



Universidad de Concepción
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Departamento de Oceanografía

INFORME FINAL

PROYECTO
**DESARROLLO DE UN ENFOQUE REGIONAL Y PROPUESTAS DE
PROYECTOS PILOTOS DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO DEL
SECTOR PESCA Y ACUICULTURA**

Diciembre 2013

Informe Final



PROYECTO

Desarrollo de un enfoque regional y propuestas de proyectos pilotos de adaptación al cambio climático del sector pesca y acuicultura

REQUIRENTE

Subsecretaría de Pesca

UNIDAD EJECUTORA

Centro de Investigaciones Oceanográficas en el Pacífico Suroriental (COPAS)
Departamento de Oceanografía
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Universidad de Concepción

INVESTIGADORES

Luis Cubillos, Carolina Alarcón, Ricardo Norambuena, Renato Quiñones & Exequiel González

JEFE PROYECTO

Luis Cubillos Santander
Departamento de Oceanografía
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Universidad de Concepción
Casilla 160-C, Concepción, Chile
Tel.: 56-41-2207233
Fax: 56-41-2256571
E-mail: lucubillos@udec.cl

• Concepción, 2013 •

DESARROLLO DE UN ENFOQUE REGIONAL Y PROPUESTAS DE PROYECTOS PILOTOS DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO DEL SECTOR PESCA Y ACUICULTURA

Alarcón C., L. Cubillos., R. Norambuena, R. Quiñones y 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, xx p.



Universidad
de Concepción



Resumen ejecutivo

Uno de los principios marcos que guían la acción señala que “el cambio climático está ocurriendo y está afectando a las actividades del sector pesca y acuicultura, y se proyecta una intensificación de sus efectos”. A esta declaración hay que agregar que los impactos y efectos ocurrirán no solo a una escala global, sino también regional y local, con impactos potenciales a nivel ecológico como en la estructura, dimensión y dinámica de la estructura social y económica del sector pesca y acuicultura. Sin embargo, la información relativa a los efectos del cambio climático sobre las pesquerías y la acuicultura en Chile es puntual, general y focalizada en algunas pesquerías, y se deduce del conocimiento y experiencia referidas a los efectos de la variabilidad climática del pasado. En este contexto, la relación ambiente-recurso que se conoce emerge del enfoque empírico, principalmente en términos de la variabilidad interanual asociada a eventos El Niño-Oscilación del Sur como interdecadal. Las condiciones climáticas extremas que imponen eventos como El Niño y La Niña, han permitido establecer una base de conocimientos que pueden ser utilizados a nivel local para evaluar la vulnerabilidad ecológica, cuya sensibilidad será función del estado de situación de los recursos por efectos de la pesca.

El estado de situación de los recursos y la dependencia del recurso determinan la vulnerabilidad del sector. Cuando los recursos se encuentran dentro de límites seguros de explotación, y tanto la explotación pesquera como las actividades acuícolas son manejadas en términos sostenibles, entonces menor será la vulnerabilidad ecológica y humana. Sin embargo, las actividades de pesca y acuicultura se desarrollan sobre la base del uso de recursos naturales renovables que se caracterizan por estar inmersos en un sistema complejo que determinan cierto grado de incertidumbre y riesgo, y que por esto mismo, el sector pesca y acuicultura está constantemente ajustándose. En este contexto, y porque muchos recursos se encuentran en un situación de sobreexplotación, es importante aumentar la capacidad de adaptación ecológica como humana. Por lo mismo, la adaptación al cambio climático es la mejor estrategia para el sector.

Con el objeto de generar capacidades relativas al cambio climático se realizaron talleres regionales, en los cuales se expuso sobre los impactos potenciales y se consultó sobre aspectos locales respecto de la situación de los recursos y de la acuicultura, y la incertidumbre asociada con las materias reactivas al cambio climático y sus efectos. Se destaca que el número promedio de actores participantes fue bajo, principalmente por la baja prioridad del tema a tratar, pero quienes asistieron fueron capaces de participar activamente, comprometiéndose e involucrándose con el

desarrollo de la actividad, permitiendo que sus opiniones, ideas, sugerencias, y observaciones respecto de los problemas regionales, fuera más fácil identificar medidas concretas de adaptación y proyectos pilotos de adaptación. Al hacerlo, se descubrió que al compartir la experiencia desde la perspectiva regional determina las mejores medidas para lograr la sustentabilidad del sector en un ambiente cambiante e incierto. Asimismo, se logró generar capacidades y se descubrió que hay profesionales comprometidos activamente con el desarrollo del sector, pese a la incertidumbre que el cambio climático impone.

A través de los talleres de trabajo regionales, los usuarios estuvieron de acuerdo con el plan de acción indicativo que se tiene para el sector pesca y acuicultura, particularmente en los ámbitos de acción discutiéndose más bien la importancia de las prioridades y plazos indicados para algunas estrategias y acciones. Con el objeto de recoger mejorar las acciones respecto del cambio climático se debe considerar de mejor manera la diversidad sectorial a nivel regional y local, recomendándose: i) elaborar planes locales de adaptación al cambio climático, a nivel provincial o municipal, considerando la estrategia regional de desarrollo; y ii) generar una red local de adaptación, tal que permita aumentar la coordinación y priorización de las acciones centralizadas respecto de las estrategias de desarrollo regionales.

El análisis de la vulnerabilidad se analizó considerando la dimensión ecológica como humana. En la acuicultura, la vulnerabilidad ecológica es función principalmente de la dependencia de semillas en el caso de los mitilidos, y se sabe que la acidificación podría afectar las tasas de crecimiento. La capacidad de adaptación es alta en salmónidos, lo que determina una baja vulnerabilidad humana. En pesquerías, desde el punto de vista ecológico la vulnerabilidad es función de la intensidad de pesca y el estado de situación del recurso. Sin embargo, modificar las estrategias de manejo para incluir covariables ambientales no mejora sustancialmente la habilidad para lograr los objetivos de manejo en escalas de corto a mediano plazo y que son relevantes para la toma de decisiones de los sistemas de manejo actuales. Solamente cuando la información sobre los factores ambientales que modulan el sistema son bien conocidos, pueden ser útil para incorporar la variabilidad ambiental a la toma de decisiones.

En términos de la vulnerabilidad social, se analizó considerando la importancia local del sector en términos de la incidencia del número de pescadores por habitantes de las provincias costeras, la participación de la mujer y de pueblos originarios en la pesca y acuicultura. La vulnerabilidad de las actividades de pesca y acuicultura se analizó sobre la base de encuestas de percepción. En acuicultura a través de la capacidad de respuesta del sector frente a externalidades como la crisis del salmón y la crisis financiera de 2008. En pesca, realizando una encuesta de percepción. En el sector salmonero, la crisis se debió principalmente a malas prácticas productivas,

faltas de medidas sanitarias y falta de supervisión de la autoridad. En el sector mitilicultor, falta de diversificación de mercado, problemas ambientales y a países competidores. En el ostionero y alguero, principalmente por falta de diversificación de mercado y a países competidores. En el sector pesca, se considera que la vulnerabilidad humana es de magnitud similar a la vulnerabilidad ecológica, y se percibe que la pesquería de peces pelágicos es la más vulnerable, seguida por las pesquerías de moluscos.

Las propuestas regionales se proyectan como proyectos pilotos de adaptación al cambio climático que tienen relación con aumentar la base de conocimientos a través de: a) identificar los hábitat oceanográficos esenciales para las especies de importancia económica a lo largo de Chile, b) caracterización de especies indicadoras de variabilidad y cambio climático, c) analizar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación en las comunidades pesqueras, d) evaluar el impacto del cambio climático en la trama trófica y capturas, e) analizar el conocimiento ecológico local y determinar la capacidad de adaptación de los pescadores, f) educar y generar capacidades en materias de cambio climático, g) analizar el efecto del cambio climático en la acuicultura, a través del análisis y gestión del riesgo.

CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO.....	I
CONTEXTO Y TÉRMINOS DE REFERENCIA	1
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
CAPITULO 1: ANÁLISIS DE INFORMACIÓN Y GENERACIÓN DE CAPACIDADES RELATIVAS AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO EN LA PESCA Y ACUICULTURA, CONSIDERANDO UNA ESCALA REGIONAL.	3
RESUMEN.....	3
INFORMACIÓN REFERENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN PESCA Y ACUICULTURA	3
INFORMACIÓN RELEVANTE DEL CAMBIO CLIMÁTICO A NIVEL REGIONAL Y PARA LAS COSTAS DE CHILE	5
LOS IMPACTOS POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS PESQUERÍAS Y ACUICULTURA CHILENAS ...	10
SOBRE LA GENERACIÓN DE CAPACIDADES	16
GENERACIÓN DE CAPACIDADES A TRAVÉS DE DIFUSIÓN Y TALLERES.....	20
ENTREVISTA A DR. LUIS CUBILLOS Y DR. ALDO MONTECINOS, REVISTA PANORAMA UDEC.	30
TALLERES REGIONALES PARA GENERAR CAPACIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	36
SEMINARIO ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR PESCA Y ACUICULTURA.....	46
SÍNTESIS DEL CAPÍTULO.....	55
REFERENCIAS DEL CAPÍTULO.....	55
CAPITULO 2 ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE PLAN DE ACCIÓN SECTORIAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	61
RESUMEN.....	61
ANTECEDENTES.....	61
SÍNTESIS DEL CAPÍTULO.....	70
REFERENCIAS DEL CAPÍTULO.....	71
CAPITULO 3 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DEL SECTOR PESCA Y ACUICULTURA AL CAMBIO CLIMÁTICO, CONSIDERANDO UNA ESCALA REGIONAL.....	72
CONCEPTUALIZACIÓN DE VULNERABILIDAD	72
ANTECEDENTES DE MEDICIONES DE VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE EN EL SECTOR PESQUERO Y ACUÍCOLA.....	74
VULNERABILIDAD DEL SECTOR ACUICULTOR.....	75
VULNERABILIDAD ECOLÓGICA EN LA ACUICULTURA	81
VULNERABILIDAD ECOLÓGICA EN PESQUERÍAS	83
VULNERABILIDAD SOCIAL.....	99
VULNERABILIDAD SOCIAL EN EL SECTOR: PESQUERO ARTESANAL	100
CONDICIÓN DE GÉNERO: MUJERES SON MÁS VULNERABLES AL CAMBIO CLIMÁTICO	102
PUEBLOS ORIGINARIOS Y CAMBIO CLIMÁTICO	112
AMBITO GEOGRÁFICO DE LA DISTRIBUCIÓN DE CALETAS DE PESCADORES ARTESANALES.....	115
MEDICIÓN PERCEPTUAL DE LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN PESQUERÍAS.....	123
CAPITULO 4 GENERACIÓN DE PROPUESTAS REGIONALES DE PROYECTOS PILOTOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	143
FICHAS DE TÉRMINOS TÉCNICOS DE REFERENCIA, CON PROPUESTAS DE PROYECTOS DE ADAPTACIÓN EN EL SECTOR PESCA Y ACUICULTURA.....	144

Contexto y términos de referencia

Introducción

En la última década, diversas organizaciones internacionales han reconocido una preocupación prioritaria sobre los peligros, amenazas y consecuencias que representa el cambio climático para los ecosistemas naturales, y múltiples ámbitos de la sociedad humana. Esta preocupación se basa en numerosos estudios científicos, y en los acuerdos internacionales, vinculantes y no vinculantes, que están orientados ya sea en la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, como una forma de mitigar el impacto, o en fomentar la generación de capacidades de adaptación para aquellos países, como Chile, que contribuyen muy poco a las emisiones globales de gases de efecto invernadero.

Chile ha definido su Estrategia Nacional de Cambio Climático y a través de ella se ha promovido que los distintos sectores aborden este desafío, considerando planes de adaptación sectoriales. Consecuentemente, la Subsecretaría de Pesca licitó, durante el año 2011, el estudio Enfoque metodológico y Plan de Acción para abordar el Impacto del Cambio Climático en la Pesca y Acuicultura en Chile, este estudio permitió identificar brechas en cuanto al conocimiento científico que se tiene en el país respecto de este proceso y la escasa disponibilidad de experiencias concretas aplicadas en la pesca y la acuicultura. Del mismo modo, se identificó la necesidad de institucionalizar, difundir y crear conciencia en las comunidades locales frente a los problemas ambientales que puede generar el cambio climático. Por otro lado, se identificó una serie de indicadores e índices de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación para evaluar vulnerabilidad en los sectores pesca y acuicultura que necesitan ser difundidos, comprendidos e integrados en estudios de carácter regional. Considerando que para la mayor parte de estos indicadores no existen aún series de tiempo adecuadas para desarrollar modelos de evaluación, se propone un método basado en la ponderación de juicio experto desarrollado en el ámbito de la evaluación del desempeño de las pesquerías, un aspecto que necesita contar con una componente (complementaria) de análisis a nivel más local. El estudio citado indica como aspecto central la incorporación del enfoque ecosistémico en las pesquerías y acuicultura para incrementar la resiliencia de los ecosistemas como una forma de incrementar la capacidad de adaptación al cambio climático. Finalmente, se propone un plan de acción sectorial de corto y mediano plazo, considerando brechas y necesidades de conocimiento científico, de modificaciones institucionales y

de diversas medidas de mitigación y de adaptación tanto de las comunidades potencialmente afectadas como de las entidades estatales que regulan las actividades de pesca y acuicultura.

Objetivo general

Generar capacidades y analizar el impacto del cambio climático en la pesca y acuicultura a nivel regional.

Objetivos específicos

- Analizar información y generar capacidades relativas al cambio climático y su impacto en la pesca y acuicultura, considerando una escala regional.
- Analizar y validar la propuesta de plan de acción sectorial para el cambio climático.
- Analizar la vulnerabilidad del sector pesca y acuicultura al cambio climático, considerando una escala regional.
- Generar propuestas regionales de proyectos pilotos de adaptación al cambio climático.

CAPITULO 1: Análisis de información y generación de capacidades relativas al cambio climático y su impacto en la pesca y acuicultura, considerando una escala regional.

Resumen

Se analizó la información relativa al efecto del cambio climático en pesca y acuicultura, y se describen las actividades que permitieron generar capacidades a través de la ejecución de talleres de trabajo realizados en Iquique (macrozona norte), Coquimbo (macrozona centro-norte), Punta Arenas y Coyahique (macrozona sur-austral), Puerto Montt (macrozona centro-sur), y seminarios realizados en Concepción, Punta Arenas y Valparaíso. Se describe los patrones climáticos observados de interés para Chile, y se analiza el enfriamiento que está exhibiendo el Océano Pacífico suroriental a una escala regional. Los impactos potenciales del cambio climático en las pesquerías y la acuicultura se describen en relación con la relación ambiente-recurso descrita en el pasado, particularmente en términos de las variaciones climáticas extremas asociadas con las fluctuaciones interanuales impuestas por eventos El Niño-Oscilación del Sur y con la variabilidad interdecadal que han afectado al ecosistema de surgencia, reconociendo que existe una carencia de información para otros sistemas como a) la Patagonia, tanto en aguas exteriores como en aguas interiores, canales y fiordos; y b) Islas oceánicas, como el Archipiélago de Juan Fernandez, Sala y Gómez, e Isla de Pascua.

Información referente al cambio climático en pesca y acuicultura

El cambio climático está afectando y/o modificando algunas características fundamentales de los océanos, las costas y de los ecosistemas. Específicamente, cambios en la física (i.e. temperatura, patrones de corriente oceánica) y biogeoquímicas (i.e., acidez, contenido de oxígeno, productividad primaria, estructura comunitaria del plancton), y en las condiciones del océano resultan en cambios en la fisiología, distribución de especies, fenología y en el ensamble de especies (Edwards y Richardson 2004, Richardson y Schoeman 2004, Perry et al. 2005, Hiddink y Hofstede 2007, Rosa y Seibel 2008, Pörtner 2010, Cheung et al. 2011).

Estos cambios pueden ser más rápidos, y aunque en las proyecciones subyacentes muchos supuestos, asunciones y escenarios están sujetos a gran incertidumbre, uno de los desafíos para diseñar estrategias de adaptación efectivas al cambio climático radica en la evaluación de los impactos considerando diferentes escenarios de cambio potencial que pueden ocurrir en los diferentes hábitats oceanográficos. En términos generales, la información general sobre los impactos potenciales del cambio climático en pesquerías y en la acuicultura se resume en la Tabla 1.1 y 1.2, respectivamente. La información contenida en cada una de estas tablas fue presentada en cada uno

de los talleres de trabajo macrozonales que fueron realizados con el objeto de informar y comunicar los efectos e impactos del cambio climático en el sistema socio-ecológico.

Tabla 1.1. Efectos del cambio climático y sus impactos en pesquerías.

TIPO DE CAMBIO	VARIABLE CLIMATICA	IMPACTO	RESULTADOS POTENCIAL PARA PESQUERIAS
Ambiente físico	Cambios en pH, incremento de CO2 y acidificación	Efectos en animales calcáreos, ejemplo moluscos, crustáceos, equinodermos y fitoplancton	Declinación potencial en producción de recursos marinos calcáreos
	Calentamiento en capas superiores del océano	-reemplazo de especies de aguas cálidas por especies de agua fría	Cambios en la distribución del plancton, invertebrados, aves, hacia los polos norte o sur, reduce la diversidad de especies en aguas tropicales.
		Movimiento de especies de plancton a altas latitudes	
		-cambio en tiempo del blooms fitoplanctonicos -cambios en la composición del zooplancton	Desajuste potencial entre predador (poblaciones de peces) y presas(plancton) y declinación en producción y biodiversidad.
	Nivel del mar	Perdida de hábitat de reproducción y crianza.	Reduce producción de costas y relacionados a pesquerías
Stocks de peces	Temperatura de agua de mar alta	-Cambio de la proporción de sexual - alteración en tiempo de desove	Posibles impactos en tiempo y niveles de productividad a través de sistemas marinos y agua dulce.
	Cambio en corrientes en océano	- alteración en tiempo de migraciones - alteración en tiempo de del peak de abundancia	
		-incremento en especies invasivas, enfermedades y blooms algales	Reduce producción de especies objetivos en sistemas de agua dulce y marino.
		Afecta sucesos de reclutamiento de peces	Abundancia de peces juveniles afectada y por lo tanto la, producción sistemas de agua dulce y marino
Ecosistema	Reducción de los flujos de agua e incremento de sequia	-cambios en los niveles de agua en lago -cambios en flujos de agua de ríos	Reduce productividad en lagos Reduce productividad en ríos
	Incremento de la frecuencia de los eventos ENSO	-cambio en el tiempo de surgencia y en latitud - muerte y blanqueamiento de coral	Cambios en la distribución de pesquerías pelágicas
			Reduce la productividad de pesquerías de arrecife de coral
Infraestructura costera y operaciones pesqueras	Nivel del mar	-cambio en el perfil costero, pérdidas de puerto, hogares - incrementa la exposición de áreas costera a tormentas dañinas	Costos en la adaptación hace menos rentable la pesquería, riesgo de daños por tormentas incrementa costos de seguridad y reconstrucción, incrementa vulnerabilidad de hogares costeros.
	Incremento de frecuencia de tormentas	Incremento en Riesgos de accidentes	Incremento de riesgo de en cultivos de peces y pesquerías, reduce la rentabilidad.

Tabla 1.2. Efectos del cambio climático y sus impactos en acuicultura.

Generador de Cambio	Repercusiones en la piscicultura y en la acuicultura	Repercusiones operativas
Cambios en la temperatura superficial del mar	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en la proliferación de algas perjudiciales • Disminución del O₂ disuelto • Aumento de las enfermedades de parásitos • Prolongación de las temporadas de crecimiento • Cambios en la ubicación y ámbito de distribución de las especies adecuadas • Reducción de la mortalidad natural en invierno • Aumento del índice de crecimiento y de transformación alimentaria • Competencia, parasitismo y depredación producidos por la alteración de los ecosistemas locales, los competidores y las especies exóticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en la infraestructura y en los costos operacionales • Aumento del número de organismos obstrutores, plagas, especies nocivas y depredadores. • Expansión del área de distribución geográfica de las especies • Cambio en los niveles de producción
Cambios en otras variables oceanográficas	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de los índices de flujo y disminución de alimento para los crustáceos • Cambio en la abundancia de las especies usadas para la producción de alimento de harina 	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulación de desechos bajo las redes • Aumento en los costos operativos
Subida del nivel del mar	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas de áreas dedicadas a la acuicultura • Pérdida de áreas que proporcionan refugio • Aumento del riesgo de inundaciones • Infiltraciones de sal en las capas freáticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Daños a las infraestructuras • Cambios en la determinación de zonas adaptadas a las actividades acuícolas • Aumento de costos de seguros • Reducción en la disponibilidad de agua dulce
Intensificación de las tormentas	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del tamaño de las olas • Marejadas ciclónicas más altas • Inundaciones causadas por precipitaciones • Cambios en la salinidad • Daños estructurales 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de poblaciones de cultivo • Daños a las instalaciones • Aumento de los costos por diseño de nuevas instalaciones • Aumento de los costos de seguros
Estrés hídrico y por sequía	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en la salinidad • Empeoramiento de la calidad de agua • Aumento de las enfermedades • Inseguridad en el abastecimiento hídrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de capital • Daño de las instalaciones • Conflictos con los usuarios exteriores de aguas • Reducción de la capacidad productiva • Modificaciones en las especies cultivadas

Fuente: Barange y Perry (2009), modificado por Handisyde et al. (2006).

Información relevante del cambio climático a nivel regional y para las costas de Chile

Los escenarios de cambio climático a nivel global consideran el efecto antropogénico sumado al efecto natural del cambio del clima. Sin embargo, al revisar datos de temperatura superficial a nivel global, existe un patrón general que puede ser relevante a nivel regional, es decir a nivel del Pacífico Suroriental, y que indica que mientras el planeta se calienta el Océano Pacífico suroriental está enfriándose (Figura 1.1).

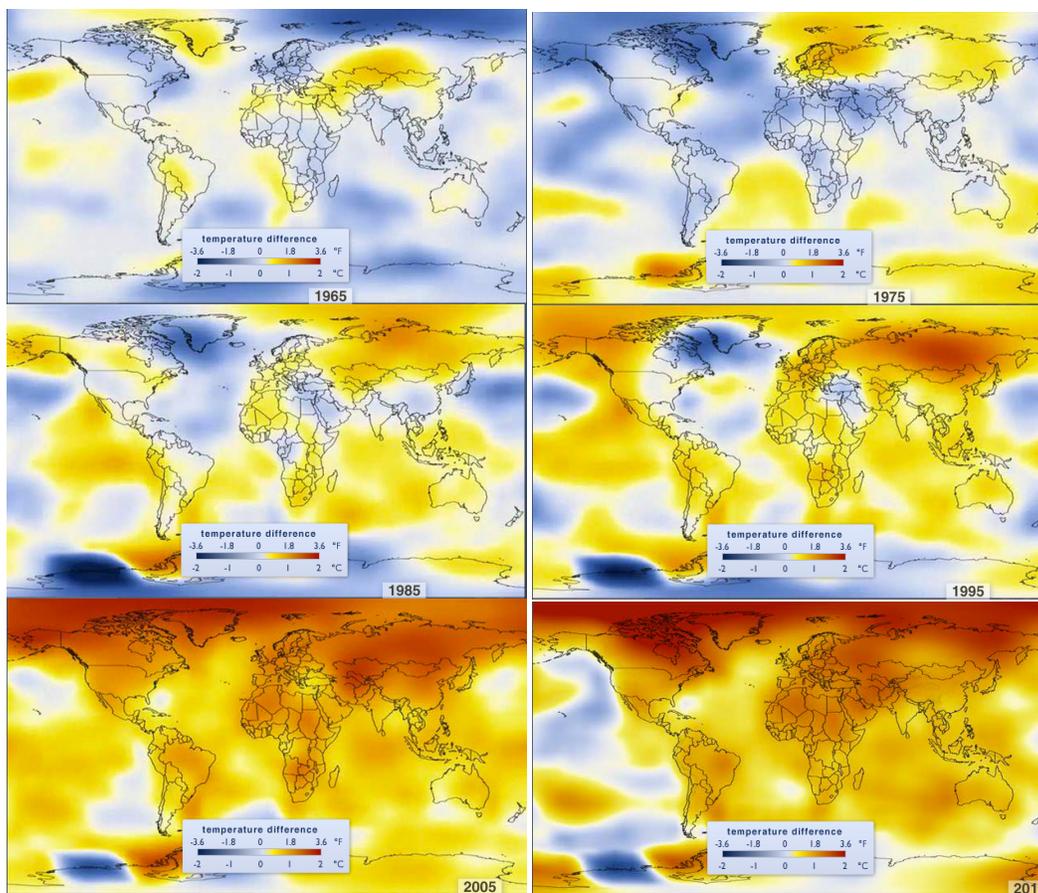


Figura 1.1. Cambios en la temperatura promedio global como desviaciones de la media global (Fuente: http://climate.nasa.gov/interactives/climate_time_machine).

Patrones climáticos observados relevantes para Chile

Aldo Montecinos, Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción

La variabilidad del clima es producto de los forzantes naturales externos, radiación solar y aerosoles volcánicos, y de los procesos de retroalimentación positivos y negativos (variabilidad interna) que se dan entre los distintos subsistemas y componentes del clima. En nuestras costas, la interacción más relevante se da entre el océano y la atmósfera, en la forma de diferentes procesos de retroalimentación. Por ejemplo, el proceso de retroalimentación positiva que se establece entre el viento sur paralelo a la costa, la surgencia de agua frías, y el aumento del contraste térmico tierra-mar que refuerza los vientos que producen la surgencia.

Más aún, la variabilidad interna se manifiesta como modos climáticos que se desarrollan en diferentes escalas espaciales y temporales. Estos modos sustentan su evolución en el tiempo y el espacio, y los cambios de fase o de signo de las anomalías asociadas, en diferentes procesos físicos.

El más prominente, y también el más estudiado, modo climático es El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), un fenómeno acoplado del sistema océano-atmósfera que se desarrolla en el Pacífico tropical (e.g., Sarachik y Cane, 2010). El ENOS es el agente más importante de variabilidad interanual en el clima de nuestra región y de muchas partes del planeta (e.g., Aceituno 1988).

A medida que han aumentado los registros instrumentales, tanto en cobertura espacial como en resolución espacial, nuevos modos climáticos han sido definidos, siendo los más relevantes en términos de su escala temporal, los modos intraestacionales e interdecadales. Es interesante destacar que los primeros estudios de la variabilidad interdecadal en el Pacífico Sur estuvieron asociados al estudio de fluctuaciones de pesquerías pelágicas en Chile (Yañez, 1991) y Perú (Pauly y Tsukuyama, 1987). Desde que Nitta y Yamada (1989) y Trenberth (1990) descubrieron la presencia de fluctuaciones climáticas interdecadales, se han definido numerosos modos u oscilaciones climáticas, destacando la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por su sigla en inglés), la cual es utilizada ampliamente en estudios de diferentes fluctuaciones climáticas y biológicas en el océano Pacífico. Sin embargo, la PDO se define exclusivamente para el Pacífico Norte (Mantua et al., 1997), siendo correcto utilizar un modo climático interdecadal definido para toda la cuenca. Así, para la región tropical y sur del océano Paífico el modo interdecadal más importante es la Oscilación Interdecadal del Pacífico (IPO, por su sigla en inglés; Power et al., 1999) o variabilidad interdecadal del tipo-ENOS (Zhang et al., 1997), que se asemeja al patrón típico del ENOS, pero con una escala latitudinal más amplia en el Pacífico oriental (e.g., Garreaud and Battisti, 1999).

Por otra parte, en el último siglo se ha añadido otro forzante del sistema climático global. La actividad humana ha alterado la evolución natural del clima a escalas regional y global, mediante cambios de las propiedades de la superficie de la tierra (albedo, contenido de humedad del suelo, etc) y de la composición de la atmósfera (gases invernadero y aerosoles). Como resultado del forzamiento externo, el promedio global de la temperatura superficial presenta tendencias positivas (calentamiento) desde comienzos del siglo XX, con una interrupción entre las décadas del cuarenta y setenta (e.g., Vose et al., 2012). El forzamiento externo natural, en particular el aumento de la radiación solar, puede explicar la mayor parte del calentamiento durante la primera parte del siglo XX (e.g., Stott et al., 2000; Meehl et al., 2004; 2009a), mientras que el forzamiento antropogénico parece ser responsable del calentamiento observado desde fines de 1970 (e.g., Hegerl et al., 2007; Meehl et al., 2009a).

Mientras en muchas regiones del planeta se observa este calentamiento superficial, en la costa oeste de Sudamérica se observa un enfriamiento a partir de fines de los 1970s (Trenberth et al., 2007; Falvey y Garreaud, 2009; Schulz et al., 2012). Este enfriamiento es del orden de 0,1 a 0,2°C por década y contrasta con el calentamiento que se observa en sectores al interior y en altura

(Falvey y Garreaud, 2009). Es muy 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 Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). A lo más, estos modelos muestran un mínimo calentamiento en nuestra región (Falvey y Garreaud, 2009).

Existen varios procesos físicos que podrían responder al forzamiento antropogénico, de tal manera que provoquen un enfriamiento en el Pacífico suroriental en respuesta al aumento de gases de efecto invernadero. El factor más probable que explica el enfriamiento es la intensificación del esfuerzo del viento a lo largo de la costa y por lo tanto de la surgencia costera. Los vientos costeros pueden intensificarse como resultado de una intensificación del anticiclón subtropical del Pacífico Sur (Falvey and Garreaud, 2009), de un aumento del gradiente de presión tierra-océano debido al calentamiento en tierra (Bakun, 1990; Narayan et al., 2010), o al aumento del contraste térmico tierra-océano debido a una reducción de la cubierta de nubes bajas (Vargas et al., 2007). Otro factor que explicaría el enfriamiento es la respuesta remota de la termoclina costera a las fluctuaciones de baja frecuencia de los vientos alisios en el Pacífico ecuatorial occidental, proceso que ha sido sugerido como un factor clave para explicar las fluctuaciones interdecadales en las costas de Perú y Chile (Pizarro and Montecinos, 2004; Montecinos et al., 2007). También, se ha planteado que cambios en la advección hacia el ecuador de aguas subantárticas pueden explicar la tendencia de enfriamiento, y menos salinidad, que se observa en los noventa (e.g., Schneider et al., 2007; Roemmich et al., 2007). Por otra parte, los procesos locales, como el incremento de la nubosidad asociada a advección fría o estabilidad de bajos niveles (Klein and Hartmann, 1993; Takahashi, 2005), o el aumento de la evaporación debido a la subsidencia (Takahashi and Battisti, 2007; Xie et al., 2010), también pueden jugar un rol. Es interesante notar que varios de estos procesos pueden jugar un rol doble en el sistema climático del Pacífico Suroriental como forzantes, pero también como procesos de retroalimentación. Por ejemplo, la retroalimentación TSM-estabilidad-albedo de nubes bajas, que es clave en mantener el clima frío en el Pacífico Suroriental (Philander et al., 1996; Takahashi and Battisti, 2007) y afecta fuertemente la estacionalidad de la TSM en esta región (Takahashi, 2005). Otros procesos locales son los procesos de retroalimentación viento-TSM-enfriamiento en el tope de nubes (Nigam, 1997) y posiblemente de viento-surgencia-contraste tierra-océano (Bakun, 1990).

A pesar que la incertidumbre asociada al forzamiento radiativo antropogénico ha sido reducida (IPCC, 2007), sus niveles actuales aún restringen la capacidad de obtener proyecciones climáticas confiables para el siglo XXI (e.g., Le Treut, 2012). A escala regional, estas incertezas se suman a las imperfecciones propias de los modelos climáticos y a la variabilidad climática interna

(e.g., Deque et al., 2007; Hawkins and Sutton, 2009). Además, existe una preocupación creciente sobre los cambios climáticos a escala regional que tendrán lugar durante los próximos 10 a 30 años (Meehl et al., 2009b), un periodo de tiempo en el cual la variabilidad natural, en particular los modos interdecadales del clima, y el forzamiento antropogénico pueden tener la misma magnitud.

A pesar que los modelos climáticos acoplados usados en el cuarto reporte del IPCC (IPCC, 2007) no son capaces de simular el enfriamiento observado desde fines de la década del setenta, se han utilizado para proyectar los cambios regionales esperados. Garreaud y Falvey (2009), analizan las salidas de 15 modelos globales acoplados y en particular las salidas del modelo HadCM3-PRECIS para los escenarios A2 y B2 en el periodo 2071-2100 (Fuenzalida et al., 2007). En concordancia con el mecanismo propuesto por Muñoz and Garreaud (2005), el aumento de la presión atmosférica en latitudes medias, proyectado por todos los modelos, intensifica el chorro costero que aparece entre 30°S y 38°S durante la primavera y verano. De acuerdo a Renault et al. (2009), el chorro costero explica un alto porcentaje de la variabilidad de la temperatura superficial del mar, especialmente entre los meses de agosto y octubre. De acuerdo a las proyecciones del modelo HadCM3-PRECIS, el régimen de vientos favorables a la surgencia se extenderá hacia el sur hasta 41°S durante la primavera y verano, mientras que en latitudes subtropicales los episodios de chorro costero serán más frecuentes y la estación de surgencia será más larga (Garreaud and Falvey, 2009). En el caso del modelo IPSL-CM4, se analizan las proyecciones al doblar y cuadruplicar la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, 2xCO₂ y 4xCO₂ respectivamente. Goubanova et al. (2010) encuentran que los vientos de componente sur aumentan significativamente durante el invierno y verano en la zona central de Chile en relación a un desplazamiento hacia el sur del anticiclón subtropical del Pacífico Suroriental, aunque la variabilidad intraestacional (1-3 meses) disminuye. Aún más, Aiken et al. (2011) estudiaron la dispersión larval y conectividad meridional frente a Chile central bajo la intensificación de los vientos favorables de surgencia, sugiriendo que habría una potencial reorganización de las comunidades costeras a finales de este siglo. Además, Yáñez et al. (2013) encontraron grandes discrepancias en los desembarques de anchoveta en el norte de Chile, bajo diferentes escenarios climáticos a través del siglo XXI. Por ejemplo, en 2050 el desembarco anual aumentaría (~ 4%) o disminuiría (~ 20%) en caso de que se verificara un enfriamiento o calentamiento en el norte de Chile.

Sin embargo, ¿se puede confiar en las proyecciones climáticas si no son capaces de simular el enfriamiento observado?, ¿cómo se explica el enfriamiento observado en las últimas décadas?. Atribuir su origen es esencial para poder anticipar los cambios futuros. Si la tendencia al enfriamiento es la respuesta del clima regional al aumento de gases de efecto invernadero, ¿no se debería esperar que este enfriamiento se mantuviera en el tiempo? Si el enfriamiento es el resultado

de variaciones climáticas naturales no forzadas (internas), como podría ser la oscilación interdecadal IPO, se podría esperar que en las próximas décadas (década?) se revierta la tendencia y se observe un calentamiento.

Estas son preguntas aún sin respuesta.

Los impactos potenciales del cambio climático en las pesquerías y acuicultura chilenas

El análisis de la revisión de la información relativa a los impactos potenciales del cambio climático sobre la pesca y la acuicultura chilena, se llega a la conclusión que gran parte de los estudios realizados se enfocan en la relación ambiente-recurso en el contexto de la importancia de los efectos de la variabilidad climática del pasado, con especial énfasis en los efectos de la variabilidad interanual asociada a los eventos El Niño-Oscilación del Sur y la variabilidad interdecadal. La importancia de dicha variabilidad se relaciona en diferentes escalas espacio-temporales relacionadas con efectos en la abundancia, sobrevivencia de los primeros estadios de vida, reclutamiento, y cambios en la distribución. Al respecto, la más reciente revisión se debe a Parada et al. (2013), quienes han revisado la variabilidad ambiental y los recursos pesqueros con una mirada en la investigación y el manejo. De esta manera, los autores identifican escalas de variabilidad ambiental relevantes para los procesos biológicos que podrían estar más relacionados con dichas escalas temporales y espaciales (Fig. 1.2), con algunos ejemplos destacados de la literatura (Tabla 1.3). Los autores destacan dos tipos de enfoques en la investigación de la relación ambiente-recurso, una de ellas está asociada con la búsqueda empírica a través de relaciones funcionales de tipo correlativa entre la variabilidad ambiental y las fluctuaciones de las poblaciones o de algunos procesos involucrados como el reclutamiento, el crecimiento, o la reproducción. El otro enfoque es más integral, del tipo basado en el individuo y que involucra utilizar modelos biofísicos. Básicamente, consiste en utilizar un modelo hidrodinámico que describe los procesos oceanográficos a una escala adecuada para la etapa del ciclo de vida que se desea investigar, y un modelo biológico que describe los procesos que afectan a los individuos durante su ontogenias, tales como probabilidad de supervivencia, movimiento, crecimiento, entre otros (e.g. Brochier et al., 2008; Parada et al., 2010). Investigación orientada al impacto de la variabilidad ambiental en aspectos económicos se identifica el estudio de Peña y Valderrama (2008), quienes utilizan la ocurrencia del evento El Niño y su relación con la localización del esfuerzo de pesca en la pesquería del jurel.

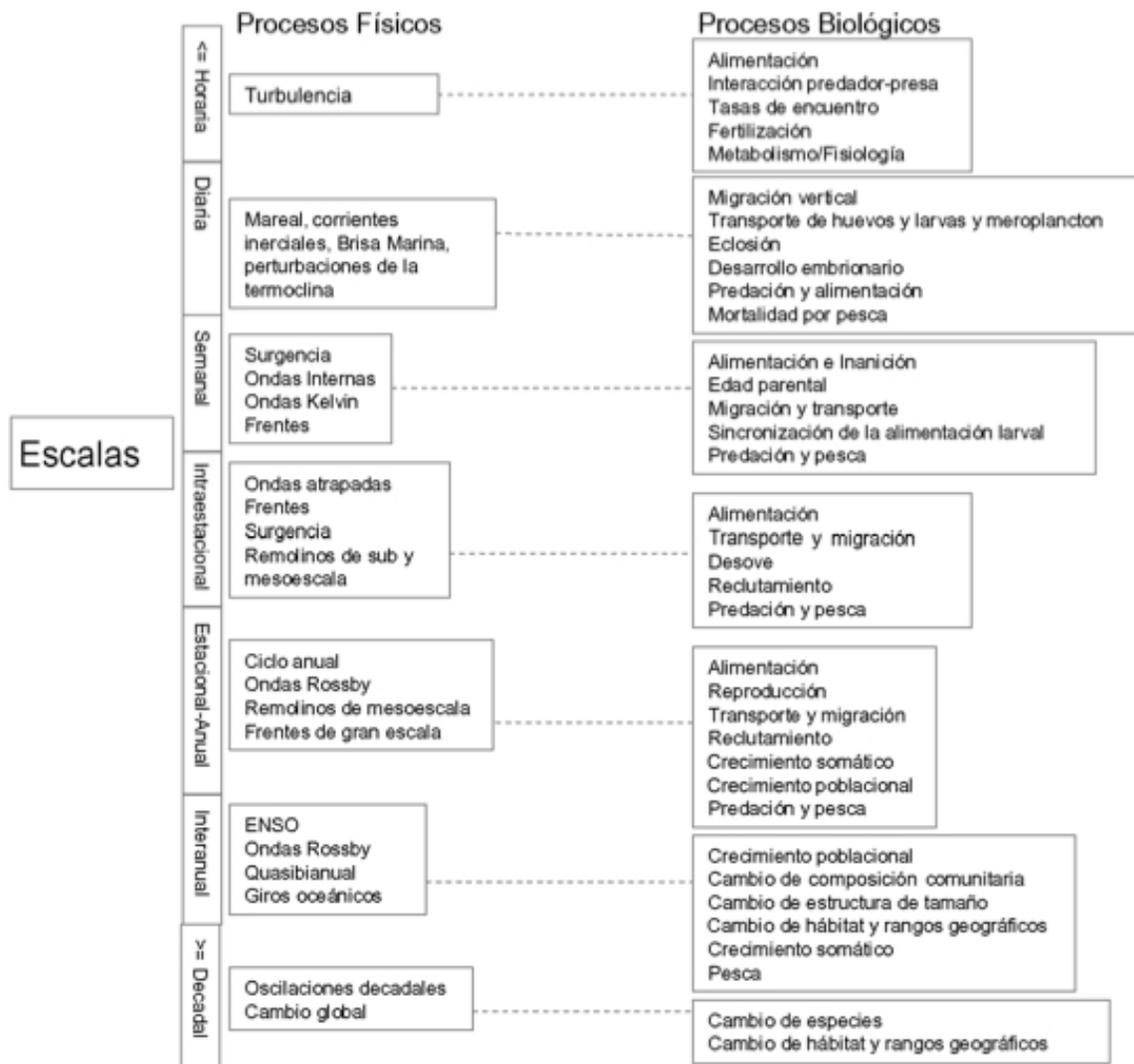


Figura 1.2. Escalas temporales, procesos físicos y biológicos asociados. Modificado de tabla generada en el marco del Grupo de Trabajo (E. Acuña, S. Hormazábal, J.L. Blanco, C.Parada) de Variabilidad Ambiental y Recursos, entregado oficialmente a la Subsecretaría de Pesca (Obtenido de Parada et al., 2013).

Tabla 1.3. Revisión de los procesos que biológicos y pesqueros afectados por el clima y que han sido destacados para algunos recursos frente a Chile (Parada et al., 2013).

Procesos biológicos y pesqueros	Rasgos físicos/biológicos incidentes	Rasgos biológicos respuesta	Referencias
Desove y reproducción	Temperatura	Tiempo de incubación del huevo	Castro <i>et al.</i> (2001); Tarifeño <i>et al.</i> (2008); Cubillos <i>et al.</i> (2007); Bustos <i>et al.</i> (2006)
	Temperatura	Advenimiento del desove	Cubillos <i>et al.</i> (2008); Núñez <i>et al.</i> (2008); Claramunt <i>et al.</i> (2003); Illanes <i>et al.</i> (1985)
	Temperatura	Tamaño del huevo	Landaeta <i>et al.</i> (2011)
	Temperatura	Tamaño de larva en la eclosión	Llanos-Rivera & Castro (2004); Llanos-Rivera & Castro (2006)
	Oxígeno	Edad de madurez sexual	Cubillos & Alarcón (2010)
	Turbulencia	Tasa de alimentación larval	Payá <i>et al.</i> (2002)
Abundancia y reclutamiento	Temperatura	Éxito en las tasas de alimentación	Cubillos <i>et al.</i> (2002); Cubillos & Arcos (2002); Gómez (2007)
		Calidad del desove	Castro <i>et al.</i> (2010); Krautz <i>et al.</i> (2010); Castro <i>et al.</i> (2009)
	ENSO	Modificación del hábitat	Arcos <i>et al.</i> (2004); Yáñez <i>et al.</i> (2008); Cahuín <i>et al.</i> (2009); Hernández-Miranda & Ojeda (2006); Arcos <i>et al.</i> (2001); Avendaño <i>et al.</i> (2008); Escribano <i>et al.</i> (2004); Moreno <i>et al.</i> (1998); Payá <i>et al.</i> , (2002)
	Surgencia	Producción primaria	Gómez (2007); Montecinos & Gómez (2010)
	Dirección del viento, advección	Retención larval en la plataforma	Parada <i>et al.</i> (2012); Soto-Mendoza <i>et al.</i> (2012); Cordova & Balbontín (2006); Castro & Hernández (2000); Arcos <i>et al.</i> (1996); Yannicelli <i>et al.</i> (2012)
		Éxito de alimentación larval	Balbontín <i>et al.</i> (1997)
Crecimiento	Temperatura ambiental	Alimentación - Crecimiento	Castillo-Jordan <i>et al.</i> (2010); Hernández-Miranda & Ojeda (2006)
		Asimilación	Cubillos & Arancibia (1995)
		Metabolismo	Fuentes <i>et al.</i> (2005)
		Excreción	
	Temperatura	Duración del período de alimentación	Balbontín & Cannobio (1992)
		Disponibilidad de alimento	
Distribución y migración	Temperatura	Rango del hábitat	Bailey (1989); Elizarov <i>et al.</i> (1993); Cubillos <i>et al.</i> (2008); Rojas <i>et al.</i> (2011)
	Temperatura	Comienzo de la migración	Konchina <i>et al.</i> (1996)
	Luz	Comienzo de la migración	
	Temperatura	Patrón migracional vertical	Yáñez <i>et al.</i> (1995); Landaeta <i>et al.</i> (2009)
	Alimentación	Patrón migracional horizontal	Quiñones <i>et al.</i> (1997)
Mortalidad natural	Temperaturas extremas	Metabolismo	Bustos <i>et al.</i> (2007)
	Enfermedades	Nivel individual, poblacional	
	Predación	Reducción abundancia	Krautz <i>et al.</i> (2003); Jurado-Molina <i>et al.</i> (2006); Arancibia & Neira (2008)
	Densodependencia	Aumento abundancia	Vargas <i>et al.</i> (1996)
	Concentración de oxígeno	Respiración	Yáñez <i>et al.</i> 2008; Morales <i>et al.</i> (1996)

Aunque las respuestas ecológicas al cambio climático parecieran ser evidentes en diferentes sistemas y latitudes, nuestra capacidad para predecir los efectos climáticos a nivel del ecosistema es limitado debido a la complejidad de las interacciones directas e indirectas y a la dificultad de considerar las posibles adaptaciones evolutivas en todos los niveles, y los efectos de la pesca.

No obstante, la dinámica del océano afecta el comportamiento de las poblaciones marinas en un amplio rango de escalas, determinando variaciones importantes en la dinámica trófica, los patrones migratorios y la distribución espacial, entre otros. Identificar los procesos dominantes de la dinámica ambiental, en qué escala de tiempo y espacio se desarrollan, y determinar cómo las distintas escalas de variabilidad interactúan, son aspectos que deberían ser abordados al momento de evaluar el impacto de la variabilidad del ambiente sobre poblaciones marinas (Fig. 1.2).

En la escala interanual, una de las perturbaciones más importantes del sistema océano-atmósfera es el Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Durante El Niño (La Niña), cambios en el campo superficial de viento del Pacífico Tropical producen una modificación de la estructura vertical de la capa superior del océano, caracterizada por un incremento (reducción) de la profundidad de la termoclina-nutriclina en el Pacífico Central-Oriental, que reduce (aumenta) el flujo vertical de nutrientes y la producción primaria (Barber y Chávez, 1983; Chávez et al., 1998; McPhaden, 1999).

En escalas interdecadales o mayores, los ecosistemas marinos presentan importantes fluctuaciones que alteran su estructura y funcionamiento, y que se evidencian en varios niveles tróficos. Dichas fluctuaciones, referidas como cambios de régimen del ecosistema, se asocian principalmente a un forzante climático. Cambios de régimen en ecosistemas han sido observados en diferentes regiones del mundo (Hare y Mantua 2000; Cury y Shannon, 2004; Alheit y Ñiquen, 2004; Beaugrand, 2004). No obstante las evidencias de importantes cambios en la estructura del ecosistema y la abundancia de especies en la escala decadal, los mecanismos que vinculan estas fluctuaciones biológicas con la variabilidad climática no han sido del todo esclarecidos.

En la zona costera del Sistema de Corriente Humboldt (SCH) las fluctuaciones dominantes están asociadas a ondas oceánicas de baja frecuencia (intraestacional, estacional e interanual), y al esfuerzo del viento a lo largo de la costa (Hormazábal et al., 2002). Las ondas de baja frecuencia, principalmente de origen ecuatorial, tienen un impacto significativo en la variabilidad de la corriente subsuperficial Perú-Chile y en la profundidad de la termoclina-oxiclina, particularmente frente a Perú y norte de Chile (Schaffer et al., 1999; Hormazábal et al., 2001). Por otra parte, en la zona centro-sur de Chile el ciclo anual del viento determina una estación favorable a la surgencia que se extiende comúnmente entre primavera e inicio del otoño, y otra estación desfavorable donde predominan los eventos de viento norte, durante el invierno (Schaffer et al., 1999). De esta forma

las ondas de baja frecuencia y el ciclo anual del esfuerzo del viento estarían modulando las propiedades físico-químicas de la capa superficial del océano, produciendo importantes cambios en el ecosistema pelágico.

El SCH se caracteriza por su alta productividad biológica asociada a la corriente subsuperficial Perú-Chile, que transporta aguas ricas en nutrientes hacia el sur, y a la surgencia costera que transporta estas aguas hacia la capa fótica (Huyer et al., 1991; Morales et al., 1999). Esta productividad sustenta importantes pesquerías pelágicas como anchoveta (*Engraulis ringens*) y sardina común (*Strangomera bentincki*), y demersales como la merluza común (*Merluccius gayi*). La distribución y abundancia de estas especies pelágicas y demersales son afectadas por fluctuaciones ambientales en diferentes escalas de tiempo y espacio. No obstante los avances en el conocimiento de la dinámica del SCH, su impacto sobre el ecosistema pelágico permanece poco analizado, la mayor parte del conocimiento actual se relaciona con el ENOS, principalmente referidos a cambios en distribución y abundancias de peces (Yáñez et al., 1995; 2001; 2010; Chávez et al., 2003).

