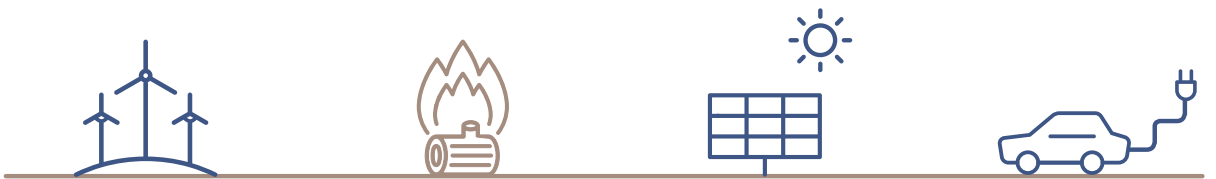
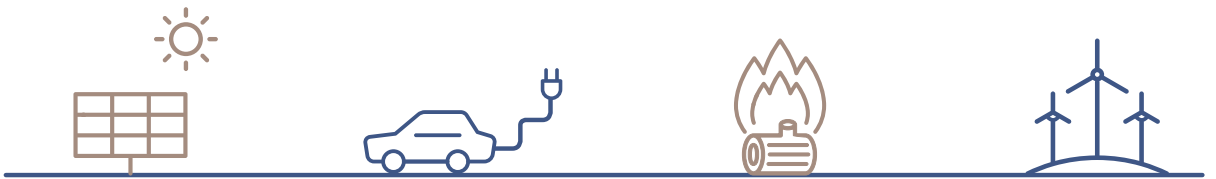
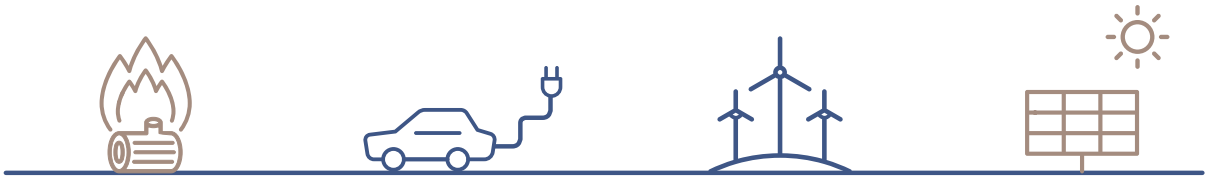




# PLAN DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PARA EL SECTOR ENERGÍA







# **PLAN DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PARA EL SECTOR ENERGÍA**

Diciembre de 2017

## **Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector Energía**

Ministerio de Energía, Diciembre 2017

### **EQUIPO TÉCNICO**

Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable:

Evelyn Stevens, Nicola Borregaard, Patricio Bofill, Juan Pedro Searle, Fiona Bello y Pauline Kennedy, Banco Mundial.

Consorcio Carbon Counts (Reino Unido) y E2BIZ (Chile).

Diseño y Diagramación:

Macarena Márquez, Calicoo  
[www.calicoo.cl](http://www.calicoo.cl)

IMPRESIÓN: ALERCE Talleres Gráficos.

Impreso en Papel Cyclus Print 100% reciclado, libre de cloro y metales pesados

Certificaciones:









## PRÓLOGO

Combatir el cambio climático es uno de los objetivos del Gobierno de Chile y de la acción del Ministerio de Energía como parte de la meta de desarrollar una matriz energética más baja en carbono y resiliente a los impactos de este fenómeno. Es por esta razón que presentamos a la ciudadanía esta primera edición del Plan de Mitigación del Sector Energía, en cuya elaboración participaron activamente representantes de distintos ministerios, de la academia y de la sociedad civil, así como del sector privado, además de expertos nacionales e internacionales.

Lo consideramos como un primer paso en pos de lograr una reducción paulatina de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) en el sector energía de Chile hacia el año 2050, cuya magnitud deberá estar en línea con los umbrales de emisión que la ciencia a nivel mundial nos ha señalado. Además, con este Plan de Mitigación estamos dando respuesta al compromiso establecido en la Política Energética Nacional (PEN) de contar con dicho instrumento, y a la vez, dando pasos decididos para avanzar en el cumplimiento de los compromisos de Chile ante el Acuerdo de París.

La PEN, dada a conocer por S.E. la Presidenta de la República Michelle Bachelet a fines de 2015, propone una visión del sector energético sostenible, inclusivo y competitivo, sentando así las bases para avanzar, de forma decidida, hacia una matriz energética renovable y más sustentable en todas sus dimensiones. En coherencia con estos principios rectores y con los cuatro pilares de esta política nacional, a saber, "Seguridad y calidad de suministro", "Energía como motor de desarrollo", "Energía compatible con el medio ambiente", y

"Eficiencia y educación energética", los desafíos del cambio climático son parte de la PEN, la cual incluye acciones concretas en materia de adaptación, mitigación e instrumentos de precios al carbono. Resulta inédito que desde la perspectiva del sector energía esta problemática haya quedado inmersa como parte de la columna vertebral para el desarrollo energético presente y futuro basado en la PEN, lo que nos da un marco aún más robusto y coherente para implementar cada una de sus acciones.

En consecuencia, el presente Plan de Mitigación del Sector Energía tiene como objetivo principal evaluar el impacto en reducción de emisiones de las medidas establecidas en la PEN y su papel en apoyar al país para alcanzar una economía y una matriz energética significativamente más baja en carbono hacia mitad de este siglo. El aprovechamiento de los recursos energéticos renovables, así como el uso de combustibles de bajas emisiones, y la profundización de acciones en materia de eficiencia energética, son elementos cruciales en esta transición, por lo que han sido reflejados en las acciones propuestas en este Plan.

Siendo el sector energía en su globalidad el principal emisor de gases de efecto invernadero, con un aporte de un poco más del 77% a las emisiones totales del país debido principalmente al aumento del consumo de combustibles fósiles no sólo para generación eléctrica, sino también para distintos tipos de transporte, para la industria –incluida la minería–, y para viviendas, edificios públicos y comerciales, el Plan de Mitigación establece medidas en estos subsectores dentro de energía, que a su vez



han constituido el grueso de las emisiones nacionales de GEI a la fecha.

Cabe hacer notar la confianza que han puesto diversos sectores en la continuidad de la Política Energética Nacional y en la factibilidad de implementar sus medidas. Así, de acuerdo al análisis realizado para estimar las reducciones de CO<sub>2</sub> de cada medida incluida en su Plan de Mitigación, el sector energía es capaz de cumplir con el compromiso establecido en la Contribución Nacionalmente Determinada, de reducir en un 30% su intensidad de emisiones al 2030. Una masiva entrada de energías renovables y medidas de eficiencia energética en grandes consumidores son las acciones fundamentales para alcanzar este rango. Realizando un esfuerzo aún mayor, se podría alcanzar un 35% si se masifica el uso de electricidad en la demanda final de energía. Por ejemplo, electrificar el transporte y la calefacción en hogares, así como otros usos industriales que pueda tener la electricidad.

Pero estos esfuerzos no hay que realizarlos de manera aislada por sector. Una acción mancomunada como la que propende este plan, será necesaria para alcanzar nuestras metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Es decir, es tan relevante tomar medidas en generación, pero también en transporte, minería y en viviendas y edificios públicos y comerciales, si queremos cumplir con la meta propuesta en París. Junto con ello, debemos generar espacios de debate y de toma de decisión de alto nivel, para vincular la implementación del presente plan con instrumentos que faciliten una ejecución más costo-efectiva de este Plan de Mitigación, entre ellos, los instrumentos de precios al carbono.

Quiero dar especial agradecimiento a quienes fueron parte de distintas instancias relacionadas con las etapas que hicieron posible la elaboración y publicación de este Plan, entre ellos destacar a profesionales de los Ministerios de Agricultura, Medio Ambiente, Economía, Hacienda, Minería, Obras Públicas, Transportes y Telecomunicaciones, Vivienda y Urbanismo; al Banco Mundial y su iniciativa PMR por proveer recursos y apoyo técnico; a profesionales y autoridades de la Asociación de Generadoras de Chile, de la Asociación Chilena de Energías Renovables, de la Confederación de la Producción y del Comercio, de la Sociedad de Fomento Fabril, de la Sociedad Nacional de Minería, del Consejo Minero, del Corporate Leaders Group, así como a cada una de las empresas asociadas a estos gremios que realizaron valiosos comentarios. También, quiero agradecer los aportes y participación de los profesionales de las Divisiones de Energía Renovable, Eficiencia Energética, de Seguridad y Mercados Energéticos, de Acceso y Equidad, y de Prospectiva y Política Energética del Ministerio de Energía.

Este Plan de Mitigación es un primer paso que da Chile y el sector energía para establecer un marco de política de reducción de emisiones de GEI. Esperamos que sus futuras actualizaciones nos encuentren, como institución y como sector, en un pie aún mejor para cumplir con nuestros compromisos nacionales e internacionales en materia de cambio climático.

**Andrés Rebolledo Smitmans**  
**Ministro de Energía**  
**Gobierno de Chile**

## CONTEXTO DEL PLAN DE MITIGACIÓN

Como ha sido manifestado recientemente en distintos medios y publicaciones científicas, los últimos tres años han sido los más cálidos registrados en el Planeta, y nuestro país ha sido testigo de cómo este fenómeno impacta el bienestar de las personas y de nuestra economía. El cambio climático implica hoy una amenaza para la prosperidad del país y no enfrentarlo significa hipotecar nuestro desarrollo futuro.

En este marco de urgencia por abordar de manera sostenida esta problemática, y teniendo en mente las sinergias entre reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y minimización de impactos, el presente Plan ha sido elaborado en respuesta al compromiso de contar con un Plan de Mitigación del Sector Energía, establecido al alero de la Política Energética Nacional (PEN) al 2050, así como en el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022 (PANCC), y se propone como un primer paso en la implementación de acciones de mitigación en el sector energía bajo el Acuerdo de París (AP), que fuera ratificado por Chile el 10 de febrero de 2017. En materia de reducción de emisiones ante este Acuerdo, en su contribución nacionalmente determinada (CND o NDC por su sigla en inglés), el país definió dos compromisos independientes. El primer compromiso se asocia a una reducción de un 30% en la intensidad de emisiones de GEI al año 2030 (CO<sub>2</sub> por unidad de Producto Interno

Bruto, PIB), respecto al año 2007 para todos los sectores cuantificados en el Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero, excepto el sector de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS). De obtenerse financiamiento internacional, esta meta podría aumentar hasta un 45% de reducción de intensidad de emisiones de CO<sub>2</sub>. El segundo compromiso aplica sólo al sector UTCUTS y se refiere al manejo sustentable y la recuperación de 100 mil hectáreas de bosque, principalmente nativo, y a la reforestación de otras 100 mil hectáreas, también con bosque nativo principalmente.

Con estos compromisos en ciernes, pareciera evidente que Chile tendrá que profundizar en su comprensión de los requisitos —en términos de infraestructura institucional, necesidades financieras, capacidades humanas y consecuencias regulatorias— con el fin de cumplir con su CND, y actualizarla cada cinco años, como lo exige el Acuerdo de París. De ello se desprende la necesidad de contar con un marco robusto de contabilidad para medir, informar y verificar los resultados de mitigación y hacer los ajustes correspondientes en el inventario nacional de emisiones y en las sucesivas contribuciones. Esto es especialmente cierto si los enfoques de mercado de carbono serán utilizados por el país para apoyar la mitigación de sus emisiones. En este marco, el Plan de Mitigación

propuesto constituye parte de las acciones que el país debe ir estructurando para dar forma a dicho marco de contabilidad, puesto que en él se establece un sistema de seguimiento para cada acción identificada.

Considerando que las emisiones totales de gases de efecto invernadero se incrementaron en un 113,4 % entre 1990 y 2013, y que el principal sector emisor en todo este período fue energía, contribuyendo con un 77,4% al total de emisiones en 2013, la responsabilidad que le cabe en reducir sustancialmente su aporte dado el compromiso internacional adquirido, es innegable. Esta cifra comprende emisiones originadas a partir del consumo de combustibles fósiles en la generación eléctrica, las necesidades de confort térmico a nivel de vivienda, el transporte y procesos industriales, incluyendo también el sector minero. Por tanto, los principales esfuerzos en mitigación de emisiones han de concentrarse en estos sectores. Como se indica en la Política Energética Nacional, la implementación de un plan de mitigación de emisiones centrado mayoritariamente en estos sectores, permitirá reducir significativamente las emisiones de GEI, y a su vez, complementará las demás acciones definidas para el sector energía, que apuntan a un desarrollo energético sostenible, competitivo y seguro.

El presente Plan de Mitigación del Sector Energía refleja este compromiso, en total consonancia con la Política Energética Nacional y con el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, en el sentido de apoyar una transición paulatina hacia una economía —y una matriz energética— significativamente más baja en carbono hacia el 2050.

### *Proceso de Elaboración del Plan de Mitigación*

El Ministerio de Energía, apoyado por otros ministerios sectoriales relacionados, condujo una evaluación exhaustiva de las medidas contenidas en la Política Energética Nacional, complementada con otras medidas factibles dentro del sector energía, con el fin de estimar su potencial de mitigación y su impacto en la contribución nacional. Para este propósito, se contó con apoyo de cooperación internacional y se contrató a un equipo conformado por consultores nacionales e internacionales, para analizar y recomendar un paquete de medidas/ instrumentos de política en el sector energético que contribuya a los compromisos internacionales del país y, al mismo tiempo, esté alineado con las diversas iniciativas de política pública existentes sobre energía y cambio climático en Chile.

Los subsectores evaluados se corresponden con aquellos que comprenden el sector energía en el Balance de Energía del país, y mantienen coherencia con la formulación de la Política Energética Nacional, a saber: generación de electricidad, industria y minería, transporte y sector público, comercial y residencial.

Dada esta coherencia con la PEN, el presente Plan no incluyó una evaluación de otros sectores que se consideran en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero que coordina el Ministerio del Medio Ambiente año a año, y que se clasifican dentro de un enfoque “no-energía”, pues sus emisiones no se generan por combustión de combustibles fósiles (como es el caso de los sectores bajo el enfoque “energía”), sino más bien, se producen por los propios procesos



en los que basan su desarrollo. Entre estos sectores, se encuentran las actividades de producción agrícola, forestal e industrial, y el sector de gestión de residuos.

Para el desarrollo de este plan, y dado que actualmente no se han definido metas diferenciadas para los distintos sectores emisores, se asume como supuesto que el sector energía debe reducir en un 30% su intensidad de emisiones de GEI al año 2030, respecto al año 2007, y hasta 45% de contarse con financiamiento externo

En el proceso de formulación del Plan, y luego de una revisión de antecedentes disponibles en cuanto a escenarios de mitigación y paquetes de medidas factibles (entre ellos, la Política Energética Nacional, estudios internacionales y MAPS-Chile), se desarrollaron talleres técnicos y entrevistas con actores relevantes del ámbito público y privado, quienes dieron su opinión sobre el tipo de medidas propuestas, su factibilidad, elementos complementarios (como instrumentos de precios al carbono) y sobre las acciones habilitadoras para aumentar la factibilidad de ocurrencia de algunas de las medidas planteadas.

Una de las reflexiones relevantes de los talleres realizados y que cabe destacar, entonces, es la necesidad a futuro de dar una mirada más integral a las opciones de reducción de emisiones del país, considerando el impacto de un conjunto de medidas que aborden acciones específicas en todos los sectores que tienen una incidencia importante en el balance de emisiones, ya sea como emisor o sumidero, y en los que se puedan desarrollar acciones de mitigación y/o captura con una mirada costo-efectiva. Es decir, entender de mejor manera el rol de estas acciones,

tanto en el sector energía como en el de no-energía, será fundamental para hacer la transición hacia una economía baja en carbono de una manera más integral y asegurando un mejor balance entre costos, oportunidades de reducción de emisiones y compromisos internacionales.

Al menos desde el punto de vista de política pública, esta visión integral está incorporada en el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022, al ser éste un instrumento que contiene medidas más generales, pero que abordan distintos sectores en los ámbitos de energía y no-energía. El presente plan se ampara en dicho plan nacional, así como también de él se desprenden otros planes de sectores “no energía”, como el sector forestal. En específico, la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV<sup>1</sup>) que elaboró el Ministerio de Agricultura a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), que fue aprobada por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, busca aportar a la reducción de emisiones por actividades de uso y de cambio de uso de la tierra y silvicultura. En este mismo marco, cabe mencionar la Estrategia Nacional de Dendroenergía, cuya ejecución se da de manera coordinada entre los Ministerios de Agricultura y Energía, y que tiene por fin velar por la sostenibilidad del recurso forestal y del abastecimiento de leña y biomasa en el largo plazo, con el consiguiente efecto positivo en el control de emisiones de actividades asociadas al sector forestal.

Es decir, a cada sector productivo comprendido en las categorías del Inventario Nacional citado anteriormente, le compete establecer acciones de mitigación

«  
1. [http://www.  
encrv-chile.  
cl/index.php/  
descargas/  
publicaciones/87-  
enccrv-2017-  
2025-v2/file](http://www.encrv-chile.cl/index.php/descargas/publicaciones/87-enccrv-2017-2025-v2/file)

o captura, o bien, su plan sectorial de mitigación. No obstante, esta mirada sobre un impacto integrado de las medidas de mitigación que el país debe implementar en el marco del Acuerdo de París, es necesaria de realizar en futuras evaluaciones de reducción de emisiones a nivel nacional. Y por tanto, la decisión de hacer este análisis más comprehensivo deberá ser tomada al más alto nivel, considerando la participación de todos los ministerios y sectores relevantes en lo que a mitigación de emisiones se refiere.

Asimismo, en la evaluación del impacto de las medidas no se consideró el papel que pueden tener los instrumentos de precios al carbono en la mitigación de emisiones del sector energía, salvo la consideración del impuesto actual dentro de un paquete de medidas evaluadas cuando se desarrolló el análisis integrado de las medidas. Una evaluación más detallada del papel de instrumentos como el impuesto al CO<sub>2</sub> y sus posibles modificaciones, o un sistema de transacción de emisiones en combinación con impuestos y mecanismos de compensación, es la que se está desarrollando a través del proyecto PMR-Chile (*Partnership for Market Readiness*), la cual se ha incluido en el presente plan como una medida complementaria. Los insumos y resultados de estos análisis serán integrados en futuras actualizaciones del presente Plan.

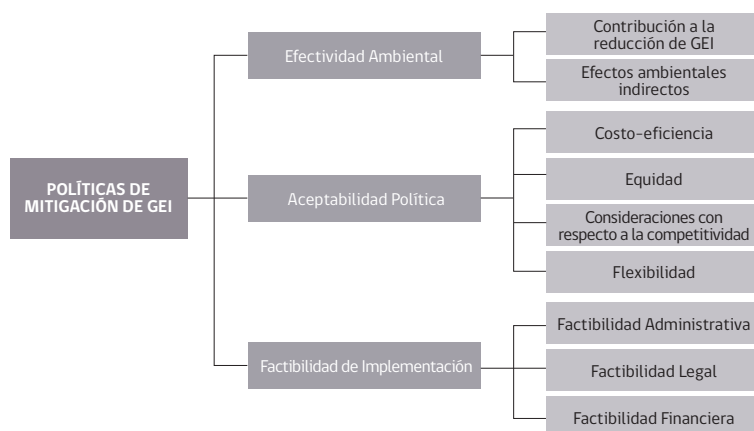
### **Metodología de selección de paquetes de medidas**

La metodología involucró la evaluación de las medidas de mitigación a través de un proceso multi-criterio, que tomó en cuenta las necesidades del país y sus prioridades, con base en el desarrollo de la Política Energética Nacional. Con el fin de analizar aquellas medidas e instrumentos que podrían ayudar al sector energía a cumplir con su responsabilidad frente a la contribución nacional, se definió un conjunto de criterios de evaluación con el cual cada posible medida/instrumento pudo compararse y evaluarse, según los siguientes principios fundamentales:

- » **Efectividad ambiental:** las medidas deben lograr una real reducción de emisiones, a nivel nacional y mundial, y al mismo tiempo, minimizar otros impactos ambientales indirectos.
- » **Aceptabilidad política:** las medidas deben ser aceptables para todas las entidades involucradas, y por lo tanto, deben tener en cuenta los impactos y riesgos para los grupos afectados, incluyendo hogares, empresas y comunidades.
- » **Viabilidad de la aplicación:** debe ser factible la implementación de las medidas, dada la infraestructura nacional (recursos institucionales, humanos y financieros) y el marco legal.

