafíos del cambio climático y las variaciones en la pesca y crear ejemplos de “ <i>good practice</i> ” para su replicación en otros sitios pesqueros.
Cobertura	Local
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<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 proyectos piloto • Ejecución de los proyectos pilotos según disponibilidad financiera • Mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades pilotos.
Posibles fuentes de financiamiento	Fondos internacionales
Instituciones responsables	SUBPESCA, MMA
Socios colaboradores	Por definir

Ficha de acción N° 20	
Título de la medida	Información sobre cambio climático en Pesca y Acuicultura
Objetivo específico	3
Objetivo de la medida	Difundir el conocimiento e información sobre las posibles amenazas del cambio climático para generar mayor capacidad de adaptación de los diferentes sectores
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<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
Posibles fuentes de financiamiento	SUBPESCA
Instituciones responsables	SUBPESCA
Socios colaboradores	Por definir

Ficha de acción N° 21	
Título de la medida	Sistema pronóstico de futuros desembarques bajo diferentes escenarios climáticos
Objetivo específico	3
Objetivo de la medida	Mejorar la capacidad predictiva de las pesquerías pelágicas frente al cambio climático para la toma de decisiones en la estrategia pesquera.
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<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 página web interactiva • Capacitación de usuarios del sistema de pronóstico • Mejorar la toma de decisiones de la estrategia pesquera
Posibles fuentes de financiamiento	Sector público y privado
Instituciones responsables	SUBPESCA
Socios colaboradores	INPESCA, CEPES, IFOP

Objetivo específico 4. Mejorar el marco normativo, político y administrativo para abordar eficaz y eficientemente los desafíos y oportunidades del cambio climático.

Las fichas correspondientes son:

- 22. Inclusión de áreas acuáticas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)
- 23. Adaptación normativa para respuestas inmediatas ante variabilidad climática y eventos extremos
- 24. Creación de Grupo Técnico Asesor de Cambio Climático (GTA CC) para la SUBPESCA

Ficha de acción N° 22	
Título de la medida	Inclusión de áreas acuáticas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado
Objetivo específico	4
Objetivo de la medida	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
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<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.
Posibles fuentes de financiamiento	GEF, Público sectorial, ONG, PNUD
Instituciones responsables	MMA
Socios colaboradores	CONAF, MBN, MOP, SSTUR, SERNATUR, SERNAPESCA, SUBPESCA, CMN, DIRECTEMAR, SSFFAA y ONG

Ficha de acción N° 23	
Título de la medida	Adaptación normativa para respuestas inmediatas ante variabilidad climática y eventos extremos
Objetivo específico	4
Objetivo de la medida	Contar con medidas normativas y administrativas sectoriales que permitan dar respuestas rápidas frente a eventos ambientales catastróficos asociados al cambio climático
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> Incorporar el cambio climático en cuerpos normativos que rigen la pesca y la acuicultura
Posibles fuentes de financiamiento	SUBPESCA
Instituciones responsables	SUBPESCA
Socios colaboradores	SERNAPESCA, IFOP, MMA, Actores sectoriales relevantes (pesca, acuicultura)

Ficha de acción N° 24	
Título de la medida	Grupo Técnico Asesor de Cambio Climático (GTA CC) para SUBPESCA
Objetivo específico	4
Objetivo de la medida	<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.
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<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.
Posibles fuentes de financiamiento	SUBPESCA
Instituciones responsables	SUBPESCA
Socios colaboradores	MMA, Universidades, IFOP

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

Las fichas correspondientes son:

25. Adaptación de la infraestructura portuaria de la pesca artesanal a los posibles impactos del cambio climático
26. Sistema de seguros para acuicultores de pequeña escala y pescadores artesanales ante eventos climáticos extremos
27. Implementación de técnicas de recirculación de agua en acuicultura dulceacuícola
28. Fomento del consumo humano directo de la anchoveta y sardina
29. Promover el consumo y valor agregado en los recursos de la pesca artesanal

Ficha de acción N° 25	
Título de la medida	Adaptación de la infraestructura portuaria de la pesca artesanal a los posibles impactos del cambio climático
Objetivo específico	5
Objetivo de la medida	Adaptación de la infraestructura portuaria (muelles y bodegas) para cambios del nivel del mar y marejadas
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<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
Posibles fuentes de financiamiento	Por definir
Instituciones responsables	MOP, DOP, DGTM
Socios colaboradores	Pescadores, GORE