Las variaciones en las condiciones medias del ciclo estacional del ambiente explicarían fluctuaciones en el nivel de reclutamiento de especies pelágicas (Bakun, 1996). El nivel de reclutamiento de anchoveta y sardina en la zona norte de Chile, ha sido relacionado a un índice de turbulencia basado en el esfuerzo del viento, a través de modelos no lineales (Yáñez et al., 2001). En el caso de anchoveta, la relación obtenida indica la existencia de un nivel máximo de reclutamiento asociado a niveles moderados de viento ($\sim 5.5 \text{ m s}^{-1}$), tal como lo señalan Cury y Roy (1989) en su hipótesis “Ventana ambiental óptima”. En la zona centro-sur, se ha sugerido que las fluctuaciones en la dirección del viento y su impacto en los procesos de retención/advección, determinarían principalmente la sobrevivencia de estadios tempranos durante invierno (Castro et al., 2000). Por otra parte, la intensidad de la surgencia durante el periodo de desove (julio-agosto), y la TSM durante el periodo previo al reclutamiento (agosto-diciembre), se relacionan negativamente con el reclutamiento de sardina común (Cubillos y Arcos, 2002). Estas relaciones sugieren que las fluctuaciones interanuales del viento tiene un impacto relevante en el éxito reproductivo de los pequeños pelágicos.

Por otra parte, en el sistema costero, la influencia de la variabilidad climática asociada con eventos El Niño-Oscilación del Sur impacta notablemente sobre la abundancia y disponibilidad de recursos bentónicos litorales, tales como las algas (*Macrosystes* sp), el pulpo (*Octopus mimus*), la macha (*Mesodesma donacium*), el ostión (*Argopecten purpuratus*), lapas (*Fisurella* spp.), y loco (*Concholepas concholepas*) (Arntz et al., 2006; Thatje et al., 2008; Moreno et al., 2008; Gaymer et al., 2010), y en la fauna de peces costeros (Sielfeld et al., 2010).

Más al sur, a partir de los 42°S y hasta la Tierra del Fuego, en el ecosistema de la Patagonia chilena se desarrollan importantes pesquerías demersales a nivel industrial como artesanal, tal como la pesquería de la merluza del sur (*Merluccius australis*), congrio dorado (*Genypterus blacodes*), merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), merluza de tres aletas (*Micromesistius australis*), bacalao de profundidad (*Dissostichus eleginoides*), en aguas exteriores. A su vez, en la Patagonia norte representada por el sistema de aguas interiores, canales y fiordos, se desarrolla la pesquería de sardina austral (*Sprattus fuenguensis*), merluza del sur (*Merluccius australis*), de recursos bentónicos en los que destaca la pesquería del erizo (*Loxechinus albus*), loco (*Concholepas concholepas*), y las actividades de acuicultura de mitílidos y salmón. En la Patagonia sur, que comprende en sistemas de fiordos y canales en la Región de Magallanes, destaca la pesquería de la centolla (*Lithodes antarctica*) y centollón (*Paralomis granulosa*), ostión del sur (*Chlamys vitrea*) y ostión patagónico (*Chlamys patagonica*), y recientemente la pesquería del huepo (*Ensis macha*). Sin embargo, las investigaciones de la relación ambiente-recurso en los ecosistemas de la Patagonia chilena son escasos, y no se han realizados sistemáticamente, desconociéndose los efectos e impactos de la variabilidad climática. En esta región, la variabilidad climática del océano exterior podría estar influenciada por los cambios en la posición de la corriente de la Deriva de los Vientos del Oeste, la Oscilación Antártica, como también la interacción entre con el aporte de agua dulce en las capas superficiales, y las mareas, con el sistema asociado al mar interior de fiordos y canales.

Se carece de información sistemática respecto de la influencia ambiental sobre los recursos pesqueros en los ecosistemas asociados con las islas oceánicas y montes submarinos, tales como el Archipiélago de Juan Fernández, Sala y Gómez, e Isla de Pascua. En el Archipiélago de Juan Fernández se desarrolla una importante actividad pesquera que se sustenta en la langosta *Jasus frontalis*, y que determina una alta dependencia social y económica de la especie. Aparentemente, la conectividad del ciclo de vida en términos de la retención y reclutamiento endógeno aparecen como factores importantes considerando la influencia de la circulación oceánica y el efecto de “masa de isla”, y la frecuencia y ocurrencia de remolinos de mesoescala (Porobic et al., 2012; Parada et al., 2013), que se originan en el margen continental (Andrade et al., 2012). Aparentemente, el viento no tiene una influencia importante sobre la variabilidad espacial y temporal de la clorofila-a en el Archipiélago de Juan Fernández (Andrade et al., 2012).

Sobre la generación de capacidades

El IPCC (2007) define la capacidad adaptativa como la habilidad de un sistema para adaptarse al cambio climático (incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos) para moderar el daño potencial, aprovechar las oportunidades o manejar las consecuencias.

La capacidad adaptativa, es una función del nivel relativo de los recursos económicos de una sociedad, del acceso a la tecnología, a la información sobre la variabilidad climática y cambio climático y de las capacidades para aprovechar dicha información, sus instituciones (por ejemplo, el grado en que las instituciones pueden ayudar en la adaptación), y la distribución equitativa de sus recursos (las sociedades con una distribución relativamente más equitativa de sus recursos serán más capaces de adaptarse que las sociedades con distribuciones menos equitativas). El nivel de capacidad adaptativa tiende a correlacionarse positivamente con el ámbito de desarrollo; las sociedades más desarrolladas tienden a tener más capacidad de adaptación (IUCN 2010). Sin embargo, el hecho de tener capacidad adaptativa no garantiza que ésta sea aprovechada efectivamente. La capacidad adaptativa puede variar con el transcurso del tiempo dependiendo del cambio en las condiciones y puede diferir con respecto a determinadas amenazas.

Existen factores externos, como las políticas, instituciones y estructuras de poder, que ejercen influencia. Si las instituciones no tiene capacidad adaptativa, no es posible enfrentar los desafíos del cambio climático. Las instituciones juegan un rol determinante en la manera que una sociedad actual frente a los retos que le plantea su entorno, ya sea este natural o social, pero por otro lado las mismas instituciones están definidas y o plasmadas por estos retos. En este sentido, tal vez una de las preguntas más centrales desde la perspectiva de los cambios ambientales globales que estamos enfrentando actualmente ha sido planteado por sobre como maximizar, a través del diseño institucional, la capacidad adaptativa de una organización o un sector, a los posibles y no completamente conocidos impactos de los cambios ambientales globales (Adger et al. 2003). Aquí es importante destacar el riesgo y la dificultad de establecer sistemas de reglas que generen beneficios netos a los involucrados cuando el entorno es altamente impredecible (Ostrom 1990).

En este sentido, Cubillos et al. (2012), indican que la institucionalidad nacional, específicamente Subsecretaría de Pesca y Acuicultura¹ (SUBPESCA), debe reconocer que el cambio climático es un factor más que impactará en el sector. Para disminuir la vulnerabilidad y mejorar las capacidades de adaptación del sector y enfrentar desafíos y oportunidades, es imperativo que SUBPESCA se estructure en estos tópicos. Actualmente, el Ministerio de Medio Ambiente, a

¹ <http://www.subpesca.cl>

través de la Oficina de Cambio Climático, en su iniciativa 2013-2014 del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, considera al sector pesca y acuicultura dentro del eje estratégico de Vulnerabilidad y Adaptación; y a su vez con la iniciativa que el sector sea considerado en la próxima Comunicación Nacional. Las sugerencias del informe de Cubillos et al. (2012) indican que es necesario que estas instituciones gubernamentales trabajen en alianzas coordinadas con el objeto de que las políticas públicas, la coordinación intersectorial y la investigación relacionada con los efectos del cambio climático sean adecuadamente canalizadas.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC²), en su artículo 6, plantea el papel que tienen la comunicación y la información, considerando que la educación, formación y la sensibilización de la sociedad desempeñan un papel muy importante en la reducción de los riesgos al cambio climático, particularmente en aquellos sectores de la población que son más vulnerables a sus efectos.

Según el Artículo 6, sobre educación, formación y sensibilización del público (Figura 1.4), al llevar a la práctica los compromisos a que se refiere el inciso i) del párrafo 1 del artículo 4, las partes:

a) Promoverán y facilitarán, en el plano nacional y, según proceda, en los planos subregional y regional, de conformidad con las leyes y reglamentos nacionales y según su capacidad respectiva:

- i) La elaboración y aplicación de programas de educación y sensibilización del público sobre el cambio climático y sus efectos;
- ii) El acceso del público a la información sobre el cambio climático y sus efectos;
- iii) La participación del público en el estudio del cambio climático y sus efectos y en la elaboración de las respuestas adecuadas; y
- iv) La formación de personal científico, técnico y directivo;

b) Cooperarán, en el plano internacional, y, según proceda, por intermedio de organismos existentes, en las actividades siguientes, y las promoverán:

- i) La preparación y el intercambio de material educativo y material destinado a sensibilizar al público sobre el cambio climático y sus efectos; y

² http://es.wikipedia.org/wiki/Convención_Marco_de_las_Naciones_Unidas_sobre_el_Cambio_Climático

- ii) La elaboración y aplicación de programas de educación y formación, incluido el fortalecimiento de las instituciones nacionales y el intercambio o la adscripción de personal encargado de formar expertos en esta esfera, en particular para países en desarrollo.

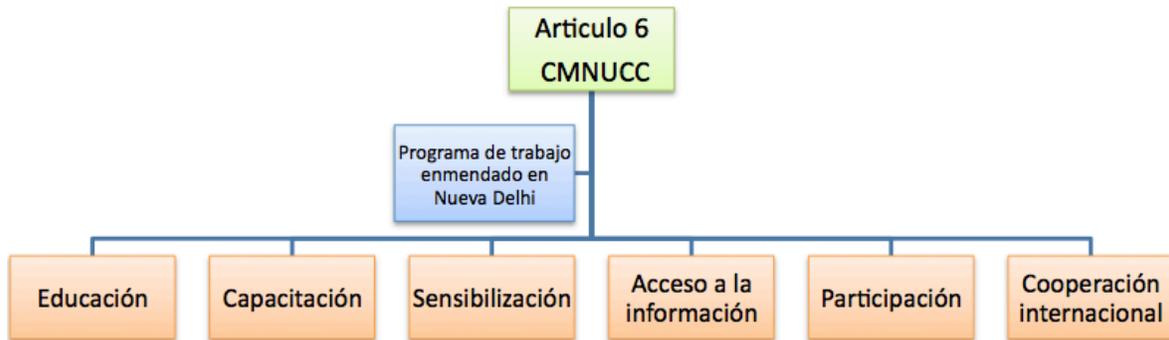


Figura 1.4. Esquema de los principales puntos del Artículo 6, CMNUCC.

Educación: Cooperar, promover, facilitar, desarrollar y aplicar programas de educación y capacitación centrados en el cambio climático que estén dirigidos a los jóvenes en particular, y que abarquen el intercambio o la adscripción de personal para la capacitación de expertos.

Capacitación: Promover, facilitar, desarrollar y aplicar programas de capacitación centrados en el cambio climático para personal científico, técnico y directivo en los planos nacional y, cuando proceda, subregional, regional e internacional. La competencia y los conocimientos técnicos ofrecen la oportunidad de abordar y tratar adecuadamente las cuestiones del cambio climático.

Sensibilización del público: Promover, facilitar, desarrollar y aplicar programas de sensibilización de la opinión pública sobre el cambio climático y sus efectos en los planos nacional y, cuando proceda, subregional, regional e internacional, entre otras iniciativas fomentando las contribuciones y las acciones individuales de lucha contra el cambio climático, apoyando políticas inocuas para el clima y promoviendo cambios en el comportamiento, en particular utilizando los medios de comunicación de mayor difusión.

Acceso del público a la información: Facilitar el acceso del público a los datos y la información, suministrando los datos sobre las iniciativas y políticas relativas al cambio climático y sobre los resultados de las medidas adoptadas que el público y otras partes interesadas requieran para

entender, abordar y tratar las cuestiones del cambio climático, teniendo en cuenta circunstancias locales y nacionales, como la calidad del acceso a Internet, los índices de alfabetización y las cuestiones lingüísticas.

Participación del público: Fomentar la participación del público en el examen del problema del cambio climático y sus efectos y en la adopción de medidas de respuesta adecuadas, facilitando la retroinformación, el debate y el establecimiento de alianzas en lo que respecta a las actividades sobre el cambio climático y a la gobernanza.

Cooperación internacional: La cooperación subregional, regional e internacional en la realización de actividades en el ámbito del programa de trabajo puede incrementar la capacidad colectiva de las Partes para aplicar la Convención, y las actividades de las organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales pueden también contribuir a su aplicación. Esa cooperación puede potenciar las sinergias entre las convenciones y mejorar la eficacia de todas las actividades de desarrollo sostenible.

Considerando la comunicación en cambio climático como una herramienta indispensable para iniciar la construcción de capacidades de adaptación en la sociedad, lo definimos como el proceso por el cual un emisor transmite un mensaje a un receptor, provocando un efecto. Puede haber un intercambio de mensajes que resultan en la interacción con el fin de que haya un entendimiento (O'Sullivan et al., 1995). El cambio climático es un tema que necesita de diferentes medios para su difusión, por lo que habrá que tomar en cuenta a los que tengan mejor impacto.

Para realizar acciones sobre adaptación y mitigación, es necesario que alguien las comunique, iniciando así todo un proceso para que la información llegue a los públicos que la requieran (Figura 1.5). Donde, el *Emisor o fuente*, es quien emite la información sobre cambio climático; el *Canal* es el medio que se usará para transmitir la información; *Mensaje*, es la información o contenidos a transmitir; *Receptor*, se refiere a quien recibirá la información (entes del sector público y privado, sociedad, comunidad pesquera y acuícola, académicos, estudiantes etc); Efectos, son parte de los resultados de la comunicación, lo que se quiere lograr, ya sea entendimiento, conocimiento, promoción de acciones; o bien, lo que no se esperaba, nuevas acciones que no se tenían contempladas, rechazo, incomprensión del mensaje, etc; *Retroalimentación:* es la oportunidad que tiene el receptor de responder a la fuente sobre la información recibida.

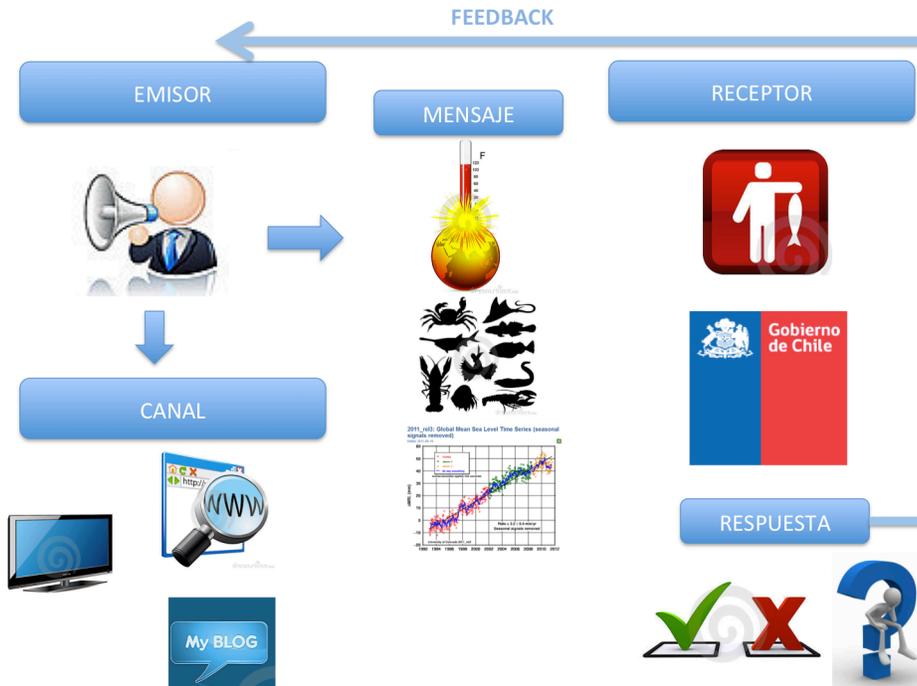


Figura 1.5. Esquema de comunicación de un mensaje.

Generación de capacidades a través de difusión y talleres

Uno de los medio de comunicación y difusión al cambio climático son los portales de internet. La unidad ejecutora de este proyecto (equipo COPAS Sur-Austral) está utilizando un blog en internet (Figura 1.6), (<http://climaypescaenchile.wordpress.com/>), el cual invita a colaborar con el Plan de Acción, avanzar y consolidar el conocimiento de los impactos, establecer los lineamientos sobre materias institucionales del cambio climático. Este blog, ha sido presentado en cada uno de los talleres participativos, con la finalidad que puedan revisar el plan de acción propuesto para el sector. Sin embargo, a través de este medio no se ha recibido retroalimentación.



Figura 1.6. Blog “Cambio Climático Pesca y Acuicultura en Chile” COPAS Sur-Austral, UdeC.

Según el Plan de Acción Nacional de Cambio climático 2008-2012, en el lineamiento general de Creación de Capacidades, indica:

“Difundir y crear conciencia en la ciudadanía frente a los problemas ambientales y, en particular, a aquellos derivados del cambio climático, fomentando la educación, sensibilización e investigación en esta temática en Chile”.

La SUBPESCA comenzó en el 2010 varias iniciativas que han permitido reconocer la problemática del cambio climático en el sector. A continuación se indican algunos talleres, seminarios, trabajos de difusión relacionados con el cambio climático en el sector pesca y acuicultura a nivel nacional:

1. Abril 2011: Taller “*Cambio climático y sus impactos en la pesca y acuicultura en Chile*”, 12 de abril 2011, Santiago, Chile. Organizado por Subsecretaría de Pesca y la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente.
2. Octubre 2011: Seminario internacional “*Variabilidad climática, peces y pesquerías en la Región del Pacífico Sur*”, 26 de octubre 2011, Concepción, Chile. Centro de Eventos Sur Activo, Hualpén, Concepción, Organizado por Instituto de Investigación Pesquera, INPESCA.

3. Octubre 2011: Taller “*Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina: potenciales impactos y desafíos para la adaptación*”, 5 al 7 octubre 2011, Concepción, Chile. Organizado por FAO y UDEC. <http://www2.udec.cl/panorama/p688/p36.htm>
Reporte: <http://www.fao.org/docrep/018/i3356s/i3356s.pdf>
4. Diciembre 2011. Taller de difusión de resultados del Proyecto: “*Enfoque metodológico y plan de acción para abordar el impacto del cambio climático en la pesca y acuicultura en Chile*”, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 22 de Diciembre de 2011, Santiago, Chile.
<http://www.mundoacuicola.cl/comun/index.php?modulo=4&cat=5&view=1&idnews=55226>
5. Abril 2012: 6. Taller de expertos “Elaborando un Proyecto de Adaptación al Cambio Climático en el Sector Pesca y Acuicultura de Chile” en marco de un Identificación de proyectos PIF-GEF, financiado por FAO. Organizado por Pontificia Universidad Católica de Valparaíso PUCV, 12 de Abril de 2012, Valparaíso, Chile.
6. Junio 2012: Seminario “*Cambio Climático: Pesca y acuicultura*”, 27 de junio de 2012, Concepción, Chile. Organizado por el Programa COPAS Sur-Austral del Centro COPAS de la Universidad de Concepción, Chile. Invitado especial Dr. Salvador Lluch-Cota, CIBNOR Mexico.
<http://www.biobiochile.cl/2012/06/28/buscan-determinar-los-impactos-del-cambio-climatico-en-la-pesca-y-la-acuicultura-en-el-bio-bio.shtml>
7. Octubre 2012: Seminario “Mar de Chile: un desafío frente al cambio climático global”, 29 de octubre de 2012. Organizado por la Universidad Santo Tomás y Universidad Austral.
8. Abril 2013: Seminario “Adaptación al cambio climático en el sector pesca y Acuicultura”, 9 de abril de 2013, Organizado por el Programa COPAS Sur-Austral de la Universidad de Concepción, Sala de Reuniones Piso 19, Subsecretaría de Pesca, Bellavista 168, Valparaíso.
<http://www.aqua.cl/noticias/?doc=58384>

En el marco del proyecto mencionado “Enfoque metodológico y plan de acción para abordar el impacto del cambio climático en la pesca y acuicultura en Chile”, se desarrollaron una serie de talleres de trabajo:

- Revisión del marco político, institucional y jurídico a nivel internacional y nacional del cambio climático, 16 - 17 de Agosto de 2011, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, Chile.
- Diagnóstico y Sistematización de Antecedentes Técnicos sobre el Cambio Climático en Pesca y Acuicultura, 22 - 23 de Septiembre de 2011, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, Chile.
- Metodologías para medir impactos del Cambio Climático en Pesca y Acuicultura, 25 de Octubre de 2011, Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, Chile.
- Hacia la Implementación de Componentes de Vulnerabilidad en Pesca y Acuicultura, 25 de Noviembre de 2011, Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, Chile.

El Programa Copas Sur-Austral y el Laboratorio de Evaluación de poblaciones marinas EPOMAR, realizo el 27 de junio de 2012, en la ciudad de Concepción, un Seminario de difusión denominado “Cambio Climático: Pesca y acuicultura”, dirigido a académicos, estudiantes y profesionales de la pesca y acuicultura. Contó con la participación de Luis Cubillos de *COPAS Sur-Austral*, Aldo Montecino de *DGEO UdeC*, Victor Aguilera de *Centro Eula UdeC*, Carolina Alarcón de *EPOMAR*, Renato Quiñones *COPAS Sur-Austral* y Dr. Salvador Lluch-Cota, CIBNOR México. (Figura 1.7 y 1.8)



Figura 1.7. Afiche de seminario.

SEMINARIO	
Cambio climático en pesca y acuicultura.	
En el marco del Proyecto: ENFOQUE METODOLÓGICO Y PLAN DE ACCIÓN PARA ABORDAR EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PESCA Y ACUICULTURA EN CHILE	
Auditorio Claudio Gay, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción.	
27 de junio de 2012	
PROGRAMA	
HORA	ACTIVIDAD
09:00-09:15	Apertura de seminario: Luis Cubillos
09:15-09:45	Cambio Climático, modelos y escenarios; relevancia para la pesca y la acuicultura en Chile, Aldo Montecinos, DGEO, UdeC.
09:45-10:15	Impacto de la Acidificación en el Océano Costero: un mecanismo de presión para el metabolismo de especies marinas en la costa de Chile. Sr. Victor Aguilera, EHLA, UdeC.
10:15-10:45	Cambio Climático en Pesquerías bajo el Concepto de Sistemas Socio-ecológico. Carolina Alarcón, EPOMAR, UdeC.
10:45-11:15	Cambio Climático en Pesquerías: Capacidad de adaptación en pesquerías basado en crisis y catástrofes. Renato Quiñones, COPAS, UdeC.
11:15-11:30	Café
11:30-12:00	Propuesta de Plan de Acción General para el sector Pesca y Acuicultura. Luis Cubillos, COPAS, UdeC.
12:00-12:30	Recursos Masivos de México ante el Cambio Climático Salvador Lluch-Cota, CIBNOR, México
12:30-13:00	Discusión General.

Figura 1.8. Programa del seminario.

Además se realizó una mesa de trabajo, el cual se generó un informe que se detalla a continuación.

Informe de taller-seminario sobre estrategias de adaptación del sector pesca y acuicultura ante el cambio climático: comparación de proyectos en curso en Chile y México. Universidad de Concepción, Chile. Junio 26-27 del 2012.

Luis Cubillos Santander(1), Carolina Alarcón(1) y Salvador E. Lluch-Cota(2)

1. Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Departamento de Oceanografía. Universidad de Concepción
2. Programa de Ecología Pesquera. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Antecedentes

Tanto Chile como México son países signatarios del Protocolo de Kioto y han asumido de manera activa el tema de cambio climático y la necesidad de considerarlo en el diseño de políticas públicas. Respecto del sector pesquero, los gobiernos de ambos Países han declarado, a través de sus instrumentos de gobierno, el compromiso de abordar el tema del desarrollo y manejo pesquero con la premisa de que los recursos naturales se ven afectados por la variabilidad y el cambio climático y que su uso sustentable depende de la capacidad que nuestras sociedades tengan de adaptarse a estos cambios.

Se reconoció como coincidencia entre los dos casos, que existen avances para diversos sectores de la vida nacional, incluyendo economía, energía, turismo, agricultura, agua y medio ambiente, publicados tanto en las Comunicaciones Nacionales ante la CMNUCC, como en documentos de trabajo y divulgación internos y que, en contraste, en el sector pesca y acuicultura la adopción del tema es muy reciente.

Por parte de Chile, existe una Estrategia Nacional de Cambio Climático (2008-2012) de la cual deriva el Plan de Acción Nacional, expresado en tres ejes, la adaptación, la mitigación y el fomento de capacidades. La instancia oficial que actualmente lidera el tema de cambio climático en Chile es el Ministerio de Medio Ambiente, aunque para el tema particular de pesca y acuicultura ha sido la Subsecretaría de pesca la que ha solicitado a los cuerpos técnicos la elaboración del Plan de Acción sectorial, a través del concurso del proyecto ID4728-LE11.

De manera similar, en México en tema de cambio climático es coordinado por la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, presidida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), aun que el proyecto que aquí se menciona se enmarca en los lineamientos generales del Programa Sectorial de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, pesca y alimentación (SAGARPA) enlistados en el Programa Especial de Cambio Climático, a través de la convocatoria del Fondo Sectorial de Investigación en materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Filogenéticos.

Relatoría

Durante los días 26 y 27 de junio del 2012 se realizó un encuentro entre el responsable del proyecto SAGARPA-CONACYT 2009-126574, en México, y el responsable y participantes del proyecto ID4728-40-LE11, en Chile. El objetivo primario fue la comparación de los enfoques metodológicos entre ambos proyectos, la compartición de experiencias y la identificación de oportunidades de colaboración futura en beneficio de estos u otros proyectos relacionados.

Las sesiones del día 26 cubrieron la presentación mutua de los proyectos y la discusión sobre aspectos de particular interés en cuanto a las metodologías de evaluación de la vulnerabilidad (tanto ecológica como pesquera), de las oportunidades de implementación de los planes (sobre la base de los instrumentos legales y administrativos existentes en cada caso), y de las posibilidad de incorporar enfoques de manejo (adaptativo, precautorio, ecosistémico) dentro del planteamiento de los Planes.

En cuanto a estrategias de evaluación de la vulnerabilidad, se reconoció que al abordar el tema de recursos pesqueros es frecuente encontrarse con la confusión sobre el nivel al que debe evaluarse la vulnerabilidad, a nivel del recurso en su medio natural (ecológica) y a nivel del sistema pesquero (sectorial).

En el caso de Chile el enfoque ha sido considerar la sensibilidad de las especies y su exposición como la sensibilidad del sistema pesquero, que en combinación con la dependencia del recurso (exposición) componen los impactos potenciales en el sector. Adicionalmente, que el otro componente de la vulnerabilidad, la capacidad de adaptación del sistema pesquero, constituye el interés central del proyecto (Figura 1.9a). Se definió además que el nivel de análisis del proyecto en Chile es nacional (sectorial), y que por consecuencia las estrategias de adaptación a las que llega el proyecto son genéricas y planteadas para ser aplicadas por la autoridad pesquera.

En el caso del proyecto por México, el enfoque es la generación de escenarios de producción pesquera, donde la consideración de vulnerabilidad se da únicamente a nivel del recurso, como un resultado de su sensibilidad (biológica) y su exposición (presión del clima, derivada tanto de las proyecciones de modelos de circulación global -IPCC-, como de la detección de tendencias recientes a partir de análisis retrospectivos), y el diseño de estrategias resulta de cruzar dichos escenarios con las estrategias de manejo derivadas del programa Rector de Pesca y Acuicultura de la SAGARPA (Figura 1.9b). Adicionalmente, que se proponen estrategias específicas por eslabón de la cadena productiva; es decir, que aunque la construcción de escenarios se da únicamente a nivel de captura, las acciones de adaptación atacan todos los componentes del sector.

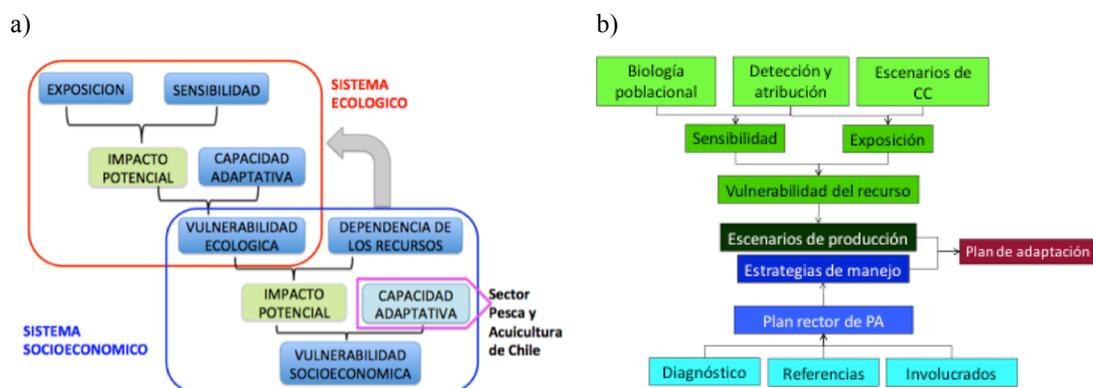


Figura 1.9. a) Enfoques de vulnerabilidad según proyecto SUBPESCA, b) según proyecto SAGARPA.

En cuanto a las oportunidades de implementación futura, se reconoció que actualmente no existen, ni en la Subsecretaría de Pesca, ni en la SAGARPA, los cuerpos técnicos pertinentes para incorporar de manera rutinaria la información de cambio y variabilidad climática a la toma de decisiones. Además, se reconoce en la experiencia internacional que la detección temprana de cambios ambientales de baja frecuencia, presenta aún gran incertidumbre y que por lo tanto no ha sido considerada en la toma de decisiones. Se identificó que para el caso de Chile que una posibilidad es incorporar el aspecto de cambios fenológicos en la definición fina de las vedas reproductivas que se realiza periódicamente, siempre y cuando la duración oficial de la veda (definida por mecanismos legales y con frecuencia menor a la anual) abarque todo el abanico de opciones. Otro aspecto que se identificó es la revisión de los puntos de referencia, herramienta actualmente utilizada por el gobierno Chileno, para cálculo de cuotas a escalas de variabilidad interanual a interdecadal. En el caso de México, una herramienta adicional sería la Carta nacional pesquera, que reporta el estado de los recursos a intervalos temporales de entre dos y cuatro años, y que podría incorporar revisiones del estado del ambiente a esa misma periodicidad. También se identifica que la posibilidad de incluir información de esta naturaleza en el proceso de análisis por parte de comités técnicos por pesquería, permitiría a estos hacer recomendaciones a la autoridad con mejores elementos. Cabe resaltar que para que estos procesos funcionen es indispensable fomentar las capacidades de los grupos técnicos y tomadores de decisión en materia de cambio y variabilidad climática, y que por lo tanto éste es un aspecto condicionante de la adaptación.

Se discutió además que la variabilidad y el cambio climático son una fuente más de incertidumbre en el manejo pesquero y que existen evidencias de que la combinación de este forzamiento con niveles excesivos de extracción resultan en comportamientos acentuados, no lineales e impredecibles de las poblaciones objeto de pesca. En este contexto, se consideró que el enfoque de manejo adaptativo, flexible y precautorio es indispensable y debe ser adoptado, vigilando que no se vuelva arbitrario o improvisado.

Ambos grupos de trabajo coinciden en: 1) que contar con buenas prácticas de uso de los recursos naturales es la mejor posibilidad de adaptarse, 2) que es fundamental generar información de carácter local a regional sobre las señales de cambio climático y sus impactos, 3) que es indispensable contar con sistemas de observación e información, tanto climática como pesquera, eficientes y accesibles, 4) que es importante incorporar el tema de enfoque ecosistémico al desarrollo de los planes, aunque no fue posible definir una estrategia común clara y 5) que el proceso de transmisión de la información a usuarios, autoridades y otros grupos de interés es clave y conlleva generar canales adecuados de comunicación y personal capacitado a diferentes niveles.

Durante el taller fue posible, adicionalmente, detectar temas de interés mutuo donde percibimos que la comparación de casos de estudio en ambos países podría ser de gran utilidad. De estos resaltan: 1) El proceso para identificación y ponderación de grupos de interés genuino en estructuras de co-manejo, a diferentes niveles de desarrollo. 2) La identificación de patrones de éxito o fracaso en la estrategia de concesión de áreas para uso de recursos bentónicos (en Chile áreas de manejo).

Durante el día 27 se realizó un seminario dirigido a profesores, estudiantes y público en general, con la intención de comunicar los avances del Plan de Adaptación, se contó con la participación de 7 ponentes, cubriendo aspectos de climatología y oceanografía, análisis de vulnerabilidad, estudios particulares de procesos ecológicos (acidificación del océano y sus impactos en especies regionales), aspectos de resiliencia social y capacidad de adaptación histórica del sector pesca, el plan de acción y la experiencia en México.

Registro fotográfico del Seminario



Dr. Aldo Montecinos



Dr. Víctor Aguilera



Dr. Renato Quiñones



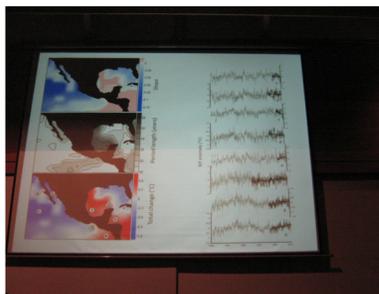
Dr. Salvador Lluch-Cota



Dr(c). Luis Cubillos



Asistentes



Variabilidad oceanografica en Mexico.



Entrevista a Luis Cubillos, en TVU, canal regional.

Entrevista a Dr. Luis Cubillos y Dr. Aldo Montecinos, Revista Panorama UDEC.

El cambio climático, entendido como el forzamiento del clima producido por el ser humano y su actividad industrial, conlleva una serie de consecuencias no sólo ambientales -al afectar el ecosistema- sino también políticas, económicas y sociales, en tanto impacta en los sistemas de producción, como las pesquerías.

Teniendo esto en cuenta, la Subsecretaría de Pesca solicitó a la Universidad de Concepción la elaboración de un plan de acción general para evaluar el cambio climático en el sector pesquero.

“A través de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, ENCC, se solicita que todos los sectores productivos tengan un plan de acción. Nosotros nos hemos abocado al que corresponde a la pesca y acuicultura, para lo que hemos hecho un diagnóstico de los impactos potenciales para considerar algunas medidas que puedan reducir la vulnerabilidad de algunas comunidades locales que explotan recursos o de los mismos recursos pesqueros”, explicó Luis Cubillos, investigador del Centro de Investigación Oceanográficas en el Pacífico Sur-Oriental, Copas.

El científico fue el encargado de presentar esta mañana el seminario Cambio Climático, Pesca y Acuicultura en Chile organizado por el Centro Copas, ocasión en la que se dio a conocer la propuesta universitaria al plan de acción para evaluar el impacto en este sector, la que actualmente está en etapa de discusión a nivel de la Subpesca.

Incertidumbre del sector pesquero

Los dos objetivos centrales de la lucha contra el cambio climático son la mitigación y la adaptación. Ellos, junto a la creación y fomento de capacidades, son los tres ejes principales de la ENCC. Esta estrategia de cambio climático es nacional, señala Cubillos, por lo que se deja a los distintos sectores productivos la responsabilidad de tener su propio plan, de acuerdo a lo que ocurre en su sector. El investigador agrega que los impactos ambientales más importantes que se pueden registrar en la historia han sido producto de la variabilidad climática pero no del cambio climático: “con estas lecciones aprendidas uno puede tomar algunas decisiones para adelantarse y desarrollar una estrategia que permita anticiparse a que los cambios ocurran. Por ejemplo, sabemos que la corriente del Niño impacta algunos recursos como la anchoveta o la sardina –ambos comunes en esta zona-, lo que significa un cambio en la distribución de las especies y pérdida de captura potencial que las mismas industrias o pescadores artesanales pueden obtener de estos recursos. Si, producto del cambio climático, en un escenario futuro tenemos más frecuencia de eventos del Niño, entonces ya uno debería estar anticipado y saber qué hacer. A través de este Plan, la Subpesca va a

generar una mecánica, de modo de destinar nuevos instrumentos de investigación para considerar que la variabilidad climática, como el cambio climático, son un elemento más que afecta a los recursos pesqueros”.

De acuerdo a los ejes del ENCC, la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero producto de actividades industriales es uno de los aspectos fundamentales a trabajar en Chile. No obstante, en un sector como la pesca, que tiene un alto grado de incertidumbre, la mejor estrategia es la adaptación, sostiene Cubillos.

“Adaptarse a los cambios implica enfrentar la incertidumbre y hacer las cosas mejor, sobre todo lo que tenga que ver con eventos extremos relacionados con la variabilidad climática o cambio climático; es decir, marejadas altas que puedan afectar centros de cultivos, mayor frecuencia de floraciones algales nocivas -marea roja- que pueda afectar bancos naturales, frecuencias de eventos de hipoxia -cuando el oxígeno se reduce y genera gran mortandad de peces-, etc. Si somos capaces de adelantarnos a eso, de modo que no tenga consecuencia para la actividad productiva de la que dependemos, estaremos produciendo seguridad alimentaria”, señala.

Disminuir el consumo

El especialista en variabilidad climática del Pacífico Sur Oriental, Aldo Montecinos, fue uno de los participantes del seminario con su conferencia Cambio climático, modelos y escenarios, relevancia para la pesca y la acuicultura en Chile. Desde su perspectiva de geofísico, señala que la variabilidad climática afecta la pesquería en escala interanual. “Año a año, si hay más surgencia -movimiento vertical de las masas de agua-, eso te asegura que tendrás más reclutamiento de sardina para nuestra zona. Y si es mala la estación de surgencia, con malos vientos, la sardina va a disminuir, va a haber menos reclutamiento, menos pesquería. Eso siempre se puede extrapolar a escalas de tiempo mayores”, señala.

No obstante, Montecinos insiste en que es difícil encontrar una tendencia más a largo plazo ya que los peces, como organismos vivos, de alguna manera filtran todo el ruido ambiental, adaptándose a los cambios. “Los que piensan que la temperatura superficial del mar afecta a los peces están equivocados. Los peces pueden migrar verticalmente y cambiar de temperatura; se mueven a través de la zona frontal de surgencia y ya hay una gran variación de grados celcius”, asegura. En ese sentido, señala que el tema del aumento de la población que estaría amenazando la seguridad alimentaria y -por lo tanto- la vida del planeta, no es como se cree: “hace un mes apareció un paper en Nature donde se habla de un cambio de estado en el equilibrio de la biósfera. En él se

sostiene que si seguimos consumiendo a la misma tasa, si seguimos utilizando los recursos como lo hacemos, nos quedan no más de 20 años en el planeta. Eso me parece más razonable que pensar que el cambio climático, que va a reducir unas décimas de grados o a disminuir unas decenas de milímetros de precipitaciones en unas cuantas décadas, vaya a producir grandes cambios”, afirma.

Puede visitar en sitio web de la Revista Panorama de la Universidad de Concepción, y enlaces relacionados:

<http://www.udec.cl/panoramaweb2/2012/06/analizan-impacto-del-cambio-climatico-en-la-pesca-y-la-acuicultura/>

<http://www.biobiochile.cl/2012/06/28/buscan-determinar-los-impactos-del-cambio-climatico-en-la-pesca-y-la-acuicultura-en-el-bio-bio.shtml>

http://fis.com/fis/worldnEws/search_brief.asp?l=s&id=53495&ndb=1&monthyear=7-2012&day=1&country=41&df=1

En el ámbito académico, otro trabajo de difusión y comunicación a la comunidad estudiantil y académica, se realizó en el XXXII Congreso de Ciencias del Mar en Universidad de Magallanes en Punta Arenas entre el 22 y 25 de octubre del presente año. Los trabajos presentados fueron:

1. Conceptos y métodos en el estudio del cambio climático en pesquerías y acuicultura. C. Alarcón, L.A. Cubillos, R. Norambuena y R. Quiñones. Modalidad Oral

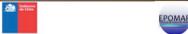
Resumen: La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) de Chile ha promovido que los distintos sectores productivos aborden el desafío de iniciar planes de adaptación sectoriales. En este contexto, Subsecretaría de Pesca inició las acciones en 2011 a través del estudio “Enfoque metodológico y Plan de Acción para abordar el Impacto del Cambio Climático en la Pesca y Acuicultura en Chile” que ejecutó el Programa COPAS Sur-Austral de la Universidad de Concepción. Dicho estudio permitió identificar brechas en cuanto a la institucionalidad, evaluación de impactos, y conocimiento científico que se tienen en el país respecto del marco conceptual, metodologías y procesos involucrados en la evaluación de la vulnerabilidad en el sector pesquerías y acuicultura. En esta contribución se presentan los conceptos y métodos que son fundamentales en el estudio del cambio climático, específicamente en pesquerías y acuicultura. En general, los conceptos consideran los principios del enfoque ecosistémico y del desarrollo sustentable, a través de la identificación de sistemas socio-ecológicos, la medición de impactos potenciales, vulnerabilidad, y gestión de planes de adaptación. El desafío del Cambio Climático ofrece oportunidades para mejorar el estado de situación de las pesquerías, y guiar la acción respecto de la incertidumbre y riesgos del sistema. (Presentación en Power Point, lectura de diapositivas en zigzag).

CONCEPTOS Y MÉTODOS EN EL ESTUDIO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN PESQUERÍAS Y ACUICULTURA



C. Alarcón, L.A. Cubillos, R. Norambuena y R. Quiñones
calarcon@sedec.cl

COPAS
Sur - Austral

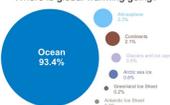


CAMBIO CLIMÁTICO

La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, en su Artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”.



Where is global warming going?



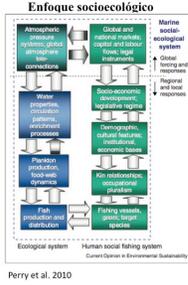
Sector	Porcentaje
Ocean	93.4%
Land	6.6%
Air	0.0%

ENFOQUE ECOSISTEMICO

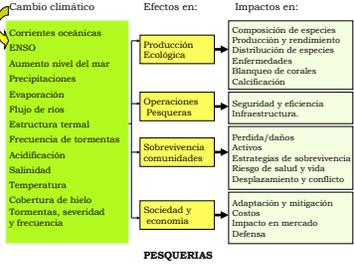
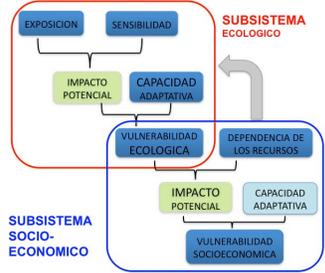
La FAO define Enfoque Ecosistémico de la Pesca (EEP), “se procura equilibrar diversos objetivos sociales, teniendo en cuenta los conocimientos y las incertidumbres sobre los componentes bióticos, abióticos y humanos de los ecosistemas y sus interacciones, y aplicar a la pesca un enfoque integrado dentro de límites ecológicos fidalgos”.



Enfoque convencional	Enfoque ecosistémico
objetivos: producción/ captura	Múltiples objetivos
Enfocado solo al sector	Interacción con otros sectores
Escala del recurso/granja	Escala múltiple
Predictivo	Adaptativo
Conocimiento científico	Conocimiento local y extendido
Prescriptivo	Incentivos
Controlado desde arriba	Interactivo / Participatorio
Corporativo	Público / Transparente



Al considerar el objetivo del enfoque ecosistémico, el cambio climático y su efecto en las pesquerías debe estar basado en el concepto de **sistema socio-ecológico** propuesto en el proyecto de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, "Evaluación de la Sostenibilidad en América Latina y el Caribe" (ESALC-CEPAL), que distingue cuatro subsistemas principales: el social, el económico, el institucional, y el ambiental (Gallopín, 2006).



Ej. Sensibilidad

- Dimensión eco-social y económica del sistema:
- "Estatus" del recurso
- CV reclutamiento
- Cambio rango geográfico
- Empleos directos/indirectos
- Valor de la captura
- ...

Puntajes: 0 = sin impacto
1 = baja
2 = media
3 = alta

Ej. Capacidad de adaptación

- Dimensión Científico-tecnológico-institucional-cultural
- Calidad del manejo
- Escolaridad
- Infraestructura y conectividad
- Salud
- Equidad
- Inclusión Social
- Cobertura y calidad de los servicios públicos

Puntajes: 0 = sin impacto
1 = baja
2 = media
3 = alta

Componente	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad
Exposición	0	1	2	3
Sensibilidad	0	1	2	3
Capacidad de adaptación	0	1	2	3
Vulnerabilidad	0	1	2	3

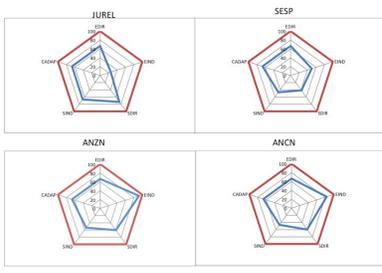
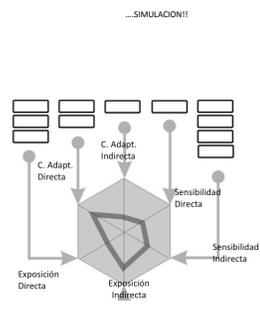
- Puntajes se estandarizan, usando Pmax y Pmin, el recorrido de los puntajes
- Se realiza un ACP
- Se rotan los ejes para alinear desde Pmin a Pmax
- Se reescalan para un puntaje de 0 a 100
- Se obtienen los puntajes, y se calcula la vulnerabilidad:
- $V = (SDIR+SIND)*0.5+(EXDIR+EXIND)*0.5 - CADAP$

Ej. Exposición

- Dimensión ecológica del sistema
- Aumento del nivel medio del mar
- Aumento de la temperatura
- Acidificación
- Aumento en la intensidad de los vientos
- ...

Puntajes: 0 = sin impacto
1 = baja
2 = media
3 = alta

Alternativa metodológica para una evaluación rápida de los componentes de vulnerabilidad en pesca y acuicultura



Propósito de la Vulnerabilidad

- Incrementar el entendimiento científico y social de la sensibilidad de los diferentes sistemas bajo diferentes condiciones y/o escenarios de cambio climático.
- Priorizar esfuerzos de política e investigación para diferentes sectores y regiones vulnerables.
- Desarrollar estrategias de adaptación que reduzcan los riesgos de sensibilidad al cambio climático.

2. Políticas, compromisos, avances y desafíos del cambio climático en Chile y el sector pesca.

C. Alarcón, L.A. Cubillos, R. Norambuena y R. Quiñones. Modalidad Poster.

POLÍTICAS, COMPROMISOS, AVANCES Y DESAFÍOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE Y EL SECTOR PESCA

C. Alarcón¹, L.A. Cubillos^{1,2}, R. Norambuena² y R. Quiñones²

¹ Laboratorio de Evaluación de Poblaciones marinas, EPOMAR, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Concepción, Chile;

² Programa COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción. calarcon@udec

Introducción

Chile ratificó en 1994 la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) e igualmente se hizo parte del Protocolo de Kioto, en el convencimiento de que se requería una respuesta mundial a un fenómeno de importantes consecuencias ambientales, en particular para los países vulnerables como es el caso nacional. Chile aparece como país vulnerable ya que presenta 7 de las 9 categorías de vulnerabilidad establecidas por la CMNUCC: zonas costeras bajas, ecosistemas de montaña, territorios áridos y semiáridos expuestos a sequía y desertificación, porciones proclives al deterioro forestal, áreas propensas a desastres naturales, áreas urbanas altamente contaminadas y ecosistemas frágiles. En el sector pesca, se están realizando estudios tendientes a analizar y medir la vulnerabilidad a nivel socio ecológico, y a su vez considerando medidas de adaptación al cambio climático.

Metodología

Se realizó una revisión amplia y actualizada del marco internacional y nacional sobre los principales compromisos, avances y desafíos del cambio climático en Chile y principalmente en el sector pesca (subsectores pesca y acuicultura), considerando aspectos políticos, jurídicos, económicos, sociales, institucionales, grupos de trabajos, investigación y estudios. La información se sistematizó, se estableció un diagnóstico, y permitió identificar principios y acciones respecto de los desafíos que el Cambio Climático impone.

Resultados

Avances:

- **2010:** Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA) comenzó varias iniciativas que han permitido reconocer la problemática del cambio climático en el sector pesca y acuicultura.
- **2011:** SUBPESCA y el Ministerio de Medio Ambiente (MMA), desarrollaron un el Taller *"Cambio climático y sus impactos en la pesca y acuicultura en Chile"*, con el objetivo de revisar el estado del arte en esta materia y los impactos en el sector pesquero acuicola, como una forma de impulsar el desarrollo de las acciones establecidas en el **Plan de Acción Nacional de Cambio Climático**. Además permitió detectar la necesidad de estudios e investigación, y acordar los mecanismos de coordinación sectorial.
- **2011:** la FAO Roma y la Universidad de Concepción organizan el proyecto y taller *"Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina: potenciales impactos y desafíos para la adaptación"*.
- **2011:** SUBPESCA y el Centro COPAS UDEC, desarrollaron el proyecto *"Enfoque metodológico y plan de acción para abordar los impactos del cambio climático en el sector pesca y acuicultura en Chile"*, este trabajo concluye que SUBPESCA debería reconocer que el factor cambio climático es un factor más que impactará en el sector.
- **2012:** FAO-Roma- Universidad Católica de Valparaíso, desarrollan Identificación de proyectos(PIF), Mejorar la capacidad adaptativa del sector.
- **2012:** SUBPESCA- Centro COPAS UDEC, esta desarrollando el proyecto *"Desarrollo de un enfoque regional y propuestas de proyectos pilotos de adaptación al cambio climático del sector pesca y acuicultura"*, cuyo objetivo principal es generar capacidad y validar la propuesta del plan de acción del sector ante el CC.
- **2012:** Subsecretaría de Medio Ambiente *"Portafolio de propuestas para el plan nacional de adaptación al cambio climático del sector pesca y acuicultura de Chile"*, generar medidas y proyectos de adaptación a nivel regional.

