



INSTITUTO DE INGENIEROS  
CHILE

# CAMBIO **CLIMÁTICO**

---

Percepciones e impactos  
para nuestra economía

COMISIÓN CAMBIO CLIMÁTICO • 2013

---

# INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

---

## Fundado en 1888

Miembro de la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros (UPADI)

Miembro de la Federación Mundial de Organización de Ingenieros (FMOI) (WFEO)

Miembro de la American Society of Civil Engineers (ASCE)

## JUNTA EJECUTIVA

### Presidente

Tomás Guendelman Bedrack

### Primer Vicepresidente

Germán Millán Pérez

### Segundo Vicepresidente

Carlos Mercado Herrerros

### Secretario

Iván Álvarez Valdés

### Prosecretaria

Silvana Cominetti Cotti-Cometti

### Tesorero

Juan Carlos Barros Monge

### Protesorero

Javier García Monge

## DIRECTORIO 2013

Pedro Acevedo

Iván Álvarez

Elías Arze

Dante Bacigalupo

Marcial Baeza

Juan Carlos Barros

Sergio Bitar

Mateo Budinich

Juan E. Cannobbio

Lautaro Cárcamo

Silvana Cominetti

Alex Chechilnitzky

Raúl Demangel

Fernando de Mayo

Enrique d'Étigny

Roberto Fuenzalida

Javier García

Franco González

Tomás Guendelman

Luis Hevia

Jaime Illanes

Roger Mellado

Carlos Mercado

Germán Millán

Juan E. Morales

Ricardo Nicolau

Guillermo Noguera

Alejandro Sáez

Mauricio Sarrazin

Jorge Yutronic

### Secretario General

Carlos Gauthier Thomas

## SOCIEDADES ACADÉMICAS MIEMBROS DEL INSTITUTO

ASOCIACIÓN CHILENA DE SISMOLOGÍA E INGENIERÍA ANTISÍSMICA, **ACHISINA**.

*Presidente:* Patricio Bonelli C.

ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL. CAPÍTULO CHILENO, **AIDIS**.

*Presidente:* Alexander Chechilnitzky Z.

SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERÍA HIDRÁULICA, **SOCHID**.

*Presidente:* José Vargas B.

SOCIEDAD CHILENA DE GEOTECNIA, **SOCHIGE**.

*Presidente:* Ramón Verdugo A.

SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERÍA DE TRANSPORTE, **SOCHITRAN**.

*Presidente:* Leonardo Basso S.

PMI SANTIAGO CHILE CHAPTER.

*Presidente:* Juan Contreras N.

SOCIEDAD CHILENA DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA, **SOCHEDI**.

*Presidente:* Mario Letelier S.

ASOCIACIÓN CHILENA DE CONTROL AUTOMÁTICO, **ACCA**.

*Presidenta:* Carolina Lagos A.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **SECCIÓN CHILE DEL IEEE**.

*Presidente:* Roger M. Mellado

## COMISIONES DEL INSTITUTO

CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN EN MINERÍA.

*Presidente:* Juan E. Morales J.

ENERGÍA.

*Presidente:* Alejandro Sáez C.

FORMACIÓN DE INGENIEROS.

*Presidente:* Jorge Yutronic F.

GESTIÓN DE CONTRATOS DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.

*Presidente:* Dante Bacigalupo M.

HABILITACIÓN PROFESIONAL.

*Presidenta:* Silvana Cominetti C.

INGENIERÍA Y SEGURIDAD.

*Presidente:* Sergio Bitar Ch.

TRABAS A LA MATERIALIZACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.

*Presidente:* Juan Carlos Barros M.

# CAMBIO CLIMÁTICO. PERCEPCIONES E IMPACTOS PARA NUESTRA ECONOMÍA

---

**Presidente**

Jaime Illanes

**Participantes**

Renato Agurto

Marcela Alday

Jorge Andaur

Sebastián Bernstein

Arturo Brandt

Andrés Camaño

Eckart Eitner

Pablo Espinosa

Fernando Farías

Javier García

Vinka Hildebrandt

Juan Ricardo Inostroza

Alejandro Lorenzini

Eduardo Morel

César Ormazábal

Ximena Vargas

Sebastián Vicuña



# ÍNDICE

GLOSARIO .....	5
1. INTRODUCCIÓN .....	7
1.1. Objetivo del Informe .....	7
1.2. Contexto histórico .....	7
2. LOS DESAFÍOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO PARA CHILE .....	10
2.1. Introducción .....	10
2.2. Adaptación: el desafío que enfrenta Chile ante los impactos del cambio climático .....	10
2.2.1. Escenarios futuros y posibles consecuencias en sectores productivos .....	10
2.2.2. Adaptación a los impactos del Cambio Climático .....	12
2.2.3. Los desafíos pendientes .....	15
2.3. Mitigación: la emisión de gases de efecto invernadero en Chile. Posibles escenarios, compromisos y desafíos .....	15
2.3.1. Una radiografía a las emisiones de GEI en Chile .....	16
2.3.2. Emisiones y compromiso de reducción en Chile en perspectiva con otros países del mundo .....	17
2.3.3. Mercado de créditos de carbono .....	18
2.3.4. Emisión per cápita y total con metas de reducción .....	18
2.3.5. Participación porcentual en la emisión global .....	19
2.3.6. Contribución histórica .....	19
2.3.7. El desafío de la mitigación .....	19
2.3.8. El desafío de la mitigación desde la perspectiva del sector público y privado .....	19
3. LA PERCEPCIÓN DE ACTORES RELEVANTES EN EL PAÍS .....	24
3.1. Percepciones con respecto al problema global .....	24
3.2. Posturas frente al cambio climático identificadas entre los actores .....	24
3.3. Percepciones con respecto a los desafíos para Chile .....	25
4. CONCLUSIONES .....	27
5. RECOMENDACIONES .....	30
6. BIBLIOGRAFÍA .....	31
<b>TABLAS</b>	
Tabla 2-1. Emisiones actuales, acumuladas y futuras de GEI para distintos países en el mundo .....	20

Tabla 2-2 Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación (NAMAs por sus siglas en inglés) en desarrollo en Chile a diciembre de 2012 .....	21
--	----

**FIGURAS**

Figura 2-1. Impactos esperados por el cambio climático .....	12
Figura 2-2. Distribución histórica emisiones GEI .....	16
Figura 2-3. Participación en las emisiones de GEI por subsectores; sector energía .....	17

## GLOSARIO

<b>Anexo I</b>	: Grupo de países industrializados y de economías en transición bajo la convención de Cambio Climático con compromisos vinculantes de reducción de emisiones en el Protocolo de Kioto.
<b>BAU</b>	: Business as Usual.
<b>CCAP</b>	: Centro para Aire Limpio.
<b>CEPAL</b>	: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
<b>CFP</b>	: Carbon Footprint of Products.
<b>CONAMA</b>	: Comisión Nacional de Medio Ambiente.
<b>COP</b>	: Conferencias de las Partes.
<b>CUTS</b>	: Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura.
<b>ERNC</b>	: Energías Renovables no Convencionales.
<b>GEI</b>	: Gases de Efecto Invernadero.
<b>IPCC</b>	: Panel Intergubernamental de Cambio Climático (por sus siglas en inglés).
<b>MAPS-Chile</b>	: Proyecto de evaluación de medidas de mitigación (Mitigation Actions Projected Scenarios) liderado por el Ministerio de Medio Ambiente.
<b>MDL</b>	: Mecanismo de Desarrollo Limpio.
<b>NAMAs</b>	: National Appropriate Mitigation Actions.
<b>No Anexo I</b>	: Por exclusión, grupo de países bajo la Convención de Cambio Climático que no son parte del grupo de países Anexo I, fundamentalmente los países en vías de desarrollo.
<b>OCC</b>	: Oficina de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente.
<b>OCDE</b>	: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
<b>PIB</b>	: Producto Interno Bruto.
<b>PoA</b>	: Programa de Actividades del Mecanismo de Desarrollo Limpio.
<b>ppm</b>	: Partes por millón (unidad de medida, de volumen en volumen).
<b>UNFCCC</b>	: Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (por sus siglas en inglés), adoptada en 1992 y entrada en vigor en 1994.
<b>WRI</b>	: World Resources Institute.



# 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. OBJETIVO DEL INFORME

El Instituto de Ingenieros de Chile realiza desde hace más de 120 años actividades de estudio, investigación y análisis con el fin de hacer aportes concretos a la discusión de temas relevantes y urgentes para la solución de grandes problemas nacionales, que inciden directamente en el desarrollo del país. En este contexto, el Instituto pidió a un grupo de especialistas analizar el tema del Cambio Climático con especial énfasis en los siguientes aspectos:

- Los compromisos internacionales que nuestro país ha adquirido en este ámbito.
- Las consecuencias económicas y sociales que el Cambio Climático podría traer sobre el desarrollo económico y social de nuestro país.
- La percepción de los representantes de diversas entidades del sector público y privado respecto de la mejor forma de abordar el fenómeno de Cambio Climático.
- La conveniencia de adoptar, como país, acciones de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero y los efectos económicos que ello conlleva, teniendo presente que se trata de un problema global.

Este informe presenta una síntesis del trabajo realizado. El documento se divide en las siguientes secciones:

- Introducción.
- Los Desafíos del Cambio Climático para Chile.
- La percepción de algunos Actores Relevantes frente a los Desafíos del Cambio Climático.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.

En la elaboración de este informe la Comisión del Instituto de Ingenieros se apoyó en dos trabajos técnicos que fueron encargados por la Comisión; el primero elaborado por el Centro de Cambio Global de la Universidad Católica de Chile, “Diagnóstico de la Problemática de Mitigación de Emisiones de GEI” y el segundo, por la empresa Objetivo, “Estudio Informe de Cambio Climático, visión de representantes de organizaciones locales”. Ambos informes se encuentran disponibles en [www.iing.cl](http://www.iing.cl).

### 1.2. CONTEXTO HISTÓRICO

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático, IPCC por sus siglas en inglés, fue creado al alero de Naciones Unidas y la Organización Meteorológica Mundial en 1988, para evaluar la situación relativa al cambio climático y el calentamiento global. Metodológicamente, el IPCC no genera información científica, sino que recopila la que ha sido publicada mediante el sistema de revisión de pares, la evalúa y realiza una síntesis. De ese modo, sus informes reflejan el estado del arte del conocimiento científico sobre el cambio climático incluyendo

aspectos relacionados con ciencia del clima, adaptación y mitigación, conceptos que son explicados más adelante en el informe. A la fecha, se han publicado cuatro informes de síntesis, el último en 2007. En él se indica que “El calentamiento del sistema climático es inequívoco, como evidencian ya los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos y el aumento del promedio mundial del nivel del mar” (IPCC, 2007). Al referirse a las causas del fenómeno indica: “La mayor parte del aumento observado del promedio mundial de la temperatura desde mediados del siglo XX se debe, muy probablemente, al aumento observado de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) antropogéno (de origen humano). Es probable que se haya experimentado un calentamiento antropogéno apreciable en los últimos 50 años, en promedio para cada continente” (IPCC, 2007)<sup>1</sup>.

La comunidad mundial, reunida bajo Naciones Unidas, acordó en 1992 la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), que entró en vigor en 1994 y cuyo objetivo consiste en “la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera, a un nivel que prevenga interferencias antropógenas peligrosas con el sistema climático” (UNFCCC, 1992, Convención, artículo 2).