La figura siguiente, aún en evaluación, muestra los criterios utilizados:

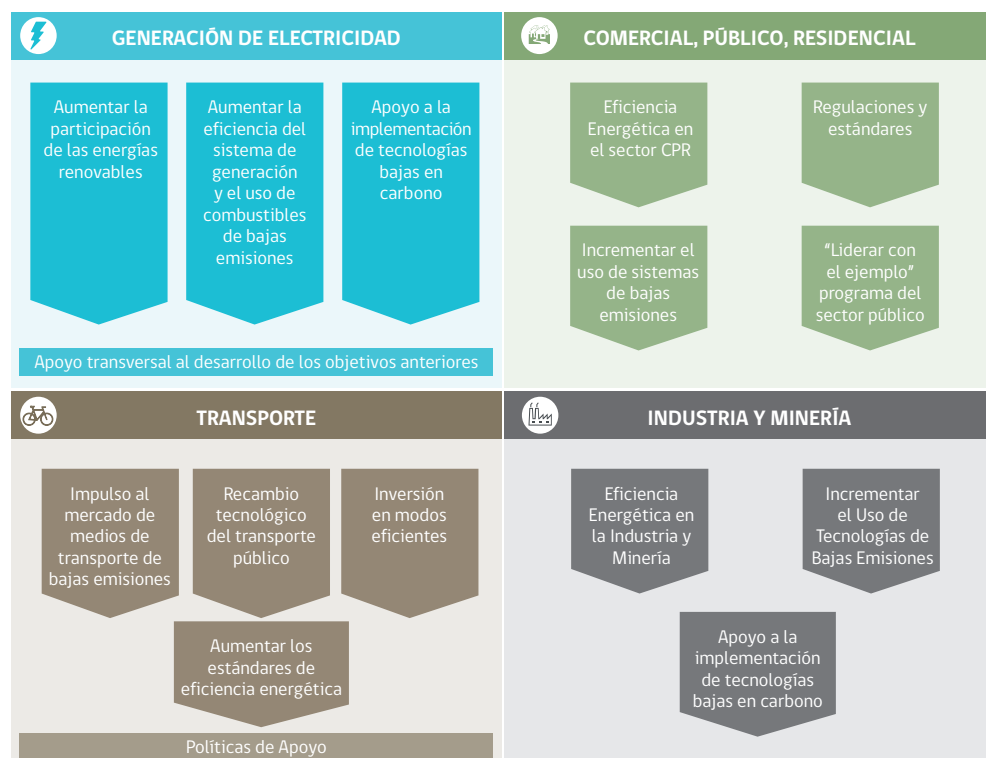
## Criterios para evaluar las medidas de mitigación de GEI



Fuente: basado en varios autores, incluyendo la OCDE, 1997; IPCC, 2014; Konidari, 2011; Gobierno de Australia de 2011, 2015

### *Paquetes de Medidas para la Reducción de Gases de Efecto Invernadero*

En base a la metodología de selección, se obtuvieron los siguientes resultados, agrupados por paquetes de medidas de mitigación, como se muestra en la figura siguiente:



A través de la modelación se evaluaron tres escenarios:

- » **Caso de Referencia “Políticas Actuales”:** este escenario representa una proyección de las emisiones, energía y desarrollo tecnológico, basado en las políticas actuales.
- » **Metas PEN:** este escenario está constituido principalmente por aquellas metas y políticas asociadas a la Política Energética Nacional.
- » **Esfuerzo Adicional:** este escenario se construye bajo el supuesto de lograr una meta más exigente de reducción que el escenario anterior, siempre bajo el marco de la Política Energética Nacional.

Los resultados de la modelación permitieron cuantificar el aporte

de las diferentes medidas del sector de energía a la mitigación de emisiones, con el objeto de evaluar el cumplimiento de la meta de la contribución nacional, y en particular, para obtener una orientación de la trayectoria de emisiones hacia el año 2030, y los costos y beneficios asociados a la implementación del presente plan, bajo los distintos escenarios y supuestos. Los resultados estimados con este enfoque permiten tener una idea del nivel de esfuerzo necesario para cumplir con los compromisos adoptados. La tabla siguiente muestra los resultados de las reducciones estimadas para cada sector, en los escenarios PEN y Esfuerzo Adicional con relación al escenario de Políticas Actuales:

Reducción de emisiones GEI respecto del escenario “Políticas Actuales” en MtCO<sub>2</sub>e

Sector	2020	2025	2030
<b>Escenario Metas PEN</b>			
Generación de Electricidad	0,03	2,97	8,78
Transporte	0,52	2,53	5,07
Industria y Minería	0,41	1,40	2,38
Comercial, Público y Residencial	0,12	0,55	1,09
<b>Total, Sector de Energía</b>	<b>1,09</b>	<b>7,46</b>	<b>17,33</b>
<b>Escenario Esfuerzo Adicional</b>			
Generación de Electricidad	0,03	2,97	8,78
Transporte	0,99	2,53	8,70
Industria y Minería	0,41	1,40	3,47
Comercial, Público y Residencial	0,14	0,55	3,19
<b>Total, Sector de Energía</b>	<b>1,57</b>	<b>7,46</b>	<b>24,14</b>



Así, considerando las proyecciones realizadas, en el escenario "Metas PEN" para el sector de generación de electricidad, se estima que se podría lograr una reducción de emisiones del orden de 8,8 MtCO<sub>2</sub> en el año 2030 respecto al escenario de políticas actuales. La contribución principal vendría del efecto asociado a una menor demanda de electricidad debido a las políticas de eficiencia energética (6,1 MtCO<sub>2</sub>). En el caso del sector transporte, la contribución principal corresponde al cambio modal y la EE en el transporte de pasajeros (4,8 MtCO<sub>2</sub>).

***Principales hallazgos durante el proceso de priorización:***

Los principales resultados del plan muestran que el cumplimiento de la contribución nacional implicará un esfuerzo relevante para el sector. Algunos de los mensajes principales del plan son:

» La importancia de la eficiencia energética para cumplir con el objetivo de mitigación y de permitir o fomentar otras acciones de mitigación en el sector. No sólo es importante que las metas en eficiencia energética se cumplan según lo esperado, sino que deben lograrse en el tiempo previsto, por lo que es fundamental que el país avance oportunamente hacia una regulación robusta de eficiencia energética. De lo contrario, puede disminuir su impacto positivo en el logro de la Contribución Nacional.

» El sector de transporte desempeña un papel importante, ya que sus emisiones están creciendo continuamente. En consecuencia, si el objetivo es avanzar hacia el cumplimiento del límite superior de la contribución, las acciones en este sector deben tomarse más temprano que tarde. Así, la electrificación del transporte y el cambio modal, están

entre las acciones más relevantes. No obstante, aún reforzando las medidas de la PEN —en particular en lo que respecta a electromovilidad— no se alcanza a cumplir con el 45% de la contribución nacional.

» La integración de energía renovable en la matriz energética es fundamental, ya que permite reducir la huella de carbono de todos los sectores de consumo final que utilizan energía eléctrica. La penetración de las energías renovables está alineada con la Política Energética de largo plazo (2050), de manera que responder a la pregunta de cuán limpia es la matriz energética del país es un gran desafío, especialmente si el país está pensando en opciones de mitigación como la electrificación de la demanda de energía en varios sectores.

» Es muy relevante en el cumplimiento de la Contribución Nacional, que las acciones y programas propuestos en la Política Energética Nacional se implementen en los plazos establecidos.

» Las acciones propuestas en el Plan significan inversiones tanto por el lado público como por el lado privado. Los sectores más intensivos en inversiones resultan ser los sectores Transporte, y Comercial, Público y Residencial, ya que realizan importantes esfuerzos de inversión en infraestructura y en mejorar la calidad de las nuevas edificaciones, respectivamente. La magnitud de las inversiones incrementales del escenario "Metas PEN" respecto del escenario "Políticas Actuales", se estimó en unos USD 1.400 millones anuales, considerando todos los sectores del sector energía.

» El costo promedio de la tonelada reducida es negativo, indicando que puede ser rentable invertir en

acciones de reducción de emisiones, especialmente por la costo-efectividad de las medidas de EE. Ciertamente, mientras más bajos los costos de inversión en Energía Renovable no Convencional (ERN) o en EE, más rentable se vuelve esta acción de mitigación. En particular, los sectores transporte, industria y minería compensan los esfuerzos de inversión con ahorros mayores en consumo de energía.

» También destaca como positivo en el mediano y largo plazo utilizando un modelo de equilibrio general computable, con un leve aumento en el PIB comparado con el escenario de línea base, considerando que las acciones significan inversiones que se amortizan con ahorros en el consumo energético, que la generación en base a energías renovables tiene un costo variable muy bajo, y considerando los efectos económicos positivos de mayor ingreso disponible para estimular la economía e introducir nuevas tecnologías y crear nuevos mercados. En promedio, y considerando el periodo 2017-2030, se estima que el PIB crece 0,2% más en el escenario **“Metas PEN”** que en el Escenario **“Políticas Actuales”**.

### *Estructura del Plan*

El presente documento se ha estructurado en dos partes principales. La Parte 1, sobre Antecedentes y Marco Metodológico, que abarca desde el capítulo 1 al 4, contiene entre otros, un contexto sobre cambio climático y sus repercusiones en Chile, que incluye el rol del sector energía en las emisiones totales del país y los principales avances en materia energética en el país; también, define los criterios de evaluación de las medidas, especifica las oportunidades de mitigación del sector y muestra una agrupación de paquetes de medidas de reducción de emisiones en los sectores de generación de electricidad, transporte, industria y

minería, y comercial/público/residencial. Asimismo, en esta primera parte se definen los escenarios de mitigación, se indica la contribución esperada de las políticas a la mitigación, incluyendo costos y beneficios, con curva de abatimiento de las medidas de la PEN y análisis de sensibilidad incluidos, así como los resultados de la modelación económica.

En la Parte 2, se describen en el capítulo 5 las Orientaciones para la Implementación del Plan, que incluye aspectos de gobernanza, una calendarización para implementar las medidas, la búsqueda de fuentes de financiamiento y un sistema de monitoreo y seguimiento permanente del Plan de Mitigación.

En la elaboración del Plan de Mitigación, un agradecimiento especial a los Ministerios de Transporte y Telecomunicaciones, de Vivienda y Urbanismo, de Minería y del Medio Ambiente, quienes desde la formulación de la Política Energética Nacional han colaborado y ciertamente serán claves en la implementación de las medidas sectoriales de mitigación de los subsectores que representan y que se corresponden con aquellos que comprenden el sector energía. Desde ya, en este sentido este Plan es un reflejo de una colaboración y voluntad política de los distintos sectores e instituciones públicas comprometidas y convencidas de que el tema del cambio climático es uno de los grandes desafíos que se deben enfrentar conjuntamente. Tal como se indicó anteriormente, este es un primer paso en la formulación de una política pública en mitigación de emisiones para el sector energía, sostenida en el tiempo, que permita apoyar un desarrollo futuro más bajo en carbono para el sector energía, y cumplir al mismo tiempo, los compromisos que el país ha suscrito en materia de cambio climático.



## LISTADO DE FIGURAS

### **Figura 1.1 (Pág. 24)**

Proceso de desarrollo del plan de mitigación del sector energía

### **Figura 2.1 (Pág. 27)**

Balance Nacional de Energía en Teracalorías año 2015

### **Figura 2.2 (Pág. 28)**

Emisiones GEI de Chile por sector en 2013 con detalle del sector Energía, MtCO<sub>2</sub>e

### **Figura 2.3 (Pág. 29)**

Porcentaje de Emisiones de GEI en Chile, Sector Energía, por tipo de combustible 2013

### **Figura 2.4 (Pág. 29)**

Emisiones GEI de Chile, por tipo de combustible 1990-2013, MtCO<sub>2</sub>e

### **Figura 3.1 (Pág. 51)**

Paquetes de Medidas clave que componen el plan de mitigación del sector de energía

### **Figura 4.1 (Pág. 91)**

Emisiones GEI del sector energía bajo el escenario "Políticas Actuales" al año 2030

### **Figura 4.2 (Pág. 92)**

Escenarios de mitigación del sector de energía

### **Figura 4.3 (Pág. 93)**

Intensidad de emisiones

### **Figura 4.4 (Pág. 94)**

Emisiones absolutas para los distintos escenarios

### **Figura 4.5 (Pág. 94)**

Perfil de emisiones al año 2030 bajo el escenario "Metas PEN"

### **Figura 4.6 (Pág. 95)**

Reducción de emisiones GEI respecto del escenario "Políticas Actuales" en el año 2030

### **Figura 4.7 (Pág. 96)**

Políticas y reducción de emisiones al año 2030, Escenario "Metas PEN"

### **Figura 4.8 (Pág. 97)**

Contribución esperada del sector energía al año 2030, Escenario "Metas PEN", MtCO<sub>2</sub>e

### **Figura 4.9 (Pág. 104)**

Curva de costos de abatimiento del escenario "metas PEN" por sectores y paquetes de medidas

### **Figura 4.10 (Pág. 106)**

Intensidad de emisiones en Escenario "Metas PEN" - condiciones adversas según crecimiento económico - tCO<sub>2</sub>e/Millón CLP

### **Figura 4.11 (Pág. 107)**

Emisiones totales, Millones de tCO<sub>2</sub>e, del escenario "Metas PEN" en condiciones adversas para distintos niveles de actividad económica

### **Figura 4.12 (Pág. 109)**

Comparación de trayectorias de crecimiento económico Escenario "Meta PEN" versus Escenario "Políticas Actuales"

### **Figura 5.1 (Pág. 112)**

Elementos clave de la implementación

### **Figura 5.2 (Pág. 113)**

Consejo de Ministros para la Sustentabilidad

### **Figura 5.3 (Pág. 114)**

Calendario de implementación para el sector de energía 2016-2030

### **Figura 5.4 (Pág. 177)**

Hitos a nivel internacional para revisar las metas de Chile

### **Figura 5.5 (Pág. 178)**

Proceso de monitoreo y retroalimentación de los indicadores al desarrollo del plan

## LISTADO DE TABLAS

**Tabla 3.1 (Pág. 35)** Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional que contribuyen a la mitigación del cambio climático

**Tabla 3.2 (Pág. 53)** Paquetes de medidas del sector generación

**Tabla 3.3 (Pág. 62)** Paquetes de medidas del sector transporte

**Tabla 3.4 (Pág. 70)** Paquetes de medidas del sector industria y minería

**Tabla 3.5 (Pág. 76)** Paquetes de medidas del sector CPR

**Tabla 4.1 (Pág. 90)** Principales supuestos de simulación

**Tabla 4.2 (Pág. 91)** Emisiones GEI 2014–2030 Escenario “Políticas Actuales” en MtCO<sub>2</sub>e

**Tabla 4.3 (Pág. 96)** Reducción de emisiones GEI respecto del escenario “Políticas Actuales” en MtCO<sub>2</sub>e

**Tabla 4.4 (Pág. 99)** Inversión directa necesaria, Escenario “Metas PEN” versus “Políticas actuales”, Millones USD 2016.

**Tabla 4.5 (Pág. 100)** Ahorros de costos operacionales, Escenario “Metas PEN” versus “Políticas actuales”, Millones USD 2016

**Tabla 4.6 (Pág. 101)** Costos netos asociados a medidas de mitigación por Sector, Escenario “Metas PEN” versus “Políticas actuales”, Millones USD 2016.

**Tabla 4.7 (Pág. 102)** Costo Medio de Abatimiento de cada Sector, Escenario “Metas PEN”, USD/tonCO<sub>2</sub>e.

**Tabla 4.8 (Pág. 105)** Tabla de principales supuestos de sensibilización

**Tabla 4.9 (Pág. 107)** Análisis de Sensibilidad Costo Medio de Abatimiento, “Metas PEN”, USD/tonCO<sub>2</sub>e.

**Tabla 5.1 (Pág. 115)** Acciones del sector de Generación de Electricidad

**Tabla 5.2 (Pág. 128)** Acciones del sector Transporte

**Tabla 5.3 (Pág. 146)** Acciones del sector Industria y Minería

**Tabla 5.4 (Pág. 156)** Acciones del sector Comercial, Público y Residencial

**Tabla 5.5 (Pág. 174)** Financiamiento de Principales Medidas de Mitigación

# ÍNDICE

## PARTE I ANTECEDENTES Y MARCO METODOLÓGICO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>19</b>
1.1 La Contribución Nacionalmente Determinada de Chile para la mitigación (CND)	21
1.2 Proceso metodológico de construcción del Plan	24
<b>2. SECTOR ENERGÍA Y EMISIONES DE GEI</b>	<b>26</b>
<b>3. DESARROLLO DE UNA POLÍTICA INTEGRADA QUE PROMUEVA UNA TRANSICIÓN BAJA EN CARBONO EN EL SECTOR ENERGÉTICO CHILENO</b>	<b>30</b>
3.1 Avances a la fecha	30
3.2 Criterios de evaluación	31
3.3 Marco de referencia de políticas clave para la identificación de medidas del plan	32
3.4 Paquetes de medidas del plan de mitigación	50
3.5 Instrumentos de Precios al Carbono y su aporte a la implementación de las medidas del plan de mitigación	85
3.6 Integración de una Agenda de Mitigación de Clima y Aire Limpio	86
<b>4. MODELACIÓN DE LOS IMPACTOS EN LA REDUCCIÓN DE EMISIONES PARA ALCANZAR LA CONTRIBUCIÓN NACIONAL DETERMINADA</b>	<b>88</b>
4.1 Escenarios de mitigación	88
4.2 Contribución esperada de las medidas a la mitigación	95
4.3 Costos y Beneficios del plan	98
4.4 Curva de Abatimiento del escenario PEN	103
4.5 Análisis de Sensibilidad	105
4.6 Resultados de Modelación Económica	108

## PARTE II ORIENTACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

<b>5. INTRODUCCIÓN</b>	<b>110</b>
5.1 Gobernanza	112
5.2 Calendario para la implementación de medidas	113
5.3. Roles y presupuestos estimativos para la implementación desde el sector público	113
5.4 Fuentes de financiamiento	174
5.5 Monitoreo, Seguimiento y Evaluación Permanente	175

<b>ACRONIMOS</b>	<b>188</b>
------------------	------------

## ANEXOS

<b>ANEXO A</b>	<b>190</b>
A-1. Análisis de barreras de las opciones de mitigación	191
<b>ANEXO B</b>	<b>196</b>
B-1. Introducción	197
B-2. Criterios para la evaluación de políticas	202
B-3. Evaluación de las opciones de medidas de mitigación para Chile	208
<b>ANEXO C</b>	<b>232</b>
C-1. Parámetros económicos del escenario base	233



PARTE

I

## **ANTECEDENTES Y MARCO METODOLÓGICO**

## 1. INTRODUCCIÓN

El Gobierno de Chile se ha comprometido a implementar acciones para mitigar y adaptarse a los impactos del cambio climático. A nivel internacional, el país ha contribuido sistemáticamente al cumplimiento de los acuerdos multilaterales en cambio climático, cuyo proceso culmina con la adopción del Acuerdo de París (AP) el año 2015 en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), entrando en vigor a nivel mundial el día 4 de noviembre de 2016<sup>2</sup>.