Desafíos

Para el sector pesca y acuicultura chileno se debe dar énfasis y avanzar en temas como:

- Implementar regulaciones en materia de biodiversidad; es urgente que el país cuente con una ley de protección de la biodiversidad nativa y del patrimonio filogenético;
- Mejorar el acceso a información ambiental y la participación ciudadana;
- Integración de la variable cambio climático en la administración pesquera y estudios asociados;
- Fortalecimiento del enfoque ecosistémico en la administración pesquera;
- Sistemas de observación continuos, y su conexión con modelos biofísicos para facilitar la toma de decisiones;
- Aprobar y/o aplicar planes de prevención y descontaminación marina;
- Avanzar en la implementación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y cobrar relevancia del sector en la Tercera Comunicación Nacional.

Conclusiones

Se recomienda que SUBPESCA incorpore el Cambio Climático como un eje transversal. Que el MMA, a través de la Oficina de Cambio Climático, consideren al sector pesca y acuicultura dentro de los ejes de la próxima Comunicación Nacional. Se recomienda que estas instituciones gubernamentales trabajen en alianzas coordinadas con el objeto de que las políticas públicas, la coordinación intersectorial y la investigación relacionada con los efectos del cambio climático sean adecuadamente canalizadas a través de medidas de adaptación, proyectos pilotos, y su implementación considerando la sustentabilidad.

Diagrama de Estrategia Nacional de Cambio Climático y el Plan de acción Nacional de Cambio climático (2008-2012)

Eje	Objetivo
Adaptación a los Impactos del Cambio Climático	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación de los Impactos Ambientales y Socio-Económicos del Cambio Climático en Chile. Definición de Medidas de Adaptación. Ejecución y Seguimiento de las Medidas de Adaptación.
Mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de las Opciones de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Chile. Definición de Medidas de Mitigación. Ejecución y Seguimiento de las Medidas de Mitigación.
Creación y fomento de capacidades	<ul style="list-style-type: none"> Difundir el cambio climático y crear conciencia en la ciudadanía. Fomentar la educación e investigación en cambio climático. Mejorar la observación sistemática del clima. Generar información de calidad y accesible para la toma de decisión. Desarrollar capacidades institucionales para la mitigación y la adaptación. Desarrollar y transferir tecnologías para la mitigación y la adaptación.

El diagrama muestra el flujo de información y acción: Inventario y medición de GEI, Mitigación y estrategia bajas en carbono, Tercera Comunicación Nacional, Plan de Adaptación al Cambio climático en el sector pesca y acuicultura, Vulnerabilidad y adaptación, Creación y fomento de capacidades, Negociación y participación internacional, Alineación multilateral, y el PLAN DE ACCIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.

Figura 1.10. Poster presentado en el Congreso de Ciencias del Mar, 2012.

Talleres regionales para generar capacidad al cambio climático

Los talleres participativos se organizaron en la ciudad sede de cada Dirección Zonal de Pesca correspondiente a las macrozonas, a saber:

Macrozona	Dirección zonal de pesca	Sede	Lugar Taller	Fecha
Norte	DZP de las Regiones XV de Arica y Parinacota, I de Tarapacá y II de Antofagasta.	Iquique	Universidad Arturo Prat, Campus Huayquique	30 y 31 de agosto 2012
	DZP de las Regiones III de Atacama y IV de Coquimbo.	Coquimbo	Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar	11 de octubre 2012
Centro-Sur	DZP de la Región VIII del Biobío.	Concepción	Universidad de Concepción	14 de diciembre 2012
	DZP de la Región X de Los Lagos.	Puerto Montt	Hotel Presidente	12 de diciembre 2012
Sur-Austral	DZP de la Región XI de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo.	Coyhaique	Hotel El Reloj	5 de diciembre 2012
	DZP de la Región XII de Magallanes y Antártica Chilena.	Punta Arenas	Instituto Antártico Chileno, INACH	29 y 30 de octubre 2012

Se realizaron 5 talleres de 6, entre agosto y diciembre de 2012, cuyo propósito fueron:

i) Asistir e involucrar a los participantes con la problemática del cambio climático, sus consecuencias, principios y acciones que deben ser tomados en cuenta.

ii) Identificar las principales pesquerías regionales, la situación actual, y el grado de dependencia del sistema socioeconómico.

ii) Identificar medidas y proyectos pilotos de adaptación al cambio climático, sobre la base de la relación con la variabilidad climática del pasado, eventos extremos, o crisis.

Se realizaron invitaciones para contar con una participación amplia para identificar medidas y proyectos pilotos de adaptación al cambio climático, así como generar capacidades y validar el plan de acción sectorial. Sin embargo, en algunos talleres aunque hubo interés (preinscripción) la participación no fue amplia, pero de calidad en términos de la experiencia sectorial para lograr la finalidad del taller, esto es:

- Generar conocimiento sobre cambio climático en el sector y en la región.

- Conocer la vulnerabilidad en el ámbito socio-ecológico regional (identificar grupos: pesca artesanal, industrial y acuicultura; y actividades específicas como, captura, producción, procesamiento, comercialización etc).
- Analizar la capacidad de adaptación.
- Realizar un portafolio de medidas de adaptación adecuadas a la región y al sector.
- Identificar proyectos pilotos de adaptación para la región.

El público objetivo y participante de cada taller fueron profesionales del sector público y privado, representantes de Dirección Zonal de Pesca de SUBPESCA, Ministerio Medio Ambiente a través de la representación de la SEREMI, profesionales de SERNAPESCA, FAO, SEREMI de Desarrollo Social, pescadores artesanales, industria pesquera, académicos y estudiantes.

Taller Iquique

Se realizó el 30 y 31 de agosto de 2012, en el Campus Huaquique de la Universidad Arturo Prat. Se contó con una participación activa de académicos, estudiantes, profesionales del SERNAPESCA, SUBPESCA, y profesionales de la SEREMI del MMA, profesionales e investigadores de la industria pesquera pelágica (INPESNOR), entre otros. En este taller se realizaron grupos de trabajo, los cuales fueron separados en Pesquerías pelágicas, pesquerías demersales y acuicultura. Esto permitió avanzar y canalizar la información de impactos, medidas y proyectos de adaptación para cada subsector, además de analizar y validar la propuesta del Plan de Acción (ver registro fotográfico).

Las principales medidas de adaptación que fueron acordadas entre los grupos fueron las siguientes:

- Crear un banco de germoplasma.
- Desarrollar Programas de Repoblamiento.
- Desarrollar sistemas de alerta temprana.
- Diversificación de las especies cultivables.
- Desarrollar un plan de emergencia climática que permita adelantar la extracción en la AMERB y en las ALAs.
- Adaptar la normativa para reaccionar ante eventos climáticos extremos.
- Sistema de recuperación de poblaciones (arrecifes, repoblamiento, rotación de áreas).
- Incrementar el conocimiento de la relación ambiente-recurso.

Taller Coquimbo

Se realizó el 11 de octubre de 2012, en la Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo. A pesar del gran número de invitaciones y confirmaciones, el segundo taller se caracterizó por la escasa participación, pero de buena calidad por parte de profesionales de SERNAPESCA, del MMA y del sector académico. El taller se desarrolló exponiendo los Términos de Referencia de los proyectos, explicitando los resultados esperados en términos de las medidas y proyectos pilotos de adaptación requeridos para la macrozona. Los participantes expusieron aspectos que podrían ser relevantes como medidas y/o proyectos de adaptación al cambio climático; a saber:

- Las algas son el recurso más importante de la III y IV Región, y que el fomento y desarrollo de una industria abalonera podría generar presión en las algas pardas (textitMacrocystes).
- Se requiere de un proyecto piloto para evaluar el sistema de extracción del alga y proveer de elementos para la fiscalización, con un sistema de acreditación de origen o procedencia. Por otro lado es deseable realizar cultivo experimental para lograr obtener la plantula.
- Promover o fortalecer la acuicultura de pequeña escala en áreas de manejo y en tierra, previa revisión de la normativa talque esté orientada a facilitar los cultivos en áreas de manejo de una manera complementaria a la explotación de recursos bentónicos.
- Fortalecer el valor de la biodiversidad asociado al buceo.
- Convertir las áreas de manejo en áreas integrales que no solo sean de explotación de recursos bentónicos, sino también valorizar el entorno y la biodiversidad asociada al turismo con el objeto de aumentar el turismo.
- Mejorar el drenaje de aguas lluvias ya que podrían aumentar el aporte de metales o trazas que afectan la industria del ostión (p.e. cadmio).
- Fomentar nuevos sistemas de cultivo, por ejemplo camarón de ríos por ascenso de aguas).
- Aumentar la base de conocimientos respecto de la importancia de los bosques de macroalgas de la III y IV Regiones.

Taller Punta Arenas

Se realizó el 29 y 30 de octubre de 2012, Instituto Antártico Chileno. El taller se desarrolló con la participación de académicos de la Universidad de Magallanes, profesionales de la Subsecretaría del Medio Ambiente, del Consejo Zonal de Pesca, y del Instituto de Fomento Pesquero. Se solicitó que la discusión se centrara en la pesquería de centolla, centollón, erizo, huepo y ostión, acuicultura, y recursos antárticos. Se discute que básicamente la actividad pesquera se sustenta en centolla y erizo, cuya sustentabilidad es dependiente del precio de mercado. La pesquería de huepo es reciente, con pescadores que han venido desde otras regiones. Existe una sola área PSMB certificada (Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos), y las zonas de pesca están lejos de los centros de desembarque (acceso terrestre y comunicación deficiente). Además, fuertes vientos estivales afectan la operación. Tal vez uno de los ejemplos del impacto del cambio climático se puede encontrar en la pesquería del ostión del sur, al quedar descubiertos los bancos por derretimiento glacial, aumenta la vulnerabilidad del recurso.

Las medidas de adaptación genéricas, relacionadas más con sustentabilidad que con el cambio climático, fueron las siguientes:

- Determinar líneas bases de cuerpos de agua que permitan identificar las zonas que no son aptas para ser declaradas PSMB.
- Realizar programas de vigilancia sistemática de los cuerpos de agua asociados con el transporte marítimo internacional.
- Diseñar un sistema de vigilancia ambiental sobre la base de una red de boyas y barcos de oportunidad ubicadas de tal manera que represente la heterogeneidad geográfica de la región.
- Diseñar un sistema de vigilancia sobre presencia de especies invasoras (p.e., jibia, merluza común, otras) e indicadoras de cambios ambientales (mamíferos marinos).
- Fortalecer la institucionalidad para promover el fomento y las capacidades técnicas de investigación.
- Fortalecer o crear las capacidades administrativas que permitan la reacción oportuna ante crisis, con el objeto de permitir la extracción de especies alternativas o invasoras que demuestren ser abundantes.
- Mejorar los mecanismos de evaluación de solicitud y asignación de concesiones para la acuicultura de pequeña escala, con énfasis en zonas protegidas de uso múltiple (enfocado en favorecer pescadores artesanales).

- Fortalecer mecanismos de cooperación entre Chile-Argentina respecto de recursos compartidos.
- Minimizar los impactos asociados a las fluctuaciones de los mercados y/o poder comprador de recursos pesqueros.
- Fortalecer la investigación y desarrollo que permita evaluar la capacidad de carga de cuerpos de agua semicerrados, identificar aquellos con menor exposición.
- Desarrollar modelos de circulación y/o modelos biofísicos para fiordos y canales.
- Mejorar los métodos de evaluación de stock de recursos a nivel regional.
- Fortalecer las acciones de manejo que permitan la translocación de bancos de erizo, fortalecidos con declaración de área de manejo, y hatchery que permita el repoblamiento/renovación continuo de los bancos.
- Identificar indicadores y puntos de referencia para evaluar efectos del cambio climático en pesca y acuicultura.
- Identificar los recursos potenciales de nivel trófico bajo y la influencia significativa sobre la función y estructura de los ecosistemas patagónicos (p.e. munida, sardina austral, krill)

Los proyectos pilotos que se identifican como prioritarios fueron: i) Determinar la capacidad de carga de fiordos y canales en la región; y ii) Implementar sistema de vigilancia de floraciones algales nocivas y parámetros físico químicos a través de barcos de oportunidad que navegan diariamente canales y fiordos.

Taller Coyhaique

Se realizó el 5 de diciembre 2012, Hotel El Reloj. El taller se desarrolló con la participación de Director Zonal de Pesca, investigadores del CIEP, IFOP, y profesionales de la Subsecretaría del Medio Ambiente. El taller se caracterizó por focalizar la discusión en tópicos relativos a zona contigua, pesquería de Merluza del sur, la pesquería de erizo y loco, y las áreas de manejo. En este contexto surgieron los siguientes elementos:

- Aumentar la diversidad pesquera ya que la región es monoextractora y sustentada básicamente en la pesquería de la merluza del sur. Para ello se requiere mejorar el regimen artesanal de extracción (RAE).
- La Región de Aysén se puede decir que tiene una condición de Archipiélago, ya que las características de su geografía determinan varios de los factores involucrados en el desarrollo del sector pesquero. Por ejemplo, desde el punto de

vista de la acuicultura, están aumentando los centros de cultivo pero las decisiones se han tomado en otras regiones y específicamente en la Región de Los Lagos.

- El tema del agua para los centros de cultivo del salmón es importante. Es necesario medir la huella de agua, y mejorar la tecnología tal que permita disminuir su uso en partes de la producción. En la región ya existen pisciculturas con recirculación de agua.
- Gran parte de las capturas de la pesca artesanal no se procesa, esta es una región sin grandes plantas procesadoras básicamente por un tema de conectividad para colocar los productos en mercados que están fuera de la región.

Se puede considerar a Puerto Aguirre como un proyecto piloto para evaluar la dependencia del sector. Básicamente la población flotante es mayor que la local y aumenta la demanda por servicios. La pesca informal se incrementa por el consumo local, y no se cuantifican los impactos. La mejor estrategia para Puerto Aguirre es desarrollar un proyecto piloto de Área Marina Costera Protegida Multipropósito.

Taller Puerto Montt

Se realizó el 12 de diciembre 2012, Hotel Presidente. El taller se desarrolló con la asistencia de académicos e investigadores del Centro i-Mar, Fundación Chiquihue, de la Universidad Arturo Prat, de IFOP, y consultores y asesores para la industria del salmón, e Intesal. En relación con los alcances del cambio climático y la actividad de pesca y acuicultura de la región, se trató de centrar la discusión en dos ámbitos: i) la pesca artesanal de recursos bentónicos, pelágicos y demersales; y ii) la industria del salmón y otros cultivos. Los aspectos que emergieron fueron:

- La complejidad de la región necesariamente exige integrar varios subsistemas para lograr obtener productos respecto de los múltiples estresores. En este contexto, se requiere una capacidad de respuesta macroregional para dar solución oportuna a los problemas regionales relativos al sector pesca y acuicultura, además de otros sectores. Por ejemplo, ¿cómo se da una respuesta oportuna a los productores de mitilidos cuando su producción está disminuyendo, probablemente por un efecto ambiental o de sobrepesca?.
- La influencia de los cambios en el régimen de lluvias son importantes en los sistemas de fiordos, la concentración de oxígeno fuera de las jaulas.
- Se debe aumentar las medidas que promuevan la educación de los efectos del cambio climático en el contexto de lograr una interpretación correcta acerca del

comportamiento de los indicadores. Es decir el conocimiento base puede ser la limitante.

- Se debe conocer la información disponible, y motivar a los investigadores que desarrollen investigación aplicada respecto de los impactos climáticos. Por ejemplo, en relación con la incidencia de Caligus.

Taller Concepción

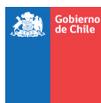
Este taller no se pudo realizar debido a la baja confirmación de asistencia, y a las múltiples excusas de participación. El taller estaba programado para la segunda quincena de diciembre, y fue una de las principales causas asociadas al bajo interés, así como la primera quincena de enero. En atención a esta situación, se acordó realizar un seminario en Valparaíso, en dependencias de Subsecretaría de Pesca, el 9 de abril de 2012.

Lecciones aprendidas

En términos del bajo número promedio de actores participantes, se destaca que en muchas ocasiones las excusas de participación de profesionales que se habían comprometido su participación y que finalmente no asistieron, fueron por lo general debido a una de las siguientes causas: i) baja prioridad del tema a tratar, otorgándosele al tema cambio climático una prioridad baja; ii) coincidencia con otras reuniones, de naturaleza más política; y iii) la fecha no fue adecuada. Aunque los talleres se promocionaron vía email, a través de posters, y redes sociales, al parecer los talleres tipo seminario y de difusión fueron más convocantes, particularmente cuando los participantes preguntaban si alguna autoridad política participaría.

En relación con la ejecución de los talleres, a pesar de la baja participación, los actores que participaron se comprometieron e involucraron con el desarrollo de la actividad y permitieron que a través de sus opiniones, ideas, sugerencias, y observaciones respecto de los problemas regionales, fuera más fácil identificar medidas concretas de adaptación y proyectos pilotos de adaptación. Al hacerlo, se descubrió que al compartir la experiencia desde la perspectiva regional determina las mejores medidas para lograr la sustentabilidad del sector en un ambiente cambiante e incierto. Asimismo, se logró generar capacidades y se descubrió que hay profesionales comprometidos activamente con el desarrollo del sector, pese a la incertidumbre que el cambio climático impone. En este contexto, se está logrando identificar las medidas necesarias para aumentar la capacidad de adaptación, lo que implica bienestar para muchos.

En el Caso de Punta Arenas, para hacer más atractiva la invitación se realizó un afiche con el título “Desafíos para la Región de Magallanes: medidas y proyectos pilotos de adaptación al cambio climático” (Figura 1.11).



INVITACION A TALLER

Desafíos para la Región de Magallanes: Medidas y proyectos de adaptación al Cambio climático en pesca y acuicultura.



**29 y 30 Octubre de 2012 – 9:00 a 18:00 hrs,
Dependencias de INACH
Plaza Muñoz Gamero 1055, Punta Arenas**

**Organizado:
Programa COPAS Sur-Austral,
Ministerio de Medio Ambiente y
Subsecretaría de pesca**

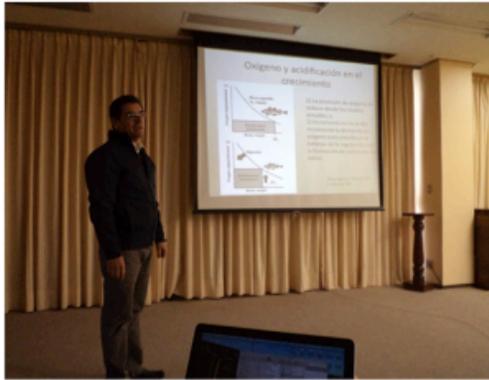
Figura 1.11. Afiche de invitación a Taller en Punta Arenas.

Registro Fotográfico de Talleres.

Taller Iquique



Taller Coquimbo



Taller Punta Arenas



Seminario Adaptación al Cambio Climático en el sector Pesca y Acuicultura

El 9 de abril de 2013 se realizó el Seminario “Adaptación al Cambio Climático en el sector Pesca y Acuicultura” (Figura 1.12), cuyo objetivo fue plantear los conceptos involucrados en la adaptación al cambio climático. Este seminario se realizó en el marco del presente proyecto, i.e. “Desarrollo de un enfoque regional y propuestas de proyectos pilotos de adaptación al Cambio Climático del sector pesca y acuicultura”, según Resolución N° 1763 del 29 de junio de 2012; y del proyecto “Portafolio de propuestas para el Plan Nacional de adaptación al cambio climático del sector pesca y acuicultura de Chile, financiado por la Subsecretaría de Medio Ambiente según Resolución N° 0647 del 26 de julio de 2012. El seminario se desarrolló según el programa que se expone en la Figura 1.13.

The image shows a flyer for a seminar. At the top center is the coat of arms of Chile. Below it, the text reads: "INVITACION A SEMINARIO" followed by "ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR PESCA Y ACUICULTURA" in bold. Underneath, it lists the panelists: "PANELISTAS" followed by "LUIS CUBILLOS (COPAS), ALDO MONTECINOS (DGEO, UdeC), CAROLINA ALARCON (EPOMAR), SERGIO NEIRA (COPAS), RENATO QUIÑONES (DOCE, UdeC), RICARDO NORAMBUENA (COPAS)". A central graphic features a collage of images related to climate and fishing, including a globe labeled "El Niño / La Niña", a line graph, a fish, a person fishing, a boat, and a fish farm. Below the collage, the date and time are given: "Martes 09 de abril de 2013 - 9:30 a 13:30 hrs" and the location: "Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Bellavista 168, piso 19, VALPARAISO". At the bottom, there are three logos: COPAS Sur-Austral, the Chilean Government logo, and EPOMAR.

Figura 1.12. Afiche del seminario Adaptación al Cambio Climático en el Sector Pesca y Acuicultura, 9 de abril de 2013.



Seminario "Adaptación al Cambio climático en el Sector pesca y acuicultura"

PROYECTOS

*Subsecretaría de Medio Ambiente, "Portafolio de propuestas para el plan nacional de adaptación al cambio climático del sector pesca y acuicultura de Chile";
Subsecretaría de pesca "Desarrollo de un enfoque regional y propuestas de proyectos pilotos de adaptación al cambio climático del sector pesca y acuicultura"*

Salón Auditorio SUBPESCA
Bellavista 168, piso 19, Valparaíso
09 de abril 2013

PROGRAMA DEL TALLER

HORA	ACTIVIDAD
9:30-9:45	Palabras de bienvenida Sr. Luis Cubillos
9:45- 10:10	Escalas espacio-temporales relevantes para los sistemas socio-ecológicos marinos de Chile. <i>Luis Cubillos</i>
10:10-10:35	Cambios observados y proyectados en las costas frente a Chile. <i>Aldo Montecinos.</i>
10:35-11:00	Adaptación al Cambio Climático en el sector pesca y acuicultura de Chile. <i>Carolina Alarcón</i>
11:00-11:15	<i>Café</i>
11:15-11:40	El enfoque ecosistémico como medida de adaptación al cambio climático. <i>Sergio Neira</i>
11:40-12:10	Adaptación: lecciones de las crisis pesqueras. Renato Quiñones
12:10-13:30	Discusiones y conclusiones.

Figura 1.13 Programa del seminario Adaptación al Cambio Climático en el Sector Pesca y Acuicultura, 9 de abril de 2013.

Desarrollo del taller

El seminario comenzó con las palabras de bienvenida del Dr. Luis Cubillos, jefe de Proyecto, quien comunicó los alcances del seminario en términos de los proyectos en ejecución (Proyecto Subpesca y Ministerio de Medio Ambiente), y el marco conceptual que generará la instancia de difusión sobre el tema. Los estudios relativos al cambio climático, y los lineamientos de FAO, sugieren que la adaptación al cambio climático es la mejor estrategia para el sector pesca y acuicultura. En este contexto, el mensaje de las palabras de bienvenida expresó que: *“El cambio climático es una oportunidad para mejorar, enfrentándolo y anticipándose a la incertidumbre”*. Posteriormente, se presentaron los conceptos de riesgo, vulnerabilidad con los componentes de sensibilidad, exposición, y capacidad de adaptación. Asimismo, se plantearon algunas señales de impacto potencial del cambio climático en el Océano Pacífico suroriental y que son de interés para el sector pesca y acuicultura de Chile. Las presentaciones fueron las siguientes:

- *Escalas espacio-temporales en los sistemas socio-ecológicos marinos de Chile. Luis Cubillos.*

Presentó la importancia de las escalas en los sistemas socio-ecológicos marinos de Chile, entendiendo que la escala espacial considera el cómo avanzar desde diagnósticos de situaciones globales y regionales hacia la dimensión nacional, territorial y local. Asimismo, la escala temporal considera la verificación de los efectos del cambio climático en el corto, mediano y largo plazo, dependiendo de la naturaleza de los forzantes, la resiliencia ecológica, dada por la duración del ciclo de vida de los recursos y las escalas de los ciclos de inversión, para mejorar la capacidad de adaptación socio-económica a nivel nacional y local.

- *Cambios observados y proyectados en las costas frente a Chile, Aldo Montecinos.*

Presentó algunos estudios sobre observaciones, proyecciones y tendencias climáticas y oceanográficas en la región del Pacífico suroriental. Se indica que en muchas regiones del mundo se observa un calentamiento superficial, sin embargo, en la costa oeste de Sudamérica se observa un enfriamiento a partir de fines de los 1970s. Este enfriamiento es del orden de 0,1 a 0,2°C por década y contrasta con el calentamiento que se observa en sectores al interior del país y en altura. Además, explicó sobre El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), un fenómeno acoplado del sistema océano-atmósfera que se desarrolla en el

Pacífico tropical, un agente muy importante de variabilidad interanual en el clima de nuestra región y de muchas partes del planeta.

En la escala global, el calentamiento global (Figura 1.14) se explica tanto por los forzantes naturales (actividad volcánica y la actividad solar) como la actividad antropogénica (considerando ozono, sulfatos y gases efecto invernadero). Los forzantes naturales y antropogénicas siguen la misma tendencia hasta 1980, lo que da a entender que se atribuye a forzamiento natural entre el periodo de 1890 a 1980. Sin embargo, se separan a partir de este año, considerando el aumento considerable de las temperatura. Por lo tanto, se indica que los últimos 30 años, hay cambio climático, lo que se observa y se atribuye los forzantes antropogénicos.

A escala regional, en el Pacífico suroriental, la actividad del viento modulado por el Anticiclón del Pacífico es un forzante muy importante ya que no solo incide en la variabilidad climática sino que también modula de alguna manera las fluctuaciones de las pesquerías.

Aunque a nivel global se observa un calentamiento por forzantes antropogénicos durante los últimos 30 años, en el Pacífico suroriental se observa un enfriamiento que puede ser explicado por un cambio de fase de la Oscilación Interdecadal del Pacífico (PDO), lo que implica considerar otros forzantes para considerar aspectos de cambio climático.

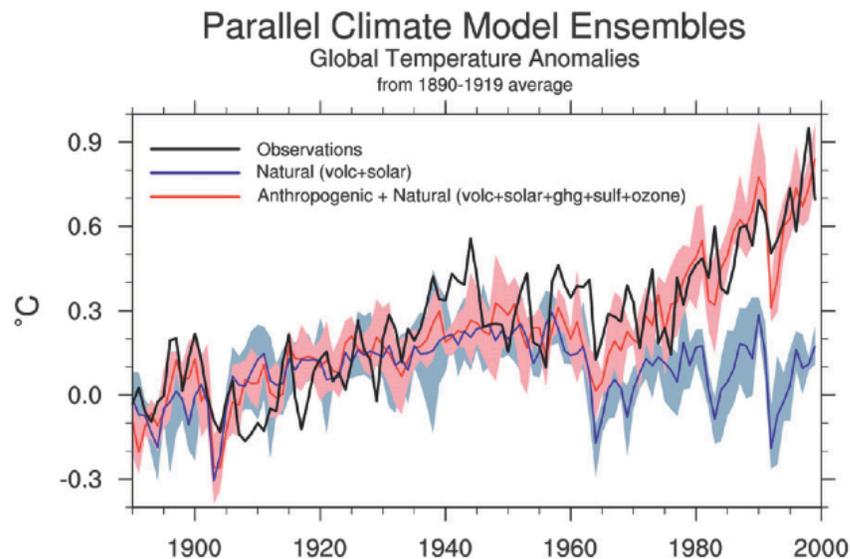


Figura 1.14. Los cambios en la tempera global se explican por estresores naturales y antropogénicos en los últimos 40 años (Meehl et al. 2009).

- *El enfoque ecosistémico como medida de adaptación al cambio climático, Sergio Neira.*

Se presentó el concepto del enfoque ecosistémico, que consiste en una estrategia de manejo integral que promueve la conservación y el uso sostenible. El enfoque ecosistémico para pesquerías (EEP) y el enfoque ecosistémico para la acuicultura (EEA) son aproximaciones comprensivas para el manejo de las pesquerías y para el desarrollo de la acuicultura, que pueden aportar a la adaptación al cambio climático por ser más holísticas que el actual enfoque de manejo pesquero y acuícola. Al mismo tiempo, EAF y EEA incorporan consideraciones sociales, económicas y de gobernanza, que son componentes importantes de la sustentabilidad. Neira, considera que el enfoque ecosistémico es una buena medida de adaptación al cambio climático, y que el estudio y monitoreo de los ecosistemas marinos debe estar estrechamente ligado a sistemas de manejo pesquero flexibles y basados en el ecosistema (Figura 1.15). Al igual que las presentaciones anteriores, considera la relevancia que tiene la escala espacio-temporal. De esta manera presentó cómo se puede generar la adaptación:

- En el corto plazo (1 a 5 años; escala relacionada al aumento en la frecuencia de eventos severos), es recomendable dirigir esfuerzos a la investigación y el monitoreo que incrementen la capacidad de detectar rápidamente cambios en las condiciones medias del ambiente/clima, y a anticipar las consecuencias de estos cambios.
- En el mediano plazo (5 a 25 años; escala relacionada a la reducción en la productividad global de los ecosistemas acuáticos) es la escala de tiempo en la que deberían actuar la mayoría de los planes de manejo que buscan la explotación sustentable y la recuperación de stocks. Estos planes deben incluir la variabilidad climática y modelación con posibles impactos, es decir generación de escenarios.
- En el largo plazo (>25 años), es posible anticipar que los efectos del cambio climático sean importantes, pero también inciertos.

Además explicó los lineamientos que debería seguir un enfoque ecosistémico integrado.

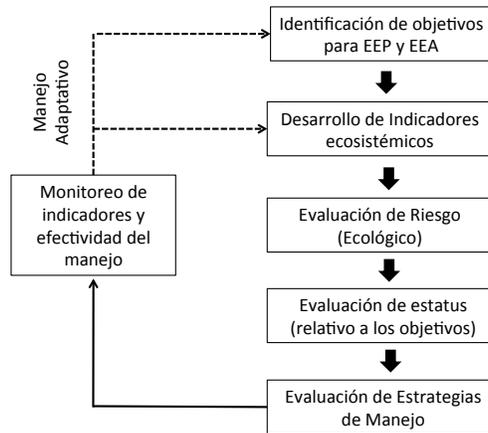


Figura 1.15. Enfoque ecosistémico integrado (Link, 2012).

- *Adaptación: lecciones de las crisis pesqueras en la zona centro sur de Chile, Renato Quiñones.*

Presentó un análisis sobre la manera en que la sociedad chilena enfrentó las crisis pesqueras recientes, lo que provee de una herramienta para explorar nuestra capacidad potencial de aprendizaje y de adaptación frente al cambio climático. En el caso de la pesca, se reportan dos crisis importantes, que son las de jurel 1997-2002 y la de merluza común. La crisis del jurel generó impactos sociales y económicos de tal magnitud que todos los usuarios se vieron obligados a adaptarse a un nuevo escenario donde las capturas fueron solo entre la mitad y un cuarto de los volúmenes típicos de desembarque de la primera mitad de la década de los 90. Además de todas las respuestas adaptativas y normativas que comenzaron a gestarse a partir de esta crisis, tal como el marco legal que incluyó un nuevo régimen de derechos de propiedad (límite máximo de captura por armador) para la industria y un nuevo mecanismo de acceso (RAE) para el manejo de la pesca artesanal en la LGPA (Leyes 19713 y 19849). Además, indicó que las respuestas sociales adaptativas por parte de los pescadores artesanales, fueron:

- Incremento en el esfuerzo pesquero de la sardina y anchoveta para compensar por la disminución en los desembarques de jurel. El empleo en la flota artesanal incrementó de 600 a 2900 unidades hombres/viaje desde 1997 a 2001 (i.e. 380%).
- Fortalecimiento de la dependencia entre la pesca artesanal (sardina y anchoveta) y la industria debido a la necesidad de materias primas para la producción de harina de pescado.
- Apertura del registro pesquero artesanal.

- Incremento en el número total de pescadores artesanales registrados y consecuentemente una disminución potencial en la cuota per cápita futura de algunos recursos (ej. merluza común).
- Incremento en la exposición mediática de las demandas sociales y de la importancia socio-económica de los pescadores artesanales.

Esta drástica reducción en las capturas produjo impactos mayores en el sector pesquero de la zona centro-sur de Chile en cuanto a empleo, ingreso, estructura de la industria, inversión, características de la flota, condiciones sociales y administración pesquera.

La crisis de la merluza común, por disminución en la disponibilidad (por la sobreexplotación) y su incapacidad de recuperarse afectó especialmente a un segmento de la pesca artesanal, produciendo una reestructuración en el empleo generado por la flota de sardina y anchoveta en desmedro de la flota de la merluza común.

Sin embargo, existe una gran preocupación para el 2013, una nueva crisis pesquera, que es la crisis de sardina común y anchoveta de la zona centro-sur. Considerando que se otorgó una cuota anual de captura para ambas especies de 411 mil toneladas, subdividida para el primer periodo de 316 mil toneladas, lo que a la fecha solo se ha capturado un 19%.

Además destaca puntos importantes de la Nueva Ley de Pesca, considerando que el objetivo de esta ley 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. Destacó un documento de Fulton et al. (2011) sobre “el comportamiento humano: una fuente clave en la incertidumbre en el manejo pesquero”.

Los resultados del seminario fueron objeto de la prensa (Fig. 1.16) y otros medios de noticias, por ejemplo: <http://www.aqua.cl/noticias/?doc=58384>, <http://www.anapesca.cl/noticias.php?id=11496>.

Economía & Negocios

INICIATIVA PÚBLICO-ACADÉMICA

Buscan que la pesca se adapte al cambio climático

Se analizaron los riesgos, las amenazas y también las oportunidades que se abren a partir del fenómeno global.

Cristóbal Hernández Ramsell
contacto@diarioconcepcion.cl

A modo de anticiparse al Cambio Climático Global es que las subsecretarías de Medio Ambiente y de Pesca y Acuicultura adjudicaron dos proyectos a la U. de Concepción, mediante el Programa Copas Sur Austral. El objetivo es crear un Plan de Adaptación de este sector ante el cambio climático, mediante un enfoque regional a través de la formulación de propuestas de planes pilotos.

Debate sobre adaptación
Para dar a conocer los re-

2

PROYECTOS Adjudicaron las subsecretarías de Medio Ambiente y Pesca y Acuicultura a la UdeC para adaptar el cambio climático a estos sectores.



sultados de las iniciativas, es que se realizó un seminario en Valparaíso denominado "Adaptación al Cambio Climático (CC) en el sector pesca y acuicultura". El jefe de proyecto, Luis Cubillos, dijo en su oportunidad que "el cambio climático es una oportunidad para mejorar, enfrentándolo y anticipándose a la incertidumbre". En la instancia, se expusieron los principales conceptos y alcances asociados al cambio climático. También se expuso sobre la variabilidad climática espacial y temporal y la importancia de reforzar el moni-

torio del clima a escala regional/local y los modelos que representan tendencias y escenarios futuros. Asimismo, se trató la importancia de aplicar el enfoque ecosistémico en el manejo de las pesquerías y la acuicultura, incluyendo la variable climática como forzante de procesos que afectan el desempeño de estas actividades.

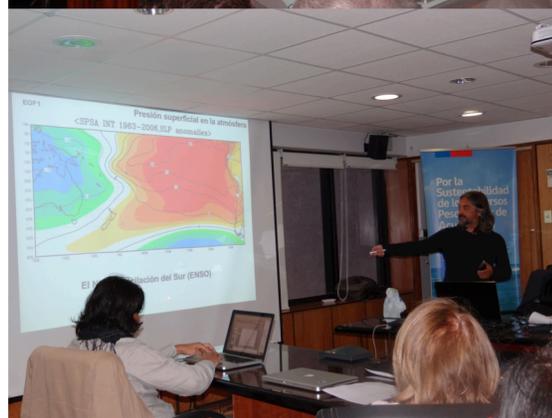
Finalmente, se enfatizó en la importancia de rescatar las experiencias asociadas a la capacidad de adaptación del sector pesquero (pesquerías de jurel, merluza), especialmente los modelos informales

de gobernanza que operaron durante dichas crisis, lo cual puede proyectarse a contingencias (especialmente económicas y sociales) generadas por los efectos del Cambio Climático. En ese sentido, se discutió sobre el estado del arte y algunos conceptos clave sobre impacto, vulnerabilidad, adaptación y señales del cambio climático en el Océano Pacífico suroriental y en el sector pesca y acuicultura de nuestro país.

Opina en:
contacto@diarioconcepcion.cl
TWITTER @DiarioConce

Figura 1.16. Diario de Concepción, 24 de abril de 2013.

Registro fotográfico Seminario 9 de abril de 2013.



Síntesis del capítulo

Una de las principales debilidades respecto de la información disponible sobre impactos potenciales del cambio climático en el sector pesca y acuicultura chileno, subyace en que muchos de los estudios se basan en el resumen del conocimiento global. Esto en relación con la complejidad del sistema climático como de las respuestas no lineales que exhiben las poblaciones y los ecosistemas. Por ejemplo, mientras en muchas regiones del planeta se observa un calentamiento superficial, en la costa oeste de América del Sur se observa un enfriamiento a partir de fines de los 1970s. Este enfriamiento no es simulado por ninguno de los modelos climáticos globales, y aunque existen varios mecanismos involucrados, la incertidumbre de impactos potenciales es mayor.

El conocimiento que se tiene sobre el impacto de la variabilidad climática del pasado, asociada a las fluctuaciones extremas de eventos El Niño-Oscilación del Sur y su relación con cambios en la distribución y abundancia de peces pelágicos, demersales y de recursos bentónicos, podría ayudar a entender los impactos potenciales. Sin embargo, es necesario considerar la diversidad de pesquerías, ecosistemas y tipos de habitats oceanográficos esenciales en los que operan. Al ecosistema de surgencia del sistema de corrientes de Humboldt, se debe agregar el sistema bentónico litoral e intermareal, el ecosistema de aguas exteriores e interiores (mar interior, canales y fiordos) de la Patagonia chilena y la influencia de la Antártica, y los ecosistemas asociados a islas oceánicas, montes submarinos y de mar abierto. Aun se conoce muy poco de estos ecosistemas, incluyendo las aguas profundas, y por lo tanto es fundamental aumentar la base de conocimientos.

En relación con la generación de capacidades a nivel regional, se desarrollaron cinco talleres de trabajo que cubrieron Iquique (macrozona norte), Coquimbo (macrozona centro-norte), Punta Arenas y Coyhaique (macrozona sur-austral), y Puerto Montt (macrozona centro-sur), y seminarios realizados en Concepción, Punta Arenas y Valparaíso, permitieron generar instancias participativas de profesionales y usuarios en talleres orientados a clarificar los conceptos relacionados con riesgo, vulnerabilidad ecológica y humana, los componentes de sensibilidad y exposición que definen el impacto potencial, y a su vez permitir que los participantes se den cuenta que un aumento en la capacidad de adaptación podría ser la única manera de reducir la vulnerabilidad.

Referencias del capítulo

- Adger, W.N., 2003. Social capital, collective action, and adaptation to climate change. *Economic Geography* 79, 387–404.
- Adger, W.N., Huq, S., Brown, K., Conway, D., Hulme, M., 2003. Adaptation to climate change in the developing world. *Progress in Development Studies* 3, 179–195
- Alheit, J., Ñiquen, M. 2004. Regime shift in the Humboldt Current ecosystem. *Progress in Oceanography* 60, 201-202
- Aceituno, P., 1988: On the functioning of the Southern Oscillation in the South American sector. Part I: Surface climate. *Mon. Wea. Rev.*, 116, 505-524.
- Aiken, C. M., S. A. Navarrete, and J. L. Pelegrí, 2011: Potential changes in larval dispersal and alongshore connectivity on the central Chilean coast due to an altered wind climate, *J. Geophys. Res.*, 116, G04026, doi:10.1029/2011JG001731.
- Andrades, I., Hormazabal, S.H., Correa, M.A., 2012. Ciclo anual de la clorofila-a satelital en el archipiélago de Juan Fernández (33°S), Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 40, 657-667.
- Arntz, W. E., Gallardo, V. A., Gutiérrez, D., Isla, E., Levin, L. A., et al. (2006). El Niño and similar perturbation effects on the benthos of the Humboldt, California, and Benguela Current upwelling ecosystems. *Advances in Geosciences* 6, 243–265. doi:10.5194/ADGEO-6- 243-2006
- Bakun, A., 1990: Global climate change and intensification of coastal ocean upwelling. *Science*, 247, 198-201.
- Bakun, A. 1996. Patterns in the ocean: ocean processes and marine population dynamics. University of California Sea Grant, San Diego, California, USA, in cooperation with Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste, La Paz, Baja California Sur, Mexico, 323 pp.
- Barber, R.T. y Chavez, F.P. 1983. Biological consequences of El Niño. *Science*, 222: 1203-1210.
- Barange, M., Perry, R.I., 2009. Physical and ecological impacts of climate change relevant to marine and inland capture fisheries and aquaculture. In K. Cochrane, C. De Young, D. Soto and T. Bahri (eds). *Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, FAO. pp. 7–106.
- Beaugrand, G. 2004. The North Sea regime shift: evidence, mechanisms, and consequences. *Prog. Oceanogr.*, 60: 245–262.
- Brochier, T., C. Lett, J. Tam, P. Fréon, F. Colas & P. Ayón. 2008. An individual-based model study of anchovy early life history in the northern Humboldt Current System. *Progr. Oceanogr.*, 79: 313-325.
- Castro, L.R., Salinas, G.R. y Hernandez, E.H. 2000. Environmental influences on winter spawning of the anchoveta *Engraulis ringens* off central Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 197: 247-258.
- Chavez, F.P., Ryan, J., Lluch-Cota, S.E. y Ñiquen, M. 2003. From anchovies to sardines and back: multidecadal change in the Pacific Ocean. *Science* 299: 217-299.
- Cheung, W.W.L., Dunne, J., Sarmiento, J.L., Pauly, D., 2011. Integrating ecophysiology and plankton dynamics into projected changes in maximum fisheries catch potential under climate change in the Northeast Atlantic. *ICES Journal of Marine Science* 68, 1008-1018.
- Cubillos, L.A. y Arcos, D.F. 2002. Recruitment of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchova (*Engraulis ringens*) off central-south Chile in the 1990s and the impact of the 1997–1998 El Niño. *Aquat. Living Resour.*, 15: 87–94.
- Cubillos, L.A., Alarcón, C., Norambuena, R., Quiñones, R., Pantoja, S. 2012. Enfoque metodológico y plan de acción para abordar el impacto del cambio climático en la pesca y acuicultura en Chile. Informe Final COPAS, Universidad de Concepción, 147 p. + anexos

- Cury, P. y Roy, C. 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46: 670-680.
- Cury, P. y Shannon, L. 2004. Regimen shift ecosystem: observed changes and possible mechanism in the northern and southern Benguela. *Prog. Oceanogr.*, 60: 223-243
- Deque, A., and collaborators, 2007: An intercomparison of regional climate simulations for Europe: assessing uncertainties in model projections. *Climatic Change* , 81, 53-70. DOI 10.1007/s10584-006-9228-x
- De Silva, S.S. and Soto, D. 2009. Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation. In K. Cochrane, C. De Young, D. Soto and T. Bahri (eds). *Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, FAO. pp. 151-212.
- Edwards, M., Richardson, A.J., 2004. Impact of climate change on marine pelagic phenology and trophic mismatch. *Nature* 430, 881–884.
- Falvey, M., and 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.
- Fuenzalida H., P. Aceituno, M. Falvey, R. Garreaud, M. Rojas, and R. Sanchez, 2007: Study on climate variability for Chile during the 21st century [in Spanish], technical report, Natl. Environ. Comm., Santiago. [Available at <http://www.dgf.uchile.cl/PRECIS>.]
- Fulton EA, Smith ADM, Smith DC, Van Putten IE. 2011. Human behaviour: the key source of uncertainty in fisheries management. *Fish and Fisheries* 12:2-17.
- Garreaud, R. D., and D. S. Battisti, 1999: Interannual (ENSO) and interdecadal (ENSO-like) variability in the Southern Hemisphere tropospheric circulation. *J. Climate*, 12, 2113-2122.
- Garreaud, R., and 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.
- Gaymer, C.F., Palma, A.T., Alonso-Vega, J.M., Monaco, C.J., Henríquez, L.A., 2010. Effects of La Niña on recruitment and abundance of juveniles and adults of benthic community-structuring species in northern Chile. *Marine and Freshwater Research* 61, 1185–1196.
- Goubanova, K., V. Echevin, B. Dewitte, F. Codron, K. Takahashi, P. Terray, y M. Vrac, 2010: Statistical downscaling of sea-surface wind over the Peru-Chile upwelling region: Diagnosing the impact of climate change from the IPSL-CM4 model. *Clim. Dyn.*, doi:10.1007/s00382-010-0824-0.
- Hormazábal, S., Shaffer, G., Letelier, J. y Ulloa, O. 2001. Local and remote forcing of sea surface temperature in the coastal upwelling system off Chile. *J. Geophys. Res.*, 106: 16657-16672.
- Hare, S.R. y Mantua, N.J. 2000. Empirical evidence for North Pacific regime shifts in 1977 and 1989. *Prog. Oceanogr.*, 47: 99-102.
- Hawkins, E., and R. Sutton, 2009: The potential to narrow uncertainty in regional climate predictions. *Bull. Amer. Met. Soc.*, 90, 1095-1107. doi:10.1175/2009BAMD. Santer, 2009a: The mid-1970s climate shift in the Pacific and the relative roles of forced versus inherent decadal variability. *J. Climate*, 22, 780–792.
- Hormazábal, S., Shaffer, G. y Pizarro, O., 2002. Tropical Pacific control of intraseasonal oscillations off Chile by way of oceanic and atmospheric pathways. *Geophys. Res. Lett.* 29(6), 10.1029/2001GLO13481.5-4.
- Huyer, A., Knoll M., Paluszkiwicz T. y Smith, R. 1991. The Peru undercurrent: a study in variability. *Deep Sea Res.* 38 (Supl), S247-S271.
- Meehl GA, and collaborators, 2009b: Decadal prediction: can it be skillful?. *Bull. Amer. Met. Soc.*, 90, 1467-1485, doi:10.1175/2009BAMS2607.1S2607.1

- Handisyde N., Ross, L., Badjeck, M-C., Allison, E.H., 2006. The Effects of Climate change on World Aquaculture: A global perspective. Department of International Development (DFID), UK. 151 p.
- Hiddink, J.G., Hofstede, R.T., 2007. Climate induced increases in species richness of marine fishes. *Global Change Biology* 14, 1–8.
- Hegerl, G. C., and collaborators, 2007: Understanding and attributing climate change, in *Climate Change 2007*, edited by S. Solomon et al., pp. 663 – 745, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007: *Climate Change 2007: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by S. Solomon et al., Cambridge Univ. Press, New York.
- Klein, S., and D. L. Hartmann, 1993: The seasonal cycle of low stratiform clouds. *J. Climate*, 6, 1587-1606.
- Le Treut, H., 2012: Greenhouse gases, aerosols and reducing future climate uncertainties. *Surv. Geophys.*, 33, 723-731, DOI 10.1007/s10712-012-9190-2
- Link JS, Gaichas S, Miller TJ, Essington T and others (2012) Synthesizing lessons learned from comparing fisheries production in 13 northern hemisphere ecosystems: emergent fundamental features. *Mar Ecol Prog Ser* 459: 293 – 302.
- McPhaden, M.J., 1999. Genesis and evolution of the 1997–98 El Niño. *Science*, 283: 950–954.
- Mantua, N.J. and S.R. Hare, Y. Zhang, J.M. Wallace, y R.C. Francis, 1997: A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 78, 1069-1079.
- Meehl, G. A., W. M. Washington, C. Ammann, J. M. Arblaster, T. M. L. Wigley, and C. Tebaldi, 2004: Combinations of natural and anthropogenic forcings and twentieth-century climate. *J. Climate*, 17, 3721–3727.
- Meehl, G. A., and collaborators, 2007: Global climate projections, in *Climate Change 2007*, edited by S. Solomon et al., pp. 747 – 846, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K.
- Meehl, G. A., A. Hu, and B. D. Santer, 2009a: The mid-1970s climate shift in the Pacific and the relative roles of forced versus inherent decadal variability. *J. Climate*, 22, 780–792.
- Meehl GA, and collaborators, 2009b: Decadal prediction: can it be skillful?. *Bull. Amer. Met. Soc.*, 90, 1467-1485, doi:10.1175/2009BAMS2607.1
- Montecinos, A., O. Leth, O. Pizarro, 2007: Wind-driven interdecadal variability in the eastern tropical and South Pacific, *J. Geophys. Res.* 12 (C4), 8 pp, doi:10.1029/2006JC003571.
- Morales, C., Hormazábal, S. y Blanco, J.L. 1999. Interannual variability in the mesoscale distribution of the depth of the upper boundary of the oxygen minimum layer off northern Chile (18-24°S): implications for the pelagic system and biogeochemical cycling. *J. Mar. Res.*, 57: 909-932.
- Moreno, R. A., Sepu lveda, R. D., Badano, E. I., Thatje, S., Rozbaczylo, N., et al. (2008). Subtidal macrozoobenthos communities from northern Chile during and post El Niño 1997–98. *Helgoland Marine Research* 62, 45–55.
- Muñoz, R., and R. Garreaud, 2005: Dynamics of the low-level jet off the subtropical west coast of South America. *Mon. Weather Rev.*, 133, 3661-3677, doi:10.1175/MWR3074.1.
- Narayan, N., A. Paul, S. Mulitza, and M. Schulz, 2010: Trends in coastal upwelling intensity during the late 20th century, *Ocean Sci.*, 6, 815–823, doi:10.5194/os-6-815-2010.
- Nigam, S., 1997: The annual warm to cold phase transition in the eastern equatorial Pacific: Diagnosis of the role of stratus cloud-top cooling, *J. Climate* 10, 2447-2467.
- Nitta, T., and S. Yamada, 1989: Recent warming of tropical sea surface temperature and its relationship to the Northern Hemisphere circulation, *J. Meteor. Soc. Japan*, 67, 375-382.

