



# **DIAGNÓSTICO DE LOS DESAFÍOS PLANTEADOS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE**

**PREPARADO POR EL CENTRO DE CAMBIO GLOBAL Y EL CENTRO DE  
POLÍTICAS PÚBLICAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE PARA EL  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO**

**INFORME FINAL**

**AGOSTO 2010**

# **DIAGNÓSTICO DE LOS DESAFÍOS PLANTEADOS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE**

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **Coordinador General**

Sebastián Vicuña, Centro de Cambio Global UC

### **Coordinador temas adaptación**

Francisco Meza, Centro de Cambio Global UC

### **Coordinador temas mitigación**

Luis Cifuentes, Centro de Cambio Global UC

### **Coordinadores temas institucionales**

Claudio Seebach, Centro de Políticas Públicas UC

Cristian García, Centro de Políticas Públicas UC

### **Sector recursos hídricos**

Sebastián Vicuña, Centro de Cambio Global UC

Francisco Meza, Centro de Cambio Global UC

### **Sector silvoagropecuario**

Guillermo Donoso, Centro de Cambio Global UC

Francisco Meza, Centro de Cambio Global UC

### **Eventos extremos e infraestructura**

Sebastián Vicuña, Centro de Cambio Global UC

### **Recursos pesqueros**

Juan Carlos Castilla, Centro de Cambio Global UC

### **Biodiversidad**

Pablo Marquet, Centro de Cambio Global UC

### **Análisis Mitigación**

Luis Cifuentes, Centro de Cambio Global UC

Enzo Sauma, Centro de Cambio Global UC

### **Sector Urbano**

Jonathan Barton, Centro de Cambio Global UC

### **Ayudantes de investigación**

Ernesto Arce, Nicolás Bambach, Elisa Blanco, Nicolás Borchers, Camila Cabrera, Francisco Jeria

# Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos.....	I
Lista de Figuras .....	III
Lista de Tablas.....	IV
Lista de Tablas.....	IV
Resumen Ejecutivo .....	V
<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Escenarios posibles para el país.....</b>	<b>2</b>
2.1 Escenarios climáticos e hidrológicos en el país.....	2
2.2 Proyección de emisión de gases de efecto invernadero .....	7
2.3 Potenciales escenarios de compromiso.....	10
<b>3. Análisis de desafíos sectoriales del cambio climático en Chile.....</b>	<b>14</b>
3.1 Sector recursos hídricos.....	14
3.2 Sector silvoagropecuario .....	15
3.3 Sector recursos ecosistémicos .....	16
3.4 Sector recursos pesqueros y acuícolas.....	16
3.5 Sector de obras de infraestructura .....	17
3.6 Desafíos Sectoriales de Mitigación.....	17
3.7 Matriz resumen sectorial.....	22
<b>4. Contexto institucional.....</b>	<b>33</b>
4.1 Objetivos.....	33
4.2 Contexto .....	33
4.2.1 Importancia de la institucionalidad en contexto de cambio climático .....	33
4.2.2 Principales desafíos de la institucionalidad asociada al cambio climático .....	35
4.3 Revisión de la realidad chilena actual .....	38
4.3.1 Leyes recientes importantes.....	38
4.4 Identificando las brechas .....	47
4.5 Mapa Institucional del cambio climático en Chile.....	52
4.5.1 Institucionalidad asociada al Plan de Acción Nacional de Cambio Climático .....	54
<b>5. Estrategia de corto plazo para hacer frente a desafíos .....</b>	<b>62</b>
5.1 Líneas de acción en adaptación .....	62
Línea de Acción 1: Análisis de vulnerabilidad .....	63
Línea de Acción 2: Mejoras de monitoreo ambiental y desarrollo de modelos de acoplamiento .....	64
Línea de Acción 3: Incorporación del Cambio Climático en los protocolos de diseño y operación de obras de infraestructura.....	65
Línea de Acción 4: Fomentar resiliencia con mejoras en la gestión de recursos hídricos y construcción de nueva infraestructura .....	66

Línea de Acción 5: Fomentar resiliencia en la productividad agrícola y forestal .....	67
5.2 <i>Líneas de acción en mitigación</i> .....	68
Línea de Acción 1: Generación de Información y conocimiento para la toma de decisiones públicas y privadas .....	69
Línea de Acción 2: Incentivos a Tecnologías Limpias .....	71
Línea de Acción 3: Aumento del Apoyo a Eficiencia Energética .....	73
Línea de Acción 4: Promoción de Agricultura Carbono Neutra .....	78
Línea de Acción 5: Actividades de Educación .....	79
5.3 <i>Propuesta institucional</i> .....	81
5.3.1    Aspectos importantes a considerar al diagnosticar la institucionalidad .....	81
5.3.2    Propuesta .....	82
<b>6.    Conclusión</b> .....	<b>88</b>
<b>7.    Bibliografía (incluye citas a Apéndices)</b> .....	<b>92</b>
<b>Apéndices</b> .....	<b>101</b>
I. <i>Informe detallado de desafíos sectoriales</i> .....	101
I.1    Impactos y adaptación en sectores asociados a recursos hídricos .....	102
I.2    Impactos y adaptación en sector silvoagropecuario .....	111
I.3    Impactos y adaptación en recursos ecosistémicos .....	126
I.4    Impactos y adaptación en recursos pesqueros y acuícolas .....	133
I.5    Impactos y adaptación asociado a obras de infraestructura .....	140
I.6    Desafíos en Mitigación .....	145
I.7    Rol de ciudades: caso Región Metropolitana .....	173
I.8    Análisis Estaciones con calidad hidrometeorológica nacional .....	185
I.9    Ley de Fomento al Riego .....	189
I.10    Panorama acuícola y pesquero nacional .....	190
II. <i>Apéndices de Temas Institucionales</i> .....	201
II.1    Breve Reseña Histórica de la Institucionalidad Ambiental Chilena .....	201
II.2    Institucionalidad por Sector .....	205
II.3    Matriz de instituciones ligadas a temas de cambio climático en Chile (Tipo de institución y dependencia) .....	218
II.4    Sobre los recursos financieros destinados a temas relacionados con materias ambientales ...	222
II.5    Breve revisión de estrategias internacionales para enfrentar los desafíos ambientales y del cambio climático .....	224
II.6    Procesos interesantes de diseño e implementación de políticas públicas complejas en Chile	227

## Lista de Figuras

FIGURA 1: PROYECCIONES DE TEMPERATURA PARA EL ESCENARIO A2 (CAMBIOS EN GRADOS C SOBRE BASE HISTÓRICA) .....	3
FIGURA 2: PROYECCIONES DE PRECIPITACIÓN PARA EL ESCENARIO A2 (CAMBIOS PORCENTUALES SOBRE BASE HISTÓRICA) .....	5
FIGURA 3: NÚMERO DE MODELOS QUE PROYECTAN AUMENTO DE PRECIPITACIÓN EN CHILE PARA EL PERIODO 2010-2040 .....	6
FIGURA 4: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA Y EMISIONES DE GEI POR SECTOR, PARA EL AÑO 2008 .....	8
FIGURA 5: EMISIONES DE CO <sub>2</sub> E ASOCIADAS AL SECTOR ENERGÍA, PROYECTADAS PARA 2010-2030 .....	9
FIGURA 6: EMISIONES DE CO <sub>2</sub> E TOTALES, INCLUYENDO SECTOR NO ENERGÍA: 2010-2030.....	10
FIGURA 7: EMISIONES DE LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO .....	11
FIGURA 8: RESUMEN DE NUEVA INSTITUCIONALIDAD .....	41
FIGURA 9: ESQUEMA DE LA INSTITUCIONALIDAD PREVIA A LA LEY (A) E INTEGRADA LA REFORMA (B) .....	43
FIGURA 10: PARTICIPACIÓN INSTITUCIONAL EN PLAN NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.....	55
FIGURA 11: PARTICIPACIÓN POR MINISTERIO EN PLAN NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.....	56
FIGURA 12: PARTICIPACIÓN INSTITUCIONAL EN TEMAS DE ADAPTACIÓN AL CC .....	57
FIGURA 13: PARTICIPACIÓN POR MINISTERIO EN TEMAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	58
FIGURA 14: PARTICIPACIÓN INSTITUCIONAL EN TEMAS DE MITIGACIÓN DE GEI .....	59
FIGURA 15: PARTICIPACIÓN POR MINISTERIO EN TEMAS DE MITIGACIÓN DE GEI .....	59
FIGURA 16: PARTICIPACIÓN INSTITUCIONAL EN LA CREACIÓN Y FOMENTO DE CAPACIDADES EN CAMBIO CLIMÁTICO .....	60
FIGURA 17: PARTICIPACIÓN POR MINISTERIO EN LA CREACIÓN Y FOMENTO DE CAPACIDADES EN CAMBIO CLIMÁTICO .....	61
FIGURA 18: CONDICIONES HIDROLÓGICAS FUTURAS EN CUENCA MAIPO EN SAN ALFONSO DE ACUERDO A ESCENARIO HADCM3-A2. SE PRESENTA TAMBIÉN EL CAUDAL OBSERVADO HISTÓRICO PARA EL PERÍODO 1976-2000. ....	102
FIGURA 19: CONDICIONES HIDROLÓGICAS FUTURAS EN SUBCUENCA AFLUENTE A EMBALSE MELADO DEL SISTEMA MAULE ALTO DE ACUERDO A ESCENARIO HADCM3-A2. SE PRESENTA TAMBIÉN EL CAUDAL OBSERVADO HISTÓRICO PARA EL PERÍODO 1976-2000.....	103
FIGURA 20: EMBALSES Y CUENCAS A NIVEL NACIONAL .....	105
FIGURA 21: VARIACIÓN DE LOS INGRESOS NETOS DEL SECTOR SILVOAGROPECUARIO (MUSD Y %) .....	115
FIGURA 22: VARIACIÓN DE LA DEMANDA POR MANO DE OBRA (MILES DE TRABAJADORES Y %).....	116
FIGURA 23: EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA BIODIVERSIDAD. ....	127
FIGURA 24: SERVICIOS QUE LA BIODIVERSIDAD PRESTA AL DESARROLLO Y BIENESTAR SOCIAL. ....	128
FIGURA 25: EMISIONES DE ENERGÍA 2008 Y 2020 (MTCO <sub>2</sub> E/AÑO). ....	146
FIGURA 26: RED DE ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS DE LA DGA .....	185
FIGURA 27: ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS VIGENTES Y SUSPENDIDAS DE TRES REDES DE INFORMACIÓN .....	186
FIGURA 28: ESTACIONES DE MONITOREO METEOROLÓGICO VIGENTES DE TRES REDES INDEPENDIENTES.....	187
FIGURA 29: DISTRIBUCIÓN DE NIEVES Y GLACIARES, CUENCAS HIDROGRÁFICAS Y LAS ESTACIONES NIVALES. ....	188
FIGURA 30: DESEMBARQUES PESQUEROS EN CHILE ENTRE 1970-2008 (SIN ACUICULTURA). ....	191
FIGURA 31: DESEMBARQUES TOTALES Y VALORIZACIÓN DE LAS EXPORTACIONES .....	192
FIGURA 32: DESEMBARQUES Y VALORIZACIÓN DE LOS SALMÓNIDOS (SALMONES Y TRUCHAS) DE CULTIVO EN CHILE ENTRE 1994-2008 .....	194
FIGURA 33: DESEMBARQUE DE CHORITOS, <i>MYTILUS EDULIS CHILENSIS</i> , PROVENIENTES DE CULTIVOS ENTRE 1984-2008 .....	195
FIGURA 34: ELEMENTOS CRÍTICOS DE CAMBIO CLIMÁTICO RELEVANTES PARA LAS POLÍTICAS PÚBLICAS. ....	198
FIGURA 35: INSTITUCIONALIDAD EN TORNO A LOS RECURSOS HÍDRICOS .....	206
FIGURA 36: INSTITUCIONALIDAD DEL PLAN NACIONAL DE GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS .....	208
FIGURA 37: INSTITUCIONALIDAD DEL SECTOR SILVOAGROPECUARIO .....	209
FIGURA 38: INSTITUCIONALIDAD DEL CONSEJO DE CAMBIO CLIMÁTICO Y AGRICULTURA .....	211
FIGURA 39: INSTITUCIONALIDAD EN TORNO A LA INFRAESTRUCTURA .....	214
FIGURA 40: INSTITUCIONALIDAD EN EL ÁMBITO DE LAS MITIGACIONES .....	216

## Lista de Tablas

TABLA 1: COMPARACIÓN DE EMISIONES DE GEI PER CÁPITA ASOCIADAS AL SECTOR ENERGÍA.....	12
TABLA 2: ACCIONES TEMPRANAS Y MEDIDAS ADICIONALES DE MITIGACIÓN CONSIDERADAS POR SECTOR .....	19
TABLA 3: LÍNEA BASE Y POTENCIAL DE REDUCCIÓN 2015 Y 2020 POR SECTOR (MtCO <sub>2</sub> E/AÑO) .....	21
TABLA 4: INDICADORES DE EMISIONES UNITARIAS PARA CHILE, RUSIA Y OECD .....	21
TABLA 5: MATRIZ SECTORIAL .....	23
TABLA 6: RESUMEN LEY 20.417 .....	42
TABLA 7: RESUMEN Y CARACTERÍSTICAS DE COMITÉS Y CONSEJOS DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	46
TABLA 8: UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES EMBALSES DEL PAÍS. ....	106
TABLA 9: UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES EMBALSES DEL PAÍS (CONTINUACIÓN) .....	107
TABLA 10: EFICIENCIA DE RIEGO PONDERADA POR REGIÓN Y ZONA.....	120
TABLA 11: EMISIONES DE ENERGÍA PROYECTADAS: LÍNEA BASE Y POTENCIAL DE REDUCCIÓN (MtCO <sub>2</sub> E/AÑO) .....	145
TABLA 12: POTENCIAL DE REDUCCIÓN POR AÑO (MtCO <sub>2</sub> E/AÑO).....	147
TABLA 13: TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA .....	148
TABLA 14: DISTRIBUCIÓN DEL PARQUE GENERADOR DE ELECTRICIDAD AL AÑO 2020.....	148
TABLA 15: DISTRIBUCIÓN DE LOS COMBUSTIBLES UTILIZADOS EN EL SECTOR TRANSPORTE PARA EL AÑO 2020 .....	149
TABLA 16: TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA PARA EL SECTOR TRANSPORTE 2020 .....	149
TABLA 17: CLASIFICACIÓN TEMPORAL DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DE GEI .....	150
TABLA 18: NECESIDADES TECNOLÓGICAS IDENTIFICADAS .....	160
TABLA 19: ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN IDENTIFICADAS SEGÚN ACTIVIDAD.....	161
TABLA 20: CONSUMO DE ENERGÍA Y PRODUCCIÓN DE EMISIONES DE CO <sub>2</sub> (TIPOS* Y PRINCIPALES USOS) .....	176
TABLA 21: PRESUPUESTO ANUAL PARA CONAMA .....	222

## Resumen Ejecutivo

El cambio climático presenta importantes desafíos tanto en la adaptación a sus impactos, como en la mitigación de las emisiones que lo provocan. En el presente estudio se revisan los impactos que el fenómeno generaría en Chile, las opciones de mitigación de emisiones más eficientes, los desafíos que estos implican y se analiza el contexto institucional en que se desarrollan, generando además propuestas, lo que permitirá la elaboración de estrategias concretas para enfrentar el cambio climático en Chile.

Para proyectar los impactos futuros del cambio climático en Chile se utilizaron dos escenarios de emisiones mundiales de GEI. El primero representa un escenario alto en emisiones, que constituye un futuro sin modificar los comportamientos actuales y el segundo representa un futuro donde las emisiones son más moderadas. Las proyecciones indican, para ambos escenarios, un alza en las temperaturas medias, así como una disminución de las precipitaciones en gran parte de la superficie nacional.

A partir de estas tendencias, se puede proyectar el impacto que tendrá el cambio climático en ciertos sectores productivos de Chile, como en los sectores de recursos hídricos, silvoagropecuarios, biodiversidad y ecosistemas, acuícolas y pesqueros e infraestructura. De ellos se desprende lo fundamental de contemplar una gestión integrada de cuencas y proponer inversiones en infraestructura que permitan dar respuesta efectiva a los potenciales impactos del cambio climático; la importancia de elaborar planes de adaptación y programas que fortalezcan la capacidad adaptativa; la necesidad de fortalecer los sistemas de áreas silvestres protegidas y mejorar los sistemas de monitoreo y educación ambiental.

Con respecto a las emisiones de GEI, el aumento en el nivel de desarrollo del país traerá asociado un aumento sostenido en las emisiones de GEI en el futuro, que pondrán a Chile en una situación comparativamente desfavorable frente a sus pares. Las proyecciones del nivel de emisiones, el ingreso de Chile a la OCDE, y el reciente compromiso anunciado en la COP15, requieren que los primeros esfuerzos de mitigación de emisiones (principalmente a través del fomento de la eficiencia energética) continúen y se fortalezcan en el futuro. Además del fomento de la eficiencia energética, es necesario considerar las emisiones de GEI en la mayoría de las decisiones públicas y, a través de los incentivos adecuados, en las decisiones privadas. El Estado debe además tratar de reducir las barreras para tecnologías más limpias, que aun siendo costo efectivas, tienen problemas de implementación. Finalmente, se deben comenzar a realizar los estudios necesarios para soluciones de mediano plazo, como la explotación de los recursos mareomotrices y geotérmicos.

Para lograr estos objetivos, es necesario contar con una institucionalidad eficiente, y diseñada de forma que logre manejar estas problemáticas. Es fundamental que esta institucionalidad considere la transversalidad de los actores involucrados en el tema y genere mecanismos de coordinación efectivos. Por otra parte, debe considerar los desafíos que impone trabajar en un territorio tan extenso y diverso como el chileno, y diseñar y poner en marcha estrategias de generación y transmisión de información, educación ambiental, participación ciudadana, además de incentivar el involucramiento del sector

privado y de la ciencia y tecnología. Chile tiene un enorme potencial de mitigación de GEI, pero podrá hacerse efectivo solamente a través de una institucionalidad eficiente que permita una adecuada interacción tanto de actores del sector público como del mundo privado.

Al respecto, un análisis de la institucionalidad ambiental chilena y en específico, de las instituciones ligadas a temas relacionados con el cambio climático, permitió notar la diversidad de organismos participantes y la variedad de ministerios que trabajan en esta temática. El desarrollo histórico de la institucionalidad ambiental chilena ha permitido generar avances, pero se observa una dispersión enorme de actores que ha influido en que los desafíos de coordinación hayan sido probablemente aquellos más importantes para entidades como CONAMA. También se observa la necesidad de generar una mayor complementariedad entre las acciones de mitigación y adaptación, considerando las distintas características de cada una. Por otra parte, parece necesario fortalecer la institucionalidad a nivel regional y local, además de insertar prácticas más efectivas y modernas que potencien la educación ambiental y participación ciudadana.

La creación de una serie de consejos y comités en materias climáticas, además de la iniciación de una etapa liderada por un nuevo gobierno, configuran un escenario que posee elementos inciertos y poco previsibles en muchos casos. Esto podría reforzarse con los recientes cambios institucionales, reflejados principalmente en las leyes que crean el Ministerio de Medio Ambiente (junto a la Superintendencia y al Servicio de Evaluación Ambiental) y el Ministerio de Energía. Sin embargo, este aspecto también puede constituir una oportunidad para diseñar desde el primer día de su funcionamiento un sistema de trabajo que produzca los resultados esperables de una institucionalidad eficiente.

Finalmente, y a partir de los hallazgos de este estudio se identificó la necesidad de generar mecanismos que permitan coordinar en forma eficiente las acciones relacionadas con temas de cambio climático. Al respecto, se propone evaluar la posibilidad de crear un comité que lidere y coordine el trabajo de las distintas entidades involucradas. Otro punto fundamental en la coordinación e implementación de acciones tiene relación con la efectividad en la consolidación y coordinación de equipos técnicos de calidad en los distintos ministerios que puedan encontrarse y coordinar su trabajo en este comité. También se considera necesario monitorear y potenciar, la labor que cumplirán nuevas entidades creadas a partir de la última legislación. Además, se propone la creación de un “Consortio para el Cambio Climático”, que estaría formado por distintos organismos y tendría como misión discutir, consensuar y definir las principales políticas públicas a poner en marcha en temas de cambio climático.

## 1. Introducción

El cambio climático presenta para Chile una serie de desafíos. De acuerdo a los estudios recientes, ciertos sectores productivos serían claramente afectados por este fenómeno climático. Junto con esto, las proyecciones de crecimiento del país implican un aumento sostenido de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con lo que el impacto del cambio climático se potenciaría.

De acuerdo al trabajo presentado en el Estudio Regional de la Economía del Cambio Climático para Chile (CEPAL, 2009), el cambio climático potencialmente puede afectar un gran número de sectores productivos en el país, así como también afectar las condiciones de sustento ambiental y social. Se reconocen para cada uno de estos sectores diferentes necesidades de **adaptación** de acuerdo al nivel de impactos proyectados.

Además, en el mismo estudio, se identifica que en el país se proyectan importantes desafíos en materia de control de emisiones de GEI, proyectándose al año 2030 un aumento de más del doble que las emisiones existentes en la actualidad. El principal emisor corresponde al sector energía con poco más del 80% de las emisiones del país. Para esta área existen diferentes estrategias de reducción de emisiones, llamadas medidas de **mitigación**, dirigidas a disminuir la demanda de energía y, a la vez, a reducir el contenido de carbón fósil en los combustibles.

Para lograr desarrollar programas adecuados de adaptación y mitigación al cambio climático, es importante contar con una institucionalidad adecuada, con una transmisión de información, diseño de incentivos correctos al sector privado, además del apoyo internacional necesario, para lograr los financiamientos adecuados que permitan acelerar estos procesos. Para ser partícipes de estos financiamientos, los países interesados, relacionados con la agencia implementadora correspondiente (en el caso de Chile sería el Banco Interamericano de Desarrollo, BID), desarrollan un plan de trabajo que permita identificar las mayores necesidades del país, en dónde el Banco Interamericano de Desarrollo, BID puede colaborar.

El objetivo del trabajo que aquí se presenta es nutrir de información base para el desarrollo de este plan de trabajo. En este sentido se realiza en el documento un **diagnóstico** de los impactos del cambio climático en Chile, en especial desde los puntos de vista de **adaptación y mitigación** y en base a este diagnóstico se lleva a cabo una identificación de las principales **necesidades** del país en temas sectoriales e institucionales y se proponen **líneas de acción** específicas. Estos objetivos de trabajo han sido desarrollados en este documento a través de un trabajo en conjunto entre el Centro de Cambio Global y el Centro de Políticas Públicas, ambos de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Este documento se constituye como el informe final del proyecto, incluyéndose en este un resumen de los análisis sectoriales del país, la institucionalidad asociada a ellos y se proponen estrategias para hacer frente a los desafíos hallados.

## **2. Escenarios posibles para el país**

### **2.1 Escenarios climáticos e hidrológicos en el país**

Las proyecciones futuras de cambio climático se llevan a cabo utilizando modelos de clima global. Éstos simulan las condiciones climáticas del planeta, considerando diferentes niveles de emisión y concentración de gases de efecto invernadero (GEI). Existen en la actualidad alrededor de 20 modelos (IPCC, 2007) que tienen la capacidad de realizar estas simulaciones de manera adecuada. A su vez, existen una serie de trayectorias potenciales de las emisiones de GEI de acuerdo a las diferentes proyecciones que pueda tener la economía, la población del planeta y el grado de control de emisiones. Estos son los llamados escenarios de emisión de GEI. La multiplicidad de modelos utilizados y escenarios de emisión en adición a falta de conocimiento de algunos aspectos claves en la modelación climática de largo plazo, introduce incertidumbre con respecto a las proyecciones futuras de cambio climático en diferentes regiones del planeta.

En el análisis que se presenta a continuación, se utilizan las proyecciones consideradas en el estudio de CEPAL (2009) el cual utiliza el modelo inglés del Hadley Center bajo dos escenarios de emisión de GEI, el A2 (alto en emisiones de GEI) y el B2 (moderado en emisiones)<sup>1</sup>. Los resultados se presentan considerando proyecciones climáticas futuras para tres períodos distintos: un período temprano que abarca los años 2010 a 2040, uno intermedio del 2040 al 2070 y uno tardío del 2070 al 2100. A modo de ejemplo, en las Figura 1 y Figura 2, se presentan las proyecciones de temperatura y precipitación asociadas al escenario A2.

De acuerdo a los resultados presentados, se puede concluir que:

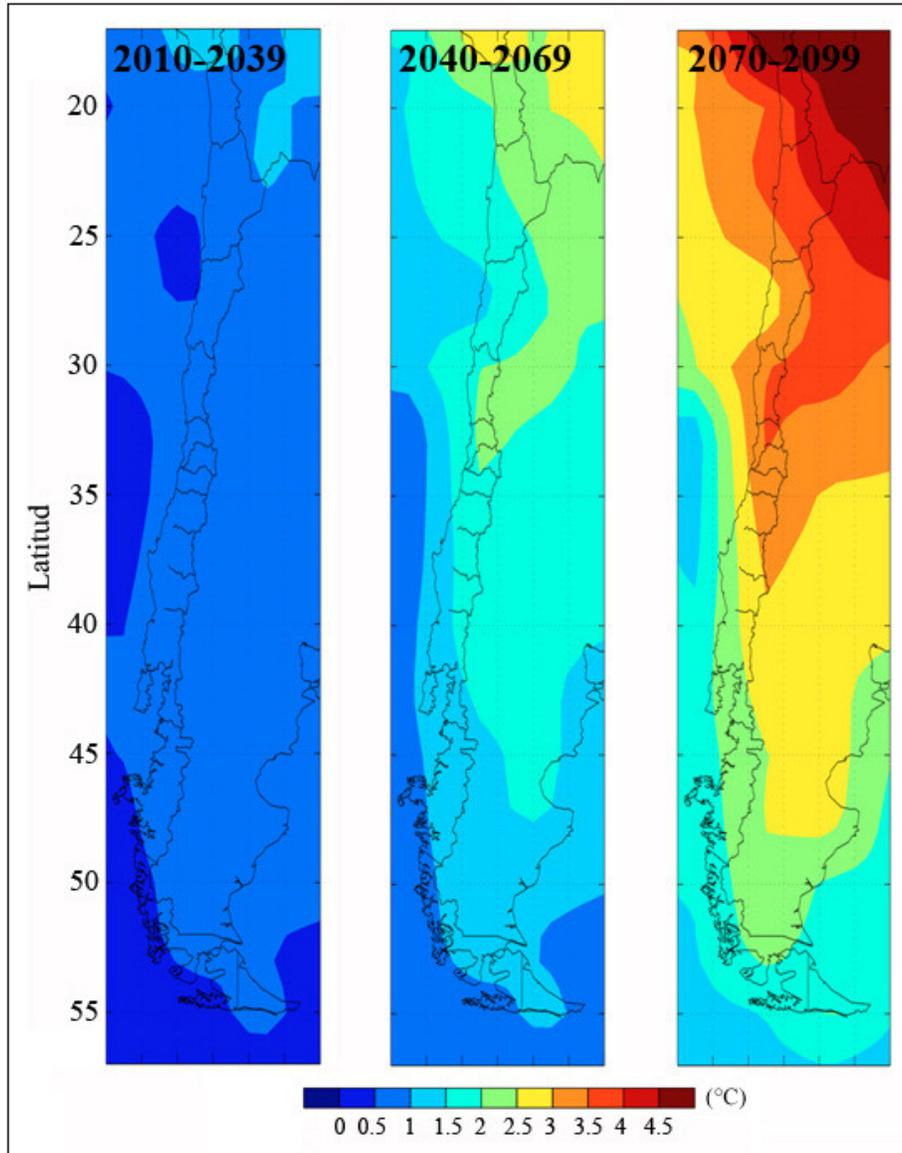
- Ambos escenarios muestran aumentos de temperatura para todo el país pero de manera más clara para la zona del altiplano. Para el período tardío, ambos escenarios pronostican aumentos de temperatura, no obstante, en el A2 se muestran los aumentos más altos, en torno a los 3-4°C, en comparación con el escenario B2, dónde los aumentos mayores son del orden de los 2-3°C. En general, se aprecia que los aumentos de temperatura son más evidentes a medida que se alejan de la influencia del océano (ya sea en altura o alejado de la costa).
- Con respecto a las proyecciones de precipitación, se puede ver que para el período temprano se proyecta un descenso de precipitaciones en la zona altiplánica, en el norte chico y en algunas regiones aisladas en el centro sur del país. En el período intermedio, ambos escenarios proyectan aumentos de precipitación en la región de Magallanes y disminución de precipitaciones entre las regiones de Antofagasta y Los Lagos, sin embargo, los cambios son más acentuados en el escenario A2. Para

---

<sup>1</sup> Estos escenarios corresponden al año 2100 a un nivel de emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub> en torno a 1800 y 1100 GtC respectivamente (<http://sedac.ciesin.columbia.edu/ddc/sres/index.html>) y de un nivel de concentración de CO<sub>2</sub> en torno a 800 y 600 ppm (tomado de Figure 10.26 de IPCC, 2007, WG I)

el período tardío, ambos escenarios proyectan de manera similar, aumentos de precipitación en el extremo austral y el altiplano, y un mismo rango de zonas con descenso de precipitación (nuevamente, entre Antofagasta y Los Lagos). Aún así, el escenario A2 nuevamente muestra los descensos más pronunciados para esta última zona, con valores entre -30 y -40 %.

**Figura 1: Proyecciones de Temperatura para el escenario A2 (cambios en grados C sobre base histórica)**

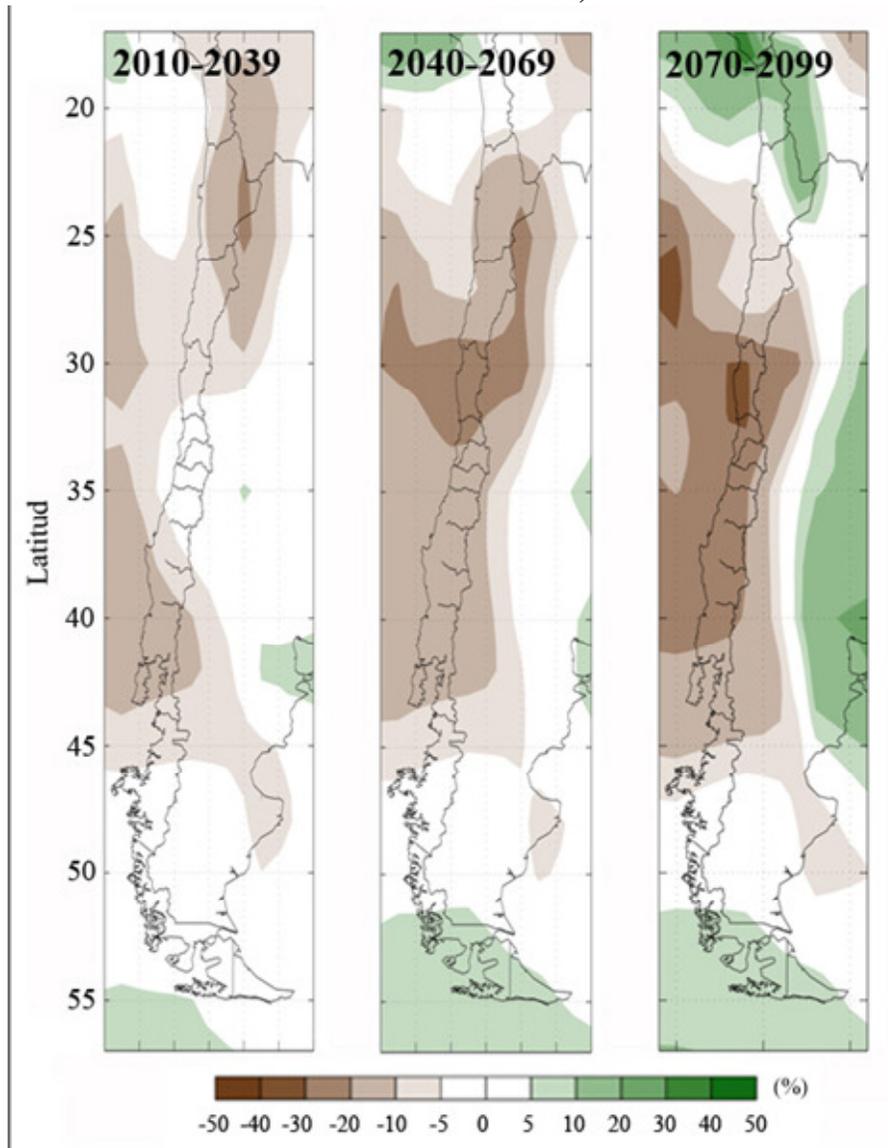


Fuente: CEPAL (2009)

Junto con la presentación de estos resultados, en el mismo documento (CEPAL, 2009) se realizó un análisis de incertidumbre de las proyecciones que entrega el modelo utilizado en el estudio, con el fin de comparar estas proyecciones con las de otros modelos. De acuerdo al análisis mencionado, se puede concluir que, para el caso de Chile, existe una alta

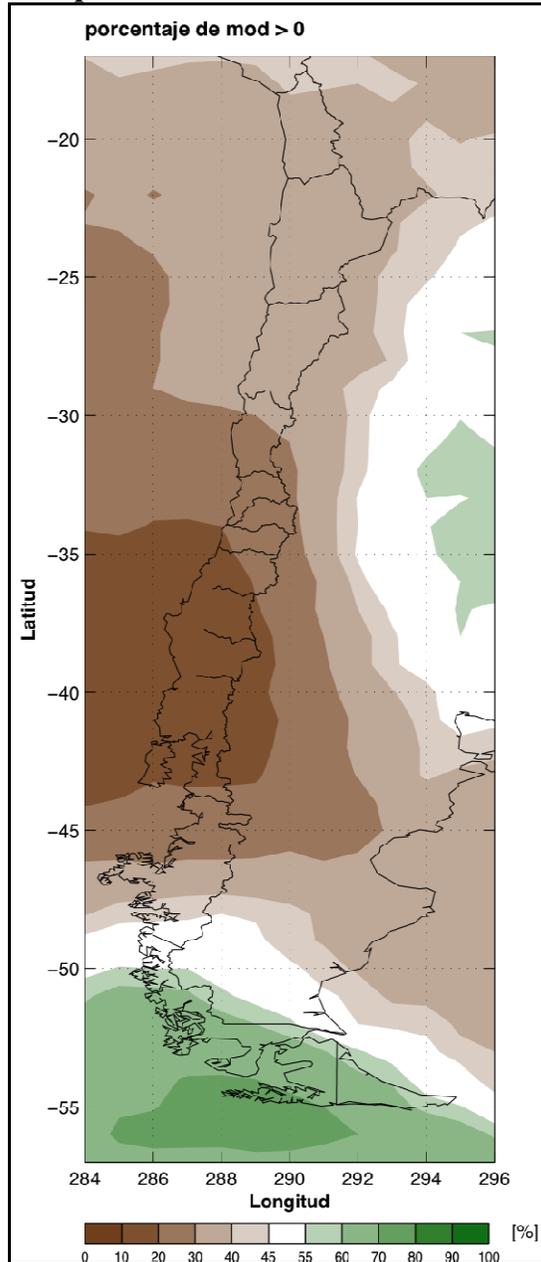
probabilidad de ocurrencia de una disminución de precipitaciones entre los paralelos 30-42° S (aproximadamente entre la Región de Coquimbo y de Los Lagos), para la cual se puede esperar que la señal de cambio climático sea mayor a la variabilidad, incluso en un futuro cercano. Se pronostica, producto de lo anterior, un aumento considerable de eventos de sequía extremos en la región. En la Región de Magallanes (50-55°S), existe también una gran concordancia entre los modelos en cuanto a la proyección de un pequeño cambio positivo de precipitación para esta región (entre 5-10% de la precipitación actual). Sin embargo, el cálculo indica que esta proyección nunca sobrepasa el nivel de variabilidad natural. En el resto de las regiones del país (en especial en el Altiplano y Norte Grande al norte del paralelo 27°S) existe una gran dispersión entre las proyecciones de los modelos, sin encontrarse resultados robustos con respecto a los cambios esperables a futuro. La información anterior se puede corroborar considerando la Figura 3 que se presenta a continuación. En dicha figura se presenta cual es el nivel de concordancia entre modelos en cuanto a la señal proyectada de precipitación. En cada punto en el mapa la figura muestra cual es el porcentaje de modelos que proyecta un aumento en precipitaciones para el primer periodo. En aquellos lugares donde existe alta concordancia entre modelos el color será o café oscuro (disminución de precipitaciones) o verde oscuro (aumento de precipitación).

**Figura 2: Proyecciones de precipitación para el escenario A2 (cambios porcentuales sobre base histórica)**



Fuente: CEPAL (2009)

**Figura 3: Número de modelos que proyectan aumento de precipitación en Chile para el periodo 2010-2040**



Fuente: CEPAL (2009)

Considerando las proyecciones climatológicas futuras presentadas, se esperan impactos importantes en las condiciones hidrológicas de las diferentes cuencas hidrográficas del país que se resumen en los siguientes puntos generales (CEPAL, 2009):

- En las cuencas ubicadas entre el paralelo 30 y 42°S (zona que abarca entre la Región de Coquimbo y de Los Lagos, aproximadamente) se esperaría una disminución de los caudales disponibles (efecto de la precipitación) y un cambio en la temporalidad de los caudales (efecto tanto de la precipitación como de la temperatura). También

se esperaría una disminución importante del hielo acumulado en los glaciares que se encuentran hoy presentes en estas cuencas.

- Para el extremo austral del país (entre los paralelos 50-55°S) se esperaría un aumento en los caudales disponibles y un cambio en la extensión de las masas de hielo cuyo sentido va a depender de los cambios relativos de radiación, temperatura, precipitación y de otras variables que influyen en su desarrollo.
- La situación en el extremo Norte del país (cuencas endorreicas y altiplánicas) es más ambigua. De acuerdo al escenario utilizado en CEPAL (2009) se pronostica una disminución de la precipitación a principios de siglo y un aumento de la misma a finales. Esto implica una clara baja en la disponibilidad de recursos en el período cercano pero no es completamente clara la situación en el período futuro producto del efecto que podrían tener cambios en la evaporación de agua asociadas a los aumentos de temperatura.
- También se esperaría un aumento en la demanda de agua en la cobertura vegetal natural y en cultivos bajo riego, producto del aumento en las demandas evaporativas asociado a un aumento en temperatura y radiación.

Estos cambios finalmente se traducen en impactos en la demanda y oferta de agua y por lo tanto en el uso de recursos hídricos para diferentes sectores del país de acuerdo a lo que se presenta con posterioridad. Escenarios de cambio climático asociados a eventos extremos y condiciones meteorológicas y oceánicas que afectan las costas del país se presentan en capítulos posteriores.

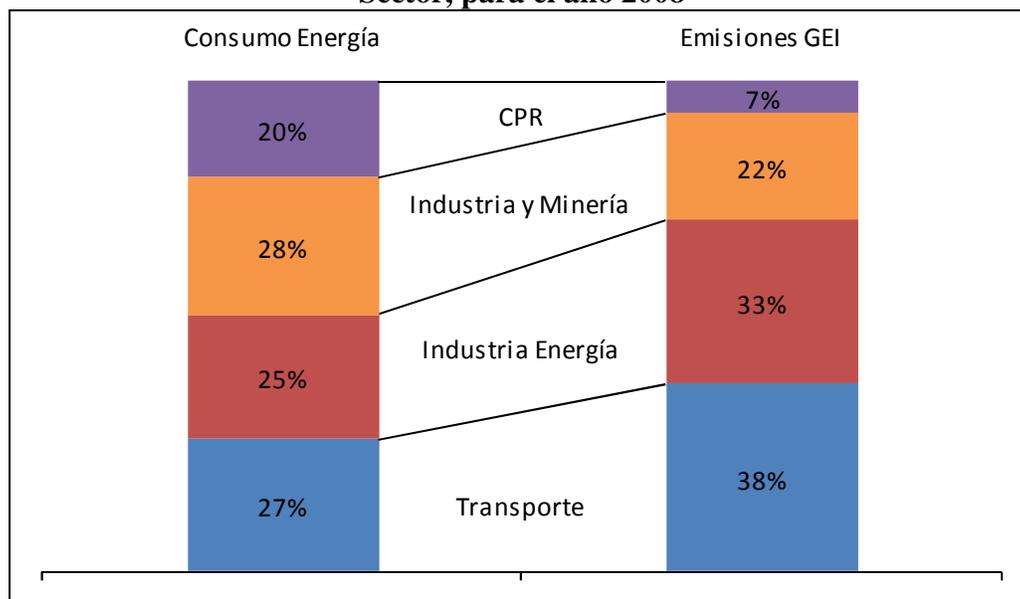
## **2.2 Proyección de emisión de gases de efecto invernadero**

El crecimiento sostenido del país en las últimas décadas ha significado grandes avances en materia de desarrollo. Uno de estos avances ha estado asociado íntimamente a un aumento en el consumo de energía básica y eléctrica. Este consumo en energía ha traído asociado un aumento importante en las emisiones de contaminantes en especial de gases de efecto invernadero (GEI). De acuerdo a lo presentado en CEPAL (2009) el país ha aumentado sus emisiones pasando de un total de 36 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (MtCO<sub>2</sub>e) en 1984 a 95 millones en 2008, que representa un aumento del 166%. En términos de emisiones per cápita, el país pasó de 3 toneladas por persona a 5,7 en el mismo período. La Figura 4 muestra la participación de los distintos sectores tanto en consumo de energía como emisiones de GEI para el año 2008. (Poch Ambiental-CONAMA, 2008)

Para tener una proyección de las emisiones de GEI en el futuro la Comisión Nacional de Energía (CNE) encargó la realización del estudio “Proyección de la Evolución de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Energía. Años 2000-2025”, cuyos resultados estuvieron disponibles a mediados del año 2009 (POCH ambiental, 2009a). La Figura 5 presenta la proyección de emisiones hasta el año 2030. Estos resultados se consideran como línea base de emisiones para el Sector Energía. Se puede apreciar un aumento sostenido en las emisiones asociadas al sector energía en el país. Esto se debe en gran parte al desarrollo económico proyectado para el país. De acuerdo a proyecciones

realizadas con anterioridad (CEPAL, 2009) el ingreso per cápita aumenta desde aproximadamente 10.000 USD/cápita en la actualidad a 20.000 USD/cápita al año 2030 (CEPAL, 2009). Este crecimiento económico produce un aumento significativo en las emisiones de GEI.

**Figura 4: Distribución Porcentual del Consumo de Energía y Emisiones de GEI por Sector, para el año 2008**



Fuente: POCH Ambiental (2008)

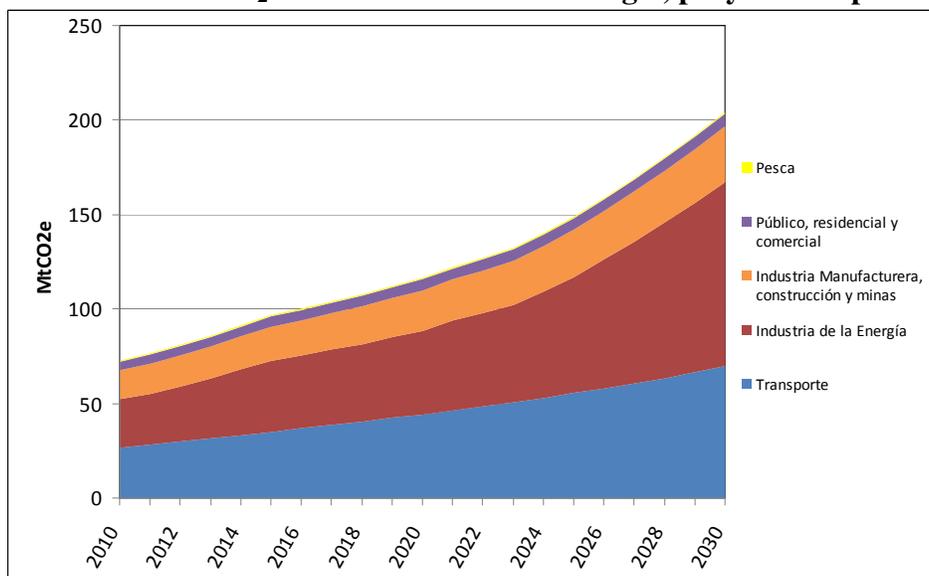
La línea base de emisiones de energía (POCH Ambiental, 2009a) considera cuatro grandes sectores: Comercial, Público y Residencial (CPR); Industria Manufacturera, Construcción y Minas (se incluye Minería del Cobre); Industria de la Energía (incluye subsector generación de electricidad, y centros de transformación); y Transporte. La Figura 4 muestra la gran importancia que tienen los sectores de la Industria de la Energía y Transporte, con un 71% de las emisiones de GEI en 2008.

Desde hace un tiempo Chile viene realizando esfuerzos de eficiencia energética y de promoción de energías limpias que han resultado en una reducción de las emisiones con respecto a la línea base proyectada. Estos esfuerzos conocidos como “Acciones Tempranas”, o “*Early Actions*” corresponden a acciones adoptadas independientemente de cualquier compromiso formal de reducción de emisiones, incluyendo el compromiso anunciado recientemente en la COP-15 en Copenhague<sup>2</sup>. Es posible destacar dos medidas tempranas que ya han sido implementadas en el sector de generación de electricidad: el

<sup>2</sup> En el contexto del Protocolo de Kyoto por ejemplo una definición más formal de las Early Actions es aquella proporcionada por el Instituto Internacional de Desarrollo Sostenible, que define una "Early Action" como aquella reducción de emisiones llevadas a cabo después de 1990 y antes del período de cumplimiento 2008-2012 establecido por el protocolo de Kyoto. Incluye las actividades durante el período pre-Kyoto comprendido entre 1990 y 1997 y el período post-Kyoto comprendido entre 1998 y 2007. <http://www.iisd.org/business/incentives.htm>

Programa País de Eficiencia Energética (PPEE)<sup>3</sup> y la Ley N° 20.257, de Fomento a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC), que comienza a operar el año 2010.

**Figura 5: Emisiones de CO<sub>2</sub>e asociadas al Sector Energía, proyectadas para 2010-2030**



Fuente: Basado en POCH ambiental (2009a) y CEPAL (2009)

Nota: No incluye leña y biogas

La Ley de Fomento de ERNC exige que a partir del año 2010 las empresas generadoras acrediten que un porcentaje de sus retiros hayan sido generados por tecnologías renovables no convencionales, partiendo con un 5% para los años 2010 a 2014 y aumentando anualmente un 0.5% hasta llegar a 10% el año 2024. Por otro lado, el PPEE ha implementado desde el año 2005 diversos programas que han ayudado a disminuir el consumo eléctrico (e.g. etiquetado de refrigeradores, recambio de ampolletas incandescentes, etc.). En la actualidad, el PPEE está en proceso de constituirse como Agencia Chilena de Eficiencia Energética. Es importante mencionar que el efecto de estas medidas ya ha sido incorporado en el escenario de línea base presentado en la Figura 5, y hacer notar, que sin estas medidas, la emisión de GEI al año 2030 sería casi un 18% mayor que lo proyectado (CEPAL, 2009).

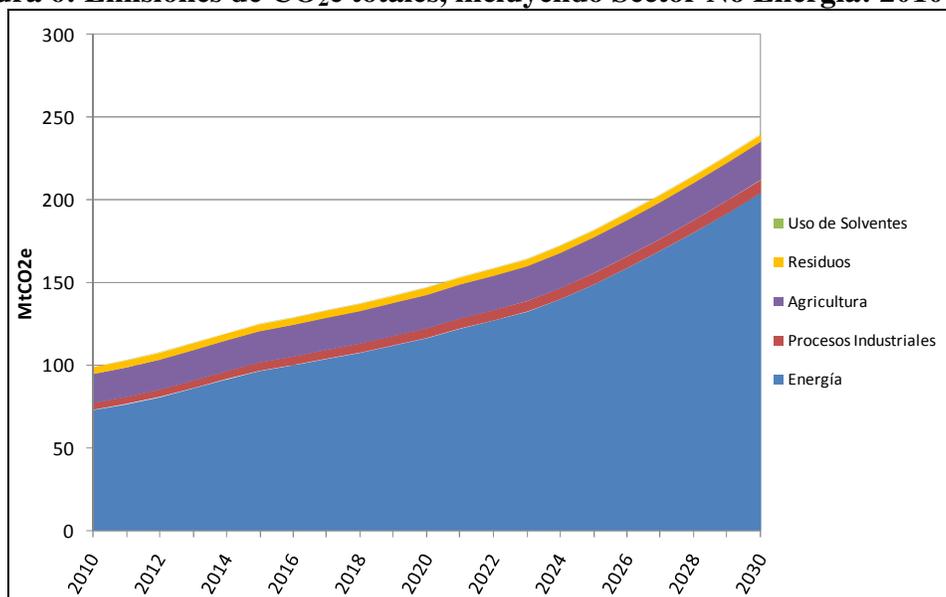
Para las emisiones no relacionadas con consumo de energía se consideran los sectores Procesos Industriales, Agricultura, Residuos y Uso de Solventes. No se cuenta con emisiones validadas del sector forestal y de cambio de uso de suelo, por lo que no se incluyen en este análisis. Las emisiones provenientes de los procesos industriales (ver PROGEA-U.de Chile, 2008) corresponden principalmente a emisiones de la producción de cemento, hierro y acero. Estas emisiones se proyectan considerando las proyecciones de producción. Para el caso de los sectores Uso de Solventes (POCH ambiental, 2008) y

<sup>3</sup> Asociado al proceso de creación del Ministerio de Energía se ha creado la Agencia de Eficiencia Energética que reemplazará a futuro las actividades que lleva realizando el Programa País de Eficiencia Energética. <http://www.ppee.cl/577/article-59397.html> (ver sección 4.3.1.2). En este documento, sin embargo, se hace mención solamente al PPEE.

Agricultura (INIA, 2004), la proyección se realizó siguiendo una tendencia lineal de crecimiento, presentada en los estudios originales. Las emisiones del sector Residuos (INIA, 2004) no muestran una tendencia clara, por lo que se mantuvieron constantes en el valor observado en el año 2004. (CEPAL, 2009)

Se puede apreciar en la Figura 6 que el mayor responsable de las emisiones no relacionadas con el sector energía es el sector Agricultura, con 17 MtCO<sub>2</sub>e al año 2010 y 23 MtCO<sub>2</sub>e al año 2030 (CEPAL, 2009), que corresponde a 17% y 10% del total respectivamente.

**Figura 6: Emisiones de CO<sub>2</sub>e totales, incluyendo Sector No Energía: 2010-2030**



Fuente: CEPAL, 2009

### 2.3 Potenciales escenarios de compromiso

En el contexto internacional, vale la pena destacar propuestas no vinculantes, como las de la Comunidad Europea y la Agencia Internacional de Energía, que tienen incidencia en países en vías de desarrollo como Chile.

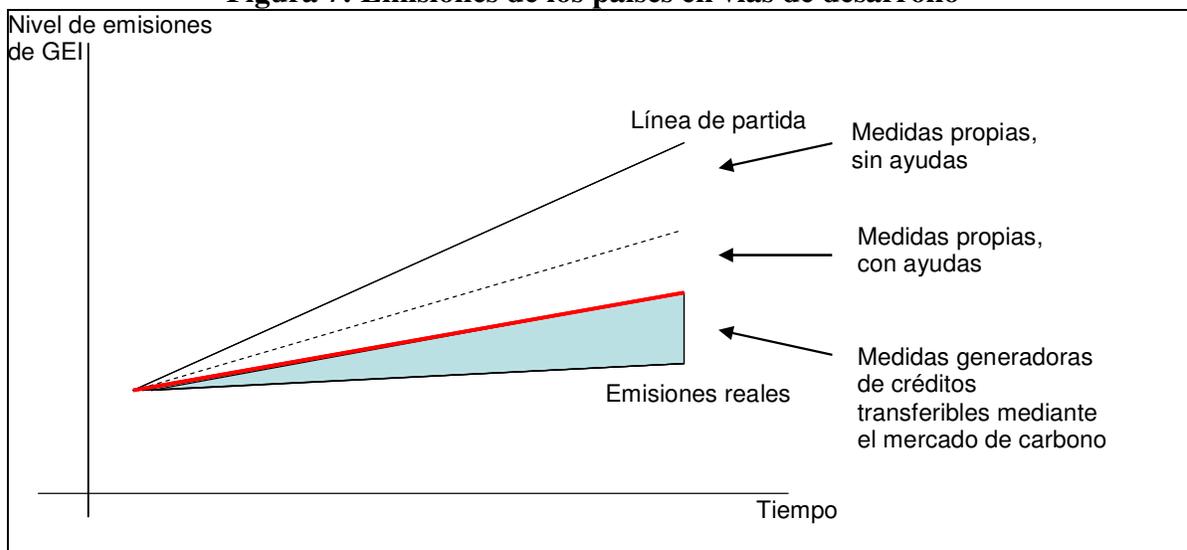
La Comunidad Europea en una Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, y al Comité de las Regiones (Comisión de las Comunidades Europeas, 2009) establece que el éxito de las negociaciones internacionales sobre el cambio climático realizadas en diciembre de 2009 es una prioridad clave para la Unión Europea (UE). Por lo mismo, entrega propuestas concretas para lograr este objetivo abordando tres retos fundamentales: objetivos y medidas; financiación; y la creación de un mercado del carbono mundial y efectivo.

Con respecto a los objetivos y medidas el comunicado, establece que para limitar el aumento de la temperatura media del planeta a un máximo de 2 °C respecto a los niveles preindustriales, el conjunto de los países desarrollados debe haber reducido en 2020 sus

emisiones hasta un 30 % respecto a los niveles de 1990. Por su parte, el conjunto de los países en vías de desarrollo debe limitar el crecimiento de sus emisiones a entre el 15 % y el 30 % por debajo de lo previsible en la situación actual (no se explicita el año al que se llevaría a cabo el control).

Estas estimaciones excluyen el impacto de las reducciones que den lugar a transferencias de créditos de carbono a países desarrollados, según lo ilustrado en la Figura 7, a continuación.

**Figura 7: Emisiones de los países en vías de desarrollo**



Fuente: Comisión de las Comunidades Europeas (2009)

Por otro lado, la Agencia Internacional de la Energía (2009), publica un extracto de lo que va a ser su próximo World Energy Outlook. Este extracto que fue presentado en la sesión de Bangkok muestra diferentes niveles de emisión en el sector energía para países (y/o bloques de países) bajo diferentes métricas, de acuerdo a una línea base de referencia y a un nivel de mitigación, considerado el acuerdo para no superar una barrera de aumento de temperatura de 2 °C (escenario 450 ppm) (AIE, 2009).

En la Tabla 1 se resume la información proporcionada por la AIE en la medida de más fácil comparación (ton/cap). De acuerdo a estos resultados se puede apreciar que, en términos per cápita, todos los países del mundo desarrollado disminuyen sus emisiones entre el año 2007 y el año 2030, especialmente para escenarios de mitigación. Caso contrario ocurre para los países en vías de desarrollo. La categoría “otros países” incluye a Chile pero no reconoce diferencias existentes entre los demás países pertenecientes al grupo. Una lectura razonable de esta información, para el caso particular chileno, es que en un escenario base al año 2030 las emisiones per cápita con respecto al año 2007 no debieran aumentar.

**Tabla 1: Comparación de Emisiones de GEI per cápita asociadas al sector energía**

Escenarios	Emisiones asociadas a sector energía por habitante (Ton/cap)				
	OECD+ <sup>(1)</sup>	USA	Comunidad Europea	China	Otros países <sup>(2)</sup>
2007	10,7	18,7	7,8	4,6	1,4
2030 Base	9,4	15,1	6,9	8	1,9
2030 Mitigación <sup>(3)</sup>	5,7	8,6	4,5	4,8	1,4

Fuente: AIE (2009).

Notas: (1) OCDE+ Incluye países OCDE más países en Comunidad Europea no miembros de OCDE. (2) Incluye todos los países del mundo menos OCDE+, y los grandes emisores: Brasil, China, Medio Oriente, Rusia y Sudáfrica. (3) Considera escenario 450 ppm

De las propuestas no vinculantes de la UE y la Agencia Internacional de la Energía, es posible desprender dos escenarios de reducción: en el primero, existiría un escenario de reducción de entre un 15 y 30 % con respecto a una trayectoria base, mientras que, en un segundo escenario, las emisiones per cápita se mantendrían con respecto a los niveles obtenidos el 2007. Junto con esto, en la actualidad, Chile finalizó su participación en dos instancias de negociaciones internacionales, que aún sin ser vinculantes, tienen alta relevancia en materia de cambio climático:

- Integración a la OECD, donde ya fue aceptado.
- Cumbre sobre el Cambio Climático en Copenhague (COP-15)

Dentro de los requisitos para integrar la OECD, se estipula el cumplimiento de los acuerdos de los cuales son partícipes los países de esta organización. En los acuerdos, está elaborada la “Declaración Sobre la Integración de la Adaptación al Cambio Climático en la Cooperación para el Desarrollo” (OECD, 2006) que estipula una integración del cambio climático al desarrollo de los países. Además, recientemente se firmó la declaración de *Green Growth* con países miembros de la OECD, más Chile (que en el momento de firma no era miembro de la OECD), Estonia, Israel y Eslovenia, en la que se encargó el desarrollo de una estrategia de crecimiento verde. Esta estrategia debe incluir, tanto aspectos económicos, como ambientales, tecnológicos y de desarrollo (OECD, 2009).

En la COP-15 de diciembre de 2009 en Copenhague se desarrolló el llamado “Copenhague Accord” (Acuerdo de Copenhague). Este documento logrado después de negociaciones de los principales países emisores del planeta se reconoció la necesidad de mantener la temperatura del planeta bajo los 2 grados Celsius (meta a revisar en el 2015). Basado en esta necesidad se postula que aquellos países que se suscriban al Acuerdo de Copenhague debían mandar sus metas de reducción de emisiones antes del 31 de Enero de 2010. Estos compromisos se establecían de distinta manera para los países Anexo I o no-Anexo I tal como se describe a continuación:

- Los países Anexo I deben mandar sus metas de reducción al año 2020 usando un año base de libre elección.
- Los países no-Anexo I deben mandar planes detallando las acciones que se comprometen para reducir emisiones de GEI. Estos países deben comunicar estas

acciones denominadas NAMAs (National Appropriate Mitigation Actions), incluidos inventarios de emisiones cada dos años.

Un total de 76 países mandaron sus compromisos de reducción de emisiones de acuerdo a lo propuesto por el Acuerdo de Copenhague. Estos países cubren en conjunto más del 80 por ciento de las emisiones globales asociados al sector energía. De estos 41 corresponden a países Anexo I y 35 a países No-Anexo I<sup>4</sup>. En Latinoamérica los países que mandaron su listado de NAMAs son Argentina, Brasil, Costa Rica y México.

Chile no mandó su listado de NAMAs al Secretariado de la Convención. Sin perjuicio de lo anterior, y de manera paralela al proceso que se llevaba a cabo en torno al Acuerdo de Copenhague, la Ministra de Medio Ambiente de Chile, Ana Lya Uriarte, mencionó en la COP-15 el compromiso de Chile, aún siendo país en vías de desarrollo, de reducir sus emisiones del año 2020 en un 20% con respecto a la línea base de emisiones, financiada significativamente con recursos nacionales (Uriarte, 2009<sup>5</sup>). Es importante destacar que, de manera previa a la cumbre, se habían tenido reuniones en Bonn y en Bangkok, donde se contemplaban compromisos que alternaban entre un 15 y un 30% de desviación de la línea base para el año 2020, para los países en desarrollo. Además, la Ministra Uriarte, plantea que Chile sea concebido como un país con agricultura carbono neutral, estrategia que fomentará a través de plantaciones, bioenergía, eficiencia energética y buenas prácticas en el sector. Es por esta razón que las medidas asociadas a mitigación en el sector silvoagropecuario han sido consideradas en la sección del este documento que lo integra y no en la sección transversal propuesta para discutir los desafíos en mitigación.

Para lograr llevar a cabo estas reducciones es necesaria la implementación de diversas medidas de mitigación. La implementación de estas medidas tendrá como responsables tanto al sector público como privado, que deberán enfocar grandes esfuerzos a derribar las barreras existentes.

---

<sup>4</sup> <http://unfccc.int/home/items/5262.php>

<sup>5</sup> <http://www.conama.cl/portal/1301/article-47189.html>

### **3. Análisis de desafíos sectoriales del cambio climático en Chile**

En esta sección se analizará someramente el panorama de distintos sectores del ámbito nacional en donde se proyecta algún impacto del cambio climático. Para cada sección se desarrolla un breve diagnóstico de la situación actual, se identifican las medidas de acción actuales que se están tomando para enfrentarlas y los desafíos que se quedarían por delante. Esta sección se encuentra explicada y detallada en el Apéndice I, al final de este documento, que ahonda aún más en las proyecciones e impactos del cambio climático.

En secciones anteriores ya se han presentado las proyecciones futuras del cambio climático, las cuales se pueden sintetizar en un aumento de las temperaturas y disminución de precipitaciones en diversas zonas del panorama nacional. Estas proyecciones plantean una serie de desafíos en términos de adaptación y mitigación al cambio climático, los cuales, como ya se mencionaba, son presentados en forma sectorial, diferenciando entre los impactos del sector de recursos hídricos, el sector silvoagropecuario, la biodiversidad de los ecosistemas, sector de acuicultura y pesca, infraestructura y el sector de mitigación. Este último incluye a su vez la parte eléctrica, industria, minería del cobre, transporte y el sector Comercial, Público y Residencial (CPR).

#### **3.1 Sector recursos hídricos**

Se presentaron, con anterioridad, los cambios proyectados en las condiciones hidrológicas del país. Estos cambios se traducen en que, en temas de hidrología, el país se verá enfrentado a una alteración en la disponibilidad de recursos y la temporalidad de caudales, particularmente en la zona centro sur del país. Esta alteración en los recursos hídricos tendrá impacto en el suministro de agua a las distintas ciudades y principales asentamientos del país (por ejemplo Santiago y los cambios hidrológicos en la cuenca del río Maipo), así como también tendrá impacto en el sector agrícola, la actividad minera y la generación de energía eléctrica, actividades cuya productividad esta indexada al recurso hídrico que le provea la cuenca en dónde estén emplazadas.

Actualmente, hay ciertas estrategias y planes que se están llevando a cabo, como:

- Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas
- Plan Nacional de Gestión Integrada de Cuencas
- Evaluación de proyectos de infraestructura asociado a necesidades de riego.
- CONAMA: Plan de Acción de Cambio Climático

Así, a corto plazo los desafíos son mejorar la gestión de cuencas (incluidos desafíos asociados a los mercados de derechos de agua), mejorar los sistemas de monitoreo y en algunos casos específicos mejorar la seguridad en la oferta de agua a través de inversiones en infraestructura. En el largo plazo es probable que sea necesario recurrir a obras de infraestructura en cuencas que muestran severos impactos futuros, por lo que preparar el camino a este tipo de decisiones va a ser clave.

## 3.2 Sector silvoagropecuario

De acuerdo a los cambios climáticos proyectados se esperan diversos impactos en el sector silvoagropecuario. En primer lugar, se proyecta un efecto en los rendimientos de cultivos en las zonas agrícolas, variando de manera significativa entre ellas. El aumento de temperatura y disminución de precipitaciones en algunos sectores (Sur, Centro-Sur) será provechoso gracias a la incorporación o desarrollo de nuevas especies propias de otras zonas. Los efectos de las heladas y del invierno serán menores lo que dará espacio a aumentar la productividad de ciertas zonas. Sin embargo otras, como el centro norte y el norte costero verán mermada considerablemente su productividad debido a la disminución de precipitaciones.

Este efecto se traduce en cambios en las superficies de cultivos por región desplazándose hacia el sur principalmente aumentando en las regiones entre el Bio Bio y Los Lagos, y disminuyendo considerablemente en la Región Metropolitana, Coquimbo y Atacama. Esto traerá consecuencias que hay que tener en cuenta en la economía y los índices de empleo en las regiones.

En cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se ha notado un aumento en los últimos años producto del crecimiento de la actividad ganadera en ciertas regiones, el manejo de residuos, cultivo de arroz, fermentaciones, etc. Esta tendencia al aumento se espera que continúe, sin embargo se detecta un potencial de captura de carbono en la implementación de planes de reforestación y uso de suelos.

En cuanto a las acciones que ya se están llevando a cabo, resaltan:

- Estudios de impacto de cambio climático (suelos, cultivos, recursos hídricos, etc.)
- Constitución del Consejo de Cambio Climático y Agricultura
- Políticas de Mitigación.
- Políticas de Adaptación
- Ley 18.450 de Fomento de Riego (aunque dicha ley no está diseñada para considerar complejidades del cambio climático)

Además, dentro de los desafíos identificados, se listan:

- Inversión en infraestructura de riego y aumentar la eficiencia.
- Inversión en embalses y estructuras de suministro de agua.
- Desarrollo de investigación genética para adaptación a cambio climático
- Planes de Asistencia para promover la Adaptación Endógena o Autónoma
- Estudios de análisis de vulnerabilidad (observatorio de condiciones climáticas e hidrológicas)
- Desafíos en mitigación (uso de suelos, planes de reforestación, gestión pecuaria, renovación de suelos, etc.)

### **3.3 Sector recursos ecosistémicos**

Las proyecciones muestran que la tendencia apunta a un desplazamiento del hábitat idóneo hacia el sur y hacia sitios de mayor elevación. Además, se proyecta la tendencia de las especies a desplazarse hacia los polos y hacia las cumbres de los sistemas montañosos. Junto con esto, se advierten importantes efectos negativos sobre la adaptación de las especies ante el cambio climático debido a la intervención y fragmentación del paisaje debido a la utilización humana del suelo.

Aunque se desconoce como los distintos ecosistemas de Chile responderán al cambio climático, sabemos que su ocurrencia espacial está altamente determinada por la temperatura y la precipitación, por lo que el efecto del cambio climático podría ser potencialmente importante (Arroyo et al. 1993).

Dentro de las acciones emprendidas en el ámbito, destaca la creación del Comité Nacional Asesor Sobre Cambio Global (CNACG) que elaboró los Lineamientos Estratégicos en Materia de Cambio Climático para Chile, posteriormente La Estrategia Nacional de Cambio Climático y el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012.

Al reconocer la situación actual y compararla con lo que se está haciendo en materia de biodiversidad, se identifica el requerimiento de inversiones en infraestructura y en administración de una red de sitios de monitoreo, de fortalecer la red de Áreas Protegidas y generar las instancias de análisis y toma de decisiones que permitan una mirada sistémica de los desafíos que implica el cambio climático. En un horizonte de largo plazo, es necesario avanzar en las metodologías de valoración de servicios ecosistémicos de manera de incorporar este tipo de herramientas en la toma de decisiones con respecto a la conservación de especies vulnerables y ecosistemas.

### **3.4 Sector recursos pesqueros y acuícolas**

En este sector en particular, el cambio climático tendrá un impacto para los sistemas oceánicos o costeros a nivel mundial que pueden agruparse, en líneas generales, en 7 grandes categorías:

- Modificaciones en la química del Océano y acidificación del agua de mar
- Incrementos de las “masas de aguas muertas”, hipóxicas o anóxicas
- Modificaciones en los patrones de vientos y sus impactos en procesos oceánicos
- Cambios de la salinidad del agua de mar en sitios por derretimientos masas de hielos polares, con especial impacto sobre ecosistemas y stocks pesqueros en zonas marinas.
- Aumento de la temperatura promedio del agua de mar
- Impactos en las interacciones Tierra-Océano y aumento del nivel del mar
- Impactos acumulativos, interactivos y sinérgicos entre los factores anteriores y otros cambios globales

Actualmente, se están llevando a cabo diversos estudios de cambio climático que contemplan a los sistemas marítimos, la mayoría se basa en el estudio de las temperaturas, de los anticiclones y de los fenómenos anuales de “el Niño” y “la Niña”.

Los desafíos de corto plazo que de aquí se extraen son la necesidad de montar una red de monitoreo climatológico marítimo y establecer sistemas de Consorcios con Universidades y organismos del Estado que puedan monitorear y analizar la información. En cuanto al largo plazo, los desafíos se alinean con fomentar el estudio del cambio climático y su impacto en la acuicultura y pesca, lo que irá indicando las posibles amenazas y adaptaciones necesarias para los sistemas marinos.

### **3.5 Sector de obras de infraestructura**

El diagnóstico hecho por las unidades sectoriales prevén que los efectos del cambio climático tendrán impacto en la infraestructura costera, producto del aumento del nivel del mar y comportamiento de oleaje y marejadas, y en la infraestructura terrestre, por cambios en las precipitaciones y altura de línea de nieves lo que produciría una mayor frecuencia de desastres hidrológicos como aluviones, aludes, inundaciones, etc.

Sin embargo existe incertidumbre sobre los efectos locales que podría tener el cambio climático en el aumento del nivel de las aguas o en el comportamiento de las mareas y los oleajes. Es por esto que no existen estudios de vulnerabilidad de la infraestructura costera que permitan incorporar acciones en futuros planes de diseño de obras.

En cuanto a las acciones que se están llevando a cabo, resaltan dos leyes, que si bien no contemplan explícitamente el cambio climático, si pueden colaborar con sus impactos en la infraestructura:

- Ley 20.304, sobre la Operación de Embalses frente a Alertas y Emergencias de Crecidas.
- Ley N° 19.525 referida a los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

Con ello, los desafíos que se vislumbran a corto plazo son utilizar protocolos que contemplen escenarios de cambio climático, en el diseño y evaluación de proyectos de infraestructura e incorporar análisis de incertidumbre con horizonte de 30 años para la elaboración de medidas de adaptación. A largo plazo se podrían definir áreas con mayor vulnerabilidad y el desarrollo de planes estratégicos de adaptación a nivel local.

### **3.6 Desafíos Sectoriales de Mitigación**

Los desafíos en mitigación se analizan principalmente para los sectores productivos que están considerados dentro de la línea base de energía: Comercial, Público y Residencial (CPR); Industria Manufacturera, Construcción y Minas (se incluye Minería del Cobre); Industria de la Energía (incluye subsector generación de electricidad, y centros de transformación); y Transporte. De la Figura 5, que presenta las proyecciones de línea base

hasta el año 2030, se puede desprender que al año 2020 Chile tendrá emisiones cercanas a 200 MtCO<sub>2e</sub> por consumo de energía (sin considerar emisiones por leña y biomasa).

En el reciente COP-15, la Ministra de Medio Ambiente Ana Lya Uriarte anunció el compromiso de Chile de reducir el 20% de las emisiones con respecto a la línea base de energía para el año 2020. La mitad de estas reducciones se realizará con fondos locales y el resto queda sujeto a la disponibilidad de financiamiento internacional (Ministro Marcelo Tokman, 2010). Considerando las proyecciones de emisiones de GEI presentadas en el capítulo 2 pero incluyendo en este caso la reducción de emisiones asociadas a *Early Actions* (ver Tabla 3 a continuación), este compromiso significa reducir 12.6 y 25.1 Mton de CO<sub>2</sub> al año 2020 para lograr una reducción del 10 y 20% respectivamente.

Esta sección presenta el potencial de reducción para los distintos sectores productivos que aportan en las emisiones de GEI por consumo de energía. Para analizar los desafíos que implica tal compromiso, se evalúan distintos escenarios de mitigación, donde se consideran las acciones tempranas o *Early Actions*<sup>6</sup>, y el potencial de las distintas medidas de mitigación, que tiene directa relación con la penetración que tenga cada medida en el país. En esta sección se analizan la línea base asociada al sector de emisiones de energía, y las medidas de reducción, tanto las *Early Actions* como las medidas de mitigación adicionales.

En la Tabla 2 se muestran las medidas consideradas para cada sector (tanto las llamadas *Early Actions* como las medidas adicionales)

---

<sup>6</sup> Ver definición de acciones tempranas en sección 2.2

**Tabla 2: Acciones tempranas y medidas adicionales de mitigación consideradas por Sector**

Sector	Clasificación	Medida
Generación Eléctrica	<i>Early Action</i>	Ley de ERNC
	Adicional	Aumento Capacidad ERNC <sup>7</sup>
		Instalación de grandes módulos hidroeléctricos
		Central Nuclear
		Carbón con Sistemas CCS
CPR	<i>Early Action</i>	PPEE
	Adicional	Aislación Viviendas
		Calderas de Condensación
		Iluminación Residencial Eficiente
		Electrodomésticos Eficientes <sup>8</sup>
		Reducción Perdidas en Standby
Refrigeración Eficiente		
Industria	<i>Early Action</i>	PPEE
	Adicional	Cogeneración
		Motores Eléctricos Eficientes
Transporte	Adicional	Vehículos Híbridos
		Carga en Ferrocarril
		Chatarrización de Vehículos
		Conducción Eficiente
		Expansión Líneas de Metro
		Impuesto a Combustibles
		Subvención Transporte Público
		Vehículos Híbridos/Plug-in

Fuente: Elaboración en base a CONAMA-POCH-CCG (2010)

El inventario y proyección de emisiones de GEI del sector energía realizados por POCH Ambiental (2008, 2009a) permite conocer el consumo de energía y potencial de reducción de cada sector. Es necesario aclarar previamente que las emisiones se calculan a partir del consumo de combustible, por lo que solamente en los sectores Eléctrico y Transporte se dispone de información suficiente para realizar un análisis con respecto a la línea base de su propio sector. Para los sectores CPR, Industrias, y Minería del Cobre solo se dispone de información para analizar el potencial de reducción con respecto a la línea base total.

<sup>7</sup> Se considera capacidad a biomasa, eólica, geotérmica, hidráulica de pasada (módulos de 20 MW), solar fotovoltaica y térmica.

<sup>8</sup> Se consideran Calentadores de Agua, Lavadoras, Lavavajillas, Microondas y Secadoras

El sector eléctrico, a través del subsector generación de electricidad, es responsable del 30% de las emisiones nacionales de GEI asociadas a energía. Las medidas del sector apuntan a disminuir la intensidad de carbono por unidad de energía eléctrica generada. Esto se logra al bajar el porcentaje de participación de generación a partir de combustibles fósiles, introduciendo tecnologías de generación bajas en emisión, como energías renovables no convencionales (ERNC). La única *Early Action* considerada para este sector es la Ley de ERNC.

Los desafíos para lograr el objetivo de menores emisiones en el sector eléctrico dependen de la posibilidad de derribar las barreras existentes en este sector, que son principalmente el alto costo de las tecnologías de generación renovable, la escasez de información a nivel local respecto a estas tecnologías y la falta de profesionales capacitados para trabajar en estos proyectos de generación eléctrica. Todo esto genera desconfianza y dificultad para financiar este tipo de proyectos.

En los sectores Industrial (17.4% de las emisiones), minería del cobre (4.4% de las emisiones), y CPR (6.3% de las emisiones), se están desarrollando actualmente acciones a través del Programa País de Eficiencia Energética y además se consideran medidas futuras enfocadas a mejorar la eficiencia energética, y así lograr reducir sus emisiones de GEI, ya sea directamente disminuyendo el uso de combustible o indirectamente al disminuir el uso de electricidad que produce una disminución de la demanda.