En 1997 se negoció el Protocolo de Kioto, como una herramienta política para controlar las emisiones de GEI de los países industrializados, llamados Anexo I, de manera que sus emisiones en conjunto se situaran un 5,2% debajo de aquellas verificadas en 1990, meta que debía cumplirse entre 2008 y 2012, en el llamado primer período de cumplimiento. El protocolo entró en vigor en 2005 con la ausencia significativa de Estados Unidos, el mayor emisor histórico e individual, a esa fecha. Actualmente, los países signatarios de la convención están negociando un nuevo régimen climático, el cual deberá estar acordado en 2015, para que entre en vigor en 2020. Se estima que el nuevo régimen tendrá obligaciones de reducción de emisiones para la gran mayoría de países, incluyendo varios de la categoría No Anexo I (países en vías de desarrollo), entre los cuales se encuentra Chile.

La evolución económica mundial, desde el inicio de la Convención, ha estado dominada por el fuerte dinamismo de los países emergentes, principalmente China e India y, consecuentemente, con un aumento de emisiones de los países en vías de desarrollo por sobre los desarrollados. De hecho, actualmente, los primeros, liderados por China, emiten más que los últimos en términos absolutos. Sin embargo, considerando emisiones por habitante, son los países desarrollados los que muestran indicadores más altos, aunque las diferencias entre países son importantes, como se mostrará en el capítulo sobre mitigación.

El cambio climático plantea problemas complejos a la comunidad mundial y a los países en particular. Por una parte, el desarrollo económico y social ha estado ligado a una gestión energética basada fundamentalmente en el uso de combustibles de origen fósil, una de las principales fuentes de emisión de GEI<sup>2</sup>. Un esfuerzo de mitigación del cambio climático pasará necesariamente por un cambio en la gestión de la energía incluyendo mayor eficiencia en su uso y la utilización de portadores energéticos menos intensivos en carbono, en lo que se ha llamado una economía de bajo contenido en carbono. En la medida que las alternativas energéticas impliquen mayores costos a las tradicionales, se puede incurrir en una carga económica que podría afectar las metas de desarrollo planteadas. En ese sentido, Chile, como muchos otros países en desarrollo, no solo debe preocuparse del cambio climático sino también de otras metas económicas, sociales y ambientales, como el mejoramiento de acceso a la salud y educación; la provisión de infraestructura; la atención de una población que, demográficamente, envejece; la protección de la biodiversidad; por nombrar algunos temas. Estas metas compiten por la asignación de recursos escasos donde las acciones para enfrentar el cambio climático se insertan en un conjunto de políticas orientadas a lograr un desarrollo sostenible.

<sup>1</sup> Cabe señalar que existen algunos investigadores que no concuerdan con las conclusiones del IPCC, entre los cuales se puede mencionar a W. Nordhaus y F. Singer (*The Climate Contrarians*, *The New York Review of Books*; [www.nybooks.com](http://www.nybooks.com)).

<sup>2</sup> Actualmente, cerca del 80% de la energía primaria mundial proviene de combustibles fósiles, carbón, petróleo o gas. Fuente, Agencia Internacional de la Energía, *Key World Energy Statistics 2010*, pág. 6.

Por otra parte, los efectos del cambio climático pueden ser graves e implicar daños a los sistemas económicos, sociales y ambientales. Lo más complejo de la cuantificación de estos efectos se asocia a la incertidumbre de los mismos, ya que la previsión de fenómenos futuros está asociada a un nivel de probabilidad de ocurrencia y al impacto esperado de los fenómenos. Adicionalmente, existen efectos positivos y negativos asociados al cambio climático. Por ejemplo, la menor prevalencia de días y noches frías puede incidir positivamente en indicadores de salud, mientras que la mayor frecuencia de olas de calor tendría efectos negativos en la población, en particular la de mayor edad. Ejemplos como éste se pueden encontrar en todos los sectores económicos. Con todo, estimaciones económicas globales cuantifican efectos globales negativos por sobre el 5% del PIB mundial, en un escenario de emisión de GEI sin restricciones (Stern, 2006).

El criterio de eficiencia económica indica que los esfuerzos de mitigación deben realizarse mientras el costo marginal de abatimiento no supere el precio social del carbono, entendido éste como el valor presente del daño marginal provocado por la emisión de una tonelada adicional de carbono. En el caso de la adaptación, donde no existe una métrica común como en la mitigación, la implementación de medidas se justificará en cuanto el costo de las mismas no supere al beneficio vinculado a la protección ante el evento climático.

Finalmente, es importante notar que, más allá de la polémica sobre si el ser humano es causante del cambio climático o no, la comunidad mundial está actuando frente al problema aceptando que las acciones que podamos emprender en forma conjunta pueden tener efectos en la solución del problema. Chile, país abierto al mundo, no podrá sustraerse a un esfuerzo universal y deberá asumir la cuota de responsabilidad que le corresponda.

# LOS DESAFÍOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO PARA CHILE

# 2

## 2.1. INTRODUCCIÓN

Los desafíos que enfrenta nuestro país pueden ser agrupados en dos categorías que genéricamente denominaremos:

1. Adaptación.
2. Mitigación.

La adaptación al cambio climático se refiere a las acciones que se requieren para hacer frente a las modificaciones del clima que afectarían los sistemas económicos, sociales y ambientales, tales como sequías prolongadas, aumentos de temperaturas, variaciones en las precipitaciones, elevación del nivel del mar e inundación permanente de tierra bajas, olas de calor, y otros eventos extremos, tales como, inundaciones o tormentas más intensas. Esas acciones permiten hacer frente a eventos adversos o tomar ventaja de efectos beneficiosos. Por ejemplo, la construcción de embalses es una acción de adaptación frente a condiciones secas que permite el riego en épocas sin aporte de agua.

La mitigación del cambio climático consiste en la limitación de emisiones de gases de efecto invernadero hasta alcanzar una estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que, se espera, no interfiera en forma peligrosa con el sistema climático. Por medio de la mitigación, la emisión de estos gases es controlada de acuerdo a un objetivo que se establece en forma política, sobre la base de información científica sobre el estado actual y proyectado del cambio climático. Este objetivo también está asociado a un grado de incertidumbre debido a las relaciones complejas entre emisiones y concentraciones de Gases de Efecto Invernadero GEI y los patrones meteorológicos. Hasta ahora, los mayores esfuerzos a nivel mundial y nacional han estado asociados a la mitigación, habiendo rezagos importantes en adaptación.

## 2.2. ADAPTACIÓN: EL DESAFÍO QUE ENFRENTA CHILE ANTE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En este capítulo se presenta una breve descripción de los posibles impactos del cambio climático en Chile en diferentes sectores productivos y los desafíos que representa para el país. Es relevante analizar y entender estos desafíos para poder hacer frente a los impactos, poder disminuir sus efectos adversos y tomar ventaja de las oportunidades que ofrezca.

### 2.2.1. Escenarios futuros y posibles consecuencias en sectores productivos

Los efectos que se vislumbran a nivel global, con el incremento promedio de la temperatura y las variaciones en patrones de precipitación podrían impactar a nuestro país, afectando el desarrollo de las generaciones actuales y futuras. Hay gran incertidumbre en torno a los impactos esperados, lo que podría generar situaciones favorables y desfavorables según las circunstancias. Sin embargo, daños y pérdidas a gran escala no pueden ser descartados (OCDE, 2009).

Según los criterios internacionales, Chile es un país altamente vulnerable al Cambio Climático, porque cumple 6 de los 9 criterios de vulnerabilidad establecidos por la Convención Marco de Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNFCCC, 1992, Convención, artículo 4, N° 8). Esto se debe a que el país cuenta con áreas de borde costero de baja altura; zonas áridas, semiáridas y de bosques; susceptibilidad a desastres naturales; áreas propensas a sequía y desertificación; zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos (Ministerio del Medio Ambiente, 2011).

De acuerdo a un estudio desarrollado por la Universidad de Chile para CONAMA (Universidad de Chile, CONAMA, 2006), el incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero implicará aumentos de temperatura en todo el territorio nacional, con un rango mayor en las zonas altas. Se prevén cambios en las precipitaciones, con disminuciones en la zona centro y sur y aumentos en la zona austral. Estos escenarios implican una disponibilidad disminuida de agua en la zona donde su demanda es mayor y ha sido creciente en las últimas décadas. Adicionalmente, la mayor temperatura implicará menor disponibilidad de agua acumulada como nieve en la cordillera, aumentando el estrés hídrico.

Los impactos que Chile podría experimentar con el cambio climático tienen dimensiones ambientales, económicas y sociales. Gran parte de las actividades socioeconómicas y productivas están vinculadas al clima. Algunas, como la agricultura o silvicultura, presentan una dependencia directa; en otros casos, los recursos hídricos juegan un rol relevante o dan lugar a consecuencias en cascada en otros sectores productivos. Finalmente, en algunos casos, pese a no haber relación directa con el clima, hay vinculaciones estrechas con sectores que sí lo están y podrían percibir, indirectamente, impactos del cambio climático.

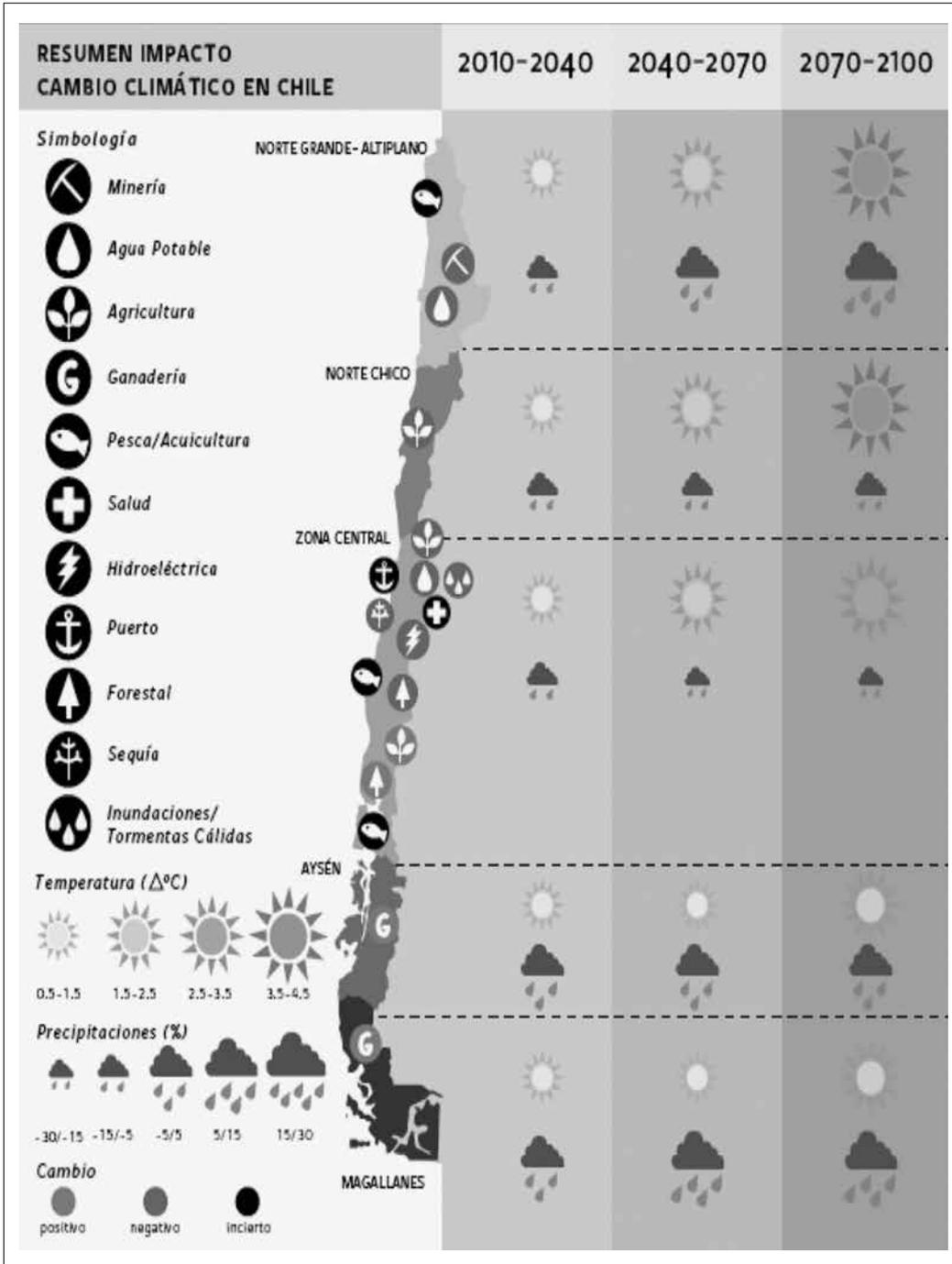
Debido al cambio climático el país estará sujeto a una serie de fenómenos como alteraciones en los patrones de precipitaciones, sequías, ocurrencia de eventos extremos (CEPAL, 2012) y anomalías asociadas a los eventos de El Niño y La Niña (IPCC, 2007, Volumen II) que incidirán en las actividades productivas. El aumento de la temperatura del mar podría tener consecuencias en la disponibilidad de recursos pesqueros.