- Ostrom, E., 1990. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge, Cambridge University Press.
- O'Sullivan, P.B., 1995. Computer networks and political participation: Santa Monica's teledemocracy project. *Journal of Applied Communication Research* 23, 93-107.
- Parada, C., S. Nuñez, M. Correa-Ramírez, S. Vásquez, A. Sepúlveda, S. Hormazábal, V. Combes & E. Di Lorenzo. 2010a. Advances in biophysical modeling of Chilean jack mackerel in the south Pacific. *ICES CM 2010/L 20*: 32 pp.
- Parada, C., Yannicelli, B., Hormazábal, S., Vásquez, S., Porobic, J., Ernst, B., Gatica, C., Arteaga, M., Montecinos, A., Nuñez, S., Grechina, A., 2013. Variabilidad ambiental y recursos pesqueros en el Pacífico suroriental: estado de la investigación y desafíos para el manejo. *Latin American Journal of Aquatic Research* 41, 1-28.
- Pauly, D., y I. Tsukayama (Eds.), 1987: *The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change*. ICLARM Studies and Reviews, 351 pp.
- Peña, J., Valderrama, 2008. Localización del Esfuerzo de Pesca en la Pesquería Chileno-Transzonal del Jurel (*Trachurus murphyi*). Documentos de Investigación, FEN, Universidad Alberto Hurtado, Diciembre de 2008, 28 p.
- Perry, A.L., Low, P.J., Ellis, J.R., Reynolds, J.D. 2005. Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science* 308, 1912– 1915.
- Philander, S. G. H., D. Gu, G. Lambert, N. C. Lau, and R. C. Pacanowski, 1996: Why the ITCZ is mostly north of the equator, *J. Climate* 1996, 9, 2958-2972.
- Pizarro, O., and A. Montecinos, 2004: Interdecadal variability of the thermocline along the west coast of South America. *Geophys. Res. Lett.*, 31, L20307, doi:10.1029/2004GL020998.
- Porobić, J., C. Parada, B. Ernst, S. Hormazabal & V. Combes. 2012. Modelación de la conectividad de las subpoblaciones de la langosta de Juan Fernández a través de un modelo biofísico. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 40(3): 613-632.
- Pörtner, H.O., 2010. Oxygen and capacity limitation of thermal tolerance: a matrix for integrating climate related stressors in marine ecosystems. *Journal of Experimental Biology* 213, 881–893.
- Power, S., T. Casey, C. Folland, A. Colman, and V. Mehta, 1999: Interdecadal modulation of the impact of ENSO on Australia. *Clim. Dyn.*, 15, 319-324.
- Renault, L., B. Dewitte, M. Falvey, R. Garreaud, V. Echevin and F. Bonjean, 2009: Impacts of atmospheric coastal jet off central Chile on SST from satellite observations (2000-2007). *J. Geophys. Res.*, 114, C08006, doi:10.1029/2008JC005083.
- Richardson AJ, Schoeman, DS (2004). Climate impact on plankton ecosystems in the Northeast Atlantic. *Science* 305, 1609-1612.
- Roemmich, D., J. Gilson, R. Davis, P. Sutton, S. Wijffels, and S. Riser, 2007: Decadal spinup of the South Pacific subtropical gyre. *J. Phys. Oceanogr.*, 37, 162–173.
- Rosa, R., Seibel, B.A. 2008. Synergistic effect of climate-related variables suggests future physiological impairment in a top oceanic predator, *P. Natl. Acad. Sci.* 52, 20776–20780, 2008.
- Sarachik, E. S., y M. A. Cane, 2010: *The El Niño-Southern Oscillation Phenomenon*. London: Cambridge University Press, 369 pp.
- Schaffer, G., Hormazabal, S., Pizarro, O. y Salinas, S. 1999. Seasonal and interannual variability of currents and temperature over the slope of central Chile. *J. Geophys. Res.*, 104, C12: 29951-29961.
- Schneider, W., Fukasawa, M., Garcés-Vargas, J., Bravo, L., Uchida, H., Kawano, T., Fuenzalida, R., 2007. Spin-up of South Pacific subtropical gyre freshens and cools the upper layer of the eastern South Pacific Ocean. *Geophys. Res. Lett.*, 34, L24606. doi: 10.1029/2007GL031933

- Schulz, N., J. P. Boisier, and P. Aceituno, 2012: Climate change along the arid coast of northern Chile. *Int. J. Climatol.*, 32, 1803-1814, doi: 10.1002/joc.2395.
- Sielfeld, W., Laudien, J., Vargas, M. 2010. El Niño induced changes of the coastal fish fauna off northern Chile and implications for ichthyogeography. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 45, 705-722.
- Stott, P. A., S. F. B. Tett, G. S. Jones, M. R. Allen, J. F. B. Mitchell, and G. J. Jenkins, 2000: External control of 20th century temperature by natural and anthropogenic forcings. *Science*, 290, 2133–2137.
- Takahashi, K., 2005: The annual cycle of heat content in the Peru Current region. *J. Climate* 18, 4937-4954, doi:10.1175/JCLI3572.1
- Takahashi, K. and D. S. Battisti, 2007: Processes controlling the mean tropical Pacific precipitation pattern. Part I: The Andes and the eastern Pacific ITCZ. *J. Climate* 20, 3434-3451, doi:10.1175/JCLI4198.1
- Thatje, S., Heilmayer, O., and Laudien, J. (2008). Climate variability and El Niño Southern Oscillation: implications for natural coastal resources and management. *Helgoland Marine Research* 62, 5–14.
- Trenberth, K. E., 1990: Recent observed interdecadal climate changes in the Northern Hemisphere, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 71, 988-993.
- Vargas, G., S. Pantoja, J. A. Rutllant, C. B. Lange, and L. Ortlieb, 2007: Enhancement of coastal upwelling and interdecadal ENSO like variability in the Peru–Chile Current since late 19th century, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L13607, doi:10.1029/2006GL028812.
- Vose, R. R., and collaborators, 2012. NOAA's merged land-ocean surface temperature analysis. *Bull. Amer. Met. Soc.*, 93, 1677–1685. doi:10.1175/BAMS-D-11-00241.1.
- Xie, S.-P., C. Deser, G. A. Vecchi, J. Ma, H. Teng, y A. T. Wittenberg, 2010: Global warming pattern formation: Sea surface temperature and rainfall, *J. Climate* 23, 966-986.
- Yáñez, E., 1991: Relationships between environmental changes and fluctuating major pelagic resources exploited in Chile (1950 – 1988), en *Long-term variability of pelagic fish populations and their environment*, editado por T. Kawasaki, S. Tanaka, Y. Toba, and A. Taniguchi, pp. 301 – 309, Pergamon Press, Great Britain.
- Yáñez, E., González A. y Barbieri M.A. 1995. Estructura térmica superficial del mar asociada a la distribución espacio-temporal de sardina y anchoveta en la zona norte de Chile entre 1987 y 1992. *Invest. Mar.*, 23: 123-147.
- Yáñez, E., Barbieri, M.A., Silva, C., Nieto, K. y Espíndola, F. 2001. Climate variability and pelagic fisheries in northern Chile. *Prog. Oceanogr.*, 49, 581-596.
- Yáñez et al., 2010; Yáñez, E., Plaza, F., Gutiérrez-Estrada, J., Rodríguez, N., Barbieri, M.A., Pulido-Calvo, I., Bórquez, C. 2010. Anchovy (*Engraulis ringens*) and sardine (*Sardinops sagax*) abundance forecast off northern Chile: A multivariate ecosystemic neural network approach. *Prog. Oceanogr.* 87, 242–250.
- Yáñez E., M. A. Barbieri, F. Plaza and C. Silva, 2013: Climate change and fisheries in Chile. In: Behnassi M., Shelat K., Hayashi K., Syomiti M. (eds.), *Vulnerability of Agriculture, Water and Fisheries to Climate Change: Toward Sustainable Adaptation Strategies*. Springer, en prensa.
- Zhang, Y., J. M. Wallace, y D. S. Battisti, 1997: ENSO-like interdecadal variability: 1900 – 93. *J. Climate*, 10, 1004-1020.

CAPITULO 2 Análisis y validación de la propuesta de plan de acción sectorial para el cambio climático.

Resumen

Con el objeto de someter a discusión la propuesta de plan de acción para el cambio climático en pesca y acuicultura, en cada taller de trabajo se presentaron los principios que guían la acción, los objetivos y las estrategias. Estas últimas están agrupadas en cinco ámbitos de acción: i) los escenarios futuros del clima y de los ecosistemas, ii) el marco jurídico-institucional y la gobernanza, iii) las actividades y grupos de interés involucrados, iv) enfoques metodológicos para evaluar la vulnerabilidad, y v) la base de información y conocimiento. Estos ámbitos de acción y las acciones fueron ratificadas, sin grandes cambios. Se sugirió, sin embargo, considerar de mejor manera la realidad local, razón por la cual se sugiere: i) elaborar un plan local (municipal) de adaptación al cambio climático en el sector pesca y acuicultura, en el marco de las estrategias regionales; y ii) Generar una red de adaptación al cambio climático, con el objeto de aumentar la coordinación, planificación y priorización de las acciones.

Antecedentes

En el 2011, SUBPESCA demandó un estudio que propusiera una metodología y una propuesta de Plan de Acción Sectorial para el Cambio Climático (Cubillos et al., 2012³). El plan que fue sugerido es básicamente indicativo, y es atribución de SUBPESCA considerarlo, adaptarlo e implementarlo. El plan se sustentan en cinco ámbitos de acción sectorial, a saber:

- i) *Los escenarios futuros del clima y de los ecosistemas*, ya que el clima del océano y las respuestas al cambio global a un escala regional no son del todo comprendida, es necesario avanzar en este ámbito para la toma de decisiones oportuna ante cambios potenciales. En los talleres regionales, este ámbito de acción fue citado más de una vez como indispensable como también en las medidas de adaptación que emergieron, por ejemplo: “creación de sistemas de alerta temprana”.
- ii) *Marco jurídico-institucional y la gobernanza*. Este ámbito de acción se consideró necesario, particularmente en términos de la flexibilidad administrativa que debe tenerse ante la ocurrencia de eventos extremos que afecten la productividad de las pesquerías. Se debe destacar que durante la ejecución de los talleres regionales estaba en pleno proceso la

³ <http://climaypescaenchile.wordpress.com/plan-de-accion/>

discusión de los cambios a la Ley de Pesca, y por lo tanto se consideró en relación con los aspectos administrativos orientados al aumento de la gobernanza.

- iii) *Las actividades y los grupos de interés involucrados.* Este ámbito de acción es necesario ya que es fundamental identificar la diversidad de actividades de pesca y acuicultura, así como los grupos de interés. En efecto, existe una gran diversidad de actores involucrados en la pesca y acuicultura, desde pequeños armadores hasta grandes armadores industriales, pasando por pueblos originarios. En este contexto, es fundamental focalizar la acción y las medidas acorde con dicha diversidad.
- iv) *La aplicación de enfoques metodológicos para evaluar vulnerabilidad.* Este ámbito de acción es fundamental si se desea avanzar y focalizar los recursos. Hasta la fecha no se cuenta con un documento sobre vulnerabilidad ecológica y humana que permita priorizar las medidas de adaptación, aun cuando los lineamientos actuales consideran los principios de la sustentabilidad para aumentar la capacidad de adaptación.
- v) *La base de información y conocimiento.* Este ámbito de acción está relacionado con el primero y dice relación con las herramientas con las cuales dispone SUBPESCA para la toma de decisiones. Esta estrechamente relacionado con el primer ámbito de acción, y se consideró necesario en varios talleres en los que se discutió el plan de acción.

Fue sugerido que el Plan de Acción sea identificado como un Plan de Acción Sectorial en Pesca y Acuicultura (PASPA) ya que el objetivo del plan es que el sector se adapte a los cambios potenciales asociados el cambio climático. En este sentido, el PASPA se analizó y validó según con los requerimientos del sector, basados tanto en el marco institucional, las capacidades asociadas, información en líneas de investigación y líneas de financiamiento regional, así como acciones y estrategias estrictamente regionales. En cada taller regional se presentó los principios que guían el PASPA, los que se resumen en la Tabla 2.1.

El plan de acción al cambio climático en el sector pesca y acuicultura presenta 5 líneas estratégicas (Tabla 2.2). El PASPA fue expuesto y sometido al análisis y validación en 3 de los 6 los talleres programados (Macrozonas: Norte, Centro-Sur y Sur-Austral). En la Macrozona Norte, que comprendió a las ciudades bases de la Direcciones Zonales de Pesca, correspondiente a Iquique y Coquimbo se revisó, analizó y validó el PASPA, considerando solamente aspectos de énfasis y cambios en los verbos que guían la acción.

Tabla 2.1. Principios para abordar el cambio climático en el sector pesca y acuicultura.

PRINCIPIO	RACIOCINIO
<p>1 El cambio climático está ocurriendo y está afectando a las actividades del sector Pesca y Acuicultura, y se proyecta una intensificación de sus efectos.</p>	<p>i) El cambio climático es una de las muchas causas y fuente de incertidumbre que está impactando al sector pesca y acuicultura, ya sea de una manera directa como indirecta. ii) Las medidas de manejo y conservación son consistentes con la capacidad de adaptación, y por lo tanto las acciones en respuesta al cambio climático reforzará la importancia del manejo en pesca y acuicultura.</p>
<p>2 Las políticas y estrategias internacionales y nacionales relacionadas con el cambio climático determinarán las acciones, coordinación y la interdependencia institucional en el sector pesca y acuicultura.</p>	<p>i) Los pescadores y usuarios aplicarán sus propios principios de aprendizaje adaptativo, y por lo tanto su capacidad de adaptación al cambio climático variará. ii) Las comunidades locales demandarán acciones concretas respecto de los impactos del cambio climático, lo que implica lograr mejor gobernanza. iii) La coordinación interinstitucional respecto de las actividades del sector pesca y acuicultura debe incrementarse iv) Se deberán priorizar instrumentos de financiamiento de investigación básica como aplicada para reducir la incertidumbre de los efectos del cambio climático. v) Los planes de adaptación para comunidades locales exigirá adecuar o generar nuevos instrumentos de financiamiento.</p>
<p>3 Las medidas de adaptación al cambio climático deben ser consecuentes con el enfoque ecosistémico para el manejo de las pesquerías y la acuicultura, y contribuirán al desarrollo sostenible del sector pesca y acuicultura.</p>	<p>i) stock de peces robustos al stress climático tendrán mejor capacidad de absorber cambios que aquellos recursos sometidos a una fuerte intensidad de pesca y cultivo. ii) Los planes de adaptación consideran la productividad y las oportunidades que el ecosistema provee.</p>
<p>4 Las medidas de adaptación al cambio climático deben ser consecuentes con la acciones nacionales de mitigación.</p>	<p>i) La reducción de emisiones y otras medidas de mitigación debe ser privilegiadas en el sector. ii) Las operaciones pesqueras son energéticamente demandantes, y los usuarios deben considerar las mejores opciones para reducir emisiones de GEI. iii) Las medidas de adaptación no deben comprometer aumento directo o indirecto de GEI.</p>
<p>5 La creación de capacidades para enfrentar el cambio climático contribuirá a la resiliencia del sector, y en particular de las comunidades humanas locales, dependientes de la pesca y la acuicultura.</p>	<p>i) Es fundamental que en todos los grupos de interés –públicos y privados – existan capacidades para comprender los impactos negativos y promover medidas de adaptación. ii) El diseño e implementación de un sistema de creación y fortalecimiento de capacidades debe ser de amplio espectro (interdisciplinario), permanentemente actualizado y considerar la escala nacional, regional y local.</p>

Tabla 2.2. Resumen de las estrategias y acciones del plan de acción. Nomenclatura: Prioridad (Pr) (Alta = 1, Media = 2 y Baja = 3); Dificultad (D) (Alta = 1, Media = 2 y Baja = 3) y Plazos (Pl) (Corto Plazo (CP) = 1-2 años, Mediano Plazo (MP) = 3-4 años, Largo Plazo (LP)= 5 o más años) para su ejecución.

2.2.1. Los escenarios futuros del clima y de los ecosistemas

Estrategia	Acción	Pr			D			P		
		1	2	3	1	2	3	C	M	L
1.1. Fortalecer las capacidades de la Subpesca en la comprensión y actualización del conocimiento sobre las tendencias del cambio climático sobre los ecosistemas donde se desarrolla la pesca y la acuicultura.	Gestionar el fortalecimiento de las capacidades profesionales y técnicas instaladas (cursos, interacción con especialistas nacionales y extranjeros, seminarios o talleres internacionales).	X				X		X		
	Elaborar y difundir un informe ejecutivo anual sobre nuevo conocimiento generado por organismos técnicos nacionales internacionales sobre las tendencias actualizadas sobre cambio climático (IPCC, COI, CONA), en particular en el ámbito de interacción océano-atmósfera.	X					X	X		
1.2. Promover el fortalecimiento de la capacidad científica y experta disponible en el país.	Difundir a través de seminarios y otros medios gráficos y/o visuales los requerimientos de información y conocimiento respecto de las tendencias de cambio en el sistema clima-océano, con énfasis en las escalas regional y local.		X			X		X		
	Promover y apoyar investigaciones sobre cambio en el sistema clima-océano, con énfasis en las escalas regionales y locales.		X			X			X	
1.3. Promover la integración de información y conocimiento disponible sobre el sistema clima-océano, a través del fortalecimiento de plataformas ya existentes de la cooperación y coordinación pública y privada.	Reunión-taller de trabajo interinstitucional para evaluar la información y conocimiento disponible y diagnosticar las brechas entre capacidades instaladas y las necesarias.		X			X		X		
	Promover la evaluación y validación técnica y económica del fortalecimiento o creación de un sistema de información costo-eficiente y de fácil acceso para todos los grupos de interés.		X			X			X	

2.2.2. Marco jurídico-institucional y la gobernanza

Estrategia	Acción	Pr			D			P		
		1	2	3	1	2	3	C	M	L
2.1. Promover el fortalecimiento de la cooperación y coordinación inter-institucional, especialmente con el MMA.	Presentación formal del PASPA.	X					X	X		
	Gestionar con el MMA la inclusión formal del PASPA la próxima Comunicación Nacional sobre Cambio Climático.	X					X		X	
	Promover la creación de una instancia interinstitucional para analizar, evaluar, validar, priorizar e implementar las medidas de adaptación propuestas por la Subpesca.	X					X	X		

2.2. Promover el fortalecimiento del marco jurídico-institucional y de gobernanza que permita establecer instrumentos vinculantes para el cumplimiento de los compromisos establecidos, por ejemplo el PASPA.	Promover, en conjunto con el MMA, el diseño de una norma que formalice y reconozca a la Subpesca y los instrumentos que se definan (por ejemplo PASPA) como referentes y coordinadores de todas las medidas que estén bajo su jurisdicción.	X			X				X	
	Evaluar la conveniencia y oportunidad de crear o fortalecer una unidad especializada que sea reconocida tanto al interior de la Subpesca como por otros órganos del Estado y por instancias internacionales (FAO, IPCC).	X				X		X		
	Diseñar y evaluar la pertinencia de creación de una instancia científica que asesore a la Subpesca en la toma de decisiones sobre cambio climático.		X				X			X
2.3. Evaluar la integración de la variable cambio climático en la aplicación del enfoque ecosistémico para la administración de la pesca y la acuicultura.	Diseñar y financiar proyecto CC – enfoque ecosistémico.		X				X		X	
	Realizar taller internacional de científicos y expertos en administración de la pesca y la acuicultura. Compilar experiencia y validar resultados.		X				X		X	

2.2.3. Las actividades y los grupos de interés involucrados

Estrategia	Acción	Pr			D			P		
		1	2	3	1	2	3	C	M	L
3.1. Difundir el Plan de Acción Sectorial sobre CC hacia todos los grupos de interés asociados a la pesca y la acuicultura.	Difundir el Plan de Acción sobre CC utilizando todos los medios disponibles.	X					X	X		
	Realizar talleres regionales para exponer el PAS-CC e integrar los intereses y preocupaciones locales.	X				X		X		

2.2.4. La aplicación de enfoques metodológicos para evaluar vulnerabilidad

Estrategia	Acción	Pr			D			P		
		1	2	3	1	2	3	C	M	L
4.1. Aplicar y optimizar los enfoques metodológicos disponibles para evaluar vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura frente a los efectos adversos del CC.	Definir y financiar proyecto de aplicación de enfoques metodológicos disponibles en aquellos sectores de la pesca y la acuicultura más vulnerables (estudio de casos).	X				X		X		
	Definir y evaluar técnica y económicamente la evaluación de la vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura, priorizando aquellos sectores más vulnerables.		X				X		X	
	Seleccionar, priorizar y validar las principales medidas de adaptación del sector pesca y acuicultura al cambio climático a nivel nacional,	X					X		X	

	regional y local.									
4.2. Diseñar e implementar planes de adaptación en los sectores pesquero y acuicultura a nivel regional y local para enfrentar los efectos adversos generados por el CC.	Identificar, seleccionar y priorizar medidas de adaptación tanto a nivel nacional como regional y local.		X			X			X	
	Promover la implementación de los planes de adaptación a través de la coordinación y cooperación interinstitucional.		X				X			X

2.2.5. La base de información y conocimiento

Estrategia	Acción	Pr			D			P		
		1	2	3	1	2	3	C	M	L
5.1. Diseñar, evaluar e implementar un modelo de gestión de información y conocimiento sobre cambio climático y sus consecuencias los sistemas socio-ecológicos de la pesca y la acuicultura.	Coordinar taller-reunión de trabajo con las fuentes o administradores de la información necesaria para analizar los formatos disponibles y los protocolos de entrega y uso de la misma.	X				X		X		
	Compilación y validación de la información disponible.	X			X				X	
	Diseñar, evaluar e implementar una plataforma de información y observación sobre las variables, parámetros, índices e indicadores que describan las tendencias de comportamiento del sistema clima-océano.		X				X			X
5.2. Promover el desarrollo y fortalecimiento de modelos biofísico-pesqueros que permitan aumentar la certidumbre respecto a los escenarios futuros.	Fomentar y fortalecer la multidisciplinaridad de grupos de investigadores en la evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas eco-sociológicos.	X			X				X	
	Consolidar estudios básicos sobre la relación entre la variabilidad climática y la distribución y abundancia de los recursos.	X			X				X	
	Establecer rangos de tolerancia para las especies más expuestas, desde los primeros estadios de vida hasta la fracción adulta.	X			X			X		
	Definir los hábitats bio-oceanográficos de los recursos.	X			X			X		

En la Macrozona Sur-Austral, que comprendió la Dirección Zonal de Pesca con base en la ciudad de Punta Arenas, se realizó la misma actividad y con gran interés se manifestó que toda acción a mejorar las líneas bases de información y específicamente de producción pesquera y acuícola que beneficie a la región, debe estar acorde con los lineamientos de la Estrategia Regional de Desarrollo de la Región de Magallanes 2012-2020. Esta estrategia identifica al sector pesca y acuicultura como clave para el crecimiento, desarrollo y fomento de las actividades productivas en la región. Los lineamientos, objetivos y acciones a seguir por la ERD de la Región de Magallanes durante el periodo 2012-2020, se presentan en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Lineamientos, objetivos y acciones propuestas en la ERD de Magallanes y Antártica Chilena en el sector pesca y acuicultura.

Lineamiento	Objetivo	Indicador de impacto			
		Acciones	Indicador	Fuente	Plazo
"Incentivar el desarrollo sustentable y competitivo de la actividad pesquera (artesanal e industrial) y acuícola de la región, mediante la priorización de iniciativas que fortalezcan la innovación y el emprendimiento del sector público y privado".	Mejorar las condiciones productivas, sociales y laborales de los trabajadores de los sectores pesqueros artesanales.	<p>A3.1.1. Iniciativas tendientes a romper la estacionalidad y/o temporalidad de la actividad pesquera artesanal a través del desarrollo de nuevos recursos pesqueros bentónicos y demersales.</p> <p>A3.1.2. Creación de Planes de manejo para la Pesca Artesanal</p> <p>A3.1.3. Implementación de planes de manejo regularizando pesca de investigación.</p> <p>A3.1.4. Iniciativas tendientes a regularizar las relaciones laborales entre armadores y trabajadores pesqueros artesanales.</p> <p>A3.1.5. Iniciativas tendientes a regularizar las relaciones comerciales entre las empresas procesadoras de mediano y gran tamaño con los pescadores artesanales proveedores de los recursos pesqueros.</p> <p>A3.1.6. Iniciativas de coordinación intersectorial para abordar las problemáticas sociales de los pescadores artesanales.</p> <p>A3.1.7. Iniciativas tendientes a mejorar el acceso a capital de trabajo, equipamiento, infraestructura e innovación para el desarrollo de la pesca artesanal.</p> <p>A3.1.8. Iniciativas tendientes a fomentar la asociatividad, liderazgo y emprendimiento del sector pesquero artesanal.</p>	<p>Diversificación de los productos a explotar por parte de la pesca artesanal.</p> <p>Aumento del N° de pescadores que acceden a capital de trabajo, equipamiento e innovación.</p> <p>Aumentar el N° pescadores que participan en actividades de fomento a la asociatividad, liderazgo y emprendimiento.</p> <p>Instancias de coordinación intersectorial operando para abordar problemática social de pescadores artesanales</p>	<p>SUBPESCA INE, Boletín de Exportación</p> <p>CORFO SERCOTEC SERNAPESCA SENCE SEREMI DE Economía</p>	Mediano
	Promover el desarrollo del capital humano del sector pesquero (artesanal e industrial) y acuícola, promoviendo sistemas de integración efectiva entre el sector productivo y el sistema de formación regional	<p>A3.2.1. Iniciativas tendientes a certificar y fortalecer competencias para los pescadores artesanales.</p> <p>A3.2.2. Iniciativas tendientes a incentivar en los Centros de Formación Superior Regionales carreras profesionales y Técnicas relacionadas con el sector Pesquero (Artesanal e Industrial) y Acuícola.</p> <p>A3.2.3. Iniciativas para fortalecer los programas de capacitación flexibles de recursos humanos pertinentes a los requerimientos del sector Pesquero (Artesanal e Industrial) y Acuícola.</p>	<p>Aumento de trabajadores del sector pesquero capacitados en la región (año base 2012)</p> <p>Aumento del N° de Centros de formación articulados con el sector pesquero (año base 2012).</p> <p>Aumento acumulado de personas que ha participado en programas de capacitación flexible (año base 2012)</p>	SENCE SEREMI de Educación	Mediano
	3.3. Promover el aumento de la productividad pesquera y acuícola, a través del desarrollo de sistemas de información sobre el comportamiento de los recursos pesqueros y las oportunidades comerciales efectivas.	<p>A3.3.1. Iniciativas que promuevan el desarrollo de bienes públicos sostenibles que entreguen información actualizada sobre el estado de condición de los recursos pesqueros, que provean información para la sustentabilidad de las pesquerías.</p> <p>A3.3.2. Iniciativas tendientes a promover el desarrollo de una institucionalidad Pública Regional facilitadora y promotora del desarrollo del sector Pesquero Artesanal.</p> <p>A3.3.3. Creación de una plataforma de Información de Mercados, inteligencia competitiva y vigilancia</p>	<p>Creación de plataforma de inteligencia competitiva y vigilancia tecnológica de mercados del sector pesquero y acuícola.</p> <p>Existencia de un sistema de monitoreo del comportamiento de la acuicultura.</p> <p>Aumento acumulado del N° de iniciativas</p>	SUBPESCA INE SAG IFOP	Mediano

Lineamiento	Objetivo	Indicador de impacto			
		Acciones	Indicador	Fuente	Plazo
		<p>tecnológica, que apoyen y mejoren la competitividad pesquera y acuícola regional.</p> <p>A3.3.4. Iniciativa de desarrollo de un sistema de monitoreo del comportamiento de la acuicultura (ecosistemas, parámetros oceanográficos, entre otros) los cuales provean información para su uso y explotación racional.</p> <p>A3.3.5. Iniciativas tendientes a promover el desarrollo sustentable de la actividad acuícola en la región a través de la generación de información para resguardar el patrimonio sanitario y ambiental.</p> <p>A3.3.6. Potenciar la pesca de investigación de la biomasa</p>	<p>tendientes a promover la sustentabilidad y resguardo del patrimonio sanitario del sector acuícola.</p> <p>Aumento del N° de toneladas de captura de la pesca artesanal.</p> <p>Aumento del N° de toneladas de productos pesqueros industriales (año base 2012)</p> <p>Aumento del N° de toneladas cosechadas en centros de cultivo.</p>		
	3.4 Fomentar la incorporación de valor agregado al conjunto de la cadena productiva pesquera (artesanal e industrial) y acuícola.	<p>A3.4.1. Iniciativas tendientes a desarrollar modelos de gestión de innovación en los distintos eslabones de la cadena productiva pesquera y acuícola.</p> <p>A3.4.2. Iniciativas de fomento a la industrialización e incorporación de valor agregado a la producción de recursos pesqueros y acuícolas.</p> <p>A3.4.3. Promover la instalación de centros de distribución mayorista, como valor agregado en área de logística, en localidades urbanas.</p>	<p>Aumento acumulado de N° de proyectos de innovación ejecutados en el sector pesquero y acuícola.</p> <p>Aumento del N° productos con valor agregado del sector pesquero y acuícola.</p> <p>Número de centros de distribución instalados.</p>	CORFO SERCOTEC SERNAPESCA IFOP	
	3.5. Posicionar al sector pesquero (artesanal e industrial) y acuícola en la economía regional por medio del desarrollo competitivo de un tejido de Pymes y servicios de apoyo de calidad mundial.	<p>A.3.5.1. Iniciativas de fortalecimiento de PYMEs regionales proveedoras de servicios de apoyo e insumos para la actividad pesquera y acuícola regional.</p> <p>A.3.5.2. Incentivar la certificación de calidad de PYMEs proveedoras de servicios de apoyo e insumos para la actividad pesquera y acuícola.</p>	<p>Aumento del N° de PYMEs proveedoras del sector pesquero y acuícola involucradas en actividades de fortalecimiento de proveedores.</p> <p>Aumento de N° de PYMEs proveedoras del sector pesquero y acuícola certificadas.</p>	CORFO SERCOTEC INN	Mediano
	3.6. Propiciar las condiciones para el desarrollo competitivo de la actividad de pesca recreativa en la región.	<p>A3.6.1. Iniciativas tendientes a fomentar la actividad de pesca recreativa.</p> <p>A3.6.2. Elaborar, instalar y operar sistemas de información biológica pesquera de las pesquerías recreativas, así como prevenir el ingreso de plagas, en las cuencas de interés en la región.</p> <p>A3.6.3. Capacitar a operadores turísticos de actividades de pesca recreativa.</p> <p>A3.6.4. Generación y elaboración de estrategias de difusión turística para la conservación y protección ambiental de la pesca recreativa.</p>	<p>N° de actividades acumuladas de fomento a la pesca recreativa.</p> <p>Sistema de información y monitoreo biológico instalado y operando.</p> <p>Aumento del N° de operadores turísticos capacitados en temas de pesca recreativa.</p> <p>N° de actividades acumuladas de difusión turística para la conservación y protección ambiental de la pesca recreativa.</p>	SERNAPESCA SEREMI ECONOMIA SERNATUR SAG MUNICIPALI DADES	Mediano

Recomendaciones para SUBPESCA

Una de las objeciones atribuidas al plan de acción indicativo fue que es carente de los aspectos particulares y caracterizan al sector pesca y acuicultura a nivel local. En este contexto, se recomendó las siguientes acciones:

1) Elaborar un Plan Local de Adaptación al cambio Climático en el sector Pesca y Acuicultura (PLACPA).

El PLACPA debe ser definido a nivel provincial y/o municipal en cada región del país, ya que cada región posee características bio-oceanográficas distintas. Asimismo, las ecoregiones o ecosistema, y los impactos y/o repercusiones del cambio climático pueden ser diferentes en cada región o localidad, así como las características de los recursos y el grado de dependencia de recursos por parte del sistema socioeconómico.

El Plan de Adaptación Provincial al Cambio Climático en Pesca y acuicultura (PAPCPA), o el Plan de Adaptación Municipal al Cambio Climático en pesca y acuicultura, PAMCPA (Figura 2.1), debe contar con una estructura y lineamientos basados en el Estrategia Nacional de Cambio climático (ENCC) y Plan de Adaptación Nacional al Cambio climático PANCC 2008-2012 y a la nueva iniciativa de PANCC 2013-2014. A su vez, estos planes debe estar basados en la Estrategias Regionales de Desarrollo. En efecto, la Ley N°19.175 Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional establece que la administración superior de cada región del país, estará radicada en un “Gobierno Regional”, y que tendrá por objeto el desarrollo social, cultural y económico de ella. Entre las funciones que le competen se encuentran las que dicen relación con el ordenamiento territorial, entre ellas, establecer políticas y objetivos para el desarrollo integral y armónico del sistema de asentamientos humanos de la región, y fomentar y velar por la protección, conservación y mejoramiento del medio ambiente.



Figura 2.1. Esquema de un Plan de adaptación Municipal al cambio climático. Mukheibir y Ziervogel, 2007 adaptado por Barton, 2009

2) Generar una Red de Adaptación al Cambio climático en el sector pesca y acuicultura RLACCPA. Una vez que los PLACPA sean realizados, será necesario aumentar la coordinación y priorización de las acciones. La red local de adaptación involucra una acción coordinada y planificada entre las municipalidades de localidades costeras dependientes de la pesca y acuicultura.

Síntesis del capítulo

A través de los talleres de trabajo regionales, los usuarios estuvieron de acuerdo con el plan de acción indicativo que se tiene para el sector pesca y acuicultura, particularmente en los ámbitos de acción discutiéndose más bien la importancia de las prioridades y plazos indicados para algunas estrategias y acciones. Con el objeto de recoger mejorar las acciones respecto del cambio climático se debe considerar de mejor manera la diversidad sectorial a nivel regional y local,

recomendándose: i) elaborar planes locales de adaptación al cambio climático, a nivel provincial o municipal, considerando la estrategia regional de desarrollo; y ii) generar una red de adaptación, tal que permita aumentar la coordinación y priorización de las acciones centralizadas respecto de las estrategias de desarrollo regionales.

Referencias del capítulo

- Barton, J. 2009. Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones. *Revista de geografía Norte Grande*, (43), 5-30.
- Cubillos, L.A., Alarcón, C., Norambuena, R., Quiñones, R., Pantoja, S. 2012. Enfoque metodológico y plan de acción para abordar el impacto del cambio climático en la pesca y acuicultura en Chile. Informe Final COPAS, Universidad de Concepción, 147 p. + anexos
- Mukheibir, P. & Ziervogel, G. 2007 Developing a Municipal Adaptation Plan (MAP) for climate change: the city of Cape Town. *Environment and Urbanization*, 2007, vol. 19, N° 1, p. 143-158.

CAPITULO 3 Análisis de la vulnerabilidad del sector pesca y acuicultura al cambio climático, considerando una escala regional

Resumen

El análisis de la vulnerabilidad se analizó considerando la dimensión ecológica como humana. En la acuicultura, la vulnerabilidad ecológica es función principalmente de la dependencia de semillas en el caso de los mitilidos, y se sabe que la acidificación podría afectar las tasas de crecimiento. La capacidad de adaptación es alta en salmónidos, lo que determina una baja vulnerabilidad humana. En pesquerías, y desde el punto de vista ecológico, la vulnerabilidad es función de la intensidad de pesca y el estado de situación del recurso. Sin embargo, modificar las estrategias de manejo para incluir covariables ambientales no mejora sustancialmente la habilidad para lograr los objetivos de manejo en escalas de corto a mediano plazo y que son relevantes para la toma de decisiones de los sistemas de manejo actuales. Solamente cuando la información sobre los factores ambientales que modulan el sistema son bien conocidos, pueden ser útil para incorporar la variabilidad ambiental a la toma de decisiones.

En términos de la vulnerabilidad social, se analizó considerando la importancia local del sector en términos de la incidencia del número de pescadores por habitantes de las provincias costeras, la participación de la mujer y de pueblos originarios en la pesca y acuicultura. La vulnerabilidad de las actividades de pesca y acuicultura se analizó sobre la base de encuestas de percepción. En acuicultura a través de la capacidad de respuesta del sector frente a externalidades como la crisis del salmón y la crisis financiera de 2008. En pesca, realizando una encuesta de percepción. En el sector salmonero, la crisis se debió principalmente a malas prácticas productivas, faltas de medidas sanitarias y falta de supervisión de la autoridad. En el sector mitilicultor, falta de diversificación de mercado, problemas ambientales y a países competidores. En el ostionero y alguero, principalmente por falta de diversificación de mercado y a países competidores. En el sector pesca, se considera que la vulnerabilidad humana es de magnitud similar a la vulnerabilidad ecológica, y se percibe que la pesquería de peces pelágicos es la más vulnerable, seguida por las pesquerías de moluscos.

Conceptualización de la vulnerabilidad

La evaluación de la vulnerabilidad debida al cambio climático tiene por objeto asistir en las decisiones políticas para responder adecuadamente a los desafíos del cambio climático a través de la investigación de cómo los cambios proyectados en el clima local, nacional, regional podrían afectar los sistemas naturales (dimensión ecológica) y las actividades humanas (dimensión humana, Fig. 3.1). Generalmente, los estudios consideran la exposición o susceptibilidad del sistema natural, los efectos del sistema socio-económico (evaluación de impactos), y/o cómo las acciones humanas podrían reducir los efectos adversos del cambio climático en esos sistemas (evaluación de la adaptación, o una medida de la capacidad de adaptación).

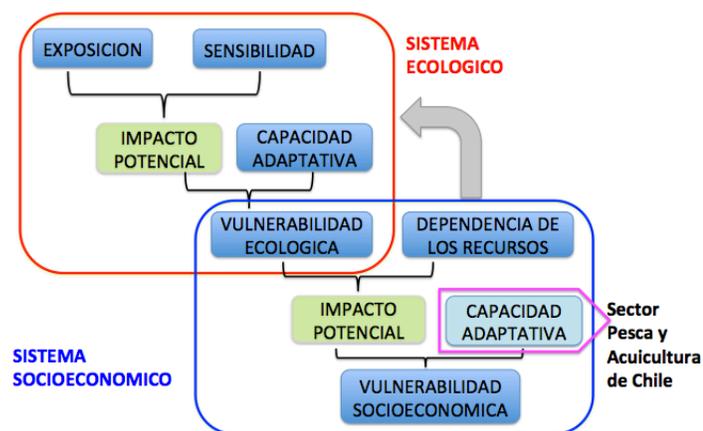


Fig. 3.1. Componentes de la vulnerabilidad ecológica y humana relacionada con el impacto del cambio climático en el sector pesca y acuicultura de Chile.

El esquema de trabajo para la evaluación de la vulnerabilidad depende del sistema a evaluar, los forzantes, las respuestas (efectos), y las acciones (adaptación). Es importante que cada evaluación sea realizada en la escala espacio-temporal relevante, y saber que los resultados serán apropiados solamente en esas escalas. El cambio climático plantea un desafío, ya que en muchos casos la frecuencia de los eventos extremos está determinada por las condiciones climáticas, pudiendo hacerse más recurrentes en el futuro, aumentando con ello el nivel de vulnerabilidad de los sistemas.

La vulnerabilidad es definida como el grado al cual un sistema es susceptible, o es incapaz de enfrentar los efectos adversos del cambio climático (IPCC, 2001). Asimismo, el IPCC define también vulnerabilidad como "...una función de carácter, magnitud y tasa de variación climática al cual un sistema está expuesto, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación" (McCarthy et al., 2001; Daw et al., 2008). Los componentes de la vulnerabilidad son: i) exposición, ii) sensibilidad, y iii) capacidad de adaptación o resiliencia. La importante diferencia entre impacto y vulnerabilidad, donde el impacto potencial está definido por la exposición y la sensibilidad, mientras que la capacidad de adaptación disminuye el impacto potencial. Mientras más capacidad de adaptación tiene un sistema, tendrá menos impacto potencial y por lo tanto menos vulnerable.

La exposición corresponde al conjunto de condiciones climáticas que ponen a un sistema en una situación de peligro o de daño potencial. La sensibilidad corresponde al grado al cual el sistema es afectado por el cambio climático. Desde el punto de vista del sector pesca y acuicultura, la exposición puede ser definida como la naturaleza y grado en que los sistemas de producción de la

pesca y acuicultura están expuestos al cambio climático. En tanto, la sensibilidad puede ser definida como el grado con que la economía y las personas pueden ser afectadas por cambios relativos en las pesquerías (dependencia del sector). La capacidad de adaptación tiene que ver con la resiliencia, es decir la capacidad del sistema de absorber cambios y es principalmente una función de la dimensión humana; i.e., de los individuos y grupos que actúan para administrar el sistema. Por supuesto en la dimensión ecológica, los sistemas naturales también tienen una capacidad de adaptación e influyen en la resiliencia del sistema (Allison et al. 2005, Daw et al., 2008, Allison et al. 2009). En la Figura 3.2. se presenta el riesgo y su relación con los impactos debido a una amenaza natural (no controlable) y la vulnerabilidad de un sistema (controlable). El trabajo a realizar ante una amenaza natural debe ser disminuir la vulnerabilidad, mediante acciones y procesos de adaptación, aumento de la capacidad de adaptación y medidas de mitigación.

Amenaza Natural (A) Fenómenos naturales con suficiente intensidad, en un espacio y tiempo específico, para causar daños	Vulnerabilidad (V) Condiciones resultantes de factores físicos, socioeconómicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad a los impactos de la amenaza. Depende de la exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación
No controlable	Controlable
Riesgo (A, V) Probabilidad de pérdidas físicas, socioeconómicas y ambientales como resultado combinado de la amenaza y la vulnerabilidad.	

Figura 3.2. El riesgo y su relación con los impactos debido a una amenaza natural (no controlable) y la vulnerabilidad de un sistema (controlable).

Antecedentes de mediciones de vulnerabilidad al cambio climático en Chile en el sector pesquero y acuícola.

En 1987 se creó un Grupo Regional para preparar un primer informe sobre los efectos de los cambios climáticos en los ecosistemas costeros y marinos del Pacífico Sudeste. La segunda reunión de consulta de los Puntos Focales Nacionales del Plan de Acción, efectuada en Santiago de Chile en diciembre de 1990, comunicó los resultados de la Reunión de Coordinadores Regionales en Singapur (noviembre de 1990) e instruyó a la CPPS para convocar a una segunda reunión del Grupo Regional, la que se efectuó en Santiago, en enero de 1991. En esta reunión, se acordó la creación de grupos de trabajo nacionales para preparar informes nacionales y posteriormente

preparar un 2° Informe Regional sobre los Efectos de los Cambios Climáticos en el Pacífico Sudeste, basados esta vez en los supuestos adoptados en la reunión de Singapur y que Chile entregó a la CPPS en abril de 1992. En una tercera reunión del Grupo Regional efectuada en Santiago, en mayo de 1992, el grupo acordó preparar Casos Nacionales de Estudio sobre las implicancias de los efectos socioeconómicos de los cambios climáticos, propuesta que había sido ya aprobada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA.

Durante la segunda reunión del Grupo Nacional efectuada en Valparaíso en julio de 1992, se acordó elegir la bahía de Concepción como localidad para llevar a cabo el Caso de Estudio Nacional, utilizando la metodología recomendada por el “Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)”. La Comisión Permanente del Pacífico Sur – CPPS, y el PNUMA, a través del Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste (Colombia, Chile, Ecuador, Panamá y Perú), realizaron la evaluación de la vulnerabilidad de las áreas costeras a incrementos en el nivel del mar como consecuencia del calentamiento global: caso de estudio - Bahía de Concepción, Chile⁴.

Vulnerabilidad del sector acuicultor.

González et al. (2013), realizaron un análisis de vulnerabilidad en el sector acuícola, basándose en la metodología de Allison et al. (2009), específicamente para los recursos de principales cultivos en Chile, como salmones, choritos, ostión del norte y algas (*Macrosystis sp.* y *Gracilaria sp.*). Para obtener la vulnerabilidad, estiman los niveles de exposición, niveles de sensibilidad y la capacidad de adaptación, bajo los escenarios A2 y B2. Considerando que el escenario A2, es de emisiones alta y existe crecimiento constante de la población, el desarrollo económico está regionalmente orientado y el cambio tecnológico es muy fragmentado y más lento que en otros escenarios. En el caso del escenario B2, las emisiones son bajas, además existen soluciones locales para la economía, la sociedad y el ambiente sustentable. Está orientado hacia la protección ambiental y la igualdad social que se enfoca en niveles locales y regionales (IPCC, 2007).

Los estresores físicos y ambientales utilizados para determinar el nivel de exposición fueron: cambios en la temperatura superficial del mar, salinidad, la intensidad del viento, el aumento del nivel del mar y los niveles de precipitaciones. Los datos utilizados para determinar la

⁴ <http://www.cambioclimaticobiobio.cl/anillos/pdf/vulnerabilidaddeBahadeConcepcin.pdf>

sensibilidad de la economía a través de la actividad de la acuicultura fueron: la importancia relativa de la acuicultura y la acuicultura tipos con respecto a la economía nacional (PIB), las exportaciones nacionales y el empleo. Determinación de la capacidad de adaptación del país se basó en información sobre: la importancia relativa de la economía chilena en el ámbito internacional (PIB), el índice de esperanza de vida del país, los indicadores de nivel de educación (alfabetización y los índices de matrícula en la enseñanza) y el índice de gobernabilidad nacional de Chile según el Banco Mundial. En la Fig 3.3, se muestra los índices o niveles de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación en ambos escenarios climáticos. Específicamente el nivel de exposición es más alto en el ostión del norte, con un valor de 0,45 y el más bajo es en salmónes con un valor de 0,29. Sin embargo, en el escenario B2 la exposición es baja en todos los sectores con valores que no superan los 0,22. En los niveles de sensibilidad y capacidad de adaptación los valores son iguales en ambos escenarios. Por lo tanto, estos resultados demostraron que Chile y la economía chilena tiene un nivel bajo de vulnerabilidad al cambio climático a través de los efectos potenciales del Cambio Climático de la actividad acuícola, ocupando aproximadamente 0,26 y 0,23 en la escala de 0 a 1, en los escenarios A2 y B2, respectivamente (Fig. 3.4). Es importante destacar que los autores de este estudio encuentran estos resultados de alguna manera engañosa para el desarrollo de políticas, ya que esta metodología no permite determinar la vulnerabilidad real de la propia actividad de acuicultura, sino que dice que la economía chilena y el país en su conjunto no es vulnerable efectos del cambio climático en actividad. Por el contrario, la experiencia muestra que las actividades de acuicultura con los niveles más bajos de vulnerabilidad bajo este método (algas y ostiones) son los más vulnerables, ya que se realizan a nivel de pequeña escala se enfrentan por lo general las estructuras de mercado oligopsónico y en algunos casos por las asociaciones de las mujeres pobres, como es el caso de las algas (*Gracilaria*).

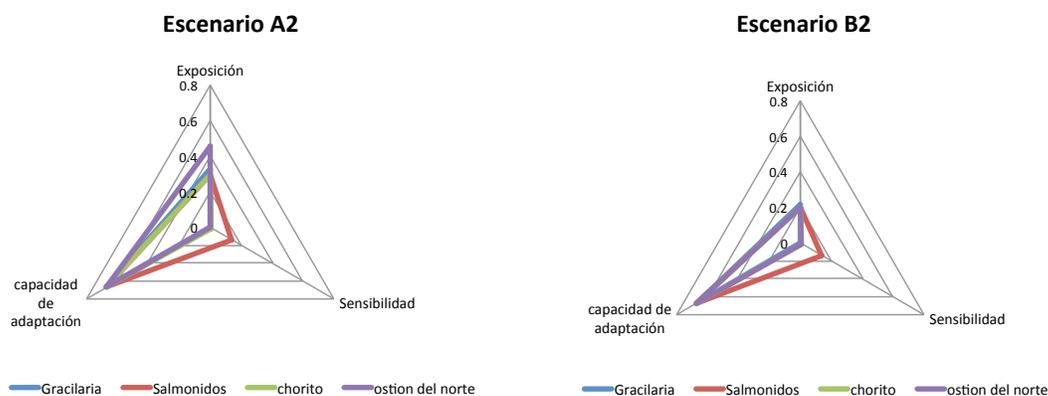


Figura 3.3. Componentes de vulnerabilidad para los cultivos de algas, salmónidos, choritos y ostión del norte, a) escenario A2 y b) escenario B2

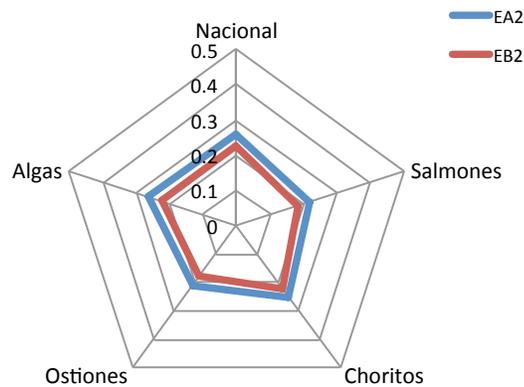


Figura 3.4. Vulnerabilidad al cambio climático en el sector acuicultor en los escenarios A2 y B2.