En el sector transporte (36.7% de las emisiones), las medidas de mitigación apuntan a cuatro frentes:

- Mejoras tecnológicas en los vehículos: Medidas para mejorar eficiencia energética de los vehículos individuales.
- Renovación acelerada del parque vehicular: Medidas para acelerar la salida de vehículos antiguos y su reemplazo por vehículos nuevos.
- Cambio modal: Cambio a sistemas de transporte más eficientes, en transporte de pasajeros como en transporte de carga.
- Cambio de hábitos de conducción: Mejorar la forma como se conducen los vehículos, de modo de ahorrar combustible.

El rango del potencial de reducción de emisiones, considerando los escenarios de mitigación para cada sector se muestra en la Tabla 3:

**Tabla 3: Línea Base y Potencial de Reducción 2015 y 2020 por Sector (MtCO<sub>2</sub>e/año)**

Sector	Medidas	2015	2020
<b>Línea Base</b>		<b>98,9</b>	<b>125,5</b>
Sector Eléctrico	EA <sup>9</sup> : ERNC	0	2,2
	Medidas de mitigación adicionales	[0 - 6]	[5 - 14]
Sector Industrial	EA <sup>10</sup> : PPEE	0,9	2,9
	Medidas de mitigación adicionales	[0- 1]	[0,7 - 1,4]
Sector Minería del Cobre	EA : PPEE	0,6	1,6
	Medidas de mitigación adicionales	[0,1 - 0,2]	[0,15 - 0,24]
Sector Transporte	Medidas de mitigación adicionales	[1 - 2]	[1 - 2]
Sector CPR	EA : PPEE	0,7	2,3
	Medidas de mitigación adicionales	[0,5 - 1,2]	[1 - 2]
<b>Total Reducciones EA</b>		<b>2,2</b>	<b>9,1</b>
<b>Total Reducción EA más medidas adicionales</b>		<b>[2 - 12]</b>	<b>[17 - 29]</b>

Fuente: Elaboración propia en base a CEPAL (2009) y CONAMA-POCH-CCG (2010)

La Tabla 4: a continuación presenta la situación de Chile al año 2020 para los diferentes escenarios, en comparación al año 2007 con países de la OECD+ (incluye los países de la comunidad europea no miembros de la OECD) y Rusia el cual el 2007 tuvo un PIB per cápita similar al que Chile tendrá el 2020<sup>11</sup>. Es posible apreciar que Chile tendrá al año 2020 menores emisiones per cápita e intensidad de generación en comparación con los países de la OECD y Rusia al año 2007. Es importante destacar que si bien los países de la OECD+ tienen un PIB per cápita más que dos veces mayor al de Chile en 2020, sus emisiones per cápita e intensidad de generación no crecen en la misma proporción. Esto presenta un claro desafío para Chile, encontrar la manera de seguir creciendo de manera desacoplada con el consumo energético y sus emisiones.

**Tabla 4: Indicadores de emisiones unitarias para Chile, Rusia y OECD**

Indicador	Unidad	Chile 2020			OECD+ 2007	Rusia 2007
		LB	LB+EA	LB+EA+MA		
PIB per Cápita	USD/p	14,453			32,628	14,789
Emisiones per Cápita	tCO <sub>2</sub> e/p/año	6.8	6.3	[5.9 -5.2]	10.7	11.1
Intensidad de generación	gCO <sub>2</sub> e/kWh	463	414	[363 -274]	484	854

Notas: LB: Línea Base, EA: Early Actions, MA: Escenarios de mitigación; OECD+: Incluye a los países de la comunidad europea no miembros de la OECD.

Fuente: Elaboración propia en base (IEA, 2009) para los valores internacionales.

<sup>9</sup> Para el sector eléctrico, las Early Actions se refieren a la Ley de ERNC.

<sup>10</sup> Para los sectores Industrial, Minería del Cobre y CPR las Early Actions corresponden a los incentivos otorgados por el PPEE para la eficiencia energética.

<sup>11</sup> Las estimaciones para años posteriores al 2008 consideran el promedio de la tasa de crecimiento de Chile entre 1971 y 2007 según el Banco Mundial.

Un resumen en el que consideran tanto las acciones actuales como las alternativas futuras de mitigación es presentado en la Tabla 5 (para observar con mayor detalle esta información es necesario consultar el Apéndice I).

### **3.7 Matriz resumen sectorial**

A continuación, se presenta una matriz resumen de los impactos del cambio climático en cada uno de los sectores revisados. Esta tabla presenta una síntesis del informe diagnóstico completo, que se encuentra al final del documento. En ella es posible identificar claramente la situación actual de cada sector, las acciones que están siendo ejecutadas y los desafíos que quedarían pendientes. A la vez, si se observa esta matriz de forma longitudinal, se puede observar aquellas estrategias que se repiten para distintos sectores, o aquellos desafíos que pueden ser abordados transversalmente para más de una sección.

**Tabla 5: Matriz sectorial**

Sectores		Diagnóstico	Acciones actuales	Desafíos CP	Desafíos LP	Institucionalidad	
<b>Adaptación</b>	<b>Recursos Hídricos</b>	Agua Potable	Déficit de suministro de agua: la demanda por el recurso aumentaría, debido al aumento de la población y la seguridad de oferta del agua disminuiría.				
		Hydroelectricidad	Reducciones de entre un 10 y hasta un 20% en la energía generada de manera hidráulica, con el consecuente aumento en los costos de operación y aumento en las emisiones de GEI.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan Nacional de Acción de Cambio Climático (PNAC): busca levantar información de cada cuenca y realizar proyecciones de mediano plazo; definir el perfil de usuarios de las cuencas; analizar la trayectoria de la cuenca y posibles efectos en el nivel del agua y evaluar proyectos, tanto dentro de las cuencas, como en los alrededores.</li> <li>Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas: propone un modelo que permitirá hacer una gestión más eficiente e integral del recurso hídrico. Está desarrollándose en tres cuencas piloto: Copiapó, Rapel y Baker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer efectiva la implementación del Plan Nacional de Gestión Integrado de cuencas.</li> <li>Mejorar la red de monitoreo hidrometeorológico, en especial en zonas de altura, de secano, en glaciares y en cauces.</li> <li>Evaluar la factibilidad de la infraestructura de almacenamiento para suplir las necesidades de agua de la población en la RM, considerando sus proyecciones de crecimiento. Esto traería potenciales inversiones asociadas.</li> </ul>	Se requerirán mayores obras de infraestructura, para lo que va a ser clave mejorar los sistemas de monitoreo en el país. Así se tienen mejores herramientas para tomar decisiones.	La estrategia de Cuencas incluye: <ul style="list-style-type: none"> <li>Consejo Ministerial de Cuencas: asesora a la Presidenta y establece marco de funcionamiento de la gestión de cuencas. Constituido por representantes de los diversos ministerios implicados: MOP, CONAMA, MINAGRI, Minería y Energía.</li> <li>Secretaría Técnica: ente operativo del Consejo, integrada por miembros de la DGA y CONAMA.</li> <li>Organismo de cuenca: gestión del recurso hídrico para satisfacer los usos prioritarios del mismo. Asociado Integrados por los principales agentes vinculados al recurso hídrico a nivel territorial, representantes de los distintos usuarios y actores relevantes de la cuenca.</li> </ul>
		Minería	Disminución en la disponibilidad de recursos para las minas ubicadas en el norte del país. Alta incertidumbre.				

Sector	Diagnóstico	Acciones actuales	Desafíos CP	Desafíos LP	Institucionalidad
<p style="text-align: center;"><b>Mitigación - Adaptación</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Sector Silvoagropecuario</b></p>	<p>En temas de Adaptación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En las regiones del centro sur y pre cordillera podrían haber mejoras productivas en agricultura y sector forestal, debido al desarrollo de nuevas especies, propias de los agrosistemas más cálidos.</li> <li>En la zona centro norte y hacia la costa, mayores temperaturas podrían producir acortamiento de los ciclos de desarrollo e incidencia de desórdenes fisiológicos. Menores precipitaciones pueden provocar severas reducciones en productividad de cultivos y especies frutales</li> <li>Cambios en las productividades de las distintas especies genera variaciones en los ingresos netos de los cultivos, cambiando las asignaciones de tierras agrícolas.</li> <li>Para el escenario A2, se espera una caída de un 14,2% en la agricultura nacional, mientras que para el escenario B2, no se proyecta una variación significativa de los ingresos netos. Los ingresos generados por la agricultura se desplazan hacia el sur.</li> <li>El requerimiento anual de trabajadores disminuye 18% al escenario A2 período tardío, mientras que al B2, se espera una caída de 10%.</li> </ul> <p>En cuanto a Mitigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de emisiones agrícolas derivadas del manejo y quema de residuos, suelos cultivados con arroz y fermentación entérica.</li> <li>Se crea un potencial de captura de carbono, posible de aprovechar si se mejoran algunas prácticas de manejos y se invierte en planes de reforestación</li> </ul>	<p>En relación a la Adaptación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El PNAC propone realizar análisis de vulnerabilidad y adaptación del sector SAP, sistematizar las políticas actuales (nacionales e internacionales), realizar evaluación socioeconómica de los impactos del CC, estudios para identificar medidas de adaptación y el desarrollo de un sistema de gestión de riesgos agroclimáticos, mejoramiento genético y uso eficiente del agua</li> <li>Ley 18.450 de fomento al riego, que no considera al cambio climático, sin embargo puede ser una buena herramienta de adaptación a él.</li> </ul> <p>En cuanto a mitigación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fomento a la recuperación de suelos degradados, planes de eficiencia energética para la agroindustria, disminución de fermentación entérica de peces, fomento a los biocombustibles</li> <li>Se están creando y fortaleciendo leyes que fomentan el aumento de la superficie forestal (Posible extensión del DFL 701 y de la Ley de Bosque Nativo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad de desarrollar inversiones en tecnologías de riego, mejorando las eficiencias de riego.</li> <li>Crear programas de desarrollo de nuevas variedades, para contar con material genético adaptado a condiciones de mayor estrés térmico e hídrico.</li> <li>Tomar medidas de adaptación autónoma como: manejo productivo, uso de insumos y variedades adaptadas</li> <li>Contar con un observatorio de condiciones climáticas e hidrológicas que permita un mejor análisis de las tendencias de estas variables y comportamiento del sistema climático</li> <li>Intensificación de los sumideros de carbono y reducción de emisiones. Algunas de las opciones de mitigación son renovar los suelos orgánicos cultivados y de bosque nativo degradado, la gestión de las tierras de cultivo y la gestión pecuaria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar inversiones en infraestructura de riego y en obras de regulación. En particular en las zonas centro - sur y sur</li> <li>Desarrollar sistemas de información y mecanismos de evaluación continua de los impactos, vulnerabilidad y alternativas tecnológicas de adaptación al cambio climático, de acuerdo al tipo de agricultura y zonas agrícolas.</li> <li>Estudio y monitoreo de los acuíferos que genere información de la disponibilidad y recarga del sistema de manera de asegurar una explotación sustentable.</li> <li>Diseñar y desarrollar instrumentos de fomento para que los agricultores tengan la flexibilidad para implementar las acciones de adaptación requeridas.</li> <li>Desarrollar programas de mejoramiento genético que amplíe la gama de especies y variedades actuales.</li> <li>Fortalecer las redes sociales de protección actualmente existentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consejo de Cambio Climático y Agricultura, presidido por la Ministra de Agricultura y la Unidad de CC de ODEPA como secretaria técnica: Apoya la creación de un programa de adaptación al CC en el ámbito silvoagropecuario (SAP), y busca medidas de mitigación para implementar en las actividades sectoriales.</li> <li>Además, la unidad de CC de ODEPA ha encomendado estudios de impacto del fenómeno en el sector SAP (Estudio de vulnerabilidad y adaptación del sector SAP al CC y Estimación del Impacto Socioeconómico del CC en el Sector SAP).</li> <li>INIA: ente encargado de generar, adaptar y transferir tecnologías para lograr responder competitivamente a los desafíos del país.</li> <li>FIA: colabora con el diseño de las políticas gubernamentales relacionadas al CC y a su adaptación, incluso participó en la conformación del Consejo de CC y Agricultura.</li> <li>CNR: cuyo fin es asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país. Organizada en un Consejo de Ministros (de agricultura, economía, fomento y reconstrucción, hacienda, obras públicas y planificación y cooperación)</li> <li>SAG: apoya el desarrollo de la agricultura, los bosques y la ganadería, a través de la protección de la condición fito y zoonosanitaria del país, mediante la prevención, control y erradicación de plagas y enfermedades de importancia económica nacional, uno de los parámetros que el cambio climático afectará.</li> </ul>

Sector	Sector	Diagnóstico	Acciones actuales	Desafíos CP	Desafíos LP	Institucionalidad
Adaptación	Sector Biodiversidad y Ecosistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultados predicen que un 77% y un 85% del hábitat idóneo actual se mantendría sin cambios bajo el escenario A2 y B2 respectivamente. Implicando la pérdida de hábitat promedio entre 23% y 15% para los mismos escenarios, con un máximo de entre un 70% y un 48%</li> <li>Espacialmente, se espera un desplazamiento del hábitat idóneo hacia el sur y hacia sitios de mayor elevación</li> <li>Existen importantes efectos negativos sobre la adaptación de las especies ante el CC debido a la intervención y fragmentación del paisaje por la utilización humana del suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Creación de una institucionalidad interna que permita la toma de decisiones en torno al CC. Destaca la creación del Comité Nacional Asesor Sobre Cambio Global (CNACG) con el fin de asesorar en temas de CC a la ministra de medio ambiente, además de otras instituciones y servir de mecanismo coordinador.</li> <li>Creación del Instituto Interamericano para la Investigación del CC (IAI), que fomenta estudios de biodiversidad (junto con otras funciones).</li> <li>El PNAC, reconoce a la biodiversidad como una de las líneas prioritarias de acción sugiriendo la necesidad de identificar hábitats y especies más vulnerables al CC y evaluar su capacidad de adaptación.</li> <li>La Ley Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal (Ley 20.283) propone la protección y mejoramiento de los bosques, regulando sus usos; proteger la biodiversidad y a reducir las emisiones de GEI provenientes del sector.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fortalecer las capacidades del país en relación a anticipar potenciales efectos del CC sobre la biodiversidad. Esto requiere de inversiones en infraestructura y en una red de monitoreo, que además de controlar biodiversidad, también monitoree el estado de los servicios ecosistémicos y otros componentes como especies invasoras, transformación del paisaje por parte del hombre y explotación de especies y ecosistemas.</li> <li>Fortalecer la red de Áreas Protegidas a través de la inclusión progresiva de nuevos sitios en terreno fiscal y una presencia incremental de privados por medio de la generación de cuerpos legales e incentivos tributarios que permitan masificar ésta práctica.</li> <li>Generar instancias de análisis y toma de decisiones que permitan una mirada sistémica de los desafíos que implica el CC.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuar con la generación de análisis para promover una toma de decisiones acertada</li> <li>Fortalecer programas de difusión</li> <li>Fortalecer la educación sobre el tema a nivel enseñanza básica y media.</li> </ul>	<p>Institucionalidad compuesta por entidades técnicas como los Centros de excelencia científicos apoyados por programas como FONDAP en CONICYT y Milenio en MIDEPLAN. La mayor institucionalidad está representada por el CNACG, sin embargo, no se vislumbra con el poder de concertar y potenciar la toma de decisiones. Una entidad transversal a distintos Ministerios pudiera ser en la práctica más dinámica y con mayor capacidad de influenciar la toma de decisiones.</p>

Sector	Diagnóstico	Acciones actuales	Desafíos CP	Desafíos LP	Institucionalidad
<p style="text-align: center;"><b>Adaptación</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Sector Acuicultura y Pesca</b></p>	<p>Se esperan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificaciones en la química del Océano y acidificación del agua,</li> <li>• Incrementos de las “masas de aguas muertas”,</li> <li>• Cambios en los patrones de vientos,</li> <li>• Variaciones en la salinidad,</li> <li>• Aumento de la temperatura promedio, provocando desplazamientos de especies invasoras, impactos sobre la reproducción de las especies, modificaciones de stocks pesqueros y desequilibrios comunitarios,</li> <li>• Impactos en las interacciones Tierra-Océano y aumento del nivel del mar y, finalmente,</li> <li>• Se esperan impactos acumulativos, interactivos y sinérgicos entre los factores anteriores y otros cambios globales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En este momento los estudios de CC que se están realizando, integran la parte acuícola, aunque sin mucha profundidad.</li> <li>• Estudios climatológicos relacionados el sector oceánico sugieren que el debilitamiento del Anticiclón del Pacífico durante las décadas recientes puede estar jugando un rol mayor en el enfriamiento observado en el océano de esa parte de Chile.</li> <li>• También se están realizando trabajos con variaciones decadales que indicarían que efectivamente, la temperatura del aire, océano, CO<sub>2</sub> atmosférico, la productividad costera y del océano abierto se han modificado a lo largo de un periodo de 50 años.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje de red de monitoreo climatológico que cubra las principales eco-regiones, marinas y terrestres y los sistemas productivos y los habitables del país</li> <li>• Adicionalmente, es necesario el establecimiento de una red de boyas oceanográficas de mar abierto con registros oceanográficos y climáticos continuos.</li> <li>• Establecer sistemas de Consorcios con Universidades y organismos del Estado que puedan monitorear y analizar data.</li> <li>• Entrada en operación del nuevo Buque de Investigación Oceanográfica “Cabo de Hornos”.</li> </ul>	<p>Debido al escaso conocimiento con que se cuenta hoy en Chile (al menos respecto de series de tiempo costeras u oceánicas de larga duración) no es posible adelantar líneas claras de acción, aunque, sí de investigaciones potenciales como: el seguimiento de los fenómenos típicos de la cuenca del Pacífico (PDO y ENSO) y la Zona de Mínima de Oxígeno.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La mayor institucionalidad en este sector está dada por la Ley 18.892 de Pesca y Acuicultura, de 1991.</li> <li>• A la vez, un grupo de expertos y especialistas, dentro del Ministerio de Economía, están estudiando las alternativas para dejar atrás la crisis del salmón, diversificar la acuicultura en Chile y modificar leyes y reglamentos.</li> </ul>

Sector	Sector	Diagnóstico	Acciones actuales	Desafíos CP	Desafíos LP	Institucionalidad
<b>Adaptación</b>	<b>Infraestructura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos en Infraestructura Costera: Incertidumbres con respecto a los impactos en el aumento del nivel del mar, actividad sísmica, y en temas de cambios de oleajes y marejadas, que podrían ocasionar impactos que implican cambios en los diseños de obras futuras.</li> <li>• Impacto por aumento de línea de nieves: En cuanto a infraestructura de soporte de eventos hidrológicos extremos, se prevé un aumento en la incidencia de ellos.</li> </ul>	<p>Problemas de falta de información en el tema y escaso monitoreo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley 20.304, sobre la Operación de Embalses frente a Alertas y Emergencias de Crecidas: expresa que cada embalse de control debe contar con un Manual de operación para la seguridad y buenas prácticas en la presas.</li> <li>• Ley N° 19.525, para sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias: se establece que el MOP está a cargo de la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias y el MINVU de la red secundaria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar protocolos que contemplen las proyecciones de CC: Así sería posible evaluar proyectos de infraestructura en cuanto a su factibilidad dentro de un panorama de incertidumbre.</li> <li>• Elaborar un modelo que pueda ser utilizado en forma genérica para la evaluación de los proyectos.</li> <li>• Incorporar análisis de incertidumbre a un nivel de 30 años plazo, más manejable al elaborar medidas de CC.</li> <li>• Realizar estudios de vulnerabilidad, especialmente en zonas donde se proyectan aumentos en niveles de nieve.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de nuevas obras de infraestructura que sirvan de protección para eventos extremos (para zonas con proyecciones de alzas nivales).</li> <li>• Es posible que sea necesario modificar los parámetros de diseño de obras de infraestructura planificadas para CC.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La institución a cargo de los temas de infraestructura es el MOP. Dentro del MOP, la DOH está encargada de construir, operar y controlar la planificación de obras hidráulicas y de proveer la infraestructura que permita el adecuado aprovechamiento y control del agua. Dentro de los proyectos hídricos, la DGA tiene un papel importante en la gestión y administración del recurso hídrico.</li> <li>• Con respecto a las aguas lluvias, los dos ministerios con mayor actuación son el MOP y el MINVU. Dentro del MOP, la DIRPLAN está a cargo de realizar estudios acerca de temas de desarrollo de Planes de Inversión del Ministerio. Es la institución encargada de realizar los Planes Maestros de Aguas Lluvias</li> <li>• La Dirección General del Territorio Marítimo y Mercante es importante ya que dentro del PNAC se le confieren funciones estratégicas como elaborar escenarios de impacto del CC sobre infraestructura y planes de actuar en la misma área.</li> <li>• La Dirección de Obras Portuarias, DOP, se encarga de planificar y construir la infraestructura costera y portuaria, marítima y fluvial necesaria para el desarrollo económico del país, por lo que contempla lineamientos que se pudieran utilizar en una posible adaptación al cambio climático.</li> </ul>

Sector		Diagnóstico	Acciones actuales	Desafíos CP	Desafíos LP	Institucionalidad
Mitigación	Sector eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>El Sector Eléctrico, en generación eléctrica, emitirá el año 2010 21.2 MtCO<sub>2</sub>e, 30% del total nacional. POCH Ambiental (2009a)</li> <li>La aplicación de las <i>Early Actions</i> podría permitir una reducción de 2.2 MtCO<sub>2</sub>e respecto a la línea base del año 2020</li> <li>La aplicación de medidas de mitigación adicionales podría permitir una reducción entre 5 y 14 MtCO<sub>2</sub>e con respecto a la línea base el año 2020</li> <li>La línea base total para el año 2020, sin considerar EA ni medidas de mitigación adicionales es de 125,5 MtCO<sub>2</sub>e/año</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ley de fomento ERNC</li> <li>Creación del centro de Energía renovable (CER)</li> <li>Instrumento CORFO para estudios de preinversión</li> <li>Instrumento CORFO de apoyo a la inversión.</li> <li>Mecanismo de desarrollo limpio (MDL)</li> <li>Convenio CNE-GTZ</li> <li>Concursos solares</li> <li>Subsidio contingente a la exploración geotérmica profunda</li> </ul> <p>En CEPAL (2009) se evalúa el impacto de la Ley de fomento a las ERNC. Bajo los supuestos de que se cumplen todo el Plan de Obras, la reducción sería de 8MtCO<sub>2</sub>e al año 2025</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir la brecha de costo de ERNC en relación con centrales convencionales, internalizando los costos ambientales de estas últimas.</li> <li>Aumentar capacidad generadora de tecnologías maduras de ERNC y de otras tecnologías de baja emisión.</li> <li>Generar las condiciones para la adopción futura de tecnologías limpias no maduras actualmente.</li> <li>Continuar la evaluación de la factibilidad técnica, económica y social de energía nuclear.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducir el impacto ambiental del sector generación eléctrica, especialmente la intensidad de emisiones de GEI.</li> <li>Disminuir la participación de combustibles fósiles en la matriz de generación eléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La CNE es la institución encargada de la elaboración y coordinación de planes, políticas y normas para el sector energético del país.</li> <li>El Centro de Energía Renovable (CER) es la institución especialmente creada para el desarrollo de las ERNC, que entrara en funcionamiento próximamente.</li> <li>La CCHEN es la comisión chilena de energía nuclear, que atiende los problemas relacionados con la producción, adquisición, transferencia, transporte y uso pacífico de la energía nuclear</li> </ul>
	Sector industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>El Sector Industrial emitirá el año 2010 12.7 MtCO<sub>2</sub>e, 17.4% del total nacional. POCH Ambiental (2009a)</li> <li>La aplicación de las <i>Early Actions</i> podría permitir una reducción de 2.9 MtCO<sub>2</sub>e respecto a la línea base del año 2020</li> <li>La aplicación de medidas de mitigación adicionales podría permitir una reducción entre 0.7 y 1.4 MtCO<sub>2</sub>e con respecto a la línea base el año 2020</li> </ul>	<p>El PPEE está realizando el programa "Produce con buena energía", que ofrece un incentivo equivalente a la diferencia de precios entre un motor eficiente y uno estándar, entre 1 y 10 HP.</p> <p>Además el programa "Produce con buena energía" ofrece distintas iniciativas para acceder a conocimiento acerca de la eficiencia energética aplicada a las industrias; y difusión de los instrumentos de CORFO. CORFO tiene programa de preinversión en eficiencia energética para las Pymes.</p>	<p>Reducir la intensidad de emisiones por unidad de producto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de sistemas de cogeneración,</li> <li>Introducción de motores nuevos eficientes</li> <li>Adelanto del recambio de motores</li> </ul>	<p>Reducir la intensidad de energía y de emisiones por unidad de producto **</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El Programa país de eficiencia energética (PPEE) es un programa perteneciente a la CNE cuyo objetivo es establecer una política para la utilización eficiente de los recursos energéticos, estableciendo bases institucionales y marco regulatorio, desarrollando incentivos y herramientas de apoyo, generando información para la toma de decisiones tanto públicas como privadas, colectivas e individuales.</li> <li>CORFO es la agencia del estado chileno que apoya a las empresas para que estén en condiciones de competir en los mercados actuales.</li> </ul>

Sector		Diagnóstico	Acciones actuales	Desafíos CP	Desafíos LP	Institucionalidad
Mitigación	Sector minería del cobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>El Sector Minería del Cobre emitirá el año 2010 3.2 MtCO<sub>2</sub>e, 4.4% del total nacional. POCH Ambiental (2009a)</li> <li>La aplicación de las <i>Early Actions</i> podría permitir una reducción de 1.6 MtCO<sub>2</sub>e respecto a la línea base del año 2020.</li> <li>La aplicación de medidas de mitigación adicionales podría permitir una reducción entre 0.15 y 0.24 MtCO<sub>2</sub>e con respecto a la línea base el año 2020</li> </ul>	<p>Las acciones actuales están relacionadas con el PPEE, a través del programa "produce con Buena energía" mencionado anteriormente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Incentivo a la compra de motor eficiente, entre 1 y 10 HP.</li> <li>Proyecto piloto de reemplazo de motores eléctricos entre 10 y 100 HP en minera Anglo American, Minera Escondida y ENAMI.</li> </ul> <p>Creación de mesa de eficiencia energética (MMEE)</p>	<p>Optimizar la operación de los sistemas y mejorar la eficiencia energética, a través de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>instalación de motores nuevos eficientes y adelanto del recambio de motores.:</li> <li>Chancadores de rodillos de alta presión.</li> <li>Aumento en la intensidad de las tronaduras para obtener material de menor tamaño.</li> <li>Optimización de la combinación de variables de operación en los molinos.</li> <li>Generación de energía cinética a partir de gases en caldera y aprovechamiento en bombeo de agua.</li> <li>Uso de gases para precalentar el aire de entrada mediante intercambiadores de calor directos o vapor con caldera.</li> <li>Colectores solares y bombas de calor para ajustes de temperatura.</li> <li></li> </ul>	<p>Reducción del contenido de GEI por tonelada de cobre producido, a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicación de tecnologías que permiten ahorro de recursos primarios: como por ejemplo uso de centrales solares térmicas, desalinización de agua, bombeo de agua utilizando energía renovable.</li> <li>Estudio de la aplicación de tecnología CCS **</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La institución preocupada de este sector es el programa país de eficiencia energética (PPEE), mencionada anteriormente</li> <li>COCHILCO es la comisión chilena del cobre, es un organismo técnico que asesora al gobierno en temas relacionados con la producción de cobre y sus subproductos. En su dirección de estudios y políticas públicas se han preocupado de cuantificar las emisiones de CO<sub>2</sub> de este sector</li> </ul>

Sector	Sectores	Diagnóstico	Acciones actuales	Desafíos CP	Desafíos LP	Institucionalidad
	Sector CPR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sector CPR emitirá el año 2010 4,6 MtCO<sub>2</sub>e, 6,3% del total nacional. POCH Ambiental (2009a)</li> <li>• La aplicación de las <i>Early Actions</i> podría permitir una reducción de 2.3 MtCO<sub>2</sub>e respecto a la línea base del año 2020.</li> <li>• La aplicación de medidas de mitigación adicionales podría permitir una reducción entre 1 y 2 MtCO<sub>2</sub>e con respecto a la línea base el año 2020</li> </ul>	<p>El PPEE tiene un buen numero de iniciativas en este sector, entre las que se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Subsidio al reacondicionamiento térmico en vivienda existente.</li> <li>• Acondicionamiento térmico a vivienda nueva.</li> <li>• Mejoramiento de la eficiencia energética del alumbrado público en municipios.</li> <li>• Recambio de ampollitas.</li> <li>• Ley sistemas solares térmicos.</li> </ul>	<p>Disminuir el consumo de energía del parque de edificaciones existente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas y equipos eficientes. Extender etiquetado de eficiencia energética.</li> <li>• Incorporación de buenas prácticas en el consumo de energía.</li> <li>• Mejora en aislación térmica de edificaciones</li> <li>• Mejorar la eficiencia energética de las edificaciones futuras</li> <li>• estándares para materiales y componentes de construcción.</li> <li>• Promoción de la Certificación LEED o similar para edificaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisito de certificación de todas las edificaciones de un cierto tamaño, con estándares LEED o similares.</li> <li>• Requisito de Estándares mínimos de eficiencia en como MEPS o similares.</li> </ul>	<p>Existe una acción coordinada entre el PPEE y el MINVU para entregar subsidios para el reacondicionamiento térmico de las viviendas, a través del programa “vive con buena energía”. El MINVU tiene por misión mejorar la calidad de vida dando acceso a viviendas dignas, barrios equipados y ciudades integradas.</p>

Sectores		Diagnóstico	Acciones actuales	Desafíos CP	Desafíos LP	Institucionalidad
Mitigación	Sector transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>El Sector Transporte emitirá el año 2010 26.8 MtCO<sub>2</sub>e, 36.7% del total nacional. POCH Ambiental (2009a)</li> <li>La aplicación de medidas de mitigación adicionales podría permitir una reducción entre 1 y 2 MtCO<sub>2</sub>e con respecto a la línea base el año 2020</li> </ul>	<p>La mayoría de las acciones provienen del PPEE, a través de su programa "Transporta con buena energía", excepto por la ley de biocombustibles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Proyecto cambia tu camión: incentivo monetario para cambiar camión de más de 25 años por uno más eficiente</li> <li>capacitación en conducción eficiente a operadores de transporte de carga</li> <li>Asistencia técnica a transporte de carga interurbano</li> <li>Generación de metodología para evaluar impacto de etiquetado de eficiencia energética en vehículos motorizados</li> </ul> <p>Ley de Biocombustibles: Exime al bioetanol y biodiesel de los impuestos específicos a combustibles. Permite hasta 5% de bioetanol o biodiesel en mezcla</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de la intensidad de emisiones de todos los modos de transporte</li> <li>Renovación acelerada del parque vehicular a través de chatarrización de camiones de más de 25 años, y de vehículos livianos con más de 20 años</li> <li>Cambio modal, a través de expansión de línea del metro, subvención de transporte público, impuesto a combustible camiones, impuesto combustibles vehículos livianos, aumento de transporte de carga en ferrocarril</li> <li>Cambios de hábitos de conducción, mediante capacitación para conductores de camiones, buses, taxis, colectivos y vehículos livianos</li> <li>Se deben eliminar barreras institucionales de coordinación entre ministerio de transportes, CNE y CONAMA</li> <li>Existe una barrera económica provocada por el alto costo de medidas que se traspa a los usuarios, e involucra un costo político</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejoras tecnológicas en vehículos: a través de las medidas introducción de buses híbridos, vehículos livianos híbridos gasolina-eléctricos, vehículos livianos híbridos plug-in</li> <li>Reducción de la demanda en transporte, por medio de planificación urbana</li> <li>Satisfacción demanda de transporte en una proporción creciente a través de sistemas de transporte público o modos no emisores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los organismos encargados de las emisiones de este sector son la CNE y la comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). El PPEE ha aplicado varias medidas a este sector.</li> <li>La CONAMA es un servicio público cuyas funciones más relevantes son proponer políticas ambientales, informar sobre el cumplimiento y aplicación de la normativa ambiental, administrar el sistema de evaluación de impacto ambiental, y el proceso de elaboración de normas de calidad ambiental y de emisión. Además actúa como órgano de consulta, análisis, comunicación y coordinación en materias ambientales.</li> <li>El MINAGRI tiene varias instituciones a cargo del desarrollo de conocimiento y de generar nuevas empresas en el área de los Biocombustibles</li> <li>El MINTT tiene la misión de asegurar que la demanda por transporte sea satisfecha al menor costo posible, y hasta ahora no está dentro de sus objetivos lograr reducciones de CO<sub>2</sub></li> </ul>

Sector		Diagnóstico	Acciones actuales	Desafíos CP	Desafíos LP	Institucionalidad
<b>Mitigación- Adaptación</b>	Rol de las Ciudades (Caso Región Metropolitana de Santiago)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En términos de Adaptación, los sectores que más se verán afectados con el CC a nivel urbano son el agua potable y las infraestructuras para eventos extremos.</li> <li>• En cuanto a mitigación, las emisiones urbanas principales provienen de los sectores industria y transporte, aunque los impactos de las emisiones de tipo residencial están en alza. El rol de las viviendas en el consumo total de energía, y los impactos ‘upstream’ de éste son cada vez más importantes. Hoy en día, la necesidad de reducir la demanda residencial total (pensando en una población de 8 millones en la RMS, proyectada para el 2030) es vital.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En temas de adaptación, como ya se ha mencionado, se han elaborado leyes y protocolos para infraestructura para eventos extremos y para evacuación de aguas lluvias.</li> <li>• En cuanto a mitigación, se puede mencionar la introducción del sistema Transantiago: contribuyendo a frenar el aumento de viajes realizados en vehículos privados. Además, en su nueva Política de Desarrollo Sustentable, el GORE está desarrollando intervenciones integradas en diversas áreas: residuos sólidos, áreas verdes, calidad del aire y energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación entre agencias públicas, y privadas, para generar un Plan de Adaptación y Mitigación para la RMS.</li> <li>• Estudio de Vulnerabilidad Urbana</li> <li>• Operaciones públicas más sustentables</li> <li>• Fortalecimiento de eco-eficiencia en el ámbito urbano</li> <li>• Estándares y normativas adecuadas en el diseño y construcción de obras,</li> <li>• Monitoreo y evaluación de medidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rediseño urbano a través de IPTs capaces de tomar en cuenta los cambios globales de largo plazo</li> <li>• Control ambiental por medio del tejido físico urbano y</li> <li>• Educación sustentable</li> </ul> <p>Además, dos desafíos que son transversales y ya se han mencionado son: realizar cambios en la composición de la matriz energética, y definir sistemas e instrumentos para la resolución de conflictos hídricos.</p>	<p>Instituciones implicadas: MOPTT, MINVU, SISS, DGA, CONAMA y CONAF. En ellas aún no hay claridad respecto a sus acciones deliberadas. No existen políticas o planes específicos, Incluso, en los documentos que deben orientar el actuar de estos organismos públicos en el mediano y largo plazo, como Visión 2020 del MOP, o la planificación nacional de MIDEPLAN (hasta 2018), no hay evidencia de claridad respecto al tema del cambio climático. En el caso de agua, existe mayor conciencia donde influyen organismos como DGA y SISS.</p>

## **4. Contexto institucional**

### **4.1 Objetivos**

La complejidad del tema analizado en este estudio, su transversalidad y la necesidad de desarrollar programas adecuados de intervención hace fundamental contar con una institucionalidad adecuada para hacer frente a los desafíos que presenta. En este sentido, el objetivo principal del análisis de institucionalidad contenido en este informe es realizar propuestas que apunten a generar una institucionalidad que actúe en forma eficiente y coordinada para enfrentar los desafíos de mediano y largo plazo que presentará el cambio climático en Chile.

Como otros objetivos del análisis institucional deben mencionarse los siguientes:

- Analizar la institucionalidad actual asociada a los temas de cambio climático en Chile, su funcionamiento y coordinación.
- Analizar cómo afectan proyectos de ley en curso a la institucionalidad que aborda temas de cambio climático en Chile.
- Determinar brechas entre una institucionalidad óptima para abordar temas de cambio climático en Chile y el funcionamiento actual de ésta en el país.
- Realizar un breve análisis de experiencias chilenas relevantes en el diseño y ejecución de políticas públicas complejas.
- Realizar un breve análisis de experiencias extranjeras interesantes en temas de institucionalidad ambiental y diseño de políticas públicas complejas.

Los resultados presentados en las secciones anteriores de este trabajo son un insumo muy importante para el análisis institucional. Esto porque definen los distintos ámbitos o sectores en que es relevante analizar los efectos del cambio climático. En este sentido, el análisis institucional pretende culminar su análisis con un conjunto de ideas que permitan esbozar una institucionalidad eficiente, efectiva y coordinada para actuar en los ámbitos detectados.

### **4.2 Contexto**

#### **4.2.1 Importancia de la institucionalidad en contexto de cambio climático**

La institucionalidad suele entenderse como los sistemas de reglas formales y no formales que configuran el actuar de las organizaciones. Su componente básico, como puede suponerse, son instituciones, y como señalan Rodrik y Subramanian (Finanzas y Desarrollo, 2003), tienen una función muy importante en la protección de los derechos de propiedad y el estado de derecho, además de la definición de las “reglas de juego” de la sociedad y la creación de incentivos apropiados para un comportamiento económico deseable.

Las instituciones y la forma en que se ordenan cumplen un rol fundamental al encargarse de algunos de los problemas más relevantes de toda vida social ordenada. Entre otros aspectos, cumplen un papel importante regulando pautas de conducta relacionadas con problemas esenciales a toda sociedad y generando ordenación normativa. En particular, la institucionalidad del sector público cumple un papel muy importante en garantizar buenos resultados en los seis elementos que la OECD define como fundamentales para que un país logre niveles altos de gobernabilidad. Estos son: participación y *accountability*; estabilidad política; efectividad gubernamental; calidad regulatoria; estado de derecho y control de la corrupción.

Los aspectos señalados permiten notar la importancia que adquiere una institucionalidad adecuada en un tema tan complejo como el cambio climático y sus efectos en el mediano y largo plazo. Al respecto, ya en 2005, la OECD, en su informe “Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile”, recomendaba *“desarrollar una estrategia programada y equilibrada en relación con los temas de cambio climático; fortalecer las políticas de eficiencia en el uso de la energía y de mitigación de los gases de efecto invernadero, incluidas las combinaciones de energías más limpias, y la promoción del uso de mecanismos de desarrollo limpios en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto”*. De acuerdo a lo ya señalado, se hace patente la importancia de generar una institucionalidad eficiente para cumplir con estos objetivos, más aún con la reciente incorporación de Chile a la OECD y las exigencias que esto plantea.

Rafael Asenjo, en su artículo “Institucionalidad pública y gestión ambiental en Chile (Expansiva, 2006)”, señala que “la estructura institucional ambiental debe servirse y estar al servicio de los otros componentes de la gestión ambiental”. La política debe definir los principios y objetivos que se quieren alcanzar, mientras existen, por otra parte, herramientas legales y reglamentarias para cumplir los principios. Además, la administración debe originar una estructura institucional pública conformada por órganos y servicios públicos, que cumplen distintas y determinadas funciones, y apoyados por la legislación existente, buscan alcanzar los objetivos que la política ha definido. Asenjo recalca que la estructura institucional no es independiente o autónoma, sino que es parte de un sistema donde se relaciona con las políticas y el derecho vigente.

## **4.2.2 Principales desafíos de la institucionalidad asociada al cambio climático**

El mensaje presidencial que inició el proyecto de Ley que crea el ministerio de Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y La Superintendencia del Medio Ambiente señalaba que el gran desafío de cualquier autoridad ambiental es abordar la transversalidad de los temas que le competen. En este sentido, se recalca que un modelo ministerial no abandona la necesidad de abordar el tema en forma transversal. Se recalca, por otra parte que el principio de la transectorialidad es aquel que ofrece mayores dificultades al insertar la gestión ambiental dentro de la estructura administrativa de un Estado. Esto porque implica superar la lógica sectorial que rige en muchos Estados, para dar paso a una mirada coordinada y cooperativa.

Barton et al. (2007) señalan que para profundizar el sistema chileno de gestión ambiental es fundamental pasar a una segunda etapa de desarrollo institucional, que promueva, en particular, la coordinación de las actividades de entidades estatales, la fiscalización, el desarrollo de normas, monitoreo e información ambiental, los vínculos ambiente-territorio, y que genere una agenda clara de desarrollo ambiental y sustentable. También señalan que es muy relevante la forma en que esta nueva institucionalidad cubra el extenso territorio chileno. Para ello proponen la incorporación de las cuencas como sistemas integrales y señalan que las instituciones municipales y la diversidad de perspectivas dentro de la sociedad civil requieren de precisión para asegurar un enfoque sistemático en términos de sistemas ambientales y para respetar el principio de subsidiaridad en la gobernanza ambiental<sup>12</sup>.

Por otra parte, Rafael Asenjo, en su artículo de Expansiva señala que sectorizar una dimensión tan amplia como la ambiental violenta la estructura del Estado, desarrolla tensiones innecesarias y paralizantes y no genera mecanismos eficientes de solución de discrepancias intersectoriales que se presentan cuando los temas son analizados desde sectores y perspectivas diferentes.

De los documentos citados y de la opinión de distintos expertos consultados, pueden mencionarse una serie de aspectos que parecen ser fundamentales de considerar en la generación de una institucionalidad ambiental eficiente y eficaz para enfrentar los desafíos

---

<sup>12</sup> Barton et al. (2007) detallan ocho puntos que consideran claves para cualquier institucionalidad ambiental chilena. Estos son: (1) la gobernabilidad ambiental de Chile debe exceder a un eventual ministerio, debido a la existencia de muchas influencias e interacciones, (2) hay que considerar la naturaleza dinámica y cambiante de los temas ambientales, (3) no es recomendable centralizar la totalidad de los temas ambientales en una sola institucionalidad, (4) es fundamental transparentar y eliminar la superposición de las funciones de fomento de la producción, de fiscalización y de protección de recursos, (5) no deben confundirse los conceptos de Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente, (6) se debe transparentar y darle espacio institucional a la tensión que existe entre un modelo de crecimiento económico basado en la explotación y uso de los recursos naturales y la protección ambiental, (7) el papel de la ciencia es fundamental y (8) es importante perfeccionar y profundizar las iniciativas de participación civil.

asociados al cambio climático. Estos servirán como base para el análisis que se desarrollará a continuación y son los siguientes:

- i) **Transversalidad del tema:** el cambio climático es un tema que compromete a una serie de sectores y actores, lo que hace que su alcance sea amplio y transversal.
- ii) **Coordinación:** al involucrar a muchos actores, enfrentar un tema como el cambio climático plantea el desafío de coordinar el trabajo de cada uno de estos de forma de generar una estrategia eficiente, efectiva y que, entre otras cosas, no genere duplicidad de funciones o acciones.
- iii) **Complementariedad entre acciones de mitigación y adaptación:** como se ha señalado, el enfrentamiento de los desafíos que impone el cambio climático implica la necesidad de generar iniciativas que apunten a la mitigación de sus efectos y otras a la adaptación a estos. Estas iniciativas tienen plazos y etapas de desarrollo distintas, lo que genera un desafío al momento de generar una estrategia común que las complemente.
- iv) **Diseño/Ejecución/Fiscalización:** como sucede con el diseño de cualquier política pública, resulta fundamental definir con precisión qué actores serán los encargados del diseño de las políticas, de su ejecución y de su posterior fiscalización. Al respecto, el ideal es que sean actores independientes y que no se produzcan conflictos de interés entre quienes ejecutan cada acción.
- v) **Beneficios a largo plazo versus acciones (y costos) en el corto plazo:** muchas de las acciones asociadas al enfrentamiento de los desafíos que impone el cambio climático implican la realización de iniciativas en el corto plazo, cuyos resultados e impactos sólo se observarán años después. Esto implica un desafío desde el punto de vista político, cuyos actores son más proclives a acciones que muestren resultados inmediatos.
- vi) **Geografía y Territorio:** lo extenso y variado del territorio chileno imponen un desafío a la generación de estrategias diferenciadas y complementarias para enfrentar el cambio climático a lo largo de éste.
- vii) **Educación Ambiental:** existe consenso en que es necesario generar y coordinar instancias que eduquen a la población en aspectos claves para prevenir los efectos negativos del cambio climático.
- viii) **Participación Ciudadana:** existe consenso en la importancia de incorporar a la sociedad, a través de instancias creadas especialmente para ello, en los distintos procesos que permiten generar políticas públicas de calidad para enfrentar los desafíos que impone el cambio climático.
- ix) **Mecanismos efectivos de generación y transmisión de información:** la gran cantidad y diversidad de actores ligados al tema hace necesario instalar un sistema efectivo de transmisión de información entre éstos.
- x) **Influencia Política:** el apoyo político es fundamental para el funcionamiento efectivo de toda institucionalidad pública. Asimismo, existen prácticas que pueden impedir su funcionamiento efectivo, como por ejemplo, el cuoteo político en la designación de funcionarios.
- xi) **Compromisos Internacionales:** muchas de las acciones y las estrategias en materia ambiental y de cambio climático están sujetas a compromisos que se adquieren con instituciones internacionales. El ingreso de Chile a la OECD, así

como la adopción del Protocolo de Kioto, o la reciente cumbre en Copenhague, hacen necesarios mecanismos de coordinación y de supervisión para que se cumplan estos compromisos.

- xii) **Participación del Sector Privado:** es fundamental fomentar el interés, la participación y la preocupación del sector privado en iniciativas que buscan hacer frente a los efectos del cambio climático, así como diseñar mecanismos para supervisar y fiscalizar los efectos de sus acciones.
- xiii) **Rol de la Ciencia y Tecnología:** es muy importante generar instancias y mecanismos que permitan que científicos y expertos trabajen en conjunto con quienes diseñan y ponen en práctica iniciativas ligadas al desafío del cambio climático. Esto para, por ejemplo, medir su impacto y generar información que permita aumentar su eficacia en el tiempo.

## 4.3 Revisión de la realidad chilena actual

### 4.3.1 Leyes recientes importantes

En opinión de muchos, el funcionamiento de la Comisión Nacional de Medio Ambiente no fue el que se esperaba. Asenjo menciona dentro de su diagnóstico que dentro de los seis primeros años de existencia del modelo coordinador, las unidades ministeriales dedicadas al tema ambiental se vieron debilitadas, el Consejo Directivo tuvo un funcionamiento “*esporádico e irregular, sin que se viera a sus integrantes adoptar decisiones de políticas ambientales de alto impacto para ser implementadas y monitoreadas con posterioridad*”, y los ministros de la SEGPRES no tuvieron un rol importante en asumir el liderazgo de estos temas. Esto, junto con que la dirección ejecutiva no tuvo la iniciativa necesaria para realizar avances importantes en el área, dejó una CONAMA y un sistema de coordinación bastante debilitado y con poca capacidad de cumplir con el rol que se esperaba de ella.

El proyecto de ley impulsado por el gobierno de Michelle Bachelet tiene como objetivo reestructurar la actual institucionalidad ambiental, transformándolo en uno donde se pueda identificar una autoridad como el responsable de determinar las políticas, normativas y regulatorias con el fin de facilitar la coordinación entre las unidades sectoriales.

#### 4.3.1.1 Ley 20.417

Esta ley ingresó a su proceso de tramitación en julio del 2008 y demoró un año y medio antes de su aprobación a principios de enero del 2010. La ley que entra en vigencia modifica la Ley 19.300 de Bases Generales de Medio Ambiente incorporando nuevas herramientas y mejorando la eficiencia de procesos del SEIA, entre otras cosas. Tiene como objetivo mejorar la institucionalidad ambiental dispuesta en la Ley 19.300, asignando los roles de gestión y elaboración de política, de fiscalización y de evaluación a instituciones separadas. Esto se observa mediante la creación de:

- i) Un **Ministerio de Medio Ambiente** como organismo gestor y elaborador de políticas y normas ambientales.
- ii) Una **Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)** a cargo de la fiscalización de instrumentos de gestión ambiental
- iii) Un **Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)** como organismo gestor del SEIA.

#### i. Ministerio de Medio Ambiente

El objetivo de la creación del Ministerio es que éste sea el organismo encargado de diseñar y aplicar políticas, planes y programas en materia ambiental así como en la conservación de la diversidad biológica y de los recursos. Por ello, las competencias que se le asignaron se pueden clasificar en tres categorías: regulaciones ambientales, regulaciones para la sustentabilidad y regulaciones en materia de riesgo ambiental.

A la vez, se crea un Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, Naturaleza y Funciones<sup>13</sup> cuya función aconsejar a la Presidencia sobre políticas y criterios de sustentabilidad y manejo de recursos naturales, creación de áreas protegidas, políticas sectoriales que debiesen someterse a evaluación ambiental estratégica, criterios y mecanismos de participación ciudadana en evaluación ambiental, y proyectos de ley o iniciativas sectoriales que tengan que ver con alguna de las competencias del Ministerio de Medio Ambiente.

Se establece que “Los acuerdos del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad serán obligatorios para los organismos de la Administración del Estado al cual estén dirigidos, incurriendo en responsabilidad administrativa los funcionarios que no den cumplimiento a los mismos”. Lo cual es un aspecto que vincula el actuar de otros ministerios u servicios en temas ambientales considerando que la mayor parte de las funciones del Ministerio que se establecen en el artículo 70 son de la forma “proponer”, “participar” “velar”, “colaborar” sin explicitar las competencias para su rol de organismo coordinador del tema.

Se incorpora además dentro de la Ley 19.300 una Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) como nueva herramienta de gestión ambiental la que consiste en el “procedimiento realizado por el Ministerio sectorial respectivo, para que se incorporen las consideraciones ambientales del desarrollo sustentable, al proceso de formulación de las políticas y planes de carácter normativo general, que tengan impacto sobre el medio ambiente o la sustentabilidad, de manera que ellas sean integradas en la dictación de la respectiva política y plan, y sus modificaciones sustanciales”<sup>14</sup>

Además, se establece que el Ministerio debe administrar un sistema público de Información Ambiental desglosado regionalmente con toda la información acerca de actividades, proyectos, estudios, informes y datos entre otras cosas que tengan que ver con el medio ambiente. Un aspecto importante de este sistema de información es que necesitará la coordinación con otros organismos públicos de información como la DGA o la Dirección Meteorológica de Chile entre otras.

En síntesis se produce una contradicción dentro de lo estipulado por la ley. Por una parte, se indica que el rol del Ministerio en materia de cambio climático es el de proponer políticas y formular los programas y planes de acción en materia de cambio climático, debiendo para ello, colaborar con los diferentes órganos de la Administración del Estado. La ley indica que así se podrán determinar los efectos del cambio climático, así como el establecimiento de las medidas necesarias de adaptación y mitigación. **Este inciso de la ley deja al Ministerio del Medio Ambiente como el único ministerio que incorpora el cambio climático dentro de sus funciones. Sin embargo la forma en que queda descrita esta facultad del Ministerio no le otorga facultades (salvo la de “colaborar”)**

---

<sup>13</sup> Presidido por el Ministro de Medio Ambiente y conformado por los ministros de Agricultura, Hacienda, Salud, Economía, Fomento y Reconstrucción, Energía, Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo, Transportes y Telecomunicaciones, Minería y Planificación

<sup>14</sup> Ley 20.417 Artículo primero inciso 1) letra c)

**para coordinar las iniciativas que debiesen efectuarse transversalmente entre ministerios u otros organismos públicos en temas de adaptación y mitigación.**

## **ii. Superintendencia de Medio Ambiente**

Se crea este organismo como servicio público descentralizado, cuyos cargos están sujetos al sistema de alta dirección pública, como institución fiscalizadora que tendrá por objeto "ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de las Resoluciones de Calificación Ambiental, de las medidas de los Planes de Prevención y/o de Descontaminación Ambiental, del contenido de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de Emisión, y de los Planes de Manejo, cuando corresponda, y de todos aquellos otros instrumentos de carácter ambiental que establezca la ley”.

Para cumplir este rol, la Superintendencia contará con las competencias para ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de:

- Las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA),
- Las medidas de los Planes de Prevención y/o de Descontaminación Ambiental,
- El contenido de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de Emisión,
- Los planes de manejo de la ley 19.300.

Para aquellos aspectos que no entran dentro de las atribuciones de la Superintendencia, los servicios sectoriales fiscalizadores continuarán cumpliendo su rol de fiscalización ambiental, aunque deben respetar y adoptar los criterios que establece la Superintendencia.

La creación de la Superintendencia también incorpora nuevas formas de fiscalización integral en donde participan servicios públicos, privados bajo acreditación de SMA, y la sociedad civil. Además se establecen incentivos para el cumplimiento y sanciones para el incumplimiento de la normativa.

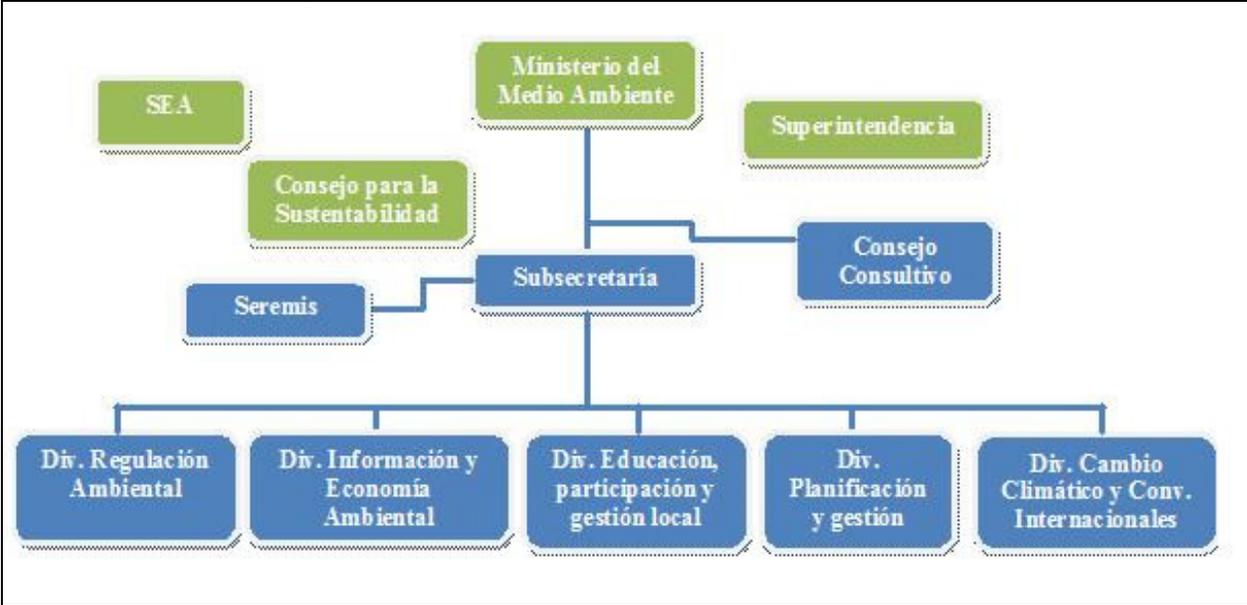
## **iii. Servicio de Evaluación Ambiental**

Se crea un servicio público descentralizado y desconcentrado a nivel regional en dependencia del Ministerio de Medio Ambiente. Su funcionamiento está sujeto al sistema de alta dirección pública, y le corresponderá administrar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, los sistemas de información sobre evaluación ambiental, simplificar trámites, unificar criterios, requisitos y procesos relativos a la evaluación ambiental en ministerios sectoriales y administrar el registro de las instituciones certificadas para efectuar evaluaciones de impacto ambiental.

La ley incorpora mejoras al sistema de evaluación ambiental al hacer los procesos más eficientes y manteniendo la característica de “ventanilla única” que se tenía. La calificación de proyectos la realiza un consejo compuesto por distintos Seremis y el Director Regional del servicio. Además se conformarán comités técnicos dependientes de las Comisiones Regionales de Evaluación Ambiental el que realizará un acta del proyecto sometido a evaluación.

A continuación se presenta la Figura 8, que muestra un esquema que resume la nueva institucionalidad instalada con la reciente legislación y la Tabla 6, que describe los aspectos más importantes de los organismos que la componen.

**Figura 8: Resumen de nueva institucionalidad**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6: Resumen Ley 20.417**

<b>Organismo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Dependencia</b>	<b>Objetivo</b>
Ministerio de Medio Ambiente	Secretaría de Estado	Presidencia de la República	<b>Diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental</b> , así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables.
Superintendencia de Medio Ambiente	Servicio Público Descentralizado	Ministerio de Medio Ambiente	<b>Ejecución, organización y coordinación del seguimiento y fiscalización</b> de los distintos instrumentos y de la normativa ambiental.
Servicio de Evaluación Ambiental	Servicio Público Descentralizado y desconcentrado a nivel regional.	Ministerio de Medio Ambiente	<b>Administración del SEIA</b> , sistemas de información, procesos de evaluación ambiental en ministerios sectoriales y certificación de instituciones evaluadoras.

#### **4.3.1.2 Ley 20.402**

Esta Ley publicada el 25 de noviembre del 2009 modifica sustancialmente el Decreto Ley 2.224 de 1979 que crea la Comisión Nacional de Energía. La importancia de la ley promulgada radica en la creación del Ministerio de Energía como secretaría de estado en directa dependencia de la Presidencia de la República. Modifica además la estructura que actualmente aborda temas relacionados con energía, dejando bajo el alero del Ministerio a la Comisión Nacional de Energía (CNE), la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CChEN), que actualmente depende del Ministerio de Minería y la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) que actualmente depende del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. A continuación se muestra la Figura 9, que explica en forma gráfica este cambio.

Se establece para el funcionamiento interno del Ministerio una única Subsecretaría de Energía con las siguientes áreas funcionales: mercado energético, **energías renovables, eficiencia energética, medio ambiente y desarrollo sustentable**, energización rural y social, estudios y desarrollo energético.

La ley además reasigna todos los temas relativos a energía anidados actualmente en el Ministerio de Minería y en el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción para ser parte de las responsabilidades del Ministerio de Energía. Se destaca entre estas responsabilidades lo referente al Fondo de Estabilización de precios del petróleo, la ley sobre concesiones de energía geotérmica y la ley general de servicios eléctricos, entre otras.

**Figura 9: Esquema de la institucionalidad previa a la ley (a) e integrada la reforma (b)**



Cabe destacar que la ley 20.402 no menciona en ninguno de sus artículos ni modificaciones a otras leyes la vinculación explícita del Ministerio de Energía con cambio climático.

#### **4.3.1.3 Consejos creados para efectos del cambio climático**

Al hacer una reseña de la historia de las iniciativas institucionales en materia de cambio climático, puede encontrarse que en las últimas dos décadas se han formado tres consejos dependientes de distintos organismos públicos que tienen un rol frente a temas de cambio climático.

##### **i. Comité Nacional Asesor de Cambio Global**

Como se mencionó en la reseña histórica, este comité fue creado por el Ministerio de Relaciones Exteriores mediante el Decreto Supremo 466 publicado el 29 de mayo de 1996, con el objeto de asesorar y coordinar a las instituciones nacionales en temas de cambio climático y cambio global.

Se creó este comité considerando la importancia de fomentar la investigación relativa a los efectos del cambio climático en el país, a que se debe contribuir a la implementación de los acuerdos contraídos en la Convención Marco de las Naciones Unidas, la Convención de Viena, el Protocolo de Montreal y a que Chile es miembro del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global. Además, se considera importante la coordinación de las iniciativas nacionales de investigación de cambio climático y de la definición de una política nacional exterior en esta materia.<sup>15</sup>

El Comité se encuentra presidido por el Director Ejecutivo de la CONAMA, la vicepresidencia en manos del Director de Política especial del Ministerio de Relaciones Exteriores, y con representantes del Ministerio de Agricultura, del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), de la Comisión Nacional de Energía, de la Dirección

<sup>15</sup> Decreto Supremo 466 que crea Comité Nacional Asesor de Cambio Global, 29 de Mayo de 1996.

General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR), de la Dirección Meteorológica de Chile y de la Academia Chilena de Ciencias.

Se establecen como funciones del comité:

- Asesorar al Ministerio de Relaciones Exteriores en lo que dice relación con la posición nacional sobre cambio climático.
- Asesorar a CONAMA en materias de cambio climático en territorio chileno e implementación de programas y acuerdos adoptados.
- Asesorar a las instituciones dedicadas a la investigación del cambio global.
- Servir de mecanismo de coordinación entre todas las entidades vinculadas a los temas relativos a los cambios climáticos y globales.

Desde su creación en 1996, este Comité ha funcionado mediante reuniones trimestrales para discutir acerca de la estrategia y política nacional de cambio global. Bajo su funcionamiento se encargó a la CONAMA la elaboración de la Primera Comunicación Nacional bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático el año 1999. Además, desarrolló en 2007 Estrategia Nacional de Cambio Climático que derivó en la elaboración por parte de CONAMA del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático para el período 2008-2012.

Cabe destacar que en el decreto que constituye este comité se señala la facultad del presidente del organismo para invitar a participar a otras instituciones públicas y privadas. Además se detalla la constitución de una secretaria técnica y una adjunta para cumplir los roles de coordinación nacional e internacional respectivamente. Por último, se señala que tanto el funcionamiento del comité como las secretarías técnicas es ad honorem y no constituye nuevos cargos públicos.

## **ii. Consejo de Cambio Climático y Agricultura**

Este consejo fue creado internamente por el Ministerio de Agricultura mediante el Decreto N°87 publicado el 6 de Octubre del 2007 con el objeto de “Apoyar en la definición de los principales aspectos y prioridades a considerar en un programa de adaptación al cambio climático en el sector, y en la determinación de las principales medidas de mitigación que se podrían implementar en las actividades sectoriales.”<sup>16</sup>

La creación del consejo toma en consideración lo que establece el cuarto informe del panel intergubernamental de cambio climático (IPCC), la preocupación del gobierno de asumir los desafíos del cambio climático, la Estrategia Nacional de Cambio Climático entregada por el Comité Nacional Asesor de Cambio Global y la importancia que le da el Ministerio de Agricultura a los efectos del cambio climático en la economía del sector silvoagropecuario.

El consejo está presidido por la Ministra de Agricultura y conformado por el Director Ejecutivo de la CONAMA, por representantes de distintos servicios del ministerio: CNR, INFOR, ODEPA, FIA, INIA, CIR. Además incorpora a los decanos de las facultades de

---

<sup>16</sup> Decreto N°87 que crea el Consejo de Cambio Climático y Agricultura, 6 de Octubre de 2007.

agronomía de la Universidad Católica y Universidad de Chile, personas naturales en su calidad de directores de centros de investigación agraria, representantes del sector privado como Sociedad de Exportadores, Colegio de Ingenieros Agrónomos, Corporación Chilena de la Madera, Federación de Productores de Fruta, Fundación para el desarrollo Frutícola, Sociedad Nacional Agrícola y representantes de los trabajadores.

El funcionamiento de este consejo, se ha basado principalmente en reuniones expositivas de los distintos estudios realizados en el sector. La importancia radica en el espacio generado para incorporar el tema de cambio climático dentro del ministerio. Hasta el momento la ODEPA ha sido el servicio más ligado con el cambio climático participando de comités técnicos interministeriales a través de su oficina de cambio climático. Se destacan también las iniciativas de INIA en los temas de investigación genética de especies que si bien no están directamente relacionadas con el cambio climático, sí son una base importante en temas de adaptación a este fenómeno.

### **iii. Consejo de Ministros de Cambio Climático**

Este consejo fue creado por mandato de la Presidenta de la República en Junio del 2009 con el objeto de crear una instancia interministerial para poder definir la posición de Chile en la negociación de cambio climático a realizarse en la reunión de las Naciones Unidas en Copenhague durante a fines del 2010. Junto con esto, la Presidenta llamó a acelerar los estudios en curso y a analizar que otros estudios debiesen realizarse en el corto plazo en materia de cambio climático. Dada la inmediatez del mandato, no hay decreto que constituya formalmente su creación ni defina sus funciones y competencias.

Fue constituido por los ministros de Medio Ambiente, Energía, Hacienda, Relaciones Exteriores, Agricultura y Secretaría General de la Presidencia. La conformación de este consejo hizo muy difícil su coordinación para obtener resultados, por lo que se hizo necesario constituir una secretaría técnica con representantes de cada uno de los ministerios, la que tuvo la misión de elaborar la posición nacional para la Conferencia de la ONU en Copenhague. Se destaca el funcionamiento de esta secretaría técnica como ejemplo de trabajo ejecutivo exitoso interministerial en temas de cambio climático.

El futuro de este consejo es incierto dado que la coyuntura para la cual fue creado ya concluyó y en Chile se inicia una etapa liderada por un nuevo gobierno. Además, no existe decreto que institucionalice formalmente el ejercicio del consejo.

A continuación se incluye la Tabla 7 que resume las características principales de los comités y consejos recién analizados.

**Tabla 7: Resumen y características de comités y consejos de cambio climático**

Consejo	Fecha de Creación	Dependencia	Conformación	Objetivos	Forma de Trabajo	Funcionamiento
Comité Asesor Nacional de Cambio Global	Mayo de 1996	Depende de la Presidencia de la República en carácter de Consejo Asesor Presidencial.	Presidido por CONAMA (Medio Ambiente), vicepresidencia por Min. De Relaciones Exteriores; Representantes de MINAGRI, CNE (Energía) Dirección Meteorológica de Chile, SHOA, Academia Nacional de Ciencias, CONICYT y DIRECTEMAR	(i) Asesorar al Ministerio de Relaciones Exteriores en lo que dice relación con la posición nacional sobre cambio climático. (ii) Asesorar a CONAMA en materias de cambio climático en territorio chileno e implementación de programas y acuerdos adoptados.	Reuniones trimestrales en donde se definían los lineamientos, estrategias y posturas frente a temas de cambio climático.	Elaboración de la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático, definición de Estrategia Nacional de Cambio Climática y su consecuente Plan de Acción Nacional elaborado por CONAMA. Sin mayor logro coordinador ni ha sido un actor relevante en los últimos años.
Consejo de Cambio Climático y Agricultura	Octubre de 2008	Ministerio de Agricultura	Presidido por la Ministra de Agricultura, con miembros de CONAMA, CNR, ODEPA, FIA, INIA, INFOR, CIREN, UEA, Decanos de facultades de agronomía PUC y U.Chile, Directores de Centros de Investigación, Representantes de asociaciones privadas y de trabajadores.	Apoyar en la definición de los principales aspectos y prioridades a considerar en un programa de adaptación al cambio climático en el sector, y en la determinación de las principales medidas de mitigación que se podrían implementar en las actividades sectoriales	Reuniones en donde se ven los estudios hechos en el área por cada servicio.	Reuniones expositivas para validar estudios hechos en el sector silvoagropecuario por distintos servicios o unidades. Debate de las medidas a considerar por los efectos de cambio climático en la agricultura.
Consejo de Ministros de Cambio Climático	Junio de 2009	Presidencia de la República	Ministros de Medio Ambiente, Energía, Hacienda, Relaciones Exteriores, Agricultura y Secretaría General de la Presidencia.	Definir la postura nacional para enfrentar las negociaciones de la convención de las Naciones Unidas de Medio Ambiente en Copenhague 2009. Acelerar estudios en curso y analizar que otros estudios se debiesen realizar en el corto plazo en relación al cambio climático.	Reuniones del Comité mas la conformación de una secretaría técnica con miembros de los ministerios presentes.	T

## 4.4 Identificando las brechas

Para realizar un diagnóstico de la institucionalidad instalada en Chile para enfrentar temas relacionados con el cambio climático se hará un análisis del estado actual de la institucionalidad nacional en relación a los factores que se mencionaron como fundamentales para el buen funcionamiento de un sistema, y que fueron detallados anteriormente en este informe.

En este sentido y a continuación, se enumeran las principales características con que la institucionalidad debe contar, para lograr sus objetivos.

- **Transversalidad:** Dada experiencias nacionales pasadas, se nota la importancia de la transversalidad del tema del cambio climático, de los distintos sectores a los que afecta este fenómeno y deben estar involucrados en acciones destinadas a enfrentarlo. Un ejemplo palpable al respecto tiene que ver con el Plan Nacional de Acción de Cambio Climático elaborado por CONAMA, que considera acciones específicas a cargo de una serie de actores del Estado chileno. Éste es un aspecto positivo, pero que introduce desafíos importantes en términos de coordinación de las distintas iniciativas, como se detallará en el punto siguiente.
- **Coordinación:** La nueva ley es bastante clara al darle atribuciones al Ministerio de Medio Ambiente como coordinador de las acciones que se lleven a cabo y estén relacionadas con el cambio climático. Sin embargo, es importante notar que estas labores de coordinación ya estaban asignadas anteriormente a CONAMA, quien ha cumplido con esta tarea pero se ha encontrado con las dificultades de trabajar con un conjunto de ministerios que pueden empoderarse del tema y en ocasiones buscan hacerlo en forma explícita. En este sentido, hay una brecha importante en la que trabajar y que consiste en seguir estableciendo instancias de coordinación que permitan articular en forma armónica la relación y el trabajo de los distintos ministerios relacionados con temas de cambio climático. Junto con elevar el rango de CONAMA a Ministerio, se deben esclarecer y robustecer sus ámbitos de competencia en la definición y gestión de las políticas ambientales.

Una experiencia interesante tiene que ver con la instalación de Consejos y Comités que han servido para coordinar la labor de los distintos ministerios involucrados. Al respecto, es importante revisar el funcionamiento del Consejo de Ministros de Cambio Climático, que derivó en un trabajo técnico y coordinado previo al encuentro de la ONU realizado en Copenhague. La nueva ley del Ministerio de Medio Ambiente considera la instalación de un Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, presidido por el Ministro del Medio Ambiente e integrado por los Ministros de Agricultura; de Hacienda; de Salud; de Economía, Fomento y Reconstrucción; de Energía; de Obras Públicas; de Vivienda y Urbanismo; de Transportes y Telecomunicaciones; de Minería, y de Planificación. Quizás el funcionamiento de este Consejo o uno similar que se instale puede ser clave para coordinar las iniciativas asociadas a temas de cambio climático. Para esto, es

fundamental que cuente con capacidad de toma de decisiones y un complemento técnico eficiente.

Otro aspecto interesante tiene relación con dar potestades al Ministerio para opinar en los presupuestos ambientales, otorgándole, por ejemplo, la capacidad de aprobar los presupuestos sectoriales con la debida supervisión de la Dirección de Presupuestos (Dirección de Asuntos Públicos UC, 2008). Esto podría transformarse en una oportunidad para coordinar el desarrollo de la política ambiental entre las distintas carteras.

- **Complementariedad entre acciones de mitigación y adaptación:** este aspecto presenta un desafío importante para la institucionalidad chilena, pues son dos tipos de acciones complementarias, pero con distintas características. Las acciones de adaptación tienen un fuerte componente relacionado con estudios y análisis de las condiciones de mediano y largo plazo del cambio climático en Chile, mientras que las acciones de mitigación se basan en acciones de corto plazo. Más aún, y como se puede apreciar en los análisis incluidos en este informe, se acaba de aprobar en Chile la creación de un Ministerio de Energía, que tendrá un papel fundamental en temas de mitigación. En este sentido, surge la necesidad de establecer una estrategia que permita realizar ambos tipos de acciones en forma complementaria y coordinada. Al respecto, vale la pena mirar con detalle el funcionamiento de iniciativas como el Programa País de Eficiencia Energética.
- **Diseño/Ejecución/Fiscalización:** si bien es a nivel ambiental en su generalidad, la separación de funciones es probablemente el avance principal contenido en la nueva ley que crea el Ministerio de Medio Ambiente. Es necesario, sin embargo, analizar en la práctica cómo funcionará este sistema y en particular, cómo se articulará la labor de las instituciones involucradas (por ejemplo, la Superintendencia) con los otros ministerios y entidades que trabajan en temas relacionados con el cambio climático. Al respecto surgen dudas con respecto a la posible duplicación de competencias de fiscalización, pues no están centralizadas todas las funciones de fiscalización en las competencias de la Superintendencia, subsistiendo algunas actividades de incidencia ambiental en las competencias de otros organismos fiscalizadores<sup>17</sup>.
- **Beneficios a largo plazo versus acciones (y costos) en el corto plazo:** Existen elementos recientes que han hecho más patentes los beneficios a corto plazo de las acciones que buscan mitigar los efectos del cambio climático. Entre estos, deben mencionarse el ingreso de Chile a la OECD, la firma de tratados internacionales y la pronta instalación de medidas como la medición del nivel de huella de Carbono asociado a ciertos procesos productivos. Pese a estos avances, se detecta la necesidad de hacer más patente la relación entre la competitividad del país y la forma en que enfrenta desafíos ambientales como el cambio climático. En este sentido, es un desafío de la institucionalidad comunicar de forma efectiva este

---

<sup>17</sup> Se mencionan, como ejemplos, la fiscalización por aplicación de pesticidas, ambientes laborales ambientales, residuos sólidos, riles y rellenos sanitarios.

aspecto y generar acciones que deriven específicamente en mayor toma de conciencia y generación de iniciativas desde todos los sectores.

- **Geografía y Territorio:** Este aspecto se refiere a la labor realizada por las SEREMIS. Si bien se observan algunos avances en la nueva legislación<sup>18</sup>, hay que analizar cómo funcionan en la práctica en un país que presenta aún desafíos importantes en términos de descentralización. Además, las decisiones ambientales se conciben desde una posición centralizada y sectorial y se mantiene la lógica vertical de la estructura administrativa del Estado, lo que genera bastante desconfianza. Se postula que es necesario considerar una mayor participación e injerencia de las autoridades territoriales en la definición de las políticas y criterios ambientales para sus territorios.

Por otra parte, y en relación a este mismo aspecto, cabe preguntarse si la división territorial por regiones es la más adecuada para hacer frente a desafíos como los planteados por problemas transversales como el cambio climático. En este sentido, hay autores como Barton et al. (2007) que postulan la idea de generar otras unidades territoriales, por ejemplo, asociadas a cuencas, que permitan realizar una gestión más coordinada y complementaria en cada territorio.

- **Educación Ambiental:** Si bien el nuevo proyecto establece que será misión del Ministerio del Medio Ambiente “establecer convenios de colaboración con gobiernos regionales y municipalidades destinados a adoptar las medidas necesarias para asegurar la integridad, conservación y reparación del medio ambiente regional y local, así como la educación ambiental y la participación ciudadana<sup>19</sup>” y fomentar capacitación técnica a los funcionarios públicos en materias relacionadas con las funciones encomendadas al Ministerio, se echa de menos la instalación de un plan más concreto y complementario a nivel nacional que eduque ambientalmente a la población tomando en cuenta, por ejemplo, los sectores productivos específicos en los que se desempeñan. En estas iniciativas podría jugar un rol importante el ministerio de Educación, para lo cual nuevamente es importante la coordinación con las entidades que dirijan las iniciativas asociadas al cambio climático.
- **Participación Ciudadana:** si bien la participación ciudadana ha sido parte del Sistema de Evaluación Ambiental y sigue contemplada en la nueva legislación, se evidencia la necesidad de incorporarla en forma más efectiva en los procesos de diseño de políticas públicas asociadas al cambio climático y no sólo a la fiscalización o análisis de proyectos ya elaborados.
- **Mecanismos efectivos de generación y transmisión de información:** el nuevo proyecto de ley que crea el Ministerio del Medio Ambiente señala explícitamente que “toda persona tiene derecho a acceder a la información de carácter ambiental

---

<sup>18</sup> Entre otras cosas, establece que el Servicio de Evaluación Ambiental se desconcentrará territorialmente a través de las Direcciones Regionales de Evaluación Ambiental. Artículo 84 que se incorpora a la ley 19.300 con la ley 20.417 que crea el Ministerio del Medio Ambiente.