El Gobierno de Chile ha comprometido su Contribución Nacional Determinada (CND) bajo este Acuerdo, y ha implementado políticas que directa o indirectamente, han ayudado a mitigar las emisiones de gases efecto invernadero. Ejemplos de estas iniciativas son:

» La promoción del uso de la energía renovable a través de la Agenda Nacional de Energía, la cual complementa la Ley de Energía Renovable No Convencional (Ley N°20.257/2008 y Ley N°20.698/2013), cuyo objetivo inicial fue la obligación de proveer parte de los retiros por inyecciones de energía renovable no convencional (ERNC) en un 5 por ciento para los años 2010 a 2014, aumentando un 0,5 por ciento anual a partir del año 2015, hasta alcanzar un 10 por ciento el año 2024. La Ley N°20.698/2013 incrementa el objetivo de la

obligación en términos de proveer generación eléctrica de fuentes ERNC para llegar a un 20 por ciento al año 2025. Esta nueva obligación aplica a los contratos de suministro suscritos con posterioridad al 1 de julio de 2013.

» La introducción de nuevas políticas, programas y leyes para mejorar la eficiencia energética doméstica e industrial, como son los etiquetados de Eficiencia Energética y el Plan de Acción de Eficiencia Energética (PAEE).

» La implementación de un impuesto a las emisiones de dióxido de carbono producidas por establecimientos cuyas fuentes fijas, conformadas por calderas o turbinas, sumen una potencia térmica mayor o igual a 50MWt, el cual entró en vigor en enero del año 2017.

» La generación de una Política Energética Nacional (PEN) de Chile al año 2050, de forma participativa, por medio de una discusión con visión de largo plazo respecto del futuro sector energético chileno, la cual incorpora criterios de sustentabilidad en su desarrollo.

» La creación de la Agencia Chilena para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, que se espera articule acuerdos entre el gobierno y empresas para realizar medidas de mitigación, adaptación y fortalecimiento de capacidades. Además del desarrollo de estas

«  
2. Ratificación de al menos 55 miembros, lo cual corresponde a un total de un 55% del total de las emisiones de gases efecto invernadero. Con este porcentaje entró en vigor, y a la fecha del presente Plan, 170 países lo habían ratificado.

acciones domésticas, el país ha buscado posicionarse a nivel internacional, por medio del trabajo con una gama de socios en variadas acciones, destacando entre ellas:

» Su participación en el PMR, "*Partnership for Market Readiness*", que es una iniciativa del Banco Mundial y que ha financiado el desarrollo de diversos estudios, relacionados con políticas de mitigación y de precio del carbono para Chile, y ha dado apoyo a la implementación del impuesto al carbono.

» Su participación como miembro fundador de "*Carbon Pricing Leadership Coalition*", también una iniciativa del Banco Mundial, donde participan otros socios como Alemania, Francia, México, Colombia, California y algunas provincias canadienses.

» La firma de una Declaración Conjunta con California, que propone el desarrollo de un plan de trabajo común para abordar el cambio climático.

» Su participación en la Alianza del Pacífico, promoviendo un trabajo en temas de crecimiento verde entre sus miembros (Chile, Colombia, México y Perú), junto con la promoción de un marco común de medición, reporte y verificación de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero, con miras a establecer las bases para un potencial mercado futuro de transacción de emisiones en esta coalición, expandible a otros países y jurisdicciones de la Región.

» Su liderazgo en una serie de acciones conjuntas con otros países en desarrollo e iniciativas bilaterales, incluyendo

comprometerse a apoyar el fortalecimiento institucional para el cambio climático con países de la Comunidad del Caribe (CARICOM) y otras actividades cooperativas como las que se tiene con el gobierno de Filipinas.

» El desarrollo de sistemas piloto de carbono, lo cual incluye el registro de más de 100 proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), en su mayoría en energías renovables no convencionales.

Este plan aborda los subsectores relacionados con la producción y consumo final de energía: transporte, industria y minería, generación eléctrica y sector público, comercial y residencial, de acuerdo a los subsectores principales que son parte del balance de energía del país. En esta instancia, el plan se basa y construye fundamentalmente sobre las metas y acciones definidas en la PEN, la que fue consensuada y validada transversalmente por distintos actores del sector energía, el Estado, la academia y la sociedad civil en un proceso participativo importante. Esta política integra en su definición la búsqueda de un desarrollo más sustentable del sector energía e incorpora metas y medidas que contribuyen directa o indirectamente a la mitigación de GEI.

Este plan busca por tanto, materializar las metas y medidas de la PEN que contribuyen a reducir las emisiones respecto de la contribución nacional. Desde la perspectiva del cambio climático y según se establece en la PEN, existen medidas- como avanzar en Eficiencia Energética, lograr cambios en la partición modal en el transporte y poseer una matriz de energía más renovable- que constituyen una contribución significativa y necesaria



para alcanzar los compromisos de mitigación de gases de efecto invernadero del país.

Para lograr un cumplimiento cabal de las metas que define la PEN, el Ministerio está llevando a cabo distintos estudios e iniciativas que le permitan definir instrumentos de política pública y líneas de acción complementarias a ésta. Entre las principales líneas de trabajo se estudian actualmente posibilidades de implementación de instrumentos de precios al carbono liderada por la iniciativa PMR ya mencionada —impuestos, permisos transables, mecanismos de compensaciones— junto con la definición de los sectores a los que podrían aplicar, posibles niveles de exigencia y sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) que viabilicen y permitan monitorear la PEN y la implementación de estos instrumentos. Otras líneas de acción relevantes incluyen avanzar en un Marco Regulatorio de Eficiencia Energética en los sectores de consumo final y la definición de otros instrumentos regulatorios— como estándares de emisión o eficiencia.

Como se explicará más adelante, en la evaluación de costos y beneficios se llevan a cabo supuestos de implementación de las medidas pero siempre en concordancia con las acciones y metas que define la PEN. Es deseable que en el futuro se sumen al análisis de mitigación nacional todos aquellos sectores emisores relevantes, incluyendo los sectores agrícola, residuos y forestal, a efectos de dar una mirada más integral a las posibilidades de mitigación de emisiones, sumando a más sectores en la transición hacia una economía nacional baja en carbono, en concordancia con los objetivos del país y los compromisos internacionales. Este análisis

integrado de medidas que van más allá del sector energía escapa al alcance de lo propuesto en este Plan de Mitigación, y su consideración futura deberá ser el resultado de una decisión país tomada en conjunto por aquellos ministerios y sectores que tienen mayor incidencia en las emisiones y en los que hace sentido —en términos de oportunidad, impacto en reducción de emisiones y costos asociados— implementar medidas de mitigación.

De esta forma, el país debe prepararse para nuevos compromisos que puedan surgir en el largo plazo y que ayuden finalmente a generar un desacople entre el crecimiento económico y la emisión de gases de efecto invernadero en el país. Lograr cumplir con las Contribuciones Nacionales demanda la acción concertada de los diferentes sectores de la economía del país y la colaboración entre los sectores público, privado, academia y la ciudadanía.

### **1.1 La Contribución Nacionalmente Determinada de Chile para la mitigación (CND)**

La CND comprometida por Chile establece el inicio del trabajo dentro del marco del Acuerdo de París. En este compromiso, Chile ha decidido establecer diversas obligaciones, pero en lo referido a la mitigación, ha elegido reportar su contribución en la forma de intensidad de emisiones (toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por producto interno bruto (PIB) en millones de pesos chilenos del 2011). En términos metodológicos, se decidió separar el sector “uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS)” del compromiso nacional de mitigación, debido al alto nivel de variabilidad anual de las emisiones y absorciones asociadas,

y además, porque este sector es menos dependiente del crecimiento económico. Es importante destacar que la CND debe ser revisada cada cinco años, y que se espera que en estas revisiones, el país vaya aumentando su nivel de ambición en la reducción de emisiones. Para efectos de medir el impacto de este Plan de Mitigación en la contribución nacional, se asume que la meta se define proporcionalmente para todos los sectores emisores (excluyendo el sector de uso y de cambio de uso de la tierra y silvicultura), según su participación en las emisiones totales y de acuerdo a la meta de la contribución nacional.

Así, el compromiso en mitigación dentro de la CND, al año 2030, es el siguiente:

» Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de PIB en un 30% con respecto al nivel alcanzado en 2007, considerando un crecimiento económico futuro que le permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso<sup>3</sup>.

» Adicionalmente, y, condicionado a la obtención de aportes monetarios internacionales (*grant* o donación), el país se compromete a aumentar su reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de PIB hasta alcanzar una disminución entre 35% a 45% con respecto al nivel alcanzado en 2007, considerando, a la vez, un crecimiento económico futuro que le permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso.

»

**3.** Este compromiso asume un ritmo de crecimiento de la economía similar a la senda de crecimiento del país en la última década, exceptuando los años más críticos de la crisis financiera internacional (2008-2009).

## Recuadro 1.1

## Acuerdo de París: CND y sus mecanismos

En el periodo previo a la Conferencia Climática de París en 2015, todos los miembros de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) fueron invitados a entregar sus propuestas de Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CNDs), describiendo cómo realizarán contribuciones asociadas tanto a la mitigación del cambio climático como a la adaptación de sus impactos. A diciembre de 2017, se han presentado 164 contribuciones por parte de los países miembros (incluido Chile), bajo la forma de metas de reducción absolutas, por intensidad o desviación de trayectoria de emisiones respecto a una línea base.

La mayoría de las CND incluyen definiciones en cuanto a medidas tecnológicas a ser adoptadas y políticas y/o programas a ser implementados. Las contribuciones de muchos de los países en vías de desarrollo incluyen compromisos incondicionales (apoyados internamente) y compromisos condicionados a la obtención de financiamiento internacional (apoyados internacionalmente).

De acuerdo al artículo 4 del Acuerdo de París, a partir del 2020 estas propuestas se convierten en CNDs obligatorias con la entrada en vigencia del Acuerdo, a menos que sea declarado de otra forma por algún país ratificante. En el tiempo, el acuerdo requiere que, por lo menos cada cinco años, las Partes entreguen sus CND revisadas y que éstas representen un avance con respecto a su CND actual.

El Acuerdo ofrece la posibilidad para que surjan nuevos mecanismos para apoyar el financiamiento de tecnologías bajas en carbono en países en vías de desarrollo.

Estos incluyen:

- » Enfoques cooperativos: buscan proporcionar a los países miembros la libertad para cooperar voluntariamente para alcanzar los esfuerzos de mitigación descritos en las CNDs, en una amplia variedad de formas (Artículo 6.1).
- » Resultados de mitigación de transferencia internacional (ITMOs). Estos ITMOs pueden llegar en variadas formas y fuentes, y pueden incluir emisiones que no vienen del régimen de comercio de la CMNUCC, creando una oportunidad para que se desarrollen también los denominados "clubes de carbono" (Artículo 6.2 y 6.3).
- » Mecanismo de Desarrollo Sustentable (MDS): esto podría proporcionar un mecanismo de crédito basado en proyectos administrado por la CMNUCC de manera similar al MDL (Artículo 6.4-7).
- » Mecanismos tecnológicos: buscan respaldar el mecanismo ya establecido bajo la CMNUCC (Artículo 10).
- » Financiamiento del cambio climático: es clave en el Acuerdo de París, ya que permitirá que los países menos desarrollados, puedan lograr reducciones más ambiciosas. Reconociendo esta necesidad, el artículo 9 compromete a los países más desarrollados a proveer recursos financieros para apoyar al resto de los países en sus esfuerzos de mitigación, definiendo a través de los artículos 9.8 y 9.9 un Mecanismo Financiero con esos propósitos.

La definición de las modalidades, procedimientos y directrices detalladas (MPG en inglés) que abarcan todas las partes del AP, comenzaron a ser trabajadas desde mediados de 2016 y aún se encuentran en desarrollo.

## 1.2 Proceso metodológico de construcción del Plan

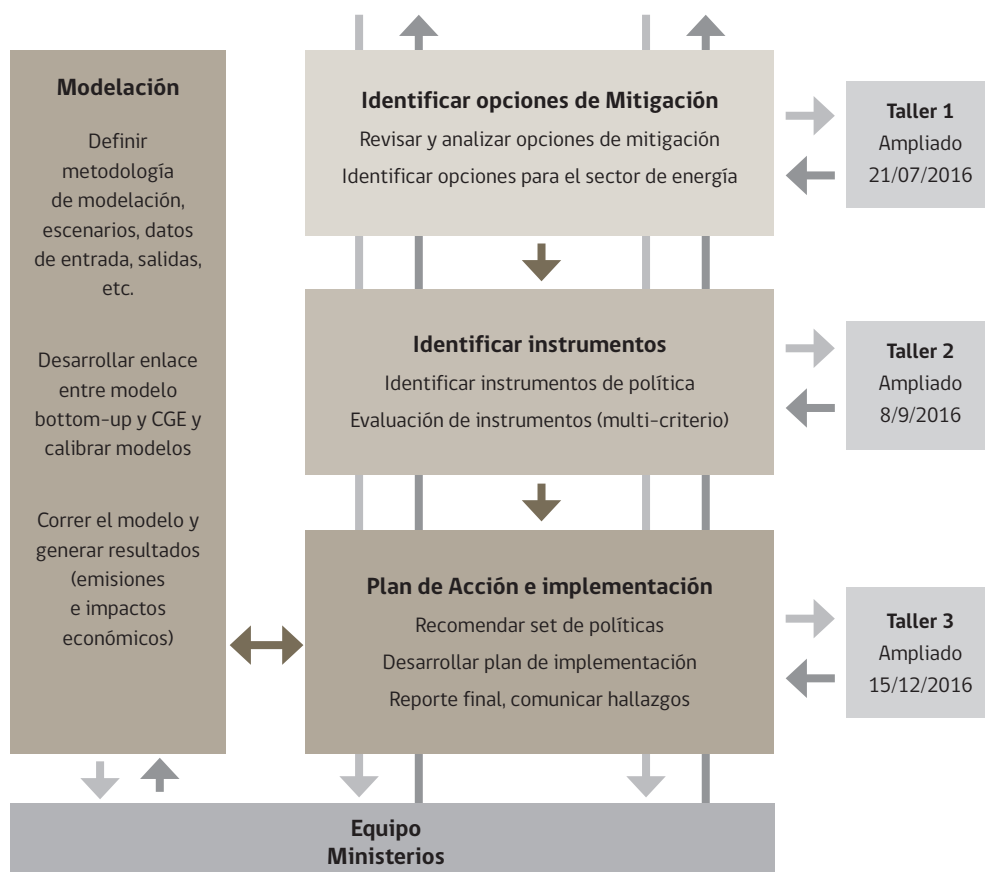
La elaboración del plan de mitigación para el sector energía se realizó a partir de un proceso que integró el análisis de políticas existentes, la generación de información cualitativa a través de entrevistas en profundidad a actores claves, talleres de discusión, modelación para la estimación de los escenarios y medidas seleccionadas, y validación de resultados. A partir de este proceso, se buscó generar información cuantitativa y cualitativa, validada por expertos en el área y que por lo tanto, permitiese generar

un plan acorde a las condiciones político-institucionales del país.

El proceso abarcó un desarrollo en cuatro etapas, para cada una de las cuales se contó con la participación de distintos actores en los talleres, y mediante reuniones con distintas divisiones del Ministerio de Energía y de otros Ministerios.

La figura 1.1 muestra el proceso del desarrollo del presente plan. En una primera etapa se analizaron y propusieron opciones de mitigación relevantes para el país. Luego, se analizaron los instrumentos que ayudan a implementar estas opciones,

**Figura 1.1** Proceso de desarrollo del plan de mitigación del sector energía



para finalmente proponer un paquete de medidas y acciones, que dan forma al plan de mitigación del sector energía. En conjunto con esto, se realizó un proceso de modelación, en el que se analizó los impactos en mitigación y los impactos económicos asociados al desarrollo del presente plan. Todo lo anterior, tuvo un proceso participativo que consideró las siguientes actividades:

- » Identificación de medidas con impacto en la mitigación de emisiones, en base a un análisis bibliográfico, considerando la discusión ya generada a nivel nacional, a partir de los insumos generados en la Agenda de Energía, Política Energética Nacional, MAPS-Chile y Política Nacional de Uso de la Leña y sus derivados para calefacción, entre otra información.
- » Ronda de entrevistas para analizar la completitud y pertinencia de las medidas identificadas inicialmente, a partir de entrevistas grupales a actores claves del sector público responsables de la implementación, lo que permitió descartar y sumar medidas del conjunto propuesto. Entre las entrevistas realizadas se incluyeron las siguientes divisiones dentro del Ministerio de Energía: Prospectiva y Política Energética, Desarrollo Sustentable, Eficiencia Energética, Energía Renovable, Mercados Energéticos, Acceso y Equidad; también participaron representantes de los Ministerios de Vivienda y Urbanismo, de Transporte y Telecomunicaciones, de Minería, además de representantes del sector privado como el Consejo Minero, la Asociación de Generadoras y representantes de ONGs, como el caso de AVINA.
- » Selección y diseño de medidas, a partir de lo realizado en los puntos anteriores:

- a. Identificación de set de medidas para el cumplimiento de la CND.
- b. Identificación de condiciones habilitantes y barreras para la implementación, a partir de grupos de discusión con actores relevantes de la industria, sector privado y sociedad civil. El detalle de la identificación de barreras se encuentra en el Anexo A del presente documento, y que fue el primer taller grupal realizado (21 de julio del 2016).
- » Segundo ciclo de entrevistas con actores relevantes sobre la información anterior, provenientes de la industria, sector privado y sociedad civil. Ejecución de Taller 2 (8 de septiembre de 2016).
- » Discusión de propuesta de plan de mitigación y de resultados preliminares de la simulación, lo cual correspondió al tercer taller realizado (15 de diciembre de 2016).
- » Consulta pública sobre el plan de mitigación realizada entre el 14 marzo y el 22 de abril del 2017.

### Propósito del Plan de Acción

El Ministerio de Energía elaboró este plan de mitigación, con el fin de contribuir a los objetivos de mitigación del país y a lo establecido en el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) 2017-2022 y en la Política Energética Nacional (PEN). El plan aborda las emisiones directas asociadas a los sectores que consumen energía, a saber: generación de electricidad, sector industrial y de la minería, sector comercial, público y residencial y transporte. El desarrollo del plan comprendió el análisis de medidas de mitigación para estos sectores, incluyendo la estimación de sus potenciales de mitigación, costos y análisis asociados a su implementación.

De esta manera, el plan proporciona una orientación sobre las medidas en el sector energético que podrían implementarse en los próximos años, en el horizonte al año 2030.

El documento contiene:

- » Una estimación de la reducción de emisiones requerida para cumplir con la meta de la CND.

- » Las políticas específicas que pueden contribuir a realizar la ruta descrita según la PEN y un plan recomendado para implementar las políticas y medidas necesarias.

- » Una estimación de la inversión adicional necesaria para el desarrollo del plan respecto de un escenario de referencia -tanto a nivel de los privados y del gobierno- y de los costos del paquete de medidas relevantes para el Estado.

- » Definiciones acerca de cómo monitorear el proceso para alcanzar el compromiso de la CND.

Es importante destacar que este plan abarca políticas asociadas a los subsectores principales del balance de energía nacional, i.e., industria y minería, generación eléctrica, sector comercial, público y residencial y transporte, no incluyendo medidas relacionadas con las emisiones no energéticas de los sectores agropecuario, forestal y de residuos. Así, el presente plan de mitigación responde a los esfuerzos que puede realizar el sector de energía, en el marco de su Política Energética Nacional (PEN) y a una preparación futura para apoyar el cumplimiento de la meta CND. Por lo tanto, este ejercicio no busca responder al cumplimiento total de la meta del país, si no que toma como referencia la participación del sector energía en el total de emisiones (alrededor de un 77% al año 2013). Al mismo tiempo, es importante destacar que ciertamente el plan aquí presentado podría ser complementado por planes específicos de los sectores consumidores de energía mencionados.