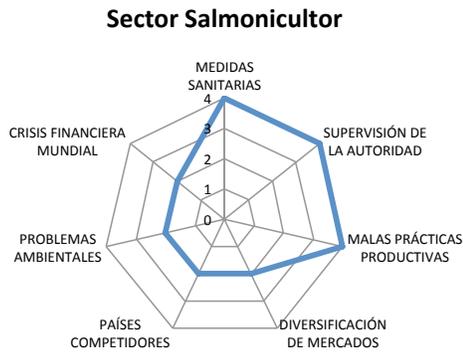
En la Revista Mundo Acuícola y Pesquero (Edición 79, 2011), se da a conocer los resultados de una encuesta realizada a través del portal Mundo Acuícola (www.mundoacuicola.cl), a 520 profesionales ligados al rubro acuícola, cuyo objetivo fue conocer la percepción de la crisis de la acuicultura chilena, en cinco sectores: salmonicultor, miticultor, ostionero, abalonero y alguero. La encuesta consultaba sobre la percepción que originaba la crisis, considerando los factores como, medidas sanitarias, supervisión de la autoridad, malas prácticas productivas, diversificación de mercados, países competidores, problemas ambientales, crisis financiera mundial. Esto lo entregan según la respuesta de los encuestados, considerando si dicho factor: influyo mucho, influyo moderadamente, influyo poco, no influyo. Se utilizó esta encuesta como base de información para valorar en el contexto de vulnerabilidad a los distintos factores antes mencionados. Esto con el fin, de dar a conocer el poder que tienen otros factores que son de corto y mediano plazo, con respecto a las grandes proyecciones que tiene el cambio climático y aún cuando se reconoce una alta incertidumbre respecto a sus consecuencias directas e indirectas sobre la actividad a nivel local. La valoración de vulnerabilidad esta dada por 1 (muy baja), 2 (baja), 3 (media) y 4 (alta), y se resume en la Figura 3.5 en términos de los factores que influyeron en la crisis acuícola chilena.

El sector salmonicultor (Fig. 3.5a), presentó una gran crisis sanitaria por el virus ISA (anemia infecciosa del salmón) a partir del año 2007. Hubo tres factores principales que se definieron en la encuesta, y que fueron los gatillantes para que el sector fuera vulnerable como impulsor económico de la Región de los Lagos y de la Región de Aysén. Estos fueron las medidas sanitarias, la supervisión de la autoridad, y las malas prácticas productivas. Sin embargo, el sector

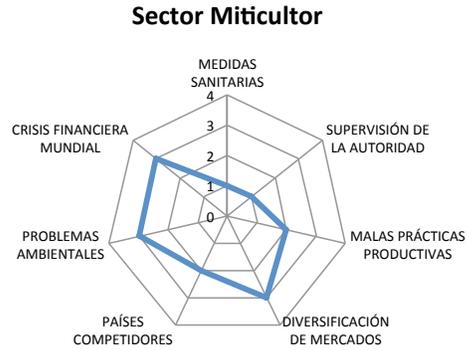
tiene una gran capacidad de adaptación, ya que de acuerdo al nivel económico que esta inmerso, es capaz de reaccionar rápidamente. Actualmente esa capacidad de adaptación ha sido fortalecida en mayor grado, tornándose proactiva, generando nuevas normativas, procedimientos, monitoreos, medidas de bioseguridad, fiscalización, y nuevos mercados (ej., mercado brasilero).

En el sector miticultor (Fig. 3.5b), podemos indicar que fue medianamente vulnerable a los factores de la crisis financiera mundial, diversificación de mercado y problemas ambientales. Con respecto a la crisis financiera mundial y la diversificación de mercado, casi el 90% de las exportaciones chilenas se destinan a los mercados desarrollados, los que fueron más afectados por la recesión económica. El principal mercado es la Unión Europea, y en particular España, donde la crisis económica fue muy fuerte. Las exportaciones chilenas de mejillones en 2009 ascendieron a 38572 toneladas, por valor de USD 94,4 millones, lo que representa una caída del 15% y 28,5% en volumen y valor, respectivamente. Como resultado, el valor unitario de las exportaciones cayó un 16% en la comparación año a año, en línea con una tendencia general a la baja de los precios internacionales. Esta caída en el comercio exterior fue el primer revés después de cinco años de crecimiento sostenido de las ventas a los mercados extranjeros. En el caso de los problemas ambientales, la producción de semillas es muy sensible a las variaciones ambientales, como el aporte de agua dulce de ríos y estuarios, variaciones en el fitoplancton, efectos como El Niño, La niña, erupciones volcánicas. A su vez, la cosecha es sensible a las Floraciones de Algas Nocivas (FAN). Expertos indican que la escasez de semilla de choritos se debe a la acidificación de las aguas por el volcán Chaitén, y por el uso de antibióticos y químicos antiparasitarios en la salmonicultura. Estos efectos podrían determinar que los reproductores no estén en condiciones óptima para la producción de gametos, y el deterioro genético. Este ultimo, debido a que se recolecta todas las semillas, no permitiendo en el banco de reproductores seleccionar los mejores genéticamente.

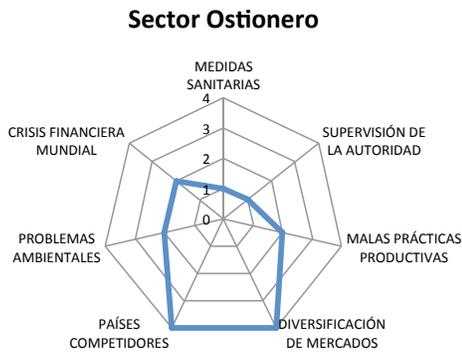
a)



b)



c)



d)



e)

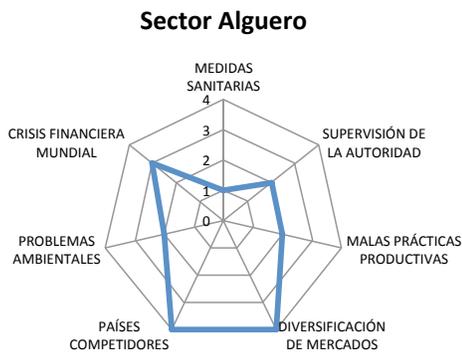


Figura 3.5. Vulnerabilidad del sector acuícola chileno según encuesta de Mundo Acuícola.

El sector ostionero (Fig. 3.5c), fue altamente vulnerable por la falta de diversificación del mercado, ya que al año 2008 el principal mercado era Francia. Sin embargo, esto sirvió para aumentar la capacidad de adaptación del sector. En efecto, a partir del 2010 las exportaciones se distribuyeron en varios países de Europa, Oceanía y Sudamérica. El otro factor relevante en la crisis

fue el poder competidor de Perú, logrando un buen puesto en el mercado internacional, debido a menores precios y con productos de mejor tamaño.

El sector abalonero (Fig. 3.5d) es medianamente vulnerable a la diversificación del mercado. Los antecedentes indican que al año 2007, el principal mercado era Japón; sin embargo, el año 2010, se introdujo el abalón en conserva en el mercado asiático, principalmente en Hong Kong, por lo tanto, la demanda del producto en conjunto al precio ha incrementado.

El sector alguero (Fig. 3.5e), presentó una vulnerabilidad muy alta debido a la falta de diversificación de mercados y por países competidores. Si bien la crisis financiera influyó, lo hace en menor grado que los dos factores antes mencionados. La crisis del sector del año 2009, fue debida al desarrollo que tuvo China y la demanda de hidrocoloides, además del menor precio con el que competían otros países por el producto, específicamente por *Gracilaria* (pelillo). El 2010, una de las localidades de principales de cultivo de pelillo, Tubul, sufrió las grandes consecuencias del terremoto y tsunami.

La encuesta realizada por Mundo Acuícola, midió la percepción del efecto de la crisis en el ámbito laboral (Fig. 3.6) y la percepción de la reactivación de la actividad (Fig. 3.7). En el caso del efecto en lo laboral, los encuestados indicaron que fue la cesantía en el sector ostionero y salmonicultor. En los alguero hubo cerca de 75% que indicó que hubo una disminución de las remuneraciones, mientras que en el miticultor 32% indicó que hubo disminución de las remuneraciones; y el 40% indicó que no hubo efectos. En la percepción de reactivación del sector, más del 47% de los encuestados indicó que el sector salmonero se había reactivado. Más del 40% indicó que el sector miticultor, ostionero y alguero la reactivación sería en el mediano plazo.

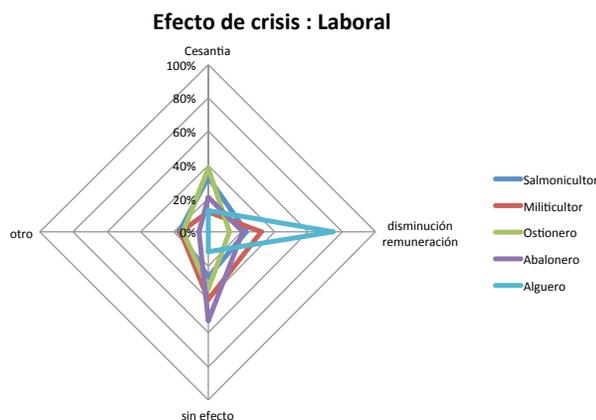


Fig. 3.6. Percepción del efecto de la crisis en el ámbito laboral de cada sector.

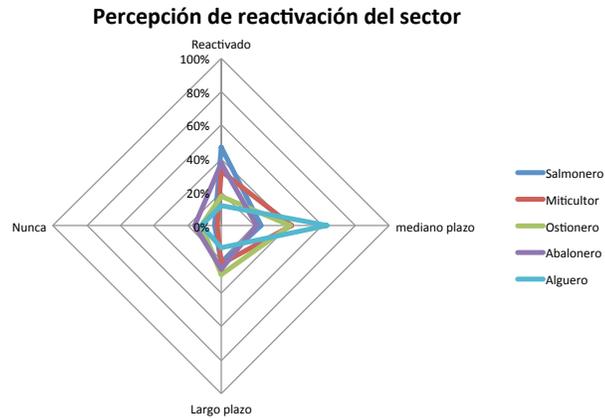


Fig. 3.7. Percepción de reactivación de cada sector.

Vulnerabilidad ecológica en la acuicultura

Mitilidos, *Mytilus chilensis*.

Navarro et al. (2013), analizaron el impacto a distintos niveles de exposición de $p\text{CO}_2$ en la fisiología y posibles efectos en los cultivos del chorito o mejillón de la zona sur de Chile. La figura 3.7 muestra como se ve afectado el alcance del crecimiento a mayores concentraciones de $p\text{CO}_2$.

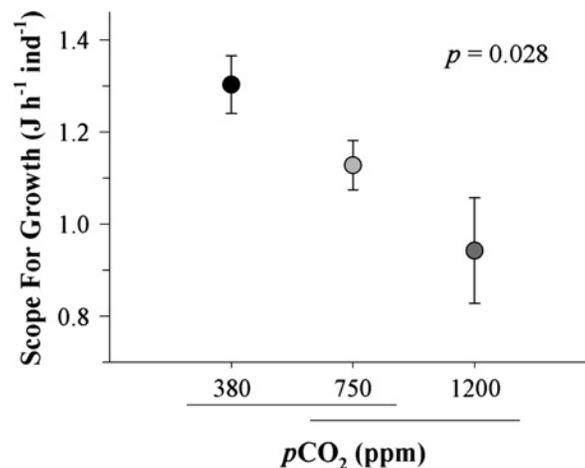


Figura 3.8. Alcance para el crecimiento medido en mejillones expuestos durante 70 d a niveles de 380, 750 y 1200 ppm de $p\text{CO}_2$. Los valores representan los medios integrada \pm errores estándar de doce experimentos, los valores p son de prueba de ANOVA comparando un tratamiento diferente. Líneas de enlace indican diferencias significativas ($p > 0,05$) (Extraída de Navarro et al., 2013).

Al proyectar estos resultados a un cultivo típico de 10000 cuerdas que contiene semillas de 2 cm de longitud, se podría producir 42120 kg/mes en condiciones de $p\text{CO}_2$ de 380 ppm. Cuando se exponen a concentraciones de $p\text{CO}_2$ de 1200 ppm, se obtendrían 30456 kg/mes lo que implica una reducción de 28% en la producción de tejidos. En un nivel intermedio de concentraciones de $p\text{CO}_2$ (750 ppm) el crecimiento se reduce en 13%, lo que representa una producción de 36612 kg/mes.

La captación de semilla es otro factor importante que determina vulnerabilidad ecológica para el sector miticultor. El proceso de producción esta dividido en tres etapas fundamentales, que se inicia con la producción de semillas que provienen exclusivamente de la captación en el medio natural. Aunque existen tecnologías de producción controlada, éstas no tiene viabilidad económica por el costo oportunidad asociado. Las semillas son trasladadas a centros de crecimiento, donde son mantenidas hasta la talla comercial en sistemas suspendidos de cultivos. La producción es cosechada y enviada a plantas de proceso para la elaboración de productos finales, los que son comercializados principalmente en el mercado internacional. Por lo que en esta cadena de producción, el sistema ecológico, viene dado por las captación de semilla y el cultivos de engorda, el cual recibe directamente los impactos o repercusiones de cambio climático, aunque el factor social también esta inverso en este sistema. En su sistema socioeconómico, lo representa las plantas de proceso y la comercialización. Los sistemas institucionales y el sistema de proveedores de bienes, reciben repercusiones si es que existen cambios o modificaciones en el sistema de producción. Hay que dejar en claro que estos efectos puedes ser positivos o negativos.

Pesquería de algas pardas

En el sistema ecológico, las comunidades de algas son fuertemente impactadas por variables climáticas y oceanográficas, así lo demuestra Vásquez et al. (2006) el efecto que tiene el ENSO 1997-1998 en la comunidades de huiros, varía significativamente entre estaciones dentro de un mismo año y entre años. Para *Macrocystis* y *Lessonia* mostraron una disminución en la densidad de plantas adultas y de juveniles durante el verano de 1997. En el caso de *M. integrifolia*, existió un aumento de los esporofitos de adultos y juveniles, sin embargo, durante La Niña (1999), las poblaciones de *Macrocystis* mostraron una disminución significativa en la abundancia de sus poblaciones, desapareciendo en el periodo 1999-2001. Hacia el año 2003 ocurrió un leve aumento en la densidad de esporofitos de adulto. Por lo tanto, los antecedentes relativos a la vulnerabilidad ecológica asociada con el ciclo de vida, indican que para *Macrocystis pyrifera* el incremento de las temperatura tiene generalmente efectos negativos en la producción de esporas, germinación,

reclutamiento y crecimiento del esporofito, y en la gametogénesis va a depender de la población y grado de temperaturas (Harley et al., 2012). A su vez, aunque no se conoce los efectos del incremento en la concentración de CO₂, se tiene antecedentes que aumentos de CO₂ serían beneficiosos para la gametogénesis.

Vulnerabilidad ecológica en pesquerías

Interacción entre la pesca y la variabilidad ambiental

Se conoce que las poblaciones de peces exhiben fluctuaciones naturales en diferentes escalas temporales, desde la variabilidad interanual hasta centennial, no necesariamente explicadas por la pesca, tal y como se desprende de los registros sedimentarios de escamas en California, Perú y Chile (Baumgartner et al., 1992; Valdés et al. 2008). Sin embargo, también se ha documentado que una pesca intensa ejercida sobre las poblaciones aumenta la variabilidad natural debido a que la sensibilidad al ambiente también aumenta (Ottersen et al., 2006). Los cambios inducidos por la pesca están referidos tanto al agotamiento severo de la biomasa reproductora como relacionados con alteraciones en la composición de edades/tamaño de las poblaciones, con consecuencias en la demografía, provocando un aumento en la sensibilidad de las poblaciones a la variabilidad climática y al cambio climático (Perry et al., 2010). Asimismo, los cambios demográficos inducidos por la pesca pueden ser reversibles si están asociados con la plasticidad fenotípica, y pueden ser irreversibles cuando han ocurrido cambios evolutivos en los rasgos demográficos (Jorgensen et al., 2007).

El impacto de la variabilidad climática sobre las poblaciones de peces marinos ha sido revisada por Perry et al. (2010), Ottersen et al. (2010), Drinkwater et al. (2010), y Brander et al. (2010). Según a Perry et al. (2010), se distinguen dos componentes en el forzamiento climático: a) variabilidad, y b) cambio (tendencia). La variabilidad ocurre en un amplio rango de escalas temporales, desde la escala intra-estacional a la interdecadal, centennial y de mayor escala, en tanto que el cambio climático se define como un cambio secular en el patrón promedio (Brander et al., 2010). Cuando ocurre una variación climática las respuestas potenciales del ecosistema marino incluyen respuestas directas e indirectas a varios factores físicos y químicos, que incluyen temperatura, vientos, mezcla vertical, salinidad, y oxígeno, entre otros. Otras clasificaciones incluyen respuestas temporalmente retrasadas, lineales o no-lineales (Ottersen et al., 2010), así como respuestas directas, transientes, y de retroalimentación no-lineal (Collie et al., 2004). Algunas respuestas biológicas pueden tener fases y periodos que están acoplados directamente al

forzamiento, otras son transientes debido a una serie de cambios biológicos que pueden persistir después que han sido gatillado por el forzamiento, en tanto que las respuestas de retroalimentación no-lineal describen una respuesta biológica auto-sustentada que puede perdurar en la estructura del ecosistema (Overland et al., 2010).

Desde el punto de vista de los impactos asociados al cambio climático, y en escalas de tiempo de unos pocos años, los cambios en la temperatura podrían afectar la distribución de las especies (Greene et al., 2009), cambios en la época de la ocurrencia de eventos importantes de su historia de vida, como la época reproductiva (Koeller et al., 2009), siendo las especies con ciclo de vida corto como calamares y peces pelágicos pequeños los más afectados (Barange et al., 2009). En escalas intermedias el stress fisiológico mediado por cambios en temperatura y cambios adicionales en procesos de historia de vida podría afectar el reclutamiento y por lo tanto la abundancia de muchas poblaciones (Payne et al., 2009). Los cambios futuros en la distribución espacial, eventos de la historia de vida, y la abundancia reflejará la interacción entre los cambios asociados al clima en el océano y las respuestas demográficas de las poblaciones.

Las especies sometidas a la explotación pesquera exhiben una mayor variabilidad que las poblaciones que no son de interés comercial (Hsieh et al., 2006; Anderson et al., 2008). El mecanismo responsable está asociado con la alteración de la estructura demográfica de las poblaciones por la pesca, a través de la remoción selectiva de los individuos más viejos y más grandes de la población, truncando la estructura de tallas/edad (Hutchings y Reynolds, 2004; Berkeley et al., 2004a,b; Hsie et al., 2006; Longhurst, 2006; Jorgensen et al., 2007). Los efectos de la pesca sobre la estructura de tallas/edad se traducen además en una probable alteración en el patrón de desove de las poblaciones, ya que los individuos más grandes tienden a tener una actividad reproductiva más extensa y comienzan a desovar más temprano que los desovantes más pequeños, de primera reproducción (Solemdal, 1997; Cubillos y Claramunt, 2009), tanto temporal como espacialmente (Berkeley et al., 2004a). Asimismo, por efecto maternal, la sobrevivencia de huevos puede ser más baja con la disminución de la edad promedio del stock desovante (Berkeley et al. 2004b; Birkeland y Dayton, 2005), y la estructura espacial de subunidades de stock puede verse también alterada (Ottersen et al. 2006). El crecimiento y la talla/edad media de madurez se ven también alterados por la pesca, ya sea por plasticidad fenotípica o por la selección de individuos de crecimiento rápido y madurez temprana (Olsen et al., 2004; Fudge y Rose, 2009). Se postula que las consecuencias directas de una explotación pesquera intensa determinan un incremento en la sensibilidad de las poblaciones a la variabilidad y cambio climático (Planque et al., 2010; Perry et al., 2010). De acuerdo con Perry et al. (2010), es necesario tomar en cuenta los efectos del clima y de la pesca simultáneamente en vez de tratar de desentrañar sus efectos por separado. En efecto, los

cambios demográficos inducidos por la pesca cambian la configuración de las respuestas de las poblaciones de peces, aumentando su sensibilidad a la variabilidad ambiental (Figura 3.9).

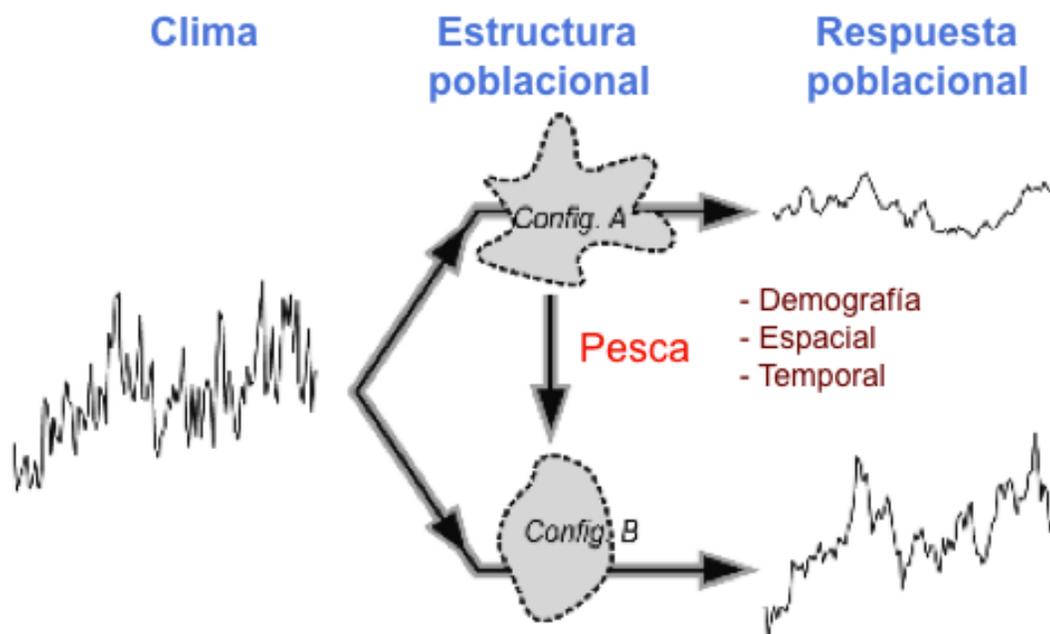


Figura 3.9. Esquema que ilustra las diferentes respuestas poblacionales a las variaciones del clima según la intensidad de la explotación pesquera, que afecta la demografía y una serie de procesos espacio-temporales (adaptada de Perry et al., 2010).

En Chile, los efectos de la pesca sobre la composición por edad de las poblaciones pueden aumentar la sensibilidad de los stocks a cambios climáticos. Por ejemplo, en el caso de la sardina española (*Sardinops sagax*) en la zona norte de Chile, los efectos de la pesca determinaron cambios en la estructura de edad que se tradujeron en la virtual ausencia de los grupos de edad más viejos y una disminución de la longitud a la edad (Serra y Tsukayama, 1988). Asimismo, Yáñez et al. (1986) y Yáñez y Barbieri (1988) establecen que el aumento de la biomasa de sardina se asocia con el establecimiento de un período extenso de tiempo después de 1976 hasta 1985, que se caracterizó por condiciones más cálidas y con vientos más intensos que favorecieron el reclutamiento (Yáñez et al. 2001; Yáñez et al., 2008).

La dramática disminución de la abundancia de sardina después de 1985, podría ser consecuencia tanto de la intensa explotación como también a un cambio de régimen (Alheit y Ñiquen, 2004), que favoreció al reclutamiento de la anchoveta en la zona norte de Chile. En este

contexto, según Cubillos (2013), una alta mortalidad por pesca tuvo efectos negativos sobre el reclutamiento de la sardina, aumentando la sensibilidad del stock a los efectos adversos impuestos por un cambio de régimen que ocurrió en 1985. Por otra parte, Cahuin et al. (2013) encontraron que el reclutamiento de anchoveta fue sensible a la variabilidad ambiental cuando la biomasa del stock desovante fue baja (< 4 millones de t), y que las condiciones ambientales favorables para el reclutamiento están asociadas con aguas frías, termoclina, y una capa más somera de la Zona de Mínima de Oxígeno, y surgencia intensa (Chávez et al., 2003; Alheit y Ñiquen, 2004; Bertrand et al., 2004, 2011). Una vez que el stock consolida el aumento de la biomasa desovante, el stock pierde sensibilidad a la variabilidad ambiental. De esta manera, el éxito reproductivo de la anchoveta en la zona norte de Chile aparentemente fue favorecido notablemente después de 1985, y particularmente a contar de 1990, cuando las condiciones ambientales que la favorecen se consolidan (Cahuin et al., 2013). A su vez, la recuperación de la anchoveta ocurre en sincronía con la recuperación de la anchoveta del stock del norte-centro de Perú (Cubillos et al., 2007), y aunque la pesca ha sido intensa, el éxito reproductivo en los stocks de anchoveta frente a Perú y norte de Chile se debería a condiciones ambientales favorables (Cahuin et al., 2009).

Otro ejemplo interesante, ocurre en el caso de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en la zona austral de Chile. En este recurso se verifica una intensa sobreexplotación, incidiendo en cambios demográficos bastante importantes y que puede ser consecuencia de la interacción entre la pesca y la sensibilidad al ambiente. En efecto, mientras la intensidad de pesca impactó reduciendo progresivamente el stock desovante (Fig 3.10), después de 1998 se produce un cambio significativo en el nivel de reclutamiento promedio. Según Cubillos et al. (2013), a partir de 1999 se verifica un cambio ambiental que se refleja en un enfriamiento general y de gran escala en la zona de desove y áreas de crianza de este recurso (Fig. 3.11). Este cambio en el nivel de productividad, pudo determinar que el stock desovante siguiera disminuyendo, generándose un agotamiento severo del recurso y una alteración en la estructura de edad y en algunos parámetros como la edad y talla de madurez (Dr. F. Balbontín, comm. Pers. 2013).

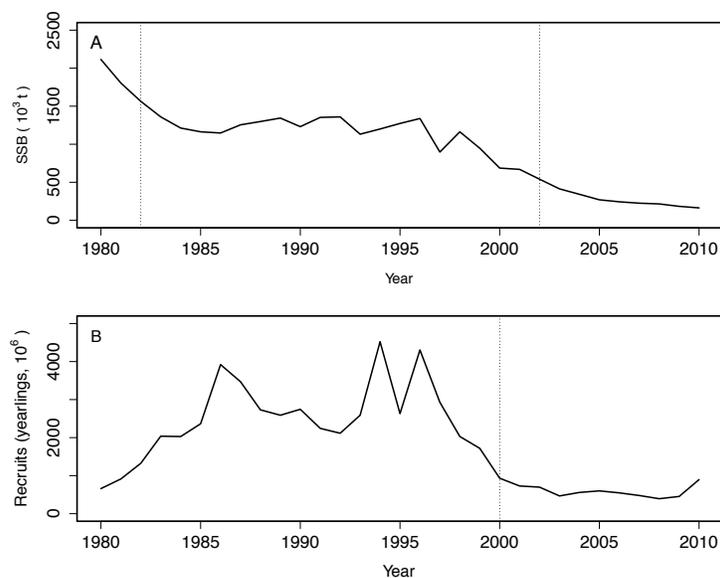


Figura 3.10. Cambios temporales en la biomasa del stock desovante (A) y reclutamiento a la edad 1 (B) de merluza de cola (modificado de Payá et al., 2011). Las líneas verticales indican un cambio significativo en el nivel medio de las series, identificados con el método de conglomerados cronológicos de Legendre y Legendre (1988) y el método Bayesian Change Points de Barry y Hartigan (1993) (obtenida de Cubillos et al., en prensa).

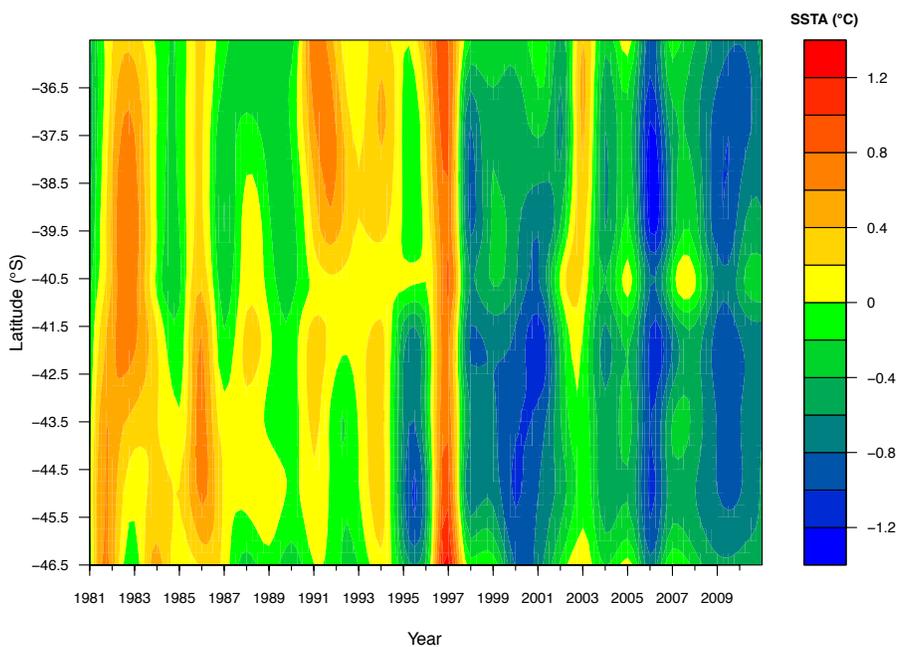


Figura 3.11. Anomalías de temperatura superficial del mar en la zona centro-sur de Chile ($35^{\circ}30'S - 46^{\circ}30'S$) durante el periodo postdesove de la merluza de cola (Julio-Diciembre). Se observa un cambio de condiciones cálidas a un periodo frío después de 1998 (obtenida de Cubillos et al., en prensa).

Estrategias de manejo en un ambiente cambiante

De acuerdo a lo expuesto, se sabe que los efectos de una pesca intensa producen una disminución severa del stock desovante de las poblaciones, y asimismo cambios en la estructura de edad pueden producir alteraciones en la demografía de las poblaciones. En este contexto, y considerando que las poblaciones que se encuentran en una situación de sobreexplotación son más sensibles a los cambios ambientales, se plantea que:

- i) La vulnerabilidad ecológica al cambio climático es alta en las poblaciones que se encuentran en un estado de sobreexplotación y/o de agotamiento severo de la biomasa desovante.
- ii) Cambios o ajustes en la estrategia de explotación son necesarios ante condiciones ambientales que se consideran desfavorables para la productividad de las poblaciones.
- iii) La dependencia del recurso constituye un factor importante de vulnerabilidad social y económica.

Desde el punto de vista clásico la sobrepesca por reclutamiento puede ser reversible. En efecto, cuando la mortalidad por pesca es alta y ha provocado una disminución severa del stock desovante, traspasando algún nivel límite que se considera de alto riesgo para la renovación del stock vía la producción de huevos y el aporte de nuevos reclutas, las acciones de manejo tienden a enfocarse en la recuperación biológica mediante la aplicación de medidas de manejo que involucran ya sea el cierre o bien una disminución de la explotación. Esta estrategia es válida cuando el ambiente no ha cambiado, y los efectos del mismo no tienen una incidencia importante en la productividad.

Aunque la importancia de los efectos ambientales sobre el reclutamiento es reconocida, aún existen dificultades o criterios formales para integrar dichos efectos en los métodos de evaluación de stock y procedimientos de manejo. En consecuencia, en muchos casos los métodos de evaluación de stock y el manejo institucionalizado asumen que los stocks son sistemas aislados cuya dinámica está determinada solamente por la mortalidad por pesca. En este contexto, el manejo pesquero se basa en el estado de situación de un stock sobre la base de un indicador de desempeño que es un estimador del potencial reproductivo, por ejemplo la biomasa del stock desovante; y un indicador que mide el nivel de explotación tal como la tasa de mortalidad por pesca. Las medidas de manejo por lo general tratan de controlar la explotación a través del control del desembarque considerando una cuota de captura (medida de manejo). La cuota de captura se determina a través de un

procedimiento de manejo y cuyo objetivo es mantener el stock desovante dentro de límites biológicos seguros. Para ello se establecen puntos biológicos de referencia objetivos (PBRO) y límites (PBRL) para la biomasa desovante y para la mortalidad por pesca. Los PBRO representan una situación deseable de explotación con mínimo riesgo para el stock y para la pesquería, mientras que el PBRL indica una situación no deseada y que debe ser evitada. El manejo, por lo tanto, opera sobre la base de reglas de decisión que definen el nivel de mortalidad por pesca que puede ser aplicado en el futuro, dada la situación actual del stock desovante y nivel de mortalidad por pesca respecto de los puntos biológicos de referencia.

Un elemento importante de una regla de decisiones la estrategia de explotación, la cuál pueden ser: i) captura constante, ii) tasa de explotación constante, y iii) escape constante; y iv) tasa de explotación constante con umbral (Punt, 2010). De estas estrategias, la captura constante es de mayor riesgo si el estock es altamente fluctuante y cuando la incertidumbre de la estimación de biomasa es alta. Tiene la desventaja de aumentar la tasa de explotación cuando el stock disminuye. La tasa de explotación constante determina cuotas de captura proporcionales a la biomasa, y constituye la aproximación que se utiliza en el caso de las principales pesquería nacionales que están siendo administradas con cuotas de captura. Para implementar la estrategia de escape constante se requiere definir un umbral de biomasa bajo el cual no debe permitirse la pesca, y si el stock se encuentra sobre dicho umbral la cuota de captura se calcula ajustando la mortalidad por pesca objetivo, y si supera el nivel objetivo, se aplica la mortalidad por pesca objetivo (Fig. 3.12).

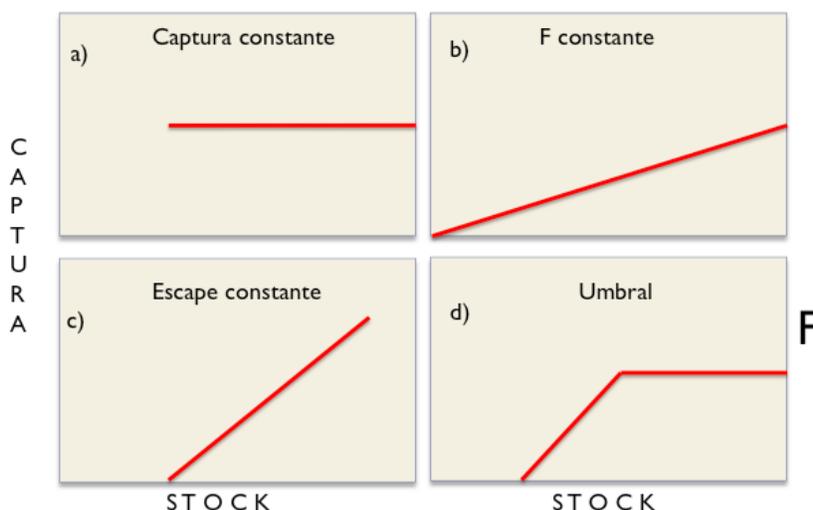


Figura 3.12. Estrategias de pesca genéricas que pueden ser aplicadas para el control de la explotación: a) captura constante, b) mortalidad por pesca constante, c) escape constante, y d) estrategia mortalidad por pesca constante con umbral, donde en el eje de la ordenada se indica la mortalidad por pesca.

En un ambiente cambiante que influye en el reclutamiento, varias aproximaciones se han sugerido para incorporar la variabilidad ambiental en las reglas de control (Basson, 1999; A'Mar et al., 1999; Hurtado-Ferro et al., 2010). Intuitivamente, la hipótesis nula considera que si la relación correcta entre el ambiente y el reclutamiento se pudiera conocer entonces el desempeño del manejo debería mejorar sustancialmente. Sin embargo, en algunos casos esto no ocurre así, y los procedimientos que asumen un ambiente no cambiante tienen un buen desempeño (Punt, 2011).

Por otra parte, cuando el reclutamiento es modulado por el ambiente en forma explícita bajo diferentes escenarios de cambio climático, la estrategia de manejo aplicada puede presentar un bajo desempeño, tanto en términos de mantener al stock dentro de los límites seguros como en lograr capturas altas y estables (A'Mar et al., 2009). Los autores proponen estrategias de explotación alternativas que mejoran el desempeño del procedimiento de manejo en un ambiente cambiante.

Según Basson (1999) hay dos maneras en las que la información ambiental podría ser incorporada en el manejo:

- 1) Pronóstico del reclutamiento basado en un indicador ambiental, tal que pueda ser utilizado en proyecciones de corto plazo, y
- 2) Ajustar los puntos biológicos de referencia de acuerdo con las condiciones ambientales que prevalecen.

Las proyecciones de corto plazo, basadas en un pronóstico del reclutamiento, son prácticas comunes al momento de establecer las cuotas de captura. Si bien es cierto no se basan en un indicador ambiental, el promedio geométrico de los años más recientes puede dar cuenta de condiciones ambientales que prevalecen por algunos años. Asimismo, la contribución del reclutamiento en las capturas totales puede ser muy bajo y solamente podría tener consecuencias en un escenario de proyección de mediano plazo más que de corto plazo. El ajuste de los puntos biológicos de referencia a condiciones ambientales prevalecientes dice relación con tendencias de largo plazo en el reclutamiento, o cambios súbitos de un régimen a otro (Alheit et al., 2005). En este contexto, el ajuste consiste en considerar la productividad actual del stock. En este contexto, Basson (1999) analizó estos dos enfoques y concluyó que el ajuste de la mortalidad por pesca podría tener un mejor desempeño siempre y cuando la relación entre el reclutamiento y el ambiente es lo suficientemente fuerte. De Oliveira et al. (2005) llegó a una conclusión similar al examinar procedimientos de manejo para peces pelágicos pequeños. Asimismo, Brunel et al. (2010) establecen que el desempeño de las reglas de control de captura basadas en el ambiente, en las que la mortalidad por pesca varía dependiendo de las condiciones ambientales, fue pequeño. Sin

embargo, cuando el ambiente tiene un efecto perjudicial para el stock, entonces este tipo de ajuste fue mejor que el enfoque convencional. Los beneficios de usar reglas de control de captura basados en el ambiente fueron mayores en los casos en que la relación ambiente-recursos fue la más fuerte.

Punt et al. (2013) señalan que en muchos casos se han documentado relaciones entre parámetros biológicos, usualmente reclutamiento, y covariables ambientales. Cuando tal relación es fuerte, dichos casos constituyen un enfoque mecanicista que podría ser aplicado para pronosticar el reclutamiento bajo escenarios futuros de cambio climático. Sin embargo, aunque tal enfoque es atractivo y parece tener un alto contenido de realidad biológica, parecen ser útiles solamente de una manera retrospectiva para comprender los mecanismos subyacentes de la relación más que para proyectar respuestas futuras frente a la variabilidad y cambio climático. Asimismo, se debe considerar los siguientes aspectos al momento de interpretar los resultados de dichas predicciones:

- 1) La posibilidad de que la relación pueda ser falsa (Haltuch y Punt 2011),
- 2) La posibilidad que la relación se debilite en el tiempo con información nueva (Myers, 1998),
- 3) La predicción del ambiente es muy baja más allá de algunos años (Walters y Collie, 1988),
y
- 4) La probabilidad que la forma de la relación cambien en el tiempo (Schindler et al., 2008)

Los estudios que se ha dedicado a evaluar estrategias de manejo en un ambiente cambiante han sido pocos, y muchos de ellos utilizan un enfoque empírico. Por lo tanto, este enfoque no puede ser tratado como predicciones porque la modulación biológica en los modelos operativos no se basan en relaciones estimadas. El valor de estas simulaciones solamente tienen valor en la exploración de aquellas estrategias de manejo que son robustas a la variabilidad de los parámetros biológicos (Punt et al., 2013).

De acuerdo con Punt et al. (2013), modificar las estrategias de manejo para incluir covariables ambientales no mejora sustancialmente la habilidad para lograr los objetivos de manejo en escalas de corto a mediano plazo y que son relevantes para la toma de decisiones de los sistemas de manejo actuales. Solamente cuando la información sobre los factores ambientales que modulan el sistema son bien conocidos, pueden ser útil para incorporar la variabilidad ambiental a la toma de decisiones.

La situación de vulnerabilidad ecológica de las pesquerías nacionales

Las pesquerías artesanales de recursos bentónicos

Las pesquerías artesanales de recursos bentónicos se caracterizan por ser espacialmente estructuradas, y el manejo de estas pesquerías ha tendido hacia el establecimiento de políticas espacialmente explícitas. Las áreas marinas protegidas, los sistemas de áreas de exclusión y rotación, y la asignación de unidades territoriales con derecho de uso son algunos ejemplos. En Chile, las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB) constituyen una medida de manejo que ha permitido cierto grado de éxito para la pesquería del loco (*Concholepas concholepas*), macha (*Mesodesma donacium*).

La variabilidad climática asociada a la variabilidad El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), y el cambio climático, son estresores de importancia para las pesquerías de recursos bentónicos (Arntz et al., 2006; Gaymer et al., 2010). El cambio climático podría favorecer a ciertas especies sobre otras y modificar la biogeografía de los stocks de invertebrados, la abundancia y demografía, así como tasas vitales como la alimentación, crecimiento y el comportamiento, a través de un arreglo de taxa, tales como algas, crustáceos, moluscos, equinodermos y peces (Fiedler, 2002, Navarrete et al., 2002; Vásquez et al., 2006; Moreno et al., 2008; Villegas et al., 2008). Los estados larvales pelágicos pueden ser impactados por cambios de gran escala modulados por el clima en patrones de circulación y especies endémicas sin estados larvales dispersivos son particularmente vulnerables al cambio climático. Cambios en la fenología reproductiva pueden traducirse en retrasos en la actividad reproductiva de desovantes invernales de zonas frías templadas como respuesta al calentamiento global (Moore et al., 2011).

La variabilidad climática observada en el pasado, tanto en la escala interanual (e.g, ENOS) como interdecadal (Oscilación Decadal del Pacífico), ha demostrado que bajo esquemas de gobernanza débil y políticas de acceso abierto la modulación ambiental exagera los cambios sobre los stocks de recursos bentónicos. Por ejemplo, la mortalidad masiva de macha *Mesodesma donacium* en la zona norte de Chile debida al evento El Niño 1997-98 (Defeo y Castilla, 2012). Thatje et al. (2008) identifican que los factores determinando la estructura y dinámica de las comunidades de recursos bentónicos en relación con la variabilidad climática asociada al ENOS son el enriquecimiento, que tiene que ver con la disponibilidad de nutrientes como uno de los factores principales que determina la estructura y dinámica de las comunidades costeras; la provisión larval y el reclutamiento (Navarrete et al., 2002), y la capacidad de “ecosystem engineering” (sensu Jones et al., 1994). Thatje et al. (2008) proponen que diferencias en los impactos de pequeña escala del

ENOS a lo largo de la costa es esencial para el manejo sostenible de los ecosistemas costeros y las comunidades que dependen de estos, más que la visión oceanográfica y macro-ecológica.

Por otra parte, la migración y conformación de campamentos de pesca temporales es un factor importante que debe ser reconocido para mejorar (Aburto et al., 2009). De acuerdo con Defeo y Castilla (2012), las pesquerías de recursos bentónicos requieren la urgente implementación de medidas de manejo resilientes y esquemas de gobernanza efectivos en el largo plazo, particularmente bajo la presión de condiciones de cambio e incertidumbre.

Las pesquerías costeras y de mar abierto

En Chile, las pesquerías reguladas de peces pelágicos, demersales, y de crustáceos bentodemersales, se encuentran en diferentes estados de explotación, con diferentes perspectivas de su explotación de acuerdo con la dependencia de las condiciones ambientales. En los peces pelágicos se tiene una alta vulnerabilidad ecológica básicamente porque el ambiente modula tanto la magnitud del reclutamiento como la disponibilidad a la pesca a través de cambios en la distribución. Los peces pelágicos pequeños, particularmente la anchoveta en la zona norte de Chile, exhibe cambios en su distribución espacial ante eventos climáticos extremos como eventos El Niño-Oscilación del Sur y cambios de régimen asociados con la variabilidad interdecadal (Chávez et al., 2003; Alheit y Ñiquen, 2004; Bertrand et al., 2004, 2011). La pesquería del pez espada también se considera con una vulnerabilidad ecológica alta, principalmente debido a cambios en la distribución modulados por el ambiente (Gatica et al., 2009; Espíndola et al., 2011). Se sabe que el Pacífico suroriental presenta condiciones frías después de La Niña 1999-2000, y que estas anomalías están afectando la disponibilidad de pez espada (Espíndola et al., 2011). En otros pelágicos cuyo conocimiento es limitado, tal como la sierra y la reineta, la dependencia ambiental es indirecta ya que su disponibilidad es dependiente de la disponibilidad de presas como pelágicos pequeños anchoveta y sardina común como de Eufáusidos.

En el caso del jurel, se considera que esta pesquería tiene una vulnerabilidad ecológica alta básicamente debido al nivel de agotamiento actual. Una serie de cambios inducidos por la pesca como por el ambiente han sido observados en la historia de esta pesquería. El aumento en abundancia de jurel probablemente a mediados de los años 70 probablemente fue inducido por condiciones ambientales favorables que favorecieron al reclutamiento. Sin embargo, la intensa explotación pesquera determinó una crisis importante después de 1996, que en interacción con los efectos del evento El Niño 1997-98, determinaron cambios en la estructura espacial de la poblacional (Arcos et al., 2001). Por otra parte, después de La Niña 1999-2000, no se detectó

ingreso de jurel a la zona costera y determinó la operación en aguas oceánicas internacionales por la flota industrial de cerco de la zona centro-sur.

En el caso de las pesquerías de peces demersales (Tabla 3.2), la influencia ambiental ha sido menos documentada. Sin embargo, se hipotetiza que la productividad de la merluza común está asociada con la variabilidad interdecadal, pero mayormente afectada por cambios inducidos por la pesca y mortalidad por predadores como la jibia (*Dosidicus gigas*). En este contexto, si el aumento en la abundancia y disponibilidad de la jibia se debió a los cambios observados en el clima del océano del Pacífico suroriental después de El Niño 1997-98 o La Niña 1999-2000, entonces los efectos climáticos sobre la merluza común sería del tipo indirecto. Se destaca que después del 2003, la merluza común ha exhibido cambios demográficos que se expresan en la disminución de la talla de madurez y una alteración de la estructura de edades. Una situación similar está ocurriendo con la merluza de cola, observándose cambios inducidos por la pesca en la talla y edad de primera madurez con capturas dominadas esencialmente sobre la fracción más joven del stock. En este caso, sin embargo, el reclutamiento cambió a un nivel de más baja productividad después de 1999 y se asocia con el régimen de condiciones más frías que se registran en el Pacífico suroriental.

Las principales pesquerías de crustáceos en Chile se resumen en la Tabla 3.3, donde se observa que en general se encuentran plenamente explotados. El stock de langostino colorado fue afectado por la pesca determinando un agotamiento importante después de 1999, probablemente en concomitancia con los efectos del evento El Niño 1997-98 y el aumento en abundancia de la merluza común. La medida de manejo fue una veda total que se extendió por ocho años, observándose la recuperación de la biomasa solamente después del 2007. El langostino colorado, y probablemente el langostino amarillo, es que se probables efectos ambientales podrían estar relacionados con cambios en la concentración de oxígeno disuelto relacionado con la hipoxia que podría afectar la eclosión, muda, y eventualmente el reclutamiento (Yannicelli y Castro 2013, Yanicelli et al., 2013).

Tabla 3.1. Clasificación del estado, estrategia de explotación, y perspectivas de los principales recursos pesqueros pelágicos de Chile. Fuente: Fondo de Investigación Pesquera. (www.fip.cl), y Subsecretaría de Pesca (www.subpesca.cl). Nomenclatura: F = Plena explotación, D = Agotamiento, O = Sobreexplotación, M = explotación moderada.

Pesquería	Unidad de pesquería o Región	Estado de explotación	Estrategia de explotación	Comentarios respecto de la estrategia de pesca	Perspectivas en relación con efectos principales del ambiente	Vulnerabilidad ecológica
Anchoveta	XV, I, II	F	F _{40%}	Mantener la explotación, pero las capturas serían más bajas por menor reclutamiento	Depende de la magnitud del reclutamiento, y de la disponibilidad asociada con cambios en la distribución modulada por el ambiente.	Alta
Sardina española	XV, I, II	D	n.d.	Estado de agotamiento severo, capturas incidentales	Dependiente de un cambio a un régimen favorable.	Alta
Anchoveta	III-IV	F	F _{40%}	Mantener la explotación, pero las capturas serían más bajas por menor reclutamiento	Depende de la magnitud del reclutamiento.	Alta
Sardina española	III, IV	D	n.d.	Estado de agotamiento severo, con capturas muy bajas	Dependiente de un cambio a un régimen favorable.	Alta
Anchoveta	V-X	O	F _{60%}	Disminuir la explotación pesquera.	La situación es dependiente de la magnitud del reclutamiento	Alta
Sardina común	V-X	F	F _{66%}	Mantener la explotación, pero el 2013 hubo una disminución significativa del reclutamiento.	Depende de la magnitud del reclutamiento, y de la disponibilidad asociada con cambios en la distribución.	Alta
Sardina austral	X-XI	F	F _{66%}	Situación de baja productividad.	Depende de la magnitud del reclutamiento, y de la disponibilidad asociada con cambios en la distribución.	Alta

Pesquería	Unidad de pesquería o Región	Estado de explotación	Estrategia de explotación	Comentarios respecto de la estrategia de pesca	Perspectivas en relación con efectos principales del ambiente	Vulnerabilidad ecológica
Anchoveta	XV, I, II	F	F _{40%}	Mantener la explotación, pero las capturas serían más bajas por menor reclutamiento	Depende de la magnitud del reclutamiento, y de la disponibilidad asociada con cambios en la distribución modulada por el ambiente.	Alta
Jurel	XV-X	O	FMRS	Disminuir la explotación pesquera.	Reclutamientos por debajo del promedio histórico. Dependiente de un cambio a un régimen favorable.	Alta
Pez espada	XV-XII	F	n.d.	Aumento en las capturas artesanales.	Depende de la disponibilidad asociada con cambios en la distribución	Alta
Sierra	V-X	n.d.	n.d.	n.d.	Dependiente de la disponibilidad de presas en la costa (anchoveta y sardina común)	¿?
Reineta	II-X	n.d.	n.d.	n.d.	Depende de la disponibilidad asociada con cambios en la distribución	¿?