<sup>19</sup> Artículo 70 inciso r) de la Ley 20.417 sobre las funciones del Ministerio de Medio Ambiente.

que se encuentre en poder de la Administración...”, entendiendo información ambiental como toda aquella de carácter escrita, visual, sonora, electrónica o registrada de cualquier otra forma que se encuentre en poder de la Administración<sup>20</sup>.

Por otra parte, establece que el Ministerio del Medio Ambiente administrará un Sistema Nacional de Información Ambiental, con datos desglosados regionalmente. Además, deberá “elaborar los estudios necesarios y recopilar toda la información disponible para determinar la línea de base ambiental del país...”, “establecer un sistema de información pública sobre el cumplimiento y aplicación de la normativa ambiental de carácter general vigente, incluyendo un catastro completo y actualizado de dicha normativa, el que deberá ser de libre acceso y disponible por medios electrónicos” y “administrar la información de los programas de monitoreo de calidad del aire, agua y suelo...”<sup>21</sup> En este sentido, se puede notar que la ley genera una serie de responsabilidades para el ministerio que buscan cerrar una de las brechas que actualmente muestra el sistema: la falta de un sistema más coordinado, accesible y cohesionado que contenga información relevante de temas ambientales. En esta línea, es un aspecto en el cual debiera avanzarse fuertemente considerando todas las herramientas disponibles actualmente (informáticas y otras). Es necesario, de todas formas, evaluar en qué medida el Ministerio del Medio Ambiente podrá coordinar el levantamiento y comunicación de información relacionada a temas de cambio climático que puede estar inserta en otros ministerios.

- **Influencia Política:** el riesgo de captura política es un riesgo permanente y que puede darse en el tiempo de acuerdo a una serie de circunstancias. Sin embargo, se observan avances importantes en minimizar este riesgo con iniciativas como la selección de los directivos de la Superintendencia del Medio Ambiente y del Servicio de Evaluación Ambiental a través del Sistema de Alta Dirección Pública. Hay que mencionar, de todas formas, que el hecho de crear dos ministerios nuevos ligados a temas de cambio climático (Medio Ambiente y Energía) puede aumentar el riesgo de captura política de éstos, por el poder que representan.
- **Compromisos Internacionales:** El artículo 70 de la ley que crea el Ministerio del Medio Ambiente señala que le corresponderá a éste “velar por el cumplimiento de las convenciones internacionales, en que Chile sea parte en materia ambiental, y ejercer la calidad de contraparte administrativa, científica o técnica de tales convenciones, sin perjuicio de las facultades del Ministerio de Relaciones Exteriores”. Además, y en un aspecto importante, se señala en el mismo artículo que “cuando las convenciones señaladas contengan además de las materias ambientales, otras de competencia sectorial, el Ministerio del Medio Ambiente deberá integrar a dichos sectores dentro de la contraparte administrativa, científica o técnica de las mismas”. Este segundo punto es relevante porque da cuenta del reconocimiento de la transversalidad del tema, pero le impone otro desafío en términos de coordinación al ministerio. Por otra parte, y en relación al otro punto, se considera importante

---

<sup>20</sup> Artículo 31 bis de la Ley 20.417 sobre Sistema de Información Ambiental

<sup>21</sup> Artículo 70 de la Ley 20.417 sobre las funciones del Ministerio de Medio Ambiente.

evaluar el papel que cumplirá el Ministerio de Relaciones Exteriores en la institucionalidad ambiental chilena. Este ministerio no es parte del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad creado por la nueva ley, pero ciertamente ha jugado y continuará jugando un papel relevante en el tema, especialmente considerando las discusiones que se dan a nivel internacional. En este sentido, parece importante evaluar en forma más precisa cuál será el papel de este ministerio en la nueva institucionalidad ambiental.

Por último, vale tomar en cuenta que la orgánica del Ministerio del Medio Ambiente considera una División de Cambio Climático y Cumplimiento de Compromisos Internacionales. Resulta relevante revisar el papel que cumplirá esta división y la conveniencia de tener ambos roles anidados en una misma sección.

- **Participación del Sector Privado:** Según algunas opiniones recabadas, aumentar la participación del sector privado en la discusión y puesta en marcha de iniciativas ligadas a temas de cambio climático, es una de las tareas pendientes. Por ahora, la relación con el sector privado se ha centrado mayormente en instancias de fiscalización, aunque hay ejemplos como el Programa País de Eficiencia Energética que ha logrado penetrar mayormente en este sector, insertando incentivos adecuados. En esta línea, un punto importante en el cual se requiere avanzar tiene que ver con la generación de incentivos que logren que el sector privado asuma que su competitividad está condicionada por temas ambientales. Uno de los sectores productivos más importantes de analizar es el sector minero.

Con respecto a este punto, no hay que dejar de considerar que existen empresas privadas que destacan notablemente en la generación de iniciativas asociadas a temas ambientales. Se considera que sería buena opción planificar acciones en conjunto con estas empresas y destacar su labor.

- **Rol de la Ciencia y Tecnología:** El artículo 70 de la ley que creó el Ministerio de Medio Ambiente establece además que le corresponde a éste “generar y recopilar la información técnica y científica precisa para la prevención de la contaminación y la calidad ambiental, en particular lo referente a las tecnologías, la producción, gestión y transferencias de residuos, la contaminación atmosférica y el impacto ambiental<sup>22</sup>”. Este es un avance importante y necesario. Hasta el minuto, se han llevado a cabo estudios, pero principalmente centrados en el análisis de los problemas y situaciones que generará en el futuro el cambio climático, dejando de lado estudios que analicen las acciones y políticas públicas a implementar. Incorporar este tipo de estudios también resulta fundamental, especialmente en un suceso en que, como se ha mencionado, deben convivir iniciativas de mitigación y adaptación. Por otra parte, parece existir una brecha, que se hace más palpable al analizar casos internacionales<sup>23</sup>, en la incorporación de centros de estudio en la discusión de temas ambientales. Si bien el Consejo de Cambio Climático y

---

<sup>22</sup> Artículo 70 inciso t) de la Ley 20.417 sobre las funciones del Ministerio de Medio Ambiente.

<sup>23</sup> Ver el Apéndice II. 2 de este informe para más detalle sobre experiencias internacionales de interés en el desarrollo de estrategias para enfrentar el cambio climático.

Agricultura creado por el Ministerio de Agricultura recoge aspectos interesantes relacionados con este punto, parece necesario avanzar más en esta línea.

Al identificar estas brechas se puede ver que se han tomado iniciativas en la línea de avanzar en temas de cambio climático. En primer lugar, se ha avanzado en reconocer al cambio climático como un tema a considerar y que debe ser enfrentado desde una perspectiva transversal. Sin embargo, una de las principales brechas que se debe considerar a abordar en el corto plazo es la asignación de competencias e instrumentos para el organismo coordinador de temas de cambio climático. La participación de distintos ministerios, unos más influyentes que otros, en el actuar del gobierno significa una amenaza y una brecha a considerar al momento de establecer los roles y mecanismos de coordinación.

Otras brechas importantes a considerar en el corto y mediano plazo tienen que ver con cómo se logra fomentar la investigación en temas de adaptación al cambio climático, la gestión del tema a nivel regional y local y la gestión de un sistema integral de información que permita generar programas de educación y participación ciudadana entendida del tema.

Brechas que se debiesen abordar pero en la medida que se vayan acortando las ya antes mencionadas son las que tienen que ver con la incorporación del sector privado y las monitorear en qué medida se logran separar las responsabilidades de diseño, evaluación y fiscalización. Sin embargo, en el escenario actual, con la creación de nuevos ministerios y la incorporación de compromisos internacionales a cumplir, se cuenta con una institucionalidad base y ciertos incentivos que pueden servir para abordar estas brechas en forma más efectiva.

## **4.5 Mapa Institucional del cambio climático en Chile**

Tomando en consideración la evolución de la institucionalidad ambiental en Chile detallada en secciones anteriores y su reciente derivación en la creación del Ministerio de Medio Ambiente y del Ministerio de Energía, la presente sección hace un barrido por las instituciones que tienen relación más directa con el cambio climático en los distintos sectores.

Esta radiografía se puede estructurar en base a dos criterios:

- i. Institucionalidad asociada al Plan de Acción Nacional de Cambio Climático<sup>24</sup>
- ii. Análisis de Institucionalidad por sector productivo

Esta sección del informe analizará la institucionalidad en base al criterio (i), mientras que en el apéndice II.2 puede encontrarse un análisis usando el criterio (ii).

En este sentido, el análisis institucional del Plan de Acción Nacional contempla la información provista por el plan y las instituciones responsables de llevar a cabo cada línea de acción en los tres ejes estratégicos definidos.

Por otra parte, y pese a que el detalle de este análisis está en el apéndice de este estudio, es importante mencionar ciertas reflexiones generales que deja la radiografía de la institucionalidad por sector, en términos de cambio climático.

- Actualmente el tema de cambio climático queda arraigado en el nuevo Ministerio de Medio Ambiente. Ningún otro ministerio o servicio público tiene entre sus funciones responsabilizarse del tema.
- Las acciones e iniciativas en términos de cambio climático se concentran dentro del actuar de cinco Ministerios: Agricultura, Obras Públicas, Medio Ambiente, Energía y Relaciones Exteriores.
- Dentro de estos ministerios se destaca el rol que cumplen la DOH y DGA del Ministerio de Obras Públicas, ODEPA, INIA y FIA del Ministerio de Agricultura; el Programa País de Eficiencia Energética de la CNA, como principales servicios articuladores de temas de cambio climático.
- Es posible separar institucionalmente los roles de acciones de mitigación y de adaptación, notando el liderazgo de Energía-PPEE en temas de mitigación y de Medio Ambiente-Agricultura en temas de adaptación.

---

<sup>24</sup> Este Plan tuvo como objetivo constituirse en el marco de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, y de mitigación de las emisiones de los gases de efecto invernadero en Chile. Para esto, busca convertirse en un instrumento que articule lineamientos políticos para acciones que organismos públicos realizarán en materia de cambio climático. Asimismo, busca ser una herramienta orientadora para el sector productivo y académico y para los organismos no gubernamentales. Sus objetivos específicos son: (i) Evaluar los impactos ambientales y socio-económicos del cambio climático, (ii) analizar las opciones de mitigación de emisiones de GEI, (iii) definir las medidas de adaptación al cambio climático y de mitigación de emisiones de GEI, (iv) mejorar la observación sistemática del clima, (v) difundir y crear conciencia en la ciudadanía, (vi) fomentar la educación e investigación en cambio climático, (vii) generar información adecuada para la toma de decisión, (viii) desarrollar capacidades institucionales para la mitigación y la adaptación, (ix) avanzar en el diseño e implementación de una institucionalidad para enfrentar el desafío del cambio climático, y (x) aportar a la formulación de la posición de Chile en la discusión internacional del tema y de los mecanismos disponibles de financiamiento.

- Escasa participación de ministerios sectoriales como MINVU, Economía, Transporte y Minería en temas de cambio climático, siendo ministerios que debiesen jugar un rol importante en el tema.

#### **4.5.1 Institucionalidad asociada al Plan de Acción Nacional de Cambio Climático**

CONAMA desarrolló el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático para el período 2008-2012, tomando en cuenta los tres ejes de acción definidos por la Estrategia Nacional de Cambio Climático:

- i. Adaptación a los Impactos del Cambio Climático
- ii. Mitigación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
- iii. Creación y Fomento de Capacidades en Cambio Climático

Este plan contempla líneas prioritarias de acción para cada una de estos ejes de acción. Cada una de estas líneas de acción propuestas, fue asignada a un determinado servicio público o ministerio el que quedaba encargado de la gestión de tal línea de acción.

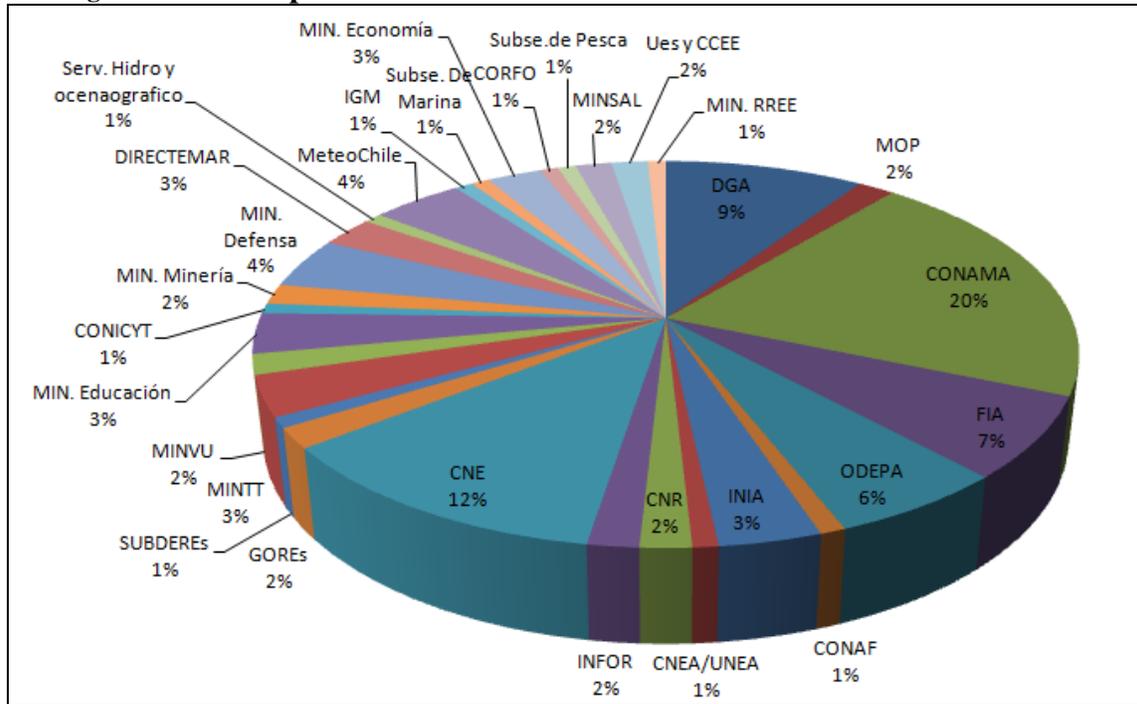
En total son cerca de cien líneas de acción de las cuales algunas dependen de más de un organismo lo que implica coordinación interinstitucional. Por otro lado, la distribución de la gestión de estas líneas de acción no es homogénea entre servicios por lo que se observa que hay organismos que se hacen cargo de varias líneas y otros servicios solamente vinculados con una o dos.

Los gráficos que se presentan a continuación pretenden ilustrar la transversalidad del tema de cambio climático, mostrando la variedad institucional que participa del Plan de Acción Nacional. Se presentan cuatro pares de gráficos y cada par contempla un gráfico de la distribución por instituciones y un gráfico que agrupa estas instituciones en sus respectivos ministerios para visualizar la participación ministerial en temas de cambio climático.

##### **i. Participación institucional en el Plan de Acción Nacional**

Estos gráficos contemplan la totalidad de las líneas de acción del Plan y todas las instituciones y ministerios asociados.

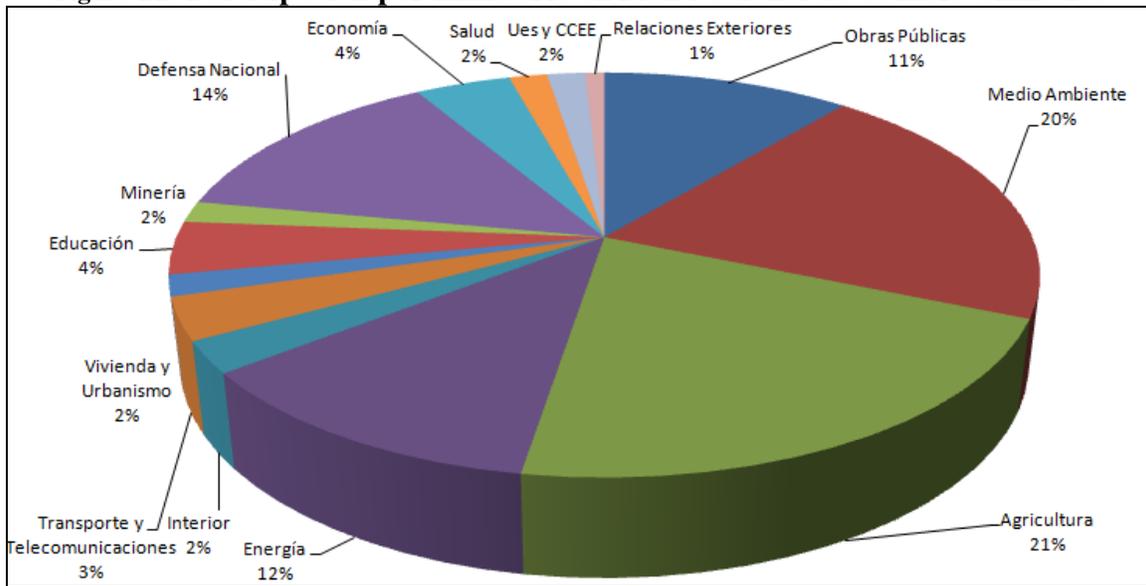
**Figura 10: Participación institucional en Plan Nacional de Cambio Climático**



Del primer gráfico (Figura 10) se puede visualizar la transversalidad institucional del Plan. En total, son treinta instituciones que están vinculadas con alguna línea de acción, lo que implica un esfuerzo importante para aquella institución que le corresponda asumir el rol de coordinación. Por otro lado, es importante destacar que a pesar de que son muchas las instituciones vinculadas con el Plan de Acción, sobresale en importancia la participación de CONAMA, CNE, DGA, INIA, ODEPA y FIA. Estos organismos asumen cerca del 60% de las líneas de acción planteadas.

Al ver la distribución ministerial que se muestra en la Figura 11, a continuación, se puede notar, al igual que para el caso institucionalidad, que son muchos los ministerios involucrados, por lo que el rol de coordinación interministerial es fundamental. Sin embargo, cabe destacar la importancia que asumen los Ministerio de Medio Ambiente, Agricultura, Energía, Obras Públicas y Defensa Nacional, así como la poca participación de ministerios como el de Vivienda y Urbanismo, Transportes y Telecomunicaciones, Minería y Relaciones Exteriores.

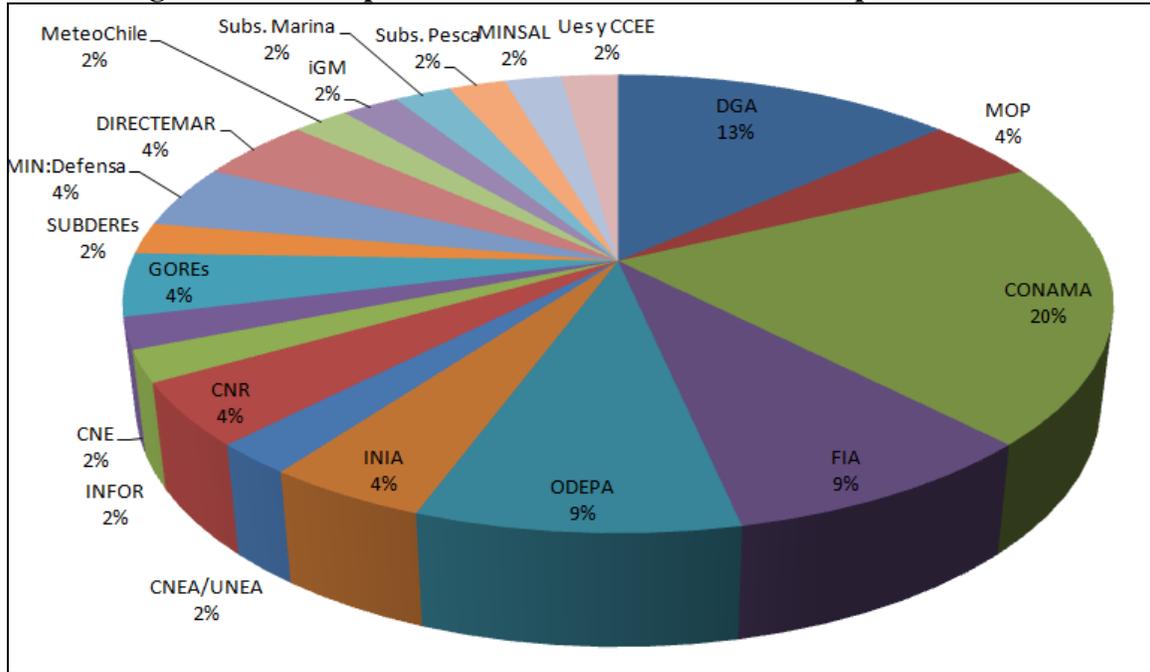
**Figura 11: Participación por ministerio en Plan Nacional de Cambio Climático**



## ii. Participación Institucional en temas de Adaptación.

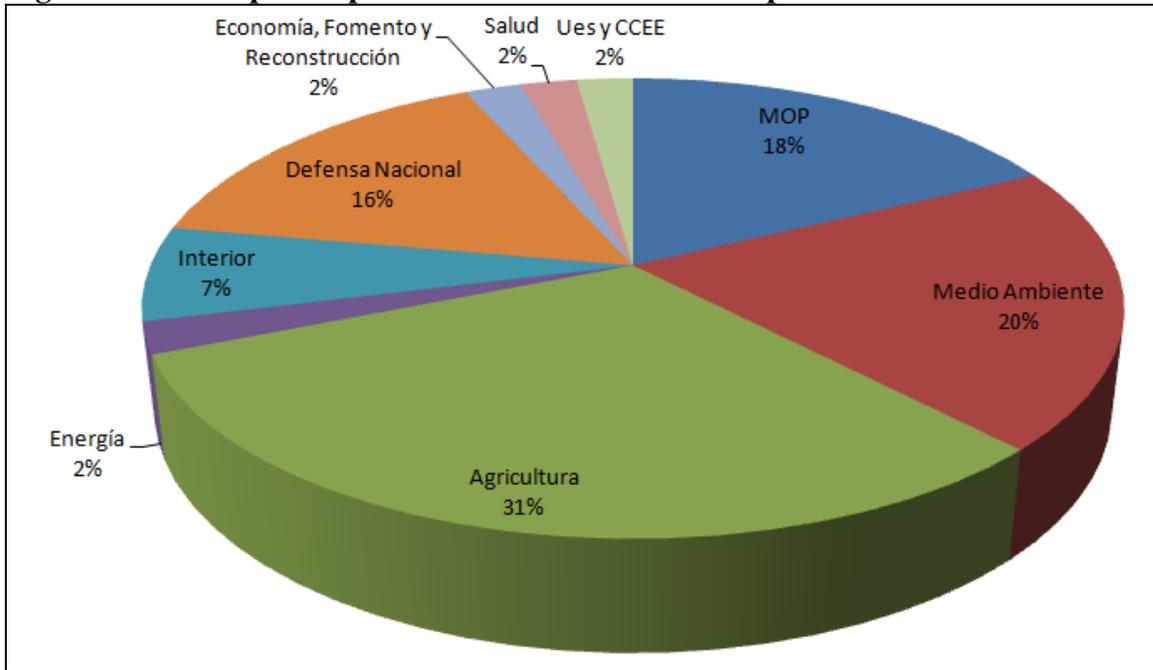
El siguiente par de gráficos (Figura 12 y Figura 13) están contruidos considerando sólo aquellas líneas de acción del eje estratégico de “Adaptación a los impactos del cambio climático” y las instituciones y ministerios asociados.

**Figura 12: Participación institucional en temas de adaptación al CC**



La Figura 12 permite notar nuevamente la transversalidad del tema estudiado, dada la participación de muchas instituciones en éste. Además, se destacan instituciones como ODEPA, FIA, CONAMA, DGA y el MOP como los principales organismos involucrados en temas de adaptación. A raíz de esto también se puede ver que tal como estas instituciones son las que juegan un rol de mayor importancia, son los ministerios a los cuales pertenecen los que toman mayor relevancia en temas de adaptación. Vemos en el siguiente gráfico (Figura 13) que Agricultura, Medio Ambiente y Obras Públicas son los que se llevan más cerca del 60% de la participación en el Plan Nacional.

**Figura 13: Participación por ministerio en temas de adaptación al Cambio Climático**



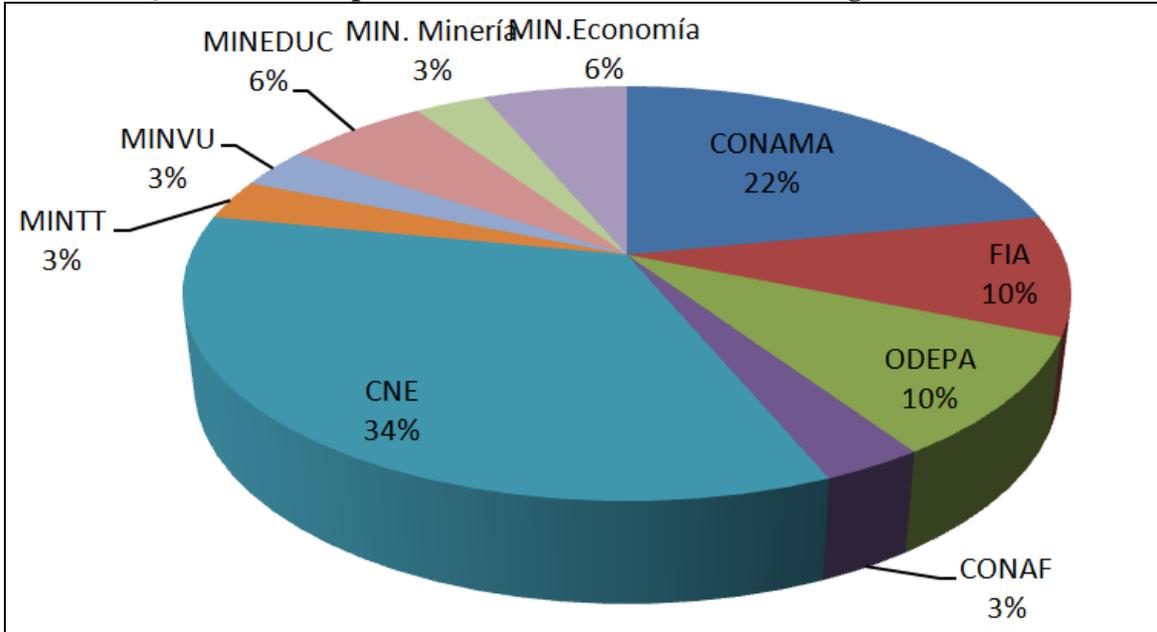
Se destaca también la participación de Defensa Nacional, aunque cabe hacer la aclaración que son instituciones asociadas al ministerio (como IGM o la Dirección Meteorológica de Chile) las que juegan un rol importante más que el ministerio mismo, que no tiene una política particular por cambio climático.

### **iii. Participación Institucional en temas de Mitigación.**

Las figuras a continuación (Figura 14 y Figura 15) están construidas considerando sólo aquellas líneas de acción del eje estratégico de “Mitigación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero” y las instituciones y ministerios asociados.

Se puede ver que, a diferencia del caso de adaptación, donde el Ministerio de Energía no juega un rol tan importante, en términos de acciones de mitigación este ministerio (CNE) asume un rol protagónico.

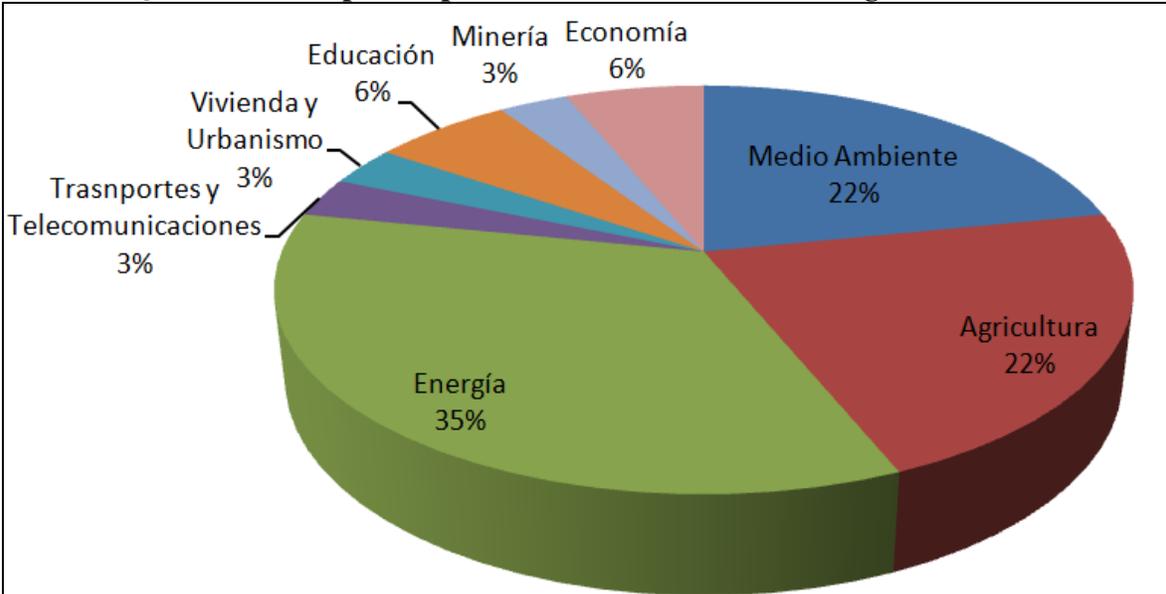
**Figura 14: Participación institucional en temas de mitigación de GEI**



Se destaca además la participación de otros ministerios, los que son integrados en temas de mitigación en iniciativas del Programa País de Eficiencia Energética.

A nivel de ministerios, nuevamente Agricultura y Medio Ambiente juegan un rol importante pero como se mencionó, Energía es el que asume el liderazgo en materia de mitigación.

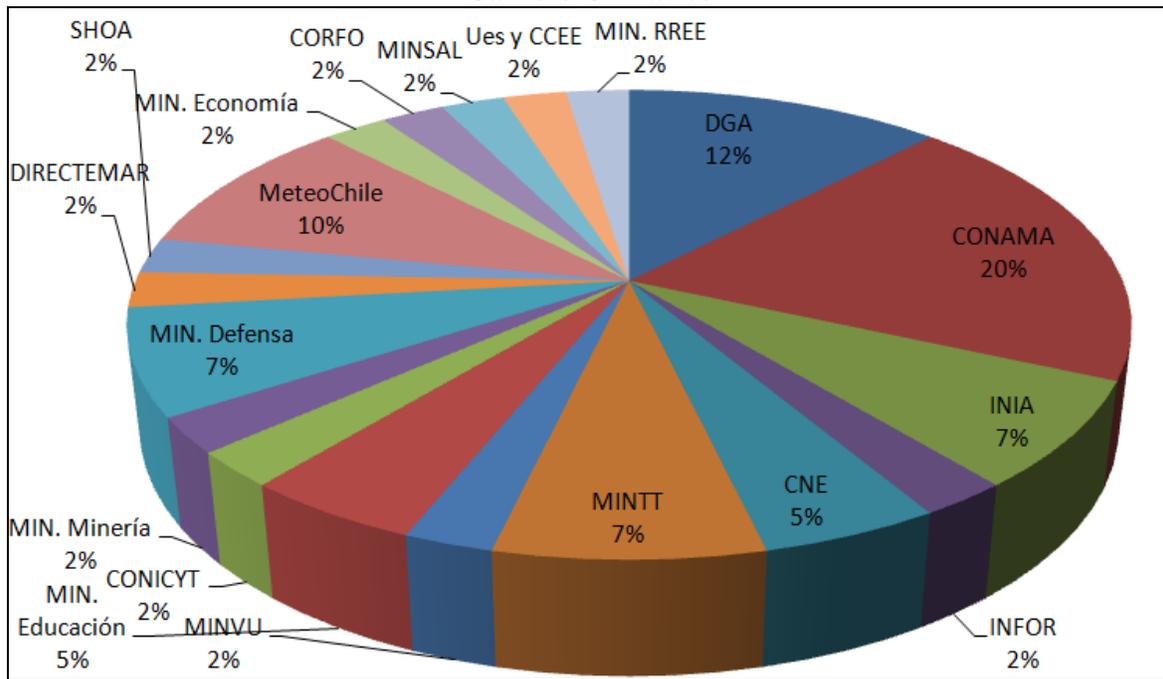
**Figura 15: Participación por ministerio en temas de mitigación de GEI**



#### iv. Participación Institucional en temas de Creación y Fomento de Capacidades

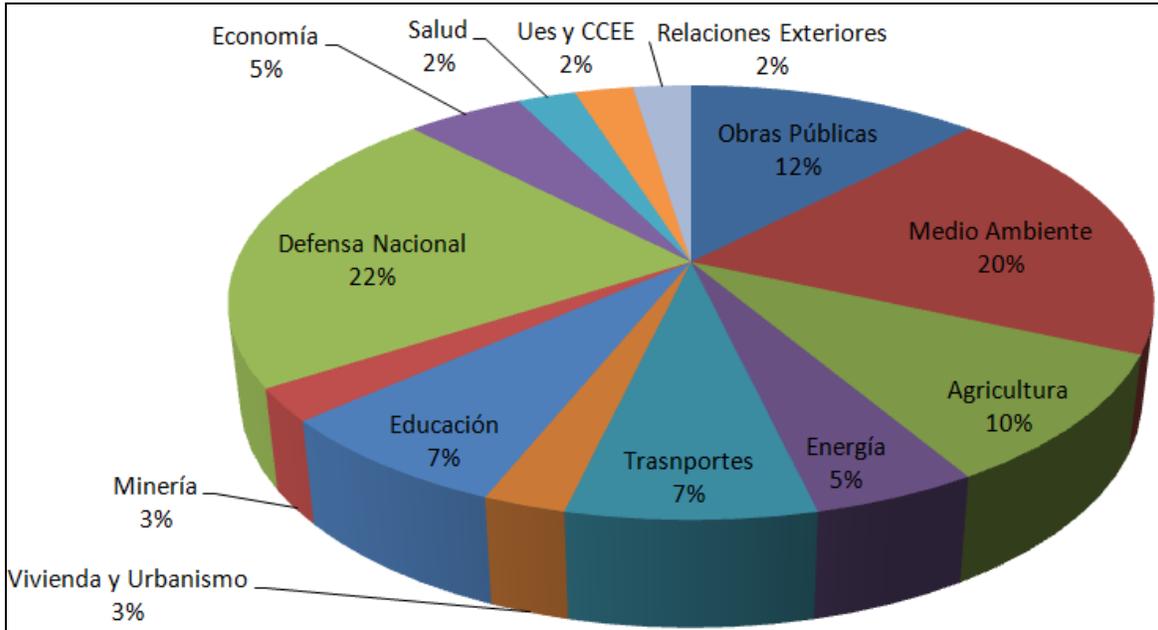
El siguiente par de gráficos (Figura 16 y Figura 17) está construido considerando sólo aquellas líneas de acción del eje estratégico de “Creación y Fomento de Capacidades en Cambio Climático” y las instituciones y ministerios asociados.

**Figura 16: Participación institucional en la creación y fomento de capacidades en Cambio Climático**



Este eje estratégico es el que, refleja de una forma más patente la transversalidad del tema. La participación por institución está mucho más repartida y no es tan evidente aquellas que juegan un rol más protagónico. La DGA, CONAMA, Dirección Meteorológica de Chile (DMC) e INIA siguen siendo importantes, aunque no tanto como en otros ejes. Esto se reafirma al ver que a nivel de ministros tampoco existe una especial dominancia de alguno.

**Figura 17: Participación por ministerio en la creación y fomento de capacidades en Cambio Climático**



## **5. Estrategia de corto plazo para hacer frente a desafíos**

A lo largo del documento se ha realizado una revisión del panorama institucional chileno y la forma en que nuestra institucionalidad integra las problemáticas del cambio climático en él. Luego se revisaron así los impactos y desafíos que traería el fenómeno climático en los diversos sectores económico-productivo del acontecer nacional, para así, lograr llevar a cabo la elaboración de un mapa de la institucionalidad sectorial actual. Con ello, finalmente, es posible entrelazar todos estos análisis, obteniendo como resultado diversas estrategias que permitirían sobrellevar los desafíos identificados, considerando una institucionalidad que lo permita. Para ello, en este capítulo se presentan las líneas de acción elaboradas en base a los desafíos sectoriales encontrados, para luego plantear propuestas concretas en la institucionalidad actual que puedan sobrellevar de mejor manera los impactos que el cambio climático presenta en el país. A continuación, se enumeran las líneas de acción contempladas para cada sector, que darán paso a la propuesta final de este informe.

### **5.1 Líneas de acción en adaptación**

Se plantean en esta sección cuales deberían de ser las estrategias de corto plazo en materia de adaptación al cambio climático en Chile en los próximos 4 años. Estas estrategias se han clasificado en Líneas de Acción transversales a diferentes sectores de acuerdo a lo analizado en la sección 3 y en más detalles en el Apéndice I. Cada una de estas Líneas de Acción por otra parte comprende un número de actividades específicas y concretas que tiene como objetivo lograr que se lleve a cabo la Línea de Acción.

Se reconocen en el diseño de estas líneas de acción y actividades las siguientes características importantes del fenómeno de adaptación al cambio climático:

1. En muchos casos los impactos del cambio climático se proyectan hacia un futuro a mediano o largo plazo y no tanto en el corto plazo. Existen excepciones que se reconocen en el texto. Sin embargo, para estar preparado a esos impactos a largo plazo hay que tener un terreno preparado con actividades que empiezan en el corto plazo.
2. Como ha sido reconocido en diversas partes del texto existe aún un nivel importante de incertidumbre a los impactos del cambio climático en Chile, especialmente en la zona norte y sur del país. Esto implica ser cauto en el diseño de medidas concretas de adaptación buscando aquellas soluciones “*win win*” que impliquen beneficios no solo en el largo sino que también en el corto plazo. La variabilidad climática es un fenómeno intrínseco a la naturaleza caótica del clima. El país en muchos aspectos no está preparado hoy para hacer frente a la variabilidad climática. En este sentido se proponen Líneas de Acción y actividades que ayudan a la preparación del país para hacer frente a la variabilidad climática que en el largo plazo tenderían también a ayudar a hacer frente a los impactos del cambio climático independiente del escenario que finalmente se realice.

## **Línea de Acción 1: Análisis de vulnerabilidad**

En los últimos años ha emergido con fuerza la necesidad de integrar los análisis de impactos, derivados del cambio climático, con indicadores y modelos que incorporen los sistemas expuestos y sus respuestas características. Gracias a ello, se ha podido reconocer que existe un número considerable de variables no ambientales que condicionan las respuestas y amplifican o moderan los impactos pronosticados.

El análisis de vulnerabilidad, entendido como la intersección de los elementos biofísicos y socioeconómicos que condicionan la exposición, respuesta y capacidad adaptativa, ha sido sindicado como uno de los más útiles y enriquecedores para comprender la verdadera naturaleza de los impactos socioeconómicos y ambientales del cambio climático. Se trata de lograr una mejor identificación de los agentes sensibles, las causas de su susceptibilidad (exposición, falta de capacidad adaptativa, naturaleza de los efectos adversos) y de distinguir en tiempos y espacio su vulnerabilidad.

Actividades propuestas:

- a. Creación de escenarios de cambio climático a escala regional con análisis de incertidumbre
- b. Construcción de un inventario o catastro histórico que permita documentar los impactos climáticos y los tipos de respuesta observados en la población y ecosistemas. Este catastro se enriquece al compararlo con otras fuentes de documentación que hayan analizado la experiencia internacional y queda como un repositorio de información para la generación de alternativas de adaptación.
- c. Selección y adopción (ajuste) de las escalas de información que permitan combinar los mapas y bases de datos que contengan información socioeconómica (quienes y dónde) con la información ambiental que es relevante para temas de cambio climático
- d. Desarrollo de Análisis de vulnerabilidad frente a eventos extremos. Levantamiento de estudios regionales (comunales) que permitan crear los perfiles de riesgo y de caracterizar los umbrales y tipos de impactos esperados en función de las magnitudes de los eventos extremos asociados a cambio climático
- e. Desarrollo de Análisis de vulnerabilidad social para el sector agrícola. Este tipo de análisis ha sido parcialmente abordado en la primera y segunda comunicación nacional, bajo un formato de combinación de indicadores. Se espera que este evolucione a un estudio y cartografía de los umbrales de impacto y perfiles de riesgo por localidad, grupo socioeconómico y tipo de actividad agrícola en relación a los impactos esperados del cambio climático.
- f. Análisis de vulnerabilidad en zonas costeras. En este se distinguen dos tipos de trabajos necesarios. Primero generar la información que permita determinar los

impactos del cambio climático, con respecto del alza del nivel del mar y cambios en mareas y oleajes, sobre la infraestructura portuaria y los servicios que operan en los sectores costeros susceptibles. En segundo lugar, se debe realizar un estudio para evaluar los efectos del cambio climático en las zonas de humedales costeros, que podrían verse afectados por al alza del nivel del mar (alterando la dinámica y estabilidad de estas zonas) como también la reducción de precipitaciones (reduciendo significativamente su extensión y facilitando su deterioro)

## **Línea de Acción 2: Mejoras de monitoreo ambiental y desarrollo de modelos de acoplamiento**

Existen en el país serias deficiencias en los niveles de monitoreo de variables biogeofísicas. Sin los datos que proporcionarían estos monitoreos resulta complejo establecer tendencias de largo plazo en la evolución de ciertas variables, diagnosticar situaciones futuras y entender en algunos casos la relación básica entre las condiciones climáticas y su expresión física terrestre o acuática. Esta línea de acción tiene como objetivo comenzar a enmendar este proceso mejorando los sistemas de monitoreo del país. Los resultados se obtendrán en el largo plazo pero si no se parte luego con esta acción no llegarían nunca. Se propone dentro de esta línea de acción llevar a cabo las siguientes actividades.

- a. Estudiar cual sería el diseño óptimo de una red hidrometeorológica para el país. Del diagnóstico realizado se identifica a priori una deficiencia en el número de estaciones en altura (sobre 1000 m), en ciertas regiones del país (especialmente en el extremo austral), sistemas de monitoreo de acumulación de nieves y de glaciares. Todas estas deficiencias deberían estar incorporadas en un plan de mejoramiento integral de la red hidrometeorológica del país.
- b. Llevar a cabo un monitoreo de los servicios ecosistémicos en los siguientes componentes esenciales: ciclo hidrológico, ciclo de carbono, ciclo de nutrientes. Para llevar a cabo este monitoreo es importante revisar cual es el estado de avance en sitios ya establecidos, generar un plan de monitoreo para el futuro en estos sitios e identificar nuevos sitios relevantes. Uno de los productos esperados de este trabajo sería asociar los estados de estos balances con las condiciones climáticas imperantes.
- c. Existe una necesidad de aumentar el conocimiento de la relación entre las condiciones meteorológicas y oceanográficas y finalmente biológicas para poder predecir cuales son los efectos que tienen los cambios en el clima con la actividad pesquera e impactos en zonas costeras. Este trabajo debe comenzar con mejoras en los monitoreo de variables físicas tales como oleaje y nivel del mar y seguir después con modelos de transferencia de información entre fases y escalas espaciales para finalmente acoplar estos modelos de transferencia con modelos de impacto.

- d. Es necesario comenzar de manera sistemática el monitoreo de distribución de plagas y enfermedades tanto en medios terrestres y acuáticos y desarrollar de manera posterior modelos de acople con condiciones climáticas.

### **Línea de Acción 3: Incorporación del Cambio Climático en los protocolos de diseño y operación de obras de infraestructura**

Las proyecciones de escenarios de cambio climático representan un abanico de posibles comportamientos del clima en el futuro. Los modelos existentes, que presentan de por sí imprecisiones y problemas de representación de las condiciones atmosféricas, sólo pueden capturar parcialmente el comportamiento futuro de la atmósfera y del clima. Sumado a esa fuente ineludible de imprecisión, los resultados futuros se hayan fuertemente condicionados en los escenarios de desarrollo socioeconómico y del nivel de emisiones de dióxido de carbono que de ellos se desprenden. Esta situación implica que existe un nivel de incertidumbre considerablemente alto y que se requiere de metodologías que permitan evaluar las acciones de adaptación frente a los niveles de incertidumbre, privilegiando aquellas que puedan dar una mejor respuesta a un número significativo de escenarios climáticos futuros.

En un primer lugar, este tipo de análisis debiera enfocarse en aquellas actividades o sectores que presentan el mayor nivel de exposición a las fluctuaciones climáticas como lo son la agricultura y los recursos hídricos.

Actividades propuestas:

- a. Desarrollo de modelos de simulación, tanto hidrológicos como agrícolas, que permita realizar análisis de incertidumbre de impactos y permitir la evaluación de las medidas de adaptación tanto en términos de las relaciones costo-beneficio, como también indicando su robustez (Nivel de sensibilidad frente a escenarios climáticos futuros)
- b. Rediseño y adaptación de los protocolos de diseño y operación de obras de infraestructura que permitan incorporar los escenarios de cambio climático y el análisis de incertidumbre.
- c. Desarrollar estudios que permitan comprender de mejor forma los impactos de los escenarios de cambio climático (y su incertidumbre) sobre la frecuencia e intensidad de eventos extremos. Las obras de infraestructura, por ejemplo embalses, deben estar preparados para soportar condiciones extremas (sequías e inundaciones) cuyos valores de período de retorno (frecuencia) y magnitud (intensidad) pueden cambiar en función de los escenarios de cambio climático

## **Línea de Acción 4: Fomentar resiliencia con mejoras en la gestión de recursos hídricos y construcción de nueva infraestructura**

De manera similar a los objetivos asociados a mejorar los sistemas de monitoreo descritos en la primera línea de acción propuesta, una mejora en la gestión de los recursos hídricos tiene beneficios inmediatos del tipo win win que ayudaría a la utilización informada y racional de los recursos para hacer frente tanto a la variabilidad como al cambio climáticos. Por otra parte existen casos donde se proponen mejoras estructurales para mejorar la resiliencia al cambio climático en el corto plazo. Estos casos se caracterizan por presentar una clara señal de cambio climático incluso en el corto plazo y un nivel de uso ajustado de los recursos en la actualidad. En concreto se proponen las siguientes actividades para mejorar la resiliencia en el uso de los recursos hídricos en el país.

### a. Fomentar la gestión integrada de recursos hídricos

Para mejorar la gestión de los recursos hídricos y prepararse a los impactos del cambio climático es imperativo mejorar la gestión de recursos hídricos a nivel integrado al interior de las cuencas. El proceso para llevar a cabo este tipo de gestión ha comenzado de manera lenta por lo que debe asegurarse su implementación. Resulta ideal que como producto de este proceso se desarrollen herramientas de gestión (modelos hidrológicos y de recursos hídricos) consensuados por los diferentes actores al interior de la cuenca. Estos modelos ayudarían al análisis de escenarios futuros de cambios climáticos y socioeconómicos lo que permitiría diseñar políticas e instrumentos con beneficios asociados directamente a estos impactos.

### b. Fomentar mejoras en eficiencia de riego en especial en zona centro sur

La Ley de Fomento de riego manejada por la Comisión Nacional de Riego ha sido exitosa en mejorar las condiciones de riego en el país, fomentando mejoras estructurales que propician un mayor ahorro en el uso de los recursos. Es necesario reevaluar los protocolos asociados a esta Ley para reconocer los potenciales desafíos en esta materia que existirían producto del cambio climático. En este sentido por ejemplo es importante reconocer la necesidad de mejorar las condiciones de riego en zonas donde hoy el recurso es relativamente abundante (zona centro sur) pero que en el futuro se proyecta que no lo sea. También es importante evaluar a la luz de los escenarios de cambio climático el fomento de extensión a la superficie regada en regiones que en el futuro puedan ver disminuidas de manera grave sus recursos hidrológicos.

### c. Fomento de nueva infraestructura para la cuenca del Maipo

Existen diversas razones para considerar que en la cuenca del Maipo ya resulta razonable empezar con el desarrollo de infraestructura especialmente diseñada para hacer frente a los impactos del cambio climático. En esta cuenca la relación entre oferta y demanda de agua se encuentra sumamente ajustada por las condiciones especiales que posee donde se conjugan altos niveles de demanda de un sector agrícola enfocado

principalmente al cultivo de especies frutales y a una demanda creciente de un sector residencial e industrial asociado a las actividades de la ciudad de Santiago, principal polo de crecimiento y desarrollo del país. El suministro de agua potable por parte de la Empresa Aguas Andinas pese a que posee los recursos suficientes para satisfacer las necesidades de la población en la actualidad, es un sistema vulnerable basado casi exclusivamente en la oferta de agua proveniente del las cuencas aportantes del Río Maipo. Adicionalmente, impactos asociados a la ocurrencia de tormentas cálidas y el arrastre de sedimentos que conlleva más potenciales impactos en el futuro con respecto al suministro de agua aumentarían de manera ostensible esta vulnerabilidad. Se propone por lo tanto el inicio de la evaluación y diseño de obras de infraestructura en la cuenca que mejoren las condiciones de resiliencia. Esta evaluación debería comenzar con un análisis de las condiciones actuales de infraestructura y la capacidad que tiene esta de hacer frente a los impactos proyectados de cambio climático (tanto de oferta como demanda).

## **Línea de Acción 5: Fomentar resiliencia en la productividad agrícola y forestal**

La agricultura es uno de los sectores que muestra mayor susceptibilidad frente a las fluctuaciones climáticas. Asimismo es uno de las actividades humanas que mayor familiaridad tiene con las variaciones del tiempo y clima en escalas de tiempo diarias, mensuales e interanuales.

Es por ello que la inversión en preparar y fortalecer las capacidades de lidiar con las fluctuaciones de las variables climáticas constituye a la larga una inversión en capacidad adaptativa y permite incrementar la resiliencia, definida como la capacidad de absorber perturbaciones sin alterar significativamente sus características, de los sistemas agrícolas.

Las acciones concretas que deben acometerse (algunas de hecho en progreso) son:

- a. Desarrollar una cultura de gestión del riesgo climático que aproveche las enseñanzas de nuestras fuentes de variabilidad climática (Asociadas al fenómeno del Niño) y combine sistemas de pronóstico, desarrollo de variedades adaptadas, seguros agrícolas y el desarrollo de paquetes de manejo agronómico y forestal para cada localidad y condición climática.
- b. Invertir en programas de recuperación de suelos y de manejos agronómicos (rotaciones, variedades, investigación de adaptación de variedades y determinación de nuevas fechas de cultivo) tal que las actividades agrícolas de secano disminuyan su vulnerabilidad.
- c. Invertir, en la medida de la disponibilidad de recursos hídricos y su robustez frente a escenarios de cambio climático, en obras de riego, tranques de acumulación nocturna,

sistemas de optimización de distribución y gestión de sistemas de riego para hacer frente a condiciones de mayor escasez.

- d. Desarrollar programa de mejoramiento genético y de introducción de biotecnología que permita aumentar la resistencia a eventos extremos como sequías.
- e. Trabajar a nivel de productores y de agricultura familiar en programas de diversificación de riesgo de sus sistemas productivos, tal que reduzcan los impactos frente a condiciones adversas.

## 5.2 Líneas de acción en mitigación

En esta sección se plantean las líneas de acción en el ámbito de la mitigación de emisiones de gases efecto invernadero aplicables en el país en los próximos cuatro años. Estas líneas de acción son el medio por el cual el país se puede hacer cargo de los desafíos de mitigación de emisiones de GEI, detallados en la sección 2.3.

Estas líneas de acción se han dividido en cinco grandes grupos:

1. Generación de información y conocimiento
2. Incentivo a tecnologías limpias
3. Aumento del apoyo a la eficiencia energética
4. Promoción de Agricultura Carbono Neutra
5. Actividades de educación

A continuación se describen en detalle cada una de estas grandes líneas, que abarcan uno o varios sectores de la economía y de la sociedad Chilena. Los principios que guían estas líneas de acción son los siguientes.

- **Reducción de barreras de implementación de acciones con beneficio social neto positivo.**

Muchas de las alternativas de mitigación descritas en los capítulos anteriores tienen un beneficio social neto positivo, cuando se considera su ciclo de vida completo. Debido a barreras de información, de acceso al crédito, de riesgo en las inversiones (que hacen que la rentabilidad privada sea diferente a la rentabilidad social), y de fallas de mercado actuales, estas medidas no se materializan. Es necesario entonces reducir o idealmente eliminar completamente las barreras que previenen la implementación de estas medidas.

- **Desarrollo de acciones que tienen otros beneficios, aparte de la mitigación de emisiones (cobeneficios)**

Aun cuando el objetivo primario de una medida sea la mitigación de gases efecto invernadero, las medidas también afectan otros ámbitos. Por ejemplo, la introducción de biocombustibles produce, además de la reducción de emisiones de GEI, la reducción de emisiones de contaminantes locales. Otras medidas, como las mejoras de eficiencia energética que reducen el consumo de electricidad, aumentan la confiabilidad del sistema eléctrico y disminuyen la necesidad de transmisión por distancias largas.

- **Portfolio de acciones de corto, mediano y largo plazo**

La mitigación de GEI es un tema que se extenderá en el tiempo, por un plazo bastante largo. Las medidas propuestas consideran acciones de corto plazo, como la continuación del apoyo a la eficiencia energética, acciones de mediano plazo, como la consideración de impuestos diferenciados según contenido de carbono, y acciones tendientes a la mitigación en el largo plazo (como las acciones de educación y de estudios para la eventual introducción de energía nuclear). Todos estos diferentes horizontes de tiempo deben ser considerados.

A continuación se describe cada una de las líneas de acción y las acciones concretas que la componen.

## **Línea de Acción 1: Generación de Información y conocimiento para la toma de decisiones públicas y privadas**

Esta línea de acción reúne acciones de generación y mejoras de información base por parte del estado, y generación conocimiento a través de estudios que pueden guiar las acciones futuras. Las actividades propuestas en esta línea de acción son:

- a. Desglose de balances energéticos a nivel sub-sectorial y regional

Actualmente los balances energéticos que desarrolla la CNE se realizan a nivel nacional. Un desglose a nivel regional, y con un mayor detalle a nivel sectorial, permitirá conocer el consumo energético de cada subsector por región, resultando de gran ayuda para la identificación de oportunidades de mitigación que puedan tener otros beneficios asociados. Entendemos que CNE está avanzando en esta dirección, pero es necesario más enfatizar la importancia de contar con información base a este nivel de desagregación.

- b. Generación de información base de zonas con alto potencial para ERNC

Se deben generar las instancias para estudios de las áreas con alto potencial en las energías renovables ya maduras, y poner la información a disposición del público. De este modo se reducen los costos y el riesgo de los proyectos de energía renovable, y aumentan sus

posibilidades de desarrollo y financiamiento. Estos estudios deben ser coordinados por los Ministerios de Energía y de Medio Ambiente.

Específicamente se deberían enfocar esfuerzos en las siguientes líneas:

- **Publicación de toda la información existente no confidencial:** la que debiera ser hecha pública, o disponible a un precio nominal, que podría ser usada por actores privados para desarrollar proyectos de ERNC basados en ella. Actualmente, la recolección de información base es una barrera de entrada importante a este mercado.
- **Mejora de la resolución de la información de radiación solar:** actualmente existe información histórica, de NASA, de 23 años de radiación GHI, DI y DNI de Chile, con una resolución de 111 kms por 111 kms, que evidencia el gran potencial del norte chileno. Sin embargo, se requiere de información más detallada geográficamente.
- **Levantamiento de información de energía mareomotriz y undimotriz:** Algunos estudios realizados a nivel nacional e internacional sugieren que Chile posee grandes recursos energéticos provenientes del mar, tanto de energía mareomotriz como undimotriz. Para la primera, se ha identificado el Canal de Chacao como una zona en donde se podría aprovechar la energía de corrientes mareales. La información disponible en la actualidad es escasa, y comprende, hasta donde sabemos, solo dos estudios: “Evaluación del potencial de la energía del oleaje en Chile”. 2008. Memoria de título de ingeniero civil de la Universidad Técnica Federico Santa María, y “Preliminary Site Selection – Chilean Marine Energy Resources”. 2008. Garrard Hassan and Partners Limited, Estudio realizado para CNE.

Urge levantar información acerca de la disponibilidad del recurso mareomotriz y undimotriz, similar al mapa de viento disponible actualmente.

#### c. Estudios prospectivos de energía nuclear

La energía nuclear es una tecnología madura a nivel mundial, que al año 2005 representaba el 16% del suministro de electricidad (IPCC, 2007). Sin embargo, las principales barreras que presenta la tecnología nuclear son la seguridad, los desechos radioactivos, y la oposición ciudadana. Sería irresponsable desechar la opción nuclear sin haberla estudiado seriamente. Se debe seguir avanzando en los estudios base para el desarrollo de la energía nuclear, tanto en estudios base técnicos como en estudios de percepción de riesgo de la ciudadanía, que estudien la aceptación pública de la tecnología y los factores que la condicionan.

#### d. Estudio integrado de opciones de mitigación, considerando sus costos y beneficios asociados

Decidir cuales medidas de mitigación son las más convenientes en el corto plazo, y cuales se deben impulsar en el mediano o largo plazo no es una tarea simple. Aunque este

documento propone una serie de acciones, la decisión final debiera ser tomada con un respaldo analítico más profundo. Tanto el Ministerio de Hacienda, CNE y CONAMA han avanzado en realizar estudios para estimar las alternativas disponibles y los costos asociados a diferentes medidas de mitigación. Se debiera seguir avanzando en este ámbito, con un estudio que evalúe en profundidad los costos de mitigación, incluyendo los costos en el resto de la economía, y los cobeneficios de las medidas de mitigación, tanto ambientales, de seguridad energética, y otros.

## **Línea de Acción 2: Incentivos a Tecnologías Limpias**

El incentivo a tecnologías limpias es una de las principales acciones que puede ofrecer resultados concretos en el corto plazo y que además se extienden en algunos casos al mediano y largo plazo, dependiendo de la vida útil de las tecnologías. En el corto plazo se pueden introducir incentivos a las tecnologías limpias ya maduras, y se deben ir generando las condiciones para la introducción de tecnologías limpias no maduras en el mediano plazo. Las actividades propuestas en esta línea de acción son las siguientes:

### **a. Incentivos a las tecnologías limpias maduras**

Hoy en día existen tecnologías limpias disponibles en casi todos los sectores de aplicación: industrial, generación eléctrica, transporte, residencial, etc. Se discuten a continuación las alternativas para cada uno de estos sectores y las acciones que se proponen para incentivar su uso.

#### **i. Sector Eléctrico**

##### **Tecnologías limpias en el sector eléctrico.**

Las tecnologías de generación eólica y solar térmica son tecnologías maduras, que en una situación ideal, en que las tecnologías de generación eléctrica tuvieran que sufragar todos sus costos, podrían competir con las tecnologías tradicionales. Una situación en que cada tecnología de generación se hace cargo de sus externalidades contribuye a alinear los objetivos de rentabilidad privada (buscados por los generadores) y social (buscados por el estado), permitiendo a las tecnologías bajas en carbono y en otros contaminantes competir con las tecnologías tradicionales basadas en combustibles fósiles.

La internalización de los costos externos de las diferentes tecnologías se puede llevar a cabo de varias maneras:

- A través de tarifas (idealmente impuestos pigouvianos) a las emisiones de GEI y de contaminantes locales
- Considerando las externalidades en la toma de decisiones del Sector Eléctrico

Para decidir la mejor manera de lograr la internalización de los costos de emisiones de GEI se requiere de un estudio que evalúe la manera en que se puede modificar la planificación y operación del sistema eléctrico para que éste incorpore las externalidades (positivas o

negativas) en la toma de decisiones, tanto en la planificación como en el despacho de la energía.

### **Impulso Directo a tecnologías limpias o ERNC**

Existen una serie de instrumentos específicos que permiten lograr un mayor impulso de tecnologías limpias o Energías Renovables no Convencionales. A continuación se presentan algunos instrumentos posibles:

- *Feed-in Tariff*: Fijación de un precio mínimo para generadores de ERNC y obligación a las empresas distribuidoras a comprar la electricidad producida, de manera de reducir el riesgo al generador.
- Créditos Blandos: Créditos de largo plazo con bajas tasas de interés.

Se requiere de la elaboración de un estudio que contenga los siguientes puntos:

- Identificación de políticas efectivas para el impulso de tecnologías limpias o ERNC
- Efectividad de implementación de políticas identificadas.
- Costo público y privado de implementación de políticas identificadas.

#### ii. Sector Transporte

El sector transporte es uno de los principales emisores de GEI, y, como se presentó en capítulos anteriores, su importancia relativa va en aumento. Desde el punto de vista de emisiones, tiene dos características importantes: es uno de los sectores más dinámicos, debido a que la vida útil de los vehículos es más corta que la de inversiones en otros sectores; una vez incorporado un vehículo a la flota, es difícil mejorar significativamente su desempeño.

En el sector transporte existen tecnologías disponibles actualmente que son más limpias que la alternativa base, es decir, tienen menores emisiones unitarias que las alternativas comúnmente adoptadas. Debido a falta de incentivos, y a problemas de información, estas tecnologías no son adoptadas en la proporción que sería deseable socialmente, ya que ellas, además de menores emisiones de GEI, también tienen menores emisiones de contaminantes locales, que contribuyen al problema de contaminación atmosférica de nuestras ciudades.

Para derribar estas barreras se propone el incentivo a vehículos de menor emisión, a través de **un subsidio a vehículos de menor emisión**. Se debe establecer un subsidio a los vehículos de menor emisión según categoría (incluido pero no restringido solo a vehículos híbridos), que reduzca la diferencia de costos con respecto a vehículos menos eficientes. Este subsidio puede ser entregado en forma directa, o a través de un **permiso de circulación diferenciado** según niveles de emisión del vehículo. De esta manera se incentiva la compra de vehículos más eficientes y limpios, y transmite la información de emisiones de manera clara al consumidor.

Actualmente existe una reducción en el permiso de circulación por cuatro años para los vehículos híbridos adquiridos antes del 31 de Marzo de 2010. Aunque esta iniciativa va en la dirección correcta, es insuficiente. No se debiera discriminar por tecnología, sino que por

niveles de emisión (hay algunos vehículos convencionales que tienen eficiencias similares a los híbridos, y consumos de combustible aún menor, debido a su peso y tamaño).

b. Preparación para tecnologías limpias no maduras

i. Sector eléctrico

En el sector eléctrico es preciso el **Impulso de Proyectos Piloto** para tecnologías no maduras comercialmente, en convenio con empresas que estén dispuestas a desarrollar parte de sus procesos con la nueva tecnología. Estos proyectos piloto permiten detectar las ventajas y desventajas de cada tecnología en una escala pequeña, y generar posibles soluciones a los problemas, con apoyo estatal. El desarrollo exitoso de estos proyectos genera la confianza necesaria para que otras empresas consideren la tecnología.

### **Línea de Acción 3: Aumento del Apoyo a Eficiencia Energética**

El aumento de la eficiencia energética (EE) es una de las mejores medidas posibles, al aplicarla se produce la misma cantidad de bienes o servicios, pero con un menor consumo de energía. Esto reduce las emisiones de GEI, y también las emisiones de contaminantes locales, y aumenta la seguridad del suministro de energía. El Programa País de Eficiencia Energética ha impulsado la EE en varios ámbitos, y debe ser continuado y fortalecido. Las medidas de eficiencia energética deben ser aplicadas en diferentes sectores tal como se explica a continuación.

a. Sector CPR

Para el sector CPR las acciones están enfocadas en la reducción del consumo de energía. Las políticas y programas que son posibles de aplicar para promover la mitigación de GEI, se subdividen en tres tipos.

#### **1. Políticas destinadas al incentivo a la construcción de edificaciones eficientes y a los sistemas y equipos instalados en ellos.**

Esta política se puede implementar a través de dos instrumentos: normas de eficiencia energética global y de componentes, y Programa de Certificación de Edificaciones.

- Las **normas de eficiencia energética global** corresponden a normas basadas en el rendimiento global del edificio, que requiere el cumplimiento de un nivel de consumo de energía estimado usando un método estándar (por ejemplo, la certificación LEED<sup>25</sup>). Las **normas de componentes** se enfocan en normar el desempeño térmico de componentes, como muros, pisos y techumbre. Este tipo de norma es el que actualmente se utiliza en Chile, y puede cumplir un papel importante, pero para edificaciones mayores se debe tender al uso de las normas de eficiencia globales, ya que consideran la edificación como un todo, y no como la

---

<sup>25</sup> <http://www.usgbc.org/Leed>

simple suma de sus componentes. Ambos tipos de normas se deben potenciar en el futuro cercano.

- **Programa de Certificación de Edificaciones.** El propósito de este programa es certificar el desempeño de las edificaciones, transmitiendo de una manera fácil esta información al consumidor, y de esta manera disminuir las barreras relacionadas a la falta de información y los costos de transacción que enfrentan los compradores de vivienda. Dada la larga vida útil de las edificaciones, y los problemas de incentivos contrapuestos entre el vendedor (o constructor) y el comprador, la disponibilidad de información precisa, veraz y fácilmente asequible es vital.

## 2. Políticas enfocadas en los aparatos eléctricos e iluminación.

En aparatos eléctricos y de iluminación el enfoque es similar.

- Por un lado, se deben promulgar **estándares mínimos de eficiencia** (por ejemplo la certificación MEPS<sup>26</sup>), que han demostrado mundialmente que son un camino efectivo para transformar los mercados y estimular la adopción de tecnologías y productos más eficientes. Estos programas se encuentran hoy entre los instrumentos más eficientes para reducir emisiones de GEI para mercados muy atomizados y masivos (IPCC, 2007).
- Por otro lado, el **etiquetado de aparatos eléctricos**, tal como se está haciendo actualmente en Chile con los refrigeradores, permite traspasar la información de eficiencia energética al consumidor, que puede entonces tomar una decisión informada acerca de los electrodomésticos que adquiere. Este programa se debiera expandir a todos los demás electrodomésticos.

## 3. Reducción del consumo de electricidad a través de tarificación flexible.

Finalmente, aunque en rigor no es una medida de eficiencia energética pura, sino más bien una combinación de eficiencia y conservación, una tarificación flexible de electricidad puede ayudar a reducir el consumo de electricidad o modificar su patrón temporal hacia las horas de menor costo, que también resultan ser las de menor emisión unitaria.

Básicamente, un modelo de tarificación temporalmente diferenciado (también conocido en otros países como “Time-of-use tariff system”) consiste en un sistema de precios que considera tarifas distintas dependiendo del bloque horario del día y de la estación del año. En Chile, por ejemplo, podrían existir tres niveles de tarifas para los distintos bloques horarios del día: tarifa en período peak, tarifa en período “shoulder” (horas previas y posteriores al período peak) y tarifa en período off-peak. Todas estas tarifas (para los distintos tipos de consumidores) deberían variar dependiendo del área geográfica de

---

<sup>26</sup> <http://www.energyrating.gov.au/meps1.html>

localización del consumidor, así como también entre el período de primavera-verano y el período de otoño-invierno.

Una de las principales ventajas de este tipo de modelo de precios es que establece un incentivo no sólo a la reducción del consumo de electricidad en horario de punta, sino también al aumento del consumo eléctrico en ciertas horas no punta, “almacenando” energía para las horas punta. De esta forma, este esquema logra una mayor efectividad desde el punto de vista de incentivar un uso más eficiente de la energía por parte de los consumidores. Otra ventaja de la tarificación horaria flexible es la simplicidad de su diseño, que permite una implementación sencilla y una comprensión rápida y efectiva de parte de los usuarios finales.

Estudios previos (Raineri y Rudnick, 2000) han mostrado que, en Chile, los usuarios finales del sistema eléctrico están dispuestos a recibir distintos tipos de servicios de suministro cuando se ofrece la alternativa de un esquema tarifario flexible. De este modo, un esquema de tarifas horarias flexibles también resulta atractivo desde el punto de vista de las políticas públicas, ya que potencialmente permitiría aumentar el bienestar social.

Esquemas de tarifas horarias flexibles como el propuesto ya han sido implementados en diversos países. El nivel de éxito de estos esquemas en incentivar un cambio de comportamiento en los usuarios finales es diverso y depende bastante de los niveles de precios asociados a cada bloque horario. En ese sentido, cabe destacar que la implementación de un esquema de tarifas horarias flexibles requiere de estudios de costos y estimaciones de demanda precisos para determinar las tarifas de cada bloque horario de manera eficiente, de modo de lograr los cambios deseados en el patrón de consumo de los usuarios finales (es decir, de manera que estimulen el ahorro de energía, pero sin coartar el desarrollo económico del país). Para lograr aplanar la curva de demanda por electricidad (objetivo principal de este tipo de esquema) debe existir una diferencia suficientemente significativa entre las tarifas de cada bloque.

#### b. Sector industrial

El sector industrial tiene un incentivo claro a la eficiencia energética. En algunos sectores, la energía es uno de los principales costos que debe afrontar, pero en otros los costos de energía no son tan relevantes. En este segundo caso es cuando la intervención del estado puede ser más efectiva, ya que por diversos problemas, puede que el sector no realice las intervenciones necesarias para obtener todos los beneficios que la eficiencia energética ofrece.

A continuación se describen los instrumentos y programas para incentivar la reducción de emisiones de GEI aplicables al sector industrial.

- **Difusión de información de tecnologías y buenas prácticas que aumentan la eficiencia energética:** la falta de información confiable y precisa es una de las barreras que impiden la plena adopción de algunas tecnologías. Se debe continuar

con los esfuerzos del PPEE de difundir las opciones más convenientes para aumentar la eficiencia energética.

- **Instrumentos financieros:** Dentro de los instrumentos financieros factibles de aplicar en el sector industrial se encuentran los impuestos, subvenciones y créditos blandos. Los subsidios han sido usados previamente en el país. El PPEE ha ofrecido subsidios directos para el recambio de motores eficientes en la industria. Para inversiones mayores, se pueden introducir incentivos a través de permitir la **depreciación acelerada** para inversiones que aumentan significativamente la eficiencia energética.

#### c. Eficiencia energética en sector minería del cobre

Aunque el sector Minería del Cobre es un subsector del sector Industria, por lo que correspondería aplicarle los mismos programas e instrumentos, existe una diferencia que responde al hecho de que la minería del cobre posee una importancia particular en Chile, y en el mundo, lo que provoca que el mercado de eficiencia energética sea desarrollado dentro del país, con menores posibilidades de imitar conductas ya probadas a nivel internacional. Debido a esto, para incentivar una reducción de emisiones en este sector es relevante impulsar una política de I&D en busca de tecnologías y mejores prácticas para lograr una industria del cobre baja en consumo de energía. Sin embargo, dado el tamaño y los recursos con que cuentan las grandes compañías mineras, no es claro que los incentivos que pueda ofrecer el estado sean relevantes para cambiar la conducta de estas. Los recursos debieran enfocarse en la pequeña y mediana minería, que dispone de menores recursos.

#### d. Sector Transporte

Aunque como se dijo anteriormente, una vez que un vehículo se incorpora a la flota, es difícil mejorar su desempeño individual, si es posible mejorar el desempeño energético del sistema de transporte, por medio de dos acciones:

1. Mejorar la eficiencia de la flota de vehículos
2. Mejorar la eficiencia del sistema de transporte, produciendo cambios modales hacia modos de transporte más eficientes.

**Mejoras en la eficiencia energética del parque de vehículos.** El desempeño de la flota de vehículos se puede mejorar por medio de la renovación acelerada de vehículos. Los **programas de chatarrización**, emprendidos por la CNE y por CONAMA, el primero con objetivos de eficiencia energética, y el segundo con objetivos de reducción de contaminantes locales, han probado que es posible acelerar el retiro de vehículos antiguos, mejorando la eficiencia energética y las emisiones de contaminantes locales de la flota completa. Se propone continuar con estos programas, que aceleran el retiro de los vehículos menos eficientes y más contaminantes. Como los estándares y las tecnologías varían en forma discreta en el tiempo, se debe estudiar detalladamente qué tipo de vehículos y de que antigüedad es más eficiente retirar.

**Incentivos al cambio modal hacia modos de transporte más eficientes energéticamente.** Aun cuando la eficiencia de las flotas de cada modo de transporte (vehículo particular, transporte público, etc) se mantenga constante, es posible mejorar la eficiencia del sistema de transporte como un todo, incentivando cambios modales hacia los modos más eficientes. Esto requiere incentivar el uso de transporte público y de modos de transporte no motorizados, frente al uso del automóvil particular, que es el menos eficiente de los modos de transporte. Esto se puede lograr de las siguientes maneras.

- **Inversión en transporte público atractivo.** Aunque esto ha sido propuesto en diversas ocasiones, es importante volver a mencionarlo en el contexto de este documento.
- **Inversión en formas no motorizadas de transporte:** Principalmente ciclovías, que permiten la circulación de bicicletas en forma separada de los vehículos motorizados, mejorando sustantivamente las condiciones de circulación y seguridad para ellas.
- **Alineación del impuesto específico al combustible.** Esta es una buena manera de hacer que los usuarios de vehículos motorizados internalicen las externalidades producidas tanto a nivel local como global. El reciente estudio del Banco Interamericano de Desarrollo (Parry y Strand, 2009) muestra que los niveles de impuesto al combustible en Chile son aun menores que los daños monetizados de las emisiones y otros aspectos, como la circulación de los vehículos.
- **Tarificación vial.** Aunque apunta principalmente a resolver otro problema (el de la congestión) la tarificación vial disminuye el atractivo del automóvil como medio de transporte urbano, aumentando su costo relativo frente a otros modos. Además, al mejorar las condiciones de circulación disminuye el consumo de combustible y las emisiones de GEI.

e. Liderazgo del sector público en materias de eficiencia energética

El estado tiene la responsabilidad y la oportunidad de liderar en materias de eficiencia energética a través de sus propias reparticiones. Las acciones de fomento a la eficiencia energética que pueda realizar el estado en sus propias instalaciones (hospitales, colegios, edificios públicos, flotas de vehículos, etc.) contribuirán directa e indirectamente al ahorro de energía. Los beneficios indirectos ocurren cuando el gobierno actúa efectivamente como un líder del mercado, creando y expandiendo la demanda por productos eficientes, además de ser un buen ejemplo de conducta para el resto de la sociedad.