Los impactos ya identificados para Chile, según el estudio realizado por la CEPAL (CEPAL, 2009), se refieren a:

- recursos hídricos: Impactos en la disponibilidad de agua para riego, generación hidroeléctrica, sectores sanitario, industrial y minero; incluyendo retroceso y pérdida de glaciares;
- sector silvoagropecuario: impacto en la calidad de los suelos, la productividad y la reasignación del uso del suelo silvoagropecuario (impacto económico y en la mano de obra) y la ocurrencia de plagas y enfermedades;
- la biodiversidad y los ecosistemas;
- los recursos costeros (pesqueros y acuícolas) y el aumento del nivel del mar;
- la salud;
- la demanda de energía;
- la infraestructura;
- las tendencias de los eventos extremos; y
- la agregación de los impactos.

La **FIGURA 2-1** siguiente resume los impactos esperados:

A pesar de los avances en conocimiento de impactos en estos sectores, es importante destacar que hay dispersión en los resultados esperados, según sean los escenarios futuros proyectados y que existen muchos sectores y subsectores de la economía que aún no han sido analizados (CEPAL, 2012). Por ello se requiere mejorar la información de base sobre el cambio climático y profundizar los conocimientos sobre sus efectos en diversos sectores, particularmente en los menos estudiados. A partir de una mejora en el conocimiento se debe definir una estrategia a seguir e implementar medidas concretas.



**FIGURA 2-1**  
Impactos esperados por el cambio climático

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, Segunda Comunicación Nacional, 2011.

### 2.2.2. Adaptación a los impactos del Cambio Climático

Para reducir la vulnerabilidad del país frente al cambio climático, se requiere tomar medidas de adaptación a sus impactos. A este tema se referirá el subcapítulo siguiente y más adelante en este informe, se abarcará el tema de mitigación. En todo caso, cabe mencionar que también hay efectos cruzados entre adaptación y mitigación<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Esto es válido por ejemplo, en la generación hidroeléctrica, donde existe un claro enlace entre ser una potencial medida de mitigación para enfrentar el problema y estar expuesta a sufrir los impactos del cambio climático.

## ¿Qué se entiende por adaptación?

La naturaleza humana permite adaptarse a las adversidades, lo que probablemente será aplicable también a los desafíos que representa el cambio climático. El concepto de adaptación está definido por el IPCC (IPCC, 2007), según lo siguiente:

*“Ajuste en los sistemas naturales o humanos como respuesta a estímulos climáticos actuales o esperados, o sus impactos, que reduce el daño causado y que potencia las oportunidades benéficas”.*

Se han identificado conductas adaptativas de diversa índole (CEPAL, 2012). La llamada **“adaptación endógena”** se refiere a la capacidad intrínseca de reacción de los actores económicos a los efectos del cambio climático, que tienden a disminuir el efecto económico negativo esperado o a aprovechar un efecto positivo. Este tipo de reacción se ha denominado así, porque ocurre independientemente de las políticas o de los incentivos que se apliquen de manera planificada, para paliar los impactos. Estas acciones pueden tener un costo de implementación, que normalmente es asumido por el actor privado. Un ejemplo de adaptación endógena es la reasignación que da el agricultor al uso del suelo silvoagropecuario, para cultivar otra especie que se adapta a las nuevas condiciones climáticas. Existe, eso sí, un cierto rezago de la capacidad de **adaptación endógena**, entre otros motivos, por la incertidumbre de la variabilidad climática.

Por otra parte, existe la llamada **“adaptación exógena”** asociada a políticas planificadas, que son requeridas para lograr la implementación de medidas de adaptación adicionales. El costo de dichas medidas se justifica, en cuanto sea menor que los beneficios económicos asociados a la reducción de impactos que se logra con la introducción de las medidas.

Para contar con medidas de adaptación adecuadas, es fundamental reconocer la incertidumbre y variabilidad respecto a los escenarios futuros, toda vez que una adaptación rígida podría otorgar beneficios para una situación en particular, pero no ser de utilidad si cambiaran las condiciones de entorno. Esto lleva a la necesidad de priorizar las medidas doblemente benéficas (*win-win*) o útiles en todo caso (*no regret*), que otorgan beneficios, considerando la incertidumbre de escenarios. Por ejemplo, la tendencia actual a mejorar la eficiencia en el uso del agua tiene beneficios no solo en relación a escenarios climáticos futuros sino también en la reducción de costos de producción.

## Adaptación local al Cambio Climático

El Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (CONAMA, 2008) estableció en el año 2008 el lineamiento general de adaptación para Chile de la siguiente manera:

*“Desarrollar un paquete de medidas de adaptación, con el fin de proteger la salud de las personas, los recursos hídricos, la producción de alimentos, la infraestructura urbana y costera y el suministro energético”.*

Se definió el desarrollo de un paquete de medidas de adaptación, bajo la responsabilidad de distintos ministerios que contempla un Plan Nacional de Adaptación desplegado en 9 estrategias sectoriales, a saber: Silvoagropecuario (terminado), biodiversidad (en consulta pública), turismo, energía, pesca, acuicultura, salud, infraestructura, recursos hídricos y ciudades. En general, se han logrado avances relevantes en materia de análisis de vulnerabilidad del sector silvoagropecuario, de la biodiversidad, de los recursos hídricos y edáficos en algunas cuencas. Por otra parte, hay líneas de acción que se encuentran aún en situación preliminar, en el ámbito de la pesca, glaciares, salud e infraestructura (zonas urbanas costera bajas y zonas interiores asociadas a cursos de aguas continentales)<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Fuente: “Evaluación de medio término de Plan de Acción Nacional de Cambio Climático”, Ministerio de Medio Ambiente, 2011.

Según un levantamiento de información<sup>5</sup> realizado previamente a la Segunda Comunicación Nacional, la evolución de las actividades relacionadas con el cambio climático en Chile evidencia una tendencia creciente a partir del año 2006, pero hay poco énfasis en temas de adaptación y se concentran las actividades principalmente en estudios, existiendo escasa implementación de acciones concretas.

La Segunda Comunicación Nacional del año 2011 hizo un recuento de los avances en materia de adaptación, entre los que cabe mencionar:

- El Estudio de vulnerabilidad de recursos hídricos, realizado en 9 cuencas, demuestra que éstos constituyen un área de máxima prioridad, ya que se prevé una situación preocupante en el mediano y largo plazo. En particular, se espera una menor disponibilidad de agua, afectando la generación de electricidad, la provisión de agua potable y de actividades industriales (minería en algunos casos) y agroindustriales. Se estableció una política de protección y conservación de glaciares en 2009 y la creación de un registro nacional de éstos.
- El estudio de vulnerabilidad de la biodiversidad concluye que los ecosistemas mediterráneos y los humedales alto-andinos serán probablemente los más vulnerables a las alteraciones climáticas en la parte terrestre. La gran mayoría de las especies presentan reducción en sus áreas de distribución proyectada, siendo escaso el número de extinciones previstas (dos especies).
- El estudio de vulnerabilidad y adaptación del sector agropecuario identifica que las regiones donde domina la pequeña propiedad, con bajos niveles de tecnificación del sistema de producción y con cultivos predominantemente de secano, muestran la mayor vulnerabilidad, desde un punto de vista social y productivo. Ámbitos relevantes para aplicar medidas concretas contemplan el uso y cambio de variedades de cultivo; mejoramiento y adecuación del riego actual; cambios de sistemas de riego; manejo sustentable del recurso agua en el suelo; plantación de árboles; incremento de la disponibilidad de agua; fertilización más eficiente y eficaz; elaboración y aplicación de compostaje; uso e incorporación de residuos agrícolas; uso (no quema) de fuego, manejo rebaño-riego-praderas e infraestructura ganadera (Ministerio del Medio Ambiente, 2011).

La iniciativa contemplada por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente para el período 2012-2014 en el ámbito de Vulnerabilidad y Adaptación, considera lo siguiente:

- Establecer un plan nacional de adaptación y planes para los sectores Silvoagropecuario, Pesca y Acuicultura y Biodiversidad.
- Realizar el análisis de vulnerabilidad de sectores Recursos Hídricos, Salud e Infraestructura.
- Crear en Chile el Comité de Autoridad Designada para Fondo de Adaptación, diseñado al alero de las negociaciones internacionales<sup>6</sup>.

En línea con esto, en 2012 ya se elaboró la propuesta del Plan de Adaptación del Sector Silvoagropecuario, que será parte del futuro Plan de Adaptación Nacional junto a otros planes sectoriales, que se encuentran más rezagados.

<sup>5</sup> Fuente: "Levantamiento de información de catastro sobre acciones en cambio climático en Chile", Cambio Climático y Desarrollo, estudios de cambio climático del Sistema Nacional de Información Ambiental, 2009.

<sup>6</sup> Autoridad que había sido creada a la fecha de redacción de este informe. El fondo, financiado por aportes de países donantes y con un cargo a las transacciones de 2% de proyectos MDL, apoya proyectos de adaptación que benefician a comunidades locales en los países beneficiarios. Adicionalmente, la Agencia de Cooperación Internacional Chilena, AGCI, se acreditó ante el fondo para operar como entidad financiera local del mismo.

### 2.2.3. Los desafíos pendientes

Se visualiza que los efectos del cambio climático pueden llegar a ser dramáticos hacia fines de siglo, pero no sólo se trata de una amenaza futura, pues el problema ya existe y se ha hecho notar en Chile<sup>7</sup>. Como un ejemplo de medida de adaptación endógena, se ha observado la migración de cultivos típicos de la zona centro hacia la zona sur del país.