Tabla 3.2. Peces demersales. Clasificación del estado, estrategia de explotación, y perspectivas de los principales recursos demersales de Chile. Fuente: Fondo de Investigación Pesquera. (www.fip.cl), y Subsecretaría de Pesca (www.subpesca.cl). Nomenclatura: F = Plena explotación, D = Agotamiento, O = Sobreexplotación, M = explotación moderada.

Pesquería	Unidad de pesquería o Región	Estado de explotación	Estrategia de explotación	Comentarios respecto de la estrategia de pesca	Perspectivas en relación con efectos principales del ambiente	Vulnerabilidad ecológica
Merluza común	IV, 41°28,6'S	O (D)	F _{40%}	Disminuir la explotación, con capturas más bajas	Depende de la magnitud del reclutamiento, y restauración de procesos biológicos (madurez)	Alta
Merluza de 3 aletas	41°28,6'-57°S	F	F _{40%}	Mantener la explotación actual	n.d.	¿?
Merluza de cola	V-X, XI-XII	O (D)	F _{40%}	Disminuir la explotación, con capturas más bajas.	Reclutamientos por debajo del promedio histórico. Dependiente de un cambio a un régimen favorable, y restauración de procesos biológicos (juvenilización, madurez temprana)	Alta
Merluza del sur	41°28,6'-57°S	F	F _{MRS}	Exceso de captura, disminuir la explotación	Indirectamente dependiente de su principal presa, la merluza de cola.	Moderada
Raya volantín	VIII-41°28,6'	O	10%	Disminuir la explotación	La intensidad de pesca puede aumentar la sensibilidad ambiental.	Alta
Congrio dorado	41°28,6'-47°S	O	F _{40%}	Disminuir la explotación, y recuperación de biomasa	n.d.	¿?
Congrio dorado	47°-57°S	F(O)	F _{40%}	Mantener la explotación, o disminuirla	n.d.	¿?
Alfonsino	XV-XII	O	F _{40%}	Mantener la Veda biológica	Incertidumbre en la capacidad de renovación	Alta
Bacalao de Profundidad	XV-47°S	O(D)	F _{MRS}	Disminuir la explotación.	Incertidumbre en el reclutamiento externo, y en la capacidad de renovación	Alta

Pesquería	Unidad de pesquería o Región	Estado de explotación	Estrategia de explotación	Comentarios respecto de la estrategia de pesca	Perspectivas en relación con efectos principales del ambiente	Vulnerabilidad ecológica
Besugo	III-X	D	¿?	Mantener la Veda biológica	Incertidumbre en la capacidad de renovación	Alta

Tabla 3.3. Crustáceos. Clasificación del estado, estrategia de explotación, y perspectivas de los principales recursos de crustáceos de Chile. Fuente: Fondo de Investigación Pesquera. (www.fip.cl), y Subsecretaría de Pesca (www.subpesca.cl). Nomenclatura: F = Plena explotación, D = Agotamiento, O = Sobreexplotación, M = explotación moderada.

Pesquería	Unidad de pesquería o Región	Estado de explotación	Estrategia de explotación	Comentarios respecto de la estrategia de pesca	Perspectivas en relación con efectos principales del ambiente	Vulnerabilidad ecológica
Camarón nailon	II-VIII	F	¿?	Mantener la explotación actual	n.d.	Moderada/Baja
Langostino amarillo	II-IV	F	F _{40%}	Mantener la explotación actual	n.d.	Moderada/Baja
Langostino amarillo	V-VIII	F	¿?	Mantener la explotación actual	n.d.	Moderada/baja
Langostino colorado	II-IV	F	¿?	Mantener la explotación actual	Variabilidad en el oxígeno disuelto y temperatura podría afectar al reclutamiento.	Moderada/baja
Langostino colorado	V-VIII	F	¿?	Mantener la explotación actual	Variabilidad en el oxígeno disuelto y temperatura podría afectar al reclutamiento.	Moderada/baja
Centolla	XII	F	¿?	Mantener la explotación actual	¿?	¿?
Langosta Juan Fernández	Archipiélago de Juan Fernández	F	¿?	Mantener la explotación actual	Conectividad del ciclo de vida por circulación general y/o ocurrencia de remolinos	Moderada

Vulnerabilidad social

La vulnerabilidad social se relaciona con la incapacidad de las personas, organizaciones o sociedades de resistir los impactos adversos de diversos factores estresantes a los que están expuestos. Estos impactos se deben en parte a características inherentes de la interacción social, instituciones, y factores culturales. Siguiendo a Adger (2006) definimos la vulnerabilidad social con referencia a la capacidad de las personas y grupos sociales de responder, recuperarse, o adaptarse, a cualquier estrés externo sobre su bienestar y su modo de vida. El enfoque de la vulnerabilidad social coloca al bienestar socioeconómico como el elemento central del análisis, enfocándose en las restricciones institucionales que limitan la capacidad de respuesta. La vulnerabilidad (o, de manera converso, la seguridad) de cualquier grupo social se determina por los recursos a los que el grupo (o el individuo) tiene acceso.

La vulnerabilidad social es una condición que antecede a los eventos extremos, y afecta la capacidad de la sociedad para enfrentarlos, resistir y recuperarse (Adger 2006; St. Bernard 2002). También se hace referencia a factores externos, particularmente el proceso de globalización y sus efectos sobre el empleo (Pizarro, 2001). La vulnerabilidad social tiene dos componentes explicativos: (1) se refiere a la inseguridad e indefensión que experimentan comunidades, familias y personas en sus condiciones de vida como consecuencia del impacto que ejerce algún tipo de evento de carácter traumático, y (2) se refiere a la disponibilidad y el manejo de recursos y las estrategias que utilizan las comunidades, familias y personas para enfrentar los efectos de ese evento. El concepto se origina en varias vertientes: (a) la bibliografía sobre desastres naturales, que suele evaluar los riesgos de comunidades y familias ante fenómenos catastróficos y diseñar estrategias para hacerles frente, (b) los estudios la inseguridad alimentaria, (c) la insatisfacción analítica con los enfoques de pobreza y sus métodos de medición (Boltvinik, 2011), entre otros. Acotamos el último punto.

Los factores que inciden en la vulnerabilidad en Latinoamérica según la CEPAL, son:

- a) Debilidad institucional: ineficiencia, restricciones o inexistencia de políticas públicas, legislación y normas de prevención; sistemas de información, observación y alerta temprana insuficientes; escasos recursos financieros, humanos y de equipamiento; conflictos interinstitucionales y centralización administrativa.
- b) Desconocimiento del nexo conceptual entre actividad humana, impacto ambiental y desastre, y ausencia de un concepto claro del correcto uso del espacio y otros recursos naturales.

- c) Baja calidad de las obras, debido a la inexistencia o incumplimiento de normas, procedimientos preventivos y de gestión ambiental.
- d) Falta de mentalidad preventiva en la valoración y el tratamiento de amenazas y desastres por parte de la población, relacionada con la carencia de memoria histórica sobre causas y consecuencias de los desastres y la ausencia de opciones para los más pobres, lo que los hace aún más vulnerables.
- e) Poca participación del sector privado, las organizaciones de la sociedad civil y los gobiernos locales, lo que hace ineficientes la prevención de desastres y su atención.
- f) Ausencia o escasa importancia de la prevención en el discurso político y las directrices de gobierno y de Estado.
- g) Incomprensión e ignorancia del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres; consideración de los costos de prevención con una perspectiva economicista y no de inversión.
- h) Poca vinculación entre la comunidad científica, y el resultado de sus estudios, con el proceso de formulación de políticas en materia de desastres y prevención.

Vulnerabilidad social en el sector: pesquero artesanal

Chile posee una superficie total territorial de 2.006.096 km², y de acuerdo a la legislación vigente, el país se encuentra dividido en 15 regiones, cada de ellas subdivididas en provincias y estas a su vez, en comunas. En total se cuenta con 54 provincias y 346 comunas. Según datos preliminares del Censo 2012 (www.ine.cl), la población total residente es 16.572.475 hab. de los cuales el 51,4% son mujeres y el 48,6 son hombres (Tabla 3.4). En la Figura 3.13, se muestra la fracción de personas que habitan comunas costeras respecto al total de la población regional. Se puede constatar que entre la I y IV región sobre el 60% de la población habita en comunas costeras. Sin embargo entre la V y IX región es baja la incidencia de habitantes en comunas costeras. En la XII región de Magallanes el 88% de los habitantes de la región viven en comunas costeras, principalmente en la ciudad de Punta Arenas.

Tabla 3.4. Regiones administrativas, superficie, número de habitantes en cada región y en las provincias costeras, y número de personas inscritas en el registro pesquero artesanal (RPA) al 2011.

Región	Nombre	Superficie km ²	n° hab. regional Censo 2012	n° hab. comunas costeras	n° personas RPA 2011
XV	Arica y Parinacota	16.873,3	213.595	21.726	1.298
I	Tarapacá	42.225,8	298.257	186.164	2.273
II	Antofagasta	126.049,1	542.504	393.644	3.386
III	Atacama	75.176,2	290.581	203.397	4.301
IV	Coquimbo	40.579,9	704.908	549.300	5.775
V	Valparaíso	16.396,1	1.723.547	353.096	5.141
VI	Libertador General Bernardo O'Higgins	16.387,0	872.510	30.371	1.127
VII	Maule	30.296,1	963.618	77.252	2.263
VIII	Biobío	37.068,7	1.965.199	676.548	22.018
IX	La Araucanía	31.842,3	907.333	123.562	1.654
XIV	Los Ríos	18.429,5	363.887	215.848	4.079
X	Los Lagos	48.583,6	785.169	508.340	23.863
XI	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	108.494,4	98.413	28.097	2.995
XII	Magallanes y Antártica Chilena	1.382.297,2	159.102	140.416	5.467
			9.888.623	3.507.761	85.640

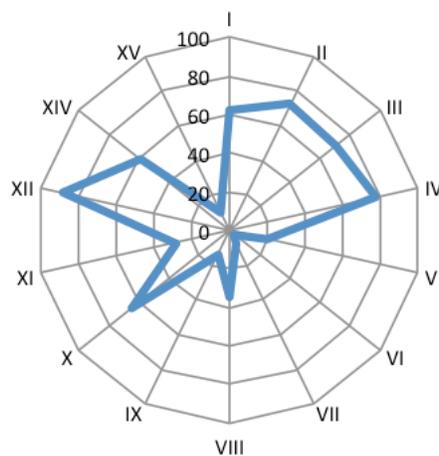


Figura 3.13. Fracción porcentual del número de habitantes en comunas costeras respecto al número de habitantes regional.

El Registro Pesquero Artesanal (RPA), registra la cantidad de persona inscritas como pescadores artesanales, donde se pueden diferenciar por categorías y género. En la Figura 3.14 se

muestra la fracción de pescadores inscritos en el RPA respecto del número de habitantes por comunas costeras. Se observa que desde la I a IX región es muy baja la incidencia de pescadores del RPA, bajo el 4%. La XI región tiene un 11% de pescadores en una comuna costera.

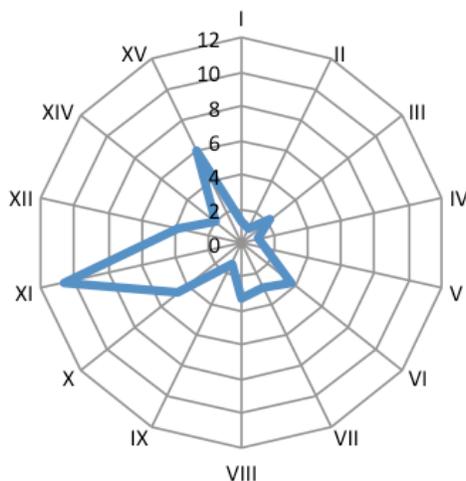


Figura 3.14. Fracción porcentual de pescadores (RPA) respecto del número de habitantes de comunas costeras.

“El cambio climático impactará de manera diferenciada las regiones del mundo, las generaciones, los grupos etarios, los grupos socioeconómicos y los géneros” (IPCC, 2001).

Condición de género: Mujeres son más vulnerables al cambio climático

El género es un factor central de organización de las sociedades y puede afectar significativamente a los procesos de producción, consumo y distribución. El género es una de las dimensiones críticas de tal diversidad. Modela las funciones y oportunidades de mujeres y de hombres y, por ende, determina su acceso a los recursos y a los procesos que les permiten abordar el cambio climático (véase la Figura 3.15).



Figura 3.15. Factores relacionados con el género, el cambio climático y la seguridad alimentaria: un marco analítico. (fuente: www.fao.org/climatechange/micca/gender)

Según los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas (<http://www.un.org/es/millenniumgoals/>), específicamente en su Objetivo 3, el cual indica, promover la igualdad entre los sexos y el empoderamiento de la mujer. Esto considerando que la condición de pobreza, dependencia directa de los recursos naturales y roles tradicionales posicionan a las mujeres en una condición de desventaja para hacer frente a los retos planteados por el cambio climático (UICN). En 2009 se promulgó ley de igualdad salarial N° 20.348, aunque desde su vigencia no se han producido cambios significativos. Según expertos, esto se debe a que la ley por sí sola no alcanza, sino que tiene que estar acompañada de algún mecanismo eficaz que se ocupe de implementarla. El punto N° 8 de la Declaración de Punta de Tralca afirma que *“la mujer ejerce un papel clave en la pesca artesanal como educadora en la transmisión y defensa de la identidad cultural”* y por tanto *“debe existir un interés prioritario, adaptado a las características de cada región, para que las mujeres organizadas accedan a oportunidades y recursos que aumenten y fortalezcan sus conocimientos para crear, adecuar y aplicar tecnologías en las diferentes fases del ciclo productivo y de comercialización, así como en las actividades de negociación y comunicaciones, en los procesos de diversificación productiva y valor agregado”*.

Según el informe de “Mujeres y hombres del sector pesquero y acuicultor de Chile 2011” (basada con estadísticas pesqueras del año 2010), un total de 85268 personas se encuentran registradas como pescadores/as artesanales en el Registro Pesquero Artesanal que lleva el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. De ellos 32869 son algueras/os o recolectoras/es de orilla, 12824 son armadoras/es, 14388 son buzas/os mariscadoras/es, y 51762 son pescadoras/es artesanales. Del total de pescadoras/es inscritos en el RPA, 17992 (21,10%) son mujeres, principalmente en las categorías de alguera (15388) y pescadora (4164). Sin embargo, las estadísticas del año 2011 (Tabla 3.5), indican que hubo un aumento en el número de inscritos, considerando 85.640 pescadores.

La participación de la mujer en el sector pesquero y acuicultor es baja, siendo más alta en la recolección de algas (Figura 3.16). La participación de género en la categoría de armador artesanal a nivel regional es inferior del 10% a nivel regional.

Tabla 3.5. Numero de inscritos por genero en las cuatro categorias de pescador artesanal, según RPA, 2011 (Sernapesca, 2011)

RPA, 2011		Armador artesanal		Buzo		Pescador artesanal		Recolector de orilla, alguero o buzo apnea.		Total	
Región											
XV	Arica y Parinacota	12	200	0	127	31	1003	39	311	82	1641
I	Tarapacá	18	298	1	414	30	916	380	1013	429	2641
II	Antofagasta	17	495	3	770	42	1430	368	1328	430	4023
III	Atacama	21	450	5	598	48	1647	577	2306	651	5001
IV	Coquimbo	29	1155	8	1313	101	3322	626	1929	764	7719
V	Valparaíso	25	826	4	602	124	4160	322	853	475	6441
VI	O'Higgins	3	63	2	121	14	312	286	634	305	1130
VII	Maule	10	377	1	171	98	1661	247	482	356	2691
VIII	Biobío	174	2368	4	2341	1766	13003	6226	2976	8170	20688
IX	La Araucanía	7	112	1	57	58	549	482	689	548	1407
XIV	Los Ríos	22	441	9	771	103	1849	1195	815	1329	3876
X	Los Lagos	107	3984	23	5218	1284	11751	5092	5184	6506	26137
XI	Aysén	55	912	7	830	386	2292	75	47	523	4081
XII	Magallanes y La Antártica	93	862	0	1049	276	4540	194	171	563	6622
	Total	593	12543	68	14382	4361	48435	16109	18738	21131	94098

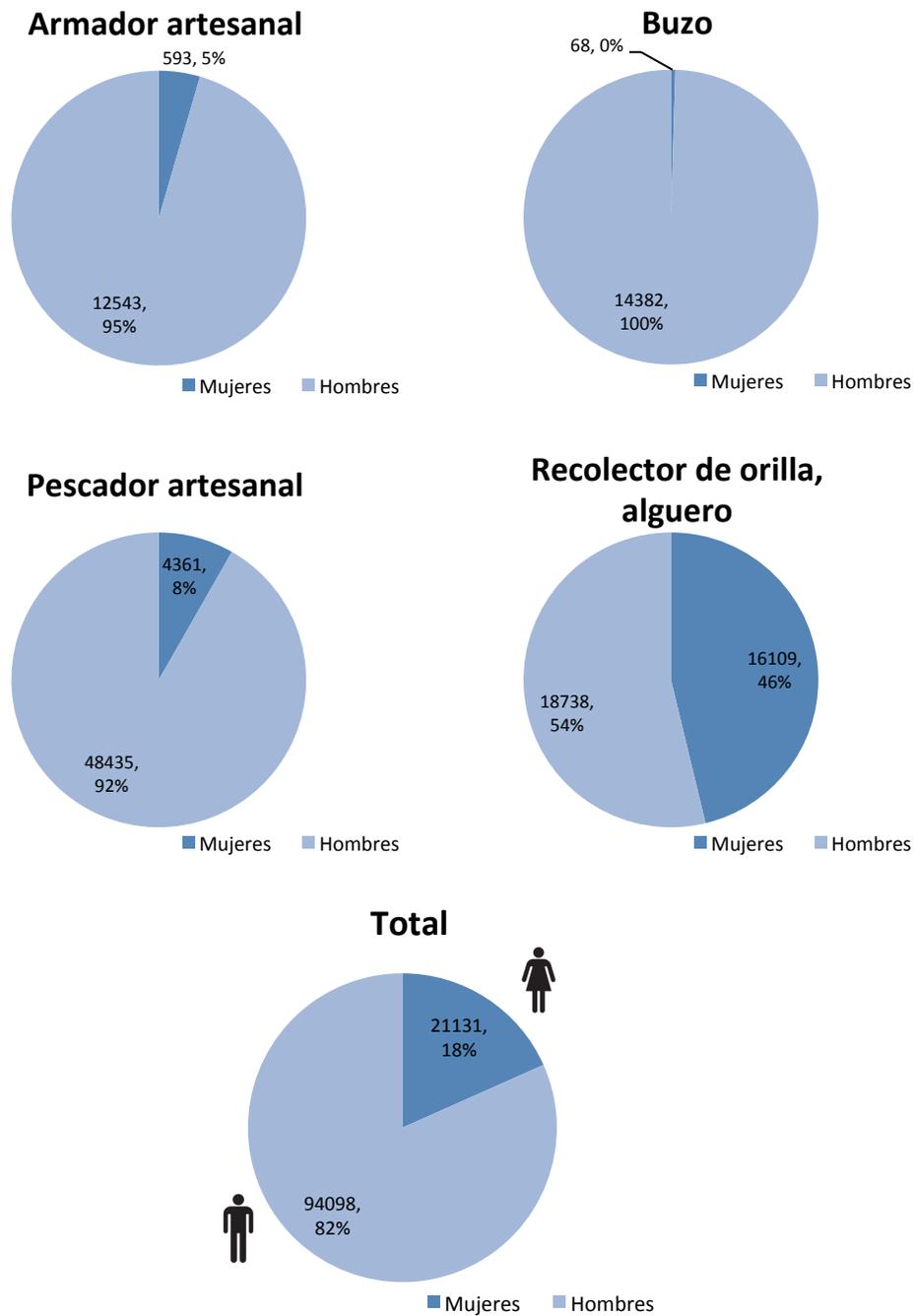


Figura 3.16. Participación de genero en cada una de las categorías de pesca artesanal, del año 2011, según información de SERNAPESCA.

La región que presenta mayor participación de la mujer es la Región de Magallanes alrededor al 9,7 %, correspondiente de un total de 955 inscritos an el RPA. La Región de Los Rios y la Región del Biobio son las regiones que presentan un mayor número de inscritos en la categoría de pescador artesanal en el RPA (2011), con 4091 y 2542 incritos, correspondiendo a una participación de la mujer armador artesanal de un 4,8% y un 6,8 % respectivamente. La región de Coquimbo es la que presetna menor participación con un 2,4%, correspondiente a un total de 1184 inscritos (Figura 3.17).

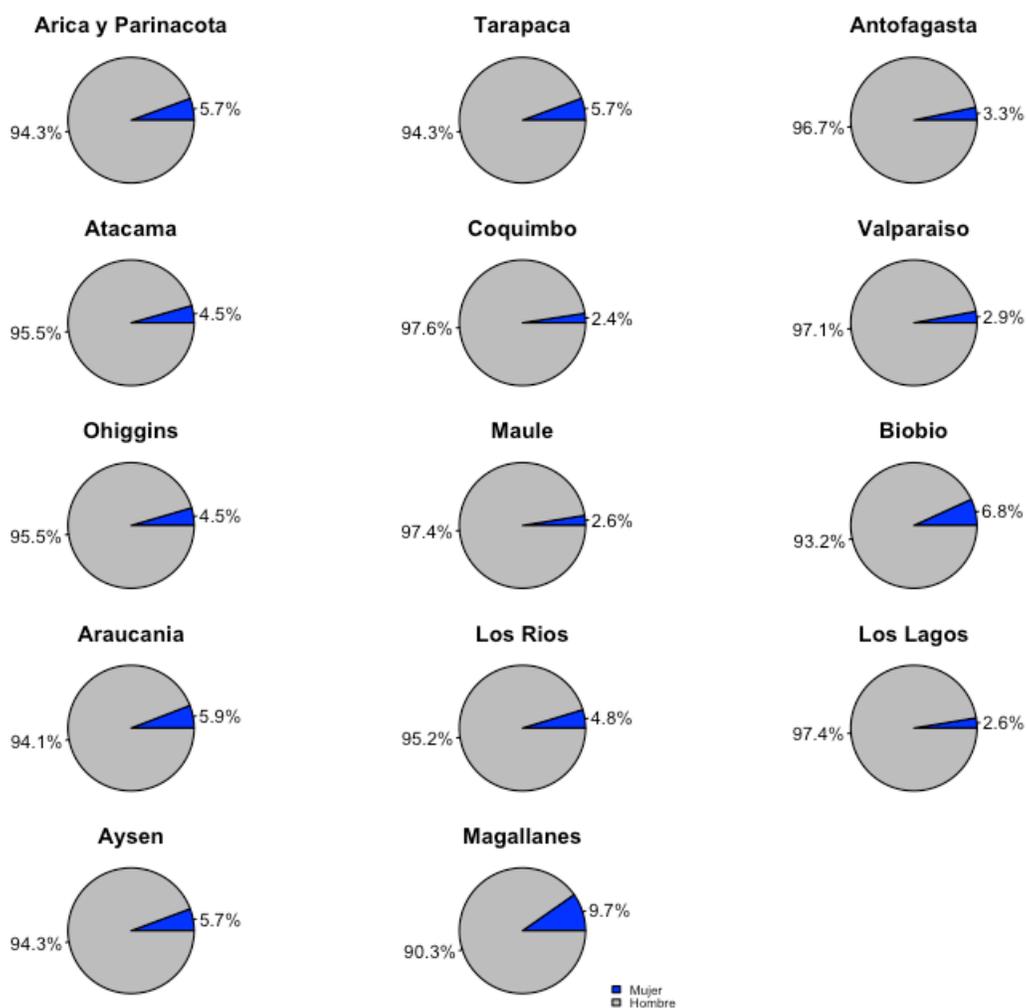


Figura 3.17. Porcentaje de participación de mujeres como armador artesanal, por región. Color azul indica mujer y gris indica hombres.

En la Figura 3.18 se presenta la participación de género en la categoría de pescados artesanal a nivel regional. La participación de la mujer en esta categoría, es inferior del 15% a nivel regional. La Región que presenta mayor participación de la mujer es la Región de Aysén con 14,4% de participación correspondiente de un total de 2678 inscritos an el RPA. La región de Coquimbo es la que presetna menor participación con un 2,8%, correspondiente a un total de 3423 inscritos. La Región de Los Rios y la Región del Biobio son las regiones que presentan un mayor numero de inscritos en la categoría de pescador artesanal en el RPA (2011), con 13035 y 14769 incritos, solo presentan una participación de la mujer pescador artesanal de un 5.3% y un 12 % respectivamente.

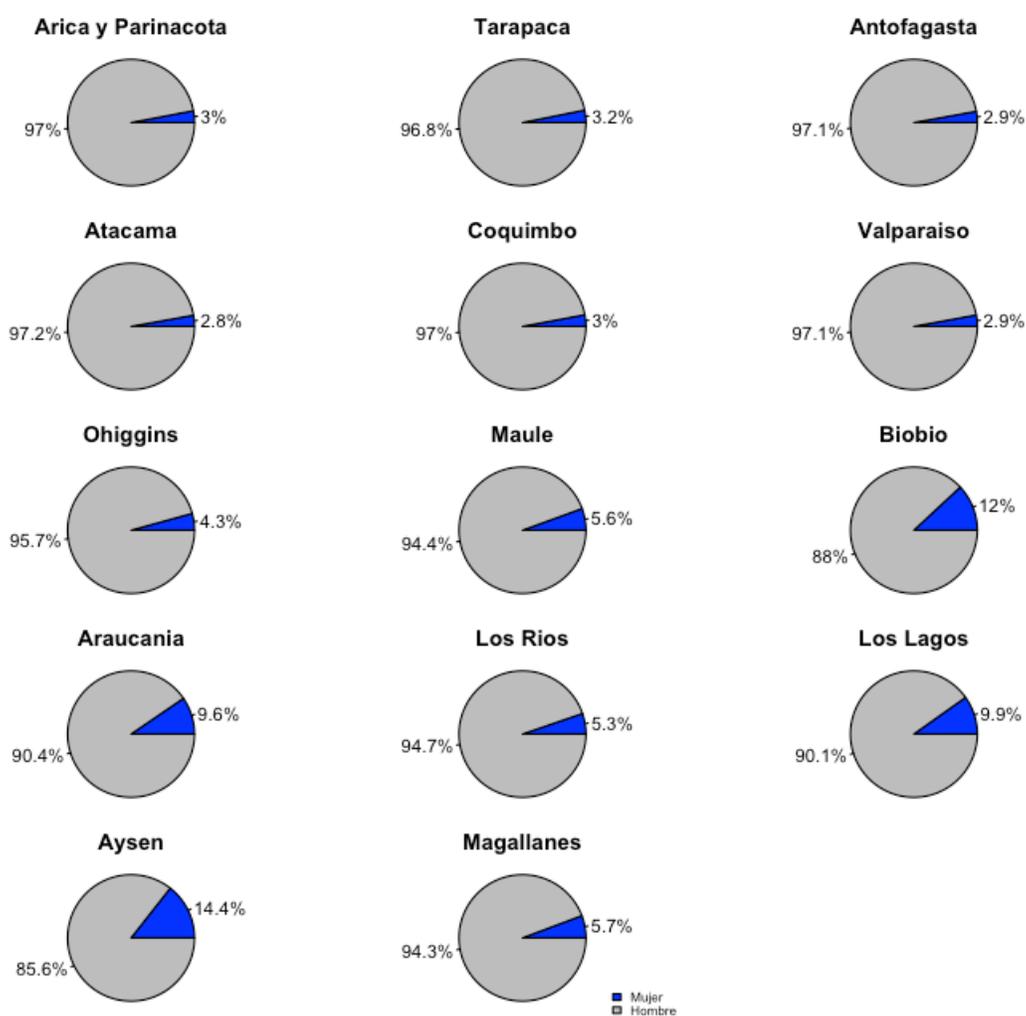


Figura 3.18. Porcentaje de participación de mujeres como pescador artesanal, por región. Azul indica mujer y gris indica hombres.

En la Figura 3.19 se presenta la participación de género en la categoría de buzo a nivel regional. La participación de la mujer en esta categoría, es inferior del 1,8% a nivel regional. La región que presenta mayor participación de la mujer es la Región de la Araucanía con 1,7% de participación correspondiente de un total de 58 inscritos en el RPA. En la Región de Arica y Parinacota y la Región de Magallanes no existe ninguna mujer inscrita en la categoría de buzo.

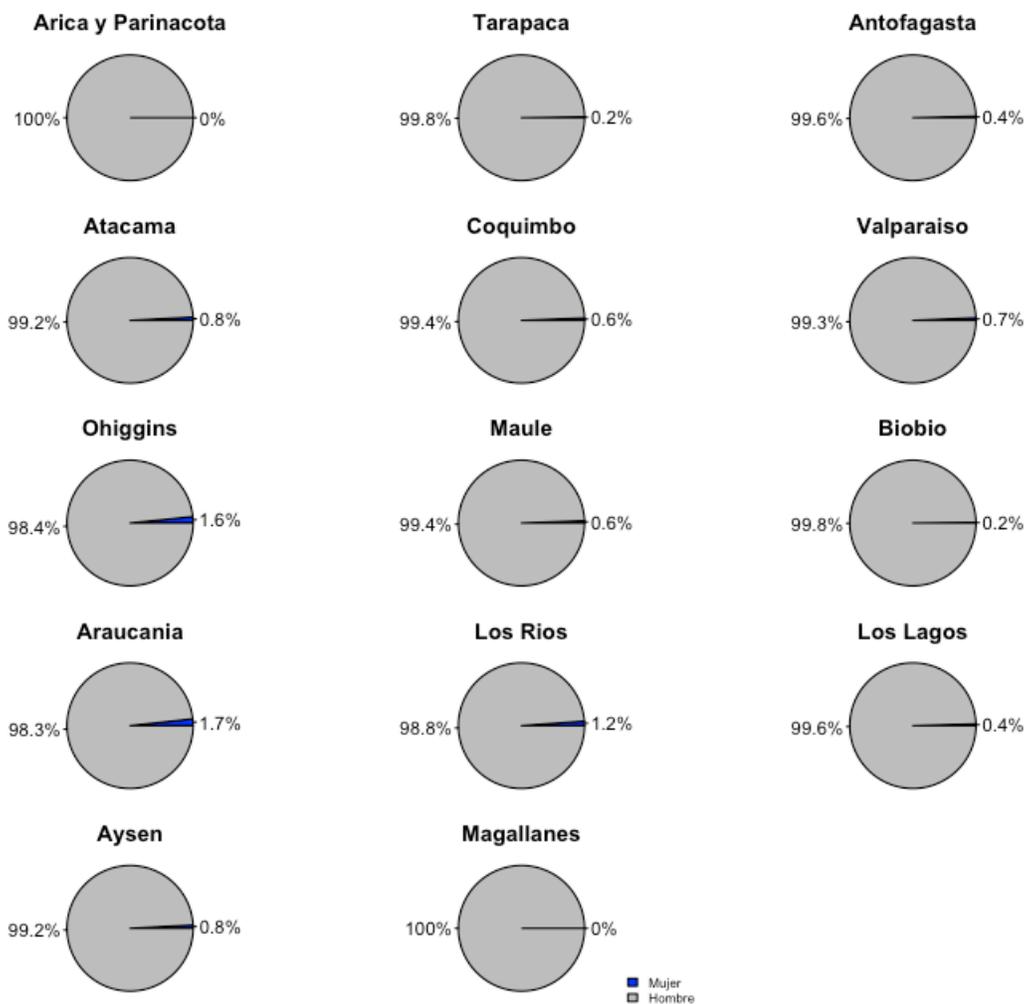


Figura 3.19. Porcentaje de participación de mujeres como buzo, por región. Azul indica mujer y gris indica hombres.

En el caso de la categoría de recolector de orilla o alguero y buzo apnea, es la categoría que presenta mayor participación de mujeres a nivel regional (Figura 3.20). La Región del Biobío, encabeza con un 68,7% la participación de mujeres en esta categoría, seguida con un 61,5% por la región de Magallanes y un 59,5% de la Región de los Ríos, lo que en términos absolutos, para la

región de Biobío corresponde a 6226 mujeres inscritas a 2976 hombres inscritos en esta categoría, en el caso de Magallanes, el número de inscritos es muy menor, correspondiendo a 194 mujeres y 171 hombres inscritos. La región de Aysén presenta una menor participación de mujeres correspondiente a 5.7%, lo que representa a solo 75 mujeres inscritas en el RPA.

Con respecto a la vulnerabilidad de la mujer del sector pesquero artesanal, se puede indicar que la categoría más vulnerable al cambio climático es la categoría de Recolector de orilla y alguero.

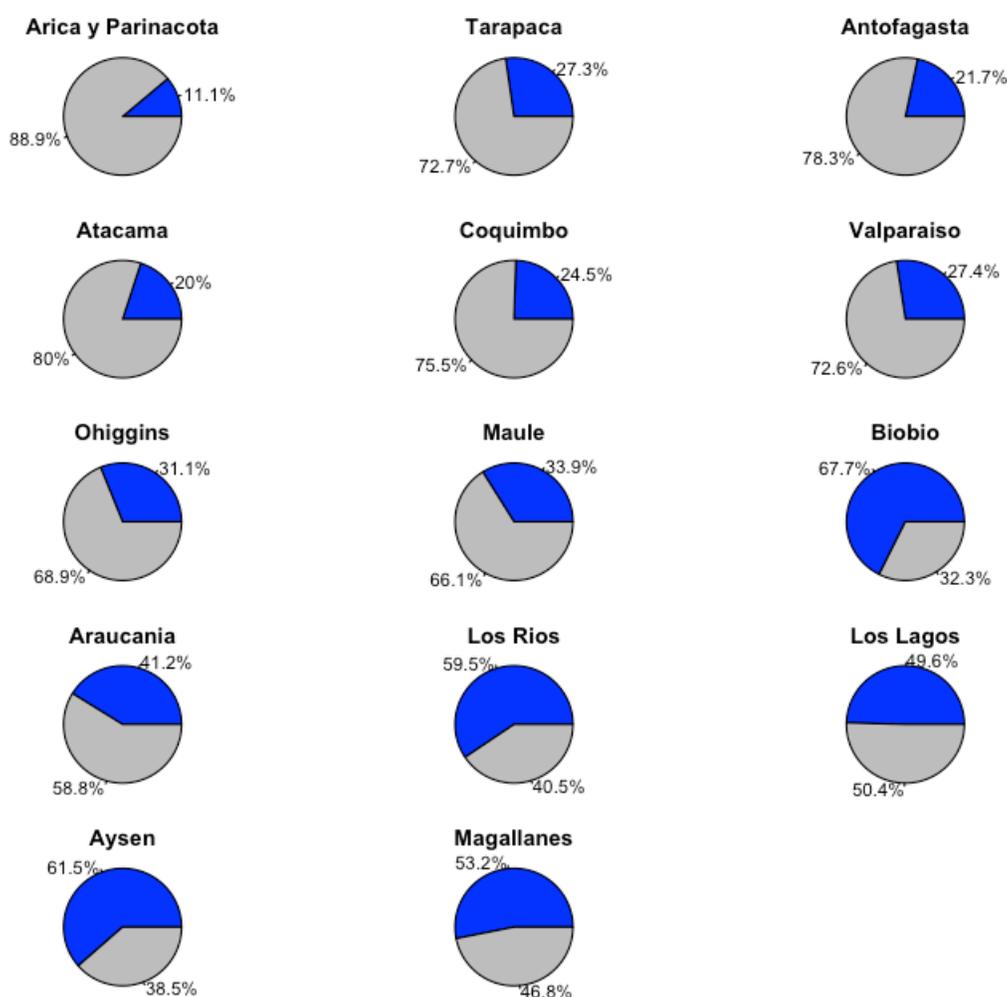


Figura 3.20. Porcentaje de participación de mujeres como recolector de orilla o alguero, buzo apnea, por región. Color azul indica mujer y color gris indica hombres.

Otro punto en donde se puede visualizar la vulnerabilidad de la mujer en el sector pesquero, es en la participación de aspectos de gobernanza y gobernabilidad. En Chile, la participación de la mujer en organizaciones de pescadores artesanales (organizaciones, sindicatos, federaciones, asociaciones etc.) es muy baja. Sin embargo, ha aumentado la capacidad de organización de mujeres, desde el año 2004, presentando 2 organizaciones, hasta el 2012 con 26 organizaciones (Figura 3.21).

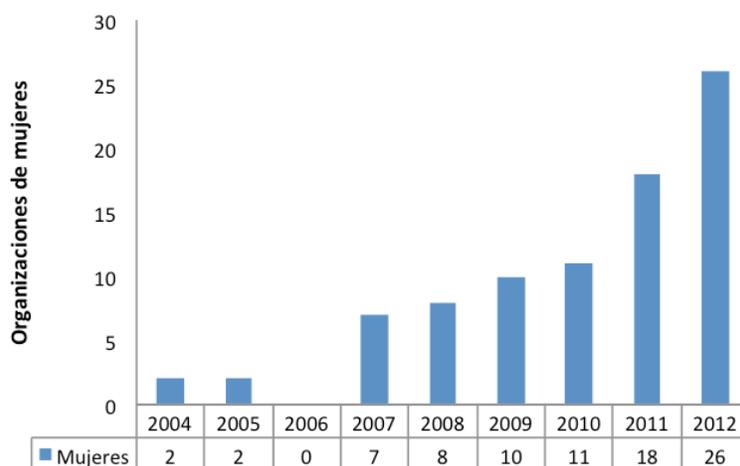


Figura 3.21. Numero de organizaciones cuya participación es de solo mujeres en la pesca artesanal.

Sobre la base de los antecedentes entregados, nuestro equipo de trabajo sugiere un proyectos pilotos de adaptación al cambio climático, para mujeres del sector pesquero:

- 1) Incremento de la capacidad de adaptación al cambio, mediante el fomento a la organización de mujeres a nivel local, que incorpore componentes de participación política, poder de decisión, participación económica y control de los recursos económicos.
- 2) Incremento de la capacidad de adaptación al cambio climático, mediante capacitación y educación de los riesgos, impactos y adaptación, en localidades de mujeres relectoras de orilla y algueras.

Pueblos originarios y cambio climático

Los documentos relacionados con las políticas sobre el cambio climático, incluyendo el informe Stern (2006) y el Cuarto Informe del IPCC (2007), coinciden en que quienes mayormente sufrirán las consecuencias del cambio climático serán las comunidades más pobres y vulnerables del mundo, incluyendo los pueblos originarios. Ellos tienen una estrecha interrelación y conocimiento con el clima y paisaje de los lugares que habitan, y reconocen al clima como parte de su visión del mundo y organizan sus actividades cotidianas en función al mismo (Leduc, 2007; Green et al., 2010, Sanchez y Lazos, 2010). Los pueblos originarios han sido grupos marginales en los ámbitos sociales y económicos, situación que se acentúa al enfrentarse a un mundo que cambia rápidamente desde el punto de vista climático, ambiental, económico y cultural.

En Chile, según el Primer Censo Nacional de Pesca y Acuicultura (2008) un 16,7% de los pescadores artesanales pertenecen a un pueblo indígena, quienes participan en dicha actividad en mayor medida como recolectores de orilla, como pescadores artesanales, y como buzos mariscadores. Los pescadores artesanales indígenas se distribuyen heterogéneamente en el territorio nacional. Las regiones que concentran una mayor proporción de ellos son: La Araucanía (53,5%), Los Ríos (41%), Aysén (31,7%) Magallanes (23,6) Los Lagos (21,4%), Arica Parinacota (15,9%), y Bío Bío (14%). En relación a la participación de los pueblos originarios en la actividad, un 94,6 % de los pescadores artesanales con ascendencia indígena se declaran mapuche , el 1,2% aimara, el 1,1% kawashkar, el 0,9% diaguita, el 0,3 % rapa nui, y el 0,2% yagan (Fig. 3.22, Tabla 3.6).

Tabla 3.6. Pescadores artesanales por región y pertenencia a pueblo originario.

Región	n°			%	
	Pertenece a pueblo originario	No pertenece a pueblo originario	Total	Pertenece a pueblo originario	No pertenece a pueblo originario
Arica-Parinacota	147	776	923	15,9	84,1
Tarapacá	80	1.180	1.260	6,3	93,7
Antofagasta	149	1.927	2.076	7,2	92,8
Atacama	168	3.671	3.839	4,4	95,6
Coquimbo	58	3.993	4.051	1,4	98,6
Valparaíso	129	3.500	3.629	3,6	96,4
O'Higgins	19	926	945	2,0	98,0
Maule	51	2.117	2.168	2,4	97,6
Biobío	2.661	16.511	19.172	13,9	86,1
La Araucanía	613	533	1.146	53,5	46,5
Los Ríos	1.389	1.997	3.386	41,0	59,0
Los Lagos	5.305	19.517	24.822	21,4	78,6
Aysén	741	1.594	2.335	31,7	68,3
Magallanes	503	1.625	2.128	23,6	76,4
Total	12.013	59.867	71.880	16,7	83,3

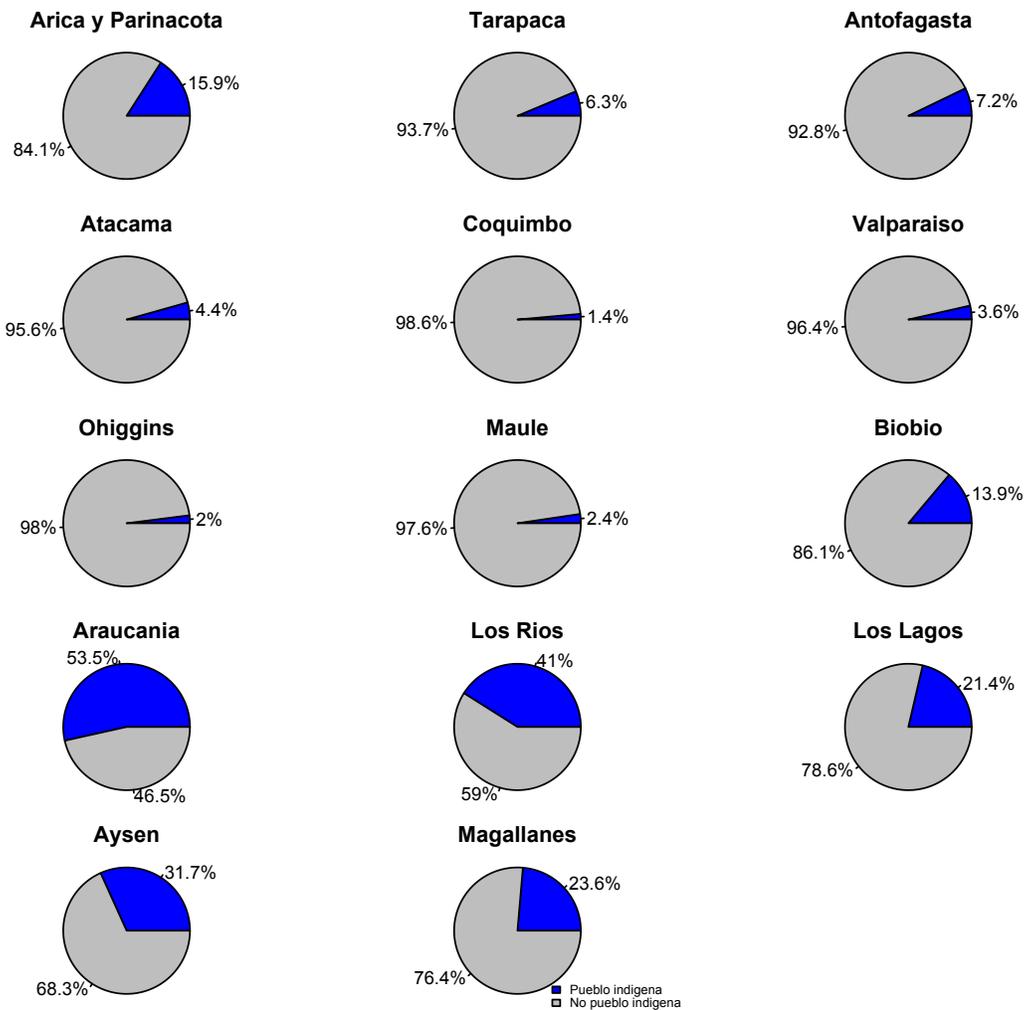


Figura 3.22. Porcentaje de pescadores artesanales que pertenecen a un pueblo indigena. Elaboración propia, en base a la información de BCN, en base a Primer Censo Nacional Pesquero y Acuicultor 2008-2009, INE.

Según el informe del PNUD (2003) el Índice de Desarrollo Humano (IDH) de la región de la Araucanía específicamente para las cuatro comunidades costeras, indica que Toltén presenta el IDH más alto correspondiente a 0,659. En el caso de Teodoro Schmit y Carahue, presentan un IDH medio de 0,571 y 0,543, respectivamente. En la comuna costera de Pto Saavedra, es el IDH más bajo, solo alcanza el 0,480. La encuesta Casen, indica que la región de la Araucanía, es la región más pobre del país, donde el porcentaje de la población en situación de pobreza es un 22,9%, considerando que Chile presenta un promedio de 14,4%.

Por lo tanto, si consideramos que el 53% de la población pesquera artesanal, pertenece a pueblos originarios, en este caso específicamente a la etnia mapuche, y que las cuatro comunidades costeras poseen valores de IDH y pobreza, bajos comparados con los nacionales, se puede indicar que es una región vulnerable; solo si, se analiza de la perspectiva local. Esto debido a que si lo miramos a nivel nacional, el número de pescadores es solo un 0,9% de total nacional, además el aporte del PIB regional en productos del mar es solo 1,5 %, y un punto importante, que la actividad de pesca, no es exclusiva, si no que tienen otra serie de actividades más importantes para su subsistencia (ej. Ganadero y agricultor), por lo que, a nivel nacional no sería una región tan vulnerable.

En los talleres regionales realizados por el equipo consultor de este informe, específicamente el taller realizado en Pto. Montt, el 12 de diciembre de 2012, participé en las actividades Don Javier Ancapan Marileo, representante de la Asociación Mapu Lahual, (<http://www.mapulahual.cl/>) que es un territorio Huilliche, de la Costa de Osorno. Esta asociación reúne y representa a varias comunidades indígenas del territorio Mapu Lahual, como Mahuidantu, Manquemapu, Caleta, Cóndor, Chaiguaco, Loy Cumilef, Nirehue, Caleta Huellelhue, Maicolpi, Maicolpue Rio Sur, Melillanca Guanqui. El Sr. Ancapan, indica que su comunidad percibe cambios en el clima y que su gran interés es conocer los efectos que puede sufrir ellos y los servicios ecosistémicos.

Es importante considerar los planes de adaptación, planes de mitigación, planes de gestión pesquera o cualquier tipo de herramientas, sobre cambio climático en pesca y acuicultura sobre pueblos indígenas, estos deben ser consultivo, reconociendo su derecho al mar y los recursos, conforme al Convenio 169 (OIT) y Ley 20. 249 (2008). En el informe de la UICN (2008) sobre “Los pueblos indígenas y tradicionales y el cambio climático”, este recomienda:

- Propiciar la participación activa de las comunidades indígenas y tradicionales en la discusión internacional, regional y local de las políticas sobre el cambio climático.
- Reconocer, concientizar y promover activamente las estrategias de adaptación y mitigación de los pueblos indígenas.
- Promover la transferencia de tecnología culturalmente apropiada.
- Mejorar la infraestructura social y física.
- Ayudar a las comunidades a asegurar su derecho a la auto-determinación, a la tierra, a los recursos naturales, información, educación, servicios sanitarios, y alimentos.
- Apoyar y aumentar la diversificación de los medios de subsistencia.

- Abordar los aspectos específicos de la vulnerabilidad de las mujeres y otros grupos dentro de las comunidades, así como su posible papel en términos del aumento de la resiliencia de sus comunidades.
- Asegurar la conservación de los recursos naturales y la diversidad biológica.
- Apoyar investigaciones adicionales en torno a los impactos del cambio climático sobre las culturas vulnerables y sus ecosistemas asociados.
- Recolectar y analizar información sobre acciones y medidas prácticas de adaptación pasadas y presentes.
- Desarrollar formas para combinar el conocimiento científico e indígena.
- Promover investigaciones y acciones de colaboración entre pueblos indígenas y científicos.
- Monitorear las posibles implicaciones para los pueblos indígenas y tradicionales de los esfuerzos de mitigación, incluyendo el Mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) y la Reducción de emisiones derivadas de la deforestación y la degradación forestal (REDD) en los países en desarrollo.

Sobre la base de los antecedentes entregados, se sugiere el siguiente proyecto piloto de adaptación al cambio climático, para pueblos originarios:

- Percepción del cambio climático de pescadores artesanales indígenas de la comuna de Puerto Saavedra, Región de la Araucanía.

Se destaca que la Ley N° 20.249 (2008) (o ley lafkenche) y su reglamento (2008), crea la figura jurídica del Espacio Costero Marino de los Pueblos Originarios (ECPMO), con el objeto de preservar el uso consuetudinario de dichos espacios, a fin de mantener las tradiciones y el uso de los recursos naturales por parte de las comunidades indígenas vinculadas al borde costero.