En este sentido, se propone la incorporación de criterios de eficiencia energética en las decisiones del estado en los siguientes ámbitos:

- **Certificación de edificaciones del Estado:** Todas las nuevas edificaciones del estado debieran contar con certificación de eficiencia energética (por ejemplo, nivel Plata u Oro de la certificación LEED, como mínimo) Esto es especialmente relevante en la situación actual, después del terremoto de Febrero de 2010, que

requiere la reconstrucción de un número significativo de viviendas, escuelas, hospitales, y edificios públicos. Esta es la **oportunidad de reconstruir esta infraestructura con un nivel adecuado de eficiencia energética**. Aun cuando en medio de la urgencia puede ser difícil introducir estas consideraciones en el diseño de las obras de reposición de infraestructura, es vital que se haga. De otro modo se perderá una oportunidad única de reponer una parte importante de la infraestructura con niveles óptimos de eficiencia energética.

- **Estándares mínimos para aparatos y sistemas adquiridos por el estado.** Dentro de las políticas de compra del estado, debieran incorporarse estándares mínimos para todos los aparatos y sistemas que este requiera. La sola incorporación de un ítem que diga relación con la eficiencia energética de los productos requeridos en el sistema Chilecompra puede lograr una mejora en el nivel de EE.
- **Estándares mínimos para vehículos del Estado:** El estado posee y opera una gran cantidad de vehículos, en todo tipo de reparticiones y dependencias. El Ministerio de Hacienda ha impulsado recientemente un programa de compras racionales, que consideran más aspectos que los costos directos y la performance de los vehículos. Se debiera profundizar en el desarrollo de un sistema que pondere adecuadamente los aspectos de eficiencia energética y emisiones de contaminantes dentro de los criterios de selección de los vehículos, y en la adopción de este sistema para todas las reparticiones del estado.

#### **Línea de Acción 4: Promoción de Agricultura Carbono Neutra**

Una de las claves del éxito económico y del desarrollo de Chile en los últimos veinte años ha sido el modelo exportador de productos agropecuarios aprovechando las ventajas comparativas de suelos, clima y las características de ser productor contra-estación. El transporte aéreo y marítimo junto al alto consumo de energía en el momento del embalaje de los productos genera altas emisiones que, si se pretende continuar y fortalecer el sector agro exportador, deben ser compensadas al punto de llegar a generar una agricultura carbono neutra (ver sección 2.3 con respecto al compromiso respecto a este tema de la Ministra Uriarte en la COP-15). Con respecto a las emisiones de GEI directas del sector silvoagropecuario (no considera las emisiones asociadas al sector energía) se proponen las siguientes acciones

- a. Mejorar los sistemas de gestión de huella de carbono.

Esto se puede lograr desarrollando investigación y protocolos específicos que permitan llegar a factores de emisión de carbono que den cuenta de la realidad nacional. Hay algunas iniciativas en camino, pero se debe ampliar el número de cultivos y, especialmente, desarrollar los factores de emisión del sector forestal de modo de reducir la incertidumbre en la capacidad de captura de bosques y plantaciones.

- b. Fortalecer los programas de desarrollo de biocombustibles en base a especies forestales de rápido crecimiento y alto rendimiento energético.

Los biocombustibles tienen la ventaja de sustituir emisiones de combustibles fósiles y permitir el reciclaje de carbono en períodos de tiempo relativamente cortos. Estos programas deben ser acompañados de análisis integrados de emisiones de carbono ya que, al emerger como alternativa económicamente atractiva, puede indirectamente fermentarse el cambio de uso de suelo y el consiguiente aumento de emisiones asociados a deforestación y degradación de suelos.

- c. Reducir emisiones desde fertilizantes por la vía de aumentos de eficiencia de uso y sustitución con fuentes naturales.

Muchos fertilizantes nitrogenados de síntesis industrial requieren un consumo de energía importante. Esto conlleva emisiones altas en su producción y, puesto que la demanda desde el sector agrícola es la más importante, contribuyen a incrementar la huella de carbono del sector. Análisis de suelos y de tejidos de cultivos para determinar el verdadero estado nutricional y estimar la demanda, rotaciones de cultivos y uso de leguminosas para enriquecer los suelos y la sustitución con otras fuentes son medidas de gestión para reducir su uso.

- d. Reducción de emisiones desde el sector ganadero.

Las emisiones de metano desde el sector ganadero deben ser consideradas como pérdidas productivas ya que contienen energía que, de otro modo, podría ser utilizada en el aumento de la producción de carne y/o leche. El manejo nutricional y el uso de aditivos ayudan a aumentar la eficiencia de la fermentación y reducir las emisiones desde los animales.

- e. Mejorar la captura de carbono desde el sector forestal.

Fortalecer los programas de prevención y control de incendios permite reducir emisiones desde el sector forestal y aumentar la vida útil de carbono capturado en bosques y plantaciones. Además se puede incrementar el programa de recuperación de suelos degradados para incorporar al potencial de captura a suelos de baja fertilidad y erosionados. Además hay que analizar el rol que cumplirá la ley de bosque nativo, ya que al fomentar el manejo del bosque para fines madereros, las prácticas silviculturales pueden tener un efecto contraindicado si es que la remoción de especies y la apertura de suelos, que reducen el potencial de captura, no son debidamente contrapesados por la ganancia en productividad de biomasa de las especies privilegiadas en la explotación.

## **Línea de Acción 5: Actividades de Educación**

El éxito de muchas de las medidas de mitigación referidas anteriormente depende, en gran medida, de la capacidad de la sociedad civil de comprenderlas para hacerlas suyas, y de la capacidad profesional para implementarlas. El desarrollo de actividades y programas de

educación apunta a proveer el sustento en que se puedan desarrollar muchas de las actividades y programas de mitigación.

Las actividades que podría comprender esta línea de acción son las siguientes:

- a. Campañas de educación y conciencia de responsabilidad individual en las emisiones y mitigación de GEI – público en general

El problema de las emisiones de GEI se ve, muchas veces, como un problema de las grandes empresas o grandes países, sin reconocer la responsabilidad individual que le cabe a cada uno de nosotros, en mayor o menor grado. Esta campaña debería apuntar a hacer clara las relaciones directas que existen entre las decisiones individuales cotidianas (como que tipo de ampolleta comprar, o con qué frecuencia revisar la presión de los neumáticos del automóvil) y las emisiones personales de GEI. Solo con individuos educados, que reconocen su responsabilidad en el problema y que conocen la implicancia de sus propias decisiones, será posible obtener resultados en medidas de mitigación que requieren de la participación de la ciudadanía.

- b. Campañas de educación en eficiencia energética todos los sectores

Son campañas que orientan a todos los sectores acerca de la importancia de usar los principios de eficiencia energética y de la importancia que tiene este concepto, no solo para el individuo, que percibe el ahorro directo, sino también para toda la sociedad. Aunque podría ser parte de la campaña anterior, esta campaña se enfoca en acciones específicas de eficiencia energética.

- c. Campañas de educación en eficiencia energética

Son campañas que orientan a todos los sectores acerca de la importancia de usar los principios de eficiencia energética y de la importancia de desarrollar las energías renovables. Están relacionadas con las campañas de información, siendo un complemento que favorece una decisión de la gente con mayor conciencia en el medioambiente y las oportunidades existentes para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

- d. Programa de Capacitación Profesional (capacity building) en eficiencia energética en diferentes sectores

Muchas veces los aspectos de consumo de energía son secundarios en el diseño u operación de obras o sistemas. Los encargados de estas obras o sistemas tienen su atención puesta en otros aspectos, y desperdician oportunidades de realizar mejoras en eficiencia energética. Esto puede ser una conducta racional, ya que las mejoras pueden ser marginales, pero también pueden deberse a desconocimiento tanto de las acciones como de los potenciales beneficios.

Este programa de educación, formación y auditoría energética debe estar enfocado a diferentes áreas profesionales, que puedan beneficiarse de él. Por ejemplo, uno de los

mayores impedimentos en la construcción de edificaciones con bajo consumo de energía corresponde a la falta de conocimiento de las oportunidades de ahorro energético entre arquitectos, ingenieros, diseñadores de interior y en general de profesionales de la industria de la construcción. Profesionales con mayor conocimiento podrían implementar un mayor número y mejores medidas de eficiencia energética.

Este programa de capacitación se debiera extender a funcionarios públicos, que continuamente deben tomar decisiones y diseñar, evaluar e implementar proyectos y programas, que tienen impacto en las emisiones de GEI. Estos funcionarios debieran tener el conocimiento necesario, si no para evaluar el impacto en las emisiones, por lo menos para reconocer que puede existir un impacto y que se debiera estudiar con mayor profundidad.

e. Programas de educación ambiental a nivel escolar

La educación desde la edad escolar es una variable clave para lograr una sociedad educada y consciente de sus responsabilidades en materia ambiental, especialmente relativo a emisiones de GEI, donde la conexión con las decisiones individuales no es directa. Aunque los resultados de estos programas son a muy largo plazo, y son difíciles de evaluar, se debiera estudiar seriamente su implementación.

## **5.3 Propuesta institucional**

### **5.3.1 Aspectos importantes a considerar al diagnosticar la institucionalidad**

En secciones anteriores (Capítulo 2 de este documento), se identificaron las brechas que debiesen abordarse al querer diseñar una estructura que se haga cargo del tema cambio climático en Chile. Sin embargo, junto con estas brechas, también es necesario identificar cuál es el contexto actual en el que se insertaría esta institucionalidad y cuáles son los aspectos importantes que ésta debiese considerar.

A partir de la radiografía realizada a la institucionalidad actual, se puede señalar, en primer lugar, que no parece aconsejable crear una nueva institucionalidad para hacerse cargo del cambio climático cuando se cuenta con dos ministerios recién creados y con facultades de coordinación del tema. En este sentido, la reciente modificación institucional puede verse como una oportunidad para introducir en ella las mejores prácticas.

Por otra parte, y entendiendo la lógica que ha imperado tradicionalmente en el funcionamiento del aparato estatal chileno, hay que asumir que es probable que los nuevos ministerios queden insertos en una estructura de trabajo muy vertical y con poca interacción intersectorial en donde no se cuenta con una entidad estratégica del Estado como era la

SEGPRES de los años 90 y se tiene un Ministerio de Hacienda y una Dirección de Presupuestos muy empoderados al asignar y administrar los recursos fiscales.

Por lo mismo, tener el tema de cambio climático arraigado en un ministerio con influencia sobre otros parece no ser el modelo más recomendable. Más aún cuando la experiencia no ha dado buenos resultados. Sin embargo y como ya se señaló, esto puede verse como una oportunidad de hacer las cosas bien desde un comienzo y empoderar al Ministerio de Medio Ambiente de tal manera de que pueda cumplir a cabalidad su rol de coordinador. Esta idea se refuerza al considerar que con la nueva institucionalidad creada se abordan varios de los temas identificados en las brechas. Al contar con una nueva Superintendencia, un Servicio de Evaluación Ambiental y una serie de atribuciones del Ministerio que se hacen cargo de varias de las brechas, podría darse un escenario para que el nuevo ministerio asuma un liderazgo eficiente.

Por otra parte, es importante tomar en cuenta las iniciativas tomadas en materia de cambio climático, como la creación de un Comité Asesor de Cambio Global, que en un principio fue de gran ayuda pero que con el tiempo fue perdiendo protagonismo al tomar un carácter más técnico y dejando de lado la coordinación y la política; o el Consejo de Ministros creado el 2009 como un ejemplo de una buena experiencia interministerial que dio frutos en un trabajo serio y coordinado. Este Consejo tuvo la misión de preparar a la misión chilena en la cumbre de Copenhague y fue integrado por asesores técnicos de los ministerios, lo cual permitió generar conocimiento de fondo en relación a la postura que Chile adoptaría en la cumbre. Por otra parte, dicho trabajo tuvo que llevarse a cabo en corto tiempo, por lo que se requirió de mucha coordinación interministerial para lograr finalmente obtener los resultados esperados. Estas características lo hacen un ejemplo interesante en relación a la instalación de instancias coordinadoras en temas de cambio climático.

Otro aspecto importante a considerar a la luz de la institucionalidad actual, es que se puede identificar una separación de responsabilidades en los temas de mitigación y adaptación. Por un lado se tiene un Ministerio de Energía (CNE) y su PPEE con un rol muy importante en temas de mitigación y por otro lado a los Ministerios de Medio Ambiente y Agricultura muy involucrados en temas de adaptación<sup>27</sup>. Esta separación hace pensar que una forma de coordinación posible, sería empoderar al Ministerio de Energía en temas de mitigación y a Medio Ambiente en adaptación.

### **5.3.2 Propuesta**

Tomando con consideración las brechas identificadas y los aspectos importantes que plantea el contexto actual de la institucionalidad del cambio climático, se ve necesario priorizar las acciones y definir una hoja de ruta de los desafíos a abordar en el corto y mediano plazo.

---

<sup>27</sup> El Ministerio de Obras Públicas también juega un rol importante en temas de adaptación.

Así, se consideran como desafíos de mayor relevancia los temas de:

- Coordinación intersectorial
- Geografía y territorio
- Complementariedad de acciones de mitigación y adaptación

Estos desafíos se consideran de mayor urgencia por la necesidad de coordinar la transversalidad del tema, en especial cuando existe una nueva institucionalidad creada. En este sentido, la solución de muchas de las otras brechas detectadas no podrá generarse en forma armónica y eficiente sin que antes haya una institucionalidad coordinadora efectiva.

Posterior a estas acciones se considera necesario abordar el resto de los desafíos como, por ejemplo, aumentar el rol de la ciencia y la tecnología, facilitar el acceso y el manejo de información, evaluar cómo funcionan el sistema que separó las funciones de diseño, ejecución y fiscalización, la educación ambiental, la participación ciudadana y la participación del sector privado.

Tomando en cuenta lo planteado, se presentan a continuación una serie de propuestas que buscan dar respuesta a los desafíos señalados anteriormente.

#### 1. Coordinación Intersectorial - Consejo de Ministros

En vista de la buena experiencia que representa el trabajo del último Consejo de Ministros creado, y de la necesidad de tratar el tema transversalmente se propone la creación (o la institucionalización formal del Consejo ya existente) de un Consejo de Ministros que se responsabilice del diseño y monitoreo de las iniciativas ligadas a cambio climático.

Con respecto a este Consejo, es fundamental que sea creado bajo Decreto Supremo y que se establezcan en forma efectiva sus funciones y atribuciones. Es importante además definir quién debiese presidir dicho consejo. Un Ministro de Medio Ambiente o un Ministro Secretario general de la Presidencia bien empoderado parecen buenas opciones. Además deben definirse qué otros ministros debiesen conformarlo.<sup>28</sup>

Junto con la institucionalidad formal, el Consejo también debiera contar con un presupuesto propio para poder asignar proyectos o tareas a servicios o ministerios sectoriales y ejercer la coordinación a través del financiamiento<sup>29</sup>. Esto permitiría también licitar estudios o proyectos a instituciones internacionales o privadas que complementen el trabajo del consejo.

Además, se propone distribuir en forma eficiente las responsabilidades y el liderazgo en temas de adaptación y mitigación. Si bien el Ministerio del Medio Ambiente tiene la función de coordinar acciones relativas a cambio climático, esto no implica que por

---

<sup>28</sup> Ministerios como el de Agricultura, Relaciones Exteriores, Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo y Transporte debiesen estar involucrados.

<sup>29</sup> Con respecto a este tema, vale la pena revisar la descripción del Sistema Chile Solidario que se hace en el Apéndice II.4 de este trabajo.

estrategia de un eventual Consejo de Ministros como el propuesto, no se puedan asignar mayores responsabilidades en mitigación al Ministerio de Energía, y en adaptación al de Medio Ambiente. Se facilitaría esta separación de funciones si quien presidiese el consejo fuese SEGPRES o una eventual “Oficina del Presidente”<sup>30</sup>.

## 2. Trabajo Técnico en Unidades Ministeriales

Se rescata la componente técnica que tiene el actual Consejo de Ministros, la cual permite llevar la discusión estratégica del tema a un trabajo concreto, interministerial y orientado a generar políticas públicas. Es por esto que el organismo coordinados propuesto debiese tener un carácter político/técnico, considerando que los ministros sean asesorados por sus respectivas unidades ministeriales de cambio climático.

Es por esto que se propone la estructuración de unidades ministeriales de cambio climático para que sean el sustento técnico y ejecutor de las políticas de cambio climático en los ministerios sectoriales. Estas unidades que existen en algunos ministerios (Agricultura, y Energía) debiesen ser potenciadas o creadas (en aquellos ministerios carentes de ellas) para fomentar el trabajo técnico interministerial para todo proyecto que requiera abordarse transversalmente.

## 3. Consolidación y monitoreo del trabajo de las nuevas instituciones creadas.

Se debe considerar el monitoreo de la Superintendencia creada con el fin de poder evaluar su funcionamiento en temas de cambio climático en que su rol pudiera generar conflictos de competencia con otras unidades de fiscalización. Antes de proponer cual debiese ser el rol de esta superintendencia en el tema, es necesario observar e identificar donde pueden generarse puntos conflictivos en que se replican competencias entre dos instituciones o donde existe un vacío que ninguna está cubriendo.

Lo mismo debe ocurrir con el trabajo del Servicio de Evaluación Ambiental y de las SEREMIS, para poder adecuar el funcionamiento de estos organismos al tema de cambio climático en un futuro cercano.

Cabe destacar, que es necesario dejar bajo observación la división territorial sobre cambio climático. Como se señaló anteriormente, Barton et al. proponen la incorporación de unidades de gestión de cuencas que pudiesen adecuarse localmente a las necesidades territoriales incorporando el manejo de los recursos hídricos, los temas ambientales, silvoagropecuarios, urbanos, ecosistémicos y de cambio climático en cada cuenca.

---

<sup>30</sup> Con respecto a este punto, que trasciende el tema del cambio climático, es interesante revisar el artículo “Coordinación Estratégica en el Estado de Chile”, de Cristóbal Aninat y Eugenio Rivera, y realizada en el marco del trabajo del Consorcio para la Reforma del Estado. Puede encontrarse en: <http://www.reformadelestado.cl/biblioteca/>

#### 4. Consorcio o Comisión para el Cambio Climático

Como una forma de incentivar la participación de distintos organismos, públicos y privados en el tema de cambio climático, se propone la creación de un “Consortio para el Cambio Climático”, basado en experiencias exitosas como el Consejo Asesor Presidencial para la Reforma Previsional o el Consorcio para la Reforma del Estado<sup>31</sup>.

El objetivo de esto, sería tener un cuerpo que reuniera a distintos organismos para la discutir, consensuar y definir las principales políticas públicas a poner en marcha en temas de cambio climático. Además, puede servir como impulso para acercar a la ciencia y tecnología a la política pública relacionada con el tema, y una buena oportunidad para incluir al sector privado.

#### 5. Gestión de la Información, Educación Ambiental y Participación Ciudadana

Se reconoce que las prioridades en materia de institucionalidad de cambio climático son aquellas mencionadas anteriormente y especialmente aquellas relativas a la correcta coordinación del tema. Sin embargo, en una etapa posterior, se hace necesario avanzar en tener un sistema de información sobre cambio climático claro y accesible, gestionado por el organismo coordinador del tema.

Este sistema de información debiese venir de la mano con un programa de educación ambiental (el cual, como se señaló, podría ser trabajado en conjunto con el Ministerio de Educación) para incorporar a la ciudadanía a la responsabilidad ambiental y del cambio climático. Por ejemplo este programa podría incorporar planes educativos a nivel escolar, además de programas específicos de capacitación ciudadana en diversos rubros (minería, pesca, agricultura, etc.).

La educación ambiental es también fundamental para que en el largo plazo se pueda incorporar la participación ciudadana no sólo en aspectos de fiscalización si no también en las etapas de propuestas y diseño de proyectos y políticas públicas en el tema.

#### 6. Participación del Sector Privado

Entendiendo que el tema afecta directamente la competitividad del sector privado y la industria, hay que hacer lo necesario para incorporar a éste sector a la estrategia país sobre el tema.

Así como se destacó la propuesta del “Consortio para el Cambio Climático” como instancia para incorporar al sector privado, también se propone diseñar mecanismos e instancias para involucrar al sector privado en aspectos del Cambio Climático, aprovechando además las buenas prácticas detectadas en este sector.

---

<sup>31</sup> Pueden encontrarse detalles de estas iniciativas en el Apéndice II.4 de este trabajo.

Las herramientas para lograr este objetivo pueden ser variadas e incluyen opciones como beneficios tributarios, subsidios u otras, las que se deben analizar para ver cuál es la mejor forma de incorporar a este sector. En dicha discusión se debe considerar además la importancia que jugará el organismo coordinador del tema y ministerios como el de Economía, Hacienda, Minería, Energía y Agricultura.

## 7. Rol de las ciudades y gobiernos locales

Aunque ha habido un claro enfoque en debates internacionales y nacionales sobre los impactos en, y aportes de diversos sectores, el rol de las instituciones territoriales ha sido menos enfatizado. En muchos sentidos, los impactos rurales han sido asumidos por instituciones sectoriales de agricultura. Sin embargo, para el territorio del borde costero y para los asentamientos humanos todavía hay poco desarrollo de conciencia y de acciones concretas.

La explicación para esta situación se debe a la organización contemporánea de la institucionalidad pública con su fuerte énfasis en los sectores productivos, también en defensa, transporte, vivienda, obras públicas y educación. Para las instituciones públicas con una carpeta más transversal – menos sectorial - de responsabilidades y competencias, ej. Bienes Nacionales, MIDEPLAN, CONAMA, su rol ha sido secundario a los Ministerios de primera línea, de los sectores. Esta organización ha complicado las respuestas a desafíos más integrales de naturaleza. El tema ambiental fue organizado en forma transversal en el marco de la ley 19.300 de 1994. Sin embargo, las deficiencias de esta estructura ha generado la demanda para, y la realización de un Ministerio de Medio Ambiente (a pesar de los riesgos que ese se convierte en un sector también).

La creación del Comité Interministerial de Ciudad y Territorio para asegurar las sinergias entre MOPTT y MINVU nos da un ejemplo importante del tipo de iniciativa que es necesario para los temas como cambio climático. De hecho, se puede imaginar que este mismo Comité asume la responsabilidad para mitigación y adaptación relacionada con los centros urbanos en el país, con una estrategia que estimula respuestas locales en torno de Planes y financiamiento asociado. Para cumplir con este objetivo, este Comité se debe abrir a representantes de otros Ministerios, tales como el Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Interior (SUBDERE) y MIDEPLAN (para el tema de riesgo social y un aumento en la capacidad de adaptación). Debido al hecho que este Comité ha sido importante en la promoción de la Agenda de Ciudades 2006-10 y el desarrollo de la Política Nacional de Desarrollo Urbano: Ciudades Sustentables (actualmente en proceso de consulta), puede ser la entidad más apropiada para definir lineamientos más estratégicos a nivel nacional.

Este marco institucional a nivel nacional debe promover y apoyar iniciativas locales. Es imperativo que las mismas entidades territoriales asuman las responsabilidades para integrar las consideraciones de la mitigación y adaptación en sus estrategias locales. Debido a su capacidad de gestión más integral y sus herramientas de planificación estratégica, los gobiernos regionales tienen un rol central, para asegurar una colaboración eficaz con los municipios y la integración de los temas relevantes en planes y programas de inversión. Instrumentos con los Estrategias de Desarrollo Regional, Planes Inter-

Comunales y los nuevos Planes de Ordenamiento Territorial son esenciales para este propósito, mientras a nivel comunal, los planes reguladores y planes de desarrollo comunal también deben hacer referencia a estas consideraciones.

## 6. Conclusión

El cambio climático es un problema que presenta múltiples dimensiones y que tiene un nivel de complejidad alto. La incertidumbre, multifactorialidad, dinámica y estrecho vínculo con los caminos de desarrollo desafían nuestra habilidad para enfrentarlo.

La combinación de factores biofísicos y socioeconómicos sitúa a Chile como un país particularmente vulnerable a los efectos del Cambio Climático. Estudios recientes muestran que muchos de estos impactos afectarían a sectores productivos o bien a recursos que son fundamentales para el desarrollo sustentable del país (biodiversidad, recursos hídricos, etc.), aunque los horizontes de tiempo para comenzar a evidenciarlos dependen directamente del tipo de escenario de cambio climático considerado.

La adaptación, entendida como un ajuste en los sistemas ecológicos, sociales y/o económicos como respuesta a cambios en el clima con el objetivo de disminuir las consecuencias directas del cambio climático así como también aprovechar oportunidades emergentes, constituye una de las vías de respuesta que reduce los elementos de vulnerabilidad de los países y/o sectores económicos.

A pesar que es virtualmente imposible proponer medidas de adaptación sin que ellas se hallen fuertemente ligadas al sector, tipo de sistema, escenario climático, nivel de vulnerabilidad y capacidad adaptativa de los involucrados, en este documento se ha hecho un esfuerzo por proponer un contrapunto entre el diagnóstico y los desafíos de corto y largo plazo en esta materia.

Los siguientes elementos surgen como los más relevantes en este plano:

- La vulnerabilidad de los recursos hídricos es significativa y requiere de acciones de investigación (representación de incertidumbre) y monitoreo de condiciones hidroclimáticas. Esta información estratégica es fundamental para la gestión integrada de cuencas y para proponer inversiones en infraestructura que permitan dar respuesta efectiva a los escenarios de cambio climático. Se estima que la inversión en estas áreas genera beneficios directos en muchas regiones ya que se mejora la gestión de recursos hídricos.
- Los sectores agrícola y forestal requieren de planes de adaptación y programas que fortalezcan la capacidad adaptativa. Entre las vías de fortalecimiento se encuentran a) el establecimiento de centros y/o programas demostrativos para el desarrollo de investigación en manejo agronómico y forestal bajo un concepto de gestión de riesgo climático; b) ampliar las opciones de cultivo, desarrollando variedades tolerantes a las nuevas condiciones climáticas; c) invertir en obras y en tecnología de riego que permita un uso más eficiente del recurso hídrico.

- El fortalecimiento de los sistemas de áreas silvestres protegidas junto con el monitoreo de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad, las acciones de preservación y educación ambiental son decisivas para preservar el estado del ambiente y mantener los servicios ecosistémicos que provee.
- Debido a su complejidad y al estado actual de conocimiento que se tiene, las zonas costeras requieren de un levantamiento de información muy importante y de trabajos científicos que ayuden a comprender de mejor forma los impactos y mecanismos e adaptación posibles.
- Finalmente surge la necesidad de entender y realizar análisis más exhaustivos que permitan una mejor identificación de los agentes sensibles, las causas de su susceptibilidad (exposición, falta de capacidad adaptativa, naturaleza de los efectos adversos) y de distinguir en tiempos y espacio su vulnerabilidad.

Con respecto a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, está claro que el país debe comenzar a planificar y poner en práctica medidas tendientes al control de sus emisiones. La proyección de la línea base de emisiones muestra que la situación de Chile se comparará, en el corto plazo, desfavorablemente incluso frente a países desarrollados. El reciente compromiso anunciando por la Ministra del Medioambiente fija una posición de Chile, y da una clara señal de que el crecimiento descontrolado de las emisiones ya no es aceptable.

Las acciones tempranas que ha desarrollado el estado, han contribuido ya a reducir la proyección de las emisiones futuras, y sin duda deben mantenerse. Sin embargo, para cumplir el compromiso anunciado en la COP15, es necesario comenzar a aplicar medidas adicionales. Sin entrar en el detalle con que se han descrito las líneas de acción y medidas propuestas, podemos mencionar algunos conceptos como los más relevantes en el sector mitigación.

- El sector eléctrico es un actor muy importante, por lo que se deben intensificar los programas y medidas tendientes a reducir su intensidad de emisiones, como el consumo final de energía. Esto requiere la consideración explícita de las emisiones de GEI en todas las decisiones de inversión y operación en el sector generador, además de políticas activas para reducir las barreras de implementación de tecnologías menos contaminantes. Para las tecnologías aun no maduras, pero en las cuales Chile tiene un gran potencial, como mareomotriz o geotérmica, es importante desarrollar estudios de base que sean accesibles a todos los potenciales desarrolladores.
- El sector transporte es el segundo gran emisor de GEI, y uno de los principales candidatos para reducir el crecimiento de las emisiones. Nuevamente, la internalización de las emisiones de GEI en todas las instancias de decisión es fundamental. Debido a su naturaleza no concentrada, la transmisión de información acerca de las emisiones (ya sea puramente información o pagos o subsidios asociados al nivel de emisiones) es una de las medidas de mayor eficiencia, aunque

su eficacia debe asegurarse. Además, las medidas que reducen GEI también reducen generalmente otros contaminantes locales, por lo que las estrategias de mitigación de emisiones de GEI pueden tener otros importantes beneficios.

- Aunque el sector CPR tiene emisiones menores que los anteriores, no deja de ser importante, y dado que las inversiones en bienes inmuebles tienen una larga vida, las consideraciones de eficiencia energética tienen un impacto duradero. Además, al igual que para el transporte, las decisiones se encuentran muchas veces atomizadas, por lo que es establecimiento de normas y la difusión de información son instrumentos efectivos.

En cuanto a la institucionalidad ambiental chilena y a aquella encargada de abordar los temas específicos relacionados con el cambio climático, esta es fundamental para enfrentar los desafíos que impone el fenómeno climático. Entre otros factores relevantes, una institucionalidad eficiente debe considerar la transversalidad de actores involucrados en este tema y muy importante, generar mecanismos de coordinación efectivos. Por otra parte, debe considerar los desafíos que impone trabajar en un territorio tan extenso y diverso como el chileno, y diseñar y poner en marcha estrategias de generación y transmisión de información, educación ambiental, participación ciudadana, además de incentivar el involucramiento del sector privado y de la ciencia y tecnología.

La radiografía realizada a la institucionalidad ambiental chilena y en específico, a las instituciones ligadas a temas relacionados con el cambio climático, permite notar la diversidad de organismos participantes y la variedad de ministerios que trabajan en esta temática. El desarrollo histórico de la institucionalidad ambiental chilena ha permitido generar avances, pero se observa una dispersión enorme de actores que ciertamente ha influido en que los desafíos de coordinación hayan sido probablemente aquellos más importantes para entidades como CONAMA. También se observa la necesidad de generar una mayor complementariedad entre las acciones de mitigación y adaptación, considerando las distintas características de cada una. Por otra parte, parece necesario fortalecer la institucionalidad a nivel regional y local, además de insertar prácticas más efectivas y modernas que potencien la educación ambiental y participación ciudadana.

Los compromisos internacionales asumidos por Chile y la creciente relevancia económica de iniciativas que buscan mitigar el impacto en el cambio climático constituyen una oportunidad para instalar en la sociedad la necesidad de generar acciones en el corto plazo para enfrentar este fenómeno. Quizás incluso más importante, los recientes cambios institucionales, reflejados principalmente en las leyes que crean el Ministerio de Medio Ambiente (junto a la Superintendencia y al Servicio de Evaluación Ambiental) y el Ministerio de Energía constituyen una oportunidad para diseñar desde el primer día de su funcionamiento un sistema de trabajo que produzca los resultados esperables de una institucionalidad eficiente.

En este sentido, se pone especial énfasis en la necesidad de generar mecanismos que permitan coordinar en forma eficiente las acciones relacionadas con temas de cambio climático. Al respecto, se propone evaluar la posibilidad de generar algún comité o consejo que lidere el trabajo en este tema, y coordine el trabajo de las distintas entidades

involucradas. En este sentido, y de acuerdo a lo establecido por la ley que le da origen, el papel del Ministerio del Medio Ambiente será fundamental, aunque se aconseja revisar la opción de que algún ministerio que pueda adoptar el liderazgo estratégico del aparato gubernamental lidere esta instancia de trabajo, considerando, entre otras cosas, que es fundamental complementar el trabajo en iniciativas de mitigación y adaptación, y que hay ministerios específicos que claramente han liderado estos temas durante el último tiempo. Un punto fundamental a evaluar tiene que ver con la generación de mecanismos para empoderar a este comité político-técnico y entre otras propuestas, se sugiere estudiar la posibilidad de que tenga presupuesto propio y capacidad de evaluar a priori las iniciativas estatales en temas relacionados con el cambio climático.

Otro tema fundamental en la coordinación de acciones y más todavía, en la implementación de éstas tiene relación con la consolidación de equipos técnicos de probada calidad en las instituciones involucradas, que puedan encontrarse y coordinar su trabajo en el consejo o comité que se cree para dicho propósito. También se considera necesario monitorear y potenciar, si es necesario, la labor que cumplirán nuevas entidades creadas a partir de la última legislación, tal como la Superintendencia de Medio Ambiente y las SEREMI, que asumen roles que antes cumplían las COREMAS. Al respecto, es importante revisar, entre otras cosas, en qué medida tienen la capacidad técnica y política para cumplir su rol, y evitar la generación de conflictos de competencias con otras entidades estatales.

En otra línea de acción y como una forma de incentivar la participación de distintos organismos públicos y privados en el tema de cambio climático, se propone la creación de un “Consortio para el Cambio Climático”, basado en experiencias exitosas como el Consejo Asesor Presidencial para la Reforma Previsional o el Consortio para la Reforma del Estado. Este cuerpo formado por distintos organismos tendría como misión discutir, consensuar y definir las principales políticas públicas a poner en marcha en temas de cambio climático. Serviría además para acercar el mundo privado y de la ciencia y tecnología a los entes estatales que lideran el tema.

Como pasos siguientes y sólo tras la consolidación de un sistema de coordinación y de trabajo complementario eficiente, se postula la necesidad de avanzar en temas de gestión de la información, educación ambiental y participación ciudadana. Entre otras ideas, se incluye la promoción de mecanismos web para generar y poner la información a disposición, y la creación de planes específicos de educación ambiental para distintos sectores productivos. Por último, se propone diseñar mecanismos e instancias para involucrar al sector privado en aspectos del cambio climático, aprovechando además las buenas prácticas detectadas en ese sector. Entre otras herramientas, pueden considerarse el diseño de beneficios tributarios o subsidios.

En síntesis, en este informe se han identificado los desafíos que le corresponde resolver al país en los próximos 4 años. Queda por explorar cuáles son las maneras en que el BID, en conjunto con las autoridades vigentes, puedan hacerse cargo de estos desafíos y lograr disminuir el potencial impacto que tendrá el cambio climático en nuestro país.

## 7. Bibliografía (incluye citas a Apéndices)

- AIE (2009). How the energy sector can deliver on a climate agreement in Copenhagen. Special early excerpt of the World Energy Outlook 2009 for the Bangkok UNFCCC meeting.
- Armesto, J.J., Rozzi, R., Smith-Ramírez, C. & Arroyo, M.T.K. (1998) Conservation targets in South American temperate forests. *Science* 282: 1271–1272.
- Arroyo, M.T.K., J.J. Armesto, F. Squeo & J. Gutiérrez (1993) Global change: Flora and vegetation of Chile. Pp. 239-264 En: Mooney, H.A., E.R. Fuentes & B.I. Kronberg (eds) *Earth Systems Responses to Global Change*. Academic Press, San Diego.
- Arroyo, M.T.K. & Cavieres, L. (1997) The Mediterranean type-climate flora of central Chile- What do we know and how can we assure its protection? *Noticiero de Biología* 5: 48-56.
- Arroyo, M.T.K., Marquet, P.A., Marticorena, C., Simonetti, J.A., Cavieres, L., Squeo, F. & Rozzi, R. (2004) Chilean winter rainfall–Valdivian forest. *Hotspots revisited* (ed. by R. Mittermeier, P. Robles-Gil, M. Hoffmann, J. Pilgrim, T. Brooks, C. Goettsch-Mittermeier, J. Lamoreux and G.A.B. Da Fonseca), pp. 99–103. Cemex, Mexico.
- Arroyo, M.T.K., P. A. Marquet, C. Marticorena, J. Simonetti, L. Cavieres, F. Squeo, R. Rozzi & F. Massardo. (2006). El Hotspot chileno, prioridad mundial para la conservación. En (Saball, P., M.K. Arroyo, J.C. Castilla, C. Estades, J.M. Ladrón De Guevara, S. Larraín, C. Moreno, F. Rivas, J. Rovira, A. Sánchez & L. Sierralta, eds), "Biodiversidad de Chile. Patrimonio y desafíos" 94-99. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Asenjo, Rafael, "Institucionalidad pública y gestión ambiental en Chile", *Expansiva*, En Foco 91, 2006.
- Bakun, A (1990) Global climate change and intensification of coastal upwelling. *Science* 247: 198-201.
- Barbier, E. (1991) 'Economics and biological diversity: Developing and using economic incentives to conserve biological resources' *Ecological Economics*, 3:2, 175-177.
- Barton, J. R. (2006) 'Sustentabilidad Urbana como Planificación Estratégica' *EURE* 32:96, 27-45.
- Barton, J; Jordan, R; León, S & Solis, O (2007) ¿Cuán Sustentable es la Región Metropolitana de Santiago? *Metodologías de Evaluación de la Sustentabilidad*, CEPAL, Santiago. 198 pp. (LC/W 170)
- Barton, J; Reyes, F; Galilea, S; Prieto, M & Alamos, P. (2007) El nuevo diseño de la institucionalidad ambiental en Chile", "Camino al Bicentenario: Propuestas para Chile", Concurso de Políticas Públicas UC
- Barton, J. R. (2009) Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones' *Revista Norte Grande* 43, 5-30.

- Baxter, VD (2003). *Advances In Supermarket Refrigeration Systems*, Oak Ridge National Laboratory.
- Bird ECF (1985) *Coastline changes. A global review*. Wiley & Sons, New York. 219 pp.
- Botsford, LW; Castilla, JC & Peterson, CH (1997) *The Management of fisheries and ecosystems*. *Science* 277: 509- 515.
- Casa Keim (2009). "Iluminación con Led.", from [www.casakeim.cl](http://www.casakeim.cl).
- Castilla, JC & Camus PA (1992) *The Humboldt-El Niño scenario: coastal benthic resources and anthropogenic influences, with particular reference to the 1982/83 ENSO*. *S Afr J Marine Sci* 12: 111-119.
- Castilla, JC (en prensa) *Fisheries in Chile: small pelagics, management, rights and sea zoning*. *Bull. Mar. Sci*.
- Castilla, JC & Gelcich, S (en prensa) *Servicios ecosistémicos marinos en Chile: Pesca sostenible y derechos de acceso*. En "El papel de los ecosistemas marinos en la provisión de bienes y servicios" C. Duarte (ed). Fundación BBVA, Madrid, España.
- CCG-UC (2010) *Estimaciones de Costo y Potencial de Abatimiento de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Diferentes Escenarios Futuros*. Estudio Elaborado para el Ministerio de Hacienda.
- CEPAL (2009) *Estudio Regional de la Economía del Cambio Climático en Chile*. Colección Documentos de Proyectos. Publicación de las Naciones Unidas. Santiago.
- Chan, F; Barth, JA; Lubchenco, J; Kirincich, A; Weeks, H; Peterson, WT & Menge, BA (2008) *Emergence of Anoxia in the California Current Large Marine Ecosystem*. *Science* 319: 969.
- Chapin III. F.S., T. V. Callaghan, Y. Bergeron, M. Fukuda, J. F. Johnstone, G. Juday and S. A. Zimov (2004) *Global Change and the Boreal Forest: Thresholds, Shifting States or Gradual Change?* *Ambio* 33: 361-365.
- Chávez, FP; Ryan, J; Lluch-Cota, SE & Ñiquen, M (2003) *From anchovies to sardines and back: Multidecadal change in the Pacific Ocean*. *Science* 299: 217-221.
- Chuaqui, T. y Valdivieso, F. (2004) *Una ciudad en busca de un gobierno: una propuesta para Santiago*. *Revista de Ciencia Política* 24:1, 104-127.
- Cifuentes, L.A. (2000) *Estimación de los beneficios sociales de la reducción de emisiones y concentraciones de contaminantes atmosféricas en la Región Metropolitana*. Santiago: CONAMA.
- Cifuentes, LA & Meza, FJ (2008) *Cambio climático: consecuencias y desafíos para Chile*. *Temas de la Agenda Pública Año 3(19)* 1-18.
- CNE (2008a). *Capacidad Instalada por Sistema Eléctrico Nacional 2008*. Disponible en: [http://www.cne.cl/cnewww/export/sites/default/06\\_Estadisticas/Documentos/capacidad\\_instalada\\_de\\_generacion.xls](http://www.cne.cl/cnewww/export/sites/default/06_Estadisticas/Documentos/capacidad_instalada_de_generacion.xls).
- CNE (2008b). *Roles del Estado y del Sector Privado en la Generación Núcleo-Eléctrica: Experiencia Internacional Aplicable a Chile*. Estudio Elaborado por Universidad Adolfo Ibañez y SENES Consultants Limited para CNE.
- CNE (2008c) *Política Energética: nuevos lineamientos*. Santiago.

- CNE (2009). Buena Energía. Reporte 2008-2009. Disponible en: [http://www.ppee.cl/576/articles-58875\\_doc\\_pdf.pdf](http://www.ppee.cl/576/articles-58875_doc_pdf.pdf).
- CNE & Departamento de Economía Universidad de Chile (2005). Comportamiento del Consumidor Residencial y su Disposición a Incorporar Aspectos de Eficiencia Energética en sus Decisiones y Hábitos. Estudio realizado con la colaboración de SERNAC.
- COCHILCO (2009). Consumo De Energía Y Emisiones De Gases De Efecto Invernadero De La Minería Del Cobre De Chile.
- Comisión de las Comunidades Europeas (2009) Hacia la consecución de un acuerdo a gran escala sobre el cambio climático en Copenhague. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, y al Comité de las Regiones. En: <http://eur-lex.europa.eu/comonth.do?year=2009&month=01es>
- Comité Nacional Asesor sobre Cambio Global, “Estrategia Nacional de Cambio Climático”, Santiago, Enero 2006
- CONAMA- Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile (2006). Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI. Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias, Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile y Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, Chile. 62 pp.
- CONAMA- POCH – Centro de Cambio Global (2010). Análisis de opciones futuras de mitigación de Gases de Efecto Invernadero para Chile en el Sector Energía.
- CONAMA (2007) Plan de Acción Nacional sobre Cambio Climático, Santiago
- CONAMA (2007) Documento Estrategia Nacional de Gestión de Cuencas, Santiago
- Cordero, Luis; Valentina Durán, Pilar Moraga y Cecilia Urbina, “Análisis y evaluación de la institucionalidad ambiental en Chile: elementos para el desarrollo de sus capacidades”, Estrategias de Desarrollo y Protección Social, Volumen II, División de Estudios, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2009.
- Decreto Supremo 466 del Ministerio de Relaciones Exteriores que crea el Comité Nacional Asesor sobre Cambio Global, Santiago, Mayo 1996.
- Decreto 87 del Ministerio de Agricultura que crea el Consejo de Cambio Climático y Agricultura, Santiago, Octubre 2008.
- Dirección de Asuntos Públicos UC, “Observatorio de Iniciativas Legislativas: Proyecto de Ley que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente”, Documento de Trabajo, Noviembre de 2008.
- Dirección General de Aguas, DGA (1997) Análisis de Impactos Económicos originados por Sequías Ecológicas. Dirección General de Agua, Ministerio de Obras Públicas.
- DICTUC (2009). Evaluación ambiental del Transantiago. Santiago, Chile, PNUMA.
- Donoso, G; Meza, FJ; Montero, JP & Vicuña, S (2009) Adaptación a los impactos del cambio climático en la agricultura de riego en Chile central. En “Camino al Bicentenario: Propuestas para Chile”. Concurso Políticas Públicas 2009, Vicerrectoría de Comunicación y Asuntos Públicos, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago.

- Falvey, M & Garreaud, R (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:DO4102, doi: 10.1029/2008JDO10519.
- Ferber, D (2004) Dead zone fix not a dead issue. *Science* 305: 1557.
- Food and Agriculture Organization, FAO (2008) Climate change for fisheries and aquaculture. Technical background document from the expert consultation held on 7-9 April 2008, FAO, Rome.
- Francis, RC; Hare, SR; Hollowed, AB & Wooster, WS (1998). Effects of interdecadal climate variability on the oceanic ecosystems of the NE Pacific. *Fish. Oceanogr.* 7: 1-21.
- Fuentes, E.R. & M.R. Muñoz (1993). Global warming and human impacts on landscapes of Chile. Pp.329-346. En: Mooney, H.A., E.R. Fuentes & B.I. Kronberg (eds) *Earth Systems Responses to Global Change*. Academic Press, San Diego.
- Fuenzalida, R; Schneider, W; Garcés-Vargas, J; Bravo, L & Lange, C (2009) Vertical and horizontal extension of the oxygen minimum zone in the eastern South Pacific Ocean. *Deep Sea Research Part II: Tropical Studies in Oceanography.* 56(16), 992-1003..
- Galilea, S. et al. (2007) *Externalidades en proyectos urbanos : saneamiento de aguas servidas y del ferrocarril metropolitano en Santiago de Chile*, Santiago: Serie Medio Ambiente y Desarrollo 135.
- Gallopín, G. (2006) 'Linkages between vulnerability, resilience and adaptive capacity' *Global Environmental Change* 16, 293-303.
- Garreaud, R & Falvey, M (2009) The coastal winds off western subtropical South America in future climate scenarios. *Int. J. of Climatology* 29: 543-554.
- Grabherr G, Gottfried M, Pauli H. (1994). Climate effects on mountain plants. *Nature* 369:448.
- Gobierno Regional (GORE) Región Metropolitana (2000) *Estrategia de Desarrollo Regional 2000-2006*, Santiago.
- Gobierno Regional (GORE) Región Metropolitana (2005) *Bases para el ordenamiento territorial ambientalmente sustentable de la Región Metropolitana de Santiago*. Santiago: GORE-GTZ-Universidad de Chile.
- Gobierno Regional (GORE) Región Metropolitana (2006) *Actualización de la Estrategia de Desarrollo Regional, 2006-2010*. Santiago.
- Gobierno Regional (GORE) Región Metropolitana (2007) *Agenda 10 para el desarrollo de la Región Metropolitana, 2007-2010*, Santiago.
- Gobierno Regional de Aysén, GORE Aysén (2009) *Plan Regional de Ordenamiento Territorial*.
- Hannah, L., T.E. Lovejoy & S.H. Schneider (2005) Biodiversity and climate change in context. Pp. 3-15 en: T.E. Lovejoy & L. Hannah (eds) *Climate Change and Biodiversity*. Yale University Press, New Haven.
- Helly, JJ & Levin, LA (2004) Global distribution of naturally occurring marine hypoxia on continental margins. *Deep-Sea Res Pt I* 51: 1159-1168.

- Heinrichs, D. et al. (2009) '*Adaptation to climate change: opportunities and constraints (evidence from eight cities)*' Presentación, World Bank Urban Research Symposium, Marseilles, Junio
- Heinrichs, D. et al. (2009) 'Dispersión urbana y nuevos desafíos para la gobernanza (metropolitana) en América Latina: el caso de Santiago de Chile'. *EURE*, 35:104, 29-46.
- Helmuth ,B; Harley, CDG; Halpin, PM; O'Donnell, M; Hofmann, GE & Blanchette, CA (2002) Climate change and latitudinal patterns of intertidal thermal stress. *Science* 298:1015-1017.
- Hickling, R. D. B. Roy, J. K. Hill, R. Fox, C. D. Thomas (2006) The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards. *Global Change Biology* 12: 450- 455.
- Homecenter (2009). "Electrodomésticos." from [www.sodimac.cl](http://www.sodimac.cl).
- Hughes, TP; Baird, AH; Bellwood, DR; Card, M; Connolly, SR; Folke, C; Grosberg, R; Hoegh-Guldberg, O; Jackson, JBC; Kleypas, J; Lough, JM; Marshall, P; Nyström, M; Palumbi, SR; Pandolfi, JM; Rosen, B & Roughgarden, J (2003) Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs. *Science* 301: 929-933.
- IGBP (1990a) Coastal ocean fluxes and resources. Ed PM Holligan. IGBP Report N°14. Stockholm.
- IGBP (1990b) Report of the coastal zone management subgroup: Strategies for adaption to sea level rise. Intergovernmental panel on climate change, response strategies working group. Ministry of Transport and Public Works, The Hague, The Netherlands.
- INIA (2004). Actualización del inventario de gases efecto invernadero (GEI), para el caso de Chile, en los sectores agrícolas, uso y cambio de uso de la tierra, forestal y de residuos.
- IPCC. 2007. Climate Change. Third Assessment Report
- Ishimatsu, A; Hayashi, M & Kikkawa, T (2008). Fishes in high-CO<sub>2</sub>, acidified oceans. *Mar Ecol Prog Ser* 373: 295-302.
- Ishimatsu, A; Kikkawa, T; Hayashi, M; Lee, KS & Kita, J (2004). Effects of CO<sub>2</sub> on Marine Fish: Larvae and Adults. *Journal of Oceanography* 60: 731-741.
- Jansson, BO (1988) Coastal-offshore ecosystem interactions. *Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies* 22, Springer-verlag, 367 pp.
- Katz, R. (2006) 'Contaminación del aire en Santiago: estamos mejor que lo que creemos pero a medio camino' en A. Galetovich (ed.) *Santiago: dónde estamos y hacia dónde vamos*. Santiago: CEP.
- Kawasaki, T (2003). Why do some pelagic fishes have wide fluctuations in their numbers? - biological basis of fluctuation from the viewpoint of evolutionary ecology. En: G.D. Sharp y J. Csirke eds. Reports of the Expert Consultation to Examine Changes in Abundance and Species Composition of Neritic Fish Resources. *FAO Fish. Rep.* 291: 1065-1080
- Kleypas, JA; Feely, RA; Fabry, VJ; Langdon, C; Sabine, CL & Robbins, LL (2006)

Impacts of Ocean Acidification on Coral Reefs and Other Marine Calcifiers: A Guide for Further Research, report of a workshop held 18-20 April 2005, St. Petersburg, FL, sponsored by NSF, NOAA and the U.S. Geological Survey, 88 pp.

- Kousky, C. y Schneider, S., Global climate policy: will cities lead the way?, *Climate Policy* 3:4, 359-372, 2003
- Lane, N (2007) Climate Change: What's in the rising tide? *Nature* 449: 778-780
- Lara, A., R. Villalba, R. Urrutia (2008) A 400-year tree-ring record of the Puelo river summer-fall streamflow in the Valdivian rainforest eco-region, Chile. *Climatic Change* 86: 331-356.
- Lenoir, J., J.C. Gégout, P.A. Marquet, P de Ruffray & H. Brisse (2008). A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. *Science* 320: 1768-1771.
- Lenton, TM; Held, H; Kriegler, E; Hal, JW; Lucht, W; Rahmstorf, S & Schellnhuber HJ (2008). Tipping elements in the Earth's climate system. *PNAS* 105: 1786-1793.
- Ley de General de Pesca y Acuicultura. Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, Gobierno de Chile (1991) (Ley N°18.892).
- Ley 19.300 de Bases Generales de Medio Ambiente.
- Ley 20.417 que crea el Ministerio del Medio Ambiente.
- Ley 20.402 que crea el Ministerio de Energía
- Mantua, NJ; Hare, SR; Zhang, Y; Wallace, JM & Francis, RC (1997) A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bull. Amer. Meteorological Soc.:* 1069-1079.
- Marquet, P.A., M. Tognelli, I. Barria, M. Escobar, C. Garin & P. Soublette (2004) How well are Mediterranean ecosystems protected in Chile? Insights from gaps in the conservation of Chilean vertebrates. In Arianoutsou & Papanastasis (eds). *Proceedings of the 10th MEDECOS Conference, Rhodes, Greece.*Pp 1-4.
- Marshall, GJ (2003). Trends in the Southern Annular Mode from observations and reanalyses. *J. of Climate, A. Meteor. Society*, 16: 4134-4143.
- McClanahan, TR; Castilla, JC; White, AT & Defeo, O (2009) Healing small-scale fisheries by facilitating complex socio-ecological systems. *Rev Fish Biol. Fisheries* 19: 33-47.
- McPhaden MJ, Zebiak SE, Glantz MH. (2006) ENSO as an Integrating Concept in Earth Science 314: 1740-1745.
- Mensaje de S.E. el Presidente de la República con el que inicia un proyecto de Ley de Bases del Medio Ambiente, 14 de septiembre 1992.
- Ministerial Council on Energy of Australia (2006) *Intrusive Residential Standby Survey Report.*
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), con base en Censo 2002 - *Dato Ciudad* (2002)
- Ministro Marcelo Tokman, Seminario Chile Post Copenhagen: Esperanzas, Frustraciones y Desafíos. Organizado por el Centro de Estudios Internacionales el día 14 de Enero de

- 2010.
- Mukheibir, P. y Ziervogel, G. (2007) 'Developing a Municipal Adaptation Plan (MAP) for climate change: the city of Cape Town' *Environment and Urbanization* 19:1, 143-158.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B. & Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853–858.
- Naciones Unidas, (1992) Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático
- Naciones Unidas (1998) Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático.
- Núñez, D., L. Nahuelhual and C. Oyarzún (2006) Forests and water: The value of native temperate forests in supplying water for human consumption. *Ecological Economics* 58: 606-616.
- OECD (2005) Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile
- OECD (2006). Declaración en la integración de la adaptación al cambio climático en el desarrollo de la cooperación. En "Actas de reuniones del Comité de Asistencia al Desarrollo y el Comité de Políticas Ambientales, de la OECD", 4 de Abril de 2006, OECD, París.
- OECD (2009). Declaración en Crecimiento Verde. Reunión del Concejo a nivel ministerial, 24-25 de Junio, 2009.
- Orellana, A. (2009) 'La gobernabilidad metropolitana de Santiago: la dispar relación de poder de los municipios.' 35:104, 101-120.
- Ortlieb, L & Hocqengheim, AM (2001) Reconstrucción del registro histórico de eventos El Niño en el Perú: Un estado de avance. En "El Niño en América Latina: Impactos biológicos y sociales" J. Tarazona, W. Arntz y E. Castillo de Meruenda (eds). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima, pp 361-379.
- Oyarzún, C.E. L. Nahuelhual & D. Núñez (2004-2005) Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica. *Revista Ambiente y Desarrollo* 20(3) - 21(1) : 88-95.
- Páginas web de una serie de reparticiones públicas.
- Parmesan, C. (2006) Responses to Recent Climate Change. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2006. 37: 637–69.
- Parry, I y Strand, J (2009). "Fuel taxes in Chile". Report to the Inter-American Development Bank.
- Pauly, D; Watson, R & Alder, J (2005). Global trends in world fisheries: Impacts on marine ecosystems and food security. *Phil Trans. R. Soc. B* 360: 5-12.
- Paw, JN & Thia-Eng, C (1991) Climate change and sea level rise: Implications on coastal area utilisation and management in south-east Asia. *Ocean & Shoreline Management* 15: 205-232.
- PDO Index Montly Values (2009). Earth and Space Research: <http://jisao.washington.edu/pdo>.

- PNUMA-IEU+T (2004) *Informe GEO Santiago de Chile*. Santiago: EURE libros.
- POCH Ambiental (2008). Inventario Nacional De Emisiones De Gases Efecto Invernadero. Estudio Elaborado con apoyo de Deuman para la Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- POCH Ambiental (2009a). Proyección de la Evolución de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Energía. Años 2000-2025. Estudio Elaborado para la Comisión Nacional de Energía.
- POCH Ambiental (2009b). Estrategia y Potenciales de Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático. Estudio Elaborado para CORFO.
- Proceedings of the Workshop Oxygen Minimum Systems in the Ocean: Distribution, Diversity and Dynamics (2006). Universidad de Concepción, Chile. Gayana. 148pp.
- Programa de Gestión y Economía Ambiental (PROGEA) Universidad de Chile (2008): Consumo de Energía y Emisiones de Gases de efecto Invernadero en Chile 2007-2030 y Opciones de Mitigación.
- Rahmstorf, S (2007) A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise. *Science* 315: 368-370.
- Raineri, R. y Rudnick, H., (2000). Analysis of service quality standards for distribution firms. Capítulo en libro "Deregulation and competition: the electric industry in Chile", Ilades-Georgetown University, Felipe Morande & Ricardo Raineri editores.
- Rodrik, Dani y Arvind Subramanian, "La Primacía de las instituciones (y lo que implica)", *Finanzas & Desarrollo*, junio de 2003.
- Royal Society (2005) Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide. Londres, Royal Society, 2005 (<http://www.royal-soc.ac.uk>)
- Ruhl, HA & Smith Jr. KL (2004) Shifts in deep-sea community structure linked to climate and food supply. *Science* 305: 513-515.
- Sabatini, F. y Arenas, F. (2000) 'Entre el Estado y el mercado: resonancias geográficas y sustentabilidad social en Santiago de Chile'. *EURE* 26:79, 95-113.
- Sagarin, RD; Barry, JP; Gilman, SE & Baxter, CH (1999) Climate-related change in an intertidal community over short and long time scales. *Ecological Monographs* 69: 465-490.
- Satterthwaite, D. (2006) *Climate change and cities. Sustainable development options*. London: IIED.
- SEDBUC (2009). Boiler Efficiency Database.
- SERNAC-CNE (2005). Eficiencia Energética: Comportamiento del Consumo Energético, en Familias Urbanas Tipo del Gran Santiago.
- SERNAPESCA. Anuarios Estadísticos de Pesca. Servicio nacional de Pesca. Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción. <http://www.sernapesca.cl>.
- Schröter, D., W. Cramer, R. Leemans et al. (2005) Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe. *Science* 310: 1333-1337
- Smith, SV & Buddemeier, RW (1992) Global change and coral reef ecosystems.

- Ann.Rev.Ecol.Syst. 23: 89-118.
- Stern, N (2007) El informe Stern: La verdad del cambio climático. Ediciones Paidós, Barcelona, España. Pp. 339.
- Stramma, L; Johnson, GC; Sprintall, J & Mohrholz, V (2008) Expanding oxygen-minimum zones in the tropical oceans. *Science* 320: 655-658.
- The Boston Consulting Group (BCG) (2007) Estudios de competitividad en Clusters de la economía Chilena. Documento de Referencia Acuicultura, 256 pp.
- Thomas, C.D., A.Cameron, R.E. Green, M. Bakkenes et al (2004) Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145-148.
- Tognelli, M.F., P.I. Ramirez de Arellano & P. A. Marquet (2008) How well do the existing and proposed reserve networks represent vertebrate species in Chile? *Diversity and Distributions* 14:148–158.
- Tooley, J & Jelgersma, S (1992) Impact of sea-level rise on european coastal lowlands. The institute of British Geographers, Spec. Publ.Series 27. Blackwell, Oxford. 267p.
- UNESCO (1990) Relative sea-level change: A critical evaluation. Unesco Tech. Paper. Mar.Sci. N°54, 22p.
- Universidad Adolfo Ibañez and SENES Consultants Limited (2008). Roles del Estado y del Sector Privado en la Generación Núcleo-eléctrica: Experiencia Internacional Aplicable a Chile. Estudio elaborado para CNE.
- Uriarte, AL (2009) “Discurso de Chile ante el Plenario de la XV Conferencia de las Partes de la Convención Marco del Cambio Climático y de la V Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto”. Ministra de Medio Ambiente de Chile, 17 de Diciembre.
- Vaquar-Sunyer, R & Duarte, C (2009) Thresholds of hypoxia for marine biodiversity. *PNAS* 105: 15452-15457.
- Vitousek, PM; H.A. Mooney, J. Lubchenco & J.M. Melillo (1997). Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277:494-499.
- Watson, R & Pauly, D (2001). Systematic distortion in world fisheries catch trends. *Nature* 424: 534-536.
- Wulff, F & Stigebrandt, A (1989) A time-dependent budget model for nutrients in the Baltic Sea. *Global Biogeochem. Cycles* 3: 53-78.
- Yeh, SW; Kug, JS; Dewitte, B; Knon, MH; Kirtman, BP & Jin, FF (2009). El Niño in a changing climate. *Nature* 461:511-514.

# Apéndices

## I. Informe detallado de desafíos sectoriales

Los escenarios futuros por el cambio climático presentan una serie de desafíos en términos de adaptación y mitigación al cambio climático. Estos desafíos son presentados en este capítulo en un formato de fichas sectoriales. En cada una de estas fichas, la información se presenta, a nivel sectorial, de la siguiente manera:

- **Diagnóstico** de la realidad del sector frente al cambio climático en temas de adaptación y mitigación.
- **Acciones actuales** que se están llevando a cabo y que tienen relación con los desafíos planteados en el diagnóstico. Estas pueden o no estar dirigidas de manera explícita a reducir impactos del cambio climático.
- **Desafíos de corto plazo** que se plantean de acuerdo a lo que hace falta resolver, considerando los punteos anteriores.
- **Desafíos de largo plazo** asociado a un horizonte de acción mayor. En algunos casos los desafíos de largo plazo implican acciones a implementar en un horizonte de corto plazo (un ejemplo claro sería crear la institucionalidad para instalar energía nuclear en el largo plazo).
- **Institucionalidad** existente, dentro de la que se plantean desafíos y cambios requeridos, en caso de ser necesario.

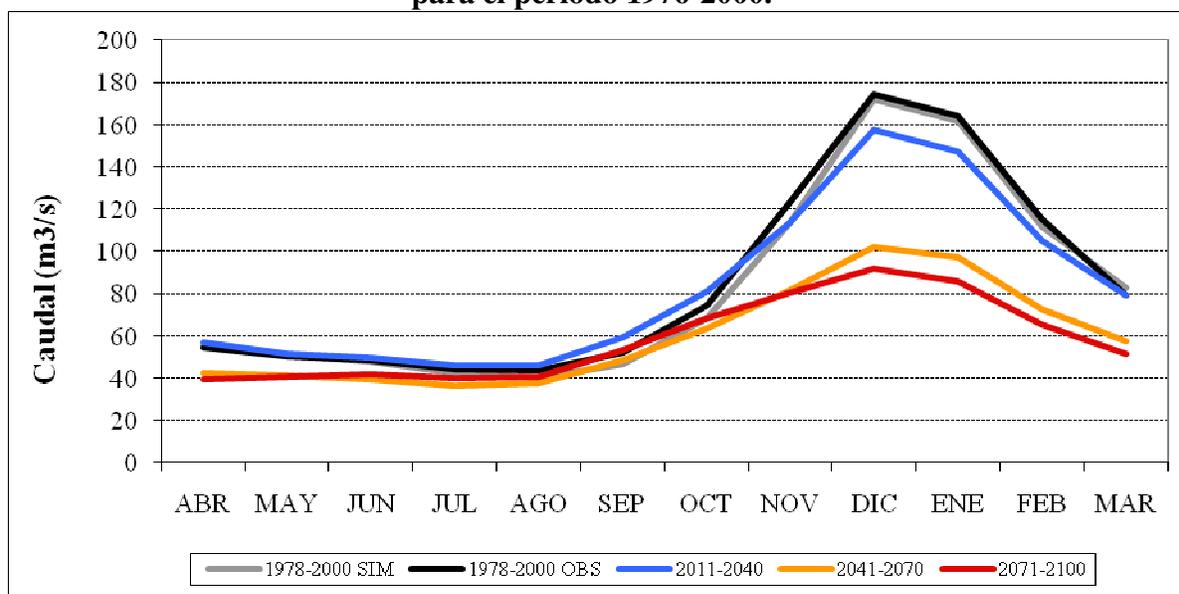
Debido a la transversalidad de los impactos y desafíos del cambio climático, en algunos casos, es imposible separar sectores productivos y, por lo tanto, son analizados como grupos agregados. Un ejemplo de esto se vislumbra al analizar el efecto del cambio global en los recursos hídricos, ya que, como luego se verá, el impacto afecta no sólo a un sector, sino que muchos sectores productivos. Otro ejemplo está asociado a las medidas de mitigación, las cuales deben ser analizadas en su conjunto, si es que se pretende analizarlas para futuros compromisos de reducción de emisiones de GEI.

## I.1 Impactos y adaptación en sectores asociados a recursos hídricos

- Diagnóstico

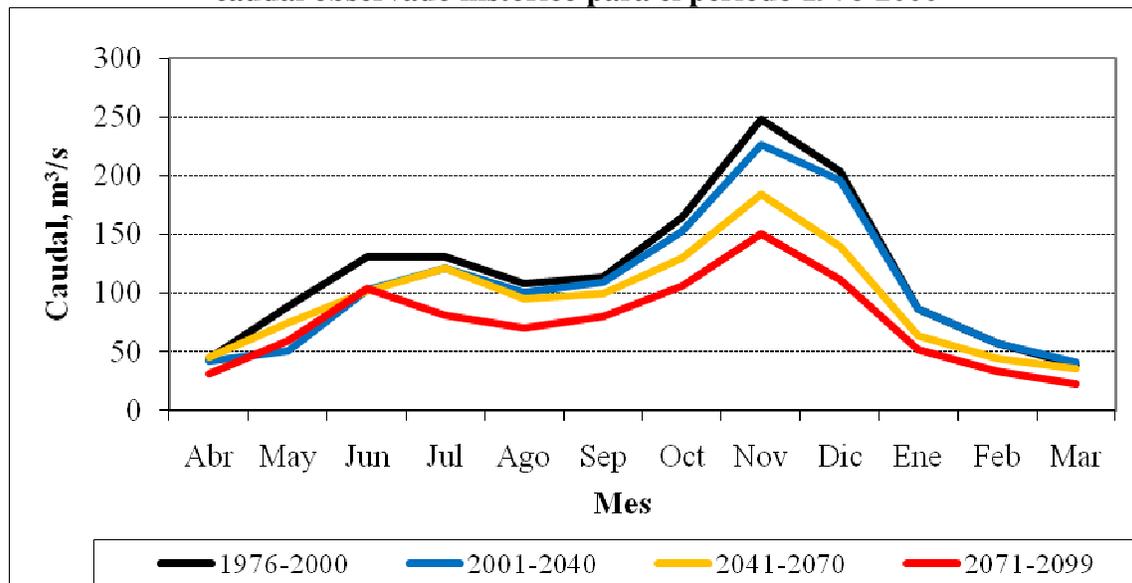
Se presentó con anterioridad los cambios proyectados en las condiciones hidrológicas en el país. Estos cambios implican variaciones en la disponibilidad de recursos y en la temporalidad de caudales. A modo de ejemplo de los impactos en la zona centro-sur del país se presentan las Figura 18 y Figura 19, que muestran los cambios hidrológicos proyectados para las cuencas del Río Maipo y del Maule Alto. Se puede apreciar, en ambos ejemplos, que existiría una fuerte disminución en los caudales de agua disponible en los meses de primavera y verano lo que conlleva también un cambio en la temporalidad de los caudales.

**Figura 18: Condiciones hidrológicas futuras en cuenca Maipo en San Alfonso de acuerdo a escenario HadCM3-A2. Se presenta también el caudal observado histórico para el período 1976-2000.**



Fuente: CEPAL (2009)

**Figura 19: Condiciones hidrológicas futuras en subcuenca Afluente a Embalse Melado del Sistema Maule Alto de acuerdo a escenario HadCM3-A2. Se presenta también el caudal observado histórico para el período 1976-2000**



Fuente: CEPAL (2009)

Estas cuencas representan dos sectores que, a causa de estas variaciones, se verían afectados en el futuro. La cuenca del Río Maipo, por ejemplo, es la principal fuente de abastecimiento de agua potable de la Región Metropolitana, donde se ubica la ciudad de Santiago, polo de atracción de población y desarrollo del país. De acuerdo a lo presentado en CEPAL (2009) existiría un déficit importante de suministro de agua en un escenario en que la demanda por el recurso aumenta, debido al aumento de la población y la seguridad de oferta del agua disminuye. Con esta base es que la empresa Aguas Andinas (fuente de provisión de agua potable en la Región) debiera planificar el diseño de su infraestructura futura. Se plantea un segundo impacto en la operación de la empresa producto del aumento del arrastre de sedimentos, los que serían el resultado de un escenario donde el nivel de las nieves suba (a mayores alturas) dado el aumento de temperaturas.

El segundo ejemplo, la cuenca del Río Maule, representa una de las dos principales cuencas hidroeléctricas del país. La generación hidroeléctrica representa un 60% de la generación de electricidad en el Sistema Interconectado Central (SIC) y es, por sus bajos costos de operación, la primera opción de generación. Adicionalmente, tiene una baja carga de emisiones de GEI en comparación con otras opciones, como la generación termoeléctrica. Asociado a los escenarios hidrológicos planteados para el futuro, se proyecta una reducción de entre un 10 y hasta un 20% en la energía generada de manera hidráulica, por las centrales actualmente instaladas en el país, para los períodos temprano y tardío respectivamente (CEPAL, 2009). Esto implica un aumento en los costos de operación y un aumento en la emisión de GEI, si se asume que la falta de generación será suplida con generación termoeléctrica.

Finalmente, cerrando los impactos en la zona centro-sur del país se esperaría un impacto en la provisión de agua para riego producto de los aumentos en temperatura y cambios hidrológicos presentados. De acuerdo a un análisis a nivel de cuencas hidrológicas se estimó que existirían restricciones de agua para riego en cuencas ubicadas del Río Maipo al norte (CEPAL, 2009). Las consecuencias de estos impactos en la productividad agrícola se analizan con más detalle en la próxima sección, relativa a los desafíos del sector silvoagropecuario.

El último sector productivo que se nutre de recursos hídricos es el sector minero. De acuerdo a las proyecciones presentadas existiría una disminución en la disponibilidad de recursos para las minas ubicadas en el norte del país. Sin embargo, tal como se planteara con anterioridad, existe una alta incertidumbre con respecto a esta proyección y en la actualidad, estas minas se encuentran ubicadas en regiones con altos problemas de suministro de recursos hídricos.

Los impactos hidrológicos que se han presentado introducen una serie de nuevas complejidades en el manejo de los recursos hídricos en las diferentes cuencas del país. En algunas cuencas estas complejidades ya existen pero se espera que sean acentuadas en el futuro (ejemplo de estas corresponden a cuencas del norte del país). En otras cuencas, sin embargo, los impactos mencionados aún no se perciben, como por ejemplo, en las cuencas del sur del país, donde actualmente existen recursos suficientes para proveer a diferentes sectores productivos (ej. riego y generación hidroeléctrica), es posible que en el futuro esta situación cambie.

- Acciones actuales

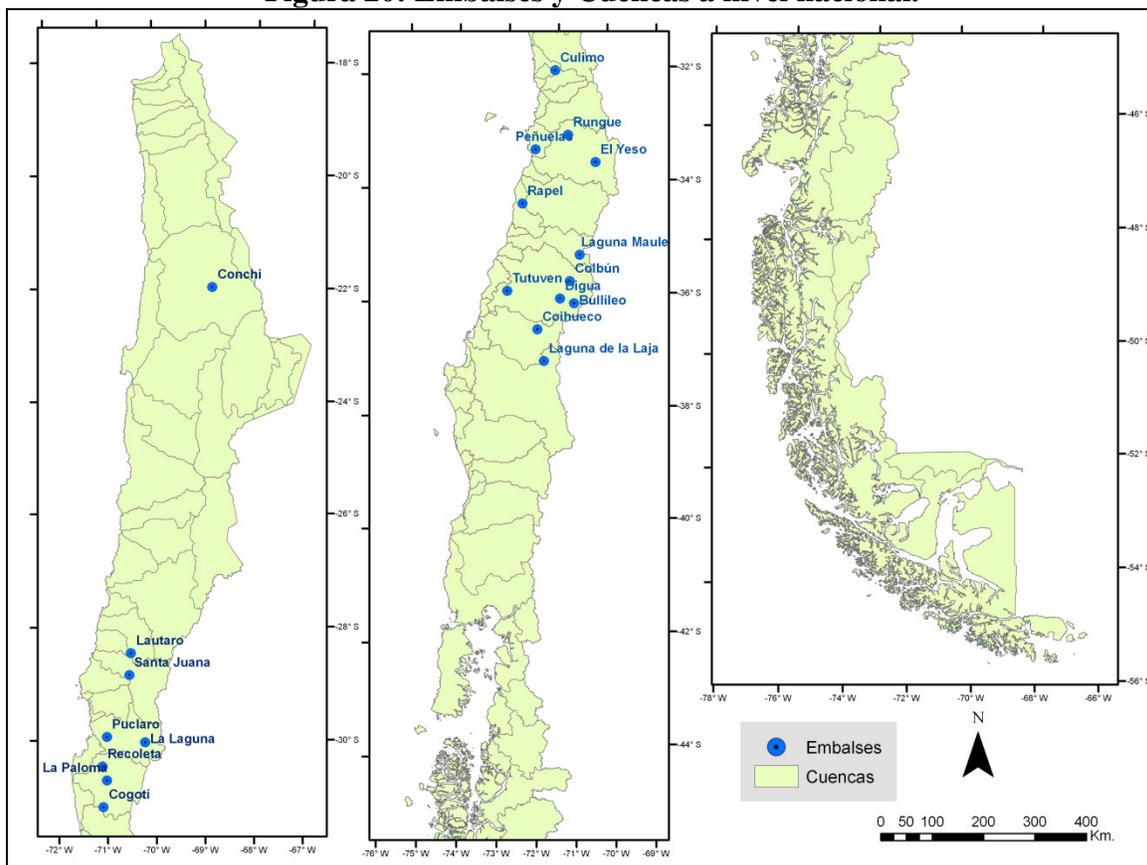
Los impactos en las condiciones hidrológicas (tanto de cambio climático como de variabilidad climática) se ven atenuados con la capacidad de resiliencia que tienen los sistemas. Esta capacidad en parte se representa por aspectos institucionales, como por ejemplo, la capacidad de gestión de cuencas, además de presentarse por temas de infraestructura.

Con respecto a la capacidad de gestión de cuencas, actualmente, se está llevando la ejecución de la “Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas” que propone un modelo de gestión ambiental específico, el cual permitirá hacer una gestión más eficiente e integral del recurso hídrico. La implementación de la “Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas” se está desarrollando en tres cuencas piloto de nuestro territorio: Copiapó, Rapel y Baker. La evaluación de las cuencas mencionadas dará pie a la elaboración de un Plan Nacional de Gestión Integrada de Cuencas para cada una de ellas, el cual debiera estar listo a fin de mes. Dentro del Plan, se coordinarán las actividades que los diferentes actores realizan en las cuencas hidrográficas considerando su efecto en la dinámica sistémica de la cuenca y sus zonas de descarga, ya sean ríos, lagos o al mar. El desafío de estos planes consiste en crear nuevas capacidades de gestión sobre espacios delimitados naturalmente, como las

cuenclas hidrográficas, las que en su mayoría no coinciden con los límites político-administrativos.

Con respecto a las condiciones de infraestructura para la gestión hídrica actual, se presenta la Figura 20 y la Tabla 8 con la ubicación y características de los principales embalses del país en relación a las cuencas existentes. En la Figura 20 se aprecia el bajo número de embalses en relación al número de cuencas que hay en el territorio nacional, mientras que en la Tabla 9 se describen las características de las cuencas más importantes, notando la escasa superficie de riego a la cual cada una penetra, además de que, muchas veces, su capacidad suele no dar a basto para almacenar todo el recurso disponible.