Ficha de acción N° 26	
Título de la medida	Sistema de seguros para acuicultores de pequeña escala y pescadores artesanales ante eventos climáticos extremos
Objetivo específico	5
Objetivo de la medida	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.
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer e implementar un mecanismo de co-financiamiento estatal de seguros
Posibles fuentes de financiamiento	FAP, Banca
Instituciones responsables	SUBPESCA
Socios colaboradores	MDS, MINECON, MT

Ficha de acción N° 27	
Título de la medida	Implementación de técnicas de recirculación de agua en acuicultura dulceacuícola
Objetivo específico	5
Objetivo de la medida	Reducir la vulnerabilidad de la acuicultura a la disponibilidad de agua dulce como consecuencia de la reducción de las precipitaciones debido al cambio climático
Cobertura	Regiones centro-sur
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<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
Posibles fuentes de financiamiento	CORFO, FAP, sector privado
Instituciones responsables	SUBPESCA
Socios colaboradores	Asociaciones de Acuicultores, Institutos y Universidades

Ficha de acción N° 28	
Título de la medida	Fomento del consumo humano directo de la anchoveta y sardina
Objetivo específico	5
Objetivo de la medida	Aumentar el consumo humano directo de la anchoveta y sardina, para mejorar los beneficios socio-económicos y la sustentabilidad de los recursos.
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<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.
Posibles fuentes de financiamiento	MINECON
Instituciones responsables	MINECON
Socios colaboradores	MINSAL, MMA, INDUSTRIA PESQUERA

Ficha de acción N° 29	
Título de la medida	Promover el consumo y valor agregado en los recursos de la pesca artesanal
Objetivo específico	5
Objetivo de la medida	Mejorar la sustentabilidad de los recursos, disminuyendo la presión extractiva sobre ellos a través del mejoramiento de los beneficios económicos de las capturas.
Cobertura	Nacional
Plazos	2015 en adelante
Resultados	<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.
Posibles fuentes de financiamiento	MINECON, CORFO, GORE, FAP, FNDR, FOPA
Instituciones responsables	MINECON
Socios colaboradores	MINSAL, MMA, SECTOR PESCA ARTESANAL

6. BIBLIOGRAFIA

Brander K. 2010. Climate change and fisheries management. *In*: Q. Grafton, R. Hilborn, D. Squires, M. Tait & M. Williams (eds.). *Handbook of Marine Fisheries Conservation and Management*. Oxford University Press, New York, 123-126.

Brochier T., Echevin V., Tam J., Chaigneau A., Goubanova K. & A. Bertrand. 2013. Climate change scenarios experiments predict a future reduction in small pelagic fish recruitment in the Humboldt Current system. *Global Change Biology* 19, 1841-1853.

Cubillos L., Alarcón C., Norambuena R., Quiñones R. & E. Gonzalez. 2013. Desarrollo de un enfoque regional y propuestas de proyectos pilotos de adaptación al cambio climático del sector pesca y acuicultura. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Programa COPAS Sur-Austral, 206 pp + anexos.

Duarte C., Navarro J.M., Acuña K., Torres R., Manríquez P.H., Lardies M.A., Vargas C.A., Lagos N.A. & V. Aguilera. 2013. Combined effects of temperature and ocean acidification on the juvenile individuals of the mussel *Mytilus chilensis*. *Journal of Sea Research*, 85: 308–314 S0025315413000891.

Duarte C., Navarro J.M., Acuña K., Torres R., Manríquez P.H., Vargas C.A., Lardies M.A., Lagos N.A. & V. Aguilera. 2014. Intraspecific variability in the response of the edible mussel *Mytilus chilensis* (Hupe) to Ocean Acidification. *Estuaries and Coast*, DOI 10.1007/s12237-014-9845-y.

FAO. 2012. Consecuencias del Cambio Climático para Pesca y la Acuicultura; Visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos; FAO, DOCUMENTO TÉCNICO DE PESCA Y ACUICULTURA 530; Roma.

Falvey M. & R.D. Garreaud. 2009. Regional cooling in a warming world: Recent temperature trends in the southeast Pacific and along the west coast of subtropical South America (1979–2006). *J. Geophys. Res.*, 114 (D04102), 1–5. doi:10.1029/2008JD010519.

Feely R.A., Sabine C.L., Hernandez-Ayon J.M., Ianson D. and B. Hales. 2008. Evidence for upwelling of corrosive “acidified” water onto the continental shelf. *Science*, 320:1490–92.