Ambito geográfico de la distribución de caletas de pescadores artesanales

XV Región de Arica y Parinacota

La superficie de la Región de Arica y Parinacota tiene 16.873,3 km², lo que representa el 0,84% de la superficie territorial total del país. Su población es de 213.595 habitantes, equivalente al 1,28% de la población nacional y con una densidad de 12,6 hab/km².

La Región está dividida administrativamente en 2 provincias (Arica y Parinacota) y 4 comunas (Arica, Camarones, Putre, General Lagos), y su capital es Arica.

La Provincia de Arica, posee 2 comunas costeras (Arica y Camarones), donde existen asentadas 2 caletas pesqueras (Arica y Camarones), con un total de 1.298 pescadores artesanales, inscritos el año 2011 en el Registro Pesquero Artesanal RPA, lo que representa un 6% de los habitantes de las comunas costeras (21.726 hab).

I Región de Tarapacá.

La superficie de la Región de Tarapacá tiene 42.225,8 km², lo que representa el 2,1% de la superficie territorial total del país. Su población es de 298.257 habitantes, equivalente al 1,8% de la población nacional y con una densidad de 7,1 hab/km². La Región está dividida administrativamente en 2 provincias (Iquique y Tamarugal) y 7 comunas (Iquique, Alto Hospicio, Pozo Almonte, Camiña, Colchane, Huara, Pica), y su capital es Iquique.

La Región, posee 2 comunas costeras (Iquique y Huara), donde existen asentadas 14 caletas pesqueras (Cañamo, Caramucho, Cavanca, Chanavaya, Chanavayita, Chipana, La Pescadora, Los Verdes, Pisagua, Playa Blanca, Puerto Iquique, Rio Seco, Riquelme, San Marcos), con un total de 2.273 pescadores artesanales, inscritos el año 2011 en el RPA, lo que representa un 1.2% de los habitantes de las comunas costeras.

II Región de Antofagasta.

La superficie de la Región de Tarapacá tiene 126.049,1 km², lo que representa el 6,3% de la superficie territorial total del país. Su población es de 542.504 habitantes, equivalente al 3,27% de la población nacional y con una densidad de 4,3 hab/km². La Región está dividida administrativamente en 3 provincias (Antofagasta, Loa y Tocopilla) y 9 comunas (Antofagasta, Mejillones, Sierra Gorda, Taltal, Calama, Ollagüe, San Pedro de Atacama, Tocopilla, María Elena), y su capital es Antofagasta.

La Región, posee 4 comunas costeras (Antofagasta, Mejillones, Taltal, Tocopilla), donde existen asentadas 23 caletas pesqueras (Abtao [Juan López], Antofagasta, Caleta Buena, Cifuncho, Cobija, Coloso, El Blanco, El Cobre, El Colorado, El Fierro, Hornitos [Hornos], Huachan, Isla Santa María, La Chimba, Mejillones, Michilla, Paposo, Paquica [La Cuchara], Punta Arenas Ii Reg, Punta Atala, Taltal, Tocopilla, Urcu), con un total de 3.386 pescadores artesanales, inscritos el año 2011 en el RPA, lo que representa un 0.9% de los habitantes de las comunas costeras.

III Región de Atacama

La superficie de la Región de Atacama tiene 75.1876,2 km², lo que representa el 3,75 % de la superficie territorial total del país. Su población es de 290.581 habitantes, equivalente al 1,75 % de la población nacional y con una densidad de 3,9 hab/km². La Región está dividida administrativamente en 3 provincias (Copiapó, Chañaral y Huasco) y 9 comunas (Copiapó, Caldera, Tierra Amarilla, Chañaral, Diego de Almagro, Vallenar, Alto del Carmen, Freirina, Huasco), y su capital es Copiapó.

La Región, posee 5 comunas costeras (Copiapó, Caldera, Chañaral, Freirina, Huasco), donde existen asentadas 17 caletas pesqueras (Bahía Salada, Barranquilla, Caldera, Carrizal Bajo, Chañaral, Chañaral De Aceituno, El Cisne, Flamenco, Huasco, Los Bronces, Los Burros Sur, Los Pozos, Pajonales, Pan De, Azucar, Puerto Viejo, Punta Lobos, Totoral Bajo), con un total de 4.301 pescadores artesanales, inscritos el año 2011 en el RPA, lo que representa un 2.1% de los habitantes de las comunas costeras.

IV Región de Coquimbo

La superficie de la Región de Coquimbo tiene 40.579,9km², lo que representa el 2,02 % de la superficie territorial total del país. Su población es de 704.908 habitantes, equivalente al 4,25% de la población nacional y con una densidad de 17,4 hab/km². La Región está dividida administrativamente en 3 provincias (Elqui, Choapa y Limari) y 15 comunas (La Serena, Coquimbo, Andacollo, La Higuera, Paiguano, Vicuña, Illapel, Canela, Los Vilos, Salamanca, Ovalle, Combarbalá, Monte Patria, Punitaqui, Río Hurtado), y su capital es La Serena.

La Región, posee 6 comunas costeras (La Serena, Coquimbo, La Higuera, Canela, Los Vilos, Ovalle), donde existen asentadas 31 caletas pesqueras (Cascabeles, Chigualoco, Chungungo, Coquimbo, El Maiten, El Sauce, Guanaqueros, Guayacan, Hornos, Huentelauquen, La Cebada, Las Conchas, Límari, Los Choros, Peñuelas, Pichidangui, Playa Chica De La Herradura, Puerto Aldea (Hornil), Puerto Manso, Puerto Oscuro, Punta Choros, San Pedro La Serena, San Pedro Los Vilos, Sierra, Talca, Talcaruca, Talquilla, Tongoy, Totoral, Totalillo Norte, Totalillo Sur), con un total de 5.575 pescadores artesanales, inscritos el año 2011 en el RPA, lo que representa un 1.1% de los habitantes de las comunas costeras.

V Región de Valparaíso

La superficie de la Región de Valparaíso tiene 16.396,1 km², lo que representa el 0,82 % de la superficie territorial total del país. Su población es de 1.723.547 habitantes, equivalente al 10,4% de la población nacional y con una densidad de 105,1 hab/km². La Región está dividida administrativamente en 8 provincias (Valparaíso, Isla de Pascua, Los Andes, Petorca, Quillota, San Antonio, San Felipe de Aconcagua, Marga Marga) y 38 comunas (Valparaíso, Casablanca, Concón, Juan Fernández, Puchuncaví, Quintero, Viña del Mar, Isla de Pascua, Los Andes, Calle Larga, Rinconada, San Esteban, La Ligua, Cabildo, Papudo, Petorca, Zapallar, Quillota, Calera, Hijuelas, La Cruz, Nogales, San Antonio, Algarrobo, Cartagena, El Quisco, El Tabo, Santo Domingo, San Felipe, Catemu, Llaillay, Panquehue, Putaendo, Santa María, Quilpué, Limache, Olmué, Villa Alemana), y su capital es Valparaíso.

La Región, posee 17 comunas costeras (Valparaíso, Casablanca, Concón, Juan Fernández, Puchuncaví, Quintero, Viña del Mar, Isla de Pascua, La Ligua, Papudo, Zapallar, San Antonio, Algarrobo, Cartagena, El Quisco, El Tabo, Santo Domingo, San Felipe, Catemu, Llaillay, Panquehue, Putaendo, Santa María, Quilpué, Limache, Olmué, Villa Alemana), donde existen asentadas 40 caletas pesqueras (Alejandro Selkirk, Algarrobo, Bahía Cumberland (R.C, Cartagena, Concon, Desembocadura Río Ma, El Embarcadero, El Manzano V Reg, El Membrillo, El Quisco, Hanga Piko, Hanga Roa, Higuierillas, Horcon, Hotu Iti, Laguna Verde, Laperouse (Hanga Hoon, Las Cruces, Las Cujas – Cachagua, Ligua, Loncura, Los Molles, Maitencillo V Reg, Montemar, Montemar_Sno, Papagayo, Papudo, Pichicuy, Playa Mostazal, Portales, Puertecito_Sno, Puerto San Antonio, Quintay, San, Antonio V Reg, San Pedro - Pacheco , San Pedro_Sno, Sudamericana (Ex.Muel), Vaihu, Ventana, Zapallar), con un total de 5.141 pescadores artesanales, inscritos el año 2011 en el RPA, lo que representa un 1.5% de los habitantes de las comunas costeras.

VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins

La superficie de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins tiene 16,387 km², lo que representa el 0,82 % de la superficie territorial total del país. Su población es de 872.510 habitantes, equivalente al 5,26 % de la población nacional y con una densidad de 53,2 hab/km². La Región está dividida administrativamente en 3 provincias (Cachapoal, Cardenal Caro, Colchagua) y 33 comunas (Rancagua, Codegua, Coinco, Coltauco, Doñihue, Graneros, Las Cabras, Machalí, Malloa, Mostazal, Olivar, Peumo, Pichidegua, Quinta de Tilcoco, Rengo, Requínoa, San Vicente,

Pichilemu, La Estrella, Litueche, Marchihue, Navidad, Paredones, San Fernando, Chépica, Chimbarongo, Lolol, Nancagua, Palmilla, Peralillo, Placilla, Pumanque, Santa Cruz), y su capital es Rancagua.

La Región, posee 4 comunas costeras (Pichilemu, Litueche, Navidad y Paredones), donde existen asentadas 8 caletas pesqueras (Boca De Rapel, Bucalemu, Cahuil, Chorrillos, Matanzas, Pichilemu, Puertecillo, Topocalma), con un total de 1.127 pescadores artesanales, inscritos el año 2011 en el RPA, lo que representa un 3.7% de los habitantes de las comunas costeras.

VII Región del Maule

La superficie de la Región del Maule tiene 30.296,1 km², lo que representa el 1,51 % de la superficie territorial total del país. Su población es de 963.618 habitantes, equivalente al 5,8 % de la población nacional y con una densidad de 31,8 hab/km². La Región está dividida administrativamente en 4 provincias (Talca, Cauquenes, Curicó y Linares) y 30 comunas (Talca, Constitución, Curepto, Empedrado, Maule, Pelarco, Penciahue, Río Claro, San Clemente, San Rafael, Cauquenes, Chanco, Pelluhue, Curicó, Hualañé, Licantén, Molina, Rauco, Romeral, Sagrada Familia, Teno, Vichuquén, Linares, Colbún, Longaví, Parral, Retiro, San Javier, Villa Alegre, Yervas Buenas), y su capital es Talca.

La Región, posee 6 comunas costeras (Constitución, Curepto, Chanco, Pelluhue, Licantén, Vichuquén), donde existen asentadas 15 caletas pesqueras (Boyeruca, Cardonal, Constitución, Curanipe, Duao, Iloca, La Pesca, La Trinchera, Llico, Loanco, Los Pellines, Maguillines, Pelluhue, Putu, Río Maule), con un total de 2.263 pescadores artesanales, inscritos el año 2011 en el RPA, lo que representa un 2.9% de los habitantes de las comunas costeras.

VIII Región del Biobío

La superficie de la Región del Biobío tiene 37.068,7 km², lo que representa el 1,85 % de la superficie territorial total del país. Su población es de 1.965.199 habitantes, equivalente al 11,86 % de la población nacional y con una densidad de 53,0 hab/km². La Región está dividida administrativamente en 4 provincias (Concepción, Arauco, Biobío y Ñuble) y 54 comunas (Concepción, Coronel, Chiguayante, Florida, Hualqui, Lota, Penco, San Pedro de la Paz, Santa Juana, Talcahuano, Tomé, Hualpén, Lebu, Arauco, Cañete, Contulmo, Curanilahue, Los Álamos,

Tirúa, Los Ángeles, Antuco, Cabrero, Laja, Mulchén, Nacimiento, Negrete, Quilaco, Quilleco, San Rosendo, Santa Bárbara, Tucapel, Yumbel, Alto Biobío, Chillán, Bulnes, Cobquecura, Coelemu, Coihueco, Chillán Viejo, El Carmen, Ninhue, Ñiquén, Pemuco, Pinto, Portezuelo, Quillón, Quirihue, Ránquil, San Carlos, San Fabián, San Ignacio, San Nicolás, Treguaco, Yungay), y su capital es Concepción.

La Región, posee 14 comunas costeras (Coronel, Lota, Penco, San Pedro de la Paz, Talcahuano, Tomé, Lebu, Arauco, Cañete, Los Alamos, Tirúa, Cobquecura, Coelemu y Treguaco), donde existen asentadas 64 caletas pesqueras (Antiquina, Arauco, Boca Sur, Buchupureo, Caleta Lota Bajo, Candelaria, Cantera, Cerro Verde, Chivilingo, Chome, Cobquecura, Cocholgue Caleta Grande, Colcura, Coliumo, Dichato, El Blanco, El Morro, El Soldado, Huentelolen, Infiernillo, Isla Mocha, Isla Sta Maria-Norte, Isla Sta Maria-Sur, La Conchilla, Laraquete, Las Peñas, Lebu, Lenga, Lirquen, Llico, Lloncao, Lo Rojas, Los Bagres, Los Lobos, Los Piures, Maule, Millongue, Montecristo, Morguilla, Pangué, Penco, Perales, Perone, Playa Negra, Playa Sur, Pueblo Hundido, Puerto Inglés, Puerto Nuevo, Punta Astorga, Punta Lavapie, Purema, Quiapo, Quichiuto, Quidico, Rumena, San Vicente, Talcahuano, Taucu, Tirua, Tome, Tubul, Tumbes, Villarrica, Yana), con un total de 22.018 pescadores artesanales, inscritos el año 2011 en el RPA, lo que representa un 3.3% de los habitantes de las comunas costeras.

VIII Región de la Araucanía

La superficie de la Región de la Araucanía tiene 31.842,3 km², lo que representa el 1,59 % de la superficie territorial total del país. Su población es de 907.333 habitantes, equivalente al 5,47 % de la población nacional y con una densidad de 28,5 hab/km².

La Región está dividida administrativamente en 2 provincias (Cautín y Malleco) y 32 comunas (Temuco, Carahue, Cunco, Curarrehue, Freire, Galvarino, Gorbea, Lautaro, Loncoche, Melipeuco, Nueva Imperial, Padre Las Casas, Perquenco, Pitrufulquén, Pucón, Saavedra, Teodoro Schmidt, Toltén, Vilcún, Villarrica, Cholchol, Angol, Collipulli, Curacautín, Ercilla, Lonquimay, Los Sauces, Lumaco, Purén, Renaico, Traiguén, Victoria), y su capital es Temuco.

La Región, posee 4 comunas costeras (Carahue, Saavedra, Teodoro Schmidt y Toltén), donde existen asentadas 5 caletas pesqueras (La Barra (Tolten), Nehuentue, Puerto Dominguez, Puerto Saavedra, Queule), con un total de 1.654 pescadores artesanales, inscritos el año 2011 en el RPA lo que representa un 1.3% de los habitantes de las comunas costeras, lo que representa un 1.3% de los habitantes de las comunas costeras.

XIV Región de los Ríos

La superficie de la Región de los Ríos tiene 18.429,5 km², lo que representa el 0,92 % de la superficie territorial total del país. Su población es de 363.887 habitantes, equivalente al 2,2 % de la población nacional y con una densidad de 19,7 hab/km². La Región está dividida administrativamente en 2 provincias (Valdivia y Ranco) y 32 comunas (Valdivia, Corral, Lanco, Los Lagos, Máfíl, Mariquina, Paillaco, Panguipulli, La Unión, Futrono, Lago Ranco, Río Bueno), y su capital es Valdivia.

La Región, posee 4 comunas costeras (Valdivia, Corral, Mariquina, La Unión), donde existen asentadas 15 caletas pesqueras (Amargos, Angelmo, Bonifacio, Chaihuin, Chan Chan, Corral, Huape, Huiro, Lamehuapi, Los Molinos, Mancera, Mehuin, Missisipi, Niebla, Valdivia), con un total de 4.079 pescadores artesanales, inscritos el año 2011 en el RPA, lo que representa un 1.9% de los habitantes de las comunas costeras.

X Región de los Lagos

La superficie de la Región de los Lagos tiene 48.583,6 km², lo que representa el 2,42 % de la superficie territorial total del país. Su población es de 785.169 habitantes, equivalente al 4,74 % de la población nacional y con una densidad de 16,2 hab/km². La Región está dividida administrativamente en 4 provincias (Llanquihue, Chiloé, Osorno, Palena) y 30 comunas (Puerto Montt, Calbuco, Cochamó, Fresia, Frutillar, Los Muermos, Llanquihue, Maullín, Puerto Varas, Castro, Ancud, Chonchi, Curaco de Vélez, Dalcahue, Puqueldón, Queilén, Quellón, Quemchi, Quinchao, Osorno, Puerto Octay, Purránque, Puyehue, Río Negro, San Juan de la Costa, San Pablo, Chaitén, Futaleufú, Hualaihué, Palena), y su capital es Puerto Montt.

La Región posee comunas costeras (Ancud, Castro, Chonchi, Curaco de Vélez, Dalcahue, Puqueldón, Queilén, Quemchi, Quellón, Quinchao, San), donde existen asentadas 180 caletas pesqueras (Achao, Ahutemo, Aituy, Alao, Amortajado, Amortajado Sector A, Anahuac, Ancud, Angelmo, Añihue, Apiao, Auchac, Aucho, Aulen, Aulin, Ayacara, Bahía Huelmo, Bahía Ilque, Bahía Mansa, Buill, Caguach, Caicura, Caipulli, Calbuco - La Vega, Caleta Gutierrez, Caleta Parga, Caleta Poyo, Calle, Candelaria X Reg, Carelmapu, Cascajal, Castro, Catrumán, Caucahue, Caulín, Chacao, Chaicas, Chaicura, Chaiguaco, Chaitén, Chanhue, Chauchil, Chaúlinec, Chauquear,

Chayahue, Chelin, Chepu, Chequian, Chinquihue, Cholgo, Chonchi, Chuit Chulin, Chumildén, Cochamo, Coihuin, Colaco, Compu, Coñimo, Contao, Cuberos, Cucao, Curaco De Velez, Curanue, Dalcahue, Duatao, El Manzano X Reg, El Rosario, Estaquillas, Faro Corona, Fatima, Guabún, Guaipilacuy, Hualaihue Estero, Hueihue, Huelden, Huequi, Ilque, Imerquiña, Isla Acui, Isla Cailin, Isla Chidhuapi, Isla Guar, Isla Huapi_Abtao, Isla Maillen, Isla Meulin, Isla Puluqui, Isla Queullin, Isla Tabon, Isla Talcan, La Arena, La Pasada, Lechagua, Lenca, Lepihue, Linao, Linguar, Lin-Lin, Liucura, Llanchild, Lleguiman, Llingua, Lliuco, Lolcura, Los Chonos, Los Toros, Loyola, Machil, Maillen, Manao, Mañihueico, Manquemapu, Manzano, Mar Brava, Maullin, Mechuque, Metri, Muicolpue, Nal, Nallahue, Palena, Palqui, Panitao Bajo, Pargua, Pichicolo, Pichipelluco, Piedra Azul, Piedra Blanca, Pilluco, Piñihuil, Pucatrihue, Pudeto, Puerto Bonito, Puerto Hualaihué, Puerto Uribe, Pugueñun, Pulelo, Pullihue, Pumalin, Pumillahue, Punta Arenas X Reg, Punta Capitana, Punta Chilena, Punta Quillahua, Pupelde, Puqueldon, Quehui, Queilen, Quellon, Quemchi, Quenac, Quenuir, Quetalmahue, Quiaca, Quicavi, Quildaco, Quillahua, Quillaipe, Quilo, Reldehue, Rio Inio, Río Negro – Hornopiren, Rolecha, San Agustín, San Antonio X Reg, San Jose De Butachau, San Jose De Tranqui, San Pedro, San Rafael, Sotomo, Tac Tac (Isla Tac), Talcan, Telele, Tenaum, Tenglo, Teupa, Trentelhue, Voigue, Yaldad, Yuste), con un total de 23.863 pescadores artesanales, inscritos el año 2011 en el RPA, lo que representa un 4.7% de los habitantes de las comunas costeras.

XI Región Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo

La superficie de la Región de Aysén tiene 108.494,4 km², lo que representa el 5,41 % de la superficie territorial total del país. Su población es de 98.413 habitantes, equivalente al 0,59 % de la población nacional y con una densidad de 0,9 hab/km². La Región está dividida administrativamente en 4 provincias (Coyhaique, Aysén, Capitan Prat, General Carrera) y 10 comunas (Coyhaique, Lago Verde, Aysén, Cisnes, Guaitecas, Cochrane, O'Higgins, Tortel, Chile Chico, Río Ibáñez), y su capital es Coyhaique.

La Región, posee 4 comunas costeras (Guaitecas, Cisnes, Aysén, Tortel), donde existen asentadas 15 caletas pesqueras (Caleta Andrade, Estero Gato, Grupo Gala, Melimoyu, Pto.Raúl Marín Balmaceda, Puerto Aguirre, Puerto Aysen, Puerto Chacabuco, Puerto Cisnes, Puerto Gaviota, Puerto Melinka, Puerto Puyuguapi, Puerto Santo Domingo, Repollal, Tortel), con un total de 2.995 pescadores artesanales, inscritos el año 2011 en el RPA, lo que representa un 10.7% de los habitantes de las comunas costeras.

XII Región de Magallanes y de la Antártica Chilena

La superficie de la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena tiene 1.382.291,1 km², lo que representa el 68,8 % de la superficie territorial total del país. Su población es de 159.102 habitantes, equivalente al 0,96 % de la población nacional y con una densidad de 0,1 hab/km². La Región está dividida administrativamente en 4 provincias (Magallanes, Antártica Chilena, Tierra del Fuego, Última Esperanza) y 11 comunas (Punta Arenas, Laguna Blanca, Río Verde, San Gregorio, Cabo de Hornos, Antártica, Porvenir, Primavera, Timaukel, Natales, Torres del Paine), y su capital es Punta Arenas.

La Región, posee 9 comunas costeras (Punta Arenas, Río Verde, San Gregorio, Cabo de Hornos, Antártica, Porvenir, Primavera, Timaukel, Natales), donde existen asentadas 6 caletas pesqueras (Navarino, Porvenir, Puerto Eden, Puerto Natales, Puerto Williams, Punta Arenas XII Reg), con un total de 5.467 pescadores artesanales, inscritos el año 2011 en el RPA, lo que representa 3.9% de los habitantes de las comunas costeras.

Medición perceptual de la vulnerabilidad al cambio climático en pesquerías

Se utilizó la aplicación SurveyMonkey (<http://es.surveymonkey.com/>) que permite realizar encuestas en línea, con la característica especial de obtener los resultados en tiempo real y permitiendo de forma rápida y fácil su respectivo análisis.

La encuesta que tiene como nombre “Vulnerabilidad al cambio climático en pesquerías” y fue enviada a 156 personas invitadas a responder, de las cuales corresponde a la invitaciones a representantes de la academia, (Universidades, Centros de Investigación ect. como por ejemplo, Universidad de Concepción, Universidad de Magallanes, Universidad Arturo Prat de Iquique, Universidad Católica del Norte, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Valparaíso, Instituto de Investigación pesquera Inpesca, etc), a representantes de Gobierno (como Subsecretaría de pesca y acuicultura, Servicio Nacional de Pesca, Instituto de Fomento Pesquero IFOP, Ministerio de Medio ambiente etc), a representantes del rubro empresarial (pesqueras y algunas asociaciones industriales, como Camanchaca, Lota protein, Pesca Chile, Enapesca, Anapesca, entre otros) y algunos usuarios como pescadores artesanales y respectivas organizaciones, como Confederación Nacional de Pescadores Artesanales de Chile, CONAPACH, Federación Regional de Pescadores Artesanales de Chile, FEREPa, entre otros.

La encuesta contaba con ocho preguntas, de las cuales, seis presentaban una matriz de opciones de respuestas y dos que debía responderse de acuerdo a lo solicitado. Las primeras tres preguntas realizadas era de identificación en el sistema, por ejemplo la pregunta uno correspondía a la identificación al usuario (Academia, gobierno, rubro empresarial y usuario, como organizaciones de pescadores artesanales), la segunda pregunta, el usuario debía elegir una pesquería correspondientes a algas, crustáceos, moluscos, peces demersales y peces pelágicos y la tercera pregunta correspondía a la elección de una pesquerías determinada si el usuario lo deseaba.

Para el caso de las preguntas cuatro a la seis, las preguntas fueron diseñadas basándose en la metodología utilizada por Hampton (2011), realizada para el Ecosistema Marino de la gran Corriente de Benguela. Esta metodología implica estimar un Índice de Vulnerabilidad (IV), basado en tres índices:

$$IV = IS \times II \times IA,$$

donde IS es el índice de sensibilidad, II es el índice de impacto, e IA es el índice de adaptabilidad.

El Índice de Sensibilidad, comprende dos conceptos que están altamente relacionados, entendiéndose como sensibilidad, la valoración del grado en que es probable que el recurso pueda ser afectado por los cambios identificados y la Exposición que se define como, la naturaleza y grado en que el sistema de producción pesquera esta expuesta al cambio climático.

En este caso, se realizó la siguiente pregunta ¿en que grado percibe usted los efecto de los factores que se indican a continuación, en la pesquería elegida?. Los factores considerados son i) cambio en la temperatura del mar, ii) disminución del oxígeno, iii) cambios en el nivel del mar, iv) acidificación, v) evento El Niño, vi) evento La Niña, vii) cambios en las precipitaciones, viii) cambios en el caudal de ríos, y ix) otros (factor de libre identificación por parte del encuestado). La escala utilizada para valorar el índice de sensibilidad esta dada por 1(leve), 2 (moderada), 3 (alta) y 4 (sin información). En este caso para los cálculos, debemos considerar que si un factor ambiental no posee información, estamos en un estado de mayor vulnerabilidad por ignorancia.

El Índice de Impacto considera la importancia que tiene la pesquería en el país, considerando el valor económico (ve), empleo (e), seguridad alimentaria (sa) e importancia social (is). La escala utilizada para valorar el índice de impacto esta dada por 0 (bajo), 0.5 (medio) y 1 (alta). En este caso Hampton (2011) indica que el índice de impacto, esta dado por la sumatoria de los cuatro componentes, es decir: $II = ve + e + sa + is$

El Índice de Adaptabilidad (IA) califica el grado en que cada pesquería y los individuos que dependen de ella son capaces de adaptarse a los cambios inducidos por el medio ambiente en la abundancia y / o disponibilidad de la especie objetivo. La escala considerada corresponde a 1 (muy adaptable), 2 (medianamente adaptable), 3 (levemente adaptable) y 4 (incapaz de adaptarse).

Cabe destacar que si bien se puede obtener un índice de vulnerabilidad mediante estos índices, la pregunta siete de la encuesta, tiene la finalidad de consultar la vulnerabilidad de la pesquería en la dimensión ecológica y la dimensión humana, según la percepción del encuestado. Esta con una escala de 1 (baja), 2 (media) y 3 (alta). La pregunta ocho, esta relacionada con que el encuestado, presente una medida de adaptación o un proyecto piloto, que permita aumentar la capacidad de adaptación y por lo tanto reducir la vulnerabilidad en el sistema socio-ecológico.

Resultados

Se aplicó la encuesta a 156 personas, las que se descomponen en 49 representantes de la academia, 46 de gobierno, 40 del rubro empresarial y 22 representantes de usuarios. Sin embargo, solamente 47 personas respondieron, las que se distribuyen en 38% de la academia, 50% del gobierno, 10% del rubro empresarial y 5% de usuarios. En la Figura 3.23 se presenta en porcentaje del número de representantes que respondieron de acuerdo a las invitaciones.

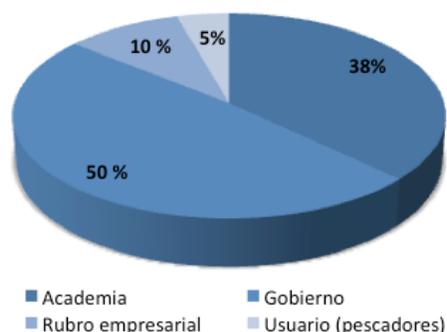


Figura 3.23. Representa el porcentajes de encuestas respondidas, de acuerdo al nº de invitaciones a responder la encuesta (n=156 personas).

En la Figura 3.24 y 3.25 se muestra el porcentaje de elección de los 47 representantes encuestados a una determinada pesquería. Existió una mayor preferencia por la pesquería de pelágicos correspondiente a 48,9% (23 encuestados), seguida por la pesquería de moluscos con una 23,4% (11 encuestados), pesquerías demersales 12,7% (6 encuestados), pesquerías de algas con 8,5% (4 encuestados) y pesquería de crustáceos con 6,3% correspondiente 3 encuestados. Además,

33 encuestados especificaron una pesquería específica. En el caso de la pesquería de sardina común y anchoveta de la zona centro-sur, ocho encuestados respondieron su encuesta en base a sus conocimientos en esta pesquería, de los cuales a 37,5% de las encuestas correspondían del gobierno, del mismo modo que del rubro empresarial y un 12,5% de la academia y usuarios.

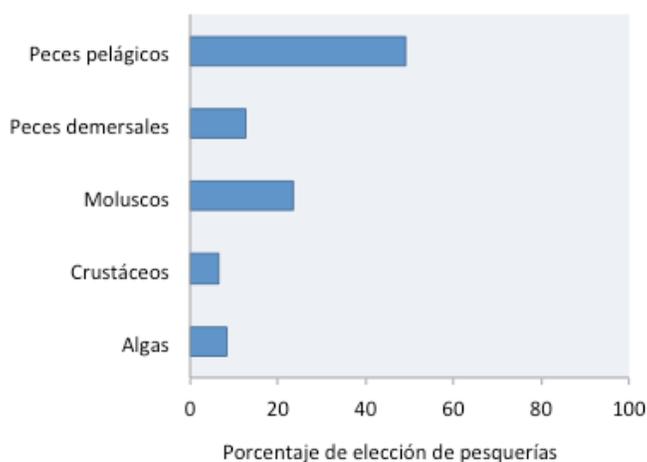


Figura 3.24. Porcentaje de elección de pesquerías por los encuestados.

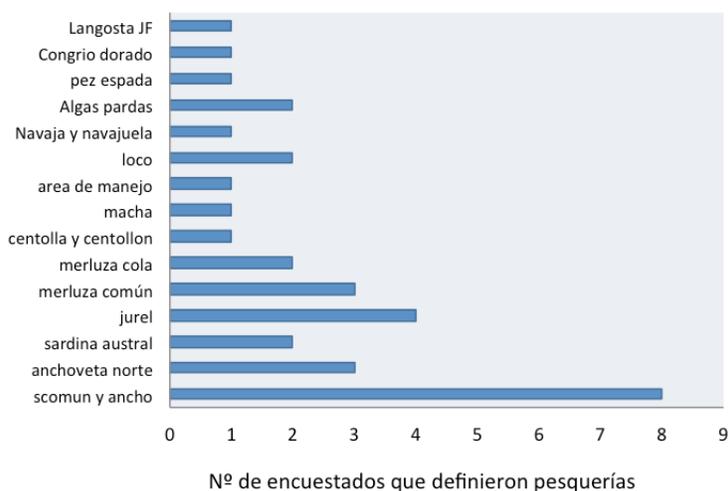


Figura 3.25. Número de encuestados que definieron su preferencia a una pesquería determinada.

La elección de los usuarios a los factores más predominantes del cambio climático en pesquería se resumen en la Figura 3.26 y Tabla 3.7. Se observa que 70,2% de los usuarios indican que las pesquerías tienen una sensibilidad alta a los cambios en la temperaturas del mar. Del mismo modo, se señala que la disminución de oxígeno tiene una sensibilidad alta, de acuerdo con 53,3% de los usuarios. En la sensibilidad, la acidificación aparece alta con 33,3%, pero a su vez otro 33,3%

indica que falta información sobre este factor. En la sensibilidad al evento El Niño, 57,4% usuarios respondieron que es alto, al igual que a La Niña con 42,6%. Se indica una sensibilidad moderada, con un 31,3% de respuestas en cambio de precipitaciones y del caudal de los ríos.

Los encuestados sugieren incorporar variables al índice de sensibilidad como la salinidad, intensidad y duración de vientos, producción primaria, contaminación del borde costero, actividad antrópica, descarga de agentes contaminantes industriales, cambio de régimen, geomorfología de la plataforma y borde costero (p.ej. levantamiento de placa), radiación ultravioleta, cambio en la composición de especies, predación, disponibilidad de alimento en moluscos, desplazamiento de corrientes.

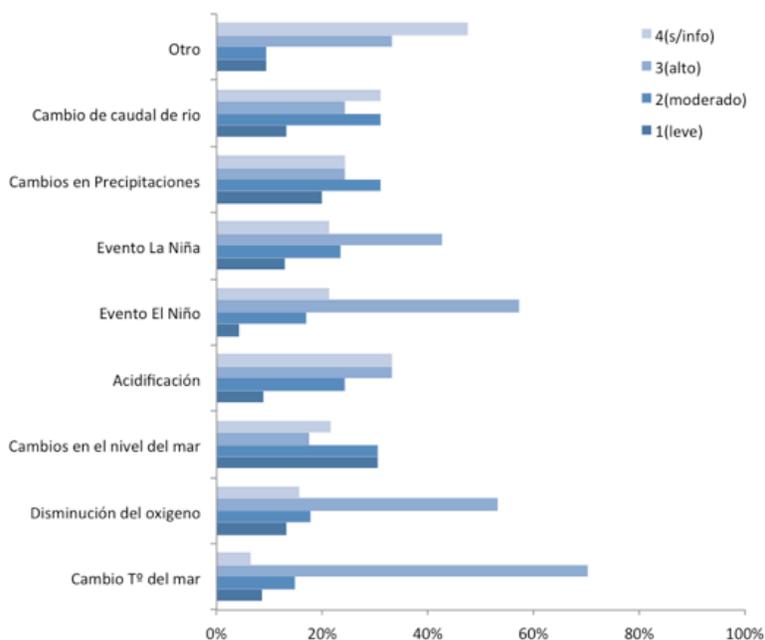


Figura 3.26. Valoración porcentual de la percepción de los encuestados sobre los factores que afectan las pesquerías.

Tabla 3.7. Valoración porcentual de la percepción de los encuestados sobre los factores que afectan las pesquerías.

	1 (leve)	2 (moderado)	3 (alto)	4 (s/info)	N°
Cambio temperatura del mar	8,5% (4)	14,9% (7)	70,2% (33)	6,4% (3)	47
Disminución del oxígeno	13,3% (6)	17,8% (8)	53,3% (24)	15,6% (7)	45
Cambios en el nivel del mar	30,4% (14)	30,4% (14)	17,4% (8)	21,7% (10)	46
Acidificación	8,9% (4)	24,4% (11)	33,3% (15)	33,3% (15)	45
Evento El Niño	4,3% (2)	17,0% (8)	57,4% (27)	21,3% (10)	47
Evento La Niña	12,8% (6)	23,4% (11)	42,6% (20)	21,3% (10)	47
Cambios en precipitaciones	20,0% (9)	31,1% (14)	24,4% (11)	24,4% (11)	45
Cambio de caudal de río	13,3% (6)	31,1% (14)	24,4% (11)	31,1% (14)	45
Otro	9,5% (2)	9,5% (2)	33,3% (7)	47,6% (10)	21

La puntuación de cada uno de los encuestados se promedia para tener una percepción general de las pesquerías chilenas en general, en cada uno de los factores considerados (Figura 3.27). Cabe destacar, que la vulnerabilidad aumenta si no se cuenta con información de la sensibilidad que tiene los recursos y/o pesquerías ante factores o parámetros climático y oceanográficos, y por esta razón, se observa una valoración alta, correspondiendo a valores sobre 2.5 en todos los factores.

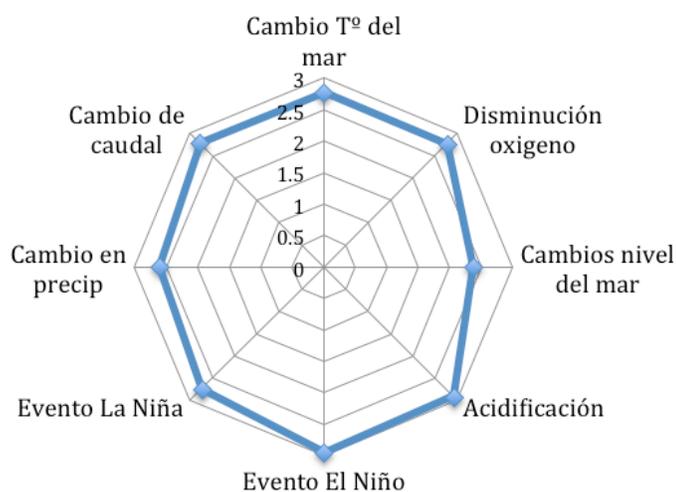


Figura 3.27. Valoración de sensibilidad en las pesquerías chilenas.

Los índices fueron calculados por pesquerías, con la finalidad de lograr mayor definición e interpretar la percepción y el conocimiento de los usuarios, sobre la vulnerabilidad al cambio climático, a través de la propia experiencia de la susceptibilidad del recurso, la actividad, y los grupos humanos. Como se indico anteriormente, estos índices se calcularon de acuerdo con las preferencias de los usuarios en la elección de las pesquerías.

En la Figura 3.28, se presenta la sensibilidad promedio en cada uno de los factores que son relevantes y pueden afectar las pesquerías. En el caso de las pesquerías de algas, el índice de sensibilidad promedio fue de 2,45 considerando todos los factores. El valor mas alto fue debido a cambios en la temperatura del mar, seguido por el evento del Niño, y cambios en el nivel del mar. El de menor aporte pasa a ser el Evento de la Niña, sin embargo, la acidificación, precipitación y el caudal de los ríos están catalogados como moderados a altos, pero se ven sobrevalorados debido a que la escala incorpora el valor de 4 que se considera sin información.

En la pesquería de moluscos, el índice de sensibilidad promedio fue de 2,46. Todos los factores están considerados como moderados a alto, y en el caso de la acidificación con la más alta la sensibilidad.

La sensibilidad fue de 2,67 para la pesquería de peces demersales, sin embargo, dos encuestados, consideraron sin información en todos los factores y otros dos indicaron que los factores mencionados eran de sensibilidad baja, lo que implica una sensibilidad moderada en su promedio.

En el caso de las pesquerías pelágicas, hubo un mayor numero de encuestados, y se puede observar un valor de sensibilidad más representativo de la pesquería, con 2,78, determinando una sensibilidad alta. La sensibilidad ante cambios en el nivel del mar, presentó una sensibilidad moderada para este tipo de pesquerías.

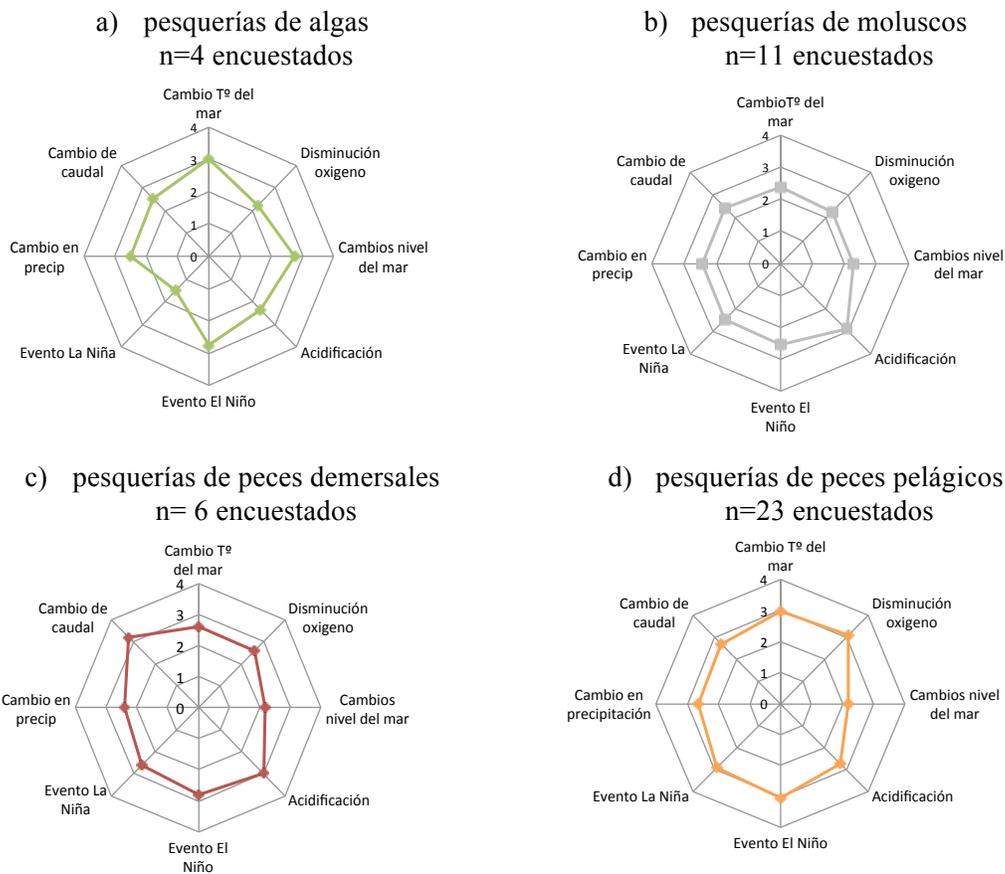


Figura 3.28. Valoración de sensibilidad a los factores ambientales, en las pesquerías de a) algas, b) moluscos, c) pesquerías de peces demersales, d) pesquerías de peces pelágicos.

Al considerar el índice de impacto, que corresponde a la sumatoria de los factores de valor económico, empleo, seguridad alimentaria e importancia social ($I = E + S + A + I$), se calculó para cuatro pesquerías, i.e.,

$$I_{algas} = 0.75 + 0.75 + 0.13 + 0.75 = 2.38 \approx 2.4$$

$$I_{moluscos} = 0.68 + 0.77 + 0.64 + 0.82 = 2.91 \approx 2.9$$

$$I_{p.demersales} = 0.67 + 0.75 + 0.58 + 0.75 = 2.75 \approx 2.8$$

$$I_{p.pelágicos} = 0.86 + 0.80 + 0.68 + 0.82 = 3.16 \approx 3.1$$

El índice de impacto en las pesquerías de algas fue de 2,4, considerando que la seguridad alimentaria tiene un impacto de solo 0,13 y se considera bajo. Si se considera que los otros factores como valor económico, empleo e importancia social con un valor alto de impacto, cercano a 0,8

(Figura 3.29a). En las pesquerías de moluscos, el índice de impacto fue de 2,9 con la importancia social con el valor más alto (0,82) y con el menor valor para el valor económico (0,68).

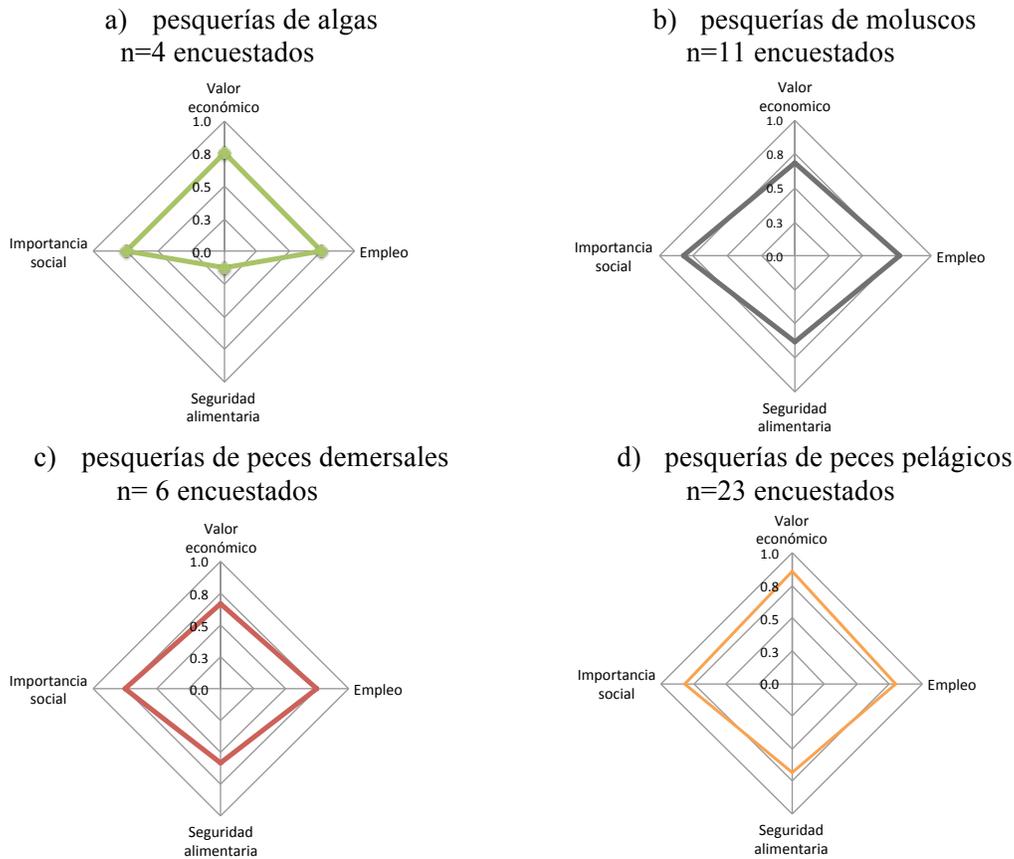


Figura 3.29. Valoración del impacto a los factores, en las pesquerías de a) algas, b) moluscos, c) pesquerías de peces demersales, d) pesquerías de peces pelágicos.

El índice de adaptabilidad se presenta en la Fig. 3.30, de acuerdo a la percepción que tiene los usuarios de las pesquerías elegidas, se considera cómo el grado de adaptación ante aspectos ambientales, climáticos, sociales, económicos, entre otros. La valoración de las pesquerías de acuerdo a la escala otorgada, indica que la pesquerías de algas es medianamente adaptable en un valor promedio de 2, la pesquería de moluscos es levemente adaptable con un valor promedio de 2,8, la pesquería de peces demersales es mediana a levemente adaptable con un valor promedio de 2,5 y la pesquería de peces pelágicos es levemente adaptable con un valor promedio de 2.9.

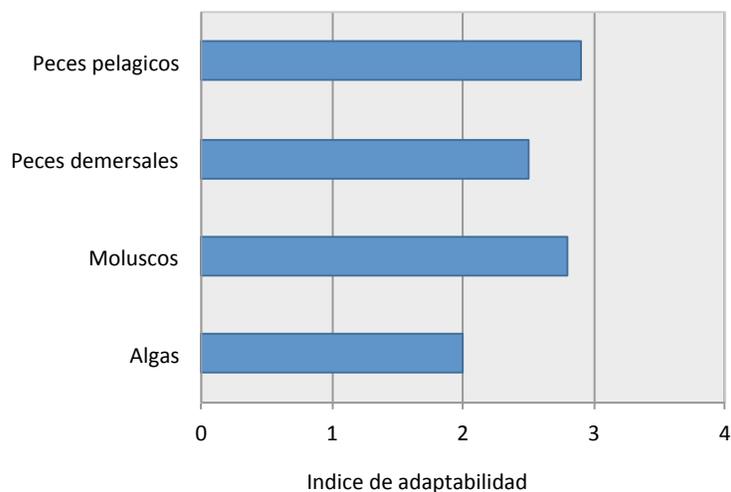


Figura 3.30. Índice de adaptabilidad en las pesquerías chilenas.

El índice de vulnerabilidad es el producto de los índices de sensibilidad, impacto y adaptabilidad. De esta manera se tiene que:

$$= 2,45 \times 2,4 \times 2 = 11,62$$

$$= 2,46 \times 2,9 \times 2,8 = 20,08$$

$$= 2,67 \times 2,8 \times 2,5 = 18,39$$

$$= 2,78 \times 3,2 \times 2,9 = 25,21$$

La vulnerabilidad ecológica versus humana que fue consultada a los usuarios referente a la pesquería elegida, se presenta en la Figura 3.31. Se observa que para las cuatro pesquerías, los valores obtenidos fueron mayores que 2, lo que indica que en ambas dimensiones la vulnerabilidad es mediana a alta.

a) pesquerías de algas
n=4 encuestados

b) pesquerías de moluscos
n=11 encuestados

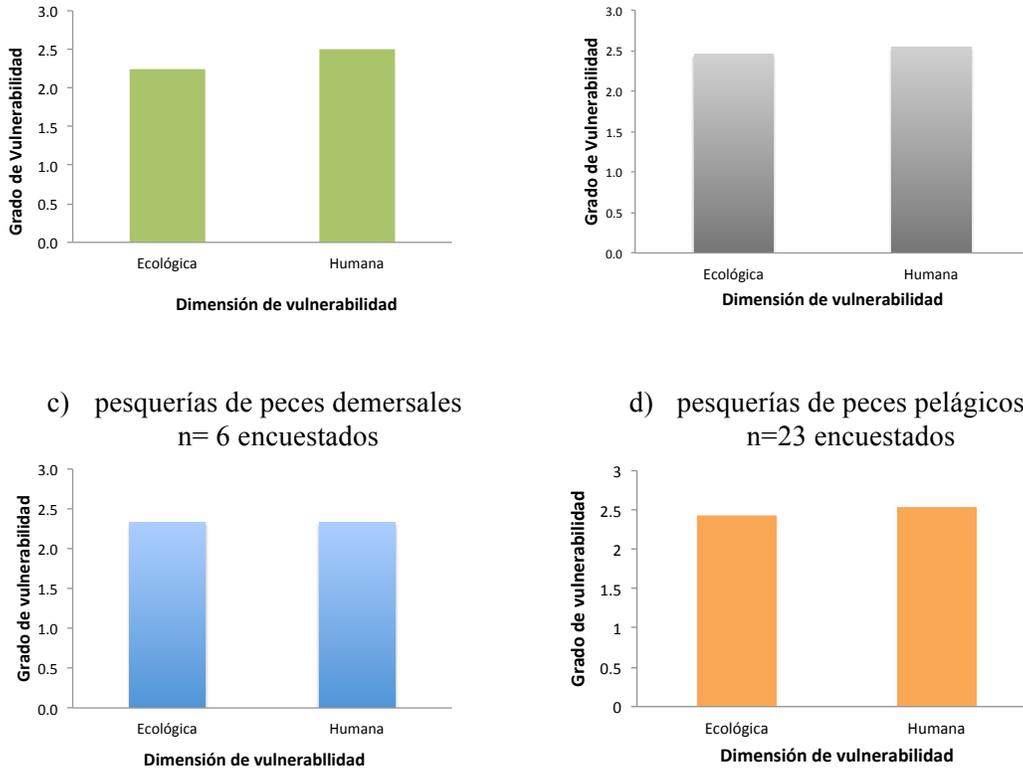


Figura 3.31. Grado de vulnerabilidad al cambio climático en las dimensiones ecológica y humana.