**Figura 20: Embalses y Cuencas a nivel nacional.**



Fuente: Elaboración propia con datos de la DGA

**Tabla 8: Ubicación y características de los principales embalses del país.**

<b>Región</b>	<b>Nombre del Río</b>	<b>Superficie cuenca en Km<sup>2</sup></b>	<b>Caudal Medio m<sup>3</sup>/seg</b>	<b>Embalse</b>	<b>Capacidad (Mill.m<sup>3</sup>)</b>	<b>Capacidad/ Disponibilidad</b>	<b>Superficie de Riego (has)</b>
I de Tarapacá	Lluta	3,437	1.6				
	San José	3,193	0.8				
II de Antofagasta	Loa	33,082	0.4	Conchi	22.0	2.0	-
III de Atacama	Copiapó	18,704	2.4	Lautaro	40.0	0.5	9,890
	Huasco	9,813	10.0	Santa Juana	160.0	0.5	12,000
IV de Coquimbo	Choapa	7,630	7.3	Culimo	10.0	0.0	1,000
	Elqui	9,825	13.0	La Laguna	40.0	0.1	24,000
	Limarí	11,696	11.1	Recoleta	100.0	2.9	14,831
				La Paloma	748.0		54,500
Cogotí			150.0			13,083	
V de Valparaíso	Aconcagua	7,338	24.7				
	La Ligua	1,981	1.1				
	Petorca	1,985	0.6	Peñuelas	95.0	4.8	
Metropolitana de Santiago	Maipo	15,303	98.8	El Yeso	256.0	0.1	120,000
	Mapocho	4,230	4.5	Rungue	2.2		566
VI del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	Cachapoal	6,370	30.1				
	Rapel	13,649	162.0	Rapel	695.0	0.1	
VII del Maule	Claro	3,500	16.4	Colbún	1544.0		
	Loncomilla	7,573	103.0	Laguna Maule	1420.0		
	Longaví	1,297	44.1	Bullileo	60.0		32,400
	Mataquito	6,357	97.1	Digua	220.0		36,960
	Maule	21,074	157.0	Tutuvén	15.0	0.7	2,160
Teno	1,590	47.0					
VIII del Biobío	Biobío	24,264	353.0	Ralco	1.5		
	Itata	11,293	50.9	Coihueco	29.0	0.0	-
	Laja	4,040	173.0	Lago Laja	7380.0	1.4	-
	Ñuble	5,097	106.0				

**Tabla 9: Ubicación y características de los principales embalses del país (Continuación)**

Región	Nombre del Río	Superficie cuenca en Km <sup>2</sup>	Caudal Medio m <sup>3</sup> /seg	Embalse	Capacidad	Capacidad/ Disponibilidad	Superficie de Riego (has)
IX de la Araucanía	Cautín	3,100	116.0				
	Imperial	12,762	190.0				
	Toltén	8,397	476.0				
X de Los Lagos	Bueno	15,366	570.0				
	Callecalle	5,267	398.00				
	Cruces	3,233	-				
	Mauñín	4,298	73.0				
	Palena	12,887	130.0				
	Puelo	3,094	670.0				
	Valdivia	10,275	687.0				
XI de Aisén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	Yelcho	4,084	363.0				
	Aisén	11,456	513.0				
	Baker	20,946	875.0				
	Bravo	1,920	30.0				
	Cisnes	5,196	240.0				
	Pascua	7,863	574.0				
XII de Magallanes y la Antártica Chilena	Simpson	3,712	47.2				
	Gallegos	10,120	-				
	Serrano	7,347	379.0				

### *Plan de Acción Cambio Climático*

La Comisión Nacional de Medio Ambiente presentó en el año 2009 su Plan de Acción de Cambio Climático, el cual está concentrado en generar una línea base de información sobre escenarios de impacto y opciones de adaptación en sectores considerados claves en el quehacer nacional. En relación a los recursos hídricos, el Plan de Acción les otorga máxima prioridad, debiendo realizarse una evaluación de los impactos que el cambio climático tiene sobre ellos, para así determinar las medidas de adaptación necesarias. Más específicamente, los objetivos de la Estrategia del Plan de Acción Nacional del Cambio Climático para los recursos hídricos son:

- Levantar información relevante y obtener una caracterización de los recursos hídricos de cada cuenca con sus respectivas proyecciones de mediano plazo.
  - Definición del perfil de usuarios de las cuencas de acuerdo a la tipología de la misma.
  - Analizar la trayectoria de la cuenca y los posibles efectos en el nivel de los recursos hídricos de acuerdo a distintas variables del entorno.
  - Evaluación de acciones y proyectos, tanto dentro de las cuencas, como en los alrededores.
- Desafíos de corto plazo
    - Mejorar gestión cuencas  
El Plan Nacional de Gestión Integrado de Cuencas se está implementando tan sólo en tres cuencas –Baker, Copiapó y Rapel- de las 101 cuencas existentes, con sus respectivas 420 subcuentas y 1100 sub-subcuentas. Las tres cuencas mencionadas, serán consideradas como modelos piloto, con el fin de replicar el procedimiento en otras cuencas a lo largo del panorama nacional, en especial, en aquellas consideradas como importantes abastecimientos hídricos para la agricultura y las ciudades.

La implementación del Plan de Gestión Integrada ha tardado cerca de un año, y, aún no se ven los resultados. Si se espera replicar el sistema de gestión de cuencas, con el fin de obtener una gestión integrada, eficiente y sustentable, es necesario mejorar el procedimiento. De cualquier forma, se aprecia la carencia de una instancia que permita generar escenarios compartidos con los diferentes actores involucrados en la toma de decisiones dentro de una cuenca que integre al Cambio Climático y a sus impactos. Incluso, se vislumbra poca integración de escenarios futuros, a corto y mediano plazo, de impacto y de posibles medidas de adaptación a ellos.

- **Mejorar monitoreo**  
Con el fin de lograr una buena estimación de los impactos del Cambio Climático en temas hídricos y sus posibles medidas de adaptación, es relevante tener presente la importancia de contar con redes de monitoreo hidrometeorológico a lo largo del país. Esto se contrapone con el panorama nacional, ya que la dispersión de las estaciones de monitoreo es asimétrica y escasa, en especial en las zonas más extremas del país. Por lo demás, se vislumbra escaso manejo de información de datos meteorológicos en zonas de altura mayor a los 1000 metros.

Considerando los impactos del cambio climático en la disminución del manto nival y su consecuente aumento en los caudales, hacen falta un mayor número de estaciones meteorológicas para crecidas. Finalmente, se aprecia un bajo nivel de monitoreo de las redes de nieve con respecto al número de cuencas existentes y ni siquiera a la porción de cuencas con más afluencia nival (el análisis de los sistemas de monitoreo nacional está ampliado en el Apéndice I.8).

Con la red de monitoreo climático actual es difícil lograr proyecciones de corto y mediano plazo válidas que permitan una adaptación coherente con los impactos reales del Cambio Climático. Es importante fortalecer este sistema de toma de datos para poder generar estrategias robustas y a tiempo para los impactos posibles del cambio climático en el país.

- **Mejorar oferta de agua: necesidades estructurales**  
La disminución de disponibilidad de agua en las cuencas hidrológicas del centro y sur del país y sus efectos en sectores productivos que dependen de los recursos hídricos indican la necesidad de aumentar la oferta hidrológica a través de inversiones estructurales. Esto se ve con mayor claridad en aquellas regiones donde se conjuga una actual situación compleja de manejo de recursos, contrapuesta con una alta certidumbre con respecto a la proyección de disminución en precipitaciones.

Un ejemplo de la situación anterior corresponde a la cuenca del Río Maipo donde se proyecta un déficit en el suministro de agua potable y problemas en la disponibilidad de agua para riego. El manejo del sistema de agua potable por la empresa Aguas Andinas depende en gran medida de la operación de las obras de infraestructura (ej. Embalse El Yeso) que se han diseñado para satisfacer las demandas bajo condiciones actuales de oferta hídrica. Resulta importante evaluar la factibilidad que tiene la infraestructura de almacenamiento para suplir las necesidades de agua de la población de Santiago, de manera especial considerando como esta se proyecta que crezca en el futuro. Aumentos en la capacidad de almacenamiento también sirven

para paliar los efectos asociados a las alzas en la carga de sedimentos, producto de las llamadas tormentas cálidas.

La evaluación de esta medida infraestructural y de otras que se avizoren como necesarias para paliar los efectos del cambio climático, en un horizonte de corto plazo (ver ejemplos asociados a necesidades para riego en próxima sección), debe considerar la incertidumbre asociada a los múltiples escenarios futuros. De esta manera se diseñará la infraestructura que sea más robusta a los escenarios futuros. Todo lo anterior, requiere de una flexibilización en los protocolos y normativas actuales, que pueda adaptarse a los impactos, que logre reducir la variabilidad climática actual (ver Donoso et al., 2009).

En el norte del país existe una alta incertidumbre con respecto a la proyección futura de cambios climatológicos en un período cercano. Esto impide que se proponga la construcción de infraestructura por razones exclusivamente asociadas al cambio climático. Es sabido, sin embargo, que en las cuencas del norte del país existen serios problemas de suministro y competencia por los escasos recursos por lo que es previsible considerar soluciones que ayuden a ampliar la oferta de agua en el corto plazo. Un ejemplo es el estudio que se está llevando a cabo para evaluar la factibilidad de instalar plantas de desalación (CEPAL, 2009).

- Desafíos de largo plazo

En el largo plazo es probable que sea necesario recurrir a obras de infraestructura que hoy no se perciben como necesarias, incluso en un escenario de cambio climático de corto plazo. En cuencas que muestran severos impactos futuros, esto cobra especial relevancia. Para preparar el camino a este tipo de decisiones va a ser clave mejorar los sistemas de monitoreo en el país de manera de lograr tener mejores herramientas para tomar las decisiones.

- Institucionalidad

La Estrategia de Cuencas propuso la constitución de un Consejo Ministerial de Cuencas, que asesora a la Presidenta de la República y establece el marco de funcionamiento general de la gestión de cuencas hidrográficas. Este consejo está siendo constituido por representantes de los diversos ministerios implicados, incluyendo el Ministerio de Obras Públicas, Medio Ambiente, Minería, Energía y Agricultura. Adicionalmente, se creó una Secretaría Técnica que se constituye como el ente operativo del Consejo Ministerial de Cuencas. Dicha secretaria está integrada por miembros de la Dirección General de Aguas y de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

En complemento con lo anterior, la Estrategia propone, a nivel local, la creación de un Organismo de Cuenca, institución que tiene como objetivo la gestión del recurso hídrico para satisfacer los usos prioritarios del mismo, y armonizar la adecuada protección de los ecosistemas con el desarrollo de las actividades. Los organismos de cuencas tienen un carácter público-privado y estarán integrados por los principales agentes o actores vinculados al recurso hídrico a nivel territorial, representantes de los distintos usuarios del agua y actores relevantes de la cuenca.

## **I.2 Impactos y adaptación en sector silvoagropecuario**

- Diagnóstico

- Productividad

De acuerdo a los cambios climáticos proyectados se espera que la agricultura de secano reciba el impacto de cambios en temperatura y precipitación, mientras que la agricultura de riego, sólo se verá afectada por el alza en la temperatura en aquellos lugares donde no se proyecten cambios en la disponibilidad de agua para riego.

Los cultivos anuales de invierno, podrían verse beneficiados por el alza en la temperatura en aquellas localidades en que la limitación para el desarrollo lo constituyen las bajas temperaturas y heladas. En general, las modificaciones en el régimen térmico permitirán cambiar sus fechas de siembra, para permitir aprovechar de mejor forma la estación de crecimiento. En términos generales se aprecian mejoras en las productividades en el sur de país y en partes del valle central, y pérdidas en productividad en el resto del país especialmente en aquellas regiones que presenten restricciones de riego y otras en que la condición de restricción de precipitaciones en secano se agudice.

La fruticultura del país podría ver una reestructuración de sus nichos y ubicación geográfica. Los frutales de hoja caduca podrían penetrar en zonas más al sur, extendiendo su área de cultivo hacia las regiones del Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. En la zona central y centro norte, las mejoras en las temperaturas invernales favorecerían a las especies subtropicales, las que podrían mejorar su potencial productivo. No obstante lo anterior, la limitación fundamental para las regiones del centro-norte lo constituiría el acceso a riego. De verificarse cambios en la disponibilidad de agua habría importantes reducciones en la productividad. Para el caso de la viticultura, se espera que en el norte del país y algunas regiones de la zona central se deterioren las condiciones productivas como consecuencia del alza en las temperaturas.

Todas las especies frutales podrían verse beneficiadas directamente por la atenuación del régimen de heladas hacia los sectores interiores del territorio. No obstante lo anterior, podría producirse un aumento de la precocidad en la maduración, perdiendo con ello las ventajas comparativas actuales que exhibe el norte del territorio.

El sector ganadero presenta impactos del cambio climático que dependen de la región de producción y del tipo de explotación. En términos generales, los impactos del cambio climático se verifican a través de cambios en la estacionalidad de la producción de las praderas, con diferencias más o menos marcadas de acuerdo a la zona geográfica correspondiente. Existen estudios que han realizado una evaluación de los impactos en rentabilidad del sector ganadero, basados en los cambios de productividad de las praderas. A medida que los sistemas agrícolas se transforman en más complejos, también ofrecen una mayor gamma de oportunidades de adaptación. Por ejemplo la adecuación de la masa ganadera a la oferta de alimentos de cada año. De hecho podría potencialmente compensarse la baja de la productividad de las praderas y obtener todavía márgenes de explotación razonables.

A la fecha no hay una evaluación integrada del sector ganadero que permita representar el impacto de las decisiones de adaptación individuales en la oferta agregada de leche y carne. Es por ello que se considera que la situación con respecto a los impactos del cambio climático en el sector ganadero es ambigua sin poder generarse conclusiones importantes con la información que se cuenta hasta el momento.

En el caso de la productividad forestal los estudios muestran que en las plantaciones de pino radiata deterioran considerablemente en el centro-norte (regiones entre Coquimbo y Metropolitana) como consecuencia del aumento del déficit hídrico. Igual situación se verifica para el caso de eucaliptos. No obstante, a partir de la región de la Araucanía, se proyecta un aumento del potencial productivo de estas especies, como consecuencia del mejoramiento de las temperaturas invernales y de la disminución del número e intensidad de las heladas.

En síntesis, los impactos del cambio climático sobre el sector agrícola y forestal muestran que las regiones del centro sur (Región de Biobío hacia el sur) y en las regiones de precordillera podrían verse incrementos en sus productividades y permitir la incorporación y desarrollo de nuevas especie o variedades que son propias de los agrosistemas de la zona centro norte puesto que las bajas temperaturas invernales y riesgos de heladas disminuirían considerablemente. En estas localidades, las disminuciones de

precipitaciones no son lo suficientemente drásticas como para contrarrestar los efectos benéficos del alza de temperaturas. A nivel puntual, es posible ver todavía los efectos de la restricción hídrica que necesitarían de una inversión en términos de incorporar esas zonas al riego.

En la zona centro norte y hacia la zona costera las alzas en temperatura podrían producir impactos negativos debido al acortamiento de los ciclos de desarrollo e incidencia de desórdenes fisiológicos producto de las altas temperaturas. Puesto que se proyecta una reducción importante de las precipitaciones en gran parte del territorio con aptitud agrícola, se estima que la reducción de las precipitaciones puede tener impactos sobre la disponibilidad de agua de riego y provocar severas reducciones en productividad de cultivos y especies frutales si es que se restringe el riego. Esta situación puede llegar a ser aun más severa si se considera que como consecuencia del aumento de las temperaturas, las tasas de evaporación se incrementan y el uso consumo de agua por parte de los cultivos y especies frutales se vería intensificado.

- Impactos Económicos

Los cambios en productividades de las distintas especies del sector silvoagropecuario, asociadas a los cambios en las condiciones climáticas se traducen (manteniendo precios relativos constantes) en diferentes rentabilidades económicas. Estos cambios en los ingresos netos de los distintos cultivos, producto del cambio climático, se traducen a su vez, en cambios en las asignaciones de tierras agrícolas de las distintas especies dado la adaptación de los productores silvoagropecuarios a los impactos en las rentabilidades. Así, los impactos económicos del cambio climático en el sector deben considerar los cambios en productividades y su potencial para reaccionar frente a los cambios percibidos.

Es importante destacar que la presencia de escenarios alternativos de cambio climático (A2 y B2) impide realizar un juicio consolidado de los impactos económicos, toda vez que en muchos de los indicadores los resultados muestran magnitudes e incluso tendencias disímiles. De ahí que los resultados se presentan en un paralelo y que incluso puedan llevar a cierta confusión, puesto que están fuertemente condicionados en el escenario climático futuro. En general, sólo podemos afirmar que frente a un cambio climático severo los impactos negativos tendrán a predominar.

Para estimar el cambio en el uso del suelo se ha desarrollado en CEPAL (2009) un modelo econométrico que permite determinar la composición actual del uso de la tierra en función de las productividades e ingresos netos de cada producto. En la evaluación de los impactos finales se consideró que

existe un cierto rezago con respecto a la capacidad de adaptación endógena del sector. Se ha considerado que el rezago para una completa adaptación es de 30 años. Es importante considerar que los procesos de adaptación endógenos tienen un costo de implementación como la inversión en infraestructura de riego por aumento de la superficie de riego. Este costo ha sido incorporado en el modelo por lo que los impactos del cambio climático sobre los ingresos netos consideran estos costos.

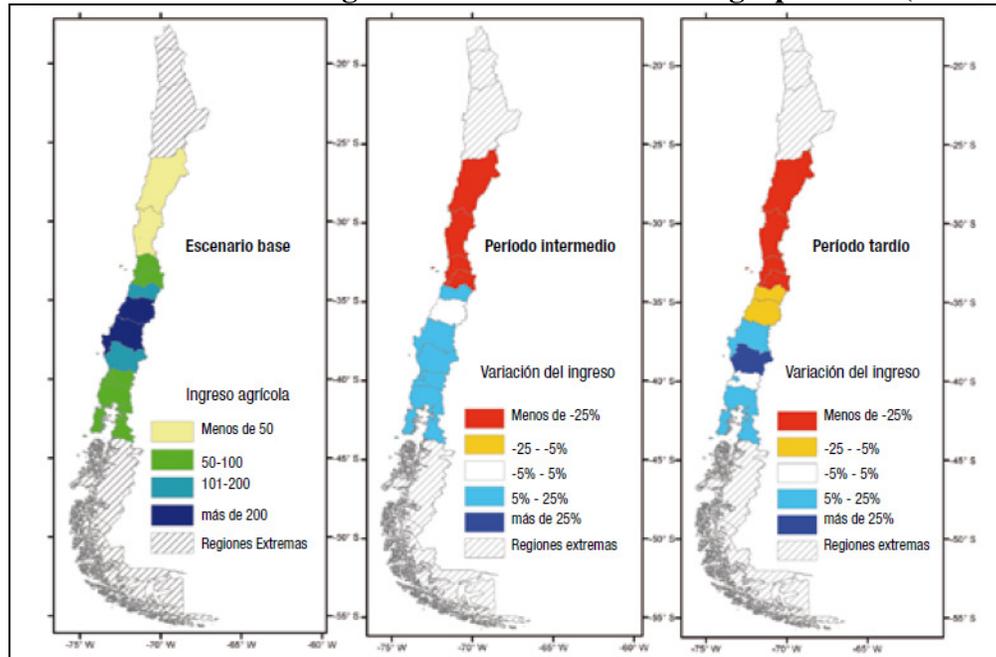
Los resultados indican que a nivel nacional, la superficie de cultivos disminuye en un 0,6% bajo el escenario A2 período tardío respecto de la línea base, mientras que para el escenario B2, se espera un incremento de un 4,3%. Asimismo, se espera que ocurra un desplazamiento geográfico de la superficie destinada a cultivos hacia la zona centro-sur del país (Regiones del Maule y Biobío), y a la Región de Los Lagos, siendo ésta la región con mayor incremento de superficie a nivel nacional. Por otra parte, la superficie destinada a cultivos disminuye de la Región de O'Higgins al norte y en las regiones de la Araucanía y de Los Ríos. La Región Metropolitana es la que presenta la mayor pérdida proporcional de superficie asignada a los cultivos.

Para el rubro frutal, se espera que la superficie a nivel nacional disminuya en un 1,6% bajo el escenario A2 período tardío, respecto de la línea base, mientras que bajo el escenario B2 de igual período, se espera un crecimiento de la superficie de un 5,3%. Los resultados a nivel regional indican que la superficie disminuye de la Región de Valparaíso al norte, producto de los menores márgenes asociados a la pérdida de rendimientos para los frutales en la zona norte del país. Lo mismo se espera para la Región del Maule y la Región de los Ríos. En las regiones Metropolitana, O'Higgins, Biobío y de Los Lagos se incrementa la superficie de frutales. Es decir, se presenta una disminución de la superficie frutal de la región del Maule al norte, con la excepción de la región de O'Higgins, y un aumento en las regiones del sur.

Este nuevo patrón de uso del suelo tiene impactos sobre los ingresos netos del sector. Para el escenario A2 período tardío, se espera a nivel nacional una caída de un 14,2%, mientras que para el escenario B2, no se proyecta una variación significativa de los ingresos netos. Los ingresos generados por la agricultura se desplazan hacia el sur, generándose aumentos en la participación de los ingresos totales en las regiones del Biobío al sur, especialmente en los escenarios A2. Las regiones con mayores pérdidas relativas son Coquimbo y Atacama, pero son la región Metropolitana y de Coquimbo las que tienen las mayores pérdidas económicas en términos absolutos. Por otra parte las regiones de la Araucanía y de Los Lagos son las que presentan los mayores aumentos en ingresos netos relativos bajo los distintos escenarios, y las regiones del Biobío y la Araucanía las que

presentan los mayores aumentos en términos absolutos. Estos impactos se grafican en la siguiente figura (Figura 21).

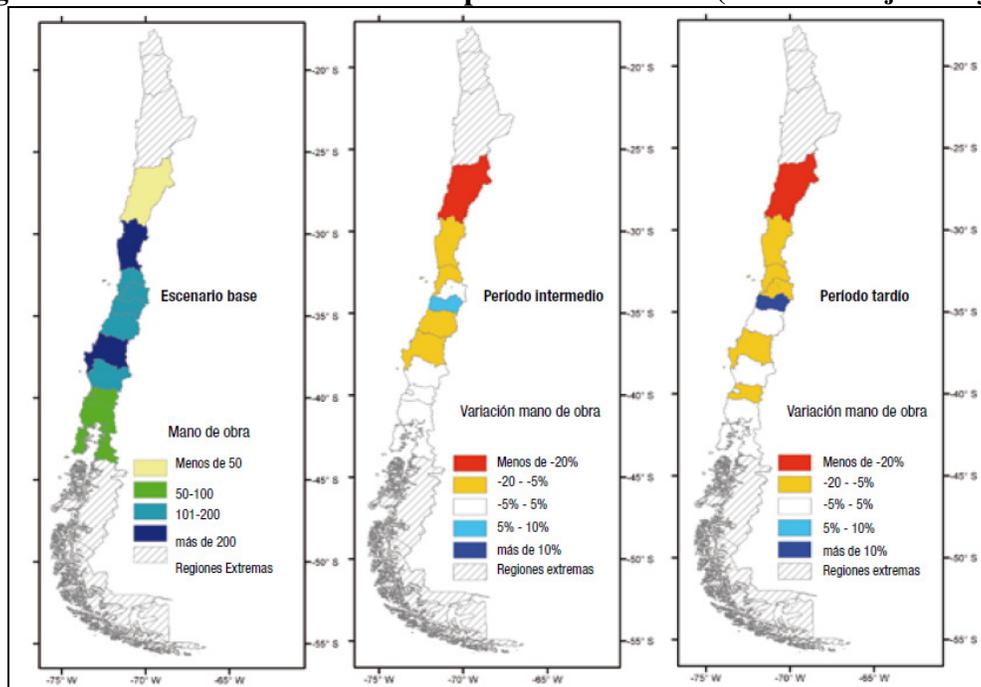
**Figura 21: Variación de los ingresos netos del sector silvoagropecuario (MUSD y %)**



Fuente: CEPAL, 2009

Del mismo modo, el nuevo patrón de uso de suelo tiene impactos sobre el requerimiento de trabajo. De esta forma, el requerimiento anual de trabajadores disminuye respecto de la línea base en un 18% al escenario A2 período tardío, mientras que al escenario B2 período tardío, se espera una caída de un 10%. A nivel regional, casi todas las regiones presentan caídas en su requerimiento de trabajadores a excepción de la región de O'Higgins que presenta aumentos entre 4 y 13% dependiendo del escenario. Las principales disminuciones ocurren en las regiones de Coquimbo y Valparaíso, pero en términos relativos la más afectada es la región de Atacama. Estos impactos se grafican en la siguiente figura (Figura 22).

**Figura 22: Variación de la demanda por mano de obra (miles de trabajadores y %).**



Fuente: CEPAL, 2009

Es importante señalar que los impactos agregados presentados anteriormente esconden los efectos locales en comunas, distintas especies, tipos de productores y trabajadores, los cuales son relevantes para el diseño de políticas, especialmente si la capacidad de adaptación no es homogénea. Por lo anterior es necesario estudiar los efectos del cambio climático en distintos estratos ligados al sector silvoagropecuario que permitan diseñar políticas específicas por estrato para mitigar los efectos negativos.

○ Emisiones

Las emisiones del sector agrícola derivados del manejo de residuos, suelos cultivados con arroz, fermentación entérica y quema de residuos han mostrado un aumento en los últimos años. A nivel regional destacan los incrementos asociados a la población ganadera de las regiones de Los Lagos y del General Carlos Ibáñez del Campo.

Asociado a este sector se encuentra el grupo denominado como sector Forestal y de Cambio de Uso del Suelo (Land Use, Land Use Change, and Forestry). Las estimaciones para este sector son altamente variables, generándose valores con considerables márgenes de incertidumbre. No obstante lo anterior, se estima que hay un potencial de captura de carbono que puede ser aprovechado en la medida que se mejoren algunas prácticas de

manejos y se invierta en planes de reforestación. Estas prácticas representarían una captura de 2.6 millones de toneladas.

Además, existe un estudio sobre captura de carbono asociada al DL-701, que muestra la generación de importantes externalidades ambientales positivas derivadas de este instrumento. Indica que, por el régimen de plantación, se encuentran capturadas más de 120 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Actualmente, se están preparando estimaciones más certeras, mediante el uso de instrumentos de fomento del Ministerio de Agricultura (Renovación del DL-701 y aplicación de la Ley de Bosque Nativo).

- Acciones actuales

El sector silvoagropecuario ha tomado una actitud proactiva en la forma que ha articulado el trabajo relativo a la mitigación y adaptación al cambio climático. Tempranamente, a través de ODEPA y en una asociación con CONAMA licitó estudios sobre impactos del cambio climático sobre el sector agrícola, los suelos y los recursos hídricos, levantamiento de información sobre medidas y/o estrategias de adaptación, y finalmente un estudio que valora el impacto socioeconómico de estos cambios.

En Mayo del 2008 se constituyó un Consejo Asesor de Ministros para el Cambio Climático, con presencia de representantes del mundo privado, organizaciones campesinas, académicos y los principales organismos de gobierno que deben acometer el trabajo de enfrentar el cambio climático.

Sumado a eso se ha establecido una agenda clara, con énfasis en promover una agricultura (a nivel sectorial) carbono neutra, principalmente potenciando la capacidad del sub sector forestal en la captura de carbono. Se ha coordinado con el sector privado para levantar información sobre huella de carbono y ha establecido alianzas con FDF (red Agroclima), INIA (investigación genética) y FAO (Planes de mitigación y Adaptación). El sector privado también ha dado muestras de dinamismo, desarrollando planes y estudios de eficiencia energética (VINNOVA) y de estudios de Huella de Carbono (Vino, manzanas, paltos, etc.)

- Políticas en Mitigación

El objetivo de posicionar a una agricultura “carbono neutra” descansa fundamentalmente en la posibilidad aprovechar las capacidades del sector forestal de capturar carbono. En relación a esto se ha consolidado una visión que implique un aumento de la superficie forestal y un aprovechamiento de las leyes que propician su desarrollo (Posible extensión del DFL 701 y de la Ley de Bosque Nativo). Queda pendiente una estimación cuantitativa del potencial conjunto de las medidas de promoción del sector forestal.

Otras políticas de mitigación importantes están relacionadas con:

- Recuperación de suelos degradados
- Planes de Eficiencia Energética para la agroindustria
- Aumento de la eficiencia productiva del sector pecuario, disminuyendo las emisiones por fermentación entérica
- Desarrollo de consorcios en biocombustibles de tercera generación (lignocelulósicos) y de biodiesel que permitan sustituir combustible fósiles. Estos planes deben ser evaluados mediante análisis de ciclo de vida que permitan cuantificar la huella de carbono general de sus productos.

○ Políticas de Adaptación

i. Plan de Acción Cambio Climático

El Plan de Acción de Cambio Climático presentado en la sección anterior también propone acciones relacionadas al sector silvoagropecuario. En este documento se establecen las siguientes líneas de acción:

- Realizar el análisis de vulnerabilidad y adaptación del sector silvoagropecuario y de los recursos hídricos y edáficos de Chile frente al cambio climático.
- Sistematizar las políticas y estrategias de adaptación nacional e internacional al cambio climático del sector silvoagropecuario y de los recursos hídricos y edáficos.
- Efectuar la evaluación socioeconómica del impacto del cambio climático en el sector silvoagropecuario.
- Realizar estudios para identificar medidas y proyectos de adaptación al cambio climático en el sector silvoagropecuario de Chile, en especial, en sectores de agricultura familiar campesina.
- Desarrollar un sistema de gestión de riesgos agroclimáticos y emergencias agrícolas.
- Ejecutar el Programa de Mejoramiento Genético para el desarrollo de variedades, agrícolas y forestales, adaptadas a los nuevos escenarios del cambio climático.
- Fomentar el uso eficiente del agua en la agricultura.

ii. Ley 18450 Fomento Riego

La Comisión Nacional de Riego (CNR) del Ministerio de Agricultura tiene la responsabilidad de administrar la Ley N° 18.450 que permite al sector privado obtener subsidios para la modernización de los actuales sistemas de riego y la incorporación de nuevos suelos al desarrollo de la productividad agrícola. Este subsidio, al cual se

accede participando en los llamados a Concursos Públicos, puede alcanzar a cubrir hasta un 75% del costo total de la inversión y el postulante se compromete a aportar el resto (para más información, revisar Apéndice I.9).

Este tipo de incentivos logra un avance significativo en lo que es la preparación para la escasez de agua o disminución de flujos que trae el cambio climático, especialmente para la zona norte del país. De esta forma, mediante el subsidio, la población está posibilitada e incentivada a cambiarse a un método más tecnificado de riego, o, a desarrollar sistemas de almacenaje de agua, para una mejor preparación ante momentos de escasez. Mediante ambos sistemas, ya sea la creación de estanques o la tecnificación del riego, se mejora la preparación para las implicancias de los efectos del CC, accediendo a un riego constante a lo largo de las estaciones más duras, para la producción agrícola.

No obstante, esta ley de fomento al riego no está adecuadamente diseñada para introducir las nuevas complejidades asociadas al cambio climático. Más específicamente, esta no incorpora el análisis de incertidumbre de las condiciones climatológicas en las evaluaciones de impacto y de los proyectos de adaptación en el período de horizonte cercano. Se estima que el análisis de incertidumbre debe ser considerado en un reenfoque en esta política de riego.

Con respecto al objetivo de mejorar la eficiencia de riego, este resulta insensible ante la propuesta de incorporar el análisis de incertidumbre del cambio climático, ya que se otorga beneficios tanto para las condiciones climáticas actuales como futuras, fomentando una mejor utilización de los recursos y la reducción de la vulnerabilidad frente a la variabilidad climática. En cambio, el objetivo de la ley de fomento al riego asociado a asegurar el incremento de la superficie regada en el país debe incorporar este análisis de las condiciones climáticas futuras y la incertidumbre de éstas ya que es posible que en algunas de las cuencas, las proyecciones futuras asociadas al nivel de uso del recurso hídrico que se tenga en la actualidad impida tener proyectos con rentabilidades positivas de largo plazo que no pongan en riesgo la sustentabilidad de actividades agrícolas a futuro.

- Desafíos de Corto y Mediano Plazo
  - Riego
 

Chile posee un millón doscientas mil hectáreas de superficie bajo riego. A pesar de los avances, el 70% de ésta se sigue regando mediante sistemas superficiales de baja eficiencia, con lo que se desperdicia agua. Las eficiencias de riego promedio a nivel nacional fluctúan entre un 28% y 45%. Las menores eficiencias de riego se presentan en la zona centro sur del país mientras que las mayores se presentan en la zona norte caracterizada por una mayor escasez del recurso hídrico. En el siguiente cuadro (Tabla 10) se presentan las eficiencias de riego promedio entre las regiones de Atacama y Biobío.

**Tabla 10: Eficiencia de riego ponderada por Región y Zona.**

Región o Zona	Superficie regada (ha)	Eficiencia
Atacama	14,793	0,45
Coquimbo	56,482	0,43
Valparaíso	72,371	0,46
Metropolitana	155,472	0,43
O'Higgins	212,454	0,41
Maule	457,367	0,28
Biobío	178,201	0,30
Zona Norte	71,274	0,43
Zona Centro	440,297	0,42
Zona Centro Sur	635,568	0,28

Fuente: DGA, 1997

De acuerdo al censo agrícola del 2007, la superficie con riego tecnificado aumentó de 92.000 hectáreas en 1997 a 304.000, principalmente por el aporte estatal de la Ley de Fomento al Riego; no obstante, un alto porcentaje sigue utilizando la técnica de riego tendido, sistema con el que se aprovecha un muy bajo porcentaje del recurso. Esta eficiencia puede mejorarse considerablemente incorporando tecnologías de riego mecánico, aspersión y micro riego de goteo por cintas, que son sistemas de alta eficiencia.

El desafío entonces, es invertir en mejoras de tecnologías de riego que permitan mejorar las eficiencias de uso de agua para riego actuales. Esto implica un cambio de mentalidad de los agricultores, especialmente en las zonas donde el riego tecnificado aún no está internalizado.

Como un elemento adicional, es necesario revisar si la ley de fomento al riego es consistente con los escenarios e impactos proyectados del cambio

climático sobre recursos hídricos. Trabajos recientes indican que es necesario introducir el análisis de incertidumbre dentro de los planes de obras y de programas de fomento de la Comisión Nacional de Riego (CNR) y de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), con el fin de garantizar que los nuevos proyectos de riego sean suficientemente robustos para enfrentar el cambio climático.

- Genética

Con el fin de mitigar los impactos del cambio climático sobre el sector es necesario establecer un programa de desarrollo de nuevas variedades para contar con material genético adaptado a condiciones de mayor estrés térmico e hídrico. Actualmente en los Consorcios Frutícolas se está realizando investigación para el desarrollo de nuevas variedades. Estos Consorcios, que cuentan con financiamiento público y privado partieron hace cuatro años y queda un año de financiamiento. Sin embargo, no se visualiza una continuidad para estos programas de investigación.

Asimismo se está estableciendo un plan de trabajo a largo plazo en INIA que busca potenciar el desarrollo de variedades resistentes a altas temperaturas, estrés hídrico y salinidad en varias especies (forrajeras, papa, eucaliptos y potencialmente algunas especies hortícolas). No obstante llama la atención el poco desarrollo y prioridad que han recibido los cereales, principalmente trigo, que son la base de la alimentación nacional y representan una superficie muy importante de la producción de cultivos anuales en Chile.

- Adaptación Autónoma

Existe un conjunto de medidas que busca minimizar los cambios en productividad a consecuencia del cambio climático, ejemplos de ellas son la adecuación del uso de fertilizantes a los nuevos niveles de productividad, la adopción de variedades más adaptadas a las nuevas condiciones climáticas, el reemplazo de rubros productivos de cultivos anuales a frutales, entre otras. (Cifuentes y Meza, 2008). En estas medidas se exploran combinaciones de manejo productivo, uso de insumos y variedades adaptadas para hacer frente al cambio climático. Este tipo de medidas constituyen una “Adaptación Endógena o Autónoma”. No obstante lo anterior, no es posible asumir que ellas serán incorporadas de forma inmediata y automática, necesitándose planes de fortalecimiento de capacidades, investigación en manejo agronómico específico y planes de transferencia de tecnología que permitan que estos planes lleguen a generar los impactos deseados en los segmentos más vulnerables.

- **Análisis de Vulnerabilidad**

Es necesario integrar los análisis de impactos, derivados del cambio climático, con indicadores y modelos que incorporen los sistemas expuestos y sus respuestas características. A partir de ellos, se puede reconocer que variables no ambientales modifican los impactos pronosticados.

El análisis de vulnerabilidad, entendido como la intersección de los elementos biofísicos y socioeconómicos que condicionan la exposición, respuesta y capacidad adaptativa, trata de lograr una mejor identificación de los agentes sensibles, las causas de su susceptibilidad y de distinguir en tiempos y espacio su vulnerabilidad. Si bien hay algunos indicadores iniciales como los articulados a la luz de la Primera y Segunda Comunicación Nacional, todavía falta por desagregar estos resultados e identificar los ejes de vulnerabilidad y los sistemas poblaciones más susceptibles.

Los sistemas de alerta temprana de eventos climáticos que amenazan la producción silvoagropecuaria serán esenciales. Por lo anterior, es necesario intensificar la investigación sobre la vulnerabilidad de los cultivos a las condiciones del clima y al déficit hídrico.

El desafío es contar con un observatorio de condiciones climáticas e hidrológicas que permita un mejor análisis de las tendencias de estas variables y comportamiento del sistema climático. Así, se podrá brindar apoyo a los productores en su toma de decisión y mayor capacidad de anticipación a los fenómenos climáticos.

Es importante estudiar en mayor detalle el efecto que puede tener la variabilidad climática, para así realizar modificaciones en el Programa de Seguro Agrícola del Ministerio de Agricultura, y permitir a los agricultores acceder a un sistema de gestión de riesgos ajustado.

- **Desafíos en mitigación**

Además de los planes de reforestación, de bioenergía y de aumento de la eficiencia energética, existen otras medidas promisorias para mitigar las emisiones desde el sector silvoagropecuario. Dentro de ellas, la mejor gestión agrícola resalta como una que puede reducir las emisiones netas de GEI. Aproximadamente el 90% de la mitigación total se deriva de la intensificación de los sumideros (secuestro de carbono del suelo) y el resto de la reducción de emisiones. En este sentido, algunas de las opciones de mitigación en la agricultura son:

- Renovación de suelos orgánicos cultivados y de bosque nativo degradado. Estas acciones contribuyen a aumentar la capacidad de captura de carbono y por lo tanto a reducir la huella del sector.
  - Mejora de la gestión de tierras de cultivo y gestión hídrica. En la medida que los suelos son degradados, pierden capacidad de soportar poblaciones vegetales y con ello se pierde capacidad de capturar carbono. Adicionalmente, en suelos erosionados, empobrecidos y desprovistos de vegetación se degrada la materia orgánica y se pierden reservas de carbono acumuladas en su interior.
  - Mejora de la gestión pecuaria (incluida la intensidad de pastoreo, aumento de la productividad, gestión de nutrientes, gestión de incendios e introducción de especies. La emisión de gases de efecto invernadero como metano, es resultado de fermentaciones bacterianas en el tracto digestivo de los animales rumiantes y representan, desde el punto de vista energético, fuente de pérdidas para el crecimiento animal. La mejor gestión pecuaria reduce estas emisiones aumentando la productividad individual de los animales.
- Desafíos de Largo Plazo

El desafío frente a los impactos de cambio climático a más largo plazo es invertir en infraestructura, permitiendo mejorar las eficiencias de riego en zonas donde el cuidado del agua aún no se ha concientizado. Esto cobra particular relevancia en zonas del centro-sur del país, ya que, como se indicó previamente, ocurrirá un desplazamiento geográfico de la superficie destinada a cultivos de riego y frutales, hacia ese sector.

En el largo plazo será necesario desarrollar sistemas de información y mecanismos de evaluación continua de los impactos, vulnerabilidad y alternativas tecnológicas de adaptación al cambio climático, de acuerdo al tipo de agricultura y zonas agrícolas. Estos sistemas debieran contemplar la determinación de riesgos claves y oportunidades e información relevante para agricultores e industrias relacionadas que apoye la toma de decisiones productivas y de inversión de largo plazo. Esto puede lograrse a través de la creación de un centro de información dependiente del Ministerio de Agricultura especializado en impactos del cambio climático, vulnerabilidad y opciones de adaptación.

El nuevo patrón de uso de suelo tiene impactos sobre el requerimiento del recurso hídrico en la zona centro y sur del país debido al desplazamiento geográfico de la superficie destinada a cultivos de riego y frutales hacia estas zonas. Esto generará incrementos en la demanda de agua aumentando la escasez relativa. Para ello, en el largo plazo será necesario desarrollar nuevas fuentes del recurso en estas zonas, tales como el uso de acuíferos. Esto requiere del estudio y monitoreo de los

acuíferos que genere información de la disponibilidad y recarga del sistema de manera de asegurar una explotación sustentable del recurso.

Por otro lado, de la superficie de riego en Chile, sólo la mitad cuenta con embalses que le aseguran el agua; eso corresponde al 5% del total de la superficie cultivable. La mitad de la superficie sin embalses obtiene recursos hídricos, cuando hay, directamente de los grandes cauces, a través de complejos sistemas de conducción, grandes bocatomas, sifones, compuertas y marcos partidores. Como se desprende al observar la Tabla 8, que presenta las obras de regulación nacional, existen mayores déficits de infraestructura de regulación en las zonas centro-sur y sur del país.

En síntesis, los impactos económicos del cambio climático, que se traducen en ajustes en las asignaciones de tierras a las distintas especies, generan la necesidad de inversiones en infraestructura de riego y en obras de regulación. En particular se presenta la necesidad de desarrollar infraestructura de riego en las zonas centro - sur y sur donde se concentrará la producción de cultivos de riego y la fruticultura. Además, será necesario diseñar y desarrollar instrumentos de fomento para que los agricultores tengan la flexibilidad para implementar las acciones de adaptación requeridas. Estos instrumentos deben contemplar la capacitación de las alternativas productivas adaptativas al cambio climático con el fin de crear capacidades de adaptación en los productores. Por otro lado, deben considerar apoyo para el cambio en la estructura productiva del sector, potenciando su transformación y así reducir los impactos negativos del cambio climático.

En el campo de la adaptación de especies, el mayor desafío lo constituye desarrollar programas de mejoramiento genético que amplíe la gama de especies y variedades actuales. De esta forma, tanto los cimientos de la actividad exportadora, como los productos más afectados por la misma, estén adecuados a las exigencias de mayores temperaturas y, potencialmente, menor suministro de agua. Junto con el desarrollo de variedades adaptadas al fenómeno climático, se requiere de programas de investigación que determinen el manejo agronómico específico de estas especies, además del establecimiento de programas de transferencia tecnológica adecuadas a las realidades de las zonas agroecológicas afectadas.

Por último, con el fin de apoyar a los productores y trabajadores de las zonas más afectadas negativamente por el cambio climático, es recomendable fortalecer las redes sociales de protección actualmente existentes.

- Institucionalidad

Con el fin de hacer frente a los efectos que el cambio climático provocará sobre la productividad de la agricultura nacional, la localización geográfica de los cultivos y sus rendimientos, en mayo se constituyó el Consejo de Cambio Climático y Agricultura, presidido por la Ministra de Agricultura y con la secretaría técnica a cargo de la Unidad de Cambio Climático de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Este responde a la necesidad de preocuparse por una adaptación del sector silvoagropecuario a los efectos del Cambio Climático. El objetivo es apoyar al Ministerio de Agricultura en la definición de los principales aspectos y prioridades a considerar en un programa de adaptación al cambio climático en el ámbito silvoagropecuario, y en la determinación de las principales medidas de mitigación que se podrían implementar en las actividades sectoriales.

La institución a cargo de los temas silvoagrícolas nacionales por excelencia es el Ministerio de Agricultura de Chile (Minagri). Dentro del mismo, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) resalta por el hecho de ser el ente encargado de generar, adaptar y transferir tecnologías para lograr responder competitivamente a los desafíos del país. Este año, ha impulsado la creación de centros especializados en la mejora productiva y tecnológica de cultivos particulares, dentro de los que se puede mencionar los Frutales de Carozo, Berries, Paltos y Hortalizas. Además, está impulsando la mejora productiva de la uva de mesa. Para esta última, se están utilizando portainjertos tolerantes a suelos con limitaciones físicas y técnicas de manejo agrícola que mejoran las condiciones de aireación de las raíces. Los proyectos mencionados no contemplan el enfoque del cambio climático ni su adaptación, pero las investigaciones de mejora tecnológica, productiva y de optimización de recursos, colaboran con esta misión.

Por su parte, la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del Minagri impulsa procesos de innovación. Este organismo colabora con el diseño de las políticas gubernamentales relacionadas al fenómeno de Cambio Climático y a la adaptación al Cambio Climático. Dentro de esta línea, la FIA participó en la conformación del Consejo de Cambio Climático y Agricultura. Por otro lado, ha licitado varios estudios relacionados al tema con el apoyo de la Unidad de Cambio Climático de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA).

ODEPA tiene como misión fortalecer la gestión del Ministerio de Agricultura y de los agentes públicos y privados involucrados en el ámbito silvoagropecuario, a través de la prestación de servicios de asesoría e información. En cumplimiento de su misión, la Unidad de Cambio Climático de ODEPA ha encomendado varios estudios sobre el impacto del fenómeno en el sector silvoagropecuario. Los más emblemáticos son el “Estudio de vulnerabilidad y adaptación del sector

silvoagropecuario al cambio climático” y “Estimación del Impacto Socioeconómico del Cambio Climático en el Sector Silvoagropecuario de Chile.”

El Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, del Minagri es una institución encargada de apoyar el desarrollo de la agricultura, los bosques y la ganadería, a través de la protección de la condición fito y zoonosanitaria del país, mediante la prevención, control y erradicación de plagas y enfermedades de importancia económica nacional, uno de los parámetros que el cambio climático afectará.

Por último, la Comisión Nacional de Riego (CNR) del Minagri fue creada con el fin de asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país. Sus principales objetivos de gestión son:

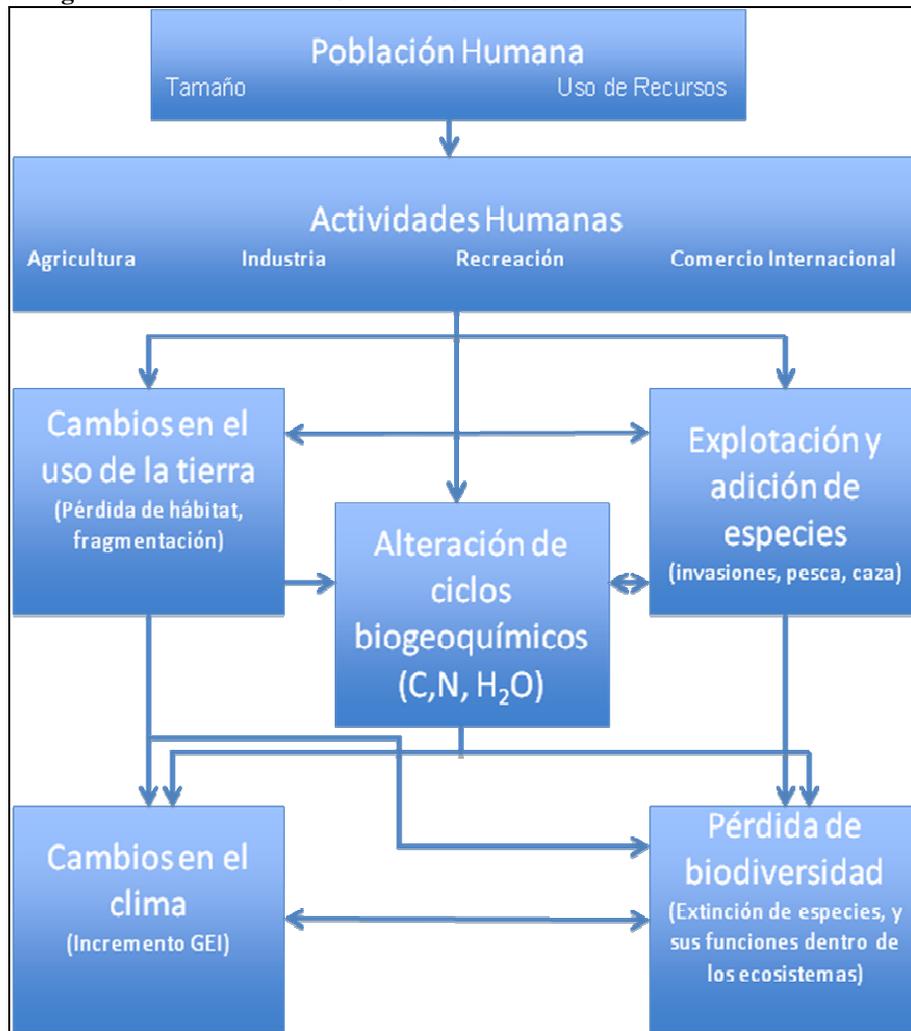
- Contribuir a la formulación de la política de riego nacional.
- Mejorar la eficiencia del riego a través de proyectos de desarrollo y transformación productiva.
- Focalizar los esfuerzos hacia el desarrollo de regiones extremas del país y grupos de productores en situación vulnerable.
- Fomentar la inversión privada en obras de riego mediante la optimización de inversiones y asignación de subsidios en riego y drenaje.
- Evaluar la factibilidad técnica y económica de inversiones en obras rentables de riego de las cuencas hidrográficas del país.

La CNR está organizada en un Consejo de Ministros integrado por los ministros de Agricultura -quien lo preside-, Economía, Fomento y Reconstrucción, Hacienda, Obras Públicas y Planificación y Cooperación. Además, cuenta con una Secretaría Ejecutiva, cuya función principal es ejecutar los acuerdos que el Consejo adopte, para lo cual, está organizada en cuatro departamentos operativos y un departamento ejecutivo que actúa como coordinador de los anteriores. Esta institución no contempla en sus lineamientos al cambio climático, sin embargo, puede fomentar acciones en su favor.

### **I.3 Impactos y adaptación en recursos ecosistémicos**

Uno de los impactos del Cambio Climático en nuestro país, es la pérdida de biodiversidad, producto del cambio en el uso de la tierra, recién mencionado, sumado a la alteración de ciclos biogeoquímicos derivados de la actividad humana. Esta pérdida de biodiversidad, se traduce en la alteración de los servicios que los ecosistemas prestan a la humanidad y que hacen posible su existencia y bienestar, tales como proveer de suelo para cultivar, polinización, nutrientes, agua pura, regulación de desastres y enfermedades entre otros (Figura 24). En esta sección proveeremos de los principales efectos del CC sobre la biodiversidad en el contexto del cambio Global (Figura 23) y los servicios que ésta diversidad presta para el desarrollo y bienestar social (Figura 24).

**Figura 23: Efectos del Cambio Climático sobre la Biodiversidad.**



Fuente: Modificado de Vitousek et al. (1997)

- Diagnóstico

El calentamiento reciente del planeta ha inducido una serie de respuestas biológicas y ecológicas en plantas y animales (e.g., Parmesan 2006) y se anticipa que sus efectos podrían redundar en la extinción de un gran número de especies (e.g. Thomas et al. 2004). Aquellas respuestas que son consistentes con el calentamiento global se denominan "huellas digitales" o "fingerprints" del calentamiento y son aparentes en, por ejemplo, la fenología (i.e. el inicio y duración de las distintas etapas de un ciclo vital en plantas y animales) y la distribución geográfica de las especies, como por ejemplo la ampliación de los rangos de distribución hacia latitudes más septentrionales en el Hemisferio Norte y meridionales en el Hemisferio Sur (e.g. Chapin et al. 2004). Lo mismo se

observa en relación a la distribución de especies en altura (Grabherr et al. 1994, Hickling et al. 2006). Por ejemplo en las montañas de Europa Occidental las especies de plantas han incrementado sus distribuciones en altura en 29 m en promedio por década en respuesta al calentamiento global (Lenoir et al 2008). Los movimientos de las especies, implican una reestructuración de las comunidades y ecosistemas de los que forman parte y por lo tanto un cambio en la magnitud de los servicios que estos prestan para el bienestar humano (e.g. Schröter et al. 2005).

**Figura 24: Servicios que la Biodiversidad presta al desarrollo y bienestar social.**



Fuente: Elaboración de los Ecosistemas del Milenio

Para el caso de Chile, y como parte del informe CEPAL (2009), se llevó a cabo la modelación de la respuesta potencial frente al cambio climático en Chile, para 160 especies; 16 especies de anfibios, 16 especies de reptiles, 36 especies de mamíferos, y 92 especies de árboles y arbustos. Los modelos ajustados para describir la distribución actual de estas especies se caracterizaron por un muy buen desempeño estadístico, lo que permitió realizar estimaciones del cambio potencial en hábitat idóneo para las 160 especies estudiadas, es decir aquel hábitat que presenta las mismas características climáticas que el que la especie habita en la actualidad. Los resultados obtenidos predicen que en promedio un 85% del

hábitat idóneo disponible actualmente para las especies se mantendría sin cambios bajo el escenario B2. A su vez, bajo el escenario A2, se espera que en promedio el 77% del hábitat idóneo disponible actualmente para las especies se mantenga sin cambios. Lo anterior implica que la pérdida de hábitat idóneo es en promedio entre 15% y 23% para los escenarios B2 y A2 respectivamente pudiendo llegar a un máximo de entre un 48% y un 70%. En general, las especies que poseen una distribución geográfica restringida y que por lo general tienen problemas de conservación, son las más afectadas pudiendo reducir su rango de distribución entre un 37% a un 48% para el caso del escenario B2 y A2 respectivamente.

En términos de los efectos espaciales de estos cambios, se pudo apreciar que en la mayoría de los casos, la tendencia fue a un desplazamiento del hábitat idóneo hacia el sur y hacia sitios de mayor elevación. Esto puede ejemplificarse examinando la distribución de hábitat idóneo para dos especies: *Rhinoderma darwinii* y *Myrceugenia parvifolia*. Para ambas especies se puede apreciar como la proyección de hábitat idóneo presenta desplazamientos hacia el sur en general, con pérdida de hábitat a lo largo de sectores bajos de la depresión intermedia, lo que ha sido descrito en muchos otros sistemas como la tendencia a desplazarse hacia los polos y hacia las cumbres de los sistemas montañosos. Como parte de este análisis también se estudio el potencial efecto que tendría la matriz de uso humano del suelo, en limitar el desplazamiento de las especies en respuesta al CC. Los resultados indican que existen importantes efectos negativos sobre la adaptación de las especies ante el cambio climático debido a la intervención y fragmentación del paisaje debido a la utilización humana del suelo. Estos efectos redundarían en que muchas especies verían reducido su rango de distribución en más de un 80% lo que potencialmente las coloca en una situación de Peligro Crítico. No obstante es necesario realizar esta evaluación para un mayor número de especies.

Uno de los grandes vacíos de información hace referencia a que pasará con los servicios ecosistémicos que estas especies proveen dentro de los ecosistemas. Desafortunadamente, existen pocos estudios de servicios ecosistémicos en ambientes terrestres en Chile. Entre éstos sobresalen los trabajos de Núñez et al. (2006), Oyarzún et al (2004-2005) y Lara et al (2008). Estos autores demuestran que la cobertura de bosque nativo en las cuencas del sur de Chile se asocia con un aumento en los caudales de ríos y escurrimiento de agua en verano, aumento en la calidad de ésta (menos sedimento) y una mayor abundancia de peces, y por lo tanto afecta a dos servicios ecosistémicos de alta importancia económica: abastecimiento de agua y pesca deportiva. Sin embargo, se desconoce como estas cuencas, dominadas por especies de árboles del género *Nothofagus*, serán afectadas por el CC y como los servicios ecosistémicos de provisión de agua y recreación se verán afectados. Este tipo de análisis es urgentemente requerido para los distintos servicios ecosistémicos que presta la diversidad.

Una manera de asegurar la biodiversidad y las funciones que ésta presta al bienestar humano es a través de proteger determinados hábitats del impacto del hombre, a través de un sistema o Red de Áreas Protegidas (RAP). El gobierno de Chile ha hecho inversiones sustanciales en el interés de asegurar la integridad de su patrimonio en biodiversidad. Esto se ve reflejado a través de su Sistema Nacional de Áreas Protegidas que en conjunto con iniciativas privadas y áreas de conservación consagradas en convenios internacionales ha llegado a cubrir alrededor de un 20% de la superficie continental del país. Sin embargo, la distribución de éste porcentaje está fuertemente sesgada a los extremos norte y sur del país, siendo ineficiente en proveer una adecuada cobertura de la biodiversidad presente en los ecosistemas de tipo Mediterráneo, entre la IV y VIII regiones del país. Un estudio reciente llevado a cabo por Tognelli et al. (2008) señala que una alta proporción de especies (13% de un total de 653 especies de aves, reptiles, anfibios y mamíferos) no se encuentran representadas en la actúa RAP. De hecho dentro del país, los ecosistemas Mediterráneos son los que contienen mayor biodiversidad y son reconocidos internacionalmente como un “hotspot” de biodiversidad (Myers et al. 2000, Arroyo et al. 2004, 2006) pero son unos de los menos protegidos a nivel nacional, con menos de un 5% de su superficie en la RAP (Arroyo y Cavieres 1997, Armesto et al. 1998, Marquet et al. 2004, Tognelli et al. 2008) si a esto sumamos el hecho de que el impacto de las actividades humanas en los ecosistemas Mediterráneos ha sido severo como consecuencia de la expansión de centros urbanos y el avance de las fronteras ganadera y agrícola, la sustentabilidad de la protección de la biodiversidad se ve seriamente amenazada en el contexto de un clima cambiante. Uno de los puntos más álgidos son los conflictos que potencialmente pudieran surgir entre acciones de adaptación y mitigación enfocadas en sectores como energía y alimentos las que podrían no ser compatibles con aquellas necesarias para la biodiversidad (Fuentes y Muñoz 1993, Hannah et al. 2005).

Aunque se desconoce como los distintos ecosistemas de Chile responderán al cambio climático, sabemos que su ocurrencia espacial está altamente determinada por la temperatura y la precipitación, por lo que el efecto del CC podría ser potencialmente importante (Arroyo et al. 1993).

- Acciones actuales

Desde 1994, Chile ha efectuado una serie de acciones para materializar sus obligaciones internacionales en materias de cambio climático, como la ratificación de Convención sobre Cambio Climático en Diciembre de 1994, y el Protocolo de Kyoto en agosto de 2002. Estos esfuerzos han ido asociados a la creación de una institucionalidad interna que permita la toma de decisiones en torno al cambio climático. Destaca en este ámbito la creación del Comité Nacional Asesor Sobre Cambio Global (CNACG) en 1996. Este Comité surge como

consecuencia de la firma por parte del Gobierno de Chile, en mayo de 1992, del acuerdo para la creación del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI) y que entre sus objetivos destacan:

- Promover la participación regional para la investigación interdisciplinaria sobre el Cambio global;
- Patrocinar y/o realizar programas y proyectos científicos;
- Efectuar a nivel regional investigaciones que no puedan ser efectuadas por ningún Estado o Institución;
- Mejorar la capacidad científica y técnica, y la infraestructura de Investigación de los países de la región;
- Mejorar el conocimiento público y proporcionar información científica a los gobiernos para la elaboración de políticas en materias de Cambio Global.

Oficialmente, Chile pasó a ser parte del IAI sólo a partir de octubre de 1994, fecha en la cual ratificó el acuerdo de 1992. La pertenencia de Chile en el IAI le permitió a sus científicos postular a los proyectos ofrecidos por este fondo, en temas de cambio climático y su efecto sobre la biodiversidad, entre otros.

El CNACG se crea por medio del Decreto 466, con el objeto de asesorar y coordinar a las distintas instituciones vinculadas a los temas de cambio climático y de cambio global, y en especial al Ministerio de Relaciones Exteriores y a la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Este Comité tiene como funciones: a) asesorar Ministerio de Relaciones Exteriores en lo que dice relación con la posición nacional respecto del Convenio Marco sobre Cambio Climático, del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global, de los Convenios sobre deterioro de la capa de ozono, y de cualquier cambio climático y global que le solicite el Ministerio de Relaciones Exteriores. b) Asesorar a la Comisión Nacional del Medio Ambiente en todas aquellas materias que se relacionan con el cambio global en el territorio chileno y en la implementación nacional de planes y programas que se establezcan; c) Asesorar a las instituciones dedicadas a la investigación del cambio global y a todas aquellas que así lo requieran y/o lo soliciten; d) Servir de mecanismo de coordinación entre todas las entidades vinculadas a los temas relativos a los cambios climáticos y globales. Una de las labores de este Comité fue la de elaborar los Lineamientos Estratégicos en Materia de Cambio Climático para Chile, los que fueron aprobados por el Consejo Directivo de CONAMA en 1998 y posteriormente La Estrategia Nacional de Cambio Climático en el 2006 y el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012 (CONAMA, 2007).

El PNAC, reconoce a la biodiversidad como una de las líneas prioritarias de acción que deberá ser cumplida a través del desarrollo de proyectos específicos bajo la supervisión de CONAMA. La línea de acción de biodiversidad sugiere la

necesidad de identificar hábitats y especies más vulnerables al cambio climático y evaluar su capacidad de adaptación. En específico, se señalan las siguientes acciones:

1. Evaluar los efectos del cambio climático en zonas de alto valor ambiental.
2. Analizar los efectos del cambio climático sobre especies en categorías de conservación.
3. Iniciar programas de restauración ecológica en sistemas degradados.
4. Realizar estudios de impactos del cambio climático con información existente de áreas fiscales de alto valor patrimonial, como por ejemplo islas oceánicas, otras que contengan cuencas completas, glaciares o bien, aquellas que constituyen oasis en ecosistemas de desierto absoluto.
5. Desarrollar el Proyecto de Observatorio Geodésico Transporte Integrado (TIGO), con el objeto de tener niveles precisos de medición de factores terrestres que inciden en el cambio climático.

Finalmente en Mayo del 2008 se constituyó un Consejo Asesor del Ministerio para el Cambio Climático, con presencia de representantes del mundo privado, organizaciones campesinas, académicos y los principales organismos de gobierno que deben acometer el trabajo de enfrentar el cambio climático. Sin embargo este Consejo está orientado a asesorar la adaptación, mitigación y desarrollo de capacidades en el ámbito silvoagropecuario.

A parte de estas iniciativas, merece una segunda mención la Ley Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal (Ley 20.283) ya que, a través de propender a la protección y mejoramiento de los bosques nativos mediante la regulación de su usos, pretende proteger la biodiversidad y a reducir las emisiones de GEI provenientes del sector. Lo mismo se puede decir de la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente. Sin embargo, el efecto de estos cuerpos legales es sólo indirecto, ya que no consagran mecanismos explícitos para hacer frente al Cambio Climático.

- Desafíos de corto y mediano Plazo

El diseño de políticas públicas y planes que permitan mitigar los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad, pasan necesariamente por fortalecer, en el corto plazo, las capacidades del país en relación a anticipar potenciales efectos del cambio climático sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que ésta sustenta. Esto requiere de inversiones en infraestructura y en la adecuada administración de una red de sitios de monitoreo de cambio climático y biodiversidad, que además de monitorear biodiversidad, también sean capaces de monitorear el estado de los servicios ecosistémicos y otros componentes del Cambio Global como ser, monitoreo de especies invasoras, transformación del

paisaje por parte del hombre y explotación de especies y ecosistemas.

Un segundo desafío en el corto plazo, tiene que ver con fortalecer la red de Áreas Protegidas a través de la inclusión progresiva de nuevos sitios en terreno fiscal y de fomentar una presencia incremental de privados por medio de la generación de cuerpos legales e incentivos tributarios que permitan masificar ésta práctica.

En el mediano plazo, es necesario generar las instancias de análisis y toma de decisiones que permitan una mirada sistémica de los desafíos que implica el cambio climático. Esto en tanto que políticas de mitigación y adaptación de un sector (e.g. agricultura, energía) pueden impactar negativamente la biodiversidad.

- Desafíos de largo plazo

En un horizonte de largo plazo, es necesario, además de continuar con la generación de análisis para promover una toma de decisiones acertada, fortalecer programas de difusión y por sobre todo la educación sobre el tema a nivel enseñanza básica y media.

- Institucionalidad

Los esfuerzos actuales en el tema de biodiversidad, si bien es cierto están bien encaminados requieren de ser potenciados con una mayor presencia de entidades técnicas como ser los Centros de excelencia científicos apoyados por programas como FONDAP en CONICYT y Millenio en MIDEPLAN, además de otros apoyados por Universidades. Los desafíos que impone el cambio climático son por naturaleza interdisciplinarios y requieren de la participación de una amplia gama de científicos además de las instituciones públicas. La institucionalidad, actualmente representada por el CNACG, no se vislumbra con el poder de concertar y potenciar la toma de decisiones en éste ámbito por lo que una entidad transversal a distintos Ministerios pudiera ser en la práctica más dinámica y con mayor capacidad de influenciar la toma de decisiones.

## **I.4 Impactos y adaptación en recursos pesqueros y acuícolas**

El Cambio Climático afectará de manera muy diferencial a los ecosistemas del planeta. La información sobre los efectos de estos cambios sobre la pesca y la acuicultura en el mundo presenta uno de los mayores vacíos de conocimiento (Stern, 2007). Esto no es menor pues aproximadamente 1000 millones de personas en todo el mundo dependen, directa o indirectamente de la pesca y la acuicultura, como suministro de proteínas.

- Diagnóstico

En la actualidad, más de 50 millones de pescadores de pequeña escala y de subsistencia están repartidos por las costas del mundo. Estas flotas locales dan cuenta del desembarque de entre 30-35 millones de toneladas de productos pesqueros silvestres (no cultivados), que en su gran mayoría son de consumo directo. Por otro lado, la pesca industrial da cuenta de aproximadamente 50-60 millones de toneladas de productos pesqueros silvestres al año. Por otra parte, en el año 2004 la acuicultura aportó cerca de 59 millones de toneladas, con lo que el mercado mundial de consumo de productos pesqueros tuvo un valor total de 227 mil millones de dólares americanos y de ellos la pesca extractiva (especies silvestres) fue responsable de aproximadamente un 66% y la acuicultura (agua dulce y marina) de un 34%. (El diagnóstico pesquero nacional se trata con mayor detalle en el Apéndice I.10)

Los principales recursos pesqueros nacionales extraídos, son: anchovetas, sardinas y, en especial, el jurel (SERNAPESCA, Castilla, en prensa, Castilla & Gelcich, en prensa). En su gran mayoría, estas especies son destinados para reducirlos en harina de pescado y dan cuenta de aproximadamente el 80-85% de los desembarques.

En cuanto a la acuicultura, en el año 2005 operaban en Chile 2057 centros de cultivo marinos y las principales especies cultivadas eran todas importadas: salmón del Atlántico, salmón del Pacífico, trucha arcoíris, salmón plateado, turbot, salmón rey, abalón japonés, abalón rojo y ostra del Pacífico o japonesa. Estas especies dan cuenta de más del 80% de los desembarques de la maricultura de Chile. Entre las especies cultivadas autóctonas de Chile, sólo destaca (en volumen) el chorito negro, del cual en 2008 se cultivaron sobre 180.000 toneladas. Así, se puede afirmar que, con excepción del chorito negro, la maricultura de especies autóctonas chilenas es bajísima y que el verdadero fenómeno en la acuicultura nacional es la pesca de salmónidos importados desde otras latitudes. En el año 2008 los salmónidos alcanzaron desembarques de aproximadamente 600.000 toneladas y sus valorizaciones en exportaciones fueron cercanas a los 2400 millones de dólares.

En cuanto a las amenazas que trae el cambio climático para los sistemas oceánicos o costeros a nivel mundial (FAO, 2008) pueden agruparse, en líneas generales, en 7 grandes categorías:

1. Modificaciones en la química del Océano y acidificación del agua de mar por exceso de disolución de CO<sub>2</sub> atmosférico que traería impactos en las tasas de fertilización de larvas o esporas, modificaciones de las morfologías de estadios tempranos, reducciones en la producción de huevos, lo que llevaría a impactos de más largo plazo o crónicos, tales como la reducción

en la sobrevivencia de adultos y retardos en el crecimiento (Ishimatsu et al. 2004, 2008).

2. Incrementos de las “masas de aguas muertas”, hipóxicas o anóxicas que podrían afectar la composición de la biodiversidad marina (Vaquer-Sunyer y Duarte, 2009) y de los recursos pesqueros.
3. Modificaciones en los patrones de vientos, tanto en dirección, persistencia como intensidad y sus impactos en procesos oceánicos/costeros como intensificación de las surgencias (Bakun, 1990) y en otros procesos oceánicos (Falvey y Garreaud, 2009).
4. Reducciones o en algunos casos incrementos, de la salinidad del agua de mar en sitios por derretimientos masas de hielos polares, con especial impacto sobre ecosistemas y stocks pesqueros en zonas marinas.
5. Aumento de la temperatura promedio del agua de mar y variaciones de los extremos, provocando incrementos en los desplazamientos de especies invasoras, impactos sobre las fisiologías y reproducción de las especies, modificaciones de stocks pesqueros y desequilibrios comunitarios.
6. Impactos en las interacciones Tierra-Océano y aumento del nivel del mar
7. Impactos acumulativos, interactivos y sinérgicos entre los factores anteriores y otros cambios globales (pesquerías, capa de ozono, pérdida y transformación de hábitat y diversidad) y niveles poblacionales, comunitarios o ecosistémicos (IGBP, 1990 a,b, Jansson, 1988 , Paw y Thia-Eng , 1991, Smith y Buddemeier, 1992, Wulff y Stigebrandt, 1989, Ruhl et al., 2004).

- Acciones actuales

La CONAMA en conjunto con el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile (2006) prepararon un estudio sobre la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI. En este estudio no hay ninguna referencia a las amenazas del cambio climático en Chile en relación con los ecosistemas marinos o los recursos pesqueros o de de la acuicultura. Adicionalmente, el estudio de la Economía del Cambio Climático (CEPAL, 2009), varias veces mencionado a lo largo de este documento, contiene información general sobre los recursos marinos de Chile, en especial los de la pesca extractiva y sobre las valorizaciones tanto de la pesca extractiva como de la acuicultura, que en el año 2005 sobrepasaron los 3000 millones de dólares (61% correspondientes a la acuicultura y 39% a la pesca extractiva).

Estudios climatológicos, relacionados con cambio climático y con especial trascendencia para el sector oceánico chileno, como el de Falvey y Garreaud (2009) reportan sobre las tendencias de temperaturas observadas en estaciones de Chile entre 1979-2006. En este caso, los autores sugieren que el debilitamiento del Anticiclón del Pacífico durante las décadas recientes, lo que se ve como una consecuencia del calentamiento global, que puede estar jugando un rol mayor en el enfriamiento observado en el océano de esa parte de Chile. Si el océano costero del norte y centro de Chile muestran tendencia de largo plazo en dirección-la Niña o el Niño pueden dar luces potentes sobre los posibles impactos del Cambio Climático en nuestros océanos y recursos. Por otra parte, los análisis de vientos en el Pacífico Sur Oriental y proyecciones del cambio climático que se han realizado (Garreaud y Falvey, 2009) indican que existiría un incremento de los vientos del sur ocurrían entre 37°-41° S, durante la primavera y el verano, con incrementos de la surgencia (upwelling) en esa región de Chile. Los autores sugieren posibles enfriamientos de las masas de aguas en esas latitudes. De ello se podrían colegir incrementos en productividad primaria y secundaria en las pesquerías y de allí posibles conexiones futuras con expansiones de zonas de mínima de oxígeno.

Finalmente, trabajos relacionados con variaciones decadales (Pacific Decadal Oscillation, PDO; ver Mantua et al. 1997, Francis et al. 1998), indican que efectivamente, la temperatura del aire, océano, CO<sub>2</sub> atmosférico y desembarques de estos recursos (el esfuerzo pesquero); la productividad costera y del océano abierto se han modificado a lo largo de un periodo de 50 años. Estas variaciones o desplazamientos (shifts) deben ser tomadas en cuenta cuando se analizan y consideran los efectos humanos en los cambios climáticos y sus relaciones con el manejo sustentable de los recurso pelágicos del pacífico Sur Oriental. No es fácil identificar estos shifts en los ecosistemas y ello requiere de la construcción de bases de datos de largo alcance. Sin embargo, una materia es la identificación de estos shifts inter-decadales y otra es desentrañar los mecanismos que los producen. Esto, adicionalmente, requiere de esfuerzos de investigación concertados sobre espacios oceánicos e interacciones océano-atmósfera, que tiene relación con espacios hemisféricos, más que con países individuales. Uno de esos esfuerzos se debe realizar en el gran ecosistema de la Corriente de Humboldt en el Pacífico Sur Oriental, el fenómeno ENSO, tanto en sus connotaciones tropicales como en latitudes más altas (Yeh et al. 2009) y esto con teleconexiones.

- Desafíos de Corto Plazo

En el corto plazo (próximos 2-3 años) lo más necesario para Chile es el montaje de una red de monitoreo climatológico que cubra adecuadamente las principales eco-regiones, marinas y terrestres y los sistemas productivos y los habitables del país. Esta medida es de suma urgencia pues Chile y el Pacífico Sur Oriental representan una región del planeta clave para entender algunos de los motores de cambio

climático más resaltantes del sistema Tierra (Lenton et al. 2008). En esta red deben estar representadas fundamentalmente las grandes macro-regiones costeras y oceánicas: Norte grande, Norte chico, Zona Central, Zona Sur, Zona de los fiordos y canales Patagónicos, Zonas de mares interiores como Chiloé, Zona sub- antárticas y Antártica. Las islas oceánicas de Chile deberían jugar un rol especial, en particular Isla de Pascua, Sala y Gómez, Las Desventuradas, Archipiélago de Juan Fernández e Isla Mocha. Los 10-12 laboratorios marinos costeros ya existentes a lo largo del país deberían configurar la columna vertebral para la toma de datos costeros (litorales) y de plataforma continental. Adicionalmente, es necesario el establecimiento de una red de boyas oceanográficas de mar abierto con registros oceanográficos y climáticos continuos.

Chile puede aportar a la comunidad internacional importante información de monitoreo que ayude a validar los modelos climáticos. Para lo anterior se hace primordial establecer sistemas de Consorcios con Universidades y organismos del Estado (eg. Marina de Chile, Fuerza Aérea, Ejército, CONAMA, SS Pesca) que puedan monitorear y analizar la data. Ésta debiera ser de uso amigable y contar con sistemas abiertos de acceso. La entrada en operación del nuevo Buque de Investigación Oceanográfica “Cabo de Hornos” (aproximadamente Diciembre 2010) debería ser una instancia para organizar estos “*Consortios-Observatorios del Cambio Climático*”. La nueva plataforma deberá servir para incrementar la información de mar abierto y la periodicidad de cruceros oceanográficos que se realizan anualmente en Chile (que es muy reducida). La información recogida debería catalizar e incrementar la investigación en modelos climáticos a nivel de la región y del mundo. Las anteriores son oportunidades que están latentes y no se han concretado en el país. Obviamente que la data recogida debería ser usada a adicionalmente para alimentar modelos pesqueros o actividades de acuicultura a lo largo del país.