## 2. SECTOR ENERGÍA Y EMISIONES DE GEI

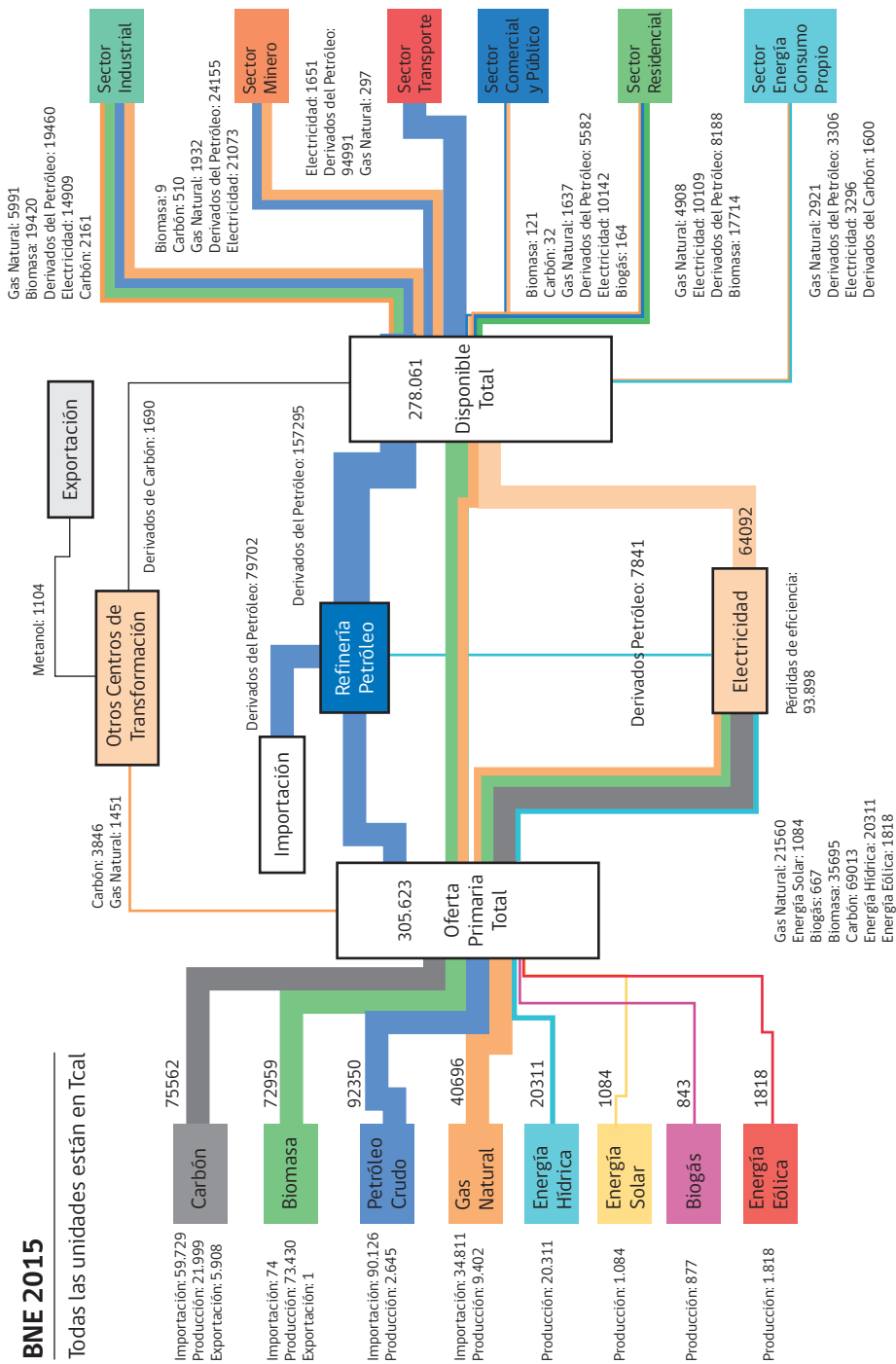
En Chile, la oferta de energía primaria para el año 2015 fue de 305.623 Teracalorías, en donde un 32% correspondió a energías renovables. Respecto del restante 68%, el país depende principalmente de combustibles fósiles, siendo de este total un 60% importado. El petróleo crudo representa el 29% de la energía primaria del país, seguido por el carbón (20%) y el gas (11%).

El consumo de los sectores corresponde a 278.061 Teracalorías, siendo el sector industrial y minero el principal con un 40% del total, seguido del sector transporte con un 35% del total del consumo.

Los esfuerzos en el sector energía son clave para alcanzar el compromiso CND de Chile. En el 2013, las emisiones del sector fueron 85,1 millones de tCO<sub>2</sub>e, lo que equivale a cerca del 77% de las emisiones nacionales, excluyendo el sector UTCUTS. Las emisiones de CO<sub>2</sub>, el gas más relevante desde el punto de vista del calentamiento global, representan más del 96% de este total, principalmente provenientes de la quema de combustibles fósiles, como el carbón, gas natural y gasolina, utilizados para generar electricidad, calefacción del sector residencial, y en el uso de vehículos particulares, entre otros usos.



Figura 2.1 Balance Nacional de Energía en Teracalorías año 2015



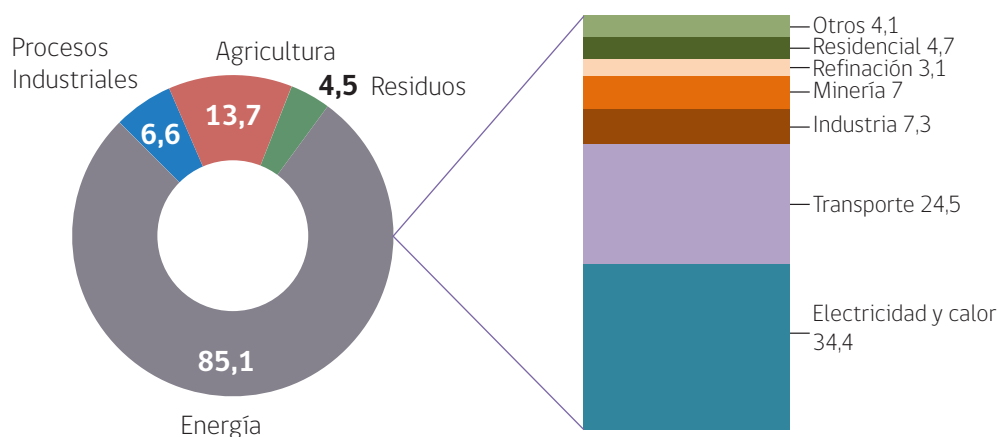
Fuente: Ministerio de Energía

Como se muestra en la Figura 2.2, la quema de combustibles en los sectores eléctricos y de transporte representan la mayor proporción de emisiones, siendo alrededor de un 70% de las emisiones totales del sector energético. La industria también es un contribuyente significativo, en donde el uso de energía en la minería del cobre y otros, es la fuente más grande. El resto de las emisiones proviene de los sectores comercial, público y residencial, principalmente asociados a la producción de calor en los hogares, oficinas y edificios públicos. A pesar del aumento del uso de energías renovables en el país en la última década, el sector energético depende principalmente de combustibles fósiles, representando cerca del 65% del balance energético primario el 2013. Las principales fuentes primarias utilizadas son el petróleo, que representa el 30,2% del consumo total, la biomasa (29,1%), el carbón (22,3%) y el gas natural (12%).

La Figura 2.3 muestra como se descomponen las emisiones de GEI resultantes, por tipo de combustible: los combustibles líquidos lideran la lista con un 51,4%, seguidos por combustibles sólidos como el carbón, con un 35,8%, combustibles gaseosos con un 10,9% y biomasa, con un 1,8%.

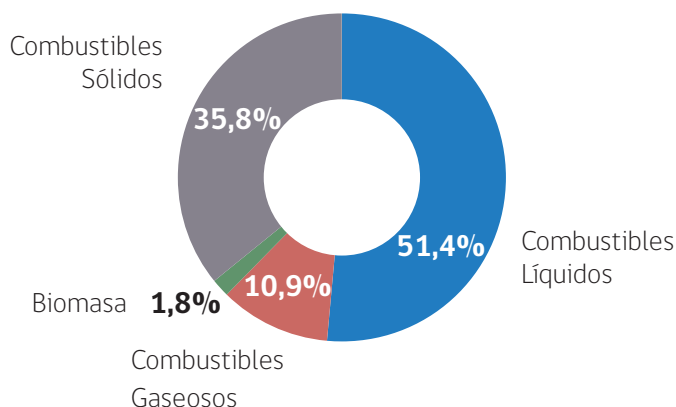
La Figura 2.4 destaca la razón por la cual el sector energético es central para los esfuerzos nacionales de mitigación de las próximas décadas. Desde 1990, las emisiones del sector energético han aumentado en un 156,1%, a una tasa mayor que las emisiones no energéticas. Los principales impulsores del aumento han sido el carbón y el diésel utilizados en la generación eléctrica, así como los combustibles líquidos utilizados por el transporte por carretera, mayormente diesel y gasolina. En el futuro, sin mediar cambios sustantivos, se espera que la demanda energética de Chile aumente significativamente, de la mano del crecimiento económico, del aumento en la producción industrial y del mejoramiento de los estándares de vida.

**Figura 2.2** Emisiones GEI de Chile por sector en 2013 con detalle del sector Energía, MtCO<sub>2</sub>e



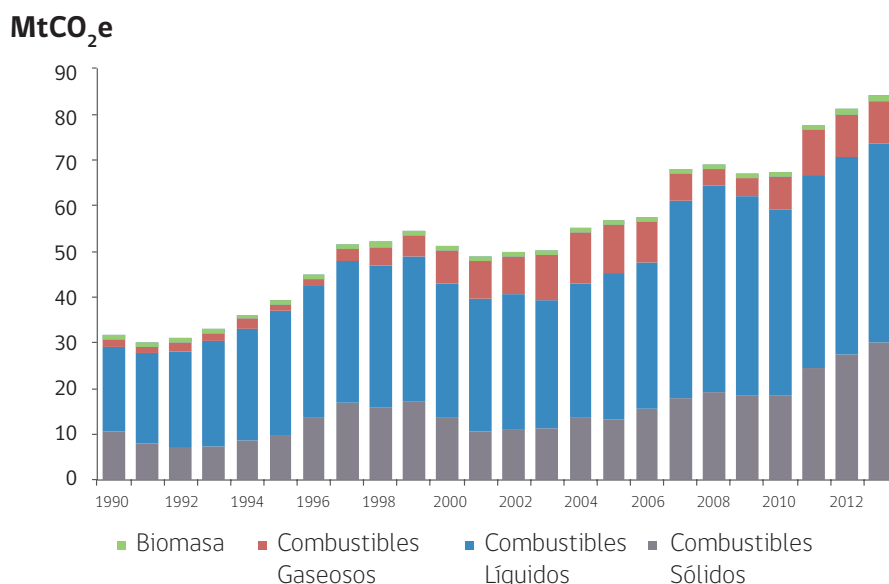
Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile 1990-2013 (SNI Chile, 2016)

**Figura 2.3** Porcentaje de emisiones de GEI en Chile, Sector Energía, por tipo de combustible 2013



Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile 1990-2013 (SNI Chile, 2016)

**Figura 2.4** Emisiones GEI de Chile, por tipo de combustible 1990-2013, MtCO<sub>2</sub>e



Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile 1990-2013 (SNI Chile, 2016)

Por lo tanto, el país se enfrenta al desafío de cómo abordar las crecientes necesidades energéticas y al mismo tiempo, reducir las emisiones de GEI asociadas principalmente a la quema de

combustibles fósiles, y lograr desacoplar el uso de energía de estas emisiones. La siguiente sección describe cómo se puede abordar esta situación, por medio de un paquete de políticas y medidas bien diseñadas.

### 3. DESARROLLO DE UNA POLÍTICA INTEGRADA QUE PROMUEVA UNA TRANSICIÓN BAJA EN CARBONO EN EL SECTOR ENERGÉTICO CHILENO

Para alcanzar los compromisos internacionales que ha asumido el país y avanzar hacia un desarrollo bajo en carbono para el sector energético, Chile necesita implementar un paquete de medidas que generen los incentivos correctos para promover la inversión en tecnologías bajas en carbono y alentar un cambio en las prácticas productivas y de consumo, a través de sectores energéticos relevantes: generación, transporte, industrial y minero, comercial, público y residencial. Esta combinación de medidas necesitan estar alineadas con las políticas nacionales de energía y con las circunstancias específicas del país.

Con esta mirada, el siguiente plan se desarrolló considerando:

- » Las mejores prácticas a nivel internacional de mitigación para los subsectores seleccionados.
- » El análisis de la Política Energética Nacional (PEN) al 2050, la cual establece el referente principal y un marco de metas, objetivos y medidas construidas de manera amplia entre el Estado, sector privado, academia y sociedad civil.
- » La consulta de las medidas con actores claves del sector, tanto públicos como privados, a través de entrevistas y talleres.

#### 3.1 Avances a la fecha

Los esfuerzos de mitigación de GEI en el país se vienen desarrollando a lo largo del tiempo. En específico, Chile ya ha adoptado una serie de medidas importantes, que directa o indirectamente han apoyado el desarrollo de una política de cambio climático en el sector energético.

Entre las más relevantes se pueden nombrar:

- » El perfeccionamiento de la competencia de los procesos de licitaciones eléctricas, Ley N°20.805/2015, que ha permitido mejorar la competitividad de las tecnologías renovables, gracias al establecimiento de bloques horarios y de estacionalidad para ciertas tecnologías.
- » La promulgación de la Ley de Transmisión (Ley N°20.936/2016), la cual considera entre otros temas: una planificación de largo plazo de la expansión de la transmisión, un nuevo sistema de remuneración que simplifica el sistema actual, mayores facilidades para la conexión de los nuevos proyectos de generación y la creación de un nuevo Coordinador del Sistema Eléctrico, el cual será independiente de las empresas generadoras.

- « 4. [http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/agenda\\_de\\_energia\\_version\\_completa\\_esp.pdf](http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/agenda_de_energia_version_completa_esp.pdf)
5. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=270212>
6. <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1055402>
7. La Ley de Energías Renovables No-Convencionales de 2008 (Ley N°20.257 y Ley N°20.698)
8. <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1067194>
9. <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1067194>
10. <http://www.bcn.cl/historiadelaley/historia-de-la-ley/4547/>
- » La promoción de la eficiencia energética y el despliegue de las energías renovables a través de la Agenda Nacional de Energía<sup>4</sup>, la cual complementa la Ley N°20.257/2008<sup>5</sup> y Ley N°20.698/2013<sup>6</sup>, que establece que el 20% de los retiros por inyecciones deben provenir de fuentes ERNC<sup>7</sup>.
- » La introducción de nuevas políticas y leyes para mejorar la eficiencia energética nacional e industrial, como el Sello de Eficiencia Energética y El Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 (PAEE20).
- » La introducción de un impuesto a las emisiones de dióxido de carbono producidas por establecimientos cuyas fuentes fijas, conformadas por calderas o turbinas, sumen una potencia térmica mayor o igual a 50MWt (megavatios térmicos), la cual entró en vigor en enero del año 2017, bajo la Ley N°20.780/2014<sup>8</sup>.
- » El desarrollo e implementación de la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable, que proveerá las directrices y metas para el uso de energía del sector, en lo relacionado a agua y desechos en el corto, mediano y largo plazo.
- » La introducción de un impuesto a la venta de vehículos ligeros, que grava las emisiones de contaminantes locales indirectamente, al cobrar un impuesto más alto inversamente proporcional al desempeño del vehículo, bajo la Ley N°20.780/2014<sup>9</sup>.
- » El establecimiento de una Ley de Net Billing (Ley N°20.571/2012<sup>10</sup>) que ayudará a promover la integración de tecnologías

renovables dentro de la red de distribución nacional.

### 3.2 Criterios de evaluación

En el marco de la Política Energética Nacional, este plan identificó medidas, evaluó sus condiciones para ser implementadas y su potencial de mitigación, costo eficiencia y factibilidad para finalmente proponer aquellas alternativas que pueden conformar un plan de implementación coherente para el sector. El detalle de esta evaluación se encuentra en el Anexo B del presente documento.

El plan busca enfocarse en aquellas oportunidades que surgen principalmente a partir del marco de la Política Energética Nacional al año 2050, y por lo tanto, da cuenta primero del potencial de esta política para reducir las emisiones, complementándolo con aquellas que se consideran críticas para preparar al país para un esfuerzo adicional en el futuro. En términos de mitigación, este plan tiene una base importante en la PEN, la cual es una política que ha sido validada de manera política, social y técnica y que tiene otros co-beneficios asociados como la reducción de contaminación local, seguridad energética, acceso a energía, menores precios de la electricidad, entre otros.

Desarrollar una combinación efectiva de medidas de mitigación que sea adecuada para Chile, implica elegir entre diferentes alternativas. La experiencia internacional demuestra que las reducciones de emisiones pueden lograrse mediante diferentes caminos, que pueden estar constituidos por instrumentos basados en el mercado, como los impuestos y los sistemas de comercio de derechos de emisión, incentivos financieros tales como donaciones

y préstamos en condiciones favorables, y a través de enfoques normativos más tradicionales, tales como obligaciones y estándares. La determinación de las opciones para Chile implica una cuidadosa evaluación de las alternativas de política, considerando las circunstancias especiales del sector energético chileno, la naturaleza precisa de las barreras enfrentadas y el marco de la Política Energética Nacional (PEN). El proceso de selección consideró diferentes alternativas, las cuales fueron evaluadas con tres criterios relevantes (Anexo B) y un proceso de consulta con las partes interesadas, que tomó en cuenta la experiencia y las opiniones del sector público, privado, academia y la sociedad civil. De esta forma los paquetes de medidas que son parte del presente plan, buscan maximizar los siguientes criterios clave:

» **Eficacia medioambiental:** las medidas deberían lograr reducciones reales de las emisiones, a nivel nacional y mundial, al mismo tiempo que se minimizan los impactos ambientales indirectos.

» **Aceptabilidad política:** las medidas deben ser aceptables para las entidades involucradas y deben tener en cuenta los impactos y riesgos asociados a los grupos afectados, incluyendo hogares, empresas y comunidades.

» **Factibilidad de implementación:** las medidas deben ser factibles de implementar, dada la realidad nacional (instituciones, recursos humanos y financieros) y el marco legal vigente.

Además, un principio rector en el desarrollo de un paquete de medidas ha sido considerar la PEN como un marco relevante de análisis en

la selección de las medidas de mitigación. Es importante destacar que para que Chile avance más allá de su meta de 2030, como parte del desafío internacional para actualizar su compromiso cada cinco años en el marco del Acuerdo de París, se debe evaluar cómo aquellas tecnologías en etapa de maduración, podrían aplicarse a Chile en un mediano y largo plazo, y ayudar a crear un mercado para éstas en el país. Al mismo tiempo se debe generar una vigilancia tecnológica permanente, para asegurar que se integren en estos ajustes las nuevas tendencias en términos de tecnologías y de mercado.

### 3.3 Marco de referencia de políticas clave para la identificación de medidas del plan

El desarrollo energético de Chile para el largo plazo está estratégicamente guiado por la Política Energética Nacional, instrumento que fue construido a través de un proceso participativo, denominado "Energía 2050". Esta política contiene distintas metas para el sector energético, incluyendo objetivos para la generación de energía renovable y de eficiencia energética (Recuadro 3.1).

## Recuadro 1.2

## Energía 2050: Política Energética Nacional de Chile

La Política Energética Nacional tiene por visión: *"el sector energético de Chile al año 2050 es la de un sector energético confiable, inclusivo, competitivo y sostenible. La energía será un motor de desarrollo del país, pero no de cualquier tipo: un desarrollo consciente de las personas, del medio ambiente y de la productividad, en un proceso continuo de mejoramiento de las condiciones de vida. En definitiva, se establece como objetivo avanzar hacia una energía sustentable, en todas sus dimensiones, basada en estos cuatro atributos de confiabilidad, inclusividad, competitividad y sostenibilidad ambiental".*

Para hacer de esta visión una realidad para el año 2050, la Política Energética propone cuatro pilares fundamentales:

- Calidad y Seguridad de Suministro
- Energía como Motor de Desarrollo
- Energía Compatible con el Medio Ambiente, y
- Eficiencia y Educación Energética

Las medidas y plan de acción propuestos por el sector energético serán desarrolladas en base a estos pilares desde ahora hasta el 2050. Energía 2050 también presenta un número importante de metas para el sector energético en los años 2035 y 2050. Estas incluyen:

» **Emisiones GEI:** (Meta 2035) Contribuir al compromiso de la COP 21, según el cual al 2030 debemos reducir en un 30% de la intensidad de las emisiones de GEI del país, respecto del 2007. (Meta 2050) Las emisiones de GEI del sector energético chileno son coherentes con los límites definidos por la ciencia a nivel global y con la correspondiente meta nacional de reducción, promoviendo medidas de mitigación costo efectivas.