Ante la realidad del cambio climático, urge implementar medidas de adaptación temprana. Incluso si las medidas de mitigación globales logran reducir los gases efecto invernadero en la atmósfera, las emisiones acumuladas van a continuar causando efectos; independientemente de si las causas del calentamiento global son consecuencia de la actividad humana o no. De todas maneras, es necesario considerar los efectos graves que podría ocasionar el calentamiento de la temperatura promedio de la atmósfera y es necesario establecer medidas de adaptación.

Se requiere preparar al país para enfrentar eventos extremos debidos al cambio climático, minimizando los impactos en la población. En Chile hay experiencias recientes en enfrentar este tipo de eventos (aluviones, tsunamis, sismos, variabilidad climatológica). De su manejo se debieran sacar lecciones, preparando medidas específicas para el cambio climático y habilitando procedimientos de mejoras continuas. El país puede tomar ventaja de una implementación temprana y gradual de medidas, que permitan crear conciencia sobre la existencia del problema en la población, ganar experiencia y conocimientos, mejorando paulatinamente la capacidad adaptativa y haciendo un uso gradual de recursos enfocados a medidas costo-efectivas. Esta planificación debe abarcar todos los niveles incluyendo los instrumentos de Ordenamiento y Planificación del Territorio y los Planes de Desarrollo Comunal, gestionando adecuadamente las zonas propensas a riesgo. Del mismo modo, se debe involucrar a las empresas que proporcionan servicios básicos y fortalecer las redes de comunicaciones para que estén preparadas frente a eventos extremos.

Se requiere establecer una visión de largo plazo, que contemple una estrategia nacional de desarrollo sostenible, que incorpore políticas públicas capaces de proveer respuestas adecuadas y la generación de incentivos al sector privado, que estimulen su participación en la estrategia de desarrollo sostenible.

Si bien el tema de cambio climático no ha sido prioritario para el país, algo se ha ido avanzando, pero el progreso en materia de adaptación ha sido relegado a un segundo plano priorizando temas de mitigación. Dada la relevancia que pueden tener los efectos del Cambio Climático en la economía local, se requiere con urgencia dar mayor importancia al tema de adaptación.

## 2.3. MITIGACIÓN: LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN CHILE. POSIBLES ESCENARIOS, COMPROMISOS Y DESAFÍOS

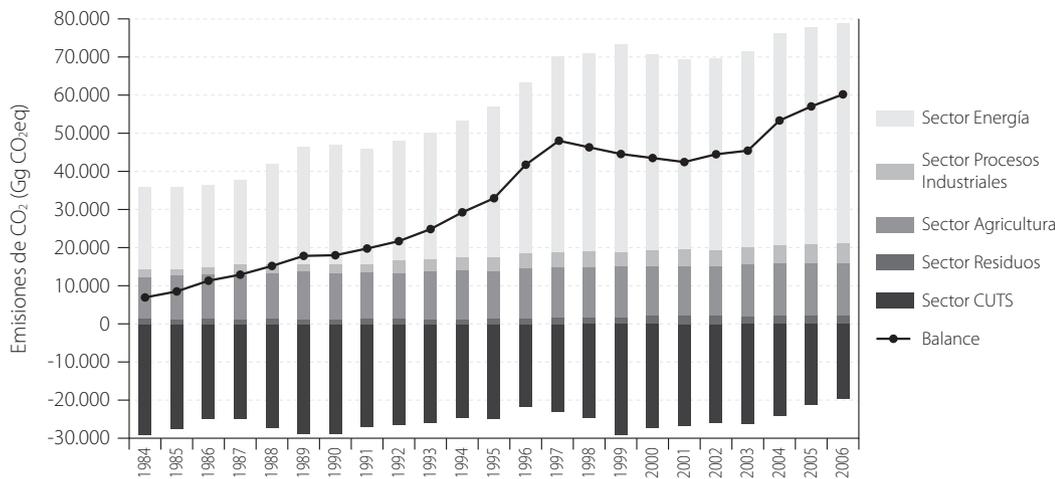
En esta sección se desarrolla la información de base destinada a analizar los desafíos que enfrenta Chile para reducir la emisión neta (emisión menos captura) de GEI, causante probable del fenómeno de cambio climático, de acuerdo al último informe del IPCC (IPCC, 2007). A diferencia de la sección anterior, en que se discuten los impactos del cambio climático en Chile, en esta parte se analiza al país en su calidad de emisor neto de GEI y de sus compromisos adquiridos. La sección comienza con una radiografía de las emisiones de GEI de distintos sectores y su evolución en Chile. Esta radiografía se pone después en perspectiva al comparar la situación en Chile con la de otros países tanto desarrollados como en vías de desarrollo. En esta comparación se incluye un análisis de la proyección de estas emisiones hacia el futuro considerando los compromisos de reducción en el crecimiento de sus emisiones oficialmente declarado por Chile y los de estos países. Se cierra la sección analizando los desafíos que enfrenta el país en relación a las emisiones de GEI y las herramientas de que disponen tanto el sector público como el privado para lograr dicho objetivo.

<sup>7</sup> Ver El Mercurio, 28 de abril de 2013, página B4. "El período que va entre abril de 2010 y marzo de 2013 representa el trienio más seco del SIC desde que hay registros estadísticos".

A nivel global, se ha establecido una meta política de limitar el aumento de temperatura promedio mundial a 2°C por sobre el promedio preindustrial (UNFCCC, Acuerdo de Copenhagen, 2009). De acuerdo a las modelaciones que vinculan las emisiones de GEI con el clima, esta meta implica estabilizar las concentraciones de estos gases en el rango de 450 a 550 partes por millón en la atmósfera (ppm), siendo la concentración actual cercana a 400 ppm y la preindustrial de 280 ppm. Esta meta de estabilización significaría reducciones de emisiones del orden de 50% a nivel global en 2050 y más de 80% en los años posteriores 2050<sup>8</sup>, comparados con el año base 1990.

### 2.3.1. Una radiografía a las emisiones de GEI en Chile

En la **FIGURA 2-2** se puede observar la trayectoria histórica de emisiones de GEI de los distintos sectores emisores y sumideros de acuerdo al inventario nacional cuya preparación coordina el Ministerio de Medio Ambiente. Se puede apreciar en ella el sostenido aumento de las emisiones desde el año 1984 (11,59 millones de toneladas) al 2006 (59,67 millones de toneladas), fecha del primer y último inventario oficial respectivamente<sup>9</sup> (Ministerio del Medio Ambiente, 2011). La excepción la constituye el período 1997-2001 que muestra un descenso parcial, que coincide con la introducción del Gas Natural (energético con menores emisiones unitarias que el carbón o diesel), un aumento temporal de las capturas en el sector forestal, y la crisis asiática de 1998 que significó una baja en la actividad económica (**FIGURA 2-2**). Este crecimiento en las emisiones es consistente con el crecimiento económico del país en el largo plazo. En términos sectoriales se puede apreciar que el sector CUTS (cambio en el uso de la tierra y silvicultura), es aquel que captura emisiones a tasas que han ido decreciendo en el tiempo, a causa de que en los últimos años de la serie histórica presentada en la **FIGURA 2-2**, la superficie anual cosechada ha ido en aumento respecto a la plantada. Todos los demás sectores son emisores, siendo el más relevante aquel asociado a la producción y consumo de energía (combustibles fósiles) incluyendo la generación eléctrica y el consumo de combustibles en el transporte. La energía, así definida, representa más de un 80% de las emisiones netas, muy por sobre las de otros sectores (agricultura, procesos industriales y residuos). Por otra parte, al ahondar en las emisiones del sector energía (**FIGURA 2-3**), se puede apreciar que los subsectores más relevantes son: Industria de la Energía (generación térmica de electricidad principalmente); Transporte; e Industrias Manufactureras y Minas. Estos tres subsectores aportaban al año 2006 un 36, 30 y 22%, respectivamente, de las emisiones del sector energía. Las emisiones globales del país, considerando todos los sectores, alcanzaban a 60 millones de toneladas el año 2006.



**FIGURA 2-2**

**Distribución histórica emisiones GEI**

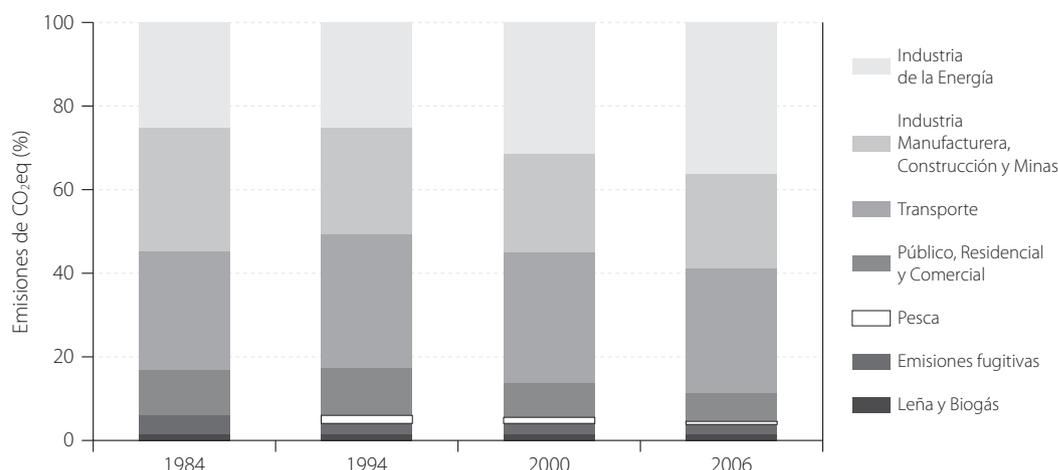
Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2011.

<sup>8</sup> The 2°C Target, Background on impacts, emission pathways, mitigation options and costs, EU Climate Change expert group, "EG Science". 2008.

<sup>9</sup> El inventario incluye las capturas –o emisiones negativas– del sector forestal correspondientes a 24,9 millones en 1986 y 19,4 en 2006.

**FIGURA 2-3**  
Participación en las emisiones de GEI por subsectores; sector energía

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, 2011.



Considerando la trayectoria para el período 1984-2006, así como la tendencia proyectada en la actividad del país, se espera que las emisiones de GEI del sector Energía sigan aumentando en forma importante bajo un escenario BAU (business as usual), es decir, sin restricciones<sup>10</sup>.

### 2.3.2. Emisiones y compromiso de reducción en Chile en perspectiva con otros países del mundo

Las negociaciones que ocurrieron en 2009 en el marco de la reunión de la Convención de Naciones Unidas en Cambio Climático, realizada en Copenhague, fueron la base para que un conjunto de países definieran compromisos voluntarios de mitigación de sus emisiones de GEI, adicionales de aquellos firmados bajo el protocolo de Kioto. Así, varios países en desarrollo (categoría No Anexo I de la Convención de Cambio Climático y el Protocolo de Kioto) como Chile presentaron compromisos voluntarios de distinto tipo y alcance, en el marco del “Acuerdo de Copenhague” (UNFCCC, 2012). El Gobierno de Chile formalizó en agosto de 2010, su compromiso voluntario de:

*“realizar acciones nacionalmente apropiadas de mitigación (NAMAs) de modo de lograr una desviación de 20% por debajo de su trayectoria creciente de emisiones business-as-usual (BAU) en 2020, proyectadas desde el año 2007”<sup>11</sup>.*

Este tipo de compromiso que supone una trayectoria creciente de emisiones, difiere del que han realizado los países desarrollados (categoría Anexo I), que comprometen reducciones absolutas, con respecto al valor observado en cada país en particular en un año base pasado determinado, correspondiente a 1990 en la mayoría de los casos. Es importante destacar que a la fecha de redacción de este informe, no se ha cuantificado aún la trayectoria nacional de emisiones “Business as usual”, necesaria para definir el compromiso y su grado de cumplimiento.