Respecto de la acuicultura en Chile, el gobierno ha tomado ya una posición y ha conformado dentro del Ministerio de Economía un grupo de expertos y especialistas que, durante el año 2009, han estudiado las diferentes alternativas para dejar atrás la crisis del salmón, diversificar la acuicultura en Chile y modificar leyes y reglamentos. Será en éste esquema, que se finalizará en Enero 2010, que los posibles cambios climáticos que ocurran en Chile y en el Pacifico Sur Oriental deberán ser incorporados/analizados.

Muy desafortunadamente, el BCG, 2007 no consideró la problemática de los cambios climáticos en su estudio de referencia.

- Desafíos de Largo Plazo

En el largo plazo (próximos 30-50 años) la información recogida por los “Consortios-Observatorios del Cambio Climático” irán indicando las posibles amenazas y adaptaciones necesarias para los sistemas marinos. Con el escaso conocimiento con que se cuenta hoy en Chile (al menos respecto de series de tiempo costeras u oceánicas de larga duración) no es posible adelantar líneas claras de acción, aunque, sí de investigaciones potenciales. El seguimiento de los fenómenos típicos de la cuenca del Pacífico, en especial PDO y ENSO y la Zona de Mínima de Oxígeno (ver arriba) se potenciaría con estas acciones de monitoreo. Estos fenómenos están directamente ligados con modificaciones de algunos stocks pesqueros claves para Chile. De especial interés serán los seguimientos de cambios climáticos (con mayor frecuencia) que pueden acontecer en el Mar Interior de Chiloé y en los fiordos y canales del sur de Chile, donde se localizan importantes inversiones en acuicultura. Por ejemplo, leves modificaciones de las temperaturas o contenidos de oxígeno de las masas de agua (o aun mayor frecuencia de temperaturas extremas en la columna de agua) pueden traer como consecuencia daños importantes (necesidad de adaptaciones) en los planteles de los acuicultores.

- Institucionalidad

En Chile, la actividad pesquera extractiva (marina) chilena se caracteriza nítidamente por agruparse en dos subsectores: Artesanal e Industrial. Tanto la flota pesquera artesanal como la industrial están regidas por la Ley 18.892 de Pesca y Acuicultura de 1991.

Las instituciones de Estado y las Universidades nacionales no cuentan o no practican la cultura de los “Consortios”. Si se practica la cultura de los “Convenios”, muchos de los cuales quedan sólo en el papel. Los naturaleza de los cambios climáticos, la necesidad de cooperación amplia y transversal, multi e interdisciplinaria, debería plasmarse en el Chile del 2010-2050 en la configuración de 2-3 Consortios mayores en términos de “Observatorios del Cambio Climático”.

La otra alternativa es la materialización de un “Consortio” asociado a entidades clave en el marco institucional de cambio climático marítimo que continúen la experiencia de los “Consortios de Observatorios”. Para ello, se requieren mayores inversiones y éstas deben focalizarse en equipamiento de punta. Por ejemplo para todas las Estaciones o Laboratorios Marinos, como Base Antártica Presidente Frei, P. Arenas-U. de Magallanes, Aysén-CIEP, U. Los Lagos, Calfuco-U. Austral, Dichato-U. de Concepción, Las Cruces-P Universidad Católica de Chile, Quintay-U. A. Bello, Coquimbo-U. del Norte, U. de Antofagasta, Huaquique- U. A. Prat, se requieren estaciones meteorológicas, equipamiento para seguimientos litorales/costeros de la columna de agua de temperatura, salinidad, CTDs, ADCPs y

boyas costeras dentro de la plataforma continental. También deberían existir 2-3 Consorcios para el estudio de aguas más oceánicas dentro de las 200 millas de la Zona Económica Exclusiva. La puesta en marcha del Buque Cabo de Hornos (con una inversión nacional de aproximadamente 60 millones de dólares) debería catalizar la consolidación de estos Consorcios.

El país necesitará un presupuesto centralizado acorde con los desafíos para asegurar una cantidad de días de navegación (200 o más al año) para el “Cabo de Hornos”. El acceso a esos fondos (al igual que como ocurre en la National Science Foundation) debería estar abierto a los proyectos de investigación ganadores en los concursos nacionales de investigación. No es posible que en Chile cada proyecto oceanográfico siga planificando independientemente su propio crucero. Se necesitan esfuerzos institucionales (CONICYT, SHOA) para centralizar este presupuesto nacional y asegurar a los proyectos ganadores de los concursos los días de navegación y los tracks oceánicos requeridos. Sobre la base de lo que existe hoy, esto es un desafío institucional.

- Comentarios Finales

Nuestra ignorancia y falta de predicción sobre los efectos que podría concretamente acarrear el cambio climático en los ecosistemas marinos costeros y oceánicos en el mundo se refleja en las generalidades con que el tema se trata por la FAO y el Informe Stern. La FAO (2008) resalta posibles impactos negativos o positivos del cambio climático en las poblaciones y comunidades naturales oceánicas, del mismo modo que en especies cultivables. Para la acuicultura estos impactos podrían ser directos e indirectos y provenir por ejemplo de modificaciones de las temperaturas ambientales, que podrían permitir/facilitar el ingreso de nuevas especies de cultivo, o ser perjudiciales por estreses térmicos. El Informe Stern (Stern, 2007) da una relevancia muy general a los cambios mayores futuros en el océano y sus recursos pesqueros derivados de modificaciones de pH (Tabla 1 del Informe Stern), sólo para escenarios de incrementos de la temperatura promedio del planeta por sobre 5°C. Se indica, en general, que dichas alzas de temperatura, y consiguiente acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y disolución en el océano, alterarían seriamente los ecosistemas marinos y posiblemente las reservas pesqueras. Por otra parte, referente ecosistemas marinos tropicales, se establece que para incrementos de aproximadamente 1°C los ecosistemas que más se verían afectados serían los arrecifes de coral, con blanqueamientos o mortalidades del 80% (Hughes et al. 2003) Adicionalmente, en éste estudio se menciona que si bien es cierto que algunas especies de organismos marinos podrían expandir sus rangos geográficos, la gran reducción del volumen de nutrientes provocado por el calentamiento global podría limitar el crecimiento de muchos de ellos (además ver Lane, 2007). Aparte de lo anterior el Informe Stern reconoce abiertamente que la información en torno a los probables efectos del cambio climático sobre la pesca (y

acuicultura) es muy limitada y representa un importante vacío de conocimiento a nivel mundial.

## **I.5 Impactos y adaptación asociado a obras de infraestructura**

- Diagnóstico

Se destacan dos potenciales impactos del cambio climático asociados a temas de infraestructura: por una parte existen los potenciales impactos en la infraestructura costera y los otros son los impactos en infraestructura terrestre.

- Impactos en infraestructura costera

El nivel del mar ha estado subiendo a nivel global a una tasa promedio mundial de 1.8 mm/año (IPCC, 2007). Este ascenso y las proyecciones futuras de ascenso estarían relacionadas a una expansión del volumen de los océanos debido a un aumento de su temperatura y a un aumento del aporte de agua fresca producto del derretimiento de nieves y hielos. Para el futuro se proyecta que este aumento del nivel del mar llegue a valores cercanos a los 20 cm. en la costa norte del país y del orden de 10 cm. en la costa sur (DGF-CONAMA, 2007). Existen, sin embargo, incertidumbres con respecto a los impactos locales asociados a estos cambios y su relación con los cambios relativos producto de la actividad sísmica a la que se ve afectada el país (CEPAL, 2009). Tampoco existe información con respecto a los potenciales impactos asociados a cambios en oleajes y marejadas que podrían ocasionar impactos en la infraestructura costera e impliquen cambios en los diseños de obras futuras. Se requiere de nuevos estudios para evaluar este tipo de impactos a futuro.

- Impactos por aumento de línea de nieves

De acuerdo a lo presentado en CEPAL (2009) pese a que habría una disminución en la ocurrencia de eventos con altos niveles de precipitación a futuro, estos ocurrirían de manera cada vez más frecuente asociados a condiciones con altos niveles de temperatura. Cuando un evento de alta precipitación se conjuga con altas temperaturas existe un aumento desproporcionado de la ocurrencia de eventos hidrológicos extremos. Esto producto del aumento de temperatura y su consecuente aumento en la línea de nieves (altura a la que la precipitación ocurre en forma de nieve), generando un aumento del aporte de agua superficial a la cuenca. Estos eventos han ocasionado, históricamente, los peores desastres asociados a inundaciones, aludes y aluviones (CEPAL, 2009).

- Acciones actuales

Con respecto a los impactos en zonas costeras queda clara la falta de información asociada al tema.

En cuanto a los impactos hidrológicos, es importante destacar el rol que tiene la infraestructura física para hacer frente a este tipo de impactos. En este sentido resulta importante destacar que en el año 2008 fue promulgada la Ley 20.304, sobre la Operación de Embalses frente a Alertas y Emergencias de Crecidas, la cual expresa que cada embalse de control debe contar con un Manual de operación que vele por la seguridad y buenas prácticas en la presas. El mencionado Manual debe contener un Plan de Contingencia de Crecidas, procedimientos operativos específicos de coordinación, movilización y respuesta, que el operador de un embalse de control deberá implementar ante la declaración del estado de alerta de crecidas.

Dicho manual y su plan de contingencia de crecidas, deben considerar en su contenido:

- Un hidrograma de crecida pluvial afluente al embalse;
- La programación de evacuación anticipada desde el embalse para disponer del volumen de regulación que permita atenuar la crecida del o de los afluentes. Dicho programa deberá considerar las diferentes condiciones de volumen inicial del embalse, como las distintas alternativas para el inicio del proceso de evacuación de caudales, es decir, la antelación respecto del ingreso de la crecida al embalse;
- El tránsito de hidrograma de crecida y estado final del embalse, considerando proporcionar la información de caudal afluente, el nivel del embalse, el caudal descargado y vertido desde el embalse a nivel horario,
- Un análisis para situaciones de retorno de 100, 150, 200, 250 y 300 años y el tiempo de antelación, que deberá considerar desfases de 6, 12, 24 y 48 horas.

Esta ley aún está en proceso de revisión por parte de la Contraloría General de la República, por lo que aún no puede comenzar a operar. Sin embargo, el Departamento de Estudios de la DGA ya comienza a anticipar y planear los embalses de control en donde podría implementarse. Los más posibles a ser seleccionado como embalses de control son el Embalse Colbún, en la cuenca del Maule y el Embalse Ralco en Biobío. De cualquier forma se realizará un análisis caso a caso entre los embalses existentes, para reconocer aquellos más beneficiados con la Ley.

Es importante, para este estudio en particular, recalcar que la Ley de Embalses no considera explícitamente al Cambio Climático a lo largo de sus estatutos y no propone una adaptación específica a él. Sin embargo, para efectos de los posibles impactos del fenómeno, la ley de embalses puede llegar a ser un instrumento de gran relevancia. Dentro de la ley, tampoco se incluyen protocolos de creación de diseño de infraestructuras para eventos extremos.

Otro tema importante asociado a desastres hidrológicos se asocia al diseño de obras que permitan la normal descarga de aguas lluvias en una Ciudad. Con respecto a las aguas lluvias, el año 1997 se promulgó en Chile la ley N° 19.525 referida a los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias. En ella se establece que la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias en ciudades con más de 50.000 habitantes será misión del Ministerio de Obras Públicas. Con respecto a la red secundaria, ésta estará a cargo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo a quien le corresponderá, directamente, su planificación y, a través de los Servicios de Vivienda y Urbanización, la proyección, construcción, reparación y mantención de la misma.

En esta misma línea, las etapas para la elaboración del plan maestro comienza con la Recopilación de Antecedentes, donde se recopilan, analizan y sistematizan los antecedentes técnicos y económicos requeridos para el desarrollo del estudio, además de que se elabora la cartografía del lugar. Luego se realizan los estudios básicos en temas de hidrología, clasificación de suelos y análisis del uso actual y futuro del suelo. Finalmente, se identifica la infraestructura existente, caracterizando sus dimensiones, cotas, capacidad hidráulica y estado operativo, de infraestructura como colectores (unitarios y separados), cámaras de inspección y sumideros, canales urbanos, cauces naturales que atraviesan el área urbana y otras infraestructuras que participan como vías de evacuación de aguas lluvias. Con eso, se desarrollan las soluciones y es posible priorizarlas.

Es importante resaltar que a lo largo de la ley o de las modificaciones que se le han hecho, el Cambio Climático no aparece mencionado, así como tampoco se alude a los eventos extremos que podrían ocurrir, o a la manera de estar preparado ante ellos. De la misma forma, no se han encontrado protocolos o planes de acción preparados para la creación de infraestructuras de aguas lluvias para eventos climáticos extremos.

- Desafíos de corto plazo  
Como se ha visto, el tema de Cambio Climático está poco inserto en políticas, leyes y proyectos relativos a la creación de infraestructura, con lo que se pierde la posibilidad de anticipar sus impactos elaborando medidas de adaptación a él o considerando las proyecciones que el panorama nacional presenta. Por medio del

uso de protocolos y objetivos que contemplen las proyecciones de cambio climático, sería posible evaluar la pertinencia de proyectos de infraestructura en cuanto a su factibilidad dentro de un panorama de incertidumbre. A la vez, integrando esta variante será posible perfeccionar o ajustar el diseño de proyectos o herramientas de acuerdo a estas proyecciones, así como también, lograr establecer prioridades entre distintos proyectos, en cuanto a los beneficios que cada uno presenta. Sin embargo, para lograrlo, es necesario primero definir el período de tiempo a considerar, junto con un modelo que pueda ser utilizado de forma genérica para la evaluación de los proyectos y propuestas.

En este sentido, el nivel de incertidumbre que se presenta a mediano plazo es más manejable para el diseño de medidas de adaptación y contempla escenarios temporales más cercanos que se traslapan con los escenarios de toma de decisiones de diversas políticas e instrumentos relativos al riego en el país. Es por lo mismo, que se plantean la incorporación del análisis de incertidumbre en un horizonte cercano, calculado a 30 años. Este horizonte presenta un nivel de incertidumbre, sin embargo, es menos variable, y con él ya es posible trabajar en la elaboración de medidas de adaptación. A la vez, este análisis de incertidumbre a menor plazo debe considerarse al incorporar una variación dentro de los instrumentos y políticas de riego adoptando un enfoque que profundice en el área de adaptación al cambio climático. Todo esto requiere de la realización de estudios de vulnerabilidad en diferentes regiones del país. En especial aquellas que son claramente afectadas por eventos climáticos con alza en el nivel de las nieves.

- Desafíos de largo plazo  
En el largo plazo eventualmente va a ser necesaria la construcción de nuevas obras de infraestructura que sirvan de protección para eventos extremos cuya frecuencia de ocurrencia y/o intensidad ha aumentado producto del cambio climático. Esto es previsible nuevamente para zonas cuya hidrología tenga una alta influencia de regímenes nivales. Existe total incertidumbre con respecto a impactos en zonas costeras. Es posible también que en el futuro asociado a los estudios de vulnerabilidad y de incertidumbre descritos anteriormente sea necesario modificar los parámetros de diseño de obras de infraestructura planificadas por razones ajenas al cambio climático e incluso el rediseño de obras ya existentes en operación.
- Institucionalidad  
Como ya se ha mencionado, la institución a cargo de los temas de infraestructura es el Ministerio de Obras Públicas, MOP. Dentro de este organismo, es la Dirección de Obras Hidráulicas, DOH, es el organismo encargado de construir, operar y controlar la planificación de obras hidráulicas y de proveer la infraestructura que permita el adecuado aprovechamiento y control del agua.

Dentro de los proyectos hídricos, la Dirección General de Aguas (DGA) también tiene un papel importante en la gestión y administración del recurso hídrico, por lo que participa activamente en el control de la distribución del recurso entre sus demandantes.

Con respecto a las aguas lluvias, los dos ministerios con mayor actuación son el MOP y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), éste último encargado de la elaboración de los planes maestros para las redes secundarias de drenaje.

Dentro del MOP, la DIRPLAN, o Dirección de Planeamiento, es la institución a cargo de realizar permanentemente estudios acerca de temas relevantes para el desarrollo de los futuros Planes de Inversión del Ministerio. Esta es la institución encargada de realizar los Planes Maestros de Aguas Lluvia a ciudades con más de 50.000 habitantes, exigidos.

Por otra parte, dentro de la sección de infraestructura del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, ya mencionado a lo largo del documento (CONAMA, 2007), se le otorgan ciertas funciones a la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante. Entre ellas se encuentra la de elaborar escenarios de impactos del cambio climático sobre la infraestructura mayor, susceptible a daños asociados al clima, en las zonas costeras y ribereñas bajas, además de elaborar los criterios para la adaptación de planes regionales de contingencia frente a destrucción de infraestructura mayor. En ese aspecto, otra institución que cobra relevancia al considerar la infraestructura costera es la Dirección de Obras Portuarias, DOP. Este organismo tiene como objetivo principal del de planificar y construir la infraestructura costera y portuaria, marítima y fluvial necesaria para el desarrollo económico del país. De ellos se desprende que, pese a no mencionar el concepto de Cambio Climático, la institución contempla estatutos que están alineados con los objetivos de una adaptación al cambio climático.

## I.6 Desafíos en Mitigación

En el reciente COP-15, la Ministra de Medio Ambiente Ana Lya Uriarte comunicó el compromiso de Chile de reducir el 20% de las emisiones con respecto a la línea base de energía para el año 2020.

Con la finalidad de poder analizar los esfuerzos que implicaría lograr dichas reducciones es que se evalúan distintos escenarios de mitigación. Estos escenarios tienen directa relación con la penetración y/o esfuerzos de implementación de distintas medidas de acción temprana (e.g. capacidad generadora de energías renovables no convencionales, cantidad de vehículos híbridos, porcentaje de capacidad luminosa eficiente en el sector residencial, y otros). En la Tabla 11 se puede observar el volumen de emisión de la línea base sin *Early Actions*, el potencial de reducción de las *Early Actions* y bajo los escenarios de mitigación, y la reducción porcentual aproximada de las *Early Actions* y entre los escenarios de mitigación con respecto a la línea base. De manera más gráfica y simple, en la Figura 25 es posible apreciar las emisiones que se proyectan al año 2020.

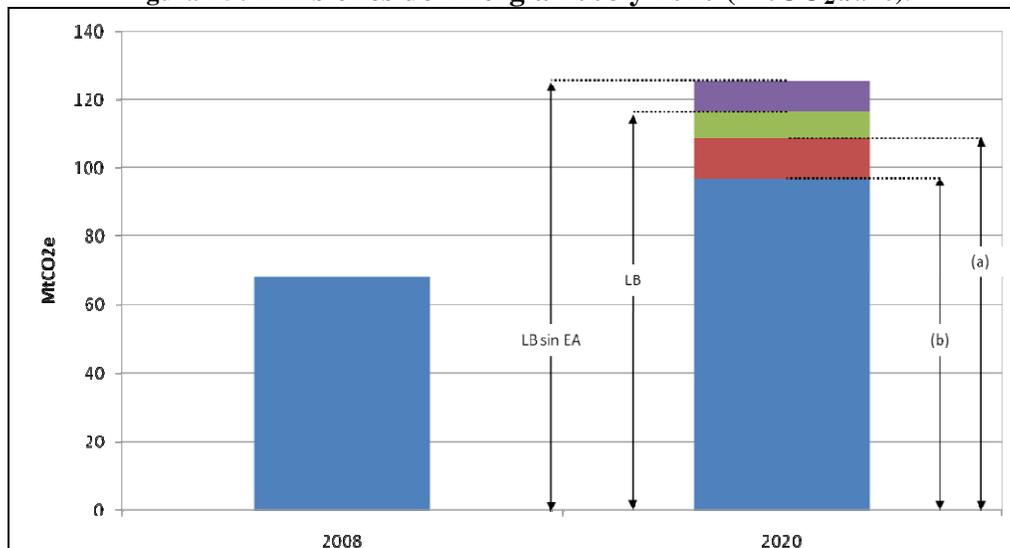
**Tabla 11: Emisiones de energía Proyectadas: línea base y potencial de reducción (MtCO<sub>2</sub>e/año)**

	<b>2015</b>	<b>2020</b>
Línea Base	98,9	125,5
Potencial de Reducción <i>Early Actions</i>	2,2	9,1
Potencial de Reducción Medidas de mitigación Adicionales <sup>32</sup>	[1,9 – 9,9]	[7,8 – 19,5]
% Reducción por <i>Early Actions</i>	2,2%	7,3%
% Reducción EA+ medidas de mitigación Adicionales	[4% - 12%]	[14% – 23%]

Fuente: Elaboración propia en base a CEPAL (2009) y CONAMA-POCH-CCG (2010)

<sup>32</sup> El Potencial de reducción corresponde a las reducciones adicionales a las incorporadas en las *Early Actions*

**Figura 25: Emisiones de Energía 2008 y 2020 (MtCO<sub>2e</sub>/año).**



Fuente: Elaboración propia en base a CEPAL (2009) y CONAMA-POCH-CCG (2010), (a) Escenario de Mitigación Mínima, (b) Escenario de Mitigación Máxima

Es importante mencionar que el inventario y proyección de emisiones de GEI del sector Energía realizados por POCH Ambiental (2008 – 2009a) permite conocer por un lado el consumo de energía, y por otro lado las emisiones de GEI, ambos a nivel sectorial. Las emisiones de GEI se calculan con respecto al consumo de energéticos (o combustibles), por lo que las emisiones por efectos de consumo de electricidad no están atribuidas a los sectores de consumo (Sectores CPR, Industrias y Minería del Cobre), sino que se atribuyen al sector de Generación Eléctrica. Por lo mismo, sólo para los sectores de Generación de Electricidad y Transporte, que tienen consumo solamente de combustible y no electricidad, es posible realizar un análisis de reducción de emisiones con respecto a la línea base del sector respectivo. Para los otros sectores (Sectores CPR, Industrias y Minería del Cobre) solo es posible analizar las reducciones de emisiones con respecto a la línea base total.

Este último punto plantea un desafío crucial en cuanto a la no existencia de información cabalmente desagregada con respecto al consumo de combustible y las emisiones de GEI para todos los sectores, y por lo mismo la incapacidad de atribuir correctamente reducción de emisiones a cada sector.

Por último, y para otorgar mayor claridad al análisis que viene a continuación según sector, es importante mencionar que todos los números relacionados con la línea base corresponden a la línea base que no tiene incluidas las “acciones tempranas” o “*early actions*” (acciones que ya se han implementado adelantándose a cualquier acuerdo de reducción). Para el caso de las de reducciones, estas se han separado entre las producidas por efecto de las *Early Actions*, y las potenciales reducciones por implementación de Alternativas de mitigación adicionales a las “*early actions*”.

Los potenciales de reducción de emisiones considerando los escenarios de mitigación para cada sector se muestran en la siguiente tabla (Tabla 12).

**Tabla 12: Potencial de Reducción por año (MtCO<sub>2e</sub>/año)**

Sector	Tipo de Reducción	2015	2020
Linea Base		98,9	125,5
Sector Eléctrico	EA <sup>33</sup> - ERNC	0	2,2
	Medidas de mitigación adicionales	[0 - 6]	[5 - 14]
Sector Industrial	EA <sup>34</sup> - PPEE	0,9	2,9
	Medidas de mitigación adicionales	[0- 1]	[0,7 - 1,4]
Sector Minería del Cobre	EA - PPEE	0,6	1,6
	Medidas de mitigación adicionales	[0,1 - 0,2]	[0,15 - 0,24]
Sector Transporte	Medidas de mitigación adicionales	[1 - 2]	[1 - 2]
Sector CPR	EA - PPEE	0,7	2,3
	Medidas de mitigación adicionales	[0,5 - 1,2]	[1 - 2]
Total Parcial	Total EA	2	9
	Total Medidas de Mitigación Adicionales	[2 - 10]	[8 - 20]
<b>Total</b>		<b>[4 - 12]</b>	<b>[17 - 29]</b>

Fuente: Elaboración propia en base a CEPAL (2009) y CONAMA-POCH-CCG (2010)

A continuación se presentan más en detalle diagnósticos para cada uno de los sectores en donde se mostraran las principales características del sector, su participación en el consumo de energía y las proyecciones según escenarios mitigación.

El sector eléctrico incluye tanto los subsectores de generación eléctrica como los centros de transformación. El sector eléctrico es responsable del 29% del consumo energético nacional y del 35% de las emisiones de GEI del país (POCH Ambiental, 2009a). Dentro del sector eléctrico el 85% del consumo y el 83% de las emisiones de CO<sub>2</sub> (21.2 MtCO<sub>2e</sub>) corresponden al subsector de generación de electricidad (POCH Ambiental 2009a).

Los principales sistemas eléctricos del país corresponden al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) y al Sistema Interconectado Central (SIC). El gran aporte de emisiones se explica principalmente por la participación de combustibles fósiles en la

<sup>33</sup> Para el sector eléctrico, las Early Actions se refieren a la Ley de ERNC.

<sup>34</sup> Para los sectores Industrial, Minería del Cobre y CPR las Early Actions corresponden a los incentivos realizados por el PPEE hacia la eficiencia energética.

capacidad instalada de la matriz, llegando a 99.6% para el SING y 50.3% para el SIC (CNE, 2009).

La Tabla 13, a continuación muestra las tasas de crecimiento de demanda promedio entre los años 2010 – 2020 que se presentaría según diversos escenarios. Las reducciones de consumo eléctrico se desagregaron en 3 sectores (Industrial, Minería del Cobre y CPR) suponiendo una reducción proporcional a la participación de consumo eléctrico de la línea base.

**Tabla 13: Tasa de crecimiento promedio de la demanda eléctrica**

Línea base	6.3%
Línea base + Early Actions	5.3%
Línea base + Early Actions + alternativas de mitigación adicionales	[4.8% - 5.1%]

Fuente: Elaboración propia en base a ITD 2004 – 2009 y CONAMA-POCH-CCG (2010)

Por último, la siguiente tabla muestra, según los 3 escenarios de reducción, como estaría distribuido el parque generador de electricidad para el año 2020.

**Tabla 14: Distribución del parque generador de electricidad al año 2020**

Tecnología	LB	LB + EA	LB + EA + Alternativas de Mitigación adicionales
Hidráulica	40.6%	44.6%	[47% - 53%]
ERNC(1)	5.2%	5.7%	[6% - 11%]
Carbón con CCS	0%	0%	[2% - 2%]
Carbón	40.5%	34.6%	[29% - 19%]
Derivados del Petróleo	0.7%	0.8%	[1% - 1%]
Gas Natural	14.4%	13.1%	[14% - 14%]

(1) Dentro de las ERNC se encuentran las tecnologías de generación Eólica, Biomasa, Geotérmica, Solar y Mareomotriz. No se incluye la tecnología Mini-Hidráulica ya que esta está contabilizada dentro de la tecnología Hidráulica.

Fuente: Elaboración propia en base a CEPAL (2009) y CONAMA-POCH-CCG (2010)

El sector industrial, de acuerdo a POCH Ambiental (2009a), al año 2010 será responsable por la emisión de 12.7 MtCO<sub>2</sub>e, equivalente al 17.4% del total nacional. Además, este sector consumirá 59,000 Tcal en energía (incluyendo combustibles y electricidad), que corresponde a cerca del 20% del consumo energético total (POCH Ambiental, 2009a). Para el año 2020, la proyección de la línea base indica que el sector industrial tendrá una participación del 15.8% en la emisiones de GEI del país y un 19.5% en el consumo de energía.

Por su parte, el sector Minería del Cobre, es uno de los más importantes del país, tanto en emisiones como en intensidad de consumo de energéticos. De acuerdo a POCH Ambiental (2009a) al año 2010 el sector minería del cobre será responsable por la emisión de 3.2 MtCO<sub>2</sub>e, equivalente al 4.4% de las emisiones del país. Además, este sector consumirá 25,220 Tcal en energía (incluyendo combustibles y electricidad), que corresponde a cerca del 8.4% del consumo energético total de Chile (POCH Ambiental, 2009a). Para el año 2020, las proyecciones de la línea base estiman que la minería del cobre será la responsable del 3% de las emisiones de GEI del País y del 6.1% del consumo de energía. Gran parte de la energía consumida por este sector corresponde a electricidad, en donde cerca del 60% corresponde a consumos realizados en el SING (COCHILCO, 2009).

El sector transporte, con 26,8 MtCO<sub>2</sub>e para el año 2010, representa el 36,7% de las emisiones totales del país (POCH Ambiental, 2009a), por lo que es el sector con mayor porcentaje de emisiones de CO<sub>2</sub>e en la actualidad.

Con respecto al consumo de energía de este sector, la siguiente tabla muestra como se proyecta la distribución de consumo de combustible según los diferentes escenarios de reducción.

**Tabla 15: Distribución de los combustibles utilizados en el sector transporte para el año 2020**

	LB	LB + Alternativas de mitigación
Gasolina	36.2%	[36.2% -36%]
Petróleo Diesel	63.7%	[63.6% -63.7%]
Electricidad	0%	[0% -0.1%]
Otros	0.1%	[0.1% -0.1%]

Fuente: Elaboración Propia en base a CEPAL (2009) y CONAMA-POCH-CCG (2010)

Por otro lado, la Tabla 16 a continuación muestra cómo se comporta la tasa de crecimiento de demanda de energía promedio entre los años 2010 – 2020 para el transporte según ambos escenarios de reducción.

**Tabla 16: Tasa de crecimiento promedio de la demanda energética para el sector transporte 2020**

LB	4,6%
LB + Alternativas de mitigación	[4,2% - 4,3%]

Fuente: Elaboración Propia en base a CONAMA-POCH-CCG (2010)

Por último, el sector CPR representa, según las proyecciones del año 2010, un 6.3% de emisiones directas por uso de combustible del total de emisiones GEI país, mientras que representa un 11,6% del consumo de energía eléctrica total país. Por lo mismo, corresponde a un sector de valor significativo para enfocar recursos en el esfuerzo de reducción de emisiones de GEI. Además, la línea base proyectada al 2020 estima que este sector

aumentara sus emisiones directas en un 24% y su consumo eléctrico en un 36% para el año 2020 (POCH Ambiental, 2009a).

El sector CPR se divide en los subsectores Residencial y Comercial y Público, donde el subsector Residencial aporta con un 79.8% de las emisiones directas y con 69.5% del consumo eléctrico respecto del total del sector CPR (POCH Ambiental, 2009a). A consecuencia de ello, se sugiere focalizar los esfuerzos en el subsector Residencial, donde se contabilizan las mayores emisiones de GEI.

Cada uno de estos sectores ha trabajado de manera distinta en materia de mitigación de los efectos de los GEI, por lo que es de mucha utilidad un análisis de los estados actuales y desafíos de cada uno. A continuación se presentan, para cada uno de los sectores mencionados anteriormente, las acciones actuales que se están realizando en relación a la mitigación del cambio climático y las medidas de mitigación tanto al corto como largo plazo junto con sus principales barreras de implementación.

Es importante mencionar que las alternativas de mitigación presentadas a continuación han sido clasificadas temporalmente de acuerdo al desarrollo que tienen las tecnologías, de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 17: Clasificación Temporal de Alternativas de Mitigación de GEI**

<b>Clasificación</b>	<b>Descripción</b>
Corto Plazo	Alternativa disponible comercialmente en un mercado similar.
Mediano Plazo	Alternativa disponible en un modelo pre-comercial y podría estar comercialmente disponible en un plazo no mayor a 5 años.
Largo Plazo	Alternativa en etapa de investigación y desarrollo o en etapa de prueba (prototipo).

Fuente: (UNFCCC/UNDP 2009)

Se asume que aquellas medidas que necesitan de la utilización de tecnologías que ya están disponibles comercialmente en mercados similares, podrán ser aplicadas en los próximos años en Chile.

### **Sector: Eléctrico**

- Acciones Actuales

Las acciones actuales en el sector eléctrico se vinculan principalmente a la ley 20.257 de Fomento a las Energías Renovables no Convencionales (ERNC); pero para que esta ley se pueda cumplir existen diversos instrumentos para favorecer los proyectos de este tipo de energías, los que serán descritos brevemente a continuación.

- Ley de fomento ERNC

La ley 20.257, Ley de fomento de ERNC es una de las acciones más importantes en materia del desarrollo de este tipo de energías en Chile porque establece los porcentajes mínimos de energía que deben ser de plantas de energía renovable no convencional, un 5% hasta el 2015, y luego una tasa creciente hasta llegar el 2024 a tener un 10% de la matriz energética compuesta por ERNC.

En CEPAL (2009) se evalúa el impacto de la Ley de Fomento de ERNC, suponiendo que se cumple a cabalidad el Plan de Obras elaborado por la CNE y que, después del 2019, no entran nuevas centrales ERNC para cumplir con la legislación. Con esto, se tiene que al año 2025 se podría llegar a reducir las emisiones de GEI del sector Eléctrico en más de 8 MtCO<sub>2</sub>e. Aún así, el contenido de carbono medio de la electricidad chilena aumentará de 0.5 MtCO<sub>2</sub>e/MWh el 2010 hasta 0.6 el 2025, debido al crecimiento sostenido de la capacidad generadora en base a carbón.

- Creación del Centro de Energía Renovable (CER)

El 18 de Agosto de 2009, como resultado de un trabajo en conjunto de CNE con CORFO se creó el centro de energía renovable, que busca articular esfuerzos políticos y privados para desarrollar el potencial de recursos energéticos renovables no convencionales que tiene el país. Es un organismo especializado en la investigación, desarrollo y fomento de las energías renovables.

Tanto la Comisión Nacional de Energía como CORFO seguirán trabajando coordinadamente con el CER por el desarrollo de las energías limpias; la primera lo hará en materia de regulación e información, y la segunda, en lo que respecta a la promoción de inversiones.

- Instrumentos de CORFO.

- Cofinanciamiento de estudios de preinversión.
  - Programa Todo Chile.

Fomenta proyectos de inversión en regiones distintas a la Metropolitana. A este tipo de programa pueden postular empresas nacionales y extranjeras, cuyas expectativas de inversión sean superiores a USD 400.000, entregando un subsidio de hasta el 50% del costo de los estudios o hasta el 2% de la inversión estimada, sin sobrepasar los USD 60.000.

Se financian todo tipo de estudios, dentro de proyectos que sean factibles de conectarse a los sistemas eléctricos y que aprovechen las energías renovables, y en el caso de las hidroeléctricas, que sean de una capacidad inferior a 20 MW.

- Programa Preinversión en proyecto ERNC sólo para la Región Metropolitana.

Es un programa que solo opera en la Región Metropolitana, administrado por Agentes Intermediarios de la RM autorizados por CORFO.

Pueden acceder a cofinanciamiento aquellas empresas que posean ventas anuales inferiores a 1.000.000 UF, con proyectos a realizarse en la Región Metropolitana, con proyectos de inversión de energías renovables con montos de inversión iguales o superiores a 12.000 UF.

El aporte de CORFO será de hasta un 50% del costo total del estudio o asesoría, siempre y cuando el subsidio no puede superar el 2% del valor estimado de la inversión del proyecto, ni la suma de 1.700 UF.

- Cofinanciamiento de estudios avanzados de ingeniería o de ingeniería de detalle de proyectos de ERNC

Instrumento que complementa los subsidios anteriores para acelerar los estudios de preinversión. Las empresas que postulen al beneficio deberán encontrarse en etapas avanzadas del desarrollo del proyecto habiendo finalizado al menos los estudios de prefactibilidad técnica y económica.

- Apoyo al financiamiento de la inversión.

CORFO posee líneas de crédito de largo plazo que pueden ser destinadas a proyectos de ERNC, a las cuales se puede acceder por medio de la banca local. Entre ellas se encuentra la línea de crédito para financiar inversión en medio ambiente, con opciones de créditos por US\$ 5 millones. Esta línea de crédito es financiada con aportes del gobierno alemán.

- Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

Los países en vías de desarrollo como Chile, no tienen obligaciones de reducción de emisiones, sino más bien tienen la posibilidad de obtener aportes financieros a proyectos, postulando a los Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) que fueron establecidos por el Protocolo de Kioto.

Las características que deben tener los proyectos que pueden postular a los MDL son las siguientes:

- El proyecto debe contribuir al desarrollo sustentable del país.
- El proyecto debe contar con la aprobación de la Autoridad Nacional designada.
- El proyecto debe contribuir a reducir los GEI.
- Las reducciones de GEI deben ser reales, medibles y de largo plazo.

- Convenio CNE-GTZ.

Este convenio se inició en Agosto de 2004, con el proyecto de cooperación técnica llamado “Energías Renovables no Convencionales”, en el marco de un convenio entre los gobiernos de Chile y Alemania.

Los objetivos del proyecto son:

- Desarrollar políticas para promover las ERNC compatibles con la situación económica, social y medioambiental de Chile.
- Facilitar decisiones del sector privado para invertir en ERNC, generando información de los potenciales de cada tecnología.
- Mejorar las capacidades locales para el desarrollo de ERNC
- Desarrollar la difusión e intercambio internacional de información acerca de las energías renovables.

- **Concursos Solares**

El gobierno ha presentado los alcances de las bases de licitación de concursos solares en el norte grande de Chile.

El primero de ellos es para instalar en el sistema eléctrico de San Pedro de atacama un proyecto fotovoltaico de 500 kW, y el segundo concurso es para establecer una planta solar termoeléctrica del orden de 10 MW, que se debe integrar comercialmente a uno de los sistemas eléctricos mayores (SIC o el SING).

Será obligatorio que el proyecto esté relacionado con alguna iniciativa para fortalecer el desarrollo profesional o tecnológico de la zona donde se instale.

Este concurso apunta también a la innovación, incorporando comercialmente tecnologías que no están disponibles actualmente en el país.

- **Subsidio contingente a la exploración profunda geotérmica.**

Este subsidio busca favorecer la exploración profunda en áreas que cuentan con una concesión de exploración geotérmica vigente, para compartir el riesgo de fracaso existente en este tipo de proyectos.

El subsidio cubrirá programas con exploraciones geotérmicas de hasta 3 pozos verticales de más de 1000 metros de profundidad, financiando el 70% de los costos anticipados aprobados del primer pozo, 50% del segundo, y 30% del tercero.

Los beneficiarios de este subsidio son las empresas que sean titulares de una concesión de exploración geotérmica vigente.

- Alternativas de mitigación

Alternativas de mitigación de corto plazo (2010-2015)

Algunas tecnologías económicamente factibles que se podrían considerar en el corto plazo que corresponden principalmente a la instalación de centrales ERNC, son las siguientes:

- Instalación de Capacidad Generadora a Biomasa
- Instalación de Capacidad Generadora Eólica
- Instalación Capacidad Generadora de mini hidráulicas de pasada
- Instalación de Capacidad Generadora Solar Fotovoltaica
- Instalación de Capacidad Generadora Solar Térmica.

Las primeras tres, corresponden a tecnologías ya maduras, con costos competitivos con centrales convencionales, especialmente si se consideran escenarios de altos precios de combustibles fósiles. La mitigación se logrará simplemente al incentivar el aumento en la capacidad instalada de estas tecnologías.

Las centrales solares, por otra parte, son tecnologías que todavía seguirán madurando en el tiempo con un aumento en la eficiencia de conversión y reducción de costos de inversión. Sin embargo, es necesario considerar estas tecnologías, aún cuando tengan una baja penetración en el corto plazo, por dos razones: primero por el gran potencial de recurso solar que tiene el país, y segundo, por el hecho de que los costos de estas tecnologías son bastante variables y dependen de factores como la localidad y disponibilidad de agua, que hace que los valores promedios de costos no sean muy representativos de la situación enfrentada por los tomadores de decisión privados. Debido a su situación privilegiada, algunas localidades en Chile podrían tener costos competitivos de generación en base a energía solar mucho antes que el promedio fuese competitivo, por lo tanto se deben realizar estudios de los lugares con mayor potencial de generar electricidad a partir de energía solar, y fomentar la innovación en estas áreas.

- Alternativas de mitigación de largo plazo (2015 a 2030)

Las tecnologías del sector eléctrico que se podrían implementar en el largo plazo, de manera adicional a las de corto plazo, son:

- Instalación de Centrales Hidráulicas de Embalse
- Instalación de Centrales Nucleares
- Instalación de Capacidad Generadora Geotérmica
- Instalación de Capacidad Generadora Mareomotriz
- Instalación de Sistemas de Captura y Almacenamiento de Carbono (CCS)

Salvo las dos primeras, estas tecnologías están aún en etapa de desarrollo, por lo que su posible adopción dependerá del avance tecnológico a nivel mundial. De

todos modos, es importante comenzar a realizar estudios de prospección de los recursos geotérmicos y mareomotrices.

Se deben desarrollar en el corto plazo estudios del potencial energético de estas tecnologías de largo plazo, además de crear mano de obra capacitada para trabajar este tipo de actividades, a través de institutos de desarrollo de tecnologías energéticas (por ejemplo, un instituto de energía mareomotriz). También se requiere modificar aspectos legales tendientes a crear los incentivos para una pronta consolidación de estas energías en los sistemas mayores de Chile.

Después de gozar de un largo período de atractivo público y privado, las centrales Hidráulicas de Embalse han sido crecientemente rechazadas por los habitantes locales, y por la ciudadanía en general. El caso de la Central Ralco, y más recientemente de las centrales del complejo HidroAysén muestran los problemas que enfrentan las compañías generadoras, que finalmente se traduce en mayores costos por compensaciones y principalmente por atrasos en las obras.

La tecnología nuclear, si bien está madura, requiere, además de la aceptación pública, de un capital humano especializado, de una institucionalidad y legislación adecuada, por lo que es importante comenzar a desarrollar estudios que permitan la eventual instalación de la primera central nuclear alrededor del año 2025. En base a esto el Estado Chileno ya ha comenzado a avanzar en este aspecto, encargando el estudio “Roles del Estado y del sector privado en la Generación Nucleoeléctrica: Experiencia Internacional Aplicable a Chile” (Universidad Adolfo Ibañez y SENES Consultants Limited, 2008). Al igual que para las centrales de embalse, la oposición ciudadana a las centrales nucleares genera riesgos que pueden llevar al fracaso del proyecto o al aumento significativo de los costos. La consideración de esta oposición es importante.

En resumen, para el caso de las tecnologías limpias no maduras actualmente, es importante avanzar en generar las condiciones necesarias para la adopción futura. Para el caso de la energía nuclear, es importante seguir avanzando en la evaluación de la factibilidad técnica, económica y social de esta tecnología.

- Barreras de implementación de las alternativas de mitigación

El principal desafío para el sector de generación eléctrica chileno es reducir el impacto ambiental, especialmente la intensidad de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Este es un sector altamente competitivo, y las principales barreras para la implementación de sistemas de generación “limpios”, es la diferencia de costos de generación para el caso de las ERNC en comparación con las centrales convencionales a carbón, y la percepción de costos ambientales como sociales, para el caso de las grandes centrales de embalse y la energía nuclear. Con los

precios de carbón de hoy y las barreras culturales y políticas, todavía es más rentable y factible la instalación de estas centrales. Mientras no se consideren los efectos externos de la generación con combustibles fósiles (las emisiones de contaminantes locales, con sus correspondientes impactos en salud humana y de ecosistemas) es difícil que el sector privado invierta en tecnologías más limpias más allá de lo estrictamente requerido por la Ley, debido a que no es rentable privadamente. Aun considerando la tendencia decreciente de los costos de inversión de las ERNC, y el posible aumento de los costos de los combustibles fósiles, es poco probable que las ERNC sean competitivas privadamente en el futuro inmediato. Por lo tanto, es necesario generar las condiciones que permitan la internalización de los costos ambientales de las tecnologías de generación, y de esta manera reducir la brecha en costos entre tecnologías “limpias” y tecnologías convencionales térmicas, y de esta manera se podrá lograr la disminución en la participación de combustibles fósiles en la matriz de generación eléctrica.

## Sector: Industrial<sup>35</sup>

- Acciones actuales

En la actualidad las acciones que se han llevado a cabo en el sector industrial tienen directa relación con el PPEE. El PPEE tiene el objetivo de consolidar la eficiencia energética como una fuente de energía. Para lograr esto se ha trabajado en diversas políticas que incentiven un uso más eficiente de la energía en todos los sectores, como “Produce con buena energía”.

- Incentivo a la introducción de motores eléctricos eficientes en la industria: "Usa motores eficientes"

Incentivo económico para adquirir un motor eléctrico eficiente entre 1 y 10 HP a un precio similar al de un motor estándar, que reduce los costos en energía y emite menor cantidad de CO<sub>2</sub>.<sup>36</sup>

- Programa de preinversión en eficiencia energética. (PIEE)

CORFO apoya la eficiencia energética en las empresas, y la consiguiente optimización del consumo energético y la reducción de costos asociados a su uso, subsidiando estudios de preinversión en eficiencia energética para las Pymes. El subsidio es de hasta el 70% del costo total de la consultoría, con un máximo de \$6.000.000.

Este programa está diseñado para empresas con ventas anuales menores a 1.000.000 UF que necesiten realizar estudios de eficiencia energética.

- Programa Sensibilización del Programa de Preinversión en Eficiencia energética y Línea de Crédito

Realizar jornadas motivacionales para incentivar a las empresas que facturan un máximo de un millón de UF anuales a usar los instrumentos CORFO.

- Registro de consultores (en preparación)

Crear herramienta para que las empresas conozcan la oferta de consultores disponible en eficiencia energética, con información que facilite la elección de cual quiere contratar.

---

<sup>35</sup> No considera el subsector Minería del Cobre

<sup>36</sup> Mayor información se encuentra disponible en [www.motoreseficientes.cl](http://www.motoreseficientes.cl)

- Capacitación de consultores (en preparación)

Desarrollar material y capacitaciones para los consultores que deseen ser parte del registro de consultores.

También incluye la creación de una mesa de consultores en eficiencia energética que funcione periódicamente.

- Caracterización del Consumo Energético en la Industria Química Chilena (ASIQUM)

Consistió en obtener información cualitativa y cuantitativa respecto al consumo de energía y su uso eficiente en la industria química nacional, lo que servirá para generar medidas de eficiencia energética en el sector.

- Cursos *e-learning* sobre Instrumento de PíEE y Línea de Crédito CORFO

Curso *e-learning* para incentivar a operadores y ejecutivos de CORFO acerca del programa de preinversión en eficiencia energética y la línea de crédito CORFO, para que estos a su vez difundan la información a las empresas del país.

- Diseño e implementación de una Línea de Asistencia Técnica (AT) en sistemas motrices

Línea de asistencia técnica para asesorar a las empresas que sean parte del programa de recambio de motores, para ampliar el impacto a todo el sistema motriz existente.

- Guía para el Desarrollo de Campañas de Eficiencia Energética en Empresas

Evaluación de campañas de eficiencia energética que se hayan realizado, tanto en Chile como en el extranjero, para diseñar elementos informativos y un set de campaña para ser entregado con esta guía, la cual permitirá a los privados desarrollar sus propias campañas de educación e información en materias de eficiencia energética.

- Mesas de eficiencia energética

Se realizan mesas de eficiencia energética para reducir el consumo de energía en los procesos de industrias similares, mediante seminarios y guías de difusión.

Existen mesas de eficiencia energética en la industria metalúrgica y metalmeccánica (ASIMET), centros comerciales y supermercados (Retail), Chilealimentos, Asociación Gremial de Industriales Gráficos de Chile (ASIMPRES), y Minería.

- Alternativas de Mitigación
- Alternativas de mitigación de corto plazo (2010-2015)

El principal desafío para el sector industrial es lograr reducir la intensidad de emisiones por unidad de producto, lo que se puede lograr mediante la implementación de medidas que apunten a la eficiencia energética. Las medidas específicas que se pueden implementar en este sector son:

- Instalación de Sistemas de Cogeneración
- Introducción de Motores Nuevos Eficientes (>10HP)
- Adelanto del Recambio de Motores

Con respecto a la introducción de motores nuevos eficientes, se deben desarrollar previamente proyectos pilotos de manera tal que exista un mayor conocimiento de cuanta energía reducen realmente este tipo de motores, lo que generara mayor confianza dentro del empresariado nacional.

- Alternativas de mitigación de largo plazo (2015 a 2030)

En el largo plazo, este sector debiese apuntar no solamente a reducir la intensidad de emisiones por unidad de producto, sino que también a reducir su intensidad energética por unidad producida.

- Barreras de implementación de las alternativas de mitigación

Las barreras en la implementación, en el caso del sector Industrial, están principalmente asociadas a la falta de información y a la poca atomización de cada uno de los subsectores de la industria. Si la atomización fuera mayor, podrían existir economías de escala en la implementación de las medidas, tanto en términos económicos como de información.

## Sector: Minería del Cobre

- Acciones actuales

Al igual que en el sector industrial, el PPEE está realizando el programa “Produce con Buena Energía”, que ofrece un incentivo equivalente a la diferencia de precio entre un motor eficiente con un estándar, para motores de entre 1 y 10 HP.

En Julio de 2006 se creó la mesa minera de eficiencia energética (MMEE), cuyo objetivo es que las empresas de la Gran Minería gestionen el uso de la energía, evalúen indicadores de eficiencia energética apropiados para todas las mineras y desarrollen proyectos de innovación. Esta asociación está compuesta por más de 14 empresas, y el apoyo de International Copper Association (ICA), la Asociación de Consumidores de Energía no Regulados (ACENOR), el Consejo Minero y la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI).

En este sector existe además un proyecto piloto en el PPEE de reemplazo de motores eléctricos entre 10 y 100 HP, ubicados en Minera Anglo American (División El Soldado), Minera Escondida (BHP Billiton), y ENAMI (Fundición Videla Lira, ex Paipote).

- Alternativas de mitigación
- Alternativas de mitigación de corto plazo (2010-2015)

El sector minería del cobre tiene el desafío en el corto plazo de lograr optimizar la operación de sus sistemas y además mejorar la eficiencia energética. POCH Ambiental (2009b) en su estudio “Estrategia y Potenciales de Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático” ha seleccionado necesidades tecnológicas priorizando las actividades que, debido a sus características, poseen un alto nivel de emisión de GEI. La siguiente tabla muestra estas necesidades.

**Tabla 18: Necesidades Tecnológicas Identificadas**

Subsector	Actividad	Necesidad
Proceso Pirometalúrgico	Molienda y Concentración	Eficiencia energética en proceso pirometalúrgico
	Fundición	Eficiencia energética en fundición
Proceso Hidrometalúrgico	LX/SX/EW <sup>37</sup>	Eficiencia energética en LX/SX/EW

Fuente: (POCH Ambiental, 2009b)

<sup>37</sup> LX: Lixiviación; SX: Extracción por solvente; EW: Electroobtención.

De esta forma, POCH Ambiental (2009b) seleccionó Alternativas de mitigación para cada una de las necesidades identificadas, como se muestra en la Tabla 19.

**Tabla 19: Alternativas de mitigación Identificadas según Actividad**

Actividad	Tecnología/Medida
Molienda y Concentración	Chancadores de rodillos de alta presión.
	Aumento en la intensidad de las tronaduras para obtener material de menor tamaño.
	Optimización de la combinación de variables de operación en los molinos.
Fundición	Generación de energía cinética a partir de gases de combustión en caldera y aprovechamiento en bombeo de agua.
	Uso de gases de combustión para precalentar el aire de entrada mediante intercambiadores de calor directos o vapor con caldera.
LX/SX/EW	Colectores solares y bombas de calor para ajustes de temperatura de electrolito y otros aportes de calor a fluidos en el proceso.

Fuente: (POCH Ambiental, 2009b)

Dadas estas tecnologías, existe un desafío en la evaluación y desarrollo de estas, donde, según la evaluación de POCH Ambiental (2009b), la implementación de colectores solares en la actividad LX/SX/EW es una de las tecnologías con mayor potencial debido a diferentes variables como potencial de reducción, inversión requerida y variables ambientales y sociales.

Por otro lado, al igual que en el sector Industrias, existen medidas con mayor información disponible que corresponden a la introducción de motores nuevos eficientes (>10HP) y el adelanto al recambio de motores. Estas son las medidas que generan el potencial de reducción mostrado en la Tabla 12.

- Alternativas de mitigación de largo plazo (2015 a 2030)

Para el largo plazo, el sector minería del cobre tiene como desafío la reducción del contenido de GEI por tonelada de cobre producido. Esto se podría lograr mediante la aplicación de distintas tecnologías que permitan el ahorro de recursos primario, como por ejemplo el uso de centrales ERNC y la desalinización de agua. Otra tecnología interesante de aplicar en la Minería del Cobre es CCS. Esta tecnología se encuentra aun en etapa de desarrollo por lo que su posible adopción dependerá principalmente del avance tecnológico internacional, y si la ubicación geográfica de las mineras permite el secuestro y almacenamiento de carbono.

Sin embargo, es relevante comenzar al corto plazo con estudios pertinentes y creación de proyectos pilotos al momento en que la tecnología ya se encuentre disponible.

- Barreras de implementación de las alternativas de mitigación  
En el caso del sector minero, las barreras culturales y las barreras relacionadas con aspectos legales y gubernamentales toman una mayor relevancia.

## **Sector: CPR**

- Acciones Actuales

Dentro del sector CPR ya se han implementado iniciativas, principalmente a cargo del PPEE. Principalmente es posible mencionar el primer programa de recambio de ampollas eficientes en hogares, el etiquetado de eficiencia energética (EE) para refrigeradores, además de programas de educación en eficiencia energética. En el último tiempo, se ha constatado la incorporación permanente de criterios de EE en los hábitos de los consumidores, lo que ha contribuido a una contracción de la demanda por electricidad en el país. A continuación se presenta una breve descripción de las principales medidas que actualmente está impulsando el PPEE en el sector CPR.

- Subsidio al reacondicionamiento térmico en vivienda existente

Corresponde a una iniciativa del programa “Vive con buena energía” que es desarrollada conjuntamente entre el PPEE y el MINVU que apunta a mejorar el estándar térmico de la vivienda, el confort y lograr ahorros energéticos para las familias. Así se permite que se ejecuten 10000 subsidios de reacondicionamiento térmico en la envolvente, techos, muros y pisos, alcanzando los estándares vigentes de aislación térmica en Chile.

- Acondicionamiento Térmico a vivienda nueva

Corresponde a una iniciativa conjunta entre el PPEE, el MINVU y la Agencia de Cooperación Alemana, GTZ. El subsidio es destinado a mejorar el estándar de comportamiento térmico, más allá de los mínimos exigidos- de 400 viviendas sociales que se construyan a través del Fondo Solidario de Vivienda.

- Certificación energética de viviendas

Corresponde a un trabajo en conjunto con el MINVU cuyo objetivo es disponer de un sistema de certificación energética de una vivienda, lo que conduce a un etiquetado de eficiencia energética y un certificado.

Para desarrollar esta certificación se necesita crear o delegar una institución administradora de la emisión del certificado, un registro de asesores energéticos, y una plataforma de acreditación y capacitación continua para actualizar en el tiempo a los actores de este proceso de certificación.

Se espera que el año 2010 se implemente este sistema de manera voluntaria.

- Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social.

Es una herramienta que dará a conocer los conceptos básicos de eficiencia energética, para aplicarlos al diseño de viviendas, en especial, sociales. Las recomendaciones de diseño dependerán de la zona geográfica donde se requiera diseñar una vivienda.

Para marzo de 2010 se espera la publicación digital gratuita de esta guía.

- Mejoramiento de la eficiencia energética del alumbrado público en municipios

Proyecto que fomenta eficiencia en el alumbrado público (AP) mediante un modelo de financiamiento en el que los ahorros producidos por la aplicación de este alumbrado eficiente financien la inversión inicial. De esta forma municipios de menores recursos pueden acceder a este tipo de AP, de los cuales se seleccionaran cuatro para ser parte de las mejoras en eficiencia.

- Recambio de ampolletas

Corresponde a una iniciativa del programa “Ilumínate con Buena Energía” a cargo del PPEE que contempla el recambio de ampolletas incandescentes por ampolletas eficientes (CFL). Actualmente, se busca el recambio de seis ampolletas en cada una de las viviendas beneficiadas. Hasta el momento, el recambio de ampolletas se encuentra dirigido a familias que se encuentren dentro del 40% de la población más vulnerable. Así, durante el 2009 se cumplió el objetivo de repartir un total de 1.170.000 ampolletas eficientes.

- Ley Sistemas Solares Térmicos

Corresponde a un crédito tributario que financia los Sistemas Solares Térmicos (SST) destinados al calentamiento de agua sanitaria. Cabe destacar que los que perciben este beneficio tributario son las empresas constructoras que lo descuentan contra su pago del IVA. El beneficio tributario se aplica a viviendas nuevas que poseen un valor comercial menor a USD 191.955<sup>38</sup>. El monto del beneficio varía por año, por tipo de instalación (individual o colectiva) y por el

---

<sup>38</sup> 4500 UF, calculada el día 14 de Enero de 2010, Valor UF: \$ 20902,29; Dólar: \$ 490,01

valor comercial de la vivienda. El beneficio posee una vigencia por 5 años, por lo que finaliza el año 2013.

- Alternativas de mitigación

- Alternativas de mitigación de corto plazo (2010-2015)

Los desafíos en el corto plazo para el sector CPR apuntan a disminuir el consumo de energía del parque de edificaciones existente. Esto se puede lograr mediante la utilización de sistemas y equipos más eficientes energéticamente, a través de la extensión de la certificación de eficiencia energética y la incorporación de buenas prácticas en el consumo de energía. También es necesario avanzar en mejorar la aislación térmica de las edificaciones, implementando estándares para materiales y componentes de construcción o mediante la promoción de la certificación LEED o similares.

Muchas de las medidas de mitigación de GEI que corresponden al sector CPR son aplicables al corto plazo ya que la tecnología ya está disponible en Chile. Sin embargo existen barreras que es necesario levantar para que éstas puedan ser implementadas, ya que muchas de las medidas aún siendo costo efectivas, no están siendo implementadas por los usuarios.

1. Calderas de Condensación

Las calderas de condensación integran un intercambiador de calor de material adecuado con una superficie amplia que capta el calor de condensación extra ganando el vapor de agua contenido en los humos lo que se traduce en una eficiencia de la caldera 27.7% (SEDBUC 2009) mayor a la convencional y por consiguiente una reducción en el consumo de combustible.

Con el recambio de las calderas convencionales existentes por las calderas de condensación y la instalación de calderas de condensación en las nuevas viviendas que lo requieran es posible reducir el consumo de combustible en el sector residencial.

La penetración de esta medida está restringida por el alto costo de inversión inicial de la caldera de condensación que puede superar el triple del costo de una convencional. Este alto costo de inversión es recuperado por la disminución en el consumo de combustible a través de los años, sin embargo, la falta de información ha influido a que la compra de estos equipos no se ha masificado.

## 2. Refrigeración Residencial Eficiente

Los refrigeradores eficientes poseen un consumo de al menos 24% menos con respecto a uno de Categoría B (categoría del “refrigerador promedio” existente en las casas a nivel nacional), según el etiquetado de refrigeradores. Lo anterior, sumado a que los refrigeradores están en funcionamiento durante gran cantidad de horas al día y que representan el 32.2% del consumo de electricidad del subsector Residencial (CNE & Departamento de Economía Universidad de Chile, 2005), se traduce en un potencial de reducción de consumo eléctrico, y por ende de emisiones de GEI, que es significativo.

La renovación de refrigeradores convencionales que finalizan su vida útil y la instalación de refrigeradores eficientes nuevos debido al aumento de la población es una medida que reduce una cantidad importante de emisiones GEI en términos comparativos dentro del sector CPR.

Debido a la disminución en el consumo eléctrico, la compra de un refrigerador eficiente, aunque implica una inversión mayor, es costo efectiva, lo que deja explícito que si la población no lo está adquiriendo es por una falta de información que no ha sido superada completamente por el proceso de etiquetado de refrigeradores.

## 3. Reducción de Perdidas por Stand-by

El consumo eléctrico en modo stand-by promedio por vivienda en Chile es de 271.4 kWh/año (Cálculo propio en base a Ministerial Council, 2006), el cual, para ser energía no necesaria, es significativo con respecto al total de consumo eléctrico en una vivienda. La reducción del consumo y emisiones de GEI mediante esta medida posee un alto potencial para el sector CPR.

Este consumo eléctrico perdido podría llegar a reducirse a cero con un cambio de comportamiento de los usuarios el cual se incentivaría transparentando los costos, tanto económicos como ambientales, que conlleva tener los equipos conectados, además de programas de educación a la ciudadanía. Corresponde a una medida que no requiere una inversión inicial, por lo que la falta de información es la principal barrera, junto con las barreras culturales.

## 4. Mejora en aislación térmica de viviendas

Mejorando la aislación térmica de las viviendas en muros, pisos, cielos y ventanas, tanto en viviendas existentes como nuevas, es posible reducir de manera importante el consumo de combustibles para calefaccionar las viviendas y así reducir las emisiones de GEI.

En muchos casos, la reducción de uso de combustible hace rentable la inversión mayor que implica una mejor aislación térmica, además de aumentar el confort en los habitantes de la vivienda. Sin embargo, para esta medida existen barreras institucionales y económicas que vencer. Actualmente existe una norma de aislación térmica que, a juicio de experto (Bustamante, 2005), no es lo suficientemente exigente, por lo que se tendría que modificar el marco legal. Además, las empresas constructoras no están dispuestas a aislar térmicamente las viviendas más allá de lo que la ley les exige ya que implica mayores costos que los usuarios y finales compradores no van a capitalizar aceptando un costo del inmueble mayor.

#### 5. Iluminación residencial eficiente

Las ampollitas de bajo consumo eléctrico consumen menos electricidad y generan el mismo servicio de iluminación por lo que instalar estas ampollitas (CFL y LED), en remplazo de las tradicionales ampollitas incandescentes es una medida que posee un alto potencial de reducción de GEI en el sector CPR.

Las barreras para este caso son principalmente la inversión inicial mayor que se debe incurrir y la falta de información de los usuarios, aunque con las actuales campañas del gobierno se ha avanzado bastante en este último punto.

Con respecto a la inversión inicial, tanto las ampollitas CFL y LED poseen un costo significativamente mayor con respecto a las incandescentes. La mayor barrera es el actual costo de las ampollitas LED que superan en 20 veces (Casa Keim, 2009) la inversión que se realiza al comprar una incandescente. Sin embargo, la tecnología LED posee una vida útil mayor y un menor consumo eléctrico que, al momento de que comiencen a bajar sus precios, será una tecnología completamente competitiva en el mercado.

#### 6. Electrodomésticos Eficientes

Los artefactos eléctricos que poseen un alto consumo energético en los hogares chilenos corresponden a las lavadoras, lavavajillas, microondas, secadoras y estanques calentadores de agua. Estos, pueden ser más eficientes en comparación a los que actualmente se comercializan en nuestro país, y por consecuencia reducir las emisiones de GEI.

La implementación de esta medida requiere eliminar ciertas barreras culturales y de asimetrías de información, las que podrían superarse a través de un etiquetado de eficiencia energética, de modo de permitir atacar la decisión del consumidor al momento de la compra. Además existe una barrera en cuanto a la inversión inicial que es mayor para el caso de los artefactos eficientes, pero que sin embargo, en

mucho de los casos, es recuperada por la disminución en el consumo de electricidad.

También es relevante indicar que la forma como se incentiva el recambio de artefactos es relevante, dado que una de las principales barreras de implementación es la barrera cultural. Si el gobierno regalara artefactos eficientes a toda la población, probablemente no se lograría grandes ahorros puesto que ello no contribuye a un cambio cultural. Por el contrario, una ayuda económica parcial, colabora en incorporar el factor ambiental dentro del proceso de toma de decisión.

#### 7. Sistemas de refrigeración eficientes en supermercados

Los sistemas de refrigeración comúnmente usados en supermercados corresponden a sistemas multiplex con condensadores refrigerados por aire, mientras que los sistemas eficientes (que pueden lograr una reducción promedio del 10% en el consumo de electricidad) corresponden a sistemas multiplex con condensadores que eliminan el calor por evaporación o mediante torres de enfriamiento.

Debido a que los sistemas de refrigeración en supermercado están en funcionamiento permanentemente, el potencial de reducción de emisiones de GEI en este subsector Comercial y Público es bastante relevante.

Las barreras para esta medida son principalmente la falta de información al consumidor, en este caso las cadenas de supermercados, y el alto costo de inversión de los sistemas de refrigeración eficientes en comparación a los convencionales. Sin embargo, la medida es costo efectiva por lo que no debiera ser difícil conseguir una alta penetración en el uso de estos sistemas superando dichas barreras.

- Alternativas de mitigación de largo plazo (2015 a 2030)

En el largo plazo los desafíos son instaurar como requisito obligatorio la certificación de todas las edificaciones de un cierto tamaño, con estándares LEED o similares, además de la aplicación de estándares mínimos de eficiencia para sistemas y equipos, como MEPS o similares.

- Barreras de implementación de las alternativas de mitigación

Las barreras de implementación de estas medidas son su mayor costo de inversión inicial, lo que provoca una lentitud en la respuesta del sector a pesar de que las medidas son costo efectivas, ya que con el tiempo se ahorrará en el consumo mensual de energía.

Además existe una barrera de información al consumidor acerca de los beneficios económicos que tiene utilizar un equipo eficiente respecto de la utilización de uno convencional. Esta barrera se ha estado derribando con los etiquetados de eficiencia energética, como es el caso de los refrigeradores.

## **Sector: Transporte.**

- Acciones Actuales

Las acciones aplicadas actualmente en el sector transporte provienen del PPEE a través del programa “Transporta con buena energía”, excepto por la Ley de Biocombustibles.

- Proyecto “Cambia tu Camión”: Incentivo de 4, 8 o 12 millones de pesos para cambiar un camión de más de 25 años por otro nuevo, más eficiente y menos contaminante.
- Capacitación en conducción eficiente a operadores del transporte de carga: Programa de conducción que, en su primera etapa, evalúa los conceptos que se deben enseñar a los conductores, en un plan piloto, para luego aplicar masivamente en una segunda etapa.
- Asistencia técnica a transporte de carga interurbano: Es un proyecto dirigido a pequeñas empresas de transporte interurbano por camiones, para hacer más eficiente su uso de combustible.
- Generación de una metodología para evaluar el impacto del etiquetado de eficiencia energética en vehículos motorizados: Estudio para producir una herramienta que evalúe cuantitativamente el efecto del sistema de etiquetado en la configuración del parque automotriz, el consumo de combustible y las emisiones asociadas.

La Ley de Biocombustibles exime al biodiesel y al bioetanol de los impuestos específicos que gravan a los combustibles. Se permite la mezcla voluntaria de petróleo diesel con biodiesel y la de gasolina con bioetanol, autorizándose hasta un 5% como porcentaje máximo del biocombustible a mezclar. Esta ley ha impulsado el desarrollo de este tipo de combustibles y el MINAGRI ha desempeñado un importante papel a través de sus instituciones, generando conocimiento y apoyando el desarrollo de nuevas empresas.

Es importante destacar que el uso de los biocombustibles en reemplazo de una fracción de los combustibles tradicionales, podría ser en un futuro una medida transversal que podría aplicarse a los sectores Transporte, Industrial y Minería del Cobre.

- Alternativas de mitigación
  - Alternativas de mitigación de corto plazo (2010-2015)

El sector transporte dispone de una serie de medidas de corto plazo para reducir sus emisiones de GEI. Las medidas se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- Mejoras tecnológicas
- Renovación acelerada del parque vehicular
- Cambio modal
- Cambios de hábitos de conducción

#### 1. Mejoras Tecnológicas en Vehículos

Las medidas en mejoras tecnológicas de los vehículos, apuntan a mejorar la eficiencia energética de los vehículos individuales, de modo que ofrezcan el mismo servicio pero con un menor nivel de consumo de combustibles, y por ende de emisiones. A continuación se enumeran:

- a) Introducción de Buses Híbridos: Introducir buses híbridos diesel-eléctricos en el sistema de transporte público, que tienen un consumo de combustible un 10-30% menor que su equivalente convencional. Actualmente la diferencia del costo de un bus híbrido con respecto a uno convencional es de 40-80 mil USD (2009), costo que se espera decrecerá alrededor de 2% anual.
- b) Vehículos livianos híbridos gasolina-eléctricos: Estos vehículos tienen un consumo de hasta un 40% menor que su equivalente convencional. Actualmente, la diferencia entre el costo de un vehículo híbrido con uno convencional es de 8 mil USD (2009) y se prevé que el 2035 será de 2.500 USD.
- c) Vehículos livianos híbridos plug-in: Vehículos con una batería que se carga a la red y que básicamente funciona como un vehículo eléctrico para distancias cortas, y como un vehículo híbrido convencional para distancias largas. Estos vehículos están recién alcanzando nivel comercial, y su diferencia de costo con respecto a los convencionales es de 15 mil USD (2008), pero se prevé que el 2035 será de solo 6 mil USD (2008).

## 2. Renovación Acelerada del Parque Vehicular

Un segundo grupo de medidas son las relativas a la renovación acelerada del parque vehicular, donde se pretende apurar la salida de los vehículos antiguos reemplazándolos por vehículos nuevos. En Chile, como en muchos países de Latinoamérica, la vida media de un automóvil es relativamente alta, por lo que existe una fracción no despreciable del parque vehicular que posee tecnología muy antigua, lo que se traduce en un alto consumo de combustible y alto nivel de emisión de contaminantes locales. A continuación se describen los instrumentos que podrían impulsar el recambio tanto de camiones como de vehículos particulares.

- a) Chatarrización de camiones con más de 25 años de antigüedad, introduciendo camiones con tecnología más avanzada que consuman menos combustible.
- b) Chatarrización de vehículos livianos particulares y comerciales con más de 20 años de antigüedad, con menor consumo de combustible y por ende menor emisión de contaminantes.

## 3. Cambio Modal

Un tercer grupo de medidas incluye realizar cambio de modo a sistemas de transporte más efectivos. Esto se puede dar a nivel de transporte de pasajeros como de carga. En el caso de transporte de carga se busca lograr transferir toneladas de carga a través de medios de transporte menos intensivos en consumo de combustibles fósiles. En el caso de transporte de pasajeros, se busca el cambio modal hacia el transporte público, debido a que es mucho más eficiente, en cuanto a emisiones de GEI, que el transporte privado. Aun manteniendo la misma tecnología de cada sistema, es posible conseguir reducciones importantes de emisiones fomentando el transporte público, o de otros modos, como la bicicleta o la caminata.

- a) Expansión sistema de Metro: Consiste en expandir las líneas de Metro más allá de lo planificado en la línea base, para traspasar viajes que se realizan en vehículos a la red de Metro e invertir la migración de usuarios del transporte público al privado.
- b) Subvención transporte público para incentivar su uso en favor de otros modos, al disminuir el costo del viaje con respecto al transporte privado.
- c) Impuesto combustibles vehículos livianos: Impuesto a la gasolina y al Diesel que provoca un desincentivo al uso del automóvil.
- d) Impuesto combustible camiones: Impuesto a la gasolina y al Diesel que provoca un desincentivo al uso del camión, versus otros modos, como el ferrocarril.
- e) Aumento de transporte de Carga en ferrocarril: Consiste en realizar un cambio modal en el transporte de carga desde camiones a trenes.

#### 4. Cambios de Hábitos de Conducción

Finalmente, es posible mejorar el modo en que se conducen los vehículos, gastando menos energía.

- a) Conducción eficiente camiones, buses, taxis, colectivos y vehículos livianos: Consiste en capacitar a los conductores de camiones, buses, taxis, colectivos y vehículos livianos en mejores prácticas de manejo (Eco Driving) para reducir el consumo de combustible y disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

- o Alternativas de mitigación de largo plazo (2015 a 2030)

Los desafíos del sector transporte a largo plazo son altos. En el marco de una economía en pleno desarrollo, en que la demanda por transporte y la tasa de motorización aumentan en igual o mayor proporción que el ingreso, el consumo de energía y las emisiones de GEI del sector transporte son crecientes a tasas altas.

Los desafíos de largo plazo se pueden agrupar, en orden de importancia, en:

- a. reducción de la demanda de transporte, por medio de la planificación urbana.
- b. Satisfacción de la demanda por transporte en una proporción creciente a través de sistemas de transporte público o de modos no emisores.
- c. Reducción de la intensidad de emisiones de todos los modos de transporte.

- Barreras de implementación de las alternativas de mitigación

Existen varias barreras identificadas para la implementación de las medidas de mitigación de emisiones presentadas anteriormente.

- a) Barreras institucionales

En Chile el sector transporte está a cargo del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, un ministerio sectorial cuya principal misión es asegurarse de que la demanda por transporte sea satisfecha al menor costo posible, respetando las leyes, reglamentos y normas pertinentes. Hasta ahora no está dentro de sus objetivos el lograr reducciones de emisiones de GEI ni de contaminantes locales (aunque estos últimos están siendo considerados en la planificación de los sistemas de transporte desde hace un tiempo). Los organismos del estado a cargo de estas emisiones son principalmente la CNE y la CONAMA, pronta a convertirse en el Ministerio del Medio Ambiente.

Existe un problema de coordinación potencial de estos tres organismos en el control de las emisiones, ya sea de GEI o de contaminantes locales. Como

ejemplo, podemos citar el programa de Chatarrización de camiones impulsado por la CNE, y el Programa de Chatarrización de vehículos Livianos de CONAMA (aun en estudio). Obviamente, ambos programas tienen reducciones tanto en las emisiones de GEI como en las emisiones de contaminantes locales, por lo que sería mucho más eficiente la coordinación de ambas instituciones, de manera de potenciar las reducciones conjuntas de ambos contaminantes, en lugar de potenciar sólo una de ellas.

La interacción entre las reducciones de GEI y de contaminantes locales se da en todas las medidas aplicables a este sector, a veces en forma positiva, y a veces en forma negativa. La consideración conjunta de ambos efectos puede mejorar la efectividad y eficiencia del control.

#### b) Barreras económicas y políticas

Muchas de las medidas mencionadas (como la Chatarrización de vehículos o la introducción de vehículos híbridos) requieren de una inversión inicial, aun cuando en el largo plazo existan beneficios netos. Esto demanda recursos del estado, ya sea en la forma de subsidios directos (como en el caso del transporte público) o de rebaja de impuestos (como el incentivo para vehículos híbridos), o bien requiere del traspaso de los mayores costos a la sociedad, generalmente a los sectores más desposeídos (como en el caso de la introducción de buses híbridos en el transporte público, en que, exceptuando la existencia de subsidios, el mayor costo finalmente se traspasara a los usuarios del sistema). Este traspaso de costos a los sectores menos afluentes representa un costo político que pocos gobiernos están dispuestos a afrontar.