» **Energía renovable:** (Meta 2035) Más del 60% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables. (Meta 2050) Al menos el 70% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables.

» **Eficiencia energética:** (Meta 2035) El 100% de los grandes consumidores de energía industriales, mineros y del sector transporte deberán hacer un uso eficiente de la energía, con activos sistemas de gestión de energía e implementación activa de mejoras de eficiencia energética. El 100% de vehículos nuevos licitados para transporte público

de pasajeros incluyen criterios de eficiencia energética entre las variables a evaluar. (Meta 2050) El 100% de las edificaciones nuevas cuentan con estándares de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) de construcción eficiente, y cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía. El 100% de las principales categorías de artefactos y equipos que se venden en el mercado corresponden a equipos energéticamente eficientes.

» **Precios de la electricidad:** (Meta 2035) Chile se encuentra entre los 5 países OCDE con menores precios promedio de suministro eléctrico, a nivel residencial e industrial. (Meta 2050) Chile se encuentra entre los 3 países OCDE con menores precios promedio de suministro eléctrico a nivel residencial e industrial.

» **Acceso a la energía y confiabilidad:** (Meta 2035) El 100% de viviendas de familias vulnerables con acceso continuo y de calidad a los servicios energéticos. La indisponibilidad de suministro eléctrico promedio, sin considerar fuerza mayor, no supera las 4 horas/año en cualquier localidad del país. (Meta 2050) 100% de la población con acceso continuo y de calidad a los servicios energéticos. La indisponibilidad de suministro eléctrico promedio, sin considerar fuerza mayor, no supera a una hora/año en cualquier localidad del país.

» **Matriz de combustibles:** (Meta 2035) Al menos 50% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles. (Meta 2050) Al menos 65% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles.

La Política Energética Nacional contiene lineamientos específicos, con metas relevantes para el sector energético hasta el año 2050. Estos entregan una base importante para el diseño de medidas de mitigación, por ejemplo, ayudando a definir objetivos específicos y metas para impulsar la reducción del consumo energético y el uso sustentable de energía. La Tabla 3.1 muestra la cobertura de estos lineamientos y su relación con los sectores claves analizados. Se puede ver que mientras algunos lineamientos de la PEN apuntan a temas relacionados con sectores específicos (lograr un cambio modal hacia formas de transporte más sustentable), otros son transversales en su naturaleza,

como por ejemplo, aquellos que apuntan a aumentar el uso de energías renovables en las empresas y consumidores. Por lo tanto, la PEN provee un importante y estratégico marco dentro del cual las medidas de mitigación propuestas pueden ser implementadas, y que a la vez, apoyan en lograr lo comprometido en la CND. Estas medidas de mitigación, además, pueden generar co-beneficios importantes, tales como reducir los niveles de contaminación local y mejorar la independencia energética del país.

A continuación, se presentan los lineamientos de la PEN que están relacionados con la mitigación del cambio climático.



**Tabla 3.1** Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional que contribuyen a la mitigación del cambio climático

Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
<b>PILAR 1: SEGURIDAD Y CALIDAD DE SUMINISTRO</b>							
LINEAMIENTO 5: Promover un sistema inteligente de producción y gestión descentralizada de la energía para los sectores residencial, público y comercial, no sólo para usuarios particulares, sino también para cooperativas, municipalidades y organizaciones interesadas.				✓		El sistema eléctrico es completamente bidireccional con sistemas de tecnologías de la información que permiten producir y gestionar la energía a todo nivel, en forma similar a otros países OECD.	El sector público, comercial y residencial aprovecha su potencial de generación distribuida y gestión de la demanda eléctrica.
LINEAMIENTO 6: Promover un intercambio regional eficiente que aumente la flexibilidad del sistema eléctrico.	✓					La interconexión de Chile con los demás países miembros del SINEA, así como con otros países de Sudamérica, particularmente los del MERCOSUR, es una realidad.	La integración energética regional es una realidad, va en beneficio de la seguridad de abastecimiento y es económicamente eficiente.

Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
<b>PILAR 2: ENERGÍA COMO MOTOR DE DESARROLLO</b>							
<b>LINEAMIENTO 9:</b> Asegurar que el desarrollo energético favorezca el desarrollo local definido por las comunidades, de manera coherente con la estrategia nacional y regional, y promoviendo la implementación de desarrollos energéticos y proyectos impulsados por pequeños productores y comunidades interesadas en aprovechar los recursos energéticos de su territorio.					✓	<p>La totalidad de los proyectos energéticos desarrollados en el país cuenta con mecanismos de asociatividad comunidad / empresa, que contribuyen al desarrollo local y a un mejor desempeño del proyecto.</p> <p>Las comunidades aprovechan proyectos energéticos, ya sea a través de la gestión de recursos propios y/o mediante mecanismos de asociatividad, que sean económicamente viables, contribuyan al desarrollo local y sean de su interés.</p>	<p>La totalidad de los proyectos energéticos desarrollados en el país cuenta con mecanismos de asociatividad comunidad / empresa, que contribuyen al desarrollo local y un mejor desempeño del proyecto.</p> <p>Las comunidades aprovechan proyectos energéticos, ya sea a través de la gestión de recursos propios y/o mediante mecanismos de asociatividad, que sean económicamente viables, contribuyan al desarrollo local y sean de su interés.</p>

Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
LINEAMIENTO 16: Reducir las distancias y el número de viajes para mayor eficiencia del sistema de transporte.		✓				Sin Meta	100% de los planes e instrumentos de desarrollo urbano de las principales ciudades, incorporan como criterios de formulación y evaluación, variables de eficiencia del sistema de transporte tales como longitud y tiempos de viaje para la realización de actividades.

Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
<b>PILAR 3: ENERGÍA COMPATIBLE CON EL MEDIO AMBIENTE</b>							
LINEAMIENTO 21: Promover una alta penetración de energías renovables en la matriz eléctrica.	✓					<p>Más del 60% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables.</p> <p>El complemento de esta matriz renovable deberá utilizar al máximo la infraestructura de generación que contribuya a un desempeño eficiente del sistema, privilegiando los nuevos desarrollos con tecnologías bajas en emisiones y que sean costo-eficientes, como el Gas Natural en la actualidad, y otras fuentes que se desarrollen en el futuro.</p>	<p>Al menos el 70% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables.</p> <p>El complemento de esta matriz renovable deberá utilizar al máximo la infraestructura de generación que contribuya a un desempeño eficiente del sistema, privilegiando los nuevos desarrollos con tecnologías bajas en emisiones y que sean costo-eficientes.</p>
LINEAMIENTO 22: Promover un desarrollo hidroeléctrico sustentable que permita alcanzar una alta participación renovable en la matriz eléctrica.	✓					Cumplir con la función de proveer flexibilidad y seguridad al sistema eléctrico a través de su capacidad de regulación.	Contribuir de manera significativa a la meta de penetración del 70% de energías renovables al sistema.

Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
LINEAMIENTO 23: Fomentar la participación de combustibles de bajas emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos en la matriz energética.	✓	✓	✓	✓	✓	Al menos 50% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles.	Al menos 65% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles.
LINEAMIENTO 24: Promover la producción y uso sustentable de biomasa forestal con fines energéticos para resguardar el patrimonio natural y la salud de las personas.					✓	<p>La regulación de la biomasa forestal como combustible sólido se encuentra completamente implementada.</p> <p>40% de los bosques nativos que producen leña y biomasa forestal cuentan con regulaciones de manejo y producción sustentable del recurso, de acuerdo a estándares nacionales y/o internacionales.</p>	<p>Los bosques nativos que producen leña y biomasa, son regulados y manejados de acuerdo a estándares nacionales y/o internacionales.</p> <p>El uso de calefacción colectiva a biomasa con emisiones superiores a 0,5 g/h en cualquier régimen de operación es predominante en zonas saturadas o latentes.</p> <p>30% de los calefactores han sido recambiados, de acuerdo a un estándar mínimo, en zonas saturadas o latentes.</p>

Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
LINEAMIENTO 26: Promover la reducción de las emisiones GEI en el sector energético.	✓	✓	✓	✓	✓	<p>Contribuir al compromiso de la COP 21.</p> <p>Se aplica un Plan de Mitigación de Emisiones de GEI del sector energía.</p> <p>Existe un mecanismo de revisión periódica de los instrumentos de política pública aplicados para lograr las metas de mitigación de GEI. Actualmente se está analizando como avanzar en instrumentos de precio, en particular, si es necesario subir el nivel de impuesto al carbono actual, modificar su cobertura y/o diseño; la posibilidad de reemplazar el impuesto o combinarlo con un sistema de permisos transables; la posibilidad de introducir mecanismos de compensaciones; diseño de sistema MRV que viabilice el uso de estos instrumentos.</p> <p>Se aplica un Plan de Adaptación del sector energía al cambio climático, dentro del marco de un plan nacional al respecto.</p>	Las emisiones de GEI del sector energético chileno son coherentes con los límites definidos por la ciencia a nivel global y con la correspondiente meta nacional de reducción, promoviendo medidas de mitigación costo-efectivas.

Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
LINEAMIENTO 27: Reportar y gestionar las emisiones directas e indirectas y el impacto ambiental.	✓	✓	✓	✓	✓	100% de las empresas de mayor tamaño reportan y gestionan sus emisiones de GEI, de manera compatible con los compromisos adquiridos por el país.	Empresas representativas del 95% del consumo energético del sector productivo reportan y gestionan sus emisiones de GEI, de manera compatible con los compromisos adquiridos por el país.

Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
<b>PILAR 4: EFICIENCIA Y EDUCACIÓN ENERGÉTICA</b>							
LINEAMIENTO 28: Formar un mercado robusto de consultores y empresas de servicios energéticos.			✓	✓		Se ha logrado consolidar el mercado de servicios energéticos en el sector público y privado existiendo una cultura arraigada del uso eficiente de la energía en estos sectores.	Chile se convierte en exportador de servicios de eficiencia energética.
LINEAMIENTO 29: Implementar progresivamente herramientas de gestión energética validadas por entidades competentes.			✓	✓	✓	<p>100% de los grandes consumidores de energía industriales y mineros y del sector transporte deberán hacer un uso eficiente de la energía, con activos sistemas de gestión de energía de implementación activa de mejoras de eficiencia energética.</p> <p>70% de las principales categorías de artefactos y equipos que se venden en el mercado corresponden a equipos energéticamente eficientes.</p>	<p>El crecimiento del consumo energético está desacoplado del crecimiento del producto interno bruto.</p> <p>Los sectores de transporte, minero e industrial se convierten en modelos regionales de eficiencia energética.</p> <p>100% de las principales categorías de artefactos y equipos que se venden en el mercado corresponden a equipos energéticamente eficientes.</p>



Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
LINEAMIENTO 30: Utilizar los recursos disponibles localmente y aprovechar los potenciales energéticos en los procesos productivos.			✓			Sin Metas	100% de las oportunidades viables (desde una perspectiva técnica, económica y financiera) sobre uso de recursos locales y aprovechamiento de potenciales energéticos identificadas en las auditorías son implementadas.

Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
<b>LINEAMIENTO 31:</b> Edificar de manera eficiente por medio de la incorporación de estándares de eficiencia energética en el diseño, construcción y reacondicionamiento de edificaciones, a fin de minimizar los requerimientos energéticos y las externalidades ambientales, alcanzando niveles adecuados de confort.				✓		100% de las edificaciones de uso público y edificaciones de uso residencial nuevas cuentan con estándares OECD de construcción eficiente.  Todas las edificaciones de uso residencial que se venden en el país informan el consumo energético de éstas.  Todas las edificaciones de uso público en el país informan su consumo energético.  El Sector Público tiene altos estándares de eficiencia energética en sus instalaciones y proyectos, cumpliendo con su rol ejemplificador.	100% de las edificaciones nuevas cuentan con estándares OECD de construcción eficiente, y cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.  100% de las edificaciones existentes informan su consumo energético al momento de la venta.
<b>LINEAMIENTO 32:</b> Promover sistemas de control, gestión inteligente y generación propia que permitan avanzar hacia edificaciones con soluciones eficientes para sus requerimientos energéticos.				✓		30% de las edificaciones cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.	100% de edificaciones nuevas cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.

Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRUA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
LINEAMIENTO 33: Fortalecer el mercado de la edificación eficiente, avanzando hacia el desarrollo de mercados locales más productivos y eficientes.					✓	Todas las regiones del país cuentan con proveedores locales de materiales y servicios que permiten satisfacer el mercado de la eficiencia energética en el sector construcción.	El mercado de la eficiencia energética en construcción en Chile permite satisfacer las necesidades de todas las localidades del país.

Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
LINEAMIENTO 34: Mejorar la eficiencia energética de los vehículos y de su operación.		✓				<p>100% de los modelos de vehículos de transporte caminero que se comercializan nuevos cuentan con una etiqueta de eficiencia energética.</p> <p>100% de vehículos nuevos licitados para transporte público de pasajeros incluyen criterios de EE entre las variables a evaluar.</p> <p>100% de los vehículos de transporte caminero que adquiere el Estado incorpora en su evaluación de compra criterios de EE.</p> <p>Se reduce al mínimo el desfase con estándares internacionales sobre EE, emisión de contaminantes locales y emisión de GEI en los modos caminero y aéreo.</p> <p>Existen estándares de Eficiencia Energética para el parque de vehículos nuevos livianos.</p>	Chile ha adoptado los más altos estándares internacionales sobre eficiencia energética en los distintos modos de transporte: caminero, aéreo, marítimo y ferroviario.

Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
LINEAMIENTO 35: Fomentar el cambio modal hacia alternativas de transporte más eficientes.		✓				<p>Al menos 6% de participación de bicicletas en grandes ciudades.</p> <p>Se mantiene la participación del transporte público, en las ciudades grandes e intermedias, pese al aumento neto de vehículos particulares.</p> <p>Al menos 15% de partición modal del ferrocarril en el transporte de carga.</p>	<p>Al menos 10% de participación de bicicletas en ciudades medianas y pequeñas.</p> <p>Se mantiene la participación del transporte público en la partición modal de las ciudades grandes e intermedias, pese al aumento neto de vehículos particulares.</p> <p>Al menos 15% de partición modal del ferrocarril en el transporte de carga.</p>

Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
<b>LINEAMIENTO 36:</b> Asegurar que la población cuente con información masiva, oportuna, clara y transparente, en cuanto a deberes y derechos como consumidores, respecto de la energía en todos sus ámbitos, incluyendo el desarrollo energético y sus impactos sobre las comunidades y el medio ambiente, energías alternativas y métodos alternativos.					✓	Toda la población interesada en energía es un agente informado.	Toda la población interesada en energía es un agente informado.



Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
LINEAMIENTO 37: Diseño, implementación y seguimiento de una estrategia educativa energética que consolide y articule las distintas iniciativas desarrolladas por el ministerio y de las instituciones asociadas.					✓	<p>100% de los planes de educación formal incorporan contenidos transversales sobre desarrollo energético.</p> <p>Programas nacionales de concientización y difusión sobre buen uso de la energía y energía sustentable, con enfoque macro zonal, que recogen las particularidades de los territorios y sus comunidades, están desarrollados e implementados.</p> <p>Programas nacionales de educación energética con enfoque macro zonal, que recogen las particularidades de los territorios y sus comunidades, están desarrollados e implementados.</p>	La cultura energética está instalada en todos los niveles de la sociedad, incluyendo los productores, comercializadores, consumidores y usuarios.



Lineamientos estratégicos de la Política Energética Nacional	SECTORES					METAS	
	GENERACIÓN	TRANSPORTE	INDUSTRIA	CPR	TRANSVERSAL	METAS AL AÑO 2035	METAS AL AÑO 2050
LINEAMIENTO 38: Desarrollar capital humano profesional y técnico para la producción, uso y gestión sustentable de la energía.					✓	Programas nacionales de formación de capacidades para el desarrollo con enfoque macro zonal, que recogen las particularidades de los territorios y sus comunidades, están desarrollados e implementados.	Una nueva cultura energética está instalada en las instituciones públicas y privadas.

### 3.4 Paquetes de medidas del plan de mitigación

A continuación, se presenta un resumen de los paquetes de medidas diseñados para cada subsector, proceso que fue detallado en la sección 1.1, el cual consideró una revisión bibliográfica y un proceso participativo, todo lo cual generó la siguiente información relevante:

- » Análisis de barreras de las opciones de mitigación: Anexo A
- » Análisis de instrumentos de política para el sector de energía: Anexo B-1
- » Criterios para la evaluación de políticas: Anexo B-2

▸ Generación de Electricidad: Anexo B-3.2

▸ Transporte: Anexo B-3.3

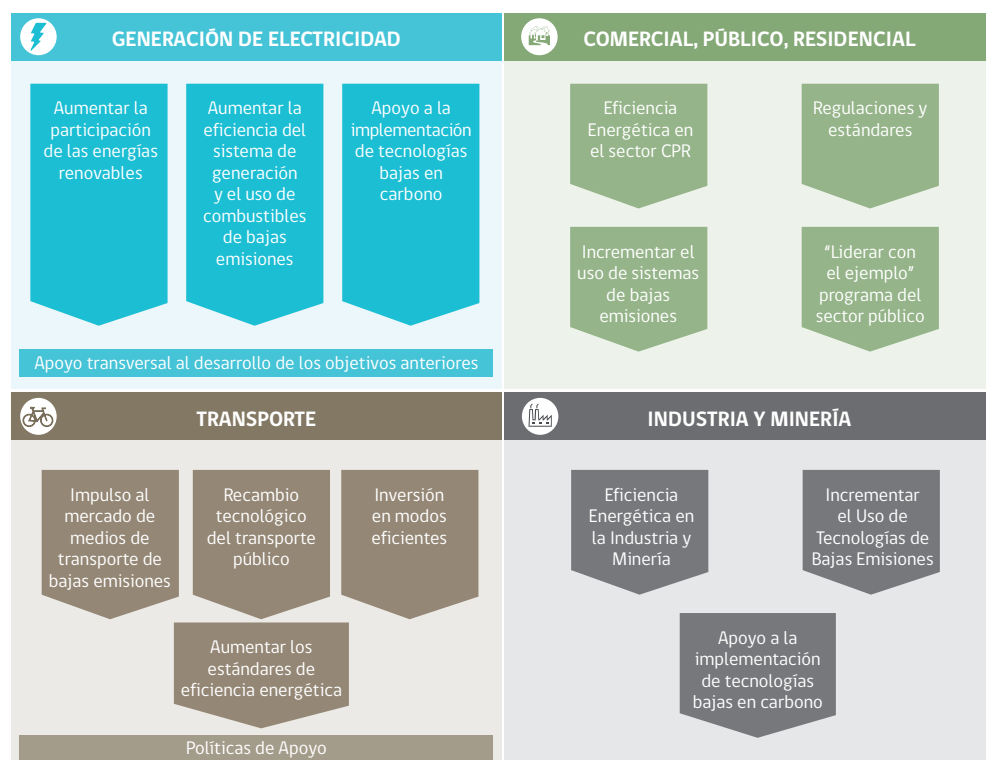
▸ Industria y Minería: Anexo B-3.4

▸ Comercial, Público y Residencial: Anexo B-3.5

» Principales variables de la modelación: Anexo C

La Figura 3.1 resume los paquetes de medidas, que son parte del plan de mitigación. El detalle y el desarrollo de cada paquete se presenta a continuación, mientras que las acciones que forman parte del plan, se presentan en la sección cinco del presente documento.