Fuenzalida, H., Aceituno P., Falvey M., Garreaud R., Rojas M. & R. Sánchez. 2007. Study on climate variability for Chile during the 21st century. *In*: Technical Report of the National Environmental Committee, Santiago, Chile.

Garreaud R. & M. Falvey. 2009. The coastal winds off western subtropical South America in future climate scenarios. *Int. J.Climatol.*, 29, 543–554. doi:10.1002/joc.1716.

Hidalgo M., Rouyer T., Molinero J.C., Massuti E., Moranta J., Guijarro B. & N. Chr.Stenseth. 2011. Synergistic effects of fishing-induced demographic changes and climate variation on fish population dynamics. *Mar. Ecol. Progr.Ser.* 426, 1-12.

IPCC. 2007. *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

IPCC. 2014. Summary for policymakers. *In*: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectorial Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova B., Girma E.S., Kissel A.N., Levy S., MacCracken P.R., Mastrandrea & L.L. White (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.

- Lardies M.A., Arias M.B., Poupin M.J., Manríquez P.H., Torres R., Vargas C.A., Navarro J.M. & N.A. Lagos. 2014. Differential response to ocean acidification in physiological traits of *Concholepas concholepas* populations. *Journal of Sea Research* 90: 127–134.
- Manriquez, P.H., Jara M. E., Mardones L., Navarro J.M., Torres R., Lardies M.A., Vargas C.R., Duarte C. & N.A. Lagos. 2014. Ocean acidification affects predator avoidance behavior but not prey detection in the early ontogeny of a keystone species. *Marine Ecology Progress Series* 502: 157–167.
- Manriquez P.H., Jara M. E., Mardones L., Navarro J. M., Torres R., Lardies M. A., Vargas C.R., Duarte C., Widdicombe S., Salisbury J. & N.A. Lagos. 2013. Ocean acidification affects prey-predator interactions but not net prey shell growth. *PLOS ONE* 8(7): e68643. doi:10.1371/journal.pone.0068643
- Mayol E., Ruiz-Halpern S., Duarte C. M., Castilla J. C. & J. L. Pelegrí. 2012. Coupled CO₂ and O₂-driven compromises to marine life in summer along the Chilean sector of the Humboldt Current System. *Biogeosciences* 9: 1183-1194.
- Navarro J., Duarte C., Manriquez P.H., Torres R., Vargas C., Lardies M. & N.A. Lagos. 2013. Long-term exposure to high pCO₂ levels. Its effects on the physiological energetics and aquaculture of the juvenile mussel *Mytilus chilensis*. *Chemosphere* 90:242–1248.
- Orr J. *et al.* 2005. Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature* 437:681–686.
- Perry R.I., Cury P., Brander K., Jennings S., Möllmann C. & B. Planque. 2010. Sensitivity of marine systems to climate and fishing: Concepts, issues and management responses. *Journal of Marine Systems*, 79, 427-435.
- Quiñones, R.A. & R.M.Montes. 2001. Relationship between freshwater input to the coastal zone and the historical landings of the benthic/demersal fish *Eleginops maclovinus* in central-south Chile. *Fisheries Oceanography* 10, 311-328.
- Ramajo L., Baltanás A., Torres R., Manríquez P.H., Rodríguez-Navarro A. & N.A. Lagos. 2013. Geographic variation in shell morphology of juvenile snails (*Concholepas concholepas*) across the physical-chemical gradient of the Chilean coast. *Journal of Marine Biology Association UK*, doi:10.1017/S0025315413000891.
- Sabine, C.L., Feely R.A., Gruber N., Key R.M., Lee K., Bullister J.L., Wanninkhof R., Wong C.S., Wallace D.W.R., Tilbrook B., Millero F.J., Peng T.H., Kozyr A., Ono T. & A.F. Rios. 2004. The oceanic sink for 3 anthropogenic CO₂. *Science*, 305, 367–371.
- SERNAPESCA. 2003. Anuario Estadístico de Pesca 2002. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. 151 pp.
- SERNAPESCA. 2014. Anuario Estadístico de Pesca 2013. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción (www.sernapesca.cl).
- Silva C., Yáñez E., Bernal C. & M.A. Barbieri. 2014. Pronóstico de la pesquería de pez espada (*Xiphias gladius*) frente a Chile bajo escenarios del cambio climático. En preparación.
- Stramma I., Schmidtko S., Levin L.A. & G.C. Johnson. 2010. Ocean oxygen minima expansions and their biological impacts. *Deep-Sea Research I* 57, 587-595.
- Torres R., Pantoja S., Harada N., González H.E., Daneri G., Frangopulos M., Rutllant J.H., Duarte C.M., Ruiz-Halpern S., Mayol E., & M. Fukasawa. 2011. Air-sea CO₂ fluxes along the coast of Chile: From CO₂ outgassing in central northern upwelling waters to CO₂ uptake in southern Patagonian fjords. *Journal of Geophysical Research*, vol. 116, 1-17. doi:10.1029/2010JC006344.