## I.7 Rol de ciudades: caso Región Metropolitana

- Diagnóstico
  - Ciudades y cambio climático en el contexto chileno
    - Entre la característica más emblemáticas de Chile como país, destaca su particular geografía delgada y longitudinalmente extendida, la cual se contrapone con el fenómeno de concentración poblacional céntrico, ya que el centro del país presenta cifras de densidad poblacional muy elevadas en comparación con otras zonas; el Área Metropolitana de Santiago contaba con 5.6 millones de habitantes según el censo 2002, con 848.000 en el Área Metropolitana de Concepción, y 824.000 in el Área Metropolitana de Valparaíso-Viña de Mar (MINVU, 2002). Es más, la Región Metropolitana, donde se ubica Santiago, la capital, es la más urbanizada entre las regiones ‘en desarrollo’, característica clave para entender, no solamente los focos de emisiones de GEI, sino los ‘hot spots’ en donde se deben generar las respuestas adecuadas en temas climáticos. Es precisamente la demanda generada por estas poblaciones metropolitanas que, a través de su huella de carbono, estimulan actividades productivas y patrones de consumo de energía y agua en los sectores no-exportadores en las diversas regiones del país. En este sentido, estos centros ofrecen importantes respuestas, en torno de la mitigación, y como factor clave, la adaptación a los cambios ya experimentados (Kousky y Schneider, 2003). La necesidad de construir procesos de adaptación y planes relevantes, con priorizaciones adecuadas, se convierte un elemento base de la planificación estratégica de los asentamientos humanos.

Como ya se indicaba, esta concentración urbana ayuda al identificar dónde es necesario concentrar recursos y esfuerzos en la lucha contra el cambio climático. Esta situación cobra particular importancia al considerar la disminución en las cifras de morbilidad y mortalidad que se podría lograr, adelantándose a los impactos climáticos. Al mismo tiempo, el hecho que la concentración del parque automotriz se concentre en una cantidad limitada de centros urbanos ayuda a combatir las emisiones de carbono, colaborando con la función de mitigar los efectos del fenómeno. Además, el esfuerzo para combatir la contaminación atmosférica local a través del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) durante los años 1990 significaba la relocalización de fuentes fijas hacia la periferia (más allá de Américo Vespucio en la Área Metropolitana de Santiago), por lo mismo, hoy en día, gran parte de la industria –y su consecuente producción energética- se encuentra fuera de los límites urbanos (ver Cifuentes, 2000; Katz, 2006). Aún así, esta alta concentración urbana evidencia las sinergias

entre múltiples factores de cambio climático y desarrollo dentro un espacio delimitado, con lo cual el número de actores que deben organizarse en forma coordinada para generar respuestas adecuadas asciende (GORE RMS, 2000, 2007). Las debilidades para enfrentar la contaminación atmosférica local en torno del PPDA revelan algunos de estos problemas de coordinación en un campo mucho más reducido que se puede anticipar en términos del cambio climático. Como consecuencia, existe un gran desafío en términos de la institucionalidad para responder frente a los desafíos anticipados.

El Plan de Acción para el cambio climático publicado por el gobierno para la COP14 en Poznan, identificó las necesidades de las ciudades, en términos de la planificación urbana. El primer punto considerado fundamental es el resguardo a ciudades asentados en áreas de riesgo, como lugares ribereños y costeros. Mientras que el segundo, fue la incorporación de estos riesgos y sus respectivas respuestas en los instrumentos de planificación territorial.

Los instrumentos de planificación territorial (IPT) agrupan una serie de herramientas de planificación, entre las que se pueden mencionar: Estrategias de Desarrollo Regional, Plan Reguladores Inter-comunales, Planes de Desarrollo Comunal, y Planes Reguladores Comunales. Con ellas, los municipios y los gobiernos regionales deben planificar el territorio, y definir localizaciones y conectividades adecuadas para la seguridad de la población. Además, son los instrumentos que deben fomentar la consolidación de un desarrollo más sustentable. Con las transferencias de competencias de planificación territorial regional desde MIDEPLAN hacia los gobiernos regionales en 2007, existe un nuevo instrumento que complementa los existentes. El Plan Regional de Ordenamiento Territorial sería la herramienta para definir con más precisión la localización de actividades, la identificación de riesgos fuera del límite urbano, y la compatibilidad de diversos usos e intereses territoriales. Se espera el desarrollo de los PROT en cada región entre el período 2010-2012. Hasta la fecha, solamente ha sido publicado el PROT de Aysén, que no incorpora la dimensión del cambio climático en su análisis (GORE Aysén, 2009). Otro instrumento disponible es el Plan Regional de Desarrollo Urbano que busca mejorar la integración de los asentamientos humanos en el contexto de las regiones en las cuales están insertas.

Estos instrumentos de planificación territorial son importantes en el campo de la adaptación urbana y regional al cambio climático por que definen las posibilidades transversales de la planificación que deben fijar el marco para las intervenciones sectoriales (aunque el PRDU es un instrumento sectorial del MINVU). Si la adaptación pretende ser una respuesta transversal, debe ser incluida en los instrumentos ya existentes. El problema que persiste con

las intervenciones sectoriales en los centros urbanos, desde MOPTT y MINVU en particular, es la poca coherencia entre sus objetivos y las inversiones realizadas. El ejemplo más típico de este tipo de problemas es la localización de vivienda social en la periferia de la ciudad durante los años 1980s y 1990s, debido al bajo precio de suelo (Sabatini y Arenas, 2000). Esta medida ha generado el desafío en el sistema de transporte público para acercar estos sectores a sus lugares de trabajo, en las zonas céntricas y oriente de la ciudad. Sin una adecuada respuesta transversal, existe la posibilidad de fomentar desplazamientos improductivos, tal como el mencionado, como respuesta apresurada al cambio climático.

Un avance en este sentido ha sido la creación del Comité Interministerial de Ciudad y Territorio que agrupa MINVU, MOPTT y Bienes Nacionales, para enfrentar los desafíos urbanos con mayor integralidad. No obstante, la Agenda de Ciudades (2006-2010), que actúa como guía para el desarrollo urbano nacional, es débil en sus planteamientos, especialmente al precisar lineamientos entre la competitividad, la inclusión social y la sustentabilidad (ambiental), sin mencionar entre sus líneas ningún aspecto del cambio climático. El sucesor de la Agenda sería la nueva Política Nacional de Desarrollo Urbano: Ciudades Sustentables (que reemplaza la política de 1979). Esta política fue desarrollada durante el 2009 y sigue en proceso de consulta. Lamentablemente, la política, en su forma actual, no hace referencia explícita a los desafíos del cambio climático.

- La Región Metropolitana de Santiago  
Tomando como base la necesidad de considerar medidas a nivel urbano en 50 ciudades y 3 metrópolis en el país, e incorporar las otras 97 ciudades dentro de medidas comunales y regionales, las siguientes páginas enfocarán en el caso específico de la Región Metropolitana de Santiago (RMS). La RMS concentra 6 millones de habitantes y es el lugar donde las respuestas a la adaptación al cambio climático van a tener mayores implicancias en relación al número de habitantes.

En términos de adaptación, tal como se ha visto reflejado en este informe, las medidas más urgentes a considerar para el sector urbano, así como los desafíos a los que este sector se ve expuesto, están relacionados con el tema hídrico, en especial de agua potable e infraestructura para eventos extremos. En esta línea, las grandes ciudades, como Santiago, requieren de múltiples servicios ambientales, desde áreas productivos agrícolas y forestales, hasta recursos hídricos y energéticos (PNUMA-IEU+T, 2004). Así surge del concepto de bio-regiones, donde se le da énfasis a las cuencas como los espacios territoriales más apropiados para considerar temas de sustentabilidad, debido a que suelen comprender esos cuatro elementos. Esta lógica territorial fue incorporada en la planificación nacional en torno

de la Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas de CONAMA que, como se mencionaba, débilmente, ha empezado a desarrollarse.

En términos de mitigación, se presentó anteriormente un análisis país por los distintos sectores y su contribución a la mitigación de las emisiones de CO<sub>2</sub>, ahora se presentará información más específica para el RM, donde el gran desafío es diferenciar entre emisiones sectoriales y territoriales. Si se evalúa por sectores, se pueden distinguir aportes provenientes del sector energía, industria, transporte y agricultura. En el contexto urbano, las emisiones principales provienen de los sectores industria y transporte, aunque los impactos de las emisiones de tipo residencial están en alza. La siguiente tabla identifica los principales aportes de CO<sub>2</sub> en la RMS según fuente (ver Tabla 20). Dada la falta de información a nivel regional, este tipo de ejercicio es parcial y ofrece tan sólo un panorama del año en cuestión. Es evidente que el monitoreo y evaluación del balance energético a nivel regional es necesario para identificar con mayor precisión las oportunidades para reducir emisiones de sectores específicos; sin embargo, el más reciente informe estratégico de la CNE (2008) mantiene este sesgo.

**Tabla 20: Consumo de Energía y Producción de Emisiones de CO<sub>2</sub> (tipos\* y principales usos)**

Tipo de energía	Principales usos	Consumo (GWh)	Emisiones CO <sub>2</sub> (t)
<b>Eléctrica</b>		<b>9,881</b>	<b>4,342,008</b>
	Residencial	3,581	1,573,761
	Industrial	3,228	1,418,653
	Comercio	2,339	1,027,945
<b>Gas Natural</b>		<b>7,356</b>	<b>1,485,576</b>
	Residencial	1,666	336,500
	Industrial	4,042	816,314
	Otros	1,364	275,559
<b>Combustible</b>		<b>31,266</b>	<b>7,978,157</b>
	Diesel	13,671	3,423,800
	Combustible de aviación **	3,770	969,228
	Gasolinas	12,828	3,326,239
<b>Total</b>		<b>48,728</b>	<b>13,850,884</b>

\*Gas de ciudad y renovables incluidos en el total. \*\*Aviación es un sector pero basado claramente en la RMS (reflejando los problemas de territorialización de GEI y las responsabilidades asociadas)

Fuente: Barton et al. (2007)

El cuadro demuestra la importancia de combatir el transporte como fuente principal de emisiones de CO<sub>2</sub>. El PPDA ha sido eficaz en enfrentar las emisiones de las fuentes fijas, sin embargo, las fuentes móviles siguen en alza debido al aumento del parque automotriz, desde aprox. 500.000 hasta 800.000 entre los años 1992 y 2002 (Barton et al., 2007). Aunque hay una disminución de emisiones por km recorrido, debido a mejoras tecnológicas y cambios en la calidad de los combustibles, este desacoplamiento no es suficiente para reducir el impacto total de la movilidad vehicular (sin incluir el transporte público).

Un segundo punto importante a destacar, es el rol de las viviendas en el consumo total de energía, y los impactos ‘upstream’ de éste. Hoy en día, la necesidad de reducir la demanda residencial total (pensando en una población de 8 millones en la RMS, proyectada para el 2030) es vital. Esto implica cambios radicales en el comportamiento energético individual, a nivel de hogar y en unidades comerciales; la certificación LEED (EE.UU.) y BREEAM (Reino Unido) ofrecen importantes avances en este sentido en términos de evaluación de las acciones tomadas. La alternativa, o más bien complemento, es precisamente agregar más energía renovable no convencional a la matriz. En todas las intervenciones en el campo de la mitigación y adaptación frente al cambio climático, existe la necesidad de asegurar sinergias entre intervenciones, y para complementar mitigaciones con adaptaciones, y vice versa. Un ejemplo sería el uso de energía solar en edificios, que traería beneficios dobles: reduciendo la demanda por energía fósil (mitigación), y, a la vez, colaborando con sistemas de enfriamiento (adaptación).

- Acciones actuales

En temas de adaptación, como ya se ha mencionado, se han elaborado leyes y protocolos para infraestructura ante eventos extremos y para evacuación de aguas lluvias. Algunos de estos protocolos aún no comienzan a operar, sin embargo, ya se están tomando medidas al respecto.

En cuanto a las acciones en términos de mitigación, se puede diferenciar entre acciones deliberadas y acciones incidentales. Las acciones deliberadas son las acciones diseñadas en términos de los escenarios de cambio climático, que buscan complementar actividades sectoriales y territoriales para reducir emisiones y promover la adaptación. Las acciones incidentales son aquellas que aportan a las reducciones de GEI y promueven la adaptación al cambio climático, pero cuyos propósitos iniciales están enfocados en resolver y enfrentar otros problemas estipulados.

- Acciones deliberadas

En los IPTs existentes, el cambio climático no ha sido incorporado ya planificación estratégica de largo plazo, que debiese contemplarlo, está aún en desarrollo. Esta situación es delicada, ya que solamente por medio de los IPTs es posible anticipar los cambios de largo aliento, y, sin el correcto enfoque de ellos, no será posible iniciar acciones que busquen la mitigación y adaptación a los impactos del fenómeno climático u otro evento extremo de largo plazo.

En los centros urbanos, se podría anticipar el fenómeno con grandes intervenciones e inversiones que impliquen transformaciones significativas en el tejido físico urbano, como nuevos polos comerciales, tales como el Costanera Center. Es importante incorporar estas proyecciones en los EIA, las ordenanzas y en los estándares de exigencias del diseño, construcción y operación de estas obras. En otras palabras: ya se está construyendo la ciudad que debe resistir los escenarios de cambio climático propuestos para 2070.

En términos de las instituciones implicadas, tales como MOPTT, MINVU, SISS, DGA, CONAMA y CONAF, todavía no hay claridad respecto a sus acciones deliberadas. No existen políticas o planes específicos, Incluso, en los documentos que deben orientar el actuar de estos organismos públicos en el mediano y largo plazo, como *Visión 2020* del MOP, o la planificación nacional de MIDEPLAN (hasta 2018), no hay evidencia de claridad respecto al tema del cambio climático.

Tal vez en el caso de agua, donde, como ya se mencionaba, influyen organismos como DGA y SISS existe mayor conciencia, pero aún hay incompatibilidad entre los instrumentos existentes (el Código de Aguas) y la necesidad de adaptar la cuenca del Maipo a las presiones que vienen. Las implicaciones para el uso residencial del agua, para el riego de áreas verdes, y en términos de conflictos con otros usos potenciales, son significativas (Heinrichs et al., 2009).

- Acciones incidentales

Debido al gran número de inversiones sectoriales, se pueden identificar acciones positivas en términos de mitigación y adaptación al cambio climático en la ciudad-región.

En términos de mitigaciones, la introducción del sistema Transantiago es una contribución al intento de frenar el aumento de viajes realizados en vehículos privados. Nuevas tecnologías de consumo energético por parte de los buses, como EURO IV son el principal aporte en este sentido,

acompañado con la reducción del parque de buses, la eliminación de micros más viejas, y mayor eficiencia en la redistribución y operación de rutas. Es importante destacar, que en la actualidad la implementación de Transantiago dista enormemente del diseño original, que tenía un potencial de reducción de GEI al año 2010 de alrededor de 0.6 MtCO<sub>2</sub>e. Estas reducciones vendrían principalmente de los buses en donde las reducciones de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> con respecto a la línea base serían de 51% y 24% respectivamente (DICTUC, 2009).

El desarrollo de nuevos estándares de aislamiento para vivienda es un aporte substancial en términos de la reducción de la demanda. También lo son los incentivos desde el Ministerio de Hacienda para la incorporación de energías renovables en edificios. A la vez, MINVU busca aumentar las áreas verdes, intentando acercarse a la cifra de 9 m<sup>2</sup>habitante, estipulado por la OMS. La incorporación de más áreas verdes cumple varias funciones ecológicas, más allá de su funcionalidad en términos del bienestar de la comunidad (ver Barbier, 1991). También son útiles como áreas de infiltración de aguas lluvias, para mitigar los efectos de la isla de calor y para abrir corredores de ventilación. El aumento de áreas verdes cumple varias funciones imprescindibles para adaptarse al cambio climático. Sin embargo, sin la selección de especies apropiadas (endémicos), con consideraciones de los efectos netos sobre el balance hídrico; de distribución social de estos espacios y su accesibilidad; y sin una mantención adecuada, sus aportes potenciales no se verán reflejados.

En su nueva Política de Desarrollo Sustentable (para publicar en 2010), el GORE está desarrollando intervenciones integradas en diversas áreas: residuos sólidos, áreas verdes, calidad del aire y energía. Esta política, que integra las propuestas de cada área (también en desarrollo), busca organizar diversas agencias públicas en planificación plurianual para enfrentar los desafíos sectoriales. En cada área existen oportunidades para aportar a la mitigación y adaptación del cambio climático en la RMS. El hecho que el GORE esté buscando alianzas estratégicas con estos distintos actores sectoriales revela el grado de conciencia en la institucionalidad pública para aprovechar las sinergias existentes y para planificar en forma estratégica con el propósito de evitar problemas de desplazamiento y para generar economías de escala (Barton, 2006). Pese a que estas políticas no son IPTs, la necesidad de organizar respuestas integradas para los desafíos de la sustentabilidad regional es cada vez más evidente. La integración de nuevas agencias públicas a nivel regional – SEREMIs de energía y de medio ambiente – sería la prueba de fuego para asegurar este enfoque integrado en el territorio.

- Desafíos de corto plazo

Los desafíos en el ámbito de la planificación para el cambio climático son numerosos, por eso la necesidad de priorizar con claridad y enfrentar los desafíos locales de mayor envergadura en el corto plazo. En términos de adaptación, resulta crítico entender las vulnerabilidades a las que se enfrenta la RM. En términos de la reducción de GEI, este proceso es continuo y requiere un esfuerzo mayor para desacoplar la generación de CO<sub>2</sub> por unidad de PIB generado, y por km de viaje recorrido. En forma más concreta, las listas en continuidad identifican unos desafíos prioritarios en el contexto de la ciudad-región de la RMS.

1. **Coordinación entre agencias públicas, y con privados, para generar un Plan de Adaptación y Mitigación para la RMS**, enfocado en los aspectos urbanos pero también conscientes de la huella de carbono generados por los habitantes por sus patrones de consumo. Este plan de adaptación debe ser integrado con instrumentos existentes, y complementarlos, como en otras ciudades (ver Satterthwaite 2007; Mukheibir y Ziervogel, 2007, Barton, 2009). Los IPTs existentes deben actuar sobre los planteamientos indicativos dentro el Plan. Este Plan servirá como guía básica para todos los ministerios y servicios públicos en sus planes, programas e inversiones en la RMS. Sería apropiado que el Plan está administrado por la entidad territorial: el GORE RMS.
2. **Estudio de vulnerabilidad urbana**. Dentro del espacio urbano hay una gran heterogeneidad de grupos socio-económicos según localización, resiliencia y capacidad de adaptación. La vulnerabilidad de distintos grupos, ubicados en distintas comunas, implica que los impactos generados por el cambio climático serían experimentados en forma distinta. Sería importante identificar los grupos más vulnerables e invertir en aumentar su resiliencia y su capacidad de adaptarse, también las agencias locales, ej. municipios, para fomentar este proceso (Gallopín, 2006). Con riesgos de corto plazo y de largo plazo, estos grupos más vulnerables deben ser conscientes de los desafíos pronosticados y preparados (y apoyados) en forma adecuada.
3. **Suministro y operaciones públicas más sustentables**. Implica iniciativas por parte del estado de limpiar sus cadenas de suministro, reduciendo la huella de carbono asociado con sus compras, también en las prácticas operacionales de las agencias públicas, incluso colegios, universidades, hospitales, policlínicos, municipios, etc. Con claras señales desde la institucionalidad pública, la posibilidad de generar redes de producción y suministro con menor impacto en términos de emisiones GEI sería más probable. Aprovechando de su capacidad de compra como actor en el mercado para diversos productos, el estado debe tomar

un rol activo en estimular mercados con impactos reducidos en términos de GEI. La iniciativa entre PPEE, GORE y seleccionado municipios para reemplazar alumbramiento público para generar eco-eficiencias es un ejemplo actual de esta lógica.

4. **Fortalecimiento de eco-eficiencia en el ámbito urbano.** Reforzando las actividades del PPEE, el GORE puede ser el actor clave en transmitir la necesidad de seguir en la reducción de emisiones GEI en los sistemas productivos, de movilidad, y de consumo residencial. El uso de metas de largo plazo sería un mecanismo importante en esta campaña.
5. **Estándares y normativas adecuadas en los ámbitos de diseño y construcción de obras (vivienda, equipamiento e infraestructura), y en prácticas de consumo.** En los campos de eficiencia hídrica, eficiencia energética, aislamiento, áreas verdes por cápita (y por comuna), tecnologías apropiadas, uso del automóvil, entre otros, hay una necesidad de revisar los mínimos establecidos y empezar a construir una nueva plataforma de estándares básicos de diseño, construcción y prácticas urbanas. Estos estándares deben ser calibrados en torno de las metas establecidas en el Plan de Adaptación y Mitigación.
6. **Monitoreo y evaluación de medidas.** Sin información adecuada sobre las transformaciones urbanas en los temas de GEI, aumento de resiliencia, y reducción de la vulnerabilidad, la precisión de metas y definición de presupuestos se complica bastante. El seguimiento del Plan, la generación de balances hídricos y energéticos, también de consumo y la huella de carbono de la AMS y RMS, son necesarios para tener mayor claridad frente al desafío planteado. Mientras que la Estrategia de Desarrollo Regional actualizada del periodo 2006-10 (GORE RMS, 2006), también el proyecto OTAS del GORE RMS (GORE RMS, 2005), definen indicadores regionales y metas, no son utilizadas en la gestión regional.

- Desafíos de largo plazo

Dentro de los desafíos a largo plazo, es preciso determinar dos desafíos que son transversales y que se han tocado ya en el documento, por lo que solo se describirá a modo de una comprensión más acabada de la dimensión de los desafíos de largo plazo.

El primero es definir sistema e instrumentos para la resolución de conflictos hídricos, ya que, con mayor demanda y menor oferta, los conflictos sobre el derecho al agua, también su distribución, serían cada vez más agudos en la RMS y en otras regiones. Una revisión del Código de Aguas, o a lo menos modificaciones sustanciales, sería necesaria para garantizar las necesidades residenciales.

El segundo desafío es realizar un cambio radical en la composición de la matriz energética, para complementar iniciativas de eco-eficiencia. Es vital enfrentar el tema de la matriz energética y su composición en términos del aporte de energías fósiles. La incorporación de energías renovables no tradicionales implica cambios en los instrumentos de asignación de distribución y de precio dentro el sistema SIC, por ejemplo. Como centros de demanda residencial, las ciudades-regiones deben jugar un rol importante en estimular estas transformaciones.

Los desafíos de largo plazo para el caso de la región metropolitana son los siguientes:

- 1. Rediseño urbano a través de IPTs capaces de tomar en cuenta los cambios globales de largo plazo.** Implicaciones para infraestructura de transporte, servicios y gestión de riesgos, ej. aguas lluvias, también para el diseño residencial y comercial (Galilea et al., 2007). Reconsideración de los conceptos: la ciudad compacta, la ciudad policéntrica, movilidad sustentable, y conectividad, en la planificación urbana y regional.
- 2. El rol del tejido físico urbano en el control ambiental.** Para reducir el efecto isla de calor, generar un ‘off-setting’ del aumento en temperatura y el estrés hídrico, y la mitigación de los impactos de eventos extremos, el diseño de obras y del espacio público son fundamentales. Requiere un replanteamiento de la arquitectura, el urbanismo y el paisajismo para capacitar profesionales capaces de adaptar los entornos en preparación para condiciones climáticas muy distintas a las de hoy en día en la RMS.
- 3. Educación para el desarrollo sustentable.** Conciencia en el consumo de productos, la huella ecológica (incluso de carbono) debe ser promovido para ciudadanos de todas las edades, y no solamente escolares. A nivel universitario y en programas de capacitación local (en diversos temas y disciplinas), los temas de producción y consumo más sustentable deben ser transversalmente comunicados (el concepto ‘win-win’ de Porter y van der Linde). La Década de Educación para el Desarrollo Sustentable (DEDS) de UNESCO ofrece el marco para el desarrollo de estas iniciativas. A nivel nacional, una política de educación para el desarrollo sustentable fue publicada al principio de 2009, con una versión regional (RMS) generado para fines de 2009. Fomentar practicas de consumo sustentable a través de campañas educativas, y por efecto demostración, es vital para cambiar el comportamiento de la demanda regional durante las próximas décadas, sintonizando mejor con instrumentos económicos, prohibiciones y nuevas generaciones tecnológicas.

- Institucionalidad

La institucionalidad adecuada para llevar a cabo las actividades requeridas en el corto plazo y el largo plazo no existe en este momento. Hasta la fecha, la responsabilidad para los temas de cambio climático ha sido concentrada a nivel nacional, como respuesta a las obligaciones del Marco Convenio sobre Cambio Climático. El enfoque sobre mitigación, también el MDL, ha jugado en contra de una adecuada reflexión sobre los riesgos y las potencialidades nacionales y regionales en estos temas. Es por esta razón que una agenda de adaptación todavía está en desarrollo y sería desplegado en 2012.

A nivel regional, la fragmentación en la institucionalidad publica esta evidente en todos los ámbitos de la toma de decisiones y las inversiones públicas (Chuaqui y Valdivieso, 2004). Genera un desplazamiento de problemas en muchos casos, con una falta de integración horizontal (entre ministerios y servicios nacionales y regionales) y vertical (entre ministerios y servicios, y GORE y los municipios); también hay gran asimetría entre municipios y diversos servicios en términos de recursos disponibles (Orellana, 2009). La diversidad de políticas, planes, programas e inversiones sectoriales complica la integración territorial (Heinrichs et al, 2009b). Esta situación se mantuvo debido a la debilidad del Gobierno Regional. Sin embargo, el traspaso de funciones en planificación desde MIDEPLAN hasta la División de Planificación de la GORE RMS, ha estimulado un nuevo período de diálogo y colaboración para una programación plurianual de acciones y de presupuesto.

Aunque es necesario ‘mainstream’ el tema de cambio climático en todos los organismos a través de la mayoría de los instrumentos, también es necesario asignar responsabilidades para la coordinación y ejecución de un Plan. El GORE es la institución más apropiada debido a su competencia de coordinación de diversas intervenciones territoriales. Con el reciente reforzamiento del Consejo Regional como entidad político y técnico de orientación regional (Ley 20.390 de octubre 2009) se produce otro argumento relacionado. A pesar de la formación de los Ministerios de Medio Ambiente y de Energía, que tendrán roles centrales en los temas de cambio climático, un Plan de Adaptación y Mitigación Regional implicaría todos los organismos públicos, y muchas entidades privadas a la vez. Por esta razón, y para mantener un enfoque amplio sobre los diversos temas implicados en la agenda de cambio climático, el GORE parece la entidad más adecuada para coordinar las actividades.

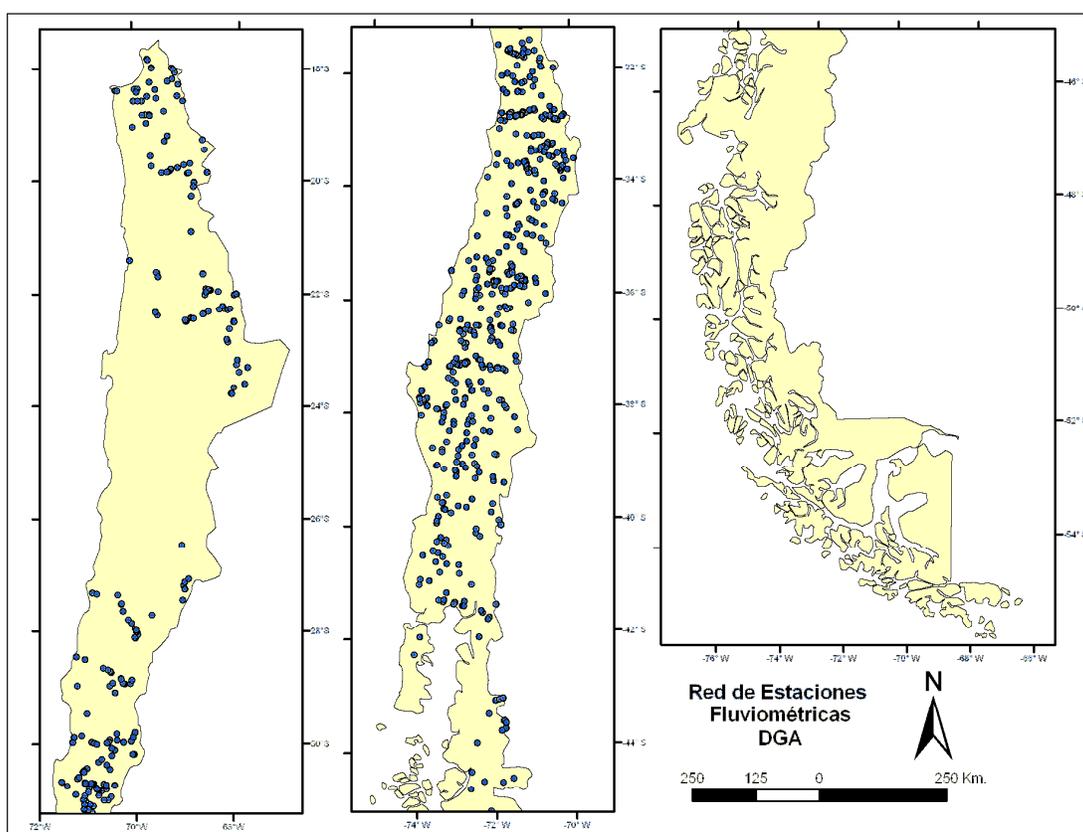
Debido al poco desarrollo sectorial al respecto hasta la fecha, existe una ventana de oportunidades en el campo institucional. Cuando cada sector empieza a desarrollar su propia estrategia y plan relacionada, las dificultades en armonizar sectores serian cada vez más complejas. También es evidente que si no

coordinación y un Plan común, la posibilidad de aprovechar las sinergias sería perdida. Aunque el Plan de Acción Nacional sigue siendo un Plan Nacional y sectorial (con una fuerte énfasis en los roles de Agricultura y MOP por ejemplo), sin precisar responsabilidades regionales y comunales, la heterogeneidad geográfica en términos de escenarios e impactos esperados implicaría mucha adaptación regional y local en casi todos los temas planteados en el Plan. Para facilitar este proceso, se requiere una institucionalidad adecuada, que sería una institucionalidad descentralizada y con fuertes vínculos con la sociedad a través de herramientas de educación y participación activa.

## I.8 Análisis Estaciones con calidad hidrometeorológica nacional

En la Figura 26, se observan las estaciones fluviométricas de la Dirección General de Aguas, DGA, las cuáles se concentran en la zona central y centro-sur del país. No obstante, en la actualidad, solamente cerca de un 60% de esa red efectivamente está en funcionamiento. Además, es interesante vislumbrar que en zonas más hacia el norte (III y IV región) y en regiones australes, la DGA no cuenta con estaciones, por ende, no cuenta con información relativa a los flujos hidrológicos de la zona.

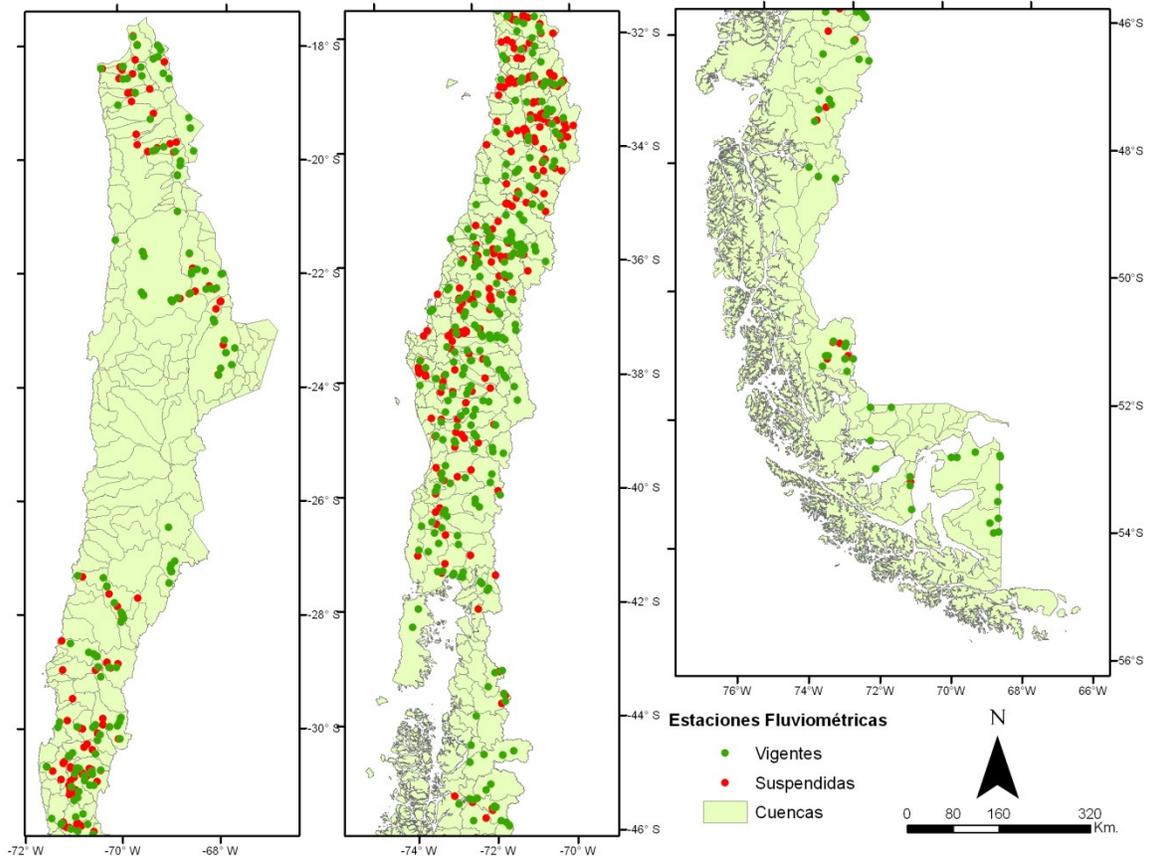
**Figura 26: Red de Estaciones Fluviométricas de la DGA**



Fuente: Elaboración propia con datos de la DGA

Si la información de la DGA se combina con las otras fuentes de información meteorológica, como lo son la red Agroclima y la red de la Dirección Meteorológica de Chile, DMC, el panorama nacional de estaciones de monitoreo, queda ilustrado en la Figura 27 a continuación:

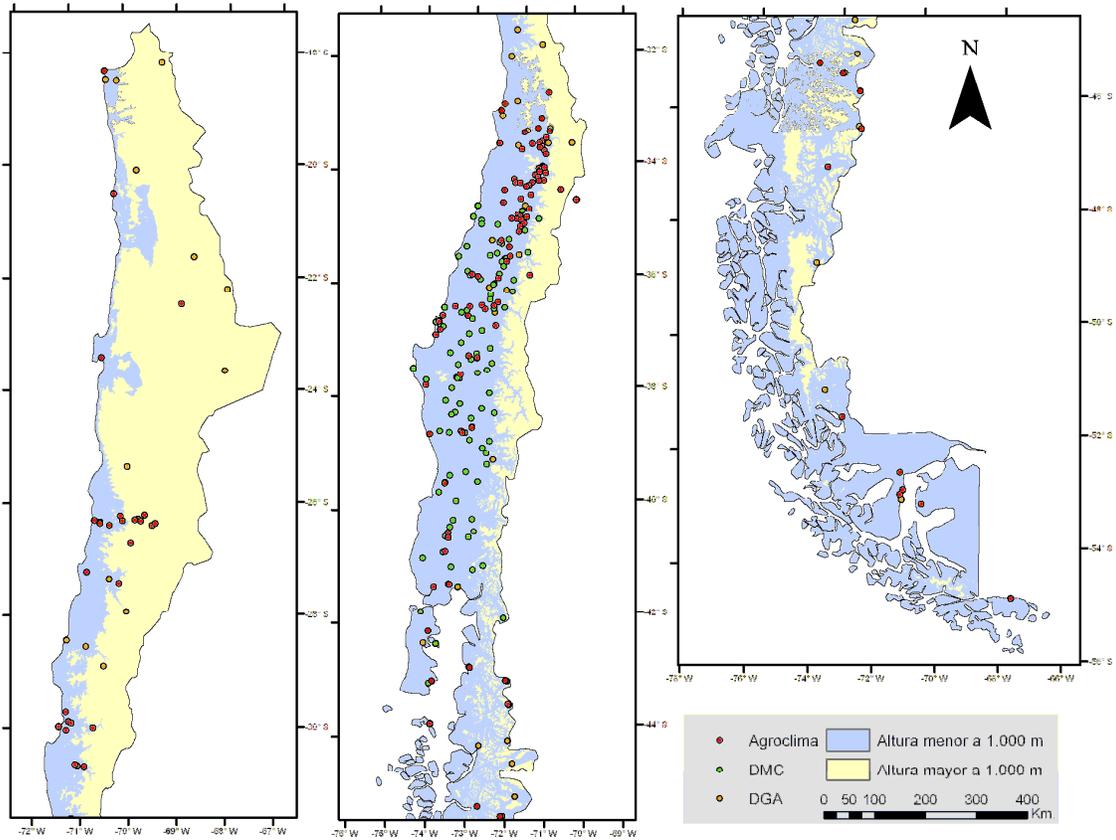
**Figura 27: Estaciones fluviométricas vigentes y suspendidas de tres redes de información**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la red Agroclima, DMC y DGA.

Sin embargo, como se aprecia en la figura, hay muchas estaciones suspendidas, con lo que el panorama de datos agroclimáticos nacional queda reducido casi a la mitad. Además, un gran número de cuencas hidrográficas no cuenta con sistemas de monitoreo, y no tienen posibilidad de contabilizar datos agroclimáticos de la zona. En la siguiente imagen (Figura 28) se aprecia el panorama de monitoreo del país considerando solamente aquellas redes fluviales en actividad:

**Figura 28: Estaciones de Monitoreo Meteorológico Vigentes de tres redes independientes**



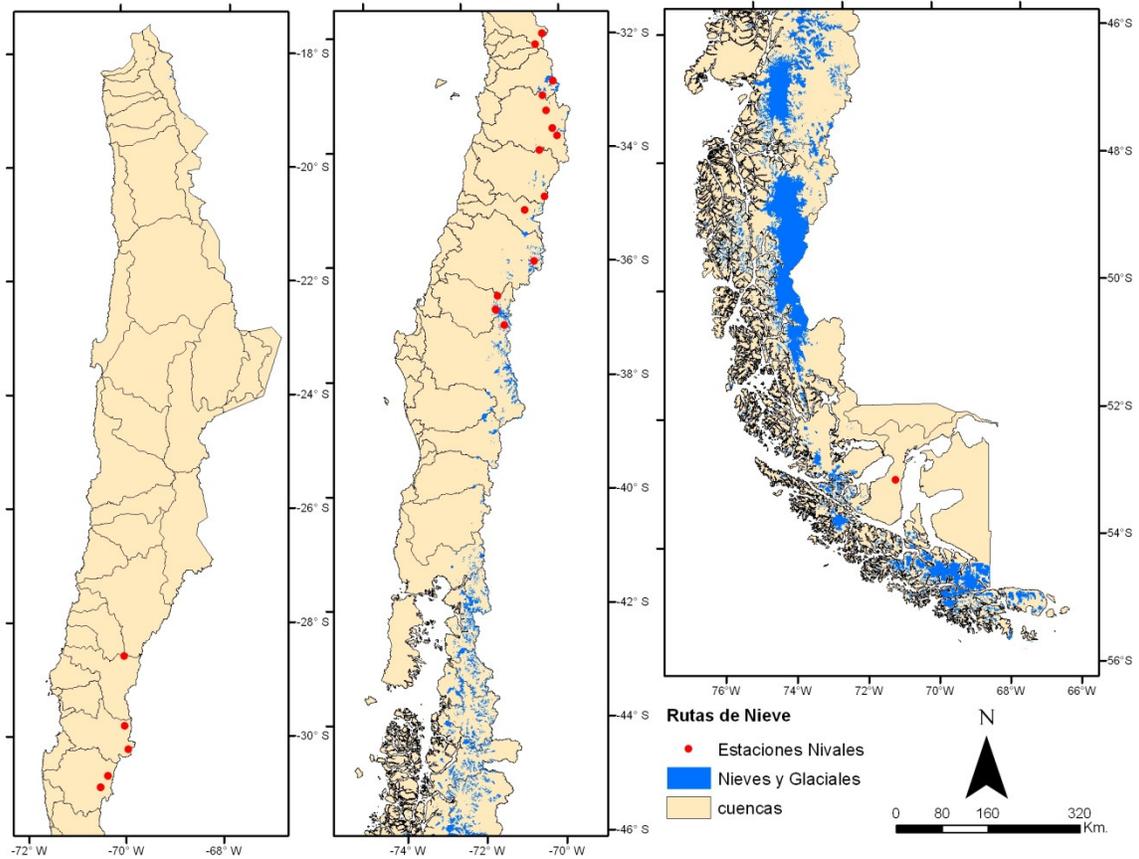
Fuente: Elaboración propia con datos de la red Agroclima, DMC y DGA.

Es interesante apreciar que incluso con la fusión de las tres redes de monitoreo climático, la dispersión de las estaciones de monitoreo es asimétrica y escasa, en especial en las zonas más extremas del país. Por lo demás, se vislumbra el poco dominio de información de datos climáticos en zonas de altura mayor a los 1000 metros.

Esto es altamente importante para efectos de una adecuada adaptación a los impactos del Cambio Climático, ya que, como se ha visto, una de las posibles consecuencias es la disminución del manto nival, y de sus consecuentes deshielos en la época de mayor demanda hídrica por parte de la agricultura.

Observando la Figura 29, se podrá observar que las zonas donde se concentran las nieves dentro del territorio nacional son escasas y debiesen estar asociadas a un fuerte monitoreo. Sin embargo, la mayor parte de éstas se concentra en las zonas australes o en zonas de altura, donde, como ya se revisó, la distribución de estaciones de monitoreo es casi nula.

**Figura 29: Distribución de Nieves y Glaciares, cuencas hidrográficas y las Estaciones Nivales.**



Fuente: Elaboración propia con datos de la DGA.

Ahora bien, las estaciones de monitoreo exclusivamente nivales –marcadas con puntos en la figura- son aún menores que las mencionadas arriba. Incluso, resalta la poca coherencia entre las zonas con mayor presencia nival y las estaciones nivales en funcionamiento. En la figura también resalta el bajo nivel de monitoreo de las redes de nieve con respecto al número de cuencas existentes. Es más, las redes de información nivométrica apenas cubren un pequeño porcentaje –cerca del 10%- de las cuencas totales, y como se mencionaba arriba, ni siquiera a la porción de cuencas con más afluencia nival.

## **I.9 Ley de Fomento al Riego**

Esta ley de fomento se creó con el fin de otorgar la oportunidad a los trabajadores o empresarios, del rubro agrícola e industrial, de poder tecnificar su sistema de regadío, de mejorar la distribución hídrica y asegurar un riego constante en períodos de sequías. De esta forma, por medio de la ley de fomento, cualquier predio agrícola puede recibir financiamiento y apoyo técnico al presentar un proyecto de riego o drenaje.

Los proyectos los elaboran profesionales o consultores inscritos en el Registro de Consultores de la Dirección General de Obras Públicas (DGOP). Estos profesionales son los responsables de completar la carpeta con los antecedentes legales y administrativos que, con mayor frecuencia, establecen las Bases.

En general, la selección de proyectos concursantes se hará determinando un puntaje a cada uno, que definirá su orden de prioridad. Para ello se tendrán en cuenta los siguientes factores: Porcentaje del costo de ejecución del proyecto que aportan los postulantes, el aumento de superficie que se incorpore con el nuevo riego gracias al proyecto, superficie de suelos improductivos por mal drenaje que incorporará el proyecto al uso agrícola, costo total de ejecución del proyecto por hectárea beneficiada y de acuerdo al aumento de la potencialidad de los suelos que se regarán o drenarán, según la comuna en que se encuentren.

Para obtener el mayor puntaje, lo más aconsejable es presentar un proyecto con los costos más bajos y con el mayor aporte posible. Otro aspecto favorable es que los proyectos de pequeños

El costo de elaboración de los Proyectos se considera de acuerdo a los cálculos monetarios de los mismos. A modo de orientación, los valores de preparación del proyecto, la supervisión de la ejecución de las obras y los gastos generales no podrán exceder al 20% del costo total de la construcción y rehabilitación de las obras.

El beneficio cubre hasta un máximo del 75% del costo total del proyecto, por ende, para financiar el inicio de las obras, los postulantes pueden recurrir a créditos de proveedores, empresas constructoras o Bancos. Los pequeños productores, organizaciones de usuarios de riego y comunidades no organizadas pueden obtener créditos de enlace del Instituto de Desarrollo Agropecuario -INDAP- para refinanciar hasta el monto de las bonificaciones, los costos de estudio de los proyectos, la construcción y la rehabilitación de obras.

## **I.10 Panorama acuícola y pesquero nacional**

En Chile, durante los pasados 30 años las actividades pesqueras extractivas de especies silvestres y de acuicultura muestran desarrollos resaltantes y, en cierta, forma contrastantes. La actividad pesquera extractiva (marina) chilena se caracteriza nítidamente por agruparse en dos subsectores: Artesanal e Industrial. Esta característica, claramente establecida por ley, es muy poco común en otras pesquerías extractivas del mundo y se afianza y consolida con la dictación de la Ley de Pesca y Acuicultura de Chile N° 18.892 de 1991 (textos refundidos y reglamentados).

En Chile, las características de la pesca industrial, se constituyen en que está conformada por una flota pesquera de embarcaciones menores a 18 m de eslora y de un máximo de 50 toneladas de registro bruto. En la Ley y reglamentos correspondientes, se especifican las características de los pescadores artesanales (desde pescadores de subsistencia hasta armador pesquero artesanal), las flotas, embarcaciones (tamaño y número máximo por armador) y sustituciones de embarcaciones, las restricciones de espaciales de movimientos de las flotas y las áreas de pesca artesanal exclusivas. Ejemplo de esto último es que están delimitadas las áreas de pesca a: (a) las primeras 5 millas costeras entre los 18°21' y 41°21' Lat. S. y en torno a las islas oceánicas de Chile (lo que comprende más de 30.000 km<sup>2</sup>); (b) las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs) asignadas en concesión única y exclusivamente a comunidades de pescadores artesanales organizadas, de las cuales existen ya más de 700 declaradas a lo largo de Chile (con superficies de fondo mar promedios de alrededor de 100 hectáreas) y una sumatoria total de más del 1100 km<sup>2</sup> (-número aproximado de pescadores artesanales con AMERBs de alrededor de 15.000-); (c) formas de asignación de la Cuotas Individuales Transferibles (ITQs artesanales); (d) registro de Pescadores Artesanales; y (e) regulaciones para el acceso a los recursos pesqueros declarados en total explotación (Ley de Pesca y Acuicultura; Castilla en prensa). Los pescadores oficialmente registrados en el Registro Pesquero Artesanal son aproximadamente 72.000, pero se desconoce la cifra de los recolectores de orilla ocasionales, buzos y pescadores de subsistencia a lo largo del país no registrados. El número total podría aproximarse a 90.000.

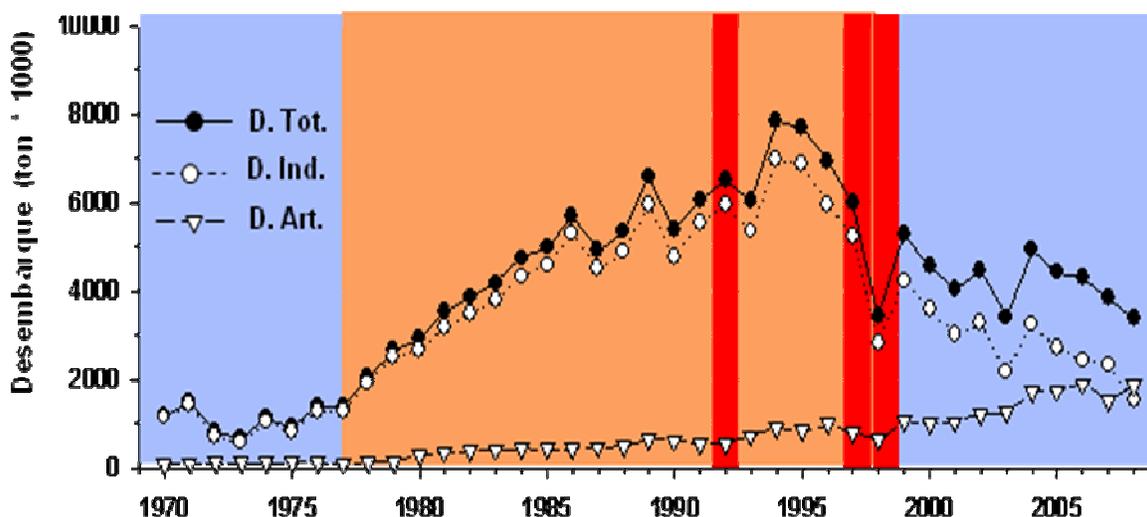
En cuanto a las características y regulaciones de la pesca industrial, armadores, flotas (embarcaciones por sobre las 50 toneladas de registro bruto), armadores industriales, Registro Pesquero Industrial, áreas de pesca (no existen áreas de pesca exclusivas para los industriales), asignación de ITQs, límites máximos de captura por armador, sustituciones de embarcaciones, pago de patente y derecho de pesca, regulaciones de acceso pesquero y derechos de pesca están definidos en la Ley de Pesca y Acuicultura de 1991 (Ley de Pesca y Acuicultura, 1991; Castilla en prensa)

En temas de acuicultura, a nivel nacional, la definición de la actividad, concesiones, pago de patente, regulaciones respecto de las actividades del sector están también definidas en la Ley 18.892 de 1991.

- Evolución de la Pesca Extractiva en Chile

La Figura 30, a continuación, muestra, en forma global, la evolución de la pesca extractiva marina (especies silvestres) en Chile entre 1970-2008.

**Figura 30: Desembarques pesqueros en Chile entre 1970-2008 (sin acuicultura).**



Nota: D. Tot= Desembarques Totales; D. Ind= D. Industriales; D. Art= D. Artesanales.

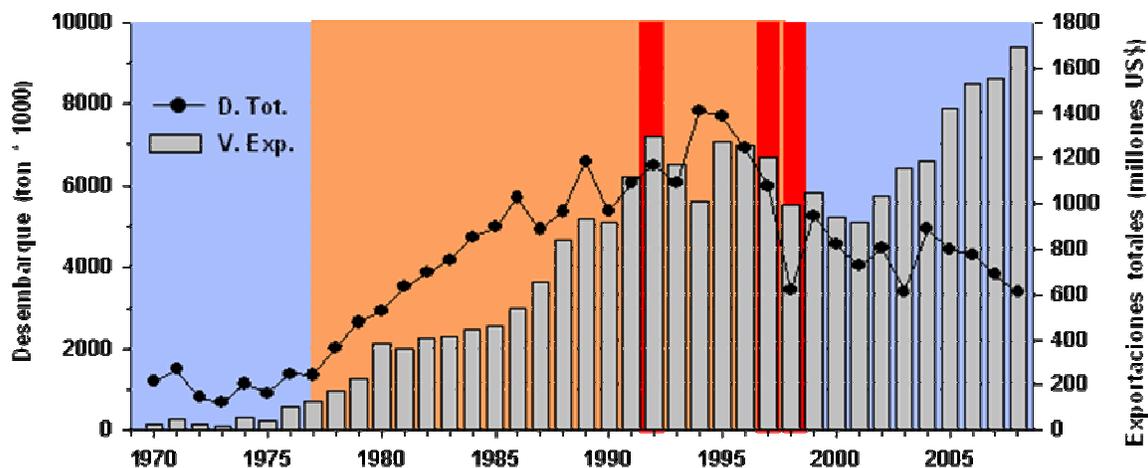
Se destacan con barras rojas los años El Niño: 1992 y 1997-1998.

(Chávez et al. 2003)

Destacan períodos de incrementos sostenidos y altas extracciones, que se aproximan a los 8 millones de toneladas año (1994), períodos de reducciones drásticas que alcanzaron aproximadamente las 2,5 millones de toneladas año (1998) y para los últimos 9 años (2000-2008) se observa un período de cierta estabilización de los desembarques pesqueros en torno a las 3-4 millones de toneladas al año (aunque entre 2005-2008 se observa una tendencia al descenso). Los principales recursos tras estos desembarques son los pequeños pelágicos: anchoveta, *Engraulis ringens*, sardinas, *Strangomera benthicki*, *Sardinops sagax* y en especial el jurel *Trachurus symmetricus* (SERNAPESCA, Castilla, en prensa, Castilla y Gelcich, en prensa), que en su gran mayoría son destinados a la reducción en harina de pescado y que dan cuenta de aproximadamente el 80-85% de los desembarques.

Por otra parte, la Figura 31 muestra los mismos desembarques anteriores, el que además se le agrega una comparación con la valoración de las exportaciones totales (SERNAPESCA, Castilla y Gelcich, en prensa).

**Figura 31: Desembarques totales y valorización de las exportaciones**



Nota: En azul períodos de Pacific Decadal Oscillation (PDO) fríos y en naranja, PDO cálidos  
 Se destacan con barras rojas los años El Niño: 1992 y 1997-1998.  
 (Chávez et al. 2003; PDO Index monthly values: <http://jisao.washington.edu/pdo>)

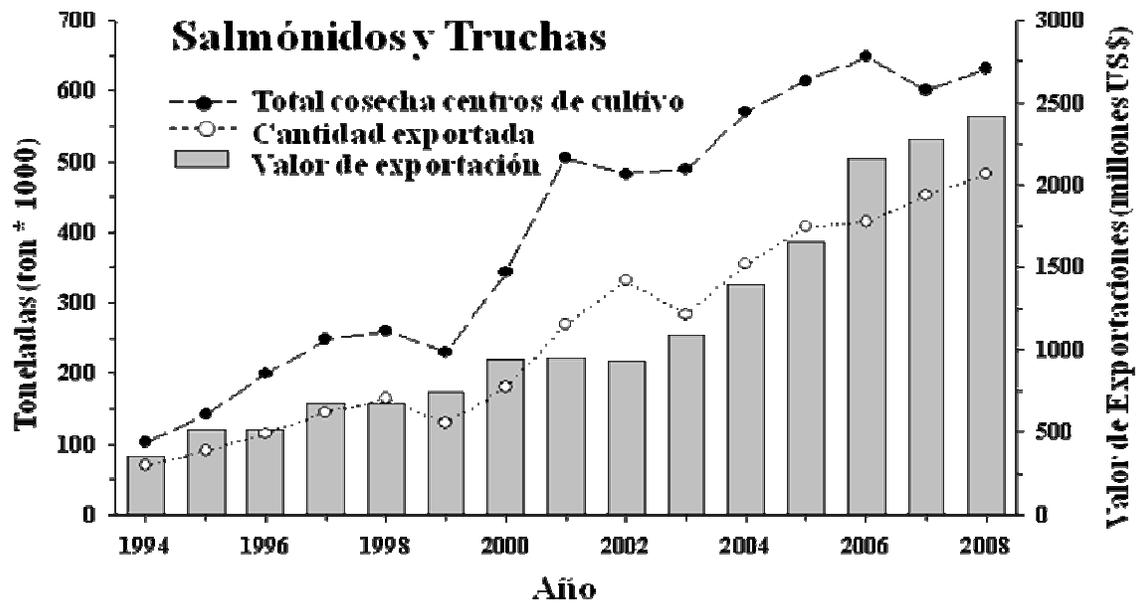
En ésta se muestra que las valoraciones de las exportaciones alcanzan aproximadamente los 1700 millones de dólares y entre 2001-2008 han mostrado incrementos sostenidos. Además, la Figura 30 muestra la evolución comparativa de los desembarques pesqueros Artesanales e Industriales en Chile. Muy probablemente debido a las regulaciones pesqueras (ver arriba) incluidas en la Ley de Pesca de 1991 estas evoluciones son muy llamativas. En resumen, se observa que los únicos desembarques que incrementan en forma sostenida, en especial, entre 1991-1993 y 2008, son los del subsector artesanal: desde valores de aproximadamente 0,4 millones de toneladas año (1991-1993) hasta 1,3 millones de toneladas el año 2008. Por el contrario, los desembarques del subsector industrial muestran descensos dramáticos, desde aproximadamente 6 millones de toneladas en 1991 hasta 1,1 millones en el 2008. Ciertamente, estas tendencias históricas de los desembarques relativos de ambos subsectores están relacionada con medidas de gestión pesquera (ver arriba) y no con cambios ambientales (Castilla en prensa a, Castilla y Gelcich, en prensa), aunque estos no deben desconocerse (Castilla, en prensa b). En efecto, ambas figuras ilustran dos elementos de forzamiento oceanográficos mayores y de importancia en la Cuenca del Pacífico: Pacific Decadal Oscilaron, PDO (Chávez et.a. 2003); El Niño Southern Oscilation, ENSO (McPhaden et al. 2006, Yeh et al., 2009), que están relacionados con la productividad primaria y secundaria (pesquerías) que ocurren en las zonas pesqueras de Chile y Perú. En la serie temporal (Figura 30y Figura 31) se destacan 3 eventos de El Niño (1992; 1997-1998) mayores y las secuencias de la oscilación PDO: la primera de carácter frío ocurrida entre 1970-1977; la segunda de carácter cálido, ocurrida entre 1978-1998 (que incluye los tres eventos de El Niño), y la tercera de carácter frío, ocurrida entre 1999 y que aun (2008) se mantiene como tal. Existe abundante literatura para las pesquerías en la Cuenca del Pacífico (eg. Kawasaki, 2003, Chávez et al., 2003) que correlacionan secuencias PDO cálidas con la mayor abundancia relativa de anchovetas y secuencias fría del PDO con mayores abundancias relativas de especies de sardinas. Esto se

observa tanto en las pesquerías chilenas como peruanas (Chávez et al. 2003, Castilla y Gelcich en prensa). Sin embargo, para nuestras pesquerías la predicción del PDO y las oscilaciones temporales (Chávez et al. 2003) no se ajustan para las pesquerías de jurel, una especie clave en los desembarques pesqueros de Chile (SERNAPESCA). Esta especie tiene características migratorias, desplazamientos y reclutamiento Pacífico-transoceánicos y los comportamientos de las poblaciones (stocks) difieren ecológicamente del de los pequeños pelágicos, como anchovetas y sardinas, que mantienen abundantes poblaciones y cardúmenes en torno a la estrecha plataforma continental del Pacífico Sur Oriental.

- Evolución de la Acuicultura Marina en Chile

A partir de la década de 90 la llamada maricultura nacional experimentó un vuelco significativo. El ingreso de la salmonicultura (salmones y truchas) a gran escala en el sur del país transformó esta actividad. Con prioridad al ingreso masivo de estas especies exóticas, la maricultura chilena estaba basada principalmente en el cultivo a nivel artesanal de mitílidos (choritos), ostra chilena y algunas especies de algas, como el pelillo, *Gracilaria* spp. En el año 1994 se superaron las 75.000 toneladas de desembarque de salmónidos de cultivo (Figura 32).

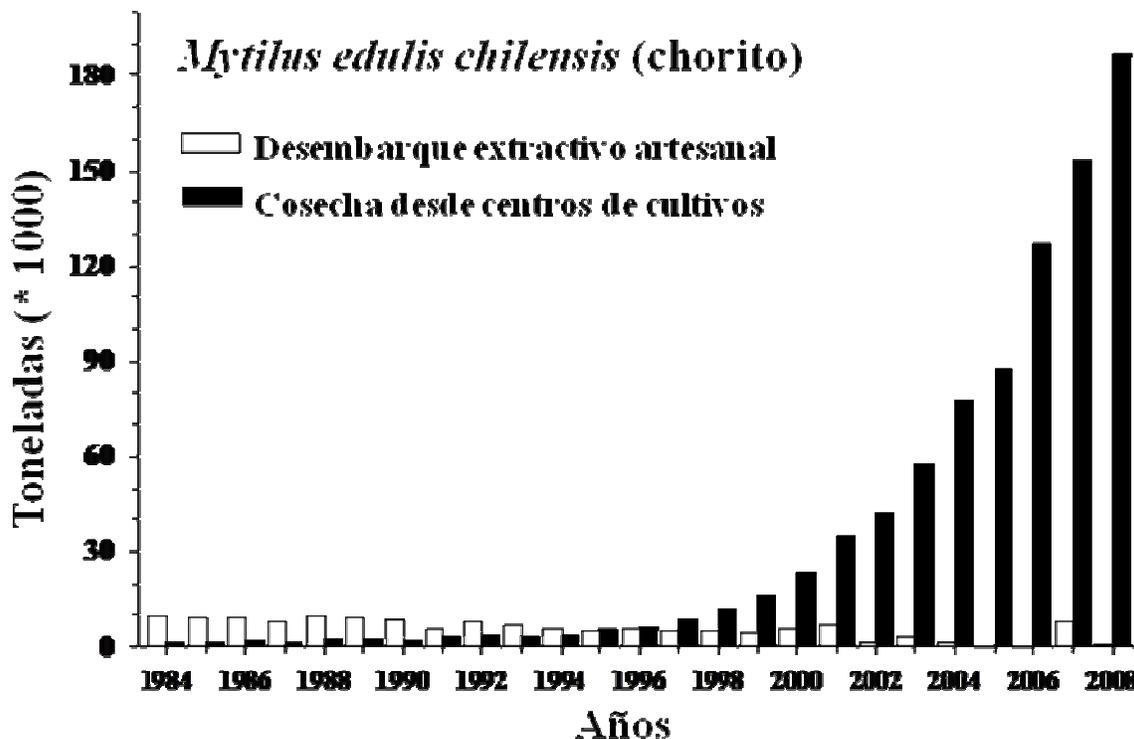
**Figura 32: Desembarques y valorización de los salmónidos (salmones y truchas) de cultivo en Chile entre 1994-2008**



Fuente: SERNAPESCA, Chile

En 2005 operaban en Chile 2057 centros de cultivo marinos y las principales especies cultivadas eran todas importadas: salmón del Atlántico, salmón del Pacífico, trucha arcoiris, salmón plateado, turbot, salmón rey, abalón japonés, abalón rojo y ostra del Pacífico o japonesa. Estas especies dan cuenta de más del 80% de los desembarques de la maricultura de Chile. Entre las especies cultivadas autóctonas de Chile, sólo destaca (en volumen) el chorito negro, *Mytilus edulis chilensis* (Figura 33), del cual en 2008 se cultivaron sobre 180.000 toneladas. El principal mercado de exportación de esta especie es el español. Otras especies de cultivo nacional actual son: ostión del norte, cholga, choro zapato, pelillo y luce.

**Figura 33: Desembarque de choritos, *Mytilus edulis chilensis*, provenientes de cultivos entre 1984-2008**



Fuente: SERNAPESCA, Chile

En resumen, se puede afirmar que con excepción del chorito negro, la maricultura de especies autóctona chilenas es bajísima y que el verdadero fenómeno/milagro en la acuicultura nacional no es la existencia de una maricultura marcada por la diversidad de especies autóctonas, sino que una dominada por salmónidos importados desde otras latitudes. En el año 2008 los salmónidos alcanzaron desembarques de aproximadamente 600.000 toneladas y sus valorizaciones en exportaciones fueron cercanas a los 2400 millones de dólares (Figura 32). Por otro lado, en Chile la acuicultura de agua dulce es prácticamente inexistente.

Los principales centros de cultivos de la acuicultura marina están localizados en las regiones X (principalmente en torno al mar interior de Chiloé), XI y XII. Adicionalmente en el norte y centro de país, donde las bahías y zonas costeras con resguardo son muy escasas, existen actividades de maricultura puntuales en las regiones II (Antofagasta), III (Caldera y Calderilla), IV (Tongoy, La Herradura) y VIII (Dichato). Adicionalmente, también en forma muy puntual y restringida, existen actividades de maricultura en instalaciones terrestres, como es el caso del cultivo del abalón, turbot y ostra japonesa (eg. Los Molles, Las Cruces).

El Consejo de Innovación, Chile encargó un análisis exhaustivo de la actividad de la acuicultura a nivel nacional y estudios de proyecciones económicas (BCG, 2007). En este estudio se incluye un análisis de la actividad de acuicultura marina a nivel mundial, la posición de Chile y las perspectivas para la diversificación de especies, problemas mayores a solucionar (sanitarios y otros) y proyecciones económicas. Es importante notar que el estudio ocurrió inmediatamente con anterioridad a la actual crisis en la actividad de salmonicultura chilena por el virus ISA. En éste estudio no se consideró la variable de cambio climático.

- Impactos del Cambio Climático en la acuicultura y pesca

En cuanto a las amenazas que trae el cambio climático para los sistemas oceánicos o costeros a nivel mundial (FAO, 2008) pueden agruparse, en líneas generales, en 7 grandes categorías:

**1. Modificaciones en la química del Océano y acidificación del agua de mar por exceso de disolución de CO<sub>2</sub> atmosférico** (ver revisión de Kleypas et al. 2006, Royal Society, 2005). El pH del agua de mar se ha reducido en 0.1 unidades en los últimos 200 años. Esta amenaza está ligada íntimamente a detrimentos en los micro (plancton) y macro organismos (invertebrados mayores) marinos en la mineralización de sus envolturas (conchas) de carbonato de calcio. Los impactos de la acidificación del agua de mar pueden ser: (a) de corto plazo o agudos: sobre las larvas o esporas, impactos en tasas de fertilización, modificaciones de las morfologías de estadios tempranos, reducciones en la producción de huevos, (b) de largo plazo o crónicos: reducción en la sobrevivencia de adultos y retardos en crecimientos (Ishimatsu et al. 2004, 2008).

**2. Incrementos de las “masas de aguas muertas”, hipóxicas o anóxicas** (pobres en oxígeno, ver Helly y Levin, 2004, Ferber, 2004, Chan et al. 2008, Stramma et al. 2008), en sitios del océano abiertos o costeros donde ya existen dichas masas de agua, como es el caso resaltante a nivel mundial del Pacífico Sur-Oriental (ver Proceedings of the Workshop “Oxygen Minimum Systems in the Ocean: Distribution, Diversity and Dynamics”, Gayana, 2006, Fuenzalida et al. 2009). El incremento de zonas hipóxicas en el océano, podrían afectar la composición de la biodiversidad marina (Vaquer-Sunyer y Duarte, 2009) y de los recursos pesqueros.

**3. Modificaciones en los patrones de vientos, tanto en dirección, persistencia como intensidad** y sus impactos en procesos oceánicos/costeros como intensificación de las surgencias (Bakun, 1990) y en otros procesos oceánicos (para el Pacífico Suroriental, ver Falvey y Garreaud, 2009).

**4. Reducciones o en algunos casos incrementos, de la salinidad** del agua de mar en sitios por derretimientos de hielos, glaciares, masas de hielos polares. Estas modificaciones en salinidad pueden tener especial impactos sobre los ecosistemas y stocks pesqueros en zonas

marinas cerradas o semi-cerradas, como por ejemplo en el Mar Báltico y el Mediterráneo o para el caso de Chile, por ejemplo en el Mar Interior de Chiloé, donde se concentran las áreas de cultivos marinos.

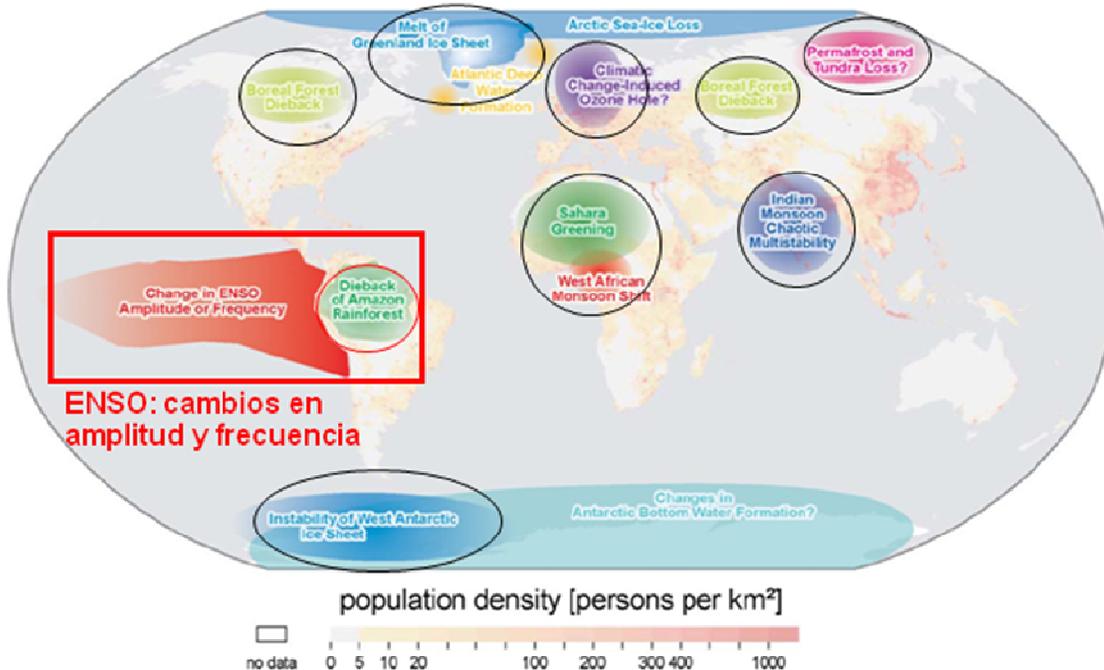
**5. Aumento de la temperatura promedio del agua de mar** y variaciones de los extremos, que podrían redundar en modificaciones de rangos geográficos de especies (Helmuth et al. 2002, Sagarin et al. 1999), incrementos en los desplazamientos de especies invasoras, impactos sobre las fisiologías y reproducción de las especies, modificaciones de stock pesqueros, desequilibrios comunitarios.

**6. Impactos en las interacciones Tierra-Océano y aumento del nivel del mar** (Rahmstorf, 2007), por efecto de expansión del agua por incremento de la temperatura y otros factores con resultado de modificaciones en las estructuras físicas tierra-oceano y zonas costeras, como humedales, estuarios, desembocaduras de ríos (Bird, 1985; Tooley y Jelgersma, 1992; UNESCO, 1990).

**7. Impactos acumulativos, interactivos y sinérgicos** entre los factores anteriores y otros cambios globales (pesquerías, capa de ozono, pérdida y transformación de hábitat y diversidad) y niveles poblacionales, comunitarios o ecosistémicos (IGBP, 1990 a; b, Jansson, 1988; Paw y Thia-Eng, 1991; Smith y Buddemeier, 1992; Wulff y Stigebrandt, 1989; Ruhl et al., 2004).

Lenton et al. (2008) resumieron los llamados “tipping elements” relacionados con el cambio climático a grandes escalas. Esto es, umbrales críticos sobre los cuales pequeñas perturbaciones o forzamientos (por ejemplo de origen antropogénicos) podrían alterar cuantitativamente el estado o desarrollo de un sistema (climático). Los autores describen 9 de tales elementos mayores que contienen componentes climáticos del sistema Tierra con alta media o baja potencialidad de sobrepasar dichos umbrales (Figura 34, tomada de Lenton et al. 2008). Entre estos destacan “tipping elements” relacionados con cambios en el clima en conexión con alteraciones de la amplitud y frecuencia de ENSO en la cuenca del Pacífico y relaciones con amenazas de la selva Amazónica y del sistema climático en general. En el análisis se concluye que se esperan forzamientos de origen antropogénico, que interactuarían con las formas naturales de la variabilidad climática y resultarían en alteraciones relativas de la cantidad de tiempo que este sistema climático pasa por los diferentes estados. Una probabilidad, durante este siglo, es que se observen mayores persistencias de la fase cálida de El Niño (ver arriba). Si esto es así, este siglo será crítico para monitorear los cambios y poner a prueba ésta hipótesis. El nivel de comparativo de amenaza del “tipping element” ENSO (muy ligado a amenazas en la selva Amazónica) y modificaciones de las pesquerías en el Pacífico Sur Oriental, versus los otros elementos es de carácter intermedio (análisis realizado en base opiniones expertas, Lenton et al. 2008).

**Figura 34: Elementos críticos de cambio climático relevantes para las políticas públicas.**



Fuente: Lenton et al. 2008

- Chile y el Pacífico Sur Oriental

La CONAMA y el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile (2006) prepararon, en conjunto, un estudio sobre la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI. En dicho estudio se usó el Modelo Regional PRECIS (*Providing Regional Climates for Impact Studies*; Oficina Meteorológica Reino Unido), con una resolución espacial de 25 km y se cubrió todo el territorio nacional. El modelo de gran escala (océano-atmósfera) usado como forzante indirecto de las simulaciones regionales fue el HadCM3 (Hardley Center Climatic Model, versión 3). Los resultados se entregan para los escenarios de emisiones del IPCC moderado (SRES B2) y severo (SRES A2) con modelaciones regionales para el periodo de 30 años de la proyección principal: 2071-2100, aparte de un modelamiento regional realizado para 30 años del clima actual: 1961-1990. Los cambios regionales para fines del siglo XXI que entrega este estudio se refieren a: (1) Temperaturas de superficies, (2) Precipitaciones, (3) Impactos hidrológicos (4) Variaciones del nivel del mar. En este estudio no hay ninguna referencia a las amenazas del cambio climático en Chile en relación con los ecosistemas marinos o los recursos pesqueros o de de la acuicultura.

Adicionalmente, hace poco fue publicado el Estudio Regional sobre la Economía del Cambio Climático en Sudamérica (ERECC-SA), que contiene un Informe para Chile

(Centro de Cambio Global, P. Universidad Católica de Chile (CCG-PUC). Este Informe entrega las características principales del país, revisa la documentación oficial existente sobre cambio climático relativa a sus impactos en Chile, opciones de adaptación y sus costos y beneficios; niveles de emisión del Gases de Efecto Invernadero (GEI) y costos de mitigación. En el trabajo se realiza un esfuerzo extra para considerar los resultados de los impactos e implicaciones de los cambios climáticos en tiempos más cercanos (ej. 2030) que los que contenían estudios previos. El Informe contiene información general sobre los recursos marinos de Chile, en especial, de pesca extractiva y sobre las valorizaciones, tanto de la pesca extractiva, como de la acuicultura, que en el año 2005 sobrepasaron los 3000 millones de dólares (61% correspondientes a la acuicultura y 39% a la pesca extractiva).

Junto con esto, es importante mencionar que estudios climatológicos, relacionados con cambio climático y con especial trascendencia para el sector oceánico chileno, son los de Falvey y Garreaud (2009) y Garreaud y Falvey (2009). En el primero reportan sobre las tendencias de temperaturas observadas en estaciones de Chile: cordillera-valle central-costero y oceánico (Archipiélago de Juan Fernández), entre 1979-2006. Se discuten los contrastes con lo esperado en base a modelos globales como el CMIP-3. Para Chile, norte y central (17°-37° S), una de las características más resaltantes es el contraste entre el enfriamiento observado para estaciones superficiales costeras (- 0,2° por década) contra el calentamiento en los macizos de los Andes (+ 0,25° por década), localizadas sólo a 100-200 km tierra adentro. Los autores sugieren que lo observado en el mar podría reflejar un patrón de tipo enfriamiento-La Niña, que podría extenderse a masas de agua sub-superficiales de hasta 500 metros de profundidad. El calentamiento a nivel de los Andes es reproducido por el modelo global CMIP-3, pero no así el enfriamiento del mar. Los autores sugieren que el debilitamiento del Anticiclón del Pacífico durante las décadas recientes, lo que se ve como una consecuencia del calentamiento global, puede estar jugando un rol mayor en el enfriamiento observado en el océano de esa parte de Chile. Este trabajo ilustra lo importante que resulta para Chile mantener estaciones de mediciones a lo largo de su territorio y las confrontaciones que pueden surgir entre los datos (monitoreos) de larga duración y los modelos climáticos globales. Si el océano costero del norte y centro de Chile muestran tendencia de largo plazo en dirección-la Niña o el Niño pueden dar luces sobre los posibles impactos del Cambio Climático en nuestros océanos y recursos.