**Figura 3.1** Paquetes de Medidas clave que componen el plan de mitigación del sector de energía



### 3.4.1 Generación de Electricidad

En el año 2013, el sector de generación de electricidad fue responsable de emitir 34,4 MtCO<sub>2</sub>e, lo cual corresponde a un 31,3% del total de emisiones del país (excluyendo UTCUTS). El uso de energías renovables tales como la hidroelectricidad, eólica y solar, es clave para poder reducir la intensidad de emisiones del sector, ya que una matriz eléctrica menos contaminante podría tener un rol relevante a futuro, especialmente si el país apuesta por la electromovilidad o un mayor uso de la electricidad en los distintos sectores.

«

11. Energía proveniente de fuentes renovables (incluyendo biomasa), pero que no sobrepase los 40MW de capacidad

El país ha implementado diversas políticas para poder lograr el objetivo de aumentar la participación de las energías renovables en la matriz eléctrica. La Ley N°20.257/2008

y luego su modificación con la Ley N°20.698/2013, establece la obligación de que un 20% de los retiros de energía eléctrica al 2025 sean con energías renovables no convencionales<sup>11</sup>. Además de lo anterior, el país ha introducido un mecanismo de precio del carbono el año 2014, en la forma de un impuesto de 5 USD/tCO<sub>2</sub> y que empezó a operar el año 2017, con el objeto de crear incentivos económicos adicionales para la generación con tecnologías bajas en emisiones. Los mecanismos de licitaciones también fueron perfeccionados, mediante la Ley N°20.805 del año 2015, la cual en conjunto con los avances tecnológicos, ha permitido que las energías renovables puedan competir con otras tecnologías más contaminantes.

Otro punto relevante ha sido la promulgación de la Ley de Transmisión (Ley N°20.936/2016), la cual genera entre otros temas: una planificación de largo plazo de la expansión de la transmisión, un nuevo sistema de remuneración que simplifica el sistema actual, mayores facilidades para la conexión de los nuevos proyectos de generación y la creación de un nuevo Coordinador del Sistema Eléctrico.

En conjunto con lo anterior, la Ley de Generación Distribuida (Ley N°20.571/2012) que entró en vigencia a fines de octubre de 2014, ha permitido a los clientes regulados de las empresas distribuidoras, generar parte de la electricidad que consumen con proyectos propios (en general de ERNC), e inyectar a la red los excedentes que no puedan consumir y que éstos sean valorizados, cuando esta situación ocurre. De esta manera, distintos sectores económicos (público, industria, agricultura, servicios, educación y residencial), han ido incorporando estas oportunidades de forma creciente.

Respecto a los aspectos de diseño de las redes eléctricas y la administración de los riesgos, entre ellos los de incendios forestales, se está trabajando en actualizar la Norma NSEG 5.E.N71 "Electricidad. Instalaciones eléctricas de corrientes fuertes", usando como principio lo establecido en normas y prácticas internacionales, y que permita el desarrollo de nuevas tecnologías. Entre los temas que aborda esta regulación, está la responsabilidad de las empresas eléctricas, y de los propietarios de predios con servidumbre para facilitar el acceso para mantenciones e incorporación de sistemas de gestión de riesgo, entre otras materias. Esta reglamentación contará

además con 17 pliegos técnicos, entre los que destacan: franja y distancia de seguridad, protección contra incendios, operación y mantenimiento y, sistema de gestión de riesgo, entre otros.

El conjunto de medidas indicadas a continuación, supone un conjunto más amplio de medidas que aquellas necesarias para cumplir con la Contribución Nacionalmente Determinada, y que son necesarias para preparar al país para esfuerzos adicionales que puedan existir en el futuro. En el caso de la generación de electricidad, por ejemplo, una medida de apoyo importante es poder contar con un sistema robusto y flexible, que permita la incorporación de fuentes intermitentes. Distintas tecnologías de generación- renovables y convencionales- como también de almacenamiento, podrán aportar flexibilidad al sistema de acuerdo a las exigencias operacionales de los sistemas eléctricos del país y de acuerdo al principio de neutralidad tecnológica.

En el ejercicio de este plan, y con el objetivo de visualizar el impacto en reducción de emisiones, se analiza un escenario hipotético de retiro de centrales termoeléctricas que asume que más de 200 MW de capacidad térmica a carbón salen del parque de generación. Esta es una medida que no está contenida en la PEN y se propuso con el fin de estimar su impacto en alcanzar el 30% de reducción de nuestra intensidad de emisiones. Un instrumento posible para concretar tal medida- no incluida explícitamente en la PEN pero sí en el PANCC 2017-2022- se asocia a evaluar la factibilidad de aumentar los niveles de exigencia de la normativa de límite de emisiones o mejorar los estándares de eficiencia para dicho parque generador. Otras alternativas para gatillar

esta medida incluyen la aplicación de mecanismos de instrumentos de precio al carbono, o incluso instrumentos voluntarios como un acuerdo de producción limpia. De todas formas, es importante crear las

condiciones para gatillar la discusión entre los diferentes actores que viabilice la creación o modificación de los instrumentos requeridos para la concreción del escenario que propone esta medida.

Tabla 3.2 Paquetes de medidas del sector generación

Sector	Paquete	Medidas propuestas
GENERACIÓN	Aumentar la participación de las energías renovables	Incrementar la flexibilidad del sistema eléctrico (incluyendo la interconexión regional).
		Plataformas de información pública sobre energías renovables en Chile.
		Regulación para el ordenamiento territorial que apoye el proceso de instalación de las distintas fuentes renovables.
		Política de ciencia, tecnología e innovación en energía.
		Desarrollo de proyectos de tecnologías emergentes.
	Aumentar la eficiencia del sistema de generación y el uso de combustibles de bajas emisiones	Revisión de la actual norma de emisión de centrales termoeléctricas, con el fin aumentar las exigencias actuales.
		Fomento a las medidas de eficiencia energética en centrales termoeléctricas.
		Monitoreo de la construcción de infraestructura de terminales a gas.
	Apoyo a la implementación de tecnologías bajas en carbono	Generación de información relevante para implementación de sistemas CCSU.
		Generación de información relevante para otros sistemas bajos en emisiones de GEI (gas, hidrógeno u otros).
	Apoyo transversal al desarrollo de los objetivos anteriores	Implementación de mecanismos de precio al carbono y otras herramientas.
		Mitigación de riesgos por emisiones por incendios provocados por tendidos eléctricos.

A continuación, se presenta una ficha resumen de cada paquete de política propuesto, y cuyas acciones se detallan en la sección 5.2.1.

**Paquetes de medidas del Sector Generación de Electricidad**

*Aumentar la participación de las energías renovables*

Paquete N°1	
Objetivo	Fomentar y apoyar el proceso de inversión en energías renovables, buscando reducir las barreras que enfrentan las nuevas tecnologías, para que sean competitivas en el mercado.
Meta asociada a Energía 2050 al año 2035	<p>Más del 60% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables.</p> <p>El complemento de esta matriz renovable deberá utilizar al máximo la infraestructura de generación que contribuya a un desempeño eficiente del sistema, privilegiando los nuevos desarrollos con tecnologías bajas en emisiones y que sean costo-eficientes, como el gas natural en la actualidad, y otras fuentes que se desarrollen en el futuro.</p>
Alcance	Sector Generación de Electricidad
Medidas	<p>Incrementar la flexibilidad del sistema eléctrico (incluyendo la interconexión regional).</p> <p>Plataformas de información pública sobre energías renovables en Chile.</p> <p>Regulación para el ordenamiento territorial que apoye el proceso de instalación de las distintas fuentes renovables, en concordancia con la Política Nacional de Ordenamiento Territorial y la metodología que se defina para elaborar los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial.</p> <p>Política de ciencia, tecnología e innovación en energía.</p> <p>Desarrollo de proyectos de tecnologías emergentes.</p>
Actores relevantes	<p>Sector Privado: Inversores.</p> <p>Sector Público: Ministerio de Energía, Comisión Nacional de Energía (CNE), Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), Ministerio de Hacienda, Coordinador Eléctrico Nacional, Ministerio del Medio Ambiente, Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE), Ministerio de Agricultura (CONAF) y Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU).</p>
Co-Beneficios esperados	<p>Reducción de contaminantes locales.</p> <p>Mayor independencia energética.</p> <p>Desarrollo económico.</p>



<b>Paquete N°1</b> (Continuación)	
Barreras y desafíos	Anexo A Análisis detallado de barreras por tecnología
Áreas de interacción con otras políticas y regulaciones.	Ley N°20.257/2008 y Ley N°20.698/2013 (Cuotas ERNC) Impuesto a las emisiones de CO <sub>2</sub> Licitaciones Bienes Nacionales, Terrenos fiscales Ordenamiento Territorial
Reducción de emisiones al año 2030 versus escenario de referencia	1,1 Millones de tCO <sub>2</sub> e (asume instalación de 1000 MW de Energía Renovable (ER) con capacidad de regulación al año 2030, adicionales a la instalación de otras tecnologías renovables intermitentes).
<b>Roles institucionales y acciones</b>	
Instituciones involucradas y roles requeridos	Ministerio de Energía: Monitorear, apoyar la búsqueda de recursos financieros a nivel internacional y apoyar la generación de instrumentos de política y regulaciones, que apoyen la reducción de barreras asociadas a las energías renovables CNE: Regulación sector energético.
Proceso de implementación y desafíos	Remover barreras de entrada para ER para así gatillar inversión privada de los proyectos. Esto puede ser a nivel regulatorio, de búsqueda de apoyo financiero internacional, mejorar la información disponible, entre otras medidas.
Capacidades necesarias y recursos requeridos	Planificar, regular y generar normativa para incorporar las tecnologías emergentes en la matriz nacional de energía. Manejo detallado de las fuentes de financiamiento internacional y conocimiento para postular a fondos de este tipo.
<b>Factores económicos y necesidades financieras</b>	
Descripción de costos	Apoyo a generar la regulación y reducción de barreras.
Requerimiento estimado de financiamiento adicional para entidades estatales (2018-2030)	Presupuesto Estimativo: 17.830 Millones de Pesos (Detalle sección 5.2.1).
Barreras Financieras	Obtención de financiamiento internacional, debido a la categoría de país OCDE, y de país en vías de desarrollo.

## Aumentar la eficiencia del sistema de generación y el uso de combustibles de bajas emisiones

Paquete N°2	
Objetivo	Buscar aumentar la eficiencia en la generación de electricidad y reducir las emisiones de aquellas centrales más contaminantes. Esto implica poder establecer, por ejemplo sistemas ISO 50.001 en las plantas, así como reforzar la normativa de emisiones de las centrales termoeléctricas.
Meta asociada a Energía 2050 al año 2035	Al menos 50% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles.
Alcance	Sector Generación de Electricidad
Medidas	Crear o modificar instrumentos (p. ej. normas de emisión) que reduzcan las emisiones del parque termoeléctrico. Fomento a las medidas de eficiencia energética en centrales termoeléctricas. Monitoreo de la construcción de infraestructura de terminales a gas.
Actores relevantes	Sector Privado: Inversores. Sector Público: Ministerio de Energía, CNE, Ministerio del Medio Ambiente, AChEE.
Co-Beneficios esperados	Reducción de contaminantes locales. Mayor independencia energética.
Barreras y desafíos	Instalación de sistemas ISO 50.001. Sin embargo, si se une esto a un marco regulatorio de eficiencia energética, puede ayudar a que la implementación sea menos compleja.
Áreas de interacción con otras políticas y regulaciones.	Decreto Supremo DS N°13/2011.
Reducción de emisiones al año 2030 versus escenario de referencia	1,6 Millones de tCO <sub>2</sub> e (se asume una salida de 215 MW de centrales a carbón al año 2030, como estimado preliminar de una normativa más estricta).
Roles institucionales y acciones	
Instituciones involucradas y roles requeridos	Ministerio de Energía: Participar del proceso de definición de la norma. Ministerio del Medio Ambiente: Desarrollar la normativa asociada. CNE: Participar del proceso de definición de la norma. AChEE: Participar en el proceso de definición de la política de EE.



Paquete N°2 (Continuación)	
Proceso de implementación y desafíos	Generar un acuerdo con los actores, respecto de la norma de emisiones asociada. Se requiere un proceso que involucre a los distintos actores, y que permita establecer plazos y estándares claros.
Capacidades necesarias y recursos requeridos	Desarrollo de propuestas para la normativa, que respondan a la realidad del país. Generar capacidades para fiscalizar el cumplimiento de la instalación de sistemas ISO 50.001, y el seguimiento a la implementación de medidas de EE dentro de las empresas de generación.
Factores económicos y necesidades financieras del Estado de Chile	
Descripción de costos	Estudio y preparación de regulación asociada.
Requerimiento estimado de financiamiento adicional para entidades estatales (2018-2030)	Presupuesto Estimativo: 400 Millones de Pesos (Detalle sección 5.2.1).
Barreras Financieras	Sin información.

### *Apoyo a la implementación de tecnologías bajas en carbono*

Paquete N°3	
Objetivo	Buscar fomentar y preparar al país para la implementación de tecnologías bajas en carbono.
Meta asociada a Energía 2050 al año 2035	Al menos 50% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles.
Alcance	Sector Generación de Electricidad.
Medidas	Generación de información relevante para implementación de sistemas de Captura, Almacenamiento y Utilización del CO <sub>2</sub> (CCSU). Generación de información relevante para otros sistemas bajos en emisiones de GEI (gas, hidrógeno u otros).
Actores relevantes	Sector Privado: Inversores. Sector Público: Ministerio de Energía, CNE, Ministerio del Medio Ambiente.
Co-Beneficios esperados	Reducción de contaminantes locales.

<b>Paquete N°3</b> (Continuación)	
Barreras y desafíos	La instalación de sistemas CCSU, posee relevantes desafíos respecto de la ubicación, uso del CO <sub>2</sub> y de costos que aún no han sido abordados en el país. Los sistemas basados en hidrógeno están en etapas de investigación, y por lo tanto, aún no son comercializables.
Áreas de interacción con otras políticas y regulaciones.	Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N° 19.300/1994).
Reducción de emisiones al año 2030 versus escenario de referencia	Sin impacto para ese periodo.
<b>Roles institucionales y acciones</b>	
Instituciones involucradas y roles requeridos	Ministerio de Energía: Generar los antecedentes para la regulación. Ministerio del Medio Ambiente: Desarrollar la normativa asociada a la instalación de sistemas CCSU. CNE: Regulación sector energético.
Proceso de implementación y desafíos	Generar una discusión a nivel país, respecto de si esta tecnología es la más apropiada, para la mitigación del sector. Determinar la demanda y el potencial uso, es un tema crítico, para establecer si existe suficiente mercado para la utilización del CO <sub>2</sub> obtenido a partir de los sistemas CCSU.
Capacidades necesarias y recursos requeridos	Se requiere instalar las capacidades en el país, dado que es una tecnología nueva.
<b>Factores económicos y necesidades financieras</b>	
Descripción de costos	En una primera etapa, estudios y participación en alianzas internacionales, para analizar esta tecnología más en detalle.
Requerimiento estimado de financiamiento adicional para entidades estatales ( 2018-2030)	Presupuesto Estimativo: 250 Millones de Pesos (Detalle Sección 5.2.1).
Barreras Financieras	Acceso a financiamiento para tecnologías en desarrollo, debido a riesgos de implementación. Para el caso de combustibles y tecnologías, asociadas al gas, pueden haber barreras de disponibilidad, seguridad del suministro y de desarrollo de infraestructura de distribución.

*Apoyo transversal al desarrollo de los objetivos anteriores*

Paquete N°4	
Objetivo	Buscar fomentar y preparar al país para la implementación/modificación de instrumentos de precio al carbono, y generar herramientas para la toma de decisiones y analizar y fomentar medidas que minimicen los riesgos de generación de incendios por mantención de líneas de transmisión.
Meta asociada a Energía 2050 al año 2035	Al menos 50% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles. Más del 60% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables. Contribuir al compromiso de la COP 21, según el cual al 2030 se debe reducir en un 30% de la intensidad de las emisiones de GEI del país, respecto del 2007. El país dispone de planes nacionales, regionales y comunales de gestión de riesgos y emergencias energéticas, que se actualizan periódicamente mediante un procedimiento regular.
Alcance	Sector Generación de Electricidad y otros.
Medidas	Implementación de mecanismos de precio al carbono y otras herramientas. Mitigación de riesgos por emisiones por incendios provocados por tendidos eléctricos.
Actores relevantes	Sector Privado: Inversores. Sector Público: Ministerio de Energía, CNE, Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Hacienda, Superintendencia del Medio Ambiente.
Co-Beneficios esperados	Reducción de contaminantes locales. Estimular la innovación y la transferencia tecnológica. Crear un marco institucional para la implementación de nuevos instrumentos de política pública. Generación de recaudación fiscal.
Barreras y desafíos	Dada la existencia de un instrumento de precio al carbono, aprobado en el marco de una reforma tributaria, la implementación/modificación requiere de apoyos políticos, para poder generar alguna modificación adicional.
Áreas de interacción con otras políticas y regulaciones.	Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N°19.300/1994). Ley de Reforma Tributaria (Ley N°20.780/2014).
Reducción de emisiones al año 2030 versus escenario de referencia	No aplica.

## Paquete N°4 (Continuación)

### Roles institucionales y acciones

Instituciones involucradas y roles requeridos	Ministerio de Energía: Generar antecedentes y estudios para la modificación/implementación de instrumentos de precio al carbono. Generar herramientas para la toma de decisión. Ministerio del Medio Ambiente: Generar antecedentes y estudios para el MRV de un sistema más integral de precio al carbono. Superintendencia del Medio Ambiente: Generar los protocolos de MRV requeridos.
Proceso de implementación y desafíos	Ampliación de los instrumentos de precio al carbono, en un contexto de una ley tributaria recientemente aprobada, y de sectores que son atomizados y complejos.
Capacidades necesarias y recursos requeridos	Generación de información relevante para los tomadores de decisión. Establecimiento de capacidades institucionales, para la implementación de un sistema más integral de precios al carbono.

### Factores económicos y necesidades financieras

Descripción de costos	En una primera etapa, estudios asociados a recabar información respecto de la implementación/modificación de instrumentos de precio al carbono. Generación de herramientas para la toma de decisión.
Requerimiento estimado de financiamiento adicional para entidades estatales ( 2018-2030)	3.100 Millones de Pesos (Detalle sección 5.2.1).
Barreras Financieras	El apoyo al desarrollo de estudios y a la implementación del impuesto, ha sido financiado por el programa PMR del Banco Mundial. Es importante estudiar otras alternativas de financiamiento para desarrollos futuros.

### 3.4.2 Transporte

En el año 2013 el sector transporte fue responsable de emitir 24,5 MtCO<sub>2</sub>e, lo cual corresponde a un 22,3% del total de emisiones del país (excluyendo UTCUTS). Además, el sector posee las tasas más altas de crecimiento de la demanda energética anual, tendencia que se podría mantener en el futuro. El subsector más importante es el transporte terrestre (pasajeros, carga no ferroviaria, particular) el cual es responsable del 88,9% de las emisiones totales del sector.

Dada la estructura atomizada del sector, existen desafíos relevantes para reducir los gases de efecto invernadero. Los cambios tecnológicos se presentan como una de las principales opciones para lograr reducciones significativas en las emisiones, sin embargo, acelerar estos procesos implica altos costos de inversión y barreras de índole cultural y de acceso a financiamiento, factores que no han permitido que las transiciones tecnológicas se materialicen de manera más acelerada, como por ejemplo, una mayor participación de vehículos eléctricos.

Otro de los ejes claves del sector es la distribución de los viajes, en los modos de transporte más eficientes. La tendencia muestra un incremento en la participación de los vehículos particulares, lo que implica un

mayor consumo energético, mayor congestión, y en consecuencia, un impacto mayor en el medioambiente y el bienestar de las personas. La promoción de los modos más eficientes como los buses, trenes urbanos o la bicicleta, debe ser una política continua que requiere de importantes esfuerzos financieros para el país.