Con respecto a los proyectos y/o medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad al cambio climático, los encuestados sugieren:

Medidas de adaptación

1. Fomentar y fortalecer programas de monitoreo a mediano y largo plazo (oceanográficos, climáticos, biológicos-pesqueros, sanitarios, etc).
2. Generar e incrementar los fondos disponibles para investigación respecto a los equipamientos requeridos para un adecuado monitoreo de las pesquerías.
3. Resolver según resultados de investigaciones científicas.
4. Crear opciones de trabajo en reemplazo del tiempo de recuperación de las pesquerías.
5. Generar mesas de dialogo y acuerdos a nivel político-público-privada-comunidad.
6. Generar de un plan de acción administrativo-legislativo proactivo. Este plan debe contar con lineamientos específicos de acción ante eventos de variabilidad y/o cambio climático. Contando con: i) rapidez y simplificación de procesos y tramites, ii) administración

eficiente de los recursos (humanos y pesqueros), iii) fluidez y coordinación interinstitucional.

7. Aumentar la capacidad de fiscalización de las medidas de administración pesqueras.
8. Desarrollar programas de repoblamiento y acuicultura.
9. Implementar y desarrollar los planes de manejo de acuerdo a lo establecido en la LGPA.
10. Fomentar la capacitación y difusión de efectos del cambio climático sobre recursos pelágicos.
11. Fomentar y desarrollar nuevos productos con valor agregado de los recursos sardina común y anchoveta, orientado a la exportación al mercado europeo.
12. Fortalecer la institucionalidad pública pesquera, especialmente en la componente fiscalización e investigación. Lograr mayor eficiencia e influencia en la ORP.
13. Fomentar la investigación ambiente-recurso ante los impactos del cambio climático
14. Educación para realizar actividades económicas complementarias, como los cultivos, o extracción de productos para un mayor valor agregado, omega 3, alginatos, artesanías, etc.
15. Fomentar la diversificación de la actividad extractiva en especies que puedan desarrollarse como recursos pesqueros, abriendo mercados y líneas de producción.
16. Generar proyectos de investigación que permitan establecer los impactos que genera el cambio climático sobre el recurso y reducir sus impactos.
17. Promover la coordinación interministerial para la formulación de un programa de monitoreo, investigación y gestión de sistemas naturales estratégicos para el país.

Proyectos

1. Estudio de relaciones tróficas en el ecosistema de fiordos y canales del sur de Chile.
2. Análisis de la relación entre diversos factores desencadenantes de la disminución de la productividad de las pesquerías.
3. Aumento de la capacidad de adaptación del sector pesquero artesanal de Magallanes, ante los impactos del cambio climático en la pesquería de centolla y centollon.
4. Análisis mecanístico de la relación ambiente-recurso en pesquerías pelágicas de Chile centro-sur.
5. Evaluación del hábitat del recurso como un sistema. Hay que evaluar el impacto de la actividad humana y sus intervenciones en el sistema playa - borde costero asociados.

6. Evaluación del cambio histórico en la estructura comunitaria bentónica, a través del conocimiento ecológico local de las caletas y sindicatos pesqueros titulares de áreas de manejo. Plan de acción de adaptabilidad a los cambios respecto a los resultados.
7. Aplicación de un plan de manejo con enfoque multisistémico, que involucre estudio situación actual de las poblaciones (densidad, abundancia, talla, CTP por unidad de esfuerzo, etc.), biología reproductiva y crecimiento de los recursos, específicamente para el Golfo de Arauco.
8. Capacitación a pescadores artesanales en biología y manejo de las pesquerías, formalización de los agentes extractivos, normativa regulatoria con planes de fiscalización y control aplicables y efectivos.
9. Fomentar la investigación de conocimientos básicos pesquerías de moluscos, y de los impactos del cambio climático. Difusión didáctica sobre cambio climático a las comunidades costeras para la retroalimentación de información.
10. Programa de seguimiento de praderas de algas pardas repobladas en el norte de Chile.
11. Manejo de extracción de algas en zonas de libre acceso a los recolectores y buzos del sector, de la XIV a IV región.
12. Desarrollar investigación para determinar respuestas fisiológicas y parámetros poblacionales (crecimiento, mortalidad, reclutamiento) del loco a cambios en temperatura y pH del agua, a nivel larval, juvenil y adulto, así como el impacto en su alimento principal: piure, picoroco y choritos. con el objeto de aclarar el verdadero efecto del cambio climático.
13. Realizar estudios a nivel embrionario y larval de especies de moluscos e invertebrados marinos que permitan predecir efecto del cambio climático en las poblaciones.
14. Plan de acción (programas, proyectos) frente a los efectos del cambio climático y/o variabilidad climática (e.g. El Niño) sobre las poblaciones explotadas de algas pardas en la macrozona norte (I-IV Regiones).
15. Efectos del cambio climático en la pesquería de moluscos bivalvos.
16. Efectos en pesquerías de islas oceánicas ante el cambio climático.
17. Difundir los efectos actuales y los que se predicen para un futuro cercano debido al cambio climático. Esto debe hacerse a nivel de los diferentes actores sociales (pescadores, liceos técnicos, pobladores ribereños).

Síntesis del capítulo

La evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático tiene por objeto asistir en las decisiones políticas para responder adecuadamente a los desafíos del cambio climático a través de la investigación, basándose como línea de base los cambios proyectados en el clima y como podrían afectar los sistemas naturales y las actividades humanas.

El análisis de la vulnerabilidad involucra varias dimensiones en relación con el impacto potencial y capacidad de adaptación del cambio climático, y tienen relación con la sensibilidad y la exposición. La exposición es un aspecto que puede ser incierto y dependerá de los escenarios futuros del clima, mientras que la sensibilidad es un aspecto que puede ser determinado en mayor o menor grado por la capacidad de adaptación. En pesquerías, y desde el punto de vista ecológico, la vulnerabilidad es función de la intensidad de pesca y del estado de situación del recurso. Un recurso es más sensible, y por lo tanto más vulnerable, cuando se encuentra en un estado de agotamiento y de sobreexplotación, y del grado de exposición que tuvo a la variabilidad climática del pasado. Dada esta situación se podría determinar el grado de vulnerabilidad ecológica, en términos relativos. Si a esto se le suma el grado de dependencia del recurso, entonces se podría indagar en la vulnerabilidad del sistema socioecológico. Si bien se puede plantear que pesquerías podrían ser más vulnerable en estos términos, es importante considerar mejorar la capacidad de adaptación. En este contexto, es imperativo la recuperación biológica, económica y social de las pesquerías que se encuentran en estado de sobreexplotación.

Se destaca que modificar las estrategias de manejo para incluir covariables ambientales no mejora sustancialmente la habilidad para lograr los objetivos de manejo en escalas de corto a mediano plazo, ya que estas son las escalas relevantes para la toma de decisiones de los sistemas de manejo actuales. Solamente cuando la información sobre los factores ambientales que modulan el sistema son bien conocidos, pueden ser útiles para incorporar la variabilidad ambiental a la toma de decisiones. En otras palabras, si bien el cambio climático es un factor más que puede impactar en el sistema socioecológico en el largo plazo, desde el punto de vista de los procedimientos de manejo actuales que ponen énfasis en la estimación de medidas de manejo de corto plazo (p.e., cuotas de pesca), cuyos procedimientos van siendo reactivos a la situación de los stocks, entonces no es necesario ajustar las estrategias de explotación. Sin embargo, si se sabe con certidumbre que el ambiente puede ser perjudicial para la productividad de un stock, entonces es necesario ajustar los límites que permitan operar en forma segura.

La vulnerabilidad se analizó, además, considerando la dimensión humana. En la acuicultura, la vulnerabilidad ecológica es función principalmente de la dependencia de semillas en

el caso de los mitilidos, y se sabe que la acidificación podría afectar las tasas de crecimiento. La capacidad de adaptación es alta en salmónidos, lo que determina una baja vulnerabilidad humana. En términos de la vulnerabilidad social, se analizó considerando la importancia local del sector en términos de la incidencia del número de pescadores por habitantes de las provincias costeras, la participación de la mujer y de pueblos originarios en la pesca y acuicultura. La vulnerabilidad de las actividades de pesca y acuicultura se analizó sobre la base de encuestas de percepción. En acuicultura a través de la capacidad de respuesta del sector frente a externalidades como la crisis del salmón y la crisis financiera de 2008. En el sector salmonero, la crisis se debió principalmente a malas prácticas productivas, faltas de medidas sanitarias y falta de supervisión de la autoridad. En el sector mitilicultor, falta de diversificación de mercado, problemas ambientales y a países competidores. En el ostionero y alguero, principalmente por falta de diversificación de mercado y a países competidores. En pesca, se realizó una encuesta de percepción de vulnerabilidad, y de acuerdo con los encuestados, se considera que la vulnerabilidad humana es de magnitud similar a la vulnerabilidad ecológica, y se percibe que la pesquería de peces pelágicos es la más vulnerable, seguida por las pesquerías de moluscos. Si bien la encuesta es un instrumento que mide la percepción de vulnerabilidad del sector pesquero, permite además conocer las necesidades que se requiere en gestión e investigación, mediante los proyectos y medidas de adaptación propuestas por los usuarios.

Referencias del capítulo

- Aburto, J., Thiel, M., Stotz, W. 2009. Allocation of effort in artisanal fisheries: The importance of migration and temporary fishing camps. *Ocean & Coastal Management*, 52: 646–654
- Adger, W.N., 2006. Vulnerability. Elsevier 16, 268-281.
- Alheit, J., Ñiquen, M., 2004. Regime shifts in the Humboldt Current ecosystem. *Progress in Oceanography* 60, 201-222.
- Alheit, J., Mollmann, C., Dutz, J., Kornilovs, G., Loewe, P., Mohrholz, V., and Wasmund, N. 2005. Synchronous regime shifts in the central Baltic and the North Sea in the late 1980s. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 1205–1215.
- Allison, E.H., Adger, W.N., Badjeck, M.-C., Brown, C., Conway, D., Dulvy, N.K., Halls, A. Perry, A., Reynolds, J.D., 2005. Effects of climate change on the sustainability of capture and enhancement fisheries important to the poor: analysis of the vulnerability and adaptability of fisherfolk living in poverty. London, Fisheries Management Science Programme MRAG/DFID, Project no. R4778J. Final Technical Report, 164 pp.
- Allison, E.H., Perry, A.L., Badjeck, M.-C., Adger, N.W., Brown, K., Conway, D., Halls, A.S. Pilling, G.M., Reynolds, J.D., Andrew, N.L. & N. K. Dulvy. 2009. Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries. *Fish and Fisheries* 10: 173–196.
- A'mar, Z.T., Punt, A.E., Dorn, M.W., 2009. The evaluation of management strategies for the Gulf of Alaska walleye pollock under climate change. *ICES J. Mar. Sci.*, 66: 1614–1632.

- Anderson, C.K., Hsieh, C.-H., Sandin, S., Hewitt, R., Hollowed, A., Beddington, J., May, R.M., Sugihara, G., 2008. Why fishing magnifies fluctuations in fish abundance. *Nature* 452, 835-839.
- Arntz, W. E., Gallardo, V. A., Gutiérrez, D., Isla, E., Levin, L. A., et al. (2006). El Niño and similar perturbation effects on the benthos of the Humboldt, California, and Benguela Current upwelling ecosystems. *Advances in Geosciences* 6, 243–265. doi:10.5194/ADGEO-6-243-2006
- Basson, M., 1999. The importance of environmental factors in the design of management procedures. *ICES J. Mar. Sci* 56, 933–942.
- Barange, M., Bernal, M., Cergole, M.C., Cubillos, L.A., Daskalov, G.M., de Moor, C.L., De Oliveira, J.A.A., Dickey-Collas, M., Gaughan, D.J., Hill, K., Jacobson, L., Köster, F.W., Massé, J., Ñiquen, M., Nishida, H., Oozeki, Y., Palomera, I., Saccardo, S.A., Santojanni, A., Serra, R., Somarakis, S., Stratoudakis, Y., Uriarte, A., van der Lingen, C.D., Yatsu, A., 2009. Current trends in the assessment and management of stocks. In: Checkley, D., Roy, C., Alheit, J., Oozeki, Y. (Eds.), *Climate change and small pelagic fish*. Cambridge University Press, pp. 191-255.
- Baumgartner, T., Soutar, A., Ferreira, V., 1992. Reconstruction of the history of Pacific sardine and northern anchovy populations over the past two millennia from sediments of the Santa Barbara Basin, California. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 33, 24-40.
- Brander, K., 2010. Impacts of climate change on fisheries. *Journal of Marine Systems* 79, 389-402.
- Berkeley, S.A., Hixon, M.A., Larson, R.J., Love, M.S., 2004a. Fisheries sustainability via protection of age structure and spatial distribution of fish populations. *Fisheries* 29, 23-32.
- Berkeley, S.A., Hixon, M.A., Larson, R.J., Love, M.S., 2004a. Fisheries sustainability via protection of age structure and spatial distribution of fish populations. *Fisheries* 29, 23-32.
- Bertrand, A., Segura, M., Gutiérrez, M., Vásquez, L., 2004. From small-scale habitat loopholes to decadal cycles: a habitat-based hypothesis explaining fluctuation in pelagic fish populations off Peru. *Fish Fish.* 5, 296-316.
- Bertrand, A., Chaigneau, A., Peraltila, S., Ledesma, J., Graco, M., Monetti, F., Chavez, F.P., 2011. Oxygen: A fundamental property regulating pelagic ecosystem structure in the coastal southeastern tropical Pacific. *PLoS ONE* 5, e10330.
- Birkeland, C., Dayton, P.K., 2005. The importance in fishery management of leaving the big ones. *TRENDS in Ecology and Evolution* 20, 356-358.
- Brunel, T., Piet, G. J., van Hal, R., and Röckmann, C. 2010. Performance of harvest control rules in a variable environment. – *ICES Journal of Marine Science*, 67:
- Boltvinik, 2011
- Cahuin, S.M., Cubillos, L.A., Ñiquen, M., Escribano, R., 2009. Climatic regimes and the recruitment rate of anchoveta, *Engraulis ringens*, off Peru. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 84, 591-597.
- Cahuin S, Cubillos LA, Escribano R, Blanco JL, Ñiquen M, Serra R (2013) Sensitivity of recruitment rates anchovy (*Engraulis ringens*) to environmental changes in Southern Peru—Northern Chile. *Environmental Development* 7, 88-101
- Chávez, F., Pennington, J.T., Castro, C.G., Ryan, J.P., Michisaki, R.P., Schlining, B., Walz, P., Buck, K.R., McFadyen, A., Collins, C.A., 2002. Biological and chemical consequences of the 1997-1998 El Niño in central California waters. *Prog. Oceanogr.* 54, 205-232.
- Collie, J.S., Richardson, K., Steele, J.H., 2004. Regime shifts: can ecological theory illuminate the mechanisms? *Progress in Oceanography* 60, 281-302.
- Cubillos, L.A., Serra, R., Fréon, P., 2007. Synchronous pattern of fluctuation in three anchovy fisheries in the Humboldt Current System. *Aquatic Living Resources* 20, 69-75.

- Cubillos, L.A., Claramunt, G., 2009. Length-structured analysis of the reproductive season of anchovy and common sardine off central southern Chile. *Marine Biology* 156, 1673-1680.
- Cubillos, L. 2013. Éxito Reproductivo de Peces Pelágicos Pequeños: Cambios Inducidos por la Pesca y Cambios de Régimen en el Sistema de Corrientes de Humboldt. Tesis Doctorado en Oceanografía, Universidad de Concepción, 129 p.
- Cubillos LA, Niklitschek E, Cahuin S (2013) Relating a recruitment shift of Patagonian grenadier *Macrurus magellanicus* Lönnberg to large-scale environmental changes off Southern Chile. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* (en prensa)
- Daw et al (2008) Review of climate change and capture fisheries. Report for FAO High-Level Conference on World Food Security and the Challenges of Climate Change and Bioenergy 3-5th June 2008.
- Defeo, O., Castilla, J.C. 2012. Governance and governability of coastal shellfisheries in Latin America and the Caribbean: multi-scale emerging models and effects of globalization and climate change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4: 344-350.
- De Oliveira, J. A. A., Uriarte, A., and Roel, B. A. 2005. Potential improvements in the management of Bay of Biscay anchovy by incorporating environmental indices as recruitment predictors. *Fisheries Research*, 75: 2–14.
- Drinkwater, K.F., Beaugrand, G., Kaeriyama, M., Kim, S., Ottersen, G., Perry, R.I., Pörtner, H.-O., Polovina, J.J., Takasuka, A., 2010. On the processes linking climate to ecosystem changes. *Journal of Marine Systems* 79, 374-388.
- Espíndola, F., Yáñez, E., Barbieri, M.A., 2011. El Niño Southern Oscillation and spatial-temporal variability of the nominal performances of swordfish (*Xiphias gladius*) in the southeastern Pacific. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 46, 231-242.
- Fiedler, P. C. (2002). Environmental change in the eastern tropical Pacific Ocean: review of ENSO and decadal variability. *Marine Ecology Progress Series* 244, 265–283.
- Fudge, S.B., Rose, G.A., 2008. Life history co-variation in a fishery depleted Atlantic cod stock. *Fisheries Research* 92, 107-113.
- Gatica, C., Quiñones, R., Figueroa, D., Wiff, R., Navarro, E., Donoso, M., 2009. Asociación entre la Corriente de Deriva de los Vientos del Oeste y la abundancia relativa del pez espada (*Xiphias gladius*) frente a la costa de Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 37(1): 97-105.
- Gaymer, C.F., Palma, A.T., Alonso-Vega, J.M., Monaco, C.J., Henríquez, L.A., 2010. Effects of La Niña on recruitment and abundance of juveniles and adults of benthic community-structuring species in northern Chile. *Marine and Freshwater Research* 61, 1185–1196.
- González, E., Norambuena, R., Molina, R., Thomas, F. 2013. Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la acuicultura al cambio climático en Chile-Estudio de caso acuicultura Chile. En: Soto, D., Quiñones, R. (ed.) Cambio climático, pesca y acuicultura en américa latina: potenciales impactos y desafíos para la adaptación. Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS), Universidad de Concepción, Concepción, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 29. Roma, FAO. 335 pp.
- Greene, C.H., Monger, B.C., McGarry, L.P., 2009. Some like it cold. *Science* 324, 733-734.
- Green et al. 2010.
- Haltuch, M. A., and Punt, A. E. 2011. The promises and pitfalls of including decadal scale climate forcing of recruitment in groundfish stock assessment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68: 912–926.
- Hampton I. 2011. Vulnerability to climate change of the Benguela Current Large Marine Ecosystem and the human livelihoods dependent on it. In De Young, C., Hjort, A., Sheridan, S. & Davies, S. Climate change implications for fisheries of the Benguela Current region – Making the best of change. FAO/Benguela Current Commission

- Workshop, 1–3 November 2011, Windhoek, Namibia. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings. No. 27. Rome, FAO. 2012. 125 pp.
- Harley et al. 2012.
- Hsieh, C.-h., Reiss, C.S., Hunter, J.R., Beddington, J.R., May, R.M., Sugihara, G., 2006. Fishing elevates variability in the abundance of exploited species. *Nature* 443, 859-862.
- IPCC, 2001. Cambio climático 2001: informe de síntesis. Resumen para responsables de políticas. 38 p.
- Hurtado-Ferro, F., Hiramatsu, K., Shirakihara, K., 2010. Allowing for environmental effects in a management strategy evaluation for Japanese sardine. *ICES J. Mar. Sci.* 67, 2012–2017.
- Hutchings, J.A., Reynolds, J.D., 2004. Marine fish population collapses: consequences for recovery and extinction risk. *Bioscience* 13, 297-309.
- Jorgensen, C., Enberg, K., Dunlop, E.S., Arlinghaus, R., Boukal, D.S., Brander, K., Ernande, B., Gardmark, A., Johnston, F., Matsumura, S., Pardoe, H., Raab, K., Silva, A., Vainikka, A., Dieckmann, U., Heino, M., Rijnsdorp, A.D., 2007. Managing evolving fish stocks. *Science* 318, 1247-1248.
- Koeller, P., Fuentes-Yaco, C., Platt, T., Sathyendranath, S., Richards, A., Ouellet, P., Orr, D., Skúladóttir, U., Wieland, K., Savard, L., Aschan, M., 2009. Basin-scale coherence in phenology of shrimps and phytoplankton in the North Atlantic Ocean. *Science* 324, 791-793.
- Leduc, 2007.
- Longhurst, A., 2006. The sustainability myth. *Fisheries Research* 81, 107-112.
- McCarthy, J. J., O. F. Canziani, N. A. Leary, D. J. Dokken, and K. S. White, 2001: *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press, 1032 pp.
- Moore, P.J., Thompson, R.C., Hawkins, S.J. 2011. Phenological changes in intertidal con-specific gastropods in response to climate warming. *Global Change Biology*, 17: 709-719.
- Myers, R. A. 1998. When do environment–recruitment correlations work? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 8: 285–305.
- Navarrete, S. A., Broitman, B., Wieters, E. A., Finke, G. R., Venegas, R. M., et al. (2002). Recruitment of intertidal invertebrates in the southeast Pacific: interannual variability and the 1997–1998 El Niño. *Limnology and Oceanography* 47, 791–802.
- Navarro, J.M., Torres, R., Acuña, K., Duarte, C., Manríquez, P.H., Lardies, M., Lagos, N.A., Vargas, C., Aguilera, V., 2013. Impact of medium-term exposure to elevated pCO₂ levels on the physiological energetics of the mussel *Mytilus chilensis*. *Chemosphere* 90, 1242–1248.
- Olsen, E.M., Heino, M., Lilly, G.R., Morgan, M.J., Brattey, J., Ernande, B., Dieckmann, U., 2004. Maturation trends indicative of rapid evolution preceded the collapse of northern cod. *Nature* 428, 932-935.
- Ottersen, G., Hjermann, D., Stenseth, N.C., 2006. Changes in spawning stock structure strengthen the link between climate and recruitment in a heavily fished cod (*Gadus morhua*) stock. *Fisheries Oceanography* 15, 230-243.
- Ottersen, G., Kim, S., Huse, G., Polovina, J.J., Stenseth, N.C., 2010. Major pathways by which climate may force marine fish populations. *Journal of Marine Systems* 79, 343-360.
- Overland, J.E., Alheit, J., Bakun, A., Hurrell, J.W., Mackas, D.L., Miller, A.J., 2010. Climate controls on marine ecosystems and fish populations. *Journal of Marine Systems* 79, 305-315.
- Payne, M.R., Hatfield, E.M.C., Dickey-Collas, M., Falkenhaus, T., Gallego, A., Gröger, J., Licandro, P., Llope, M., Munk, P., Röckmann, C., Schmidt, J.O., Nash, R.D.M., 2009. Recruitment in a changing environment: the 2000s North Sea herring recruitment failure. *ICES Journal of Marine Science* 66, 272-277.

- Perry, R.I., Cury, P., Brander, K., Jennings, S., Möllmann, C., Planque, B., 2010. Sensitivity of marine systems to climate and fishing: concepts, issues and management responses. *Journal of Marine Systems* 79, 427-435.
- Punt, A.E., 2010. Harvest control rules and fisheries Management. In: Grafton, R.Q., Hilborn, R., Squires, D., Tait, M., Williams, M.J. (eds.). *Handbook of marine fisheries conservation and Management*. Oxford University Press, NY.
- Punt, A.E. 2011. The impact of climate change on the performance of rebuilding strategies for overfished groundfish species of the U.S. west coast. *Fis. Res.* 109, 320-329.
- Pizarro R. 2001. La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina. Informe CEPAL, Santiago, Chile
- Punt, A. E., A'mar, T., Bond, N. A., Butterworth, D. S., de Moor, C. L., De Oliveira, J. A. A., Haltuch, M. A., Hollowed, A. B., and Szuwalski, C. Fisheries management under climate and environmental uncertainty: control rules and performance simulation. – *ICES Journal of Marine Science*, doi:10.1093/icesjms/fst057.
- Planque, B., Fromentin, J.-M., Cury, P., Drinkwater, K.F., Jennings, S., Perry, R.I., Kifani, S., 2010. How does fishing alter marine populations and ecosystem sensitivity to climate? *Journal of Marine Systems* 79, 403-417.
- Sánchez y Lazos 2010.
- Schindler, D. E., Augerot, X., Fleishmann, E., Mantua, N. J., Riddell, B., Ruckelshaus, M., Seeb, J., et al. 2008. Climate change, ecosystem impacts, and management for Pacific salmon. *Fisheries*, 33: 502 – 506.
- Serra, R., Tsukayama, I., 1988. Sinopsis de datos biológicos y pesqueros de la sardina, *Sardinops sagax*, en el Pacífico Suroriental. *FAO Sinopsis de Pesca* 13, 60.
- Solemdal, P., 1997. Maternal effects - a link between the past and the future. *J. Sea Res.* 37, 213-227.
- St Bernard, 2002.
- Stern, 2006.
- Thatje, S., Heilmayer, O., and Laudien, J. (2008). Climate variability and El Niño Southern Oscillation: implications for natural coastal resources and management. *Helgoland Marine Research* 62, 5–14.
- Valdés, J., Ortlieb, L., Gutierrez, D., Marinovic, L., Vargas, G., Sifeddine, A. 2008. 250 years of sardine and anchovy scale deposition record in Mejillones Bay, northern Chile. *Prog. Oceanogr.* 79, 198-207.
- Vásquez, J.A., J.M. Vega, A.H. Buschmann (2006) Long term variability in the structure of kelp communities in northern Chile and the 1997–98 ENSO. *Journal of applied phycology* 18:505–519.
- Villegas, M. J., Laudien, J., Sielfeld, W., and Arntz, W. E. (2008). *Macrocystis integrifolia* and *Lessonia trabeculata* (Laminariales; Phaeophyceae) kelp habitat structures and associated macrobenthic community of northern Chile. *Helgoland Marine Research* 62(Suppl. 1), 33–43.
- Walters, C. J., and Collie, J. S. 1988. Is research on environmental factors useful to fisheries management? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45: 1848 – 1854.
- Yannicelli, B., Castro, LR. 2013. Ecophysiological constraints on the larvae of *Pleuroncodes monodon* and the implications for its reproductive strategy in poorly oxygenated waters of the Chile-Peru undercurrent. *Journal of Plankton Research* 35, 566-581.
- Yannicelli, B., Paschke, K., González, RR., Castro, L. 2013. Metabolic responses of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) larvae to low oxygen concentration. *Marine Biology* 160, 961-976
- Yáñez, E., Barbieri, M.A., Barra, O., 1986. Evaluación de los principales recursos pelágicos explotados en la zona norte de Chile entre 1957 y 1985. In: Arana, P. (Ed.). *La Pesca en Chile*. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, pp. 183-194.

- Yáñez, E., Barbieri, M.A., 1988. Principal pelagic resources exploited in northern Chile and their relationship to environmental variations. In: Wyatt, T., Larrañeta, M.G. (Eds.). Long Term Changes in Marine Fish Populations, Instituto Investigaciones Marinas, España, pp. 197-219.
- Yáñez, E., Barbieri, M.A., Silva, C., Nieto, K., Espíndola, F., 2001. Climate variability and pelagic fisheries in northern Chile. *Progr. Oceanogr.* 49, 581–596.
- Yáñez, E., Hormazabal, S., Silva, C., Montecinos, A., Barbieri, M.A., Valdenegro, A., Ordenes, A., Gómez, F., 2008. Coupling between the environmental and the pelagic resources exploited off Northern Chile: ecosystem indicators and conceptual model. *Lat. Amer. J. Aquat. Res.* 36, 159-181.

CAPITULO 4 Generación de propuestas regionales de proyectos pilotos de adaptación al cambio climático

Resumen

Las propuestas regionales se proyectos pilotos de adaptación al cambio climático dicen relación con aumentar la base de conocimientos a través de: a) identificar los hábitat oceanográficos esenciales para las especies de importancia económica a lo largo de Chile, b) caracterización de especies indicadoras de variabilidad y cambio climático, c) anaizar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación en las comunidades pesqueras, d) evaluar el impacto del cambio climático en la trama trófica y capturas, e) analizar el conocimiento ecológico local y determinar la capacidad de adaptación de los pescadores, f) educar y generar capacidades en materias de cambio climático, g) analizar el efecto del cambio climático en la acuicultura, a través del análisis y gestión del riesgo.

Adaptación

Se reconoce ampliamente que la adaptación es la estrategia clave para enfrentar los efectos e impactos del CC en los sistemas ecológicos que sustentan actividades de Pesca y Acuicultura. En este contexto, la estrategia de adaptación involucrará el diseño e implementación directa de las medidas, como también requerirá incrementar las capacidades humanas y tecnológicas que permitan conocer los riesgos e impactos asociados al CC. En este proceso de generación de información y conocimiento, el país a través de SUBPESCA deberá enfrentar los desafíos subyacentes a la problemática del CC:

- La escala espacial: cómo avanzar desde los diagnósticos de procesos y efectos globales y regionales hacia procesos y efectos de escala nacional y local, en los cuales de verificarán los impactos reales sobre las comunidades.
- Escala temporal: los efectos o impactos del CC podrán verificarse en el corto, mediano y largo plazo, dependiendo de la naturaleza de los forzantes del cambio, la capacidad de resiliencia de los sistemas y las capacidades de adaptación a nivel nacional y local.
- Efectos diferentes: Los efectos del cambio climático afectarán diferencialmente a distintos sectores como, la pesca, la acuicultura, pudiendo generarse consecuencias tanto negativas como positivas.
- Acciones: Existe una amplia tipología de acciones complementarias que deberán diseñarse y adoptarse: tecnológicas, incentivos a la inversión, regulatorias, entre otras.

- **Comunicación:** Las acciones básicas que se deben emprender están relacionadas con la generación de información y conocimiento respecto a la sensibilidad, exposición y resiliencia de los distintos sectores frente a los efectos del CC.

Considerando lo anterior, además cada propuesta de proyecto piloto para la adaptación del cambio climático en el sector, deben contener como base,

- (i) la síntesis de la información disponible, la evaluación participativa de la vulnerabilidad a la variabilidad climática actual y eventos extremos, así como de las áreas donde los riesgos aumentarían con el cambio climático;
- (ii) la identificación de medidas clave de adaptación y la formulación de criterios para priorizar estas actividades; y
- (iii) la selección de una lista corta de actividades prioritarias.

Estos proyectos para la adaptación se enfoca en las actividades que respondan a las necesidades de adaptación más urgentes e inmediatas para Chile en el sector de pesca, para las cuales la no consideración de este tipo de proyectos sugeridos podría aumentar la vulnerabilidad o resultar en mayores costos en una etapa posterior.

Fichas con propuestas de proyectos de adaptación en el sector pesca y acuicultura.

Las fichas de Términos Técnicos de Referencias TTR están basados en la necesidad país de investigación en el ámbito de la variabilidad y cambio climático y como influye en los sistemas ecológicos, entendiéndose esto como el ecosistema, hábitat oceanográfico y los recursos pesqueros y acuícolas y en el sistemas social, institucional y económico.

Ficha	TTR1
Sector	Pesquería
Sistema	Ecológico
ecosistema	Hábitat oceanográfico
Título Proyecto	Identificación de hábitat oceanográficos esenciales asociados a especies de importancia económica en Chile
Objetivo general	Identificar y Determinar los hábitat oceanográficos asociados con especies de importancia económica pesquera en Chile
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar y establecer las variables oceanográficas claves asociadas con cada pesquería. - Caracterizar hábitat oceanográficos a lo largo de Chile. - Determinar cambios asociado a los hábitat oceanográficos con la distribución y abundancia de las especies pesqueras. - Detectar posibles cambios de distribución y su relación con el cambio climático.
Antecedentes y Justificación	<p>Los ecosistemas Marinos son influenciados por variables físicas que causan estructuración de las comunidades biológicas. Las variables oceanográficas como la temperatura, salinidad, oxígeno, profundidad etc, cumplen un rol muy importante en la modulación de la distribución y abundancia de peces en el océano, esto es un tema muy interesante en la investigación pesquera y en el ámbito del Cambio climático. La distribución de las especies depende en gran medida de las características del hábitat, así mismo, la abundancia relativa de las especies, también están estrechamente relacionada con las variables de hábitat esenciales.</p> <p>Los Hábitats oceanográficos esenciales son los ecosistemas (a) utilizados por un recurso pesquero al menos en una etapa crítica de su ontogenia (huevo, larva, juvenil o adulto), (b) los que son lugar de una significativa combinación de características abióticas (hidrología, climatología, oceanografía, geología y geomorfología) y bióticas (alta biodiversidad, productividad), (c) los de gran complejidad estructural (cantidad de nichos sujetos de colonización) y (d) los que favorecen la reproducción, apareamiento, alimentación y protección.</p> <p>El vínculo entre los factores ambientales y oceanográficos con la dinámica de poblaciones de peces es de particular interés en la investigación actual de la pesca, como la comprensión de la dinámica espacio-temporal los ecosistemas marinos es crucial para el manejo ecosistémico y las evaluaciones de impacto del cambio climático (Menge and Olson, 1990; Gaertner et al., 2005). El Cambio climático, se puede considerar como un factor que afecta la fisiología individual, la estacionalidad, las dinámicas poblacionales y las distribuciones geográficas.</p> <p>La información sobre estas dinámicas e interacciones también son necesarios para entender y predecir cómo los cambios en la estructura del ambiente marino en las diversas escalas pueden afectar a los recursos pesqueros (Cury 2004) y esta información es esencial para la administración y ordenación pesquera (Jennings 2004). La identificación de factores o hábitats puede conducir a una mejor comprensión de cómo las influencias ambientales y oceanográficas afectan a las poblaciones de peces marinos y la pesca y, por consiguiente, ayudan a apoyar su gestión y ordenación pesquera y a la conservación.</p>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar y establecer las variables, los rangos y límites oceanográficos claves asociadas con cada pesquería en una escala espacio-temporal determinada. - Caracterizar hábitat oceanográficos a lo largo de Chile, considerando los recursos pesqueros tipos de cada hábitat. Esto permitirá apoyar a la gestión pesquera. - Determinar cambios asociado a los hábitat oceanográficos con la distribución y abundancia de las especies pesqueras. - Detectar posibles cambios de distribución y su relación con el cambio climático.
Lineamiento	FIP-SUBPESCA
Presupuesto	\$50.000.000

Ficha	TTR2
Sector	Pesquería
Sistema	Ecológico
Recurso/ecosistema	Especies migratorias, especies de importancia económica/ ecosistema marino de Chile
Título Proyecto	Caracterización de especies indicadoras de la variabilidad y Cambio climático
Objetivo general	Caracterizar y determinar especies indicadoras a la variabilidad ambiental y cambio climático.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterizar las especies indicadoras del Cambio climático - Identificar y establecer las variables e índices claves que influyen en las especies indicadoras. - Determinar los cambios distribucionales y de abundancia.
Antecedentes y Justificación	<p>Los indicadores ecológicos son herramientas biológicas (especies, grupos taxonómicos, procesos, entre otros) que permiten evaluar total o parcialmente a los sistemas ecológicos, por lo que pueden ser considerados como estimadores de la biodiversidad de un sistema, actuando en diferentes niveles jerárquicos (genes, especies, poblaciones, comunidades y paisajes) y determinando diferentes componentes de la biodiversidad (composición, estructura y función; Noss, 1990; Dale y Beyeler, 2001; Niemi y McDonald, 2004). Las especies indicadoras pueden ser clasificadas, según su uso, en aquellas que señalan cambios ambientales o indicadoras de salud ecológica, las que señalan cambios en las poblaciones o indicadoras poblacionales, y las que señalan áreas de alta riqueza de especies o indicadoras de biodiversidad (Caro y O'Doherty, 1999).</p> <p>Se puede considerar como especie indicadora, especies de importancia económica como, la Jibia, pez espada, por su cambio distribucional, y/o algunos moluscos y bivalvos en el caso de cambios de variables oceanográficas o indicadores de contaminación etc</p>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterización de especies indicadoras. - Identificación de las variables, los rangos y límites oceanográficos claves asociadas con las especies indicadoras en una escala espacio-temporal determinada. - Detectar posibles cambios de distribución y abundancia y su relación con el cambio climático.
Lineamiento/Fondo	FIP-SUBPESCA
Presupuesto	\$15.000.000

Ficha	TTR3
Sector	Pesquero artesanal
Sistema	Socio-economico
Título Proyecto	Análisis de vulnerabilidad y capacidad de adaptación en comunidades pesqueras de frente al cambio climático.
Objetivo general	Evaluar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación de actividades pesqueras artesanales.
Objetivos específicos	<p>Identificar, seleccionar, caracterizar y validar indicadores de exposición, sensibilidad y de capacidad de adaptación en actividades pesqueras de pequeña escala frente a escenarios posibles de cambio climático.</p> <p>Diseñar, validar y aplicar metodología(s) de evaluación de la vulnerabilidad en actividades pesqueras y de acuicultura de pequeña escala frente a escenarios posibles de cambio climático.</p> <p>Identificar las brechas de información y conocimiento necesarias de resolver para mejorar el diagnóstico sobre la capacidad de adaptación.</p> <p>Proponer plan de acción a las autoridades comunales y regionales.</p> <p>Diseñar e implementar a escala piloto un programa de difusión sobre los potenciales efectos del cambio climático en las comunidades costeras que realizan actividades de pesca artesanal y las principales medidas de adaptación posibles de implementar en el corto y mediano plazo</p>
Antecedentes y Justificación	<p>Chile es un país con una extensa zona costera constituida por más de 85.000 km considerando su territorio continental e insular. Y, posee una extensa historia asociada a procesos naturales que se manifiestan en eventos cíclicos (ENSO) o no cíclicos o infrecuentes (terremotos, tsunamis, marejadas).</p> <p>Sin embargo, considerando la crucial importancia y rol de los ecosistemas marino costeros de Chile, aún no se dispone de información científica estandarizada a mesoescala que permita establecer una línea base de las principales variables oceanográficas e indicadores que permitan proyectar un programa de monitoreo de parámetros e indicadores y, consecuentemente, una evaluación de vulnerabilidad y las capacidades de adaptación necesarias en lugares claves a lo largo de la costa chilena. De este modo, se podría disponer de una herramienta basada para la adaptación frente a potenciales impactos o efectos, positivos o negativos, generados por el cambio climático global sobre esta región.</p> <p>Varios estudios han sugerido la necesidad urgente de desarrollar planes, programas y proyectos orientados a evaluar vulnerabilidad en comunidades locales potencialmente impactadas por las consecuencias del cambio climático. La pesca artesanal y la acuicultura de pequeña escala involucra a decenas de miles de personas que viven en comunidades rurales costeras a lo largo del borde costero y que su fuente de ingresos depende de los bienes y servicios provenientes de sus diversos ecosistemas marinos. Por lo tanto, es necesario y oportuno desarrollar un proyecto piloto para evaluar la vulnerabilidad y la capacidad de adaptación de comunidades costeras asociadas a las actividades de pesca artesanal y acuicultura de pequeña escala.</p> <p>La modalidad de obtención de esta información es a través de información de bases de datos ya existentes de proyectos sociales y económicos desarrollado por FOSIS, GORE, FAP, INE etc y realización de algunas encuestas.</p>
Resultados esperados	<p>Contar con una línea base del sistema socioeconómico y de la dependencia de los recursos, y una caracterización formal de las pesquerías y de las comunidades locales.</p> <p>Conocer la vulnerabilidad y la capacidad de adaptación de las comunidades</p>
Lineamiento/Fondo	MINECOM FIP-SUBPESCA
Presupuesto	\$ 100.000.000

Nota: Este TTR se presenta en forma general, pero es de suma importancia generar proyectos de este tipo a nivel local. Ej. Comunidades pesqueras del Golfo de Arauco.

Ficha	TTR4
Sector	Pesquero
Sistema	Ecológico
Recurso/ecosistema	
Título Proyecto	Impactos del cambio climático en la trama trófica y las capturas pesqueras del ecosistema marino Chile.
Objetivo general	Construir un modelo ecotrófico, para cuantificar y describir interacciones biológicas y flujos de energía entre los principales componentes del ecosistema marino de Chile.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterizar el ecosistema marino (variables oceanográficas, biológicas ect) - Identificación de recursos marinos característicos de la trama trófica del ecosistema marino a analizar. - Construir un modelo ecotrófico utilizando el programa Ecopath con Ecosim (EwE) incorporando el factor Cambio climático y/o bajo distintos escenarios de CC. - Determinar el efecto en las capturas por cambio en el ecosistema, trama trófica a distintos escenarios de CC.
Antecedentes y Justificación	<p>La modelación de ecosistemas marinos y sus pesquerías ha permitido identificar los componentes bióticos y abióticos que juegan roles importantes en términos de la estructura y dinámica comunitaria. Específicamente identificación de las interacciones predador-presa que regulan la distribución y abundancia de los organismos vivos, más allá de la mera evaluación de la biomasa de los recursos de importancia comercial.</p> <p>Actualmente, el paradigma del enfoque ecosistémico aplicado a pesquerías impone la necesidad de comprender los efectos de la pesquería en el ecosistema y los efectos del ecosistema en las pesquerías (Mackinson et al., 1997; Rice 2000; Shannon et al., 2000). Actualmente un factor predominante a considerar es el Cambio climático. Es de gran necesidad realizar análisis de modelo ecotrófico con balance de masa para cuantificar los flujos de energía/materia e interacciones tróficas en el ecosistema marino de Chile y como cambia o se ve afectado la trama trófica y las capturas con el Cambio climático.</p>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> - Consolidación de un modelo eco-trófico para el ecosistema marino chileno - Línea base de información de los componentes de la trama trófica - Conocer los efectos del CC en la trama trófica - Conocer los efectos en las capturas pesqueras
Lineamiento/Fondo	FIP-SUBPESCA
Presupuesto	\$ 50.000.000.-

Nota: Este TTR se presenta en forma general, pero es de suma importancia generar proyectos de este tipo a nivel macrozonal (Norte, Centro-Sur y Sur-Austral).

Ficha	TTR5
Sector	Pesquero artesanal
Sistema	Social
Titulo Proyecto	Análisis integrado de conocimiento ecológico local y capacidad adaptativa de los pescadores artesanales de caletas pesqueras, ante el cambio climático.
Objetivo general	Analizar e integrar el conocimiento ecológico local (recurso-ambiente) y capacidad adaptativa (a eventos climáticos y variabilidad en capturas) de los pescadores artesanales de caletas pesqueras.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar, seleccionar, caracterizar y validar caletas pesqueras tipos (rurales y/o urbanas; monoespecífica y/o multiespecífica, según tipo de organizaciones etc.) por región. - Diseñar y aplicar metodología(s) aptas para la recopilación de la información climática y ecológica local, (encuestas, talleres de trabajo etc.), considerando percepciones y capacidades individuales y comunitarias. - Analizar la información recopilada y construir una serie histórica de eventos climáticos y escenarios de adaptación. - Evaluar la capacidad adaptativa actual y potencial a nivel de individual y de comunidad local. - Proponer plan de acción (desarrollo, investigación, innovación, educacional y/o social) a las autoridades municipales, comunales y/o regionales. - Diseñar e implementar a escala piloto un programa de difusión.
Antecedentes y Justificación	<p>Las sociedades y las economías se han venido adaptando al clima desde hace siglos. La mayoría de los sectores, regiones y comunidades tienen una capacidad de adaptación razonable a los cambios en las condiciones medias, particularmente si los cambios son graduales. No obstante, las pérdidas provocadas por las variaciones y los extremos climáticos son sustanciales, y en algunos sectores están aumentando. Estas pérdidas indican que la adaptación autónoma no ha sido suficiente para contrarrestar los daños relacionados con las variaciones temporales en las condiciones climáticas. Las comunidades de asentadas en caletas pesqueras, por lo tanto, son más vulnerables a los cambios en frecuencia y magnitud de las condiciones distintas de las medias, especialmente los extremos, que son inherentes al cambio climático.</p> <p>Los pescadores, en mayor medida, los que viven asentados en caletas pesqueras, han convivido con estos cambios graduales, que de alguna u otra forma han modificado sus conductas, ya sean extractivas, organizacionales y/o culturales. Por esta razón, ellos han acumulado un conocimiento, respecto a los cambios de su entorno, han respondido a ello. El grado en que las futuras generaciones logren contrarrestar los impactos adversos del cambio climático dependerá del éxito de la adaptación a ese cambio, su variabilidad y sus extremos .</p>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> - Valoración, evaluación de las caletas pesqueras como un indicador climático local. - Interacción y retroalimentación de información a nivel socio-ecológico - Contar con una serie histórica de eventos climáticos y escenarios de adaptación (a nivel social) - Plan de acción municipal, comunal y/o regional. (planes de alerta, planes de prevención o acción al riesgo, planes de adaptación ect) - Programa piloto de difusión y comunicación a la comunidad, autoridades publico y privados.
Lineamiento/Fondo	SUBPESCA-Ministerio Medio Ambiente
Presupuesto	\$100.000.000.-

Nota: Este TTR se presenta en forma general, pero es de suma importancia generar proyectos de este tipo a nivel local.

Ficha	TTR6
Sector	Pesquero-Acuicultura
Sistema	Social
Recurso/ecosistema	
Título Proyecto	Educación sobre Cambio climático, en caletas pesqueras de la provincia de Concepción, Región del Biobío.
Objetivo general	- Educar a la población de caletas pesqueras de la provincia de Concepción.
Objetivos específicos	Identificar caletas pesqueras de la provincia de Concepción. (dos caletas por comuna: Tomé, Coronel, Lota, Penco, Talcahuano.) Identificar publico objetivo y sensibilizar a pescadores artesanales u organizaciones de pescadores. Entregar información en forma didáctica (charlas, videos, terreno etc)
Antecedentes y Justificación	La educación es esencial para formar sujetos conscientes del ambiente en el que habitan, a través del desarrollo de actividades que fomenten el aprendizaje de actitudes que instauren valores; y de habilidades que cimienten conocimientos. La Educación Ambiental toma impulso en Estocolmo en 1972. En la declaración de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Humano, se destaca la importancia de la labor educativa en cuestiones ambientales. Este concepto se reafirma en el Artículo 6 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, firmada en 1992 en Río de Janeiro. El artículo 6 que recomienda promover la educación, la formación y la sensibilización del público sobre el cambio climático. El educar para el cambio ayudará a disminuir los cambios negativos en la gente, a adaptarse al cambio y a promover el cambio positivo.
Resultados esperados	Educación y sociabilización del concepto y efectos del cambio climático en la comunidad pesquera y acuícola.
Lineamiento/Fondo	Ministerio de educación- Ministerio Medio ambiente- SUBPESCA
Presupuesto	\$50.000.000.-

Nota: Este TTR se presenta considerando una localidad, que específicamente es la Provincia de Concepción (en sus comunas de Tomé, Coronel, Lota, Penco, Talcahuano). Es un ejemplo de cómo considerara las localidades.

Ficha	TTR7
Sector	Acuicultura
Sistema	Económico-Social
Recurso/ecosistema	
Título Proyecto	Análisis del efecto del Cambio climático en la Acuicultura en Chile.
Objetivo general	- Analizar los efectos del Cambio climático en la Acuicultura
Objetivos específicos	Determinar los impactos del CC en la acuicultura (exposición y sensibilidad). Análisis de riesgos y gestión del riesgo Determinar la vulnerabilidad Evaluación socioeconómica de la acuicultura.
Antecedentes y Justificación	La acuicultura como actividad, presenta una serie de tendencias en demanda y oferta que apuntan a crecimiento sostenido del sector acuícola, a saber: (i) Aumento de la población mundial (ii) Correlación positiva entre consumo de pescado y nivel de desarrollo económico (iii) Tendencias en consumo alimenticio relacionadas a productos de especialidad, alimentación sana y alimentos funcionales (iv) Límites en capacidad de pesca extractiva por cuotas de extracción. Pero también existen tendencias que pueden declinar el crecimiento o desarrollo de la actividad, como el Cambio climático. Es necesario conocer los efectos que pudiera tener el CC (negativos y positivos) en el sector acuícola de Chile. Se debe realizar análisis de riesgos y de los impactos, analizar la vulnerabilidad a nivel socio-ecológico.
Resultados esperados	Conocer los verdaderos efectos que tiene el Cambio Climático en la Acuicultura.
Lineamiento/Fondo	Ministerio de educación- Ministerio Medio ambiente- SUBPESCA
Presupuesto	\$50.000.000.-

Nota: Este TTR es para el subsector acuicultura, sin embargo se debe definir la escala. Ejemplo: Acuicultura de pequeña, mediana o gran escala; lugar geográfico; tipo de cultivo; tipo de recurso etc.