Los análisis de vientos en el Pacífico Sur Oriental y proyecciones del cambio climático se han realizado (Garreaud y Falvey, 2009) en base a las condiciones actuales y los dos escenarios del IPCC: A2 y B2. Lo anterior en base al Modelo regional PRECIS y bajo forzantes del modelo global HadAM3. Los resultados indican que existiría un incremento de los vientos del sur ocurrirían entre 37°-41° S, durante la primavera y el verano, con incrementos de la surgencia (upwelling) en esa región de Chile. Los autores sugieren posibles enfriamientos de las masas de aguas en esas latitudes. De ello se podrían coleccionar incrementos en productividad primaria y secundaria en las pesquerías y de allí posibles conexiones futuras con expansiones de zonas de mínima de oxígeno. 5. Trabajos relacionados con variaciones decadales (Pacific Decadal Oscillation, PDO; ver Mantua et al. 1997, Francis et al., 1998 ) en modificación específicas de los stocks de recursos pesqueros

pelágicos en el Pacífico Sur Oriental (sardinias y anchovetas, Chávez et al. 2003), indican que efectivamente, la temperatura del aire, del océano, el CO<sub>2</sub> atmosférico y los desembarques de estos recursos (el esfuerzo pesquero), la productividad costera y del océano abierto se han modificado a lo largo de un periodo de 50 años. Hacia la mitad de los años 70s el Pacífico viró desde un “régimen frío-anchoveta” (La Niña) a un “régimen caliente-sardina” (El Niño). Hacia 1999 se produjo una nueva variación (regime shift) hacia un “régimen frío-anchoveta” (Chávez et al. 2003; McPhaden et al, 2006; PDO index montly values, <http://jisao.washington.edu/pdo>; para una reconstrucción del registro histórico de eventos ENSO ver Ortlieb y Hocqengheim, 2001; para efectos biológicos específicos de ENSO en sistemas litorales en Chile, ver Castilla y Camus, 1992).

Chávez et al. (2003) indica que estas variaciones o desplazamientos (shifts) deben ser tomadas en cuenta cuando se analizan y consideran los efectos humanos en los cambios climáticos y sus relaciones con el manejo sustentable de los recurso pelágicos del pacifico Sur Oriental. No es fácil identificar estos shifts en los ecosistemas y ello requiere de la construcción de bases de datos de largo alcance. Sin embargo, una materia es la identificación de estos shifts inter-decadales y otra es desentrañar los mecanismos que los producen. Esto, adicionalmente, requiere de esfuerzos de investigación concertados sobre espacios oceánicos e interacciones océano-atmósfera, que tiene relación con espacios hemisféricos, más que con países individuales. Uno de esos esfuerzos se debe realizar en el gran ecosistema de la Corriente de Humboldt en el Pacífico Sur Oriental, el fenómeno ENSO, tanto en sus connotaciones tropicales como en latitudes más altas (Yeh et al. 2009) y esto con teleconexiones, por ejemplo con el Southern Annular Mode (SAM), un modo de variabilidad atmosférica dominante en el Hemisferio Sur (Marshall, 2003).

## **II. Apéndices de Temas Institucionales**

### **II.1 Breve Reseña Histórica de la Institucionalidad Ambiental Chilena**

No son muchas las iniciativas que se han dado en materia ambiental en Chile durante el último siglo. Patricio Aylwin recoge en su Mensaje Presidencial al iniciar el proyecto de Ley de bases generales del Medio Ambiente algunas iniciativas tomadas entre 1910 y 1930 en materia de conservación de áreas, control y manejo de residuos y uso de recursos naturales. Salvo estas iniciativas y algunas otras de la misma índole que se dieron durante los años ochenta como la creación de la Comisión Nacional de Ecología (1984), el tema ambiental nunca tuvo especial relevancia en el desarrollo político, social y económico de nuestro país.

A nivel mundial, el tema ambiental comenzó a tomar especial importancia hacia las últimas décadas del siglo XX, cuando ya se empezaba a mencionar el concepto de “calentamiento global” y “cambio climático” producto de la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en los países desarrollados. Cabe destacar la realización en 1987 de la negociación del Protocolo de Montreal sobre control de emisiones de GEI entre países desarrollados y en 1989 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, donde se tomaron diversas disposiciones considerando los efectos del cambio climático, además de algunas iniciativas globales para asumir la responsabilidad ambiental.

Sin embargo, a pesar de este aumento en la preocupación mundial por el medio ambiente y cambio climático, Chile aún no tomaba una posición clara sobre qué acciones llevar a cabo en el tema ambiental. Como señala Rafael Asenjo en su artículo previamente citado, a comienzos de la década del noventa no se tenía en Chile una consideración social acerca del medio ambiente y mucho menos una prioridad política. La gestión pública no consideraba la preocupación por el impacto en el medio ambiente de la actividad productiva y el desarrollo del país.

La creciente preocupación a nivel mundial hizo necesario dar inicio a la discusión de cómo abordar el tema ambiental dentro de la institucionalidad chilena. Como señala Asenjo, fue durante los primeros meses del primer gobierno de la Concertación cuando se comienzan a tomar medidas en esta línea. Se crea la Comisión Especial de Descontaminación de la Región Metropolitana y se crea la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) sustituyendo a la Comisión Nacional de Ecología. Se le otorgó entonces a la recién creada CONAMA la misión de ser el organismo que instalase la dimensión ambiental dentro de las tareas del Estado. Su primera gran tarea fue preparar el primer Proyecto de Ley sobre Gestión Ambiental que derivó en la publicación el 9 de Marzo de 1994 de la Ley N°19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA).

El primer objetivo que busca esta ley, es dar un marco jurídico adecuado para garantizar el desarrollo de la sociedad en un medio ambiente libre de contaminación, teniendo presente que *“ninguna actividad -por legítima que sea- puede desenvolverse a costa del medio ambiente”* (Mensaje del Presidente de la República 1992). Para esto se establece la institucionalidad y las herramientas de gestión adecuadas para cumplir con este objetivo.

El principal desafío que planteaba desarrollar una institucionalidad ambiental era lidiar con la transversalidad del tema manteniendo la participación de ministerios sectoriales. Es por esto que en ese entonces, se desechó la idea de crear un Ministerio de Medio Ambiente ya que era poco factible y tenía un costo innecesario insertar este funcionamiento de coordinación transversal dentro de las atribuciones de un solo ministerio. Es por esto que la institucionalidad que se diseñó para tratar el tema ambiental recoge la necesidad de tener un modelo transversal y coordinador que integre las visiones sectoriales, de manera de mantener la institucionalidad preexistente y descentralizar el tema mediante la existencia de unidades regionales.

La estructura de la institucionalidad que plantea la ley 19.300 deja a CONAMA como el organismo responsable de la coordinación de la gestión ambiental. Tiene directa dependencia de la Presidencia de la República, a través del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. La dirección de la CONAMA se entregó a un Consejo Directivo conformado por trece ministros, el cual era presidido por el Ministro Secretario General de la Presidencia en calidad de Presidente de la CONAMA(1994), y la administración de la Comisión se deja en manos de un Director Ejecutivo. Además se crea la figura de un Consejo Consultivo, el que está conformado por representantes del mundo de la ciencia, de centros de investigación, de la sociedad civil, del sector privado, de los trabajadores y del gobierno.

Junto con la CONAMA y en virtud de la descentralización, se crearon las Comisiones Regionales de Medio Ambiente (COREMA), unidades responsables de la gestión ambiental a nivel regional. Éstas son conformadas por el respectivo director regional de medio ambiente, el intendente regional, los gobernadores y los secretarios regionales ministeriales de aquellos ministerios que forman parte del Consejo Directivo. Como rol de las COREMA se considera propiciar mecanismos para la participación ciudadana, participar en la evaluación de las declaraciones o estudios de impacto ambiental en la región y desempeñar el rol coordinación ambiental pero a nivel regional.

Como herramientas para desempeñar la gestión ambiental se crean en la LBGMA las siguientes iniciativas: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), normas de calidad ambiental, preservación de la naturaleza y conservación del patrimonio ambiental, normas de emisión, planes de manejo, prevención o descontaminación y participación ciudadana.

Se destaca dentro de estas herramientas el SEIA, encargado de la incorporación de la dimensión ambiental en los proyectos o actividades que se desarrollen en el país. Este

servicio vinculó en su funcionamiento a otras instituciones de carácter público (y dependientes de ministerios) en el rol de evaluar y posteriormente fiscalizar el cumplimiento de la normativa ambiental y los compromisos tomados al momento de evaluar un proyecto.<sup>39</sup>

A pesar de que con la LBGMA se comenzó a dar importancia al tema ambiental, todavía el Estado chileno no tomaba medidas en relación al desafío del cambio climático. En 1992 se había celebrado en Nueva York la Convención Marco de Cambio Climático de las Naciones Unidas donde se toman compromisos entre distintos países para reforzar la responsabilidad en temas de cambio climático. Posteriormente el año 1998 se establece el Protocolo de Kioto con acuerdos vinculantes de mitigación de emisiones y energéticos.<sup>40</sup>

En vista de las acciones internacionales en materia de cambio climático, Chile ratifica los acuerdos tomados en la Convención de Cambio Climático y en el Protocolo de Kioto en Enero de 1995 y Diciembre de 2004 respectivamente<sup>41</sup>. Junto con esto, el 8 de abril de 1996 el Ministerio de Relaciones Exteriores crea el Comité Nacional Asesor sobre cambio Global bajo la dirección de este ministerio, la Comisión Nacional de Medio Ambiente y otros servicios de ministerios sectoriales. En el decreto que constituye este comité, se fijan sus funciones de consejo asesor para distintas materias e instituciones sobre temas de cambio climático y además se le encomienda la función de “*Servir de mecanismo de coordinación entre todas las entidades vinculadas a los temas relativos a los cambios climáticos y globales*”<sup>42</sup>. Este comité discute y propone acciones relativas a distintos ámbitos de cambio climático como líneas de acción, posturas nacionales, y proyectos relacionados.

En 2000 y fruto del funcionamiento de este Comité de Cambio Global, se entrega la Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático donde se incluye un inventario de las emisiones de GEI en el país y escenarios de vulnerabilidad en distintos sectores para el mediano y largo plazo.

Institucionalmente, se ve entonces la presencia de la CONAMA como ente responsable de la coordinación en temas ambientales y el Comité Nacional Asesor de Cambio Global como responsable del tema de cambio climático.

---

<sup>39</sup> Algunas de estas instituciones son la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), la Dirección General de Aduanas, el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), el Servicio de Salud Metropolitano de Ambiente (SESMA), la Corporación nacional Forestal (CONAF), Municipalidades, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), entre otras.

<sup>40</sup> Más información, véase Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 1992; Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 1998.

<sup>41</sup> Decretos 123, 13 de Abril de 1995 y Decreto 349 16 de Febrero de 2005.

<sup>42</sup> Artículo cuarto, inciso d), del Decreto 466 que crea el Comité Nacional Asesor de Cambio Global, Mayo 1996.

La institucionalidad planteada originalmente en la LBGMA se enfrentó a la dificultad de coordinar acciones de manera transversal en una institucionalidad pública muy vertical y con ministerios sectoriales muy enfocados en sus propios objetivos. La poca claridad del concepto de coordinación en términos jurídicos y de gestión, la asimetría de información, la intervención de la autoridad pública en materias más técnicas hizo que el rol de CONAMA como ente coordinador no tuviese los resultados esperados<sup>43</sup>. Asenjo (2006) refuerza esta crítica indicando además la poca prioridad y el mal manejo político que tuvo el tema ambiental en los siguientes gobiernos de la Concertación.

Estas críticas sumadas al deficiente funcionamiento de la gestión regional y al desequilibrio en el uso de las herramientas de gestión (muy cargado al SEIA) hizo necesario dar inicio a un debate de cómo dar el siguiente paso en materia de institucionalidad ambiental, en donde se corrija el rol de coordinación en un tema transversal como éste, se reestructure un sistema de diseño, evaluación y fiscalización adecuado, y se incorporen nuevas aristas del tema en la gestión ambiental.

En relación al tema del cambio climático, durante 2006 el Comité Asesor de Cambio Global elabora la Estrategia Nacional de Cambio Global en donde define tres ejes estratégicos; (i) Adaptación a los Impactos del Cambio Climático, (ii) Mitigación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y (iii) Creación y Fomento de Capacidades en Cambio Climático.

El año 2007 bajo el gobierno de Michelle Bachelet, se modifica la Ley 19.300 creando el cargo de Presidente de la Comisión Nacional de Medio Ambiente y confiriéndole el rango de Ministro de Estado. Bajo este escenario, se le confiere la responsabilidad al nuevo Ministro de Medio Ambiente de iniciar un proceso para desarrollar un proyecto de ley para la creación del Ministerio de Medio Ambiente.

Recientemente fue aprobado dicho proyecto en el Congreso Nacional el pasado 12 de Enero del 2010 esperando su paso por el Tribunal Constitucional para ser publicado. La ley N° 20.417 crea el Ministerio de Medio Ambiente, la Superintendencia de Medio Ambiente y el Servicio de Evaluación Ambiental como organismos importantes de la gestión, fiscalización y regulación ambiental

En temas de cambio climático, después de ser aprobada la Estrategia Nacional de Cambio Global, CONAMA ha desarrollado un Plan de Acción Nacional para los años 2008-2012 considerando diversas líneas de acción en cada uno de los ejes definidos, y se encuentra preparando la Segunda Comunicación Nacional en Cambio Climático, que será entregada durante el segundo semestre de 2010.

---

<sup>43</sup> Críticas al Modelo Actual, Documento del Proyecto de Ley que crea el Ministerio de Medio Ambiente.

## II.2 Institucionalidad por Sector

### *Institucionalidad sector recursos hídricos*

Dado que los recursos hidrográficos presentan impactos transversales en varias áreas de desarrollo de Chile, se puede ver que actualmente existen numerosas instituciones que están involucradas en la gestión, control y resguardo del recurso hídrico.

El 2007 a raíz de la Estrategia Nacional de Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas se creó el **Consejo Ministerial de Cuencas** formado por los ministerios de Defensa Nacional, Economía, Salud, Agricultura, Medio Ambiente, Obras Públicas y Vivienda y Urbanismo con el objetivo de supervisar la implementación general de la gestión integral de cuencas hidrográficas en nuestro país (Figura 35). En términos de instituciones es este Consejo Ministerial y su correspondiente **Secretaría Técnica** los que lideran la acción en materia de recursos hídricos (CONAMA, 2007).

**Figura 35: Institucionalidad en torno a los recursos hídricos**



Fuente: Elaboración propia

A su vez, distintos servicios y unidades de los ministerios que forman parte del Consejo se ven involucrados en el tema, dentro de los cuales podemos destacar el rol de,

- La Dirección de Obras Hidráulicas (**DOH**) del MOP, como organismo encargado de proveer la infraestructura necesaria para manejar el recurso hídrico así como de gestionar y controlar la planificación de obras hidráulicas.
- La Comisión Nacional de Medio Ambiente (**CONAMA**), como el organismo coordinador, elaborador de políticas y del proceso normativo y evaluador en materia ambiental.

Ambas instituciones están a cargo de integrar la **Secretaría Técnica** del Consejo Ministerial de Cuencas y operatizar la estrategia y las acciones determinadas por este Consejo.

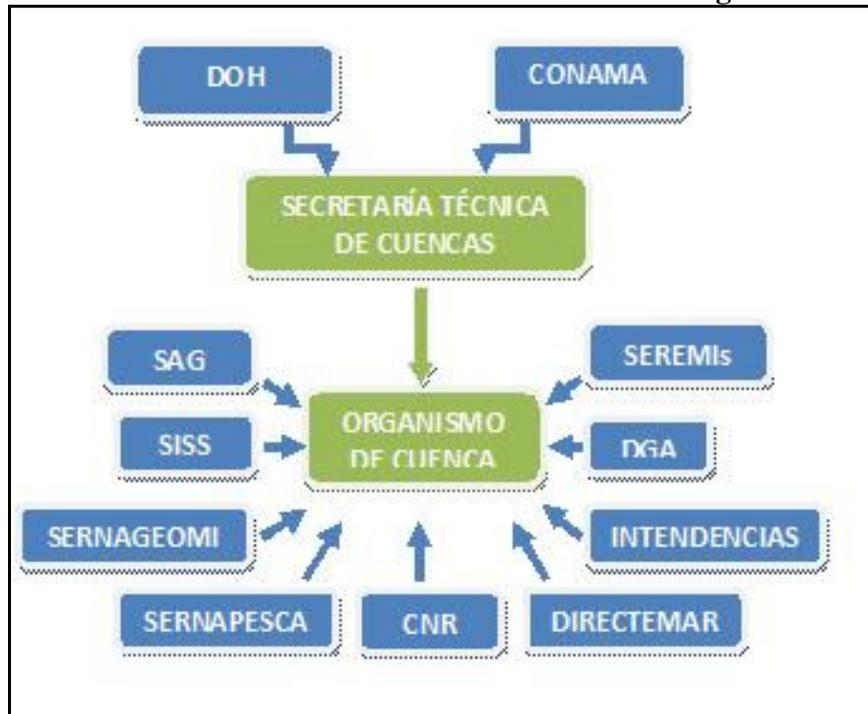
Sin embargo, para el funcionamiento de esta Secretaría se incorpora el rol de Organismos de Cuencas de carácter-público privado como institucionalidad funcional a nivel de cuencas, que elabora la propuesta de gestión del recurso hídrico según su propia demanda<sup>44</sup>. Para esto se involucran en el proceso las siguientes institucionalidades (gráficamente, se pueden observar en la Figura 36).

- Dirección General de Aguas (**DGA**) del MOP
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (**SISS**) del MOP
- Comisión Nacional de Riego (**CNR**) del Ministerio de Agricultura

<sup>44</sup> Documento Estrategia Nacional de Gestión de Cuencas, CONAMA, 2007, Santiago

- Servicio Agrícola Ganadero (**SAG**) del Ministerio de Agricultura
- Servicio Nacional de Pesca (**SERNAPESCA**) del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
- Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante (**DIRECTEMAR**) de la Armada de Chile (Ministerio de Defensa Nacional)
- Servicio Nacional de Geología y Minería (**SERNAGEOMIN**), Ministerio de Minería
- Corporación Nacional Forestal (**CONAF**) del Ministerio de Agricultura
- Intendencias regionales
- Secretarios Regionales Ministeriales de Ministerios presentes en el Consejo Ministerial de Cuencas

**Figura 36: Institucionalidad del Plan Nacional de Gestión Integrada de Cuencas**



Fuente: Elaboración propia

Algunas opiniones recogidas en este estudio dan cuenta de que podría estar pasando que la Estrategia Nacional de Gestión de Cuencas Hidrográficas existe en el papel pero su funcionamiento y estructura todavía no están operativos. Se ha dificultado la separación de roles entre la CONAMA y la DOH en el diseño e implementación de la gestión de cuencas. Se identifica la Gestión de Cuencas y la Gestión del Riego como temas transversales y paralelos al cambio climático, los cuales, en caso de que existiera una estructura coordinadora en materia de cambio climático, debiesen convivir con la institución a cargo del Programa de Gestión de Cuencas, y su símil en el caso del riego.

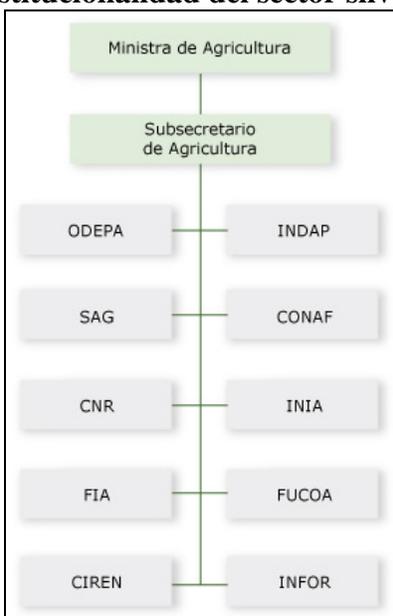
#### *Institucionalidad sector silvoagropecuario*

En términos de instituciones asociadas a este sector tenemos en primer lugar el rol preponderante del **Ministerio de Agricultura** como organismo “encargado de fomentar y coordinar la actividad silvoagropecuaria del país”<sup>45</sup> al elaborar e implementar las políticas relativas a este sector (Figura 37). Junto con el ministerio se tiene al **Consejo de Cambio Climático** el que fue creado a partir de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Depende del Ministerio de Agricultura, es presidido por la Ministra de Agricultura y su objetivo es apoyar en la definición de los principales aspectos y prioridades a considerar en un programa de adaptación al cambio climático en el sector, y en la determinación de las

<sup>45</sup> Misión Ministerio de Agricultura, <http://www.minagri.gob.cl/>

principales medidas de mitigación que se podrían implementar en las actividades sectoriales. Además, es la instancia que reúne a distintos sectores en el tema de cambio climático ya que está compuesto por representantes de CONAMA, de los distintos servicios del Ministerio, representantes de facultades de agricultura, centros de estudio, instituciones del sector privado y organizaciones de la sociedad civil.

**Figura 37: Institucionalidad del sector silvoagropecuario**



Fuente: Ministerio de Agricultura

Además, también es importante notar aquellos servicios que dependen del Ministerio de Agricultura y actualmente desempeñan un rol importante en temas de cambio climático (ver Figura 38). Estos son:

- La Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (**ODEPA**), cuyo objetivo es generar y proveer información sobre variables relevante al sector agrícola para la elaboración de estrategias y políticas. Además, ODEPA cuenta con una unidad de Cambio Climático que realiza estudios de adaptación agrícola sobre el tema.
- La Fundación para la Innovación agraria (**FIA**), cuyo objetivo es fortalecer y desarrollar una cultura de innovación y emprendimiento en el sector (público y privado), con un énfasis especial en la mediana agricultura. Colabora además con el diseño de las políticas gubernamentales relacionadas al fenómeno de Cambio Climático y a la adaptación al Cambio Climático

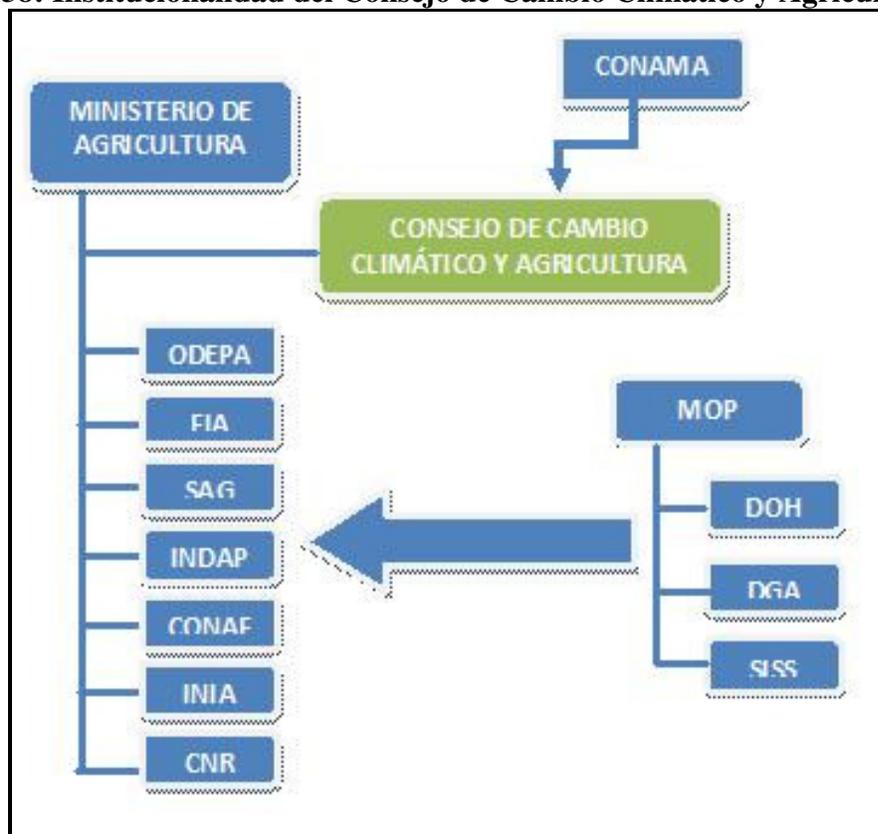
Por otro lado, otros servicios del Ministerio de Agricultura que aportan en el tema son:

- La Comisión Nacional de Riego (**CNR**), que tiene como fin proveer de estructura de riego la actividad agrícola del país, aumentando y mejorando constantemente la superficie de riego.
- El Servicio Agrícola Ganadero (**SAG**), organismo que resguarda el patrimonio fito y zoonosanitario del país controlando el ingreso y desarrollo de plagas, trabajo que se hace fundamental frente a escenarios de cambio climático.
- El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (**INIA**), cuyo objetivo es generar, adaptar y transferir tecnologías para lograr que el sector agropecuario contribuya a la seguridad y calidad alimentaria de Chile. Importante en el estudio de adaptaciones genéticas de especies a condiciones de estrés térmico o requerimiento de agua.
- La Corporación Nacional Forestal (**CONAF**), encargada del manejo de la política forestal, importante para contribuir a la conservación, incremento manejo y aprovechamiento de los recursos forestales del país

Se puede además mencionar la participación unidades dependientes a otros ministerios sectoriales que juegan un participan en el sector silvoagropecuario como son:

- La participación de representantes de la **CONAMA** en el Consejo de Cambio Climático y Agricultura
- La Dirección General de Aguas (**DGA**) dependiente del MOP que provee información y administra el uso de los recursos hídricos
- La Dirección de Obras Hidráulicas (**DOH**) del MOP que para el sector silvoagropecuario es importante por la construcción de embalses, estructuras de riego, y obras hidráulicas que permitan disponer de agua para la agricultura y ganadería.
- La Superintendencia de Servicios Sanitarios (**SISS**) del MOP que está encargada del control y fiscalización de los residuos industriales líquidos (Riles).

**Figura 38: Institucionalidad del Consejo de Cambio Climático y Agricultura**



Fuente: Elaboración propia

Opiniones recabadas en este estudio consideran que dado el gran número de instituciones que participan en mayor o menor medida en el sector silvoagropecuario para efectos del cambio climático, se hace necesario una coordinación tanto interministerial como entre los distintos servicios. Dicha coordinación es la que hoy no se está dando de la mejor forma, en especial a nivel interministerial entre el MINAGRI, el MOP y la CONAMA. Este último no habría logrado ejercer el rol de coordinación que le corresponde entre ella y los servicios de ambos ministerios en temas ambientales y de cambio climático. LA ODEPA y el FIA son las que han incorporado a CONAMA dentro de su trabajo y no al revés.

Otro aspecto relevante mencionado es que si bien los servicios e instituciones mencionadas debiesen jugar un rol importante frente al cambio climático, actualmente no contemplan dentro de sus políticas y protocolos aspectos del cambio climático. Por ejemplo, la Ley de Fomento de Riego que depende de la CNR no está diseñada para incorporar los nuevos desafíos del cambio climático, el SAG no tiene consideraciones de futuras plagas o efectos en el patrimonio fito y zoonosanitario ni está analizando posibles escenarios del cambio climático.

### *Institucionalidad sector recursos ecosistémicos*

Actualmente en Chile se cuenta con un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas que data de 1984 y una Política Nacional de Áreas Protegidas del 2005. En la elaboración de esta política participaron instituciones como la Subsecretaría de Bienes Nacionales, Pesca y Minería, la CONAF, el Servicio Nacional de Turismo, y la CONAMA.

Sin embargo, a pesar de la existencia de un sistema de áreas protegidas, no existe en Chile algún organismo que tenga bajo su alero la responsabilidad de velar por los recursos ecosistémicos. Ministerios como el de Agricultura y en menor medida de Obras Públicas abordan tangencialmente y transversalmente el impacto de sus acciones sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. En el caso de Agricultura, se destaca la participación del Consejo Asesor de Cambio Climático y Agricultura en temas de biodiversidad. Destacan además las iniciativas del Centro de Estudios Avanzados de Ecología y Biodiversidad del FONDAP de CONICYT, del Programa Milenio del Ministerio de Planificación.

En cuanto a las líneas de acción planteadas por el PANCC aparece la CONAMA como gran responsable de los temas de Biodiversidad, con un rol menor del Instituto Geográfico Militar (IGM).

### *Institucionalidad sector recursos pesqueros y acuícolas*

En vista de que el diagnóstico en temas de recursos pesqueros y acuícolas todavía es muy precario como para determinar líneas de acción concretas para abordar temas de adaptación al cambio climático, no se tiene un análisis acabado de las instituciones que debiesen hacerse cargo de las acciones.

Con respecto a este sector, las instituciones que cumplen un papel importante y que lo afectan son el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción con su Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) y la CONAMA.

Sin embargo, como las acciones en el sector todavía se encuentran en una fase de estudio y diagnóstico, las instituciones que debiesen hacerse cargo de los temas en los ministerios vinculados deben tomar iniciativas de investigación. Se destaca que las instituciones apropiadas para abordar este desafío debiesen ser “Consortios observatorios del Cambio Climático” entre distintos centros de investigación, universidades y organismos estatales que pudiesen discutir sobre los posibles efectos del cambio climático y una posterior discusión en temas de política pública.

La iniciativa que existe actualmente en este sentido es el Buque de investigación Cabo de Hornos, que pretende ser el primer paso para catalizar la creación de estos consorcios.

### *Institucionalidad asociada a obras de infraestructura*

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) es el organismo encargado de las obras de infraestructura del país (Figura 39). Por un lado a través de la Dirección de Planeamiento (DIRPLAN) que se encarga de llevar a cabo los Planes Maestros de Aguas Lluvia y de realizar estudios acerca de los temas importantes que definirán los Planes de Inversión del Ministerio a futuro.

Por otro lado, juega un rol importante la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del MOP como el organismo encargado de construir, y controlar los proyectos de infraestructura hidráulica. Y la Dirección General de Aguas (DGA) como organismo gestor y administrador del recurso hídrico.

En el tema de la infraestructura para aguas lluvia también participa el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) como organismo responsable del diseño y la planificación de las redes secundarias de drenaje.

Particularmente en el caso de la Infraestructura costera también participa de la planificación de obras de infraestructura la Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR) y la Subsecretaría de Marina ambas dependientes del Ministerio de Defensa Nacional.

**Figura 39: Institucionalidad en torno a la infraestructura**



Fuente: Elaboración propia

Opiniones recabadas en este estudio dan cuenta de que tanto la Ley 20.304 de Operación de embalses frente a alertas y crecidas como la Ley 19.525 de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias no contemplan explícitamente los efectos del cambio climático y sus impactos en la infraestructura.

#### *Institucionalidad en sector mitigación*

El liderazgo a nivel de instituciones en el desafío de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero lo ha tomado la Comisión Nacional de Energía (CNE) a través del Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), que fue creado con el objeto de establecer una política permanente en el país de uso eficiente de los recursos energéticos (Figura 40).

A partir del PPEE han surgido iniciativas que ayudan a mitigar emisiones de GEI y que además ha incluido la vinculación de otros organismos en estos proyectos. Dentro de estos se destaca por ejemplo el “Vive con buena energía” que suma la participación del MINVU en temas de hacer más eficiente el uso de energía en los hogares, el proyecto “Transporta con Buena Energía” y otros proyectos en conjunto con el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MINTT).

El principal desafío que presenta la institucionalidad actual en materia de mitigaciones es la coordinación entre los distintos organismos que tienen que ver con reducir sus emisiones de gases de efectos invernaderos o contaminantes locales. Por un lado se encuentra la CONAMA con las atribuciones de ente coordinador de las iniciativas ambientales pero sin

un liderazgo efectivo en el tema, mientras que por el otro lado se encuentra la CNE con su PPEE muy fortalecido y liderando iniciativas que si bien directamente no tienen como primer objetivo la reducción de emisiones, si se logra esto como parte de los resultados.

El problema es que esta sinergia que debiese existir entre CONAMA y CNE-PPEE en términos de mitigaciones no ha sido tal. Eso se puede ver en el desarrollo de iniciativas en ambos organismos que apuntan a un mismo fin pero que se llevan a cabo de forma totalmente separada. Ejemplo de esto se presenta en el informe I de con el programa de chatarrización de camiones que impulsaba la CNE-PPEE mientras que CONAMA llevaba a cabo un programa de chatarrización de vehículos livianos sin ninguna vinculación entre ambos proyectos.

En síntesis, se puede elaborar un listado de las principales instituciones que juegan un rol en el ámbito de las mitigaciones. Se destaca en primer lugar el rol del,

- Ministerio de Medio Ambiente (Actual CONAMA) como organismo responsable de temas ambientales.
- Ministerio de Energía (Actual CNE) como organismo responsables del sector Energía, y del
- PPEE como iniciativa de fomento de proyectos de eficiencia energética

Estas tres instituciones hasta el momento son las que han tomado la iniciativa de e impulsor proyectos que ayudan a disminuir la emisión de GEI.

Otras instituciones que participan en mayor o menos medida de este sector son:

- **MINTT** como organismo responsable del sector transporte.
- **MINVU** como organismo vinculado al desarrollo urbano
- **SERVIU** como organismo vinculado al desarrollo urbano
- **SECTRA** como responsable de la planificación del sistema de transporte urbano.
- **SEC** como responsables de fiscalización del cumplimiento de leyes y normas de manejo de electricidad y combustibles.

**Figura 40: Institucionalidad en el ámbito de las mitigaciones**



Fuente: Elaboración propia

Quizás la principal razón que podría explicar la falta de coordinación en temas de mitigaciones es que las medidas de mitigación no son prioritarias para los ministerios sectoriales. Para el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, organismo encargado del sector transporte y que es responsable del 36.7% de las emisiones de GEI, su principal preocupación es satisfacer con la demanda por transporte de acuerdo a la normativa establecida. Lo mismo ocurre para la CNE, cuya misión es asegurar la provisión de energía en nuestro país. Las políticas de reducción de emisiones no son prioritarias en el actuar de estos ministerios y por eso se dificulta la coordinación de ellos.

#### *Institucionalidad: Rol de las ciudades*

Actualmente los gobiernos regionales y los municipios cuentan con los IPT como herramientas para el ordenamiento territorial. Sin embargo, estos instrumentos no consideran escenarios futuros de los efectos del cambio climático al planificar el desarrollo de una localidad a mediano y largo plazo. Es por esto que los Gobiernos Regionales, las Intendencias y los Municipios juegan un rol local muy importante como instituciones administradoras de sus territorios.

Junto con esto, se suma también el rol de:

- El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y su Secretaría de Planificación de Transportes (SECTRA), en aspectos de hacer más eficiente el transporte u reducir emisiones en las ciudades

- El Ministerio de Vivienda y Urbanismo y el Servicio de Vivienda y Urbanismo (SERVIU), en aspectos del uso energético de viviendas y la creación de áreas verdes que puedan servir como sumidero de GEI.

El Ministerio de Obras Públicas con su Dirección de Obras Públicas, para proyectar la adaptación de estas obras frente a efectos climáticos futuros, la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) para el control de calidad de agua y la Dirección General de Aguas (DGA) para el monitoreo y los derechos de agua en las ciudades, en especial frente a situaciones extremas que pueden darse bajo ciertos escenarios de cambio climático.

### II.3 Matriz de instituciones ligadas a temas de cambio climático en Chile (Tipo de institución y dependencia)

#	Institución	Tipo de Institución	Dependencia
1	Programa País de Eficiencia Energética (PPEE)	Programa	Comisión Nacional de Energía (CNE)
2	Instituto Forestal (INFOR)	Corporación de derecho privado	Ministerio de Agricultura
3	Comisión Nacional de Riego (CNR)	Persona Jurídica de derecho público	Ministerio de Agricultura
4	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)	Servicio Público Centralizado	Ministerio de Agricultura
5	Fundación para la Innovación Agraria (FIA)		Ministerio de Agricultura
6	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)	Corporación de derecho privado sin fines de lucro	Ministerio de Agricultura
7	Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)		Ministerio de Agricultura
8	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)		Ministerio de Agricultura
9	Consejo de Cambio Climático y Agricultura	Consejo Asesor del Ministerio de Agricultura	Ministerio de Agricultura
10	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Corporación de Derecho Privado	Ministerio de Agricultura
11	Subsecretaría de Marina	Servicio Público	Ministerio de Defensa
12	Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR)		Ministerio de Defensa, Armada de Chile
13	Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)	Servicio Público Centralizado	Ministerio de Economía y Fomento y Reconstrucción
14	Subsecretaría de Pesca	Organismo Público	Ministerio de Economía y Fomento y Reconstrucción
15	Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)	Servicio Público descentralizado	Ministerio de Economía y Fomento y Reconstrucción
16	Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)	Servicio Público Descentralizado	Ministerio de Minería
17	Dirección General de Aguas (DGA)	Servicio Público Centralizado	Ministerio de Obras Públicas (MOP)
18	Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)	Servicio Público Centralizado	Ministerio de Obras Públicas (MOP)
19	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)	Servicio Público descentralizado	Ministerio de Obras Públicas (MOP)
20	Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA)	Secretaría (organismo técnico)	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
21	Consejo Ministerial de Cuentas //Secretaría de Cuentas	Consejo Asesor presidencial // Secretaría Técnica	Presidencia de la república
22	Dirección de Meteorología de Chile (MeteoChile)		Ministerio de Defensa Nacional /Dirección general de Aeronáutica
23	Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada		Ministerio de Defensa Nacional /Armada de Chile
24	Instituto Geográfico Militar (IGM)		Ministerio de Defensa Nacional // Ejército de Chile
25	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT)		
26	Academia Chilena de Ciencias		
27	Comité Nacional Asesor sobre Cambio Global	Comité Asesor	CONAMA y Ministerio de Relaciones Exteriores

### Matriz de instituciones ligadas a temas de cambio climático en Chile (Objetivos)

#	Institución	Objetivo
1	Programa País de Eficiencia Energética (PPEE)	Establecer una política permanente en la sociedad para el uso eficiente de los recursos energéticos de nuestro País.
2	Instituto Forestal (INFOR)	Crear y transferir conocimientos científicos y tecnológicos para el uso sostenible de los recursos y ecosistemas forestales, desarrollo de productos y servicios derivados. Generar información relevante para el sector forestal.
3	Comisión Nacional de Riego (CNR)	Asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país
4	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)	Proporcionar información para que los agentes involucrados en la actividad silvoagropecuaria adopten sus decisiones.
5	Fundación para la Innovación Agraria (FIA)	Promover y desarrollar en el sector silvoagropecuario una cultura de innovación que permita fortalecer las capacidades y el emprendimiento de las instituciones, empresas y personas con especial énfasis en la pequeña y mediana agricultura.
6	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)	Generar, adaptar y transferir tecnologías para lograr que el sector agropecuario contribuya a la seguridad y calidad alimentaria de Chile.
7	Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)	
8	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Apoyar el desarrollo de la agricultura, los bosques y la ganadería, a través de la protección y mejoramiento de la salud de los animales y vegetales
9	Consejo de Cambio Climático y Agricultura	Apoyar la definición de los principales aspectos a considerar en un programa de adaptación al cambio climático en el sector, y en la determinación de medidas de mitigación que se podrían implementar en las actividades sectoriales
10	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Contribuir a la conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos forestales del país. Administrar la política forestal de Chile y fomentar el desarrollo del sector
11	Subsecretaría de Marina	
12	Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR)	
13	Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)	Desarrollar y fiscalizar política pesquera nacional. Velar por la sanidad de productos pesqueros, proveer de estadísticas, tuición de parques y reservas marinas.
14	Subsecretaría de Pesca	Promover el desarrollo sustentable de las actividades de pesca y acuicultura. Establecer normativas y políticas sectoriales que propenden a la conservación de los recursos hidrobiológicos
15	Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)	Fiscalizar y supervigilar el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias, y normas técnicas sobre, generación, producción, almacenamiento transporte y distribución de combustibles líquidos, gas y electricidad.
16	Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)	Producir y proveer información y productos geológicos, ejercer la función pública de fiscalización de las condiciones de seguridad minera y medioambiente en la minería y entregar asistencia técnica en materias de constitución de la propiedad minera
17	Dirección General de Aguas (DGA)	Promover la gestión y administración del agua en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente.

18	Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)	Proyectar, construir, conservar, operar y colaborar en la planificación de Obras Hidráulicas
19	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)	Fijar tarifas, dar concesiones y fiscalizar servicios de agua potable y alcantarillado, Controlar residuos industriales líquidos (riles)
20	Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA)	Responsable del proceso de planificación del sistema de transporte urbano de las ciudades del país
21	Consejo Ministerial de Cuencas //Secretaría de Cuencas	Supervisar la implementación general de la gestión integral de cuencas hidrográficas en nuestro país
22	Dirección de Meteorología de Chile (MeteoChile)	Proporcionar pronósticos, avisos e información de tiempo y clima para fines aeronáuticos y de otras actividades; realizar estudios e investigación en todas sus aplicaciones; administrar y preservar toda la información meteorológica nacional.
23	Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada	Servicio oficial y técnico en hidrografía; levantamiento hidrográfico marítimo, fluvial y lacustre; cartografía náutica, elaboración y publicación de cartas de navegación, oceanografía, planificación y coordinación de actividades
24	Instituto Geográfico Militar (IGM)	
25	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT)	
26	Academia Chilena de Ciencias	
27	Comité Nacional Asesor sobre Cambio Global	Asesorar al Ministerio de Relaciones Exteriores en lo que dice relación con la posición nacional sobre cambio climático. Asesorar a CONAMA en materias de cambio climático en territorio chileno e implementación de programas y acuerdos adoptados.

### Matriz de instituciones ligadas a temas de cambio climático en Chile (Área técnica y dirección)

#	Institución	Áreas técnicas de Cambio Climático	Dirigido por
1	Programa País de Eficiencia Energética (PPEE)	Mitigación de emisión de gases de efecto invernadero	
2	Instituto Forestal (INFOR)	Sector Silvoagropecuario	Consejo Directivo nombrado por CORFO, Ministerio de Agricultura, INDAP y CONAF
3	Comisión Nacional de Riego (CNR)	Recursos Hídricos, Sector Silvoagropecuario	
4	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)	Sector Silvoagropecuario, Recursos Hídricos, Recursos Ecosistémicos	
5	Fundación para la Innovación Agraria (FIA)	Sector Silvoagropecuario	
6	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)	Sector Silvoagropecuario	
7	Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)	Sector Silvoagropecuario	
8	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Sector Silvoagropecuario, Salud, Recursos Hídricos, Ecosistemas	
9	Consejo de Cambio Climático y Agricultura	Sector Silvoagropecuario	Ministra de Agricultura, representantes de CONAMA, FIA, ODEPA, CNR, INIA, CIREN, INFOR, Decanos de facultades de agronomía (PUC,UChile) y centros

			de estudios, representantes del sector privado y de la sociedad civil.
10	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Recursos Ecosistémicos, Sector Silvoagropecuario, Recursos Hídricos	Ministerio de Agricultura, CONAMA, representantes de INDAP, CORFO, SAG, del sector privado agrícola y trabajadores de CONAF
11	Subsecretaría de Marina	Planificación Urbana en zonas ribereñas y costeras	
12	Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR)	Recursos Ecosistémicos, Planificación Urbana en zonas ribereñas y costeras	
13	Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)	Recursos Ecosistémicos, Recursos Pesqueros y Acuícolas	
14	Subsecretaría de Pesca	Recursos Ecosistémicos, Recursos Pesqueros y Acuícolas	
15	Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)	Mitigación de emisión de gases de efecto invernadero	
16	Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)	Recursos Hídricos, Mitigación de gases de efecto invernadero	
17	Dirección General de Aguas (DGA)	Recursos Hídricos, Sector Silvoagropecuario	
18	Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)	Recursos Hídricos, Sector Silvoagropecuario	
19	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)	Sector Silvoagropecuario, Recursos Hídricos, desarrollo urbano	
20	Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA)	Transporte, Desarrollo Urbano, Mitigación de emisión de gases de efecto invernadero	
21	Consejo Ministerial de Cuencas //Secretaría de Cuencas	Recursos Hídricos	Ministerios: Defensa Nacional, Economía Fomento y Reconstrucción, Obras Públicas, Agricultura, Medio Ambiente, Salud, Vivienda y Urbanismo
22	Dirección de Meteorología de Chile (MeteoChile)		
23	Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada		
24	Instituto Geográfico Militar (IGM)		
25	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT)		
26	Academia Chilena de Ciencias		
27	Comité Nacional Asesor sobre Cambio Global		Presidido por CONAMA (Director Ejecutivo), con representantes del Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Agricultura, Energía, DIRECTEMAR, CONICYT, Dirección de Meteorología de Chile, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, Academi

## II.4 Sobre los recursos financieros destinados a temas relacionados con materias ambientales

A continuación se incluye un breve análisis de los recursos financieros que ha destinado el Estado chileno a temas relacionados con el medio ambiente durante los últimos años y que puedan tener que ver con aspectos relativos al cambio climático.

En particular, el siguiente cuadro (Tabla 21) muestra, en primer lugar, el presupuesto anual aprobado en la Ley de Presupuestos para el funcionamiento de CONAMA entre los años 2002 y 2010:

**Tabla 21: Presupuesto anual para CONAMA**

Año	2010	2009	2008	2007	2006
Protección de los Recursos Naturales	617,528				
Control y Prevención de la Contaminación Ambiental	1,965,479				
Protección de Recursos Naturales y Control de la Contaminación		3,450,525	2,773,780	2,612,458	1,688,414
Comisión Nacional del Medio Ambiente	19,134,780	16,508,445	14,176,073	10,389,195	8,988,094
<b>Total CONAMA</b>	<b>21,717,787</b>	<b>19,958,970</b>	<b>16,949,853</b>	<b>13,001,653</b>	<b>10,676,508</b>

Año	2005	2004	2003	2002	
Protección de los Recursos Naturales					
Control y Prevención de la Contaminación Ambiental					
Protección de Recursos Naturales y Control de la Contaminación					
Comisión Nacional del Medio Ambiente	9,985,089	9,963,222	10,649,855	11,354,285	
<b>Total CONAMA</b>	<b>9,985,089</b>	<b>9,963,222</b>	<b>10,649,855</b>	<b>11,354,285</b>	

Cifras en Miles de Pesos

Fuente: Dirección de Presupuestos de Chile

La tabla permite notar como el presupuesto total de CONAMA se mantuvo bastante estable, en términos nominales, entre los años 2002 y 2006, para luego ir aumentando sostenidamente a partir de 2007.

En la misma línea, es interesante analizar los Informes de Finanzas Públicas (Proyectos de Ley de Presupuestos del Sector Público) que elaboró DIPRES para los años 2009 y 2010 en sus capítulos dedicados a temas de Energía y Medio Ambiente.

En el Informe del año 2009, se señala que la preocupación permanente del gobierno de la Presidenta Bachelet por el medio ambiente se materializaría con la creación del Ministerio del Medio Ambiente y la Superintendencia Ambiental. Asimismo, se recalca el incremento real de 9,5% en recursos para la protección del medio ambiente en relación al año 2008. El presupuesto contemplaba un aumento importante de recursos para el programa de Prevención y Control de la Contaminación y para el programa Sendero de Chile<sup>46</sup>.

<sup>46</sup> Esta iniciativa busca fomentar el ecoturismo, generar acceso ciudadano al conocimiento y el disfrute del patrimonio natural y cultural del país y proteger de manera efectiva el entorno paisajístico.

También se destacan los recursos destinados al Centro Nacional del Medio Ambiente, en el marco de un plan de colaboración con la Agencia Internacional de Cooperación de Japón (JICA), a realizarse entre los años 2008 y 2010. El objetivo de esta iniciativa es transformar este Centro en un Centro Nacional de Referencia Ambiental, que otorgue apoyo técnico y científico al Estado para la creación de estándares, normas y protocolos necesarios para una adecuada gestión medio ambiental.

La sección dedicada a Energía del Informe 2009 destaca la intención del gobierno de robustecer tres pilares de su política energética integral: seguridad de suministro, diversificación de la matriz energética y ahorro y eficiencia. Por esto, el Proyecto le asignaba un presupuesto equivalente a un incremento real del 81,5% con respecto a 2008. Dentro de los programas en este ámbito se destacaban el de Recambio de Motores, el de Recambio de Camiones y el de Reacondicionamiento Térmico de Viviendas Existentes. Por último, se contemplaba un aumento importante de los recursos destinados al Programa de Desarrollo de las Energías Renovables no Convencionales, cuyo objetivo es satisfacer las demandas energéticas de sectores específicos y del ámbito rural, principalmente en escuelas y postas de poblados aislados.

El informe del año 2010 vuelve a recalcar la preocupación del gobierno de Bachelet por temas ambientales y hace hincapié en la intención de generar una “institucionalidad pública dinámica y moderna, que vele porque el actual crecimiento no hipoteque el crecimiento futuro en términos medioambientales”, que se asocia a la creación del Ministerio, Superintendencia y el Servicio de Evaluación Ambiental. Se destina además aumentos de recursos equivalentes a un 5,3% real con respecto a 2009, manteniéndose importantes aportes al Programa de Prevención y Control de la Contaminación y al Centro Nacional de Referencia Ambiental, creado a partir del convenio con la JICA. Por último, se contemplan importantes aumentos de recursos destinados al Programa de Protección de los Recursos Naturales<sup>47</sup> y al Fondo de Protección Ambiental<sup>48</sup>.

En relación a temas de energía, el Informe 2010 hace ver que habrá un incremento importante de consumo de energía en Chile durante los próximos años. Por ello, el Gobierno inserta mayores recursos para construir una política energética que apoye un desarrollo sostenible que satisfaga la demanda y vele por la preservación de los recursos naturales y la calidad medioambiental. Entre las principales medidas que considera el informe se mencionan la continuidad del Programa de Aislamiento Térmico de Viviendas Sociales y del Programa de Recambio de Camiones. Además, se destinan importantes recursos para apoyar el desarrollo de energías renovables no convencionales<sup>49</sup> y el desarrollo de biocombustibles a partir de algas. Por último, se destaca compromiso con el proyecto que crea el Ministerio de Energía.

---

<sup>47</sup> Para financiar estrategias nacionales de biodiversidad, cuencas y humedales, así como políticas de Áreas Protegidas y de Especies Amenazadas.

<sup>48</sup> Para institucionalizar las líneas de acción en proyectos de eficiencia energética.

<sup>49</sup> Se contempla continuar con los esfuerzos en materia de incentivos a la inversión privada en la creación de energías renovables no convencionales y para financiar sistemas solares térmicos que abastezcan con agua potable caliente a viviendas sociales. Complementariamente, Corfo dispondrá de \$1.015 millones para crear el Centro de Energías Renovables no Convencionales.

## II.5 Breve revisión de estrategias internacionales para enfrentar los desafíos ambientales y del cambio climático

Con respecto a la institucionalidad ambiental existente en otros países, el proyecto de ley que crea el Ministerio de Medio Ambiente da algunas luces en su texto. En éste señala que todos los países de la Unión Europea tienen Ministerios de Medio Ambiente, mientras que en América Latina sólo tres países no han conformado Ministerios<sup>50</sup>. Menciona, sin embargo, que estas figuras ministeriales pueden presentar importantes diferencias de arreglos institucionales, los cuales diferencian en tres tipos:

- a) Países con coordinación nacional y federal. Estos países tienen Ministerios de Medio Ambiente pequeños pero con importantes facultades financieras, de supervisión y evaluación en las políticas que definen<sup>52</sup>.
- b) Ministerios con competencias de regulación de la protección ambiental, pero que además cuentan con la capacidad de gestión de algunos recursos naturales<sup>53</sup>.
- c) Ministerios con mayores niveles de integración en gestión y recursos<sup>54</sup>.

Barton et al. (2007) también dan luces con respecto a experiencias internacionales interesantes en el diseño institucional que aborda temas ambientales. Por ejemplo, rescatan la experiencia de países como Canadá y Nueva Zelanda, en que temas relacionados con el medio ambiente están ligados a ministerios específicos que coordinan su trabajo con otros en iniciativas de carácter ambiental. Es el caso del Ministerio de Industrias Pesqueras y de Silvicultura neozelandés. Con respecto a iniciativas de coordinación, en Canadá se han implementado Mesas Redondas de Economía y Medio Ambiente, mientras que en México existe un instrumento llamado Ordenamiento Ecológico, que busca generar mecanismos de consenso entre los diversos actores involucrados en temas ambientales. En el caso mexicano, se destaca además la existencia del Instituto Nacional de Ecología (INE), que busca apuntalar la capacidad científica para generar conocimiento técnico ambiental. En términos de participación civil, se destaca nuevamente el caso de Canadá, que ha diseñado una instancia de participación de la sociedad en temas ambientales, que se lleva a cabo cada cinco años a través de reuniones y sitios webs interactivos, donde se realizan evaluaciones de impacto ambiental de proyectos propuestos por el gobierno federal. Brasil y México también presentan iniciativas en esta línea. Los mexicanos, por ejemplo, cuenta con una Unidad Coordinadora de Participación Social y Transparencia, que es parte de su Secretaría

---

<sup>50</sup> Argentina, Panamá y Chile

<sup>51</sup> Barton et al. complementan esta información con datos como que en Brasil, la institucionalidad ambiental evolucionó desde la Secretaría Especial de Medio Ambiente (SEMA), hacia un Ministerio de Medio Ambiente. En México se pasó de una Subsecretaría para el Mejoramiento del Medio Ambiente hacia una Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, que luego pasó a ser la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

<sup>52</sup> Japón, Holanda, Nueva Zelanda, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Hungría, Italia, Luxemburgo y Turquía

<sup>53</sup> Suecia, Grecia, Irlanda, Noruega, Alemania, Corea, Francia, Reino Unido, Colombia, Costa Rica, Brasil, Finlandia y Suiza.

<sup>54</sup> República Checa, España, Polonia, Portugal, Dinamarca y México.

de Medio Ambiente y Recursos Naturales y vela por la promoción, apoyo y organización de la participación civil en la planificación, ejecución, evaluación y vigilancia de la política ambiental, además de canalizar las demandas de la ciudadanía. Brasil, por otra parte, cuenta con un Departamento de Educación Ambiental que busca fomentar y orientar el componente ambiental en las acciones de las distintas Secretarías del Medio Ambiente.

Además, en Barton et al. (2007) mencionan la necesidad de contar con un órgano encargado del ámbito internacional del tema ambiental y para ello se apoyan en las experiencias de países como Brasil, Canadá, México y Nueva Zelanda. Brasil y México cuentan con unidades de Asesoría de Asuntos Internacionales instaladas en sus instituciones más importantes en temas de medio ambiente. Canadá tiene un Assistant Deputy Minister dentro de su Ministerio de Medio Ambiente y Nueva Zelanda tiene una Unidad de Relaciones Internacionales dentro del Grupo de Relaciones Externas del Departamento de Conservación. Los autores recalcan que esos modelos evidencian la importancia de que el organismo de Asuntos Internacionales actúe como interlocutor del Ministerio de Medio Ambiente junto al Ministerio de Relaciones Exteriores. Los autores destacan también la coordinación con instituciones científicas que se observa en estos países y que permite el desarrollo de investigaciones altamente calificadas. También señalan que en estos países el manejo del agua está arraigado en órganos que forman parte de la máxima autoridad ambiental. Por ejemplo, en Brasil, el ministerio de Medio Ambiente concentra esta función en la Agencia Nacional de Aguas, que es parte de la entidad principal. Por último, destacan que la función de fiscalización del cumplimiento de la normativa y protección del medio ambiente no está siempre insertada en los ministerios de Medio Ambiente, con el propósito de darle mayor autonomía. Es el caso, por ejemplo, de México, donde el órgano que fiscaliza es la Procuraduría General de Protección al Ambiente, desconcentrada de la SEMARNAT. En Nueva Zelanda, existe la Autoridad del Manejo de Riesgo Ambiental, que no forma parte del ministerio de Medio Ambiente y cuenta con competencias preventivas y de manejo del riesgo. Estos países suelen, además, extender la función fiscalizadora a lo largo del territorio extendiendo esta función hacia los gobiernos regionales y locales.

El caso de Australia es constantemente señalado como uno importante de analizar. En particular, existe en este país un Departamento del Cambio Climático<sup>55</sup>, que depende directamente del Primer Ministro y su gabinete y cuyo objetivo principal es desarrollar los programas que defina el gobierno federal australiano en su Estrategia para enfrentar el cambio climático. Fue creado en diciembre de 2007 y sus principales objetivos son los siguientes:

- Desarrollo y coordinación de políticas públicas nacionales e internacionales para enfrentar el cambio climático
- Llevar las negociaciones internacionales en temas de cambio climático
- Diseñar e implementar acuerdos de emisiones
- Establecer regulaciones y coordinación asociada a metas de utilización de energías renovables
- Elaborar reportes de efectos de gases invernaderos y consumo de energía

---

<sup>55</sup> <http://www.climatechange.gov.au>

- Elaborar y coordinar estrategias de adaptación al cambio climático
- Coordinación de estudios científicos para conocer las causas, naturaleza y efectos del cambio climático

Para el logro de todas estas iniciativas, se han establecido metas específicas para el año 2020.

El Estado de California también ha destacado como un lugar donde se han desarrollado iniciativas interesantes para enfrentar los desafíos asociados al cambio climático<sup>56</sup>.

En particular, se creó en junio de 2005 el Equipo para la Acción Climática (Climate Action Team), cuya función principal es coordinar acciones a nivel estatal que estén relacionadas con el Cambio Climático. El Equipo es liderado por el Secretario de la Agencia Medio Ambiental de California e incluye, entre otros, al Secretario de la Agencia de Negocios, Transporte y Vivienda; al Secretario del Departamento de Alimentos y Agricultura; al Secretario de la Agencia de Recursos Naturales; al Secretario del Servicio de Salud; al Jefe del Grupo encargado de Recursos Aéreos; al Jefe de la Comisión de Energía y al Presidente de la Comisión de Recursos Públicos. El objetivo principal de este Equipo es implementar programas para disminuir las emisiones que causan calentamiento global y reportar el avance en las metas que se han establecido en diversos planes estatales en relación a emisiones de gases invernadero. El Equipo se encarga además de emitir un reporte anual que sintetice el progreso que distintas agencias estatales van logrando en relación a las metas que se les han establecido en el desafío de prevenir los efectos del cambio climático.

El Estado de California ha destacado también por sus esfuerzos por adaptarse al cambio climático. Para ello ha desarrollado una estrategia multi sectorial, que combina el trabajo de una serie de agencias estatales. Esta estrategia es una respuesta directa al mandato del gobernador Schwarzenegger, que le pidió a fines de 2008 a la Agencia de Recursos Naturales de California, identificar cómo las distintas agencias estatales podían hacer frente a desafíos como el aumento de temperatura, cambios en los patrones de precipitaciones, aumento del nivel del mar y posibles catástrofes naturales. De esta forma, la Estrategia para la Adaptación Climática de California (2009 California Climate Adaptation Strategy) contiene acciones específicas en siete áreas (salud pública, biodiversidad y hábitat, océano y recursos costeros, gestión de recursos acuíferos, agricultura, forestal, transporte e infraestructura eléctrica) y recomendaciones para manejar los desafíos en ciernes. Otro aspecto interesante es que hubo un período de 45 días para realizar comentarios públicos a esta estrategia.

Las agencias estatales que elaboraron esta estrategia fueron lideradas por la Agencia de Recursos Naturales de California e incluyen también a la Agencia de Protección Medio Ambiental; a la Agencia de Negocios, Transporte y Vivienda; a la Agencia de Salud y Servicios a la Comunidad y al Departamento de Agricultura.

---

<sup>56</sup> Más información en <http://www.climatechange.ca.gov/>

## II.6 Procesos interesantes de diseño e implementación de políticas públicas complejas en Chile

### *El proceso de la Reforma Previsional en Chile (2006-2008)*

La Reforma Previsional es el plan social más importante comprometido por el gobierno de la Presidenta Michelle Bachelet y para su desarrollo se llevaron a cabo una serie de actividades e instancias que dieron forma a un proceso completo que culminó con la promulgación de una ley que introdujo importantes cambios al sistema previsional chileno<sup>57</sup>.

La Reforma recogió las principales falencias del sistema antiguo que imperaba a la fecha. Principalmente, su baja cobertura, una baja calidad en los beneficios y efectos fiscales negativos, la necesidad de crear un sistema basado en la solidaridad y la equidad, el fortalecimiento del rol público del Estado y el perfeccionamiento de industria de las AFP.

El proceso de Reforma comenzó con la constitución de un Consejo Asesor Presidencial, de carácter técnico y asesor, constituido el 17 de mayo del 2006 mediante el Decreto Supremo N° 336. Este Consejo estuvo integrado por 15 consejeros de distintas disciplinas y con conocimientos y trayectorias relevantes en el trabajo y análisis del campo de la seguridad social. Fue presidida por Mario Marcel, ex Director de Presupuestos del gobierno del presidente Ricardo Lagos. Es importante destacar que este Consejo no pretendió ser una instancia política de representación o de negociación.

El trabajo de este Consejo consideró una serie de reuniones donde se discutieron los temas fundamentales con respecto a temas provisionales. Además, llevaron a cabo una serie de audiencias cuyo objetivo fue enriquecer la discusión y la elaboración de propuestas de políticas por parte del Consejo. A éstas concurrieron organizaciones sociales, representantes laborales, empresariales, gremiales (AFPs, seguros, bancos), organismos internacionales, institutos de estudio, académicos y expertos<sup>58</sup>. También se realizó un seminario internacional, se llevaron a cabo estudios de opinión y se habilitó una página web, con un buzón de opiniones, que recibió casi 20.000 visitas.

Después de cuatro meses de trabajo, este Consejo entregó el Informe “El Derecho a una Vida Digna en la Vejez: Hacia un Contrato Social con la Previsión en Chile”, que contenía 70 propuestas en 11 áreas de trabajo<sup>59</sup> e incluyó reservas de minoría en algunos de los temas.

---

<sup>57</sup> Para más detalles, revisar [www.reformaprevisional.cl](http://www.reformaprevisional.cl) y “Charla Inaugural de la versión 2008 del Diplomado de Políticas Públicas UC. Reforma Previsional: Un Ejemplo de Políticas Públicas”, Axel Christensen

<sup>58</sup> En total, se llevaron a cabo 49 audiencias, con la participación de 73 organizaciones.

<sup>59</sup> Nuevo pilar solidario; Cobertura, densidad de cotizaciones y cumplimiento del mandato a cotizar; Equidad de género; Competencia y organización de la industria de AFP; Competencia y precios; Inversión de los fondos de pensiones; Pensiones en el pilar contributivo; Ampliación de pilar voluntario; Educación e información; Institucionalidad y Disciplina financiera.

Posterior a la entrega de este informe, se constituyó un Comité Interministerial que trabajó desde junio a diciembre del 2006. A mediados de este último mes, se envió un proyecto de ley al Congreso. Luego de pasar por las comisiones de Trabajo y Hacienda de la Cámara de Diputados, el proyecto fue aprobado por la sala de esta cámara en agosto de 2007. Posteriormente, y tras pasar por la Comisión Conjunta de Hacienda y Trabajo, fue aprobado por la sala del Senado en enero de 2008, mismo mes en que volvió a la Cámara de Diputados, donde fue aprobado. Finalmente, el Tribunal Constitucional aprobó la ley en marzo de 2008.

Finalmente la Reforma Previsional (Ley 20.255) fue promulgada el 11 de marzo del 2008 y publicada en el Diario Oficial el 17 de marzo de ese año.

De acuerdo a Axel Christensen, las principales conclusiones y lecciones aprendidas en este proceso fueron las siguientes:

- Fue una reforma basada en propuestas existentes y validado políticamente al ser parte del Programa de Gobierno
- Fue importante instalar la figura de Consejo Asesor Presidencial constituido por diversos actores, de rol técnico y asesor, previo y distinto al proceso político del Comité Interministerial
- La elaboración de propuestas se generó a partir de un amplio proceso de consulta a organizaciones civiles y expertos
- Los consensos técnicos facilitaron el acuerdo legislativo y permitió que se lograra una aprobación relativamente rápida.

En términos de aplicación de las reformas, se diseñaron de tal forma que esto se realice en forma gradual, de forma que sus productos vayan aumentando con el tiempo y beneficiando a un número cada vez mayor de personas hasta alcanzar a 1,3 millones de beneficiarios en el año 2012.

#### *El Consorcio para la Reforma del Estado (2008-2010)*

La percepción surgida en varios centros de estudios respecto a que la modernización del Estado chileno necesitaba un nuevo impulso, junto al llamado de líderes políticos y del sector público para convocar a un acuerdo nacional para la construcción de un Estado que pudiera hacer frente de una forma más eficiente a los desafíos que enfrentaba Chile, fueron los gatillantes del proyecto denominado Consorcio para la Reforma del Estado.

Así, a mediados de 2008, un grupo transversal de once centros de estudio y universidades<sup>60</sup> decidieron crear un Consorcio para la Reforma del Estado, con el objetivo principal de

---

<sup>60</sup> Centro de Estudios Públicos (CEP), Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN), Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, Escuela de Gobierno de la Universidad

elaborar propuestas con sustento político-técnico de modernización del Estado y promover un amplio consenso para otorgarle viabilidad política a las iniciativas.

Para organizar y liderar el trabajo del Consorcio, se constituyó un Comité Ejecutivo conformado por seis personas pertenecientes a los centros que eran parte del proyecto. Asimismo, se constituyó una Secretaría Ejecutiva y una Coordinación de Comunicaciones.

Como primera tarea, el Comité Ejecutivo definió cuatro áreas centrales de trabajo en las que se centraría el trabajo del Consorcio: Roles e Institucionalidad del Estado; Descentralización y Desarrollo Territorial; Las personas en el Estado y Planificación, Control y Evaluación de la acción del Estado. A continuación, se definió un equipo pluralista de trabajo por área que preparó una lista de los temas prioritarios a analizar en cada eje y términos de referencia específicos relacionados con los puntos a tratar en cada tema. Así, en octubre de 2008, el Comité Ejecutivo del Consorcio contó con una lista de temas por área, junto a sus términos de referencia, y definió 19 proyectos que serían abordados por expertos. Estos expertos fueron seleccionados utilizando como criterio principal su experiencia en el tema y la posibilidad de conformar equipos de más de un autor en la mayoría de los trabajos, con visiones distintas del tema, de forma de posibilitar la generación de consensos en el documento mismo. Cada autor o grupo de autores tendría la misión de elaborar un escrito de no más de 30 páginas que debía abordar, como mínimo, un diagnóstico del tema y sus implicancias, un análisis de las restricciones de economía política del problema, un levantamiento de experiencias internacionales en el ámbito, y el desarrollo de propuestas de reformas concretas.

En forma paralela, el Comité Ejecutivo del Consorcio y en particular, la Secretaría Ejecutiva del mismo, se abocaron a la tarea de generar mecanismos e instancias para dar a conocer el proyecto. Así, se organizó un seminario de lanzamiento del proyecto, realizado en octubre de 2008 y que contó con la presencia de Peter Beattie, ex Premier del Estado australiano de Queensland y líder del Partido Laborista Australiano en ese Estado. Por otra parte, en el mismo mes de octubre se lanzó la página web del Consorcio ([www.reformadelestado.cl](http://www.reformadelestado.cl)). El desarrollo de esta página se basó en experiencias exitosas de países como Nueva Zelanda e Inglaterra, y en el uso de herramientas web 2.0, cuya principal función fue facilitar y promover el trabajo colaborativo en el desarrollo de los distintos proyectos, además de la participación ciudadana en el proyecto. La página web del Consorcio también se utilizó como plataforma para enviar una encuesta electrónica que abordaba distintos temas relacionados con modernización del Estado y propiciar la participación ciudadana en torno a este tema. Se despachó vía correo electrónico bases de datos de funcionarios públicos de todo el país y se obtuvieron 231 respuestas.

El período de desarrollo de los 19 proyectos se concentró entre los meses de noviembre de 2008 y octubre de 2009. En todo el proceso, el Comité Ejecutivo y la Secretaría Ejecutiva ejercieron una labor de monitoreo del trabajo de los autores. Además, y en un punto muy importante, se propició la generación de instancias de trabajo y discusión en torno a los proyectos, que permitieran a los autores recoger opiniones y aportes interesantes para su

trabajo. Estas incluyeron talleres más pequeños y seminarios que contaron con una participación muy variada que permitió generar conversaciones abiertas y honestas sobre cómo opera el Estado chileno con ex ministros de Estado, altos funcionarios de gobierno, académicos y público en general, quienes aportaron desde su experiencia y visión.

Al mismo tiempo, el Comité Ejecutivo del Consorcio cumplió con un propósito fundamental, que tuvo relación con la generación de un documento central que listara aquellas iniciativas fundamentales en las cuales existía consenso entre todas las entidades miembros del Consorcio. El propósito de este documento fue poner a disposición de la ciudadanía una lista concisa y precisa de acciones consensuadas en que resulta importante avanzar para modernizar el Estado chileno, justificando además la relevancia de éstas. Este documento, denominado “Un Estado de Clase Mundial al Servicio de las Personas”, contiene más de 60 propuestas específicas que fueron consensuadas luego de muchas reuniones e instancias de trabajo, que permitieron ir dando forma a la versión definitiva del documento que fue lanzado en una conferencia de prensa en octubre de 2009. Para su elaboración, el Comité Ejecutivo del Consorcio sesionó en múltiples oportunidades para ir afinando su redacción y los distintos puntos que aborda. Además, invitó a reuniones especiales de trabajo a personas con importante experiencia en temas cruciales del sector público, que pudieron aportar, a partir de sus conocimientos, a la generación de propuestas más concretas y realistas.

Finalmente, en enero de 2010 se lanzó el libro del Consorcio, titulado “Un mejor Estado para Chile: propuestas de modernización y reforma”, elemento principal que da cuenta de su trabajo. Este documento, de más de 800 páginas, incluye el documento central “Un Estado de Clase Mundial al Servicio de las Personas”, además de los 19 documentos encargados por el proyecto. Este libro fue entregado a distintas autoridades chilenas, así como a otros actores importantes de la sociedad chilena. Fue distribuido también en varias librerías nacionales.

En relación a su financiamiento, y siendo el proyecto del Consorcio uno que convoca e interesa a múltiples actores de la sociedad, se definió, desde un primer momento, que el financiamiento de su trabajo se buscaría a través de aportes de distintas entidades. Así, los dineros para el desarrollo del proyecto han sido aportados por entidades diversas como el Ministerio del Interior de Chile, la Confederación para la Producción y el Crecimiento de Chile, la Sociedad de Fomento Fabril de Chile, la Sociedad Nacional de Minería de Chile, la Cámara Chilena de la Construcción y el Banco Interamericano de Desarrollo.

### *Chile Solidario*

Chile Solidario es el componente del Sistema de Protección Social chileno que se dedica a la atención de familias, personas y territorios que se encuentran en situación de vulnerabilidad<sup>61</sup>. Se creó en el año 2002 y a través de la generación de una serie de mecanismos e instancias ha ampliado paulatinamente su cobertura. Su objetivo principal es lograr que familias en extrema pobreza se inserten en las redes de la economía y de los programas sociales, generando las condiciones necesarias para que superen la indigencia.

---

<sup>61</sup> Ver más en <http://www.chilesolidario.gov.cl>

Una característica importante es que se centra en familias (o más precisamente, en un hogar) antes que en individuos y que más que un programa, constituye un sistema o red de programas que se articulan en función de necesidades específicas de cada familia<sup>62</sup>.

En términos prácticos, Chile Solidario es un modelo de gestión que cuenta con un marco legal que rige su funcionamiento, y está representado en una Secretaría Ejecutiva radicada en el Ministerio de Planificación y en las Secretarías Regionales Ministeriales. Estas instancias se dedican a coordinar instituciones que funcionan en red y son responsables de entregar prestaciones sociales. Es un sistema descentralizado que trabaja en forma estrecha con las municipalidades, que son responsables de las principales funciones de la protección social<sup>63</sup>. En este sentido, y para la implementación del sistema, MIDEPLAN celebra convenios con las Municipalidades del país, en el ámbito de su respectivo territorio. Chile Solidario complementa y fortalece su tarea, aportando recursos técnicos, metodológicos y financieros para asegurar la atención oportuna y de calidad de las familias y personas más vulnerables.

El trabajo de Chile Solidario hace uso intensivo de la Ficha de Protección Social. Además, trabaja a través de servicios propios que se especializan en apoyo psicosocial, como el Programa Puente, el Programa Vínculos, el Programa Calle y el Programa Caminos. Además, Chile Solidario otorga prestaciones monetarias como garantía, a quienes cumplen requisitos para ello. Entre las principales se encuentran el Subsidio Único Familiar, el Subsidio al Consumo de Agua Potable y Uso de Alcantarillado, el Subsidio a la Cédula de Identidad y la Pensión Básica Solidaria.

La estrategia de Chile Solidario tiene cuatro siguientes componentes principales. Estos son los siguientes:

i) Sistema de selección de beneficiarios

Chile Solidario utiliza la Ficha de Protección Social para analizar y ponderar vulnerabilidades, identificando la población prioritaria a ser protegida.

i) Prestaciones Monetarias Garantizadas

Las prestaciones monetarias, entendidas como garantías y suplementos para generar seguridad en los ingresos en las personas y familias más vulnerables, es un componente de Chile Solidario.

ii) Programas de Apoyo Psicosocial

iii) Acceso Preferente a Programas Sociales

---

<sup>62</sup> Más detalles en presentación “El Sistema Chile Solidario”, de Osvaldo Larrañaga y “Sistema Chile Solidario y la Política de Protección Social de Chile - lecciones del pasado y agenda para el futuro –”, de Dagmar Raczynski.

<sup>63</sup> Por ejemplo, A nivel comunal la implementación del Programa Puente y del CHS es responsabilidad de la Unidades de Intervención Familiar que deben instalar las municipalidades en su interior, previo convenio MIDEPLAN-FOSIS y la municipalidad.

El sistema combina servicios de cobertura universal y otros de cobertura focalizada (se privilegia el acceso de poblaciones con condiciones críticas que justifican excepciones o privilegios desde el punto de vista de su elegibilidad). Para esto, distintas instituciones y organismos de las áreas de Salud, Educación, Trabajo, Vivienda, Justicia, entre otras, se comprometen con MIDEPLAN para darles prioridad a los beneficiarios de Chile Solidario y convienen con éste, mecanismos, estrategias y coberturas que aseguran el aprovisionamiento efectivo de estos recursos a los usuarios.

Esta cuarta componente es de especial interés para los propósitos de este documento, pues genera un sistema en que distintas instituciones y organismos públicos convienen con MIDEPLAN la atención de los beneficiarios del Programa Chile Solidario, para lo cual existe estipulado, en varios casos, la transferencia de recursos directos desde este Programa a la institución o servicio. Por ejemplo, algunos programas incluidos son:

- Capacitación laboral, nivelación de estudios, rehabilitación de drogas, prevención de violencia intrafamiliar, ayudas técnicas a personas con discapacidad, prestaciones de JUNAEB y otros.
- Subsidio preferente a la contratación para los jefes de familia cesantes.
- Cotización previsional para los jefes de familia cesantes que al momento de perder su trabajo hayan estado cotizando en el sistema previsional.