Actualmente, la principal medida de control de las emisiones del sector asociada al transporte terrestre ha sido la definición de estándares de emisiones máximas, asociadas a contaminantes locales, como la actual norma Euro V y que supone un nivel de eficiencia avanzado de los vehículos nuevos que ingresan al país en relación a estándar del parque nacional, además del impuesto a las emisiones locales de los vehículos livianos. Un marco regulatorio para la EE, que permita establecer un rendimiento promedio de vehículos livianos que se comercializan en el país, sería un paso importante para revertir la tendencia del aumento de las emisiones del sector, y dar mayor sustentabilidad al parque de vehículos particulares.

El conjunto de medidas indicadas a continuación supone un conjunto más amplio que las indicadas en la PEN, y que por lo tanto ayudan a preparar al país para un esfuerzo mayor que pueda existir en el futuro.

Tabla 3.3 Paquetes de medidas del sector transporte

Sector	Paquetes	Medidas propuestas
TRANSPORTE	Impulso al mercado de medios de transporte de bajas emisiones	Búsqueda de apoyo financiero para aumentar la participación de buses híbridos y eléctricos en el transporte público.
		Búsqueda de apoyo financiero para la compra de vehículos híbridos o eléctricos, particulares y taxis colectivos.
		Búsqueda de apoyo financiero para la compra de camiones livianos y medianos, híbridos o eléctricos.
		Búsqueda de apoyo financiero para el desarrollo de la infraestructura necesaria (ej. Redes de carga eléctrica).
		Búsqueda de apoyo financiero para incentivar mejoras tecnológicas en el transporte aéreo/marítimo.
	Recambio tecnológico del transporte público	Licitaciones en el transporte público con obligación de participación de transporte público de bajas emisiones.
		Regulación para obligación de participación de taxis y colectivos de bajas emisiones.
	Inversión en modos eficientes	Aumentar infraestructura de transporte ferroviario interurbano bajo esquemas público privados.
		Inversión en trenes urbanos (por ejemplo el metro).
		Expansión de la infraestructura para bicicletas y buses urbanos (Vías exclusivas).
	Políticas de apoyo	Planificación Urbana para disminuir la demanda de transporte y fomentar el transporte público.
		Implementar sistemas pilotos para mejorar gestión del transporte ( <i>carpooling</i> ).
		Implementación de sistemas de información, comunicación y coordinación para los sistemas de transporte.
		Instrumentos que desincentiven modos más ineficientes (zona verde, tasa de congestión, entre otros).
	Aumentar los estándares de eficiencia energética	Estándares de rendimiento medio para vehículos (Marco Regulatorio de EE.
		Instalación de kits aerodinámicos en el transporte de carga interurbano, validados con NCH 3331.
		Etiquetado de consumo energético.
		Participar en acuerdos internacionales de EE.
		Desarrollo de plataforma para mejorar tasa de ocupación, gestión horaria y adecuación modal en transporte de carga urbano.

A continuación, se presenta una ficha resumen de cada paquete de medidas propuesto, y cuyas acciones se detallan en la sección 5.2.2.

## Paquetes de medidas del Sector Transporte

*Impulso al mercado de medios de transporte de bajas emisiones*

*Recambio tecnológico del transporte público*

Paquete N°1 y Paquete N°2	
Objetivo	Buscar fomentar el desarrollo del mercado de medios de transporte de bajas emisiones, tanto en el transporte público, como privado y de carga.
Meta asociada a Energía 2050 al año 2035	Al menos 50% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles.
Alcance	Sector Transporte.
Medidas	<p>Búsqueda de apoyo financiero para aumentar la participación de medios de transporte de bajas emisiones (público, privado y de carga).</p> <p>Búsqueda de apoyo financiero para el desarrollo de la infraestructura necesaria (ej. Redes de carga eléctrica).</p> <p>Búsqueda de apoyo financiero para incentivar mejoras tecnológicas en el transporte aéreo/marítimo.</p> <p>Licitaciones en el transporte público con obligación de participación de transporte público de bajas emisiones.</p> <p>Regulación para obligación de participación de taxis y colectivos de bajas emisiones.</p>
Actores relevantes	<p>Sector Privado: Inversores, Hogares.</p> <p>Sector Público: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.</p>
Co-Beneficios esperados	Reducción de contaminantes locales.
Barreras y desafíos	<p>Precio no competitivo de nuevas tecnologías (vehículos eléctricos).</p> <p>Desafíos para instalar nueva infraestructura requerida (ej, redes de carga), en las ciudades y desarrollo de nueva normativa asociada.</p>
Áreas de interacción con otras políticas y regulaciones.	Licitaciones sistema público.

Paquete N°1 y Paquete N°2 (Continuación)	
Reducción de emisiones al año 2030 versus escenario de referencia	<p>No se puede separar impacto agregado de paquetes, por lo que se presenta resultado conjunto del sector:</p> <p>Efecto Total Transporte: 5,1 Millones de tCO<sub>2</sub>e.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transporte Público (bus, taxi): 0,6 Millones de tCO<sub>2</sub>e.</li> <li>- Transporte Privado (auto, motocicleta): 4,3 Millones de tCO<sub>2</sub>e.</li> <li>- Transporte Carga (ferroviario, otros): 0,2 Millones de tCO<sub>2</sub>e.</li> </ul>
Roles institucionales y acciones	
Instituciones involucradas y roles requeridos	<p>Ministerio de Transporte: Generar la normativa y requerimientos de financiamiento para el sector.</p> <p>Ministerio de Energía: Apoyo al desarrollo de la normativa.</p>
Proceso de implementación y desafíos	<p>El sector transporte es en general un sector atomizado, por lo que la implementación de este tipo de políticas es un desafío relevante.</p> <p>En el caso del transporte de carga, de taxis y de colectivos, la existencia de distintos gremios, y que existen varios propietarios de las unidades, hace difícil llegar a un acuerdo general para la implementación de estas políticas.</p>
Capacidades necesarias y recursos requeridos	<p>Diseño de intervenciones en la ciudad, asociadas a los puntos de carga.</p> <p>Evaluación de opciones de financiamiento.</p>
Factores económicos y necesidades financieras del Estado de Chile	
Descripción de costos	Estudios y seguimiento de apoyos financieros requeridos para el sector.
Requerimiento estimado de financiamiento adicional para entidades estatales ( 2018-2030)	Presupuesto Estimado: 3.210 Millones de Pesos (Detalles Sección 5.2.2).
Barreras Financieras	<p>Tecnologías nuevas podrían requerir instrumentos financieros ad-hoc para su implementación.</p> <p>Costos de infraestructura.</p>



## Inversión en modos más eficientes

### Políticas de Apoyo

Paquete N°3 y Paquete N°4	
Objetivo	Buscar fomentar el cambio modal hacia medios de transporte más eficientes, tanto en el transporte de pasajeros como en el de carga.
Meta asociada a Energía 2050 al año 2035	<p>Al menos 6% de participación de bicicletas en grandes ciudades.</p> <p>Se mantiene la participación del transporte público, en las ciudades grandes e intermedias, pese al aumento neto de vehículos particulares.</p> <p>100% de vehículos nuevos licitados para transporte público de pasajeros incluyen criterios de EE entre las variables a evaluar.</p> <p>100% de los vehículos de transporte caminero que adquiere el Estado incorpora en su evaluación de compra criterios de EE.</p>
Alcance	Sector Transporte.
Medidas	<p>Aumentar infraestructura de transporte ferroviario interurbano bajo esquemas público privados.</p> <p>Inversión en trenes urbanos (por ejemplo el metro).</p> <p>Expansión de la infraestructura para bicicletas y buses urbanos (Vías exclusivas).</p> <p>Planificación Urbana para disminuir la demanda de transporte y fomentar el transporte público.</p> <p>Implementar sistemas pilotos para mejorar gestión del transporte (<i>carpooling</i>).</p> <p>Implementación de sistemas de información, comunicación y coordinación para los sistemas de transporte.</p> <p>Instrumentos que desincentiven modos más ineficientes (zona verde, tasa congestión, entre otros).</p>
Actores relevantes	<p>Sector Privado: Inversionistas (concesiones).</p> <p>Sector Público: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Ministerio de Obras Públicas.</p>

Paquete N°3 y Paquete N°4 (Continuación)	
Co-Beneficios esperados	Reducción de contaminantes locales.  Menores tiempos de viaje.
Barreras y desafíos	Los procesos de cambio modal, en general, son procesos multifactoriales y que requieren de distintas acciones (mejorar confort de buses, infraestructura, comunicación), y que aún cuando sean realizados, no hay garantía de que ocurra el cambio modal.
Áreas de interacción con otras políticas y regulaciones.	Inversión en infraestructura pública.  Concesiones Públicas.  Planes de descontaminación.
Reducción de emisiones al año 2030 versus escenario de referencia	No se puede separar impacto agregado de paquetes, por lo que se presenta resultado conjunto del sector:  Efecto Total Transporte: 5,1 Millones de tCO <sub>2</sub> e.  -Transporte Público (bus, taxi): 0,6 Millones de tCO <sub>2</sub> e.  -Transporte Privado (auto, motocicleta): 4,3 Millones de tCO <sub>2</sub> e.  -Transporte Carga (ferroviario, otros): 0,2 Millones de tCO <sub>2</sub> e.
Roles institucionales y acciones	
Instituciones involucradas y roles requeridos	Ministerio de Obras Públicas: Inversión en infraestructura pública.  Ministerio de Transporte: Requerimientos de infraestructura, mejoras en el transporte.
Proceso de implementación y desafíos	El cambio modal requiere una articulación relevante al nivel de territorio y con distintos actores (ciudadanos y usuarios del transporte), que hacen que su implementación no sea fácil. El desarrollo de la infraestructura en las ciudades, requiere intervenir el territorio de manera relevante.
Capacidades necesarias y recursos requeridos	No se observan brechas relevantes, a nivel de capacidades, para el desarrollo de infraestructura en Chile.
Factores económicos y necesidades financieras del Estado de Chile	
Descripción de costos	Estudios y seguimiento de apoyos financieros requeridos para el sector.  Inversión en Infraestructura.

Paquete N°3 y Paquete N°4 (Continuación)	
Requerimiento estimado de financiamiento adicional para entidades estatales ( 2018-2030)	Presupuesto Estimado (Detalles sección 5.2.2). Infraestructura: 11.600.000 Millones de Pesos. Estudios: 4.850 Millones de Pesos.
Barreras Financieras	Obtención de financiamiento internacional, debido a la categoría de país OECD, y de país en vías de desarrollo.

### *Aumentar los estándares de eficiencia energética*

Paquete N°5	
Objetivo	Buscar fomentar mejoras en EE en los medios de transporte nuevos y existentes.
Meta asociada a Energía 2050 al año 2035	<p>100% de los modelos de vehículos nuevos de transporte caminero que se comercializan, cuentan con una etiqueta de eficiencia energética.</p> <p>100% de vehículos nuevos licitados para transporte público de pasajeros incluyen criterios de EE entre las variables a evaluar.</p> <p>100% de los vehículos de transporte caminero que adquiere el Estado incorpora en su evaluación de compra criterios de EE.</p> <p>Se reduce al mínimo el desfase con estándares internacionales sobre EE, emisión de contaminantes locales y emisión de GEI en los modos caminero y aéreo.</p> <p>Existen estándares de Eficiencia Energética para el parque de vehículos nuevos livianos.</p>
Alcance	Sector Transporte.
Medidas	<p>Estándares de rendimiento medio para vehículos (marco regulatorio de EE).</p> <p>Instalación de kits aerodinámicos en el transporte de carga interurbano validados con NCH 3331.</p> <p>Etiquetado de consumo energético (marco regulatorio de EE).</p> <p>Participar en acuerdos internacionales de EE.</p> <p>Desarrollo plataforma para mejorar tasa de ocupación, gestión horaria y adecuación modal en transporte de carga urbano.</p>

Paquete N°5 (Continuación)	
Actores relevantes	<p>Sector Privado: Hogares, Industria.</p> <p>Sector Público: Reparticiones públicas, Ministerio de Energía, AChEE.</p>
Co-Beneficios esperados	<p>Reducción de contaminantes locales.</p> <p>Seguridad energética.</p>
Barreras y desafíos	<p>Implementar la regulación de estándar de vehículos.</p> <p>Necesidad de actualización continua de los nuevos límites, a medida que haya nuevos desarrollos tecnológicos. No existe actualmente un marco jurídico que permita esto, y por lo tanto, un marco regulatorio en EE podría ayudar en esta dirección.</p>
Áreas de interacción con otras políticas y regulaciones.	Planes de descontaminación.
Reducción de emisiones al año 2030 versus escenario de referencia	<p>No se puede separar impacto agregado de paquetes, por lo que se presenta resultado conjunto del sector:</p> <p>Efecto Total Transporte: 5,1 Millones de tCO<sub>2</sub>e.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Transporte Público (bus, taxi): 0,6 Millones de toneladas de tCO<sub>2</sub>e.</li> <li>-Transporte Privado (auto, motocicleta): 4,3 Millones de tCO<sub>2</sub>e.</li> <li>-Transporte Carga (ferroviario, otros): 0,2 Millones de tCO<sub>2</sub>e.</li> </ul>
Roles institucionales y acciones	
Instituciones involucradas y roles requeridos	<p>Ministerio de Energía: Generación y actualización de normativa.</p> <p>Ministerio de Transporte: Participar del desarrollo de la normativa asociada a EE.</p> <p>AChEE: Apoyo al desarrollo de los programas de EE.</p>
Proceso de implementación y desafíos	Se requiere un marco jurídico para el desarrollo y actualización de los estándares de rendimiento. Un marco regulatorio de EE, podría ser una alternativa.
Capacidades necesarias y recursos requeridos	En general se puede observar que la División de EE del Ministerio posee las capacidades para poder desarrollar una normativa de este tipo.

Paquete N°5 (Continuación)	
Factores económicos y necesidades financieras del Estado de Chile	
Descripción de costos	Estudios y seguimiento de apoyos financieros requeridos para el sector.
Requerimiento estimado de financiamiento adicional para entidades estatales ( 2018-2030)	Presupuesto Estimado: 3.200 Millones de pesos (Detalles en Sección 5.2.2).
Barreras Financieras	<p>Acceso a financiamiento por parte de particulares, para implementar medidas de EE.</p> <p>Obtención de financiamiento internacional, debido a la categoría de país OECD, y de país en vías de desarrollo.</p>

### 3.4.3 Industria y Minería

El sector industrial y minero en Chile fue responsable de las emisiones directas de 20,9 MtCO<sub>2</sub>e en 2013, lo que corresponde a un 19,0% de las emisiones totales de Chile. La minería de cobre, centro de la economía chilena, es el mayor contribuyente de estas emisiones con alrededor de 4,8 MtCO<sub>2</sub>e, correspondiente al 23,1% de las emisiones industriales, seguido por Industrias Varias (22,8%). Considerando que, en el mismo sector, las emisiones en el año 2000 fueron de 19,5 MtCO<sub>2</sub>e, y en 2013, 20,9 MtCO<sub>2</sub>e, la tendencia general es que las emisiones han aumentado levemente durante la última década. Por ejemplo, respecto a la minería del cobre, esto puede explicarse debido a que cada vez es más difícil encontrar la misma ley en los minerales (ley del mineral decreciente), lo que implica una mayor necesidad de energía para poder extraer y procesar la misma cantidad de cobre puro que en años anteriores. Cabe destacar que las empresas mineras del cobre firmaron con el Ministerio de Energía un acuerdo de eficiencia energética

el año 2014, con el objeto de realizar auditorías y analizar la instalación de sistemas de gestión de energía en las faenas.

La PEN posee lineamientos de política asociados al sector de industria y minería, que fomentan la reducción del consumo energético (Lineamientos 28 y 29). Las medidas propuestas en el presente plan tienen por foco ayudar a reducir las emisiones del sector, por lo tanto, se centran en maximizar la eficiencia de la energía y los recursos, así como apoyar la reducción de los costos de energía en las empresas. El Estado actualmente trabaja en un marco normativo de eficiencia energética que será fundamental para gatillar la implementación de las medidas consideradas.

El conjunto de medidas indicadas a continuación supone un conjunto más amplio que las indicadas en la PEN, y que por lo tanto, ayudan a preparar al país para un esfuerzo mayor que pueda existir en el futuro.

**Tabla 3.4** Paquetes de medidas del Sector Industria y Minería

Sector	Paquete	Medidas propuestas
INDUSTRIA Y MINERÍA	Eficiencia Energética en la Industria y Minería	Regulación para Estándar Mínimo de Eficiencia (MEPS) en motores eléctricos de potencia menores a 10HP.
		Regulación para Estándar Mínimo de Eficiencia (MEPS) en motores eléctricos de potencia entre 10HP y 100HP.
		Sistema de Gestión de la Energía Obligatorio para Grandes Consumidores de Energía (Marco Regulatorio de EE).
		Nuevo marco regulatorio en la distribución eléctrica para inversión en proyectos de EE (Desacople/Certificados blancos).
		Regulación para establecer Estándares Mínimos de Eficiencia (MEPS) para equipos de uso industrial y minero (ej. Calderas, Hornos, Camiones Mineros, etc.).
		Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 (PAEE).
		Nuevo marco regulatorio para la inversión en proyectos de EE (escalamiento a otros sectores, con certificados blancos).
		Desarrollo del mercado de Empresas de Servicios Energéticos o ESCO (PYME).
		Búsqueda de apoyo financiero para escalamiento de programas de EE.
	Incrementar el Uso de Tecnologías de Bajas Emisiones	Búsqueda de apoyo financiero para el uso de Energía Solar en procesos térmicos en la Industria y Minería.
		Desarrollo del autoconsumo con energías renovables no convencionales, a través de la generación de políticas, programas y proyectos.
		Búsqueda de apoyo financiero para el Uso de Biomasa en vez de Carbón en procesos térmicos en la Industria y Minería.
		Búsqueda de apoyo financiero para uso de Biogás o Gas Natural en vez de Petróleo Diésel o Petróleo Combustible en procesos térmicos en la Industria y Minería (cambio de quemadores).
		Búsqueda de apoyo financiero para uso de Electricidad en vez de Combustibles fósiles en procesos motrices y térmicos en la Industria y Minería (electrificación de procesos).
		Búsqueda de apoyo financiero para el uso de Hidrógeno en procesos térmicos en la Industria y Minería.
	Apoyo a la implementación de tecnologías bajas en carbono	Preparación para la instalación de sistemas de tecnologías bajas en carbono (por ejemplo, sistemas CCSU en la industria del cemento, recuperación de calor, entre otros).

A continuación, se presenta una ficha resumen de cada paquete de medidas propuesto, y cuyas acciones se detallan en la sección 5.2.3.