En el marco de la discusión acerca de la contribución que le cabría a los países firmantes de la Convención, en cuanto a mitigar las emisiones globales de GEI, es posible mencionar condicionantes e indicadores como los siguientes:

- Existencia o no de un mercado global que valore la reducción de emisiones de una tonelada equivalente de CO<sub>2</sub>.
- Emisión per cápita y total con metas de reducción.

<sup>10</sup> Análisis de opciones futuras de mitigación de gases de efecto invernadero para Chile en el sector Energía. Informe Final para la Comisión Nacional de Medio Ambiente, POCH, CCG UC, 2010.

<sup>11</sup> Condicionado a la provisión de financiamiento internacional.

- Porcentaje que representa la emisión de un país respecto de las emisiones globales.
- Responsabilidad histórica de los distintos países en la concentración global actual de CO<sub>2</sub>.

A continuación se analizan brevemente estos factores. Más adelante se presentan algunas cifras y se analiza la situación particular de Chile.

### 2.3.3. Mercado de créditos de carbono

En relación al primero de estos elementos, puede pensarse conceptualmente que un esquema de mercado competitivo global, en el que participen todas las personas y agentes económicos del planeta (incluyendo los gobiernos), para transar certificados de emisión/reducción de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, generaría un sistema eficiente de incentivos para las personas y agentes para reducir sus emisiones. El precio de la tonelada de CO<sub>2</sub> correspondería al precio sombra de una determinada meta de emisión anual de este gas (derivado a su vez de una meta de concentración de CO<sub>2</sub>). Ello supone que se llega a un acuerdo sobre tal meta y la voluntad de todos los gobiernos (y de sus habitantes) de participar en este mercado sin diferenciación alguna entre un país y otro. De alguna manera equivaldría a establecer una política global sin considerar las fronteras entre países, mirando al presente y futuro, y considerando a las personas y agentes emisores independientemente de su nacionalidad, lo que es propio de los mercados abiertos y libres, pero sin una mirada hacia las condiciones que generaron el problema. Cabe señalar que las políticas de la Unión Europea sobre cambio climático se asemejan en cierto modo a este concepto, pero limitado a dicha comunidad; por su parte el Protocolo de Kioto busca en forma muy limitada un objetivo parecido.

Ciertamente, la posibilidad de lograr acuerdos globales en el corto plazo en esta materia es prácticamente nula por cuanto, si bien un esquema de este tipo es eficiente no es equitativo, en cuanto a la responsabilidad histórica de las diversas naciones de haber alcanzado los actuales niveles de concentración de GEI. Por otra parte, es presumible que la habilitación de un mercado de esta naturaleza, especialmente a nivel de individuos, tendría costos de transacción tan altos que lo haría inviable.

### 2.3.4. Emisión per cápita y total con metas de reducción

El indicador de emisión per cápita de GEI tiene el mérito de la simplicidad de medición y permite comparar efectivamente, independientemente de su población, cómo la comunidad de cada país contribuye a las emisiones totales anuales del globo –medido como la responsabilidad media actual de cada uno de sus habitantes–. Pero este indicador tiene una alta dispersión entre países y no se visualiza cómo, a partir de él, se podrían establecer en forma objetiva metas diferenciadas de un país a otro. Una posibilidad de resolver parcialmente este problema, es establecer una meta de reducción de la emisión per cápita de cada país en un horizonte dado, subsistiendo el problema en cuanto a que esta meta debería considerar las responsabilidades de las naciones respecto de cómo contribuyeron al problema existente. La solución (parcial) consistiría en establecer metas de reducción distintas para los países en función de su responsabilidad histórica.

Una variante de lo anterior es considerar que cada país debe disminuir porcentualmente el crecimiento de sus emisiones totales o bien realizar reducciones absolutas en un horizonte de tiempo determinado. Este criterio presenta el mismo problema indicado precedentemente, en términos que no considera en principio la distinta responsabilidad histórica de los países, pero tiene la misma solución en cuanto a establecer distintas metas de reducción en función de la responsabilidad histórica que se le asigne. De alguna forma este ha sido el criterio adoptado por diversas naciones, entre otras Chile.

### 2.3.5. Participación porcentual en la emisión global

El indicador de participación porcentual de cada nación en la emisión anual de GEI no parece relevante, ya que resulta evidente que una baja participación en las emisiones de un país determinado no lo exime, *per se*, de contribuir al esfuerzo global de reducción de éstas. Ello se ejemplifica en la situación hipotética en que todos los países tuvieran una parecida población y emisión per cápita (y consecuentemente una parecida emisión total): cada uno tendría una responsabilidad pequeña, lo que no les autorizaría a alegar una marginalidad en su contribución a la emisión total y de allí derivar a la inacción en este campo. A lo anterior se agrega el argumento que cuando un recurso está sobre utilizado (en este caso, la capacidad de la atmósfera y del océano a absorber el exceso de GEI), cualquier contribución a su uso, por marginal que sea, agrava la situación y no puede ser considerada irrelevante.

### 2.3.6. Contribución histórica

Finalmente, el indicador de contribución histórica al contenido total en la atmósfera de GEI es sin duda un factor central en la forma en que las obligaciones deberían distribuirse entre los países, por razones de equidad. Pero este factor no puede ser el único, pues la eficiencia en la acciones a emprender –incluyendo cuánto se está emitiendo hoy– resulta esencial. Deben entonces ponderarse tanto la equidad como la eficiencia para lograr metas globales de reducción de la concentración de GEI.

En la **TABLA 2-1** (en página siguiente) se presentan algunas cifras que permiten observar la posición de Chile respecto de las demás naciones en relación a algunas de las variables indicadas. Como se dijo, el porcentaje anual de emisión de las naciones (o agrupaciones de naciones) de alta población no parece ser una variable relevante, aunque sí lo son su emisión per cápita y su contribución histórica. Se incluyen metas al 2020. La información ha sido preparada utilizando fuentes de acceso públicas, como las bases de datos del Banco Mundial y del WRI. Para la determinación de las emisiones comprometidas hacia el futuro para países en desarrollo fue necesario analizar trayectorias BAU seleccionadas de diferentes fuentes.

### 2.3.7. El desafío de la mitigación

Se desprende que EEUU, la UE, Japón, China e India tienen en conjunto una responsabilidad en la emisión de CO<sub>2</sub> a nivel global al año 2008, cercana a 60%. Por su parte las emisiones per cápita de estas naciones varían ampliamente y superan largamente a Chile, en el caso de EEUU, Canadá y Japón, en tanto que resultan parecidas a las de la UE y China. Esta situación cambiaría hacia 2020 según las proyecciones, por cuanto Chile superaría a la Unión Europea en la emisión per cápita. Se percibe asimismo que los países con mayores tasas de emisión per cápita se han planteado metas de reducción de cierta significación para el año 2020 (EEUU, Canadá y Australia por ejemplo).

Esto significa que, en una visión del presente y del futuro, y acorde con lo que la comunidad internacional pretende, Chile no podrá prescindir de tomar acciones en este campo. Ello, por cuanto forma parte de la OCDE y su economía tiene una componente de exportaciones que representa 27% del PIB, que lo debiera motivar a preocuparse de la huella de carbono de las mismas. Sin embargo Chile tiene una ventaja respecto de otras naciones con indicador del mismo orden de magnitud, que deriva de una menor responsabilidad histórica. Dicha contribución histórica es prácticamente nula, lo que debe ser considerado, tal como lo ha argumentado el Gobierno al momento de definir compromisos.

### 2.3.8. El desafío de la mitigación desde la perspectiva del sector público y privado

El desarrollo de las negociaciones internacionales en las últimas Conferencias de las Partes (COP) de la UNFCCC de Durban (2011) y Doha (2012), apuntan a que nuestro país, en el mediano plazo, podría tener obligaciones vinculantes respecto a sus emisiones de GEI, las que probablemente serán traspasadas a los sectores con mayor participación en las emisiones.

	País	% Emisiones Mundiales (2008)	% Emisiones acumuladas desde 1850 (1850-2005)	Emisiones per cápita (2008)	Emisiones per cápita comprometidas al año 2020
(Anexo I)	EEUU	17,0%	27,8%	17,91	13,27
	UE*	12,2%	24,4%	5,31	4,23
	Japón	3,8%	3,9%	9,55	6,03
	Alemania	2,5%	10,1%	9,54	6,63
	Canadá	1,7%	2,0%	16,33	11,27
	Reino Unido	1,6%	5,8%	8,53	5,77
	Italia	1,4%	1,5%	7,43	5,61
	Australia	1,2%	1,1%	18,56	13,28
	Francia	1,2%	2,7%	6,07	4,92
	España	1,0%	0,9%	7,29	3,98
	Dinamarca	0,1%	0,3%	8,37	6,72
(no Anexo I)	China	21,9%	8,1%	5,29	12,69
	India	5,4%	2,4%	1,46	2,63
	Corea	1,6%	0,8%	10,67	11,02
	México	1,5%	1,1%	4,30	4,82
	Sudáfrica	1,4%	1,2%	8,84	9,26
	Brasil	1,2%	0,8%	2,05	3,87
	Chile	0,2%	0,2%	4,35	5,27
	Israel	0,1%	0,1%	5,31	9,75

**TABLA 2-1**  
Emisiones actuales, acumuladas y futuras de GEI para distintos países en el mundo

\* Se presenta la Unión Europea en su conjunto y algunos países de ella en particular, a modo de ejemplo.

Fuente: elaboración propia a partir de:

- (1) UNFCCC: [http://unfccc.int/meetings/cop\\_15/copenhagen\\_accord/items/5265.php](http://unfccc.int/meetings/cop_15/copenhagen_accord/items/5265.php)
- (2) Escenarios BAU para Corea, Israel y México: World Resources Institute [http://pdf.wri.org/summary\\_of\\_non\\_annex1\\_pledges\\_2010-06.pdf](http://pdf.wri.org/summary_of_non_annex1_pledges_2010-06.pdf)
- (3) Escenario BAU para Chile: POCH-CCG UC, "Análisis de opciones futuras de mitigación de gases de efecto invernadero para Chile en el sector energía, 2010".
- (4) Base de datos del Banco Mundial. Country Emissions.
- (5) Base de datos de proyección de población de la ONU.
- (6) Escenario BAU para Sudáfrica: <http://www.mapsprogramme.org/wp-content/uploads/SAs-GHG-emissions-under-business-as-usual.pdf>
- (7) Escenario BAU para Brasil y compromiso de emisión solo considerando sector energía: <http://www.wri.org/stories/2009/11/brazil-pledges-ambitious-emissions-reductions>. Este país es especial debido a que el principal sector emisor es el sector "Cambio uso de suelo", y Brasil tiene importantes objetivos de reducción en este sector (24,7%).