Trenberth, K.E., Jones P.D., Ambenje P., Bojariu R., Easterling D., Klein Tank A., Parker D., Rahimzadeh F., Renwick J.A., Rusticucci M., Soden B. & P. Zhai. 2007. Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. *In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Vargas C.A., De La Hoz M., Aguilera V., San Martin V., Lagos N.A., Manríquez P.H., Navarro J.M., Torres-Saavedra R. & M.A. Lardies. 2013. CO₂-driven ocean acidification may radically impact feeding behavior of larval invertebrates: The case of the gastropod *Concholepas concholepas*. *Aquatic Biology* 35(5): 1059–1068.

Yáñez E. 1998. Fluctuations des principaux stocks de poissons pélagiques exploités au Chili et leurs relations avec les variations de l'environnement. Thèse Doctorat en Océanologie Biologique, Université de Bretagne Occidentale, Brest, France, 303 pp.

Yáñez E., Plaza F., Gutiérrez-Estrada J.C., Rodríguez N., Barbieri M.A., Pulido-Calvo I. & C. Bórquez. 2010. Anchovy (*Engraulis ringens*) and sardine (*Sardinops sagax*) abundant forecast off Northern Chile: A multivariate ecosystemic neural networks approach. *Progress in Oceanography*. *In review*.

Yáñez E., Barbieri M.A., Plaza F. & C. Silva. 2014. Climate Change and Fisheries in Chile. *In: Mohamed Behnassi, Margaret Syomiti Muteng'e, Gopichandran Ramachandran & Kirit N. Shelat (Editors). Vulnerability of Agriculture, Water and Fisheries to Climate Change: Toward Sustainable Adaptation Strategies*, Springer, Chapter 16, 259-270.

7. ACRONIMOS

CCMLAR	Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CMN	Consejo de Monumentos Nacionales
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COCEI	Comité Operativo para el Control de las Especies Exóticas Invasoras
CONA	Comité Oceanográfico Nacional
CONAF	Corporación Nacional Forestal
CONICYT	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
CTCN	Climate Change Technology Mechanism
DIRECTEMAR	Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante
EEP	enfoque ecosistémico de la pesca
EEA	enfoque ecosistémico de la acuicultura
ENOS	El Niño-Oscilación del Sur
FAO	Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAP	Fondo de Administración Pesquera
FIP	Fondo de Investigación Pesquera
FNDR	Fondo Nacional de Desarrollo Regional
FONDECYT	Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico
FOPA	Fondo Fomento para la Pesca Artesanal
GEMCH	Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt
GORE	Gobierno Regional
IFOP	Instituto de Fomento Pesquero
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
INACH	Instituto Antártico Chileno
INPESCA	Instituto de Investigaciones Pesqueras
LGPA	Ley General de Pesca y Acuicultura
MBN	Ministerio de Bienes Nacionales
MDN	Ministerio de Defensa Nacional
MDS	Ministerio de Desarrollo Social
MINECON	Ministerio de Economía, Fomento y Turismo
MINSAL	Ministerio de Salud
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
MOP	Ministerio de Obras Públicas
MT	Ministerio del Trabajo
NMM	Nivel Medio del Mar
OCDE	Cooperación y el Desarrollo Económico
ONG	Organización No Gubernamental
PACCPA	Plan de Adaptación al Cambio Climático para el sector Pesca y Acuicultura
PANCC	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático
PECM	Planificación Espacial Costera y Marina
PNACC	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
ROA	Registro de Organizaciones Artesanales
RPA	Registro Pesquero Artesanal
SAG	Servicio Agrícola Ganadero
SERNAPESCA	Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura
SERNATUR	Servicio Nacional de Turismo
SHOA	Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada
SSFFAA	Subsecretaría para las Fuerzas Armadas
SSTUR	Subsecretaría de Turismo

SUBPESCA
TSM

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Temperatura Superficial del Mar