Respecto del proceso de definición y avances para el logro de estos compromisos se pueden mencionar los siguientes aspectos relevantes asociados al rol del Estado chileno:

- Primero, al definir el año 2007 como base para la proyección de la trayectoria BAU, Chile podrá incluir como acciones tempranas de mitigación aquellas que se hayan realizado con posterioridad a esa fecha, desde el punto de vista de la política pública en sectores como el energético, agrícola y forestal. A este respecto, destacan la Ley de energías renovables no convencionales (Ley 20.257 de 2008), las franquicias tributarias para sistemas solares térmicos (Ley 20.365 de 2009), el Decreto Ley 701 y sus modificaciones del Ministerio de Agricultura, la ley de Bosque Nativo (Ley 20.283 de 2008), así como una nueva institucionalidad que está contribuyendo a sistematizar esfuerzos de mitigación específicos, como el Centro de Energías Renovables (2009) y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (2010).
- Segundo, para poder definir de la mejor manera posible la trayectoria BAU y los potenciales sectoriales de mitigación con sus costos asociados, a partir del año 2012 se inició la ejecución del proyecto MAPS-Chile (Mitigation Actions Projected Scenarios) en el que, por primera vez, se conjugan en forma conjunta a través de un mandato de sus ministros los Ministerios de Agricultura, Energía, Hacienda, Minería, Relaciones Exteriores y Transportes, con la coordinación del Ministerio del Medio Ambiente

y su Oficina de Cambio Climático (OCC), para identificar diversas acciones para la mitigación de emisiones en el país, que sean compatibles con las estrategias nacionales de desarrollo y que aporten en el cumplimiento del compromiso voluntario de mitigación.

- Finalmente a partir del año 2010, la OCC ha estado también a cargo de coordinar el trabajo de identificar y desarrollar Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs, National Appropriate Mitigation Actions, por sus siglas en inglés) en Chile, mediante una labor con los sectores emisores más relevantes del país. La **TABLA 2-2** resume las NAMAs en desarrollo a diciembre de 2012.

**TABLA 2-2**  
Acciones  
Nacionalmente  
Apropriadas de  
Mitigación  
(NAMAs por sus siglas  
en inglés) en desarrollo  
en Chile a diciembre  
de 2012

Fuente: Ministerio del  
Medio Ambiente, Oficina de  
Cambio Climático (2012).

Sector	Título NAMA	Cooperación recibida
Transporte	Zona Verde de Transporte de Santiago	Estudio financiado por el Gobierno del Reino Unido, con aporte técnico de la Embajada Británica en Chile
Transporte	Plan de Desarrollo de la Movilidad Eléctrica en Chile	Estudio con Ecofys, financiado por el Gobierno de Alemania
Forestal	Creación de un fondo rotatorio para impulsar las plantaciones forestales y el manejo del bosque nativo con fines de captura de carbono y otros servicios eco-sistémicos en Chile	Expresión de interés por parte de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación de financiar la NAMA con hasta 3,0 MM USD
Residuos	Sistemas de autoabastecimiento energético a partir de Energías Renovables (ER) en industrias e infraestructura pública	Interés del Gobierno de Alemania en desarrollar la NAMA; Apoyo del Centro para Aire Limpio (CCAP) para desarrollar la NAMA
	Marco de Cooperación entre Canadá y Chile para el desarrollo de NAMAs en el sector de residuos. En particular, se iniciará el trabajo con el objetivo de diseñar planes municipales para promover la valorización de residuos orgánicos con el objetivo de reducir emisiones GEI en el sector residuos	Marco de Cooperación aprobado por el Gobierno de Canadá y apoyo comprometido para un estudio preliminar de desarrollo de la NAMA

Cabe señalar que el Ministerio de Energía, con apoyo del Banco Mundial, ha iniciado el proceso para evaluar los efectos de una implementación potencial de un sistema de Cap & Trade, a fin de limitar las emisiones de GEI en el país. Del mismo modo CEPAL está avanzando con una propuesta de establecimiento de un sistema de Cap & Trade para América Latina.

Tal como se adelantara previamente, e independientemente de los desafíos asociados a compromisos internacionales de reducción de emisiones de GEI, hay que destacar que existen otros elementos que deben ser considerados por el sector privado para actuar de manera proactiva en este tema.

El ejemplo más claro está asociado al hecho de que Chile es un país orientado a las exportaciones y tiene acuerdos de libre comercio con aproximadamente un 80% del PIB mundial (Estados Unidos, Canadá, China, Japón, Nueva Zelanda, Unión Europea, Colombia, etc.) Es posible afirmar que, aunque las tasas arancelarias a las exportaciones estén disminuyendo, podrían existir otras limitaciones al comercio amparadas en factores ambientales, como el contenido de carbono en nuestras exportaciones. Lo anterior se une a las exigencias crecientes de medición de huella de carbono de nuestros productos de exportación.

La huella de carbono y su compensación constituyen una nueva oportunidad para nuestro sector exportador, que puede marcar una diferencia entre nuestros productos y los de la región. En ello han estado trabajando durante los últimos años el sector vitivinícola y frutícola que han agregado, en algunos casos, etiquetas de neutralidad climática a sus productos.

Mirada desde otra perspectiva, puede constituirse en una obligación, ya que ciertos países podrían exigir desde la determinación de la huella de carbono hasta la compensación de la misma, como condición de entrada a sus mercados. Un 48% de las exportaciones chilenas en

2008, fueron dirigidas a países que están desarrollando diferentes iniciativas relacionadas con restricciones comerciales en base a la huella de carbono de productos (ver una descripción de estas iniciativas en **RECUADRO 2-1**).

Aparte de ser un factor diferenciador y, como se ha visto, un requisito creciente, la determinación de la huella de carbono es un instrumento que puede ser utilizado para detectar ineficiencias en los procesos productivos, al indicarnos dónde se puede reducir el consumo no eficiente de energía y, por ende, disminuir las emisiones de GEI. Esto implica en algunos casos un ahorro financiero neto.

Complementando lo anterior<sup>12</sup>, la inversión en eficiencia energética es uno de los posibles aspectos positivos u oportunidades que se han identificado y se espera que continúe generando en el desarrollo de proyectos que disminuyan emisiones de GEI. En varios casos, los proyectos de eficiencia energética pueden tener asociados ahorros económicos netos, de manera que, junto a una reducción de emisiones, se produce una ganancia económica. Dado que existen fallas de mercado para la adopción de soluciones de eficiencia energética (altos costos de inversión, falta de cultura de eficiencia, falta de servicios asociados a las tecnologías y ausencia de mercados maduros) se requiere en algunos casos la intervención del Estado a través de algún instrumento para superar dichas fallas.

Otro aspecto positivo se relaciona con la experiencia asociada a los proyectos derivados del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) que consagra el Protocolo de Kioto<sup>13</sup>, y que ha sido utilizado, como instrumento de apoyo a los ingresos derivados del desarrollo de este tipo de proyectos en compañías como; Agrosuper, Arauco, AES Gener, Colbun, Endesa, Pacific Hydro, Enaex, Masisa, SN Power, etc. Al 1 de febrero de 2013, Chile tenía 71 proyectos MDL registrados bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 5 con solicitud de registro y 46 proyectos en validación. Al mismo tiempo Chile tiene 3 Programas de Actividades (PoA), que son utilizados para agrupar proyectos de reducción de emisiones de GEI en tres sectores: Eólico, Solar y Mini Hidro.

---

<sup>12</sup> Si bien la diferencia puede parecer sutil, en el primer caso se eliminan consumos no eficientes; en el segundo se invierte en reducciones de consumo asociadas a mejoras tecnológicas que no sacrifican el nivel de producción o servicio.

<sup>13</sup> Protocolo de Kioto, artículo 12.

**RECUADRO 2-1**  
**Experiencia internacional en desarrollo de restricciones comerciales en base a huella de carbono**

Entre los países que han avanzado de manera significativa en este tema se encuentran Francia, Alemania, Estados Unidos y el Reino Unido, quienes han buscado la mejor manera de comunicar la cantidad de carbono de los productos y servicios que producen (etiquetado de productos) e incluso han desarrollado protocolos para el cálculo de la huella de carbono, como Estados Unidos y el Reino Unido.

El Reino Unido ha publicado tres normas con respecto a las emisiones de gases efecto invernadero de productos y servicios, con un enfoque de ciclo de vida: “PAS2050:2008”, “Guide to PAS 2050” y recientemente la “PAS2060”, todos elaborados por el Instituto de Normalización Británico (British Standard Institute - BSI), “Carbon Trust” y “Defra (Department of Environment, Food and Rural Affairs)”.

Por su parte, Estados Unidos ha generado dos estándares distintos bajo la iniciativa de Protocolo de Gases Efecto Invernadero “GHG Protocol Initiative”: “The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard” y “The Greenhouse Gas Protocol Project Quantification Standard”. Ambos estándares están vinculados y fueron desarrollados por el Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute - WRI) y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (World Business Council for Sustainable Development - WBCSD).

Adicionalmente a estos estándares, un grupo de agencias internacionales (El Instituto del Vino de California, Viticultores de Nueva Zelandia, Producción Integrada de Vinos de Sudáfrica y la Federación de Enólogos de Australia), desarrolló un protocolo para el cálculo de la huella de carbono del vino, basado en el estándar de Estados Unidos. Este estándar proporciona una orientación general sobre el cálculo de las emisiones significativas asociadas a los productos, considerando todas las actividades de la empresa y clasificándolas en tres niveles. (FIVS 2008)

Francia no sólo ha avanzado desarrollando un protocolo que permita estandarizar el cálculo de la huella de carbono, sino que también ha iniciado una serie de iniciativas que apuntan a un desarrollo sostenible y en equilibrio con el medio ambiente. Durante el año 2007 inició un proceso de debate, “Grenelle Environnement”, que buscó definir los temas de la política pública sobre medio ambiente y desarrollo sostenible en el mediano plazo. La ley resultante incluye la obligación de informar el contenido de carbono en ciertos productos, a partir del 1 de enero de 2011.

Por su parte, Japón, a través de su Ministerio de Economía, Comercio e Industria, implementó un proyecto piloto para el etiquetado de la Huella de Carbono de productos (CFP), que comenzó oficialmente en abril de 2009 y al cual las grandes empresas se suscriben voluntariamente. La etiqueta diseñada indica dónde y cuántos GEI fueron emitidos durante el ciclo de vida de alimentos y bebidas. Al año 2009, 94 productos han sido certificados en el contexto de esta iniciativa y 252 productos han sido verificados a marzo del 2011. (Ministerio de Economía Comercio e Industria de Japón 2010). Para el desarrollo de esta iniciativa el gobierno japonés está trabajando con las normas ISO y PAS2050.

# LA PERCEPCIÓN DE ACTORES RELEVANTES EN EL PAÍS

# 3

Para conocer la visión de diferentes actores del quehacer nacional sobre la problemática del cambio climático, se efectuaron 16 entrevistas a representantes de los rubros Exportación, Forestal, Generación Eléctrica, Minería, Académico y Organizaciones Ciudadanas. Las temáticas abordadas durante la entrevista se han agrupado respecto de las percepciones con relación al problema global y a los desafíos que enfrenta nuestro país.

## 3.1. PERCEPCIONES CON RESPECTO AL PROBLEMA GLOBAL

Aun cuando la acumulación de gases efecto invernadero (GEI) se considera un tema importante frente al cual es necesario tomar conciencia, se percibe que el aporte de Chile a nivel mundial es muy pequeño en comparación al global, lo que hace que la reducción de emisión de GEI no se considere prioritaria en la gestión empresarial. A juicio de los entrevistados, hay otros problemas a nivel país, como salud y educación, cuya solución a corto plazo es más relevante, lo que hace que materias como el cambio climático sean postergadas.

Según los entrevistados, el sector transporte se identifica como el que más aporta a las emisiones de GEI, seguido por minería y generadoras eléctricas. Este ranking se basa en el consumo energético que requiere cada sector productivo, donde transporte representa el 27% del total nacional.

Aunque siempre atentos a que las medidas tomadas no afecten su participación en el mercado, y considerando la baja participación de Chile en las emisiones a nivel global, las empresas intentan aunar el desarrollo de investigaciones con la implementación de medidas que disminuyan sus emisiones de GEI, partiendo por tener en cuenta la Huella de Carbono de sus procesos productivos.

## 3.2. POSTURAS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO IDENTIFICADAS ENTRE LOS ACTORES

Distintos sectores observan diferentes posturas sobre el origen del Cambio Climático y las estrategias que las empresas usan para enfrentar el problema. Cada uno tiene su propia posición frente al tema y sólo hay consenso en algunos aspectos; lo mismo sucede con los criterios para enfrentar el Cambio Climático. La lógica que hoy está operando es principalmente individualista, donde cada actor hace gestiones según sus necesidades y prioridades particulares.

Estas posturas son:

La de **Liderazgo**. Considera que frente al escenario externo, se le presenta a Chile la oportunidad de ser líder en la toma de medidas de protección del Medio Ambiente, siendo un ejemplo para otros países y mostrándose activo en alinearse con los acuerdos internacionales, aun cuando éstos no hayan sido puestos en marcha por todos los países que los acordaron. Las organizaciones dedicadas al desarrollo y la investigación y el sector académico son quienes más se adhieren a esta postura.

La **Realista**. Postula que las medidas y las resoluciones adoptadas deben ir de acuerdo a cada país, para sumarse a ellas siempre y cuando estén en concordancia con su realidad.

La **de Cautela**; Indica que Chile debe permanecer atento a las resoluciones que los países acuerden antes de emprender acciones por motivación propia, debido a la baja participación y acuerdo de las grandes potencias internacionales, tales como, según los que adhieren a esta postura, Estados Unidos, Japón, China, e India. Esta postura se caracteriza por un “esperar antes que actuar”, para de esta manera asegurarse de tener datos concretos que arrojen la viabilidad de la implementación de distintas alternativas, que aporten a disminuir la emisión de GEI. Anticiparse puede conllevar efectos negativos a nivel de competitividad. Sin embargo, la cautela no significa no desarrollar iniciativas, como medir la huella de carbono para acceder a mercados internacionales. Los sectores exportadores, generadoras y minería adhieren a esta postura.

Respecto de la participación de la comunidad, los entrevistados señalan que durante los últimos años la ciudadanía se ha incorporado al debate de ciertos temas relevantes a nivel país. Una agenda temática en la que el Medio Ambiente juega un rol prioritario, transformándose en motivación constante de protestas, marchas y manifestaciones. Son movimientos sociales que exigen un trato adecuado al Medio Ambiente, mostrando una fuerte resistencia frente a proyectos que puedan intervenir o dañar ciertas zonas geográficas. Sin embargo, los entrevistados coinciden en que son principalmente exigencias basadas en desconocimiento y motivadas más por la emoción que por la razón, y que no pasan a la acción.

Dentro de este grupo se postula que esta explosión de conciencia Medio Ambiental a nivel ciudadano aún no ha logrado generar prácticas estatales acordes para enfrentar el problema, lo que ha significado tomar decisiones a nivel país sobre la base de la presión ciudadana. Aunque de todas maneras se valora la existencia de un discurso medioambiental que genera toma de conciencia en lo que a uso eficiente de la energía se refiere.

Finalmente, si bien reconocen avances en temas de regulación, existe consenso en que se carece de un marco concreto que regule en su totalidad el tema de las emisiones de GEI.

### 3.3. PERCEPCIONES CON RESPECTO A LOS DESAFÍOS PARA CHILE

Se reconoce que las empresas y los consumidores, estos últimos cada vez mejor informados, presionan al Estado para que tome una postura clara frente al Cambio Climático, y se mantienen a la espera de normativas consistentes con ello.

Si bien se han implementado medidas que han permitido el ingreso de Chile a nuevos mercados, han sido esfuerzos que el Estado y las empresas han realizado de manera independiente, desaprovechando la oportunidad de desarrollar un trabajo en conjunto, con el objeto de alcanzar un mayor avance como país en esta temática.

A la fecha, los principales esfuerzos por parte del Estado y las empresas en Chile se centran en identificar los efectos del Cambio Climático y las posibles estrategias para enfrentarlo. Se reconoce que cada sector empresarial debe evaluar cómo afectan y afectarán los Cambios Climáticos a sus respectivos procesos productivos. Los empresarios se encuentran abiertos a participar de una agenda de políticas públicas que contemple normativas y leyes para la reducción de GEI. Sin embargo, existe consenso en que no deben perjudicar la competitividad de los diversos sectores productivos, ya que finalmente esto se vería reflejado en costos para el cliente final. En este sentido, lo recomendable es incorporar las medidas de forma paulatina, al alero de un Estado que cautele, apoye y proteja a la pequeña y mediana empresa.

Para los entrevistados, la nueva legislación que esperan por parte del Estado debe tener un rol activo en el fomento e implementación de una agenda de investigación fuerte. Señalan que es fundamental contar con los estudios necesarios antes de actuar, por ejemplo, sobre las posibilidades que nos ofrecen como país las diferentes condiciones geográficas y climáticas para la implementación de ERNC.

Respecto a las oportunidades de desarrollo tecnológico, todos concuerdan en que lo esencial, como país, es generar investigación para obtener información propia y atinente al contexto nacional, de forma que las medidas a implementar se ajusten a la realidad nacional. También coinciden en que la diversidad geográfica y climática que posee Chile resulta un escenario favorable para impulsar diversas líneas de investigación, y una mayor comprensión de los cambios atmosféricos, sus causas y efectos. Además, la variedad geográfica y geológica permite buscar y experimentar otros tipos de fuentes de energía, como el caso de la biomasa y la geotérmica, entre otras. Estas tecnologías sustentables podrían ser exportadas a países que aún no las produzcan (comentario del sector académico).

Finalmente, respecto a las medidas tributarias e impuestos específicos a la emisión de CO<sub>2</sub>, la opinión de los entrevistados es que la venta de Bonos de Carbono se considera una oportunidad de generar negocios para las empresas. Para que esto suceda, ellas deben ser proactivas en el desarrollo de negocios normados por los estándares de los Bonos de Carbono, ya que si no, otros países capitalizarán éstas oportunidades. En el sector eléctrico existe preocupación de que dichas medidas puedan afectar a ciertos sectores productivos por sobre otros, corriendo el riesgo de no considerar a los actores que más contribuyen a la emisión de GEI.

# 4

## CONCLUSIONES

Como se ha visto a través del informe, el Cambio Climático es un fenómeno complejo cuyas consecuencias, dada la vulnerabilidad de nuestro país, pueden tener efectos económicos, sociales y ambientales importantes.

A nivel global, la comunidad de países al alero de Naciones Unidas, ha centrado los esfuerzos en el logro de un acuerdo que permita controlar las emisiones de GEI, en niveles que no signifiquen una amenaza a la estabilidad climática del planeta. Esto implica una transformación de los modos de producir y usar energía y de la manera como se gestiona el uso de la tierra.

El Gobierno de Chile, como ya se ha expresado, formalizó en agosto de 2010, su compromiso voluntario de: “realizar acciones nacionalmente apropiadas de mitigación (NAMAs) de modo de lograr una desviación de 20% por debajo de su trayectoria creciente de emisiones business-as-usual (BAU) en 2020, proyectadas desde el año 2007”.

Es importante destacar que a la fecha de redacción de este informe, no se ha cuantificado aún la trayectoria nacional de emisiones “Business as usual”, necesaria para definir el compromiso y su grado de cumplimiento.

Cualquier esfuerzo para mitigar el cambio climático al cual se vaya a sumar el país, debe estar respaldado por el compromiso de los grandes emisores. De lo contrario, una de las principales causas del problema, la emisión de GEI de origen antropogénico, no estaría controlada si los países con responsabilidades mayores no asumen su parte en este esfuerzo global, la cual debe ser, al menos, proporcional a su nivel de participación. Por ello, Chile, en el contexto de negociación internacional y junto a otros países con posiciones cercanas, debería mantener una postura que aliente a un acuerdo global, bajo el marco del principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y que reconozca que los esfuerzos por combatir el cambio climático, estén asociados con la responsabilidad histórica y actual en la emisión de GEI y las capacidades sociales, económicas y tecnológicas de cada país para hacer frente al fenómeno.

De acuerdo a la opinión de expertos es altamente probable que Chile deba tomar compromisos cuantificados de reducción o control de emisiones en el nuevo régimen climático, actualmente en negociación y debería entrar en vigor en 2020. Países con niveles de renta similares a la nuestra o con rangos de emisión per cápita del orden de los que tiene nuestro país, ya cuentan con estos compromisos y nada hace prever que, en un contexto de esfuerzo mayor para reducir emisiones en forma muy significativa, Chile pueda quedar exento de cualquier tipo de esfuerzo.

Por ello, se requiere un liderazgo del Estado para plantear este tema y traducirlo en políticas públicas con visión de largo plazo y con criterios de eficiencia, desarrollo y equidad.

Respecto de la mitigación, en primer lugar, la generación de información de calidad sobre el tema, tanto del fenómeno como sus impactos en la sociedad, los sectores productivos y los ecosistemas, es fundamental para una toma de decisiones adecuadas. En ese sentido, debe alentarse la ejecución del proyecto MAPS que lidera el Ministerio del Medio Ambiente. Esta iniciativa permitirá definir escenarios de mitigación incluyendo medidas específicas, su potencial de reducción de emisiones, sus costos y efectos sobre otros componentes de la economía. La información que genere este proyecto será fundamental para orientar la toma de

decisiones en relación a esfuerzos de mitigación. En particular, permitirá que quienes tienen la responsabilidad de decidir opciones futuras en consonancia con los compromisos que el país asuma en el concierto internacional, sean lo más eficaces (logren el objetivo) y eficientes (al menor costo posible) de manera que no comprometan los esfuerzos de desarrollo en que el país está encaminado.

Debiera hacerse un esfuerzo especial para generar una base de conocimiento sólida, toda vez que ello permitirá traducir en acciones específicas los compromisos ya asumidos por el país en forma voluntaria y para los cuales, actualmente, no se ha realizado una cuantificación de sus implicancias. Es decir, Chile se comprometió a reducir en un 20% el crecimiento de sus emisiones al año 2020, pero aún no sabemos con un grado de precisión razonable, qué significa ese compromiso en términos de restricciones o controles para los emisores. Ésta es una tarea urgente.

La mitigación se puede lograr con el uso de herramientas diversas. Entre ellas se encuentran las que operan a través de mecanismos de mercado. Éstas, por una parte, presentan la ventaja de reducir costos de implementación al facilitar que las reducciones de emisiones se realicen donde resulta más económico hacerlo, promoviendo la inversión privada y la adopción de las tecnologías más eficientes.

Como desventaja, requieren un diseño cuidadoso y muchas veces complejo. Por ejemplo obligan a definir niveles, como el precio de un impuesto o el techo para un mercado de emisiones, difíciles de estimar y donde las sobre o subasignaciones pueden tener efectos importantes sobre el nivel de reducciones y las transacciones económicas. Por ello es fundamental contar con una base de información sólida para implementar estos instrumentos. Con todo, la experiencia internacional ha mostrado que, bien diseñados y gestionados, las ganancias ambientales y económicas asociadas a su uso son importantes, por lo cual se alienta a explorar estos mecanismos.

En el mismo sentido, se hace notar que se requiere un esfuerzo sostenido para aumentar nuestra base de conocimiento sobre los efectos del cambio climático en los sectores productivos. Se aprecian avances importantes en cuantificar los efectos globales del fenómeno a nivel nacional y su impacto en algunos sectores clave de nuestra economía como agricultura y energía. Se deben complementar estos estudios y ahondar en las consecuencias que el cambio climático tendrá en la disponibilidad de agua dulce, en las pesquerías y en la salud, por nombrar algunos.

En segundo lugar, estamos convencidos de que se requiere una visión de largo plazo liderada por el Estado, para promover un modelo de desarrollo sustentable que integre el progreso económico, la inclusión social y la protección ambiental, en un esfuerzo donde la atención al cambio climático y sus efectos jugará un papel de gran importancia. Se requiere un modelo que sea resiliente a los efectos de variaciones del clima y sus impactos y a la vez, mantenga y fomente un desarrollo sustentable. En términos prácticos se requerirá una guía con los incentivos adecuados para lograr un uso más eficiente de los recursos, particularmente del agua, con una conversión de la economía hacia formas de menor emisión de GEI para iguales niveles de producción o bienestar y que al mismo tiempo esté preparada para enfrentar sus efectos de manera eficiente. El sector privado debe jugar un rol primordial en este esfuerzo, con los incentivos adecuados. Por ello, el uso de instrumentos económicos para la mitigación, como los mercados de emisiones, se ve altamente recomendable en cuanto este tipo de medidas, de acuerdo a la experiencia internacional, proporciona beneficios ambientales con eficiencia económica. La implementación de este tipo de soluciones requiere una base de información sólida, incluyendo la medición de emisiones, una institucionalidad fuerte con capacidad de seguimiento y fiscalización de la información y la provisión de tecnologías que permitan reducir emisiones al menor costo posible. Con esas condiciones los mercados de emisiones pueden funcionar en forma correcta con costos de transacción bajos. Adicionalmente, los trabajos en huella de carbono, actualmente realizados, sea por consideraciones de Responsabilidad Social Empresarial (informes de sustentabilidad), sea por exigencias de los mercados de exportación, pueden transformarse en instrumentos de gestión ambiental al nivel de las empresas e instituciones como herramientas eficaces en el mejoramiento de los indicadores de sustentabilidad.

El trabajo que sustente una política de este tipo deberá realizarse sobre la base de un consenso social amplio, idealmente con la participación de todos los actores interesados, incluyendo la sociedad civil, el sector productivo, los trabajadores y los representantes de gremios, en particular de aquéllos cuya actividad se vea más afectada con los efectos del cambio climático. Las propuestas que surjan de procesos de este tipo deberán considerar los efectos esperados del cambio climático, las medidas de mitigación y adaptación posibles, los costos y beneficios asociados, para poder optar por aquellas medidas más eficientes. Especial atención deberá tenerse con la asignación de recursos para hacer frente al cambio climático, para no comprometer otras políticas económicas o sociales que son importantes para el país y que continúan siendo un desafío para alcanzar el desarrollo. Esta consideración es importante porque, como sociedad, seguiremos en escenarios de necesidades múltiples y recursos escasos. En el mismo sentido, la formación adecuada de recursos humanos que puedan integrar la variable del cambio climático en las decisiones económicas y sociales es otro aspecto clave para el desarrollo futuro, donde el Estado puede incentivar con las políticas adecuadas y donde el sector privado debe incorporar esta variable en sus diseños. Habrá un requerimiento especial para que la inversión se oriente a los ámbitos más necesarios tomando en cuenta que las decisiones que tomemos hoy o en un futuro cercano tendrán consecuencias por varias décadas.

Cabe señalar que las 16 entrevistas realizadas por la Consultora Objetivo, ya citada en este informe, nos indican que estamos lejos de contar con un consenso sobre las causas, las soluciones y las urgencias relacionadas con este tema y de cómo enfrentarlo. Percibimos, además, que existe claramente una falta de coordinación entre actores de la sociedad civil y gobierno.

Por último, vemos la necesidad, dada la importancia del tema para nuestro país, de incentivar un debate de buen nivel sobre el tema con la participación de los diversos actores interesados, incluyendo la sociedad civil, el sector productivo, los trabajadores y los representantes de gremios, en particular de aquéllos cuya actividad se vea más afectada con los efectos del cambio climático.

Como se puede apreciar, estamos ante un desafío complejo, que demandará la participación de todos los actores sociales, para una conversión de nuestra organización social que, probablemente, diferirá de la actual en varios aspectos importantes. Por ello la necesidad de actuar hoy es imperiosa, desde un Estado con liderazgo y donde los diversos actores sociales tendrán un papel clave que jugar.

## RECOMENDACIONES

# 5

Aumentar y mejorar la base de conocimiento sobre cambio climático en el país, incluyendo el fenómeno y sus características, su impacto en los diversos sectores productivos y en la sociedad en general, las posibles medidas de mitigación incluyendo sus costos y efectos indirectos sobre la economía y las medidas de adaptación aplicables a los efectos identificados. Este mejoramiento debe realizarse sobre la base de un esfuerzo de los sectores público, privado, académico y de la sociedad civil.

Asegurar, en el marco de las negociaciones de la Convención de Cambio Climático y en alianza con países cuyas posiciones sean cercanas a las de Chile, el compromiso de todos los emisores, especialmente los más importantes, por reducir los aportes de GEI de manera que se cumpla el objetivo de la convención de Cambio Climático, en el sentido de evitar interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático. Sin este compromiso de los mayores emisores no tendría sentido que Chile se obligara a reducir sus emisiones.

Promover, bajo el liderazgo del Estado, una visión nacional compartida sobre desarrollo sostenible que integre sus tres pilares, a saber, social, ambiental y económico. Dicha visión debe realizarse sobre la base de un consenso social amplio y deberá incluir el cambio climático y sus efectos dentro de sus elementos de diseño de modo que este fenómeno sea incluido desde el comienzo en la construcción de un proyecto común.

## 6

**BIBLIOGRAFÍA**<sup>14</sup>

- Agencia Internacional de la Energía, Outlook 2011.
- Agencia Internacional de la Energía, Key World Energy Statistics, 2010.
- Cambio Climático y Desarrollo, Levantamiento de información de catastro sobre acciones en cambio climático en Chile, Estudios de cambio climático del Sistema Nacional de Información Ambiental, 2009.
- CEPAL, La Economía del Cambio Climático en Chile, 2012.
- CONAMA, Plan Nacional de Acción de Cambio Climático, 2008.
- CONAMA, Universidad de Chile, Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el siglo XXI, 2006.
- FIVS (2008). International Wine Carbon Calculator Protocol.
- IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente, Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático, 2011.
- Ministerio de Economía Comercio e Industria de Japón (2010). “Carbon footprint of products CFP” Retrieved 3 de Mayo, 2011 (<http://www.cfp-japan.jp/english/>).
- Objetivo (empresa), Informe Estudio Cambio Climático, Visión de Representantes de Organizaciones Locales, 2012. Elaborado para el Instituto de Ingenieros de Chile.
- OECD, The Economics of Climate Change Mitigation: Policies and Options for Global Action Beyond 2012; 2009.
- POCH, CCG-UC, “Análisis de opciones futuras de mitigación de gases de efecto invernadero para Chile en el sector energía”, 2010.
- Stern, Nicholas; The Economics of Climate Change, 2006.
- UNFCCC, Convención Marco de Cambio Climático, 1992.
- Pontificia Universidad Católica de Chile, Centro de Cambio Global; Diagnóstico de la problemática de mitigación de emisiones de GEI, Documento de apoyo al grupo de diagnóstico de la comisión de Cambio Climático del Instituto de Ingenieros, 2012.

---

<sup>14</sup> Los informes “Informe Estudio Cambio Climático, Visión de Representantes de Organizaciones Locales, 2012”, de la empresa Objetivo y “Diagnóstico de la problemática de mitigación de emisiones de GEI” de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Centro de Cambio Global, se encuentran disponibles en [www.iing.cl](http://www.iing.cl)



# INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

---

San Martín N° 352 • Santiago • Chile  
Teléfonos (56-2) 2696 8647 - 2698 4028 • Fax (56-2) 2697 1136

[iing@iing.cl](mailto:iing@iing.cl)

[www.iing.cl](http://www.iing.cl)

## CONSEJO CONSULTIVO

Raquel Alfaro Fernandois

Jaime Allende Urrutia

Marcial Baeza Setz

Lautaro Cárcamo Zilveti

Juan Enrique Castro Cannobbio

Jorge Cauas Lama

Joaquín Cordua Sommer

Luis Court Mook

Carlos Croxatto Silva

Alex Chechilnitzky Zwicky

Enrique d'Etigny Lyon

Raúl Espinosa Wellmann

Alvaro Fischer Abeliuk

Roberto Fuenzalida González

Tristán Gálvez Escuti

Alejandro Gómez Arenal

Eduardo Gomien Díaz

Tomás Guendelman Bedrack

Jaime Illanes Piedrabuena

Agustín León Tapia

Sergio Lorenzini Correa

Jorge López Bain

Jorge Mardones Acevedo

Germán Millán Pérez

Guillermo Noguera Larraín

Igor Saavedra Gatica

Raúl Uribe Sawada

Luis Valenzuela Palomo

Solano Vega Vischi

Hans Weber Münnich

Andrés Weintraub Pohorille

Jorge Yutronic Fernández

# INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

---

## Empresas Socias

AGUAS ANDINAS S.A.  
ALSTOM CHILE S.A.  
ANGLO AMERICAN CHILE LTDA.  
ANTOFAGASTA MINERALS S.A.  
ARA WORLEYPARSONS S.A.  
ARCADIS CHILE S.A.  
ASOCIACIÓN DE CANALISTAS SOCIEDAD DEL CANAL DE MAIPO  
ATLAS COPCO CHILENA S.A.C.  
BANMÉDICA S.A.  
BESALCO S.A.  
CÍA. CONTRACTUAL MINERA CANDELARIA S.A.  
CÍA. DE PETRÓLEOS DE CHILE COPEC S.A.  
CÍA. GENERAL DE ELECTRICIDAD S.A.  
COLBÚN S.A.  
EMPRESA CONSTRUCTORA BELFI S.A.  
EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD S.A.  
EMPRESA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES S.A.  
EMPRESAS CMPC S.A.  
ENAEX S.A.  
JAIME ILLANES Y ASOCIADOS CONSULTORES S.A.  
METROGAS S.A.  
MINERA ESCONDIDA LTDA.  
MINERA LUMINA COPPER CHILE S.A.  
PACIFIC HYDRO CHILE S.A.  
SNC LAVALIN CHILE S.A.  
SOCIEDAD GNL MEJILLONES S.A.  
SOCIEDAD QUÍMICA Y MINERA DE CHILE S.A.

## Empresas de ingeniería colaboradoras

DSI CHILE CONSTRUCCIÓN  
GEOSONDA LTDA.  
IEC INGENIERÍA S.A.  
JRI INGENIERÍA S.A.  
SYNEX INGENIEROS CONSULTORES LTDA.  
ZAÑARTU INGENIEROS CONSULTORES LTDA.