## Paquetes de medidas del Sector Industria y Minería

### EE en la Industria y Minería

Paquete N°1	
Objetivo	Buscar fomentar mejoras en EE en el sector industrial y minero.
Meta asociada a Energía 2050 al año 2035	<p>Se ha logrado consolidar el mercado de servicios energéticos en el sector público y privado, existiendo una cultura arraigada del uso eficiente de la energía en estos sectores.</p> <p>100% de los grandes consumidores de energía industriales y mineros y del sector transporte deberán hacer un uso eficiente de la energía, con activos sistemas de gestión de energía para la implementación de mejoras de eficiencia energética.</p> <p>70% de las principales categorías de artefactos y equipos que se venden en el mercado corresponden a equipos energéticamente eficientes.</p>
Alcance	Sector Industria y Minería.
Medidas	<p>Regulación para Estándar Mínimo de Eficiencia (MEPS) en motores eléctricos de potencia menores a 10HP, y entre 10HP y 100HP.</p> <p>Sistema de Gestión de la Energía Obligatorio para Grandes Consumidores de Energía (marco regulatorio de EE).</p> <p>Nuevo marco regulatorio en la distribución eléctrica para inversión en proyectos EE (Desacople/Certificados blancos).</p> <p>Regulación para establecer Estándares Mínimos de Eficiencia (MEPS) para equipos de uso industrial y minero (ej. Calderas, Hornos, Camiones Mineros, etc.).</p> <p>Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 (PAEE).</p> <p>Certificados Blancos para la promoción de la Eficiencia Energética (escalamiento a otros sectores).</p> <p>Desarrollo del mercado ESCO.</p> <p>Búsqueda de apoyo financiero para escalamiento de programas de EE.</p>
Actores relevantes	<p>Sector Privado: Industria y Minería.</p> <p>Sector Público: Ministerio de Energía, Ministerio de Minería.</p>
Co-Beneficios esperados	<p>Reducción de contaminantes locales.</p> <p>Desarrollo económico (menores costos de producción).</p>

<b>Paquete N°1</b> (Continuación)	
Barreras y desafíos	Desarrollo de esquemas flexibles de mercado (certificados blancos), que permitan que grandes industrias participen en el apoyo a la instalación de sistemas de EE en PYMEs u otros sectores.
Áreas de interacción con otras políticas y regulaciones.	Planes de descontaminación.  Norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico.
Reducción de emisiones al año 2030 versus escenario de referencia	No se puede separar impacto agregado de paquetes, por lo que se presenta resultado conjunto del sector:  Efecto Total Industria y Minería: 2,4 Millones de tCO <sub>2</sub> e.  -Industria: 1,6 Millones de tCO <sub>2</sub> e.  -Minería: 0,8 Millones de tCO <sub>2</sub> e.
<b>Roles institucionales y acciones</b>	
Instituciones involucradas y roles requeridos	Ministerio de Energía: Generación y actualización de normativa de EE.  Ministerio de Minería: Participar del desarrollo de la normativa asociada a EE.  AChEE: Apoyo al desarrollo de programas de EE.
Proceso de implementación y desafíos	Se requiere de un marco jurídico de EE para el desarrollo y actualización de los estándares de rendimiento.
Capacidades necesarias y recursos requeridos	En general se puede observar que existen las capacidades para poder desarrollar una normativa de este tipo.
<b>Factores económicos y necesidades financieras del Estado de Chile</b>	
Descripción de costos	Estudios y seguimiento de apoyos financieros requeridos para el sector.
Requerimiento estimado de financiamiento adicional para entidades estatales (2018-2030)	Presupuesto Estimado: 3.100 Millones de Pesos (Detalles sección 5.2.3).
Barreras Financieras	El adoptar tecnologías de EE, requiere de acceso a financiamiento para ciertos segmentos, ya sea a través de créditos blandos, certificados blancos o el desacople.



## Incrementar el Uso de Tecnologías de Bajas Emisiones

### Apoyo a la implementación de tecnologías bajas en carbono

Paquete N°2 y Paquete N°3	
Objetivo	Buscar fomentar el uso de tecnologías de bajas emisiones en el sector industrial y minero.
Meta asociada a Energía 2050 al año 2035	Al menos 50% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles.
Alcance	Sector Industria y Minería.
Medidas	<p>Búsqueda de apoyo financiero para el uso de Energía Solar en procesos térmicos en la Industria y Minería.</p> <p>Desarrollo del autoconsumo con energías renovables no convencionales, a través de la generación de políticas, programas y proyectos.</p> <p>Búsqueda de apoyo financiero para el Uso de Biomasa en vez de Carbón, en procesos térmicos en la Industria y Minería.</p> <p>Búsqueda de apoyo financiero para uso de Biogás o Gas Natural en vez de Petróleo Diésel o Petróleo Combustible, en procesos térmicos en la Industria y Minería (cambio de quemadores).</p> <p>Búsqueda de apoyo financiero para uso de Electricidad en vez de Combustibles fósiles, en procesos motrices y térmicos en la Industria y Minería (electrificación de procesos).</p> <p>Búsqueda de apoyo financiero para el uso de Hidrógeno en procesos térmicos en la Industria y Minería.</p> <p>Preparación para la instalación de sistemas de tecnologías bajas en carbono (por ejemplo, sistemas CCSU en la industria del cemento, recuperación de calor).</p>
Actores relevantes	<p>Sector Privado: Industria y Minería.</p> <p>Sector Público: Ministerio de Energía, Ministerio de Minería, AChEE.</p>
Co-Beneficios esperados	<p>Reducción de contaminantes locales.</p> <p>Seguridad e independencia energética.</p> <p>Desarrollo Económico (menores costos de producción).</p>

<b>Paquete N°2 y Paquete N°3 (Continuación)</b>	
Barreras y desafíos	Paralización de las faenas para implementar acciones de EE.  Disponibilidad del recurso (gas, biomasa).
Áreas de interacción con otras políticas y regulaciones.	Planes de descontaminación.  Norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico.
Reducción de emisiones al año 2030 versus escenario de referencia	No se puede separar impacto agregado de paquetes, por lo que se presenta resultado conjunto del sector:  Efecto Total Industria y Minería: 2,4 Millones de tCO <sub>2</sub> e.  -Industria: 1,6 Millones de tCO <sub>2</sub> e.  -Minería: 0,8 Millones de tCO <sub>2</sub> e.
<b>Roles institucionales y acciones</b>	
Instituciones involucradas y roles requeridos	Ministerio de Energía: Determinación de apoyos financieros necesarios.  Ministerio de Minería: Participar de la definición de los apoyos financieros necesarios.  AChEE: Apoyo al desarrollo de programas de instalación de tecnologías.
Proceso de implementación y desafíos	Necesidad de intervenir las faenas o procesos, con sistemas nuevos, que no han sido probados. Para estos casos, el desarrollo de proyectos pilotos permite levantar casos de éxito y dar mayor visibilidad para que otras empresas se motiven a replicar estas experiencias.
Capacidades necesarias y recursos requeridos	No se observan brechas relevantes.
<b>Factores económicos y necesidades financieras del Estado de Chile</b>	
Descripción de costos	Estudios y seguimiento de apoyos financieros requeridos para el sector.
Requerimiento estimado de financiamiento adicional para entidades estatales (2018–2030)	Presupuesto Estimado: 850 Millones de Pesos (Detalles en 5.2.3).
Barreras Financieras	Acceso a financiamiento para segmentos PYME.  Paralización de faenas, que hacen que inversiones en EE no sean rentables.

### 3.4.4 Comercial, Residencial y Público

Este sector representó 6,1 MtCO<sub>2</sub>e de emisiones al año 2013, lo que representa cerca del 5,6% de las emisiones totales del país, excluyendo UTCUTS. Estas emisiones provienen principalmente del consumo de combustibles utilizados para calefacción, cocina y en agua caliente sanitaria (ACS). Sin embargo, de manera adicional, el alto consumo eléctrico del sector genera indirectamente emisiones en el sector generación, producto de la quema de combustibles requerida para la generación de la energía eléctrica demandada. Esta demanda responde principalmente al uso de electrodomésticos, iluminación y climatización de ambientes.

Considerando que la calefacción representa alrededor del 50% de las emisiones directas totales del sector, este es el uso que más puede contribuir a la reducción de emisiones en el sector. Adicionalmente, disminuir la demanda energética implica reducciones de costos, lo cual representa un impulso para el bienestar de la población, el comercio y al crecimiento económico del país. Este es un sector que presenta desafíos relevantes, por cuánto cerca de un 31% del consumo energético corresponde a biomasa, la cual actualmente no está regulada como un combustible.

Atendiendo a estos antecedentes, el Estado está comprometido en promover disminuciones de emisiones de GEI, tal como lo reflejan los objetivos de la Política Energética Nacional (PEN). Una política relevante para alcanzar estos objetivos, es la eficiencia energética en los distintos usos del sector.

Las medidas implementadas en el área de eficiencia energética del Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 (PAEE20), abordan las barreras de falta de información a través del etiquetado de artefactos y luminarias y la calificación y etiquetado voluntario de viviendas. Por otra parte, la falta de capital para invertir en nuevas tecnologías y en mejoras en el sector residencial, ha sido abordada con medidas tales como subsidios para reacondicionamiento de viviendas.

En cuanto a tecnologías de mitigación renovables, se ha promulgado la Ley N°20.571/2012, que establece pagos a generadores conectados a nivel de distribución por inyecciones a la red, lo que mejora la rentabilidad de proyectos de generación renovable a pequeña escala, incentivando su instalación. Además, la Ley N°20.897/2016 restablece las franquicias tributarias para desarrolladores de proyectos de viviendas que incluyan sistemas de calefacción de agua caliente en base a energía solar. Este restablecimiento es acotado en el tiempo, y busca desarrollar y madurar el mercado. En paralelo se creó programa de subsidio directo a las viviendas sociales, a través del MINVU, para sistemas de ACS solares, por un periodo de 5 años.

El conjunto de medidas indicadas a continuación supone un conjunto más amplio que las indicadas en la PEN, y que por lo tanto, ayudan a preparar al país para un esfuerzo mayor que pueda existir en el futuro.

3.5 Paquetes de medidas del sector CPR

Sector	Paquetes	Medidas propuestas
COMERCIAL, PÚBLICO Y RESIDENCIAL	Eficiencia Energética en el sector CPR	Continuación de subsidios para reacondicionamiento térmico residencial para familias vulnerables (PPPF).
		Búsqueda de apoyo financiero para reacondicionamiento térmico residencial (ampliar segmento de la población a la clase media).
		Nuevo marco regulatorio en la distribución eléctrica para inversión en proyectos de EE (Desacople/Certificados blancos).
		Sistema inteligente de producción y gestión descentralizada de la energía y reducir las emisiones del sector generación, mediante cambio de curva de carga.
		Implementar sistemas de información, capacitación.
	Regulaciones y estándares	Regulación - MEPS en motores eléctricos.
		Regulación para la calificación energética obligatoria de viviendas nuevas y existentes.
		Actualización de la normativa térmica de viviendas (OGUC).
		Regulación - MEPS en principales equipos eléctricos de uso doméstico: aire acondicionado, refrigeradores, ampolletas, tubos fluorescentes, secadoras de ropa, lava vajilla, lavadoras, calefactores eléctricos de agua, etc.
		Regulación para ampliar el etiquetado de equipos eléctricos de uso doméstico: secadoras de ropa, lava vajilla, lavadoras, calefactores eléctricos de agua, etc.
	Incrementar el uso de sistemas de bajas emisiones	Regulación e instrumentos financieros para fomentar el uso de leña seca.
		Desarrollo del autoconsumo con energías renovables no convencionales, a través de la generación de políticas, programas y proyectos.
		Búsqueda de apoyo financiero para la promoción de la electrificación en el sector residencial (sistemas térmicos).
		Continuación de la franquicia tributaria para la instalación de sistemas solares térmicos para agua caliente sanitaria (periodo acotado).
		Implementación de subsidios a vivienda social nueva (ACS).
		Programa comuna energética.
	"Liderar con el ejemplo" programa del sector público	Continuar la inversión para mejoras de EE en edificios públicos (PEEEP).
		Inversión para mejoras de EE en hospitales.
		Continuación de programa de recambio de luminarias públicas.
		Continuación del Programa de Techos Solares Públicos.



A continuación, se presenta una ficha resumen de cada paquete de medidas propuesto, y cuyas acciones se detallan en la sección 5.2.4.

**Paquetes de medidas del Sector Comercial, Público y Residencial**

*Eficiencia Energética en el sector CPR*

*Regulaciones y estándares*

Paquete N°1 y Paquete N°2	
Objetivo	Buscar reducir el consumo de energía en los sectores Comercial, Público y Residencial.
Meta asociada a Energía 2050 al año 2035	<p>70% de las principales categorías de artefactos y equipos que se venden en el mercado corresponden a equipos energéticamente eficientes.</p> <p>100% de las edificaciones de uso público y edificaciones de uso residencial nuevas cuentan con estándares OECD de construcción eficiente.</p> <p>Todas las edificaciones de uso residencial que se venden en el país informan el consumo energético de éstas.</p> <p>Todas las edificaciones de uso público en el país informan su consumo energético.</p> <p>El Sector Público tiene altos estándares de eficiencia energética en sus instalaciones y proyectos, cumpliendo con su rol ejemplificador.</p> <p>Todas las regiones del país cuentan con proveedores locales de materiales y servicios que permiten satisfacer el mercado de la eficiencia energética en el sector construcción.</p>
Alcance	Sector Comercial, Público y Residencial.

## Paquete N°1 y Paquete N°2 (Continuación)

Medidas	<p>Continuación de subsidios para reacondicionamiento térmico residencial para familias vulnerables (PPPF).</p> <p>Búsqueda de apoyo financiero para reacondicionamiento térmico residencial (ampliar segmento de la población a la clase media).</p> <p>Nuevo marco regulatorio en la distribución eléctrica para inversión en proyectos EE (Desacople/Certificados blancos).</p> <p>Sistema inteligente de producción y gestión descentralizada de la energía y reducir las emisiones del sector generación, mediante cambio de curva de carga.</p> <p>Implementar sistemas de información, capacitación.</p> <p>Regulación – MEPS en motores eléctricos.</p> <p>Regulación para la calificación energética obligatoria de viviendas nuevas y existentes.</p> <p>Actualización de la normativa térmica de viviendas (OGUC).</p> <p>Regulación – MEPS en principales equipos eléctricos de uso doméstico: aire acondicionado, refrigeradores, ampolletas, tubos fluorescentes, secadoras de ropa, lava vajilla, lavadoras, calefactores eléctricos de agua, etc.</p> <p>Regulación para ampliar el etiquetado de equipos eléctricos de uso doméstico: secadoras de ropa, lava vajilla, lavadoras, calefactores eléctricos de agua, etc.</p>
Actores relevantes	<p>Sector Privado: Comercial, Hogares.</p> <p>Sector Público: Ministerio de Energía, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, SEC y entes públicos que consuman energía.</p>
Co-Beneficios esperados	<p>Reducción de contaminación local.</p> <p>Aumento de bienestar de las familias.</p>
Barreras y desafíos	<p>Realizar acondicionamientos térmicos al parque existente de viviendas, en donde hay necesidades de capacidades técnicas a gran escala y de financiamiento.</p>
Áreas de interacción con otras políticas y regulaciones.	<p>Planes de descontaminación atmosférica.</p> <p>Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.</p>

Paquete N°1 y Paquete N°2 (Continuación)	
Reducción de emisiones al año 2030 versus escenario de referencia	<p>No se puede separar impacto agregado de paquetes, por lo que se presenta resultado conjunto del sector:</p> <p><b>Efecto Total CPR: 1,1 Millones de tCO<sub>2</sub>e</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Comercial: 0,2 Millones de tCO<sub>2</sub>e (0,2 Millones tCO<sub>2</sub>e en EE).</li> <li>-Público: 0,017 Millones de tCO<sub>2</sub>e (0,015 Millones tCO<sub>2</sub>e en EE).</li> <li>-Residencial: 0,883 Millones de tCO<sub>2</sub>e (0,72 Millones tCO<sub>2</sub>e en EE).</li> </ul>
Roles institucionales y acciones	
Instituciones involucradas y roles requeridos	<p>Ministerio de Energía: Apoyo a generación de normativa para aparatos.</p> <p>Ministerio de Vivienda y Urbanismo: Subsidios y normativa térmica en viviendas.</p>
Proceso de implementación y desafíos	Para el recambio de viviendas antiguas, se requieren capacidades técnicas en una gran escala, además del financiamiento necesario. Para el caso de las viviendas nuevas, el proceso ha funcionado a través de la normativa (OGUC).
Capacidades necesarias y recursos requeridos	Se requiere instalar las capacidades técnicas en el país, si se desea realizar modificaciones de vivienda existente a una gran escala.
Factores económicos y necesidades financieras del Estado de Chile	
Descripción de costos	En una primera etapa, estudios y subsidios.
Requerimiento estimado de financiamiento adicional para entidades estatales (2018-2030)	<p>Presupuesto Estimado: 1.336.770 Millones de Pesos.</p> <p>Estudios y Operación: 16.770 Millones de Pesos.</p> <p>Subvenciones: 1.320.000 Millones de Pesos.</p> <p>(Detalles Capítulo 5.2.4).</p>
Barreras Financieras	Acceso a esquemas de financiamiento para sectores residenciales, que quieran implementar medidas de EE. Como ejemplo, el KFW y el Banco Estado crearon un programa de créditos blandos para viviendas con calificación energética.

## Incrementar el uso de sistemas de bajas emisiones

Paquete N°3	
Objetivo	Buscar fomentar la instalación de sistemas de bajas emisiones, en la parte térmica y de generación de electricidad de manera distribuida.
Meta asociada a Energía 2050 al año 2035	<p>Más del 60% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables.</p> <p>Al menos 50% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles.</p> <p>La regulación de la biomasa forestal como combustible sólido se encuentra completamente implementada.</p>
Alcance	Sector Comercial, Público y Residencial.
Medidas	<p>Regulación e instrumentos financieros para fomentar el uso de leña seca.</p> <p>Desarrollo del autoconsumo con energías renovables no convencionales, a través de la generación de políticas, programas y proyectos.</p> <p>Búsqueda de apoyo financiero para la promoción de la electrificación en el sector residencial (sistemas térmicos).</p> <p>Continuación de la franquicia tributaria para la instalación de sistemas solares térmicos para agua caliente sanitaria (el segundo periodo de extensión tiene por objeto desarrollar y madurar el mercado y es acotado en el tiempo).</p> <p>Implementación de subsidios a vivienda social nueva (ACS) (periodo acotado de cinco años).</p> <p>Continuación del programa Comuna Energética.</p>
Actores relevantes	<p>Sector Privado: Comercial, Hogares.</p> <p>Sector Público: Ministerio de Energía, Ministerio de Vivienda y Urbanismo y otros ministerios, CONAF.</p>
Co-Beneficios esperados	Reducción de contaminación local.
Barreras y desafíos	Informalidad del mercado de leña seca y atomización, además de que no se considera formalmente como un combustible en Chile. Altos costos de transacción en proyectos de generación distribuida.



Paquete N°3 (Continuación)	
Áreas de interacción con otras políticas y regulaciones.	Planes de descontaminación atmosférica.  <i>Ley NetBilling.</i>
Reducción de emisiones al año 2030 versus escenario de referencia	No se puede separar impacto agregado de paquetes, por lo que se presenta resultado conjunto del sector:  Efecto Total CPR: 1,1 Millones de tCO <sub>2</sub> e.  -Comercial: 0,2 Millones de tCO <sub>2</sub> e (0,2 Millones tCO <sub>2</sub> e en EE).  -Público: 0,017 Millones de tCO <sub>2</sub> e (0,015 Millones tCO <sub>2</sub> e en EE).  -Residencial: 0,883 Millones de tCO <sub>2</sub> e (0,72 Millones tCO <sub>2</sub> e en EE).
Roles institucionales y acciones	
Instituciones involucradas y roles requeridos	Ministerio de Energía: Apoyo a generación de normativa para leña, seguimiento y apoyo al mejoramiento de la ley de NetBilling, coordinación e implementación de proyectos del programa Comuna Energética.  Ministerio de Vivienda y Urbanismo: Subsidio sistemas ACS.  SEC: Fiscalización ERNC.
Proceso de implementación y desafíos	Lograr un mercado formal de la leña seca, que permita su seguimiento, lograr la creación de mercado a nivel de generación distribuida.
Capacidades necesarias y recursos requeridos	Potenciar las capacidades técnicas en el país, para instalaciones de generación distribuida a una gran escala.  Capacitar a la banca, para que puedan gestionar créditos para la generación distribuida.

Paquete N°3 (Continuación)	
Factores económicos y necesidades financieras del Estado de Chile	
Descripción de costos	En una primera etapa, estudios y subsidios a algunos de estos sistemas.
Requerimiento estimado de financiamiento adicional para entidades estatales (2018-2030)	<p>Presupuesto Estimado: 186.700 Millones de Pesos.</p> <p>Estudios y Operación: 6.700 Millones de Pesos.</p> <p>Subsidios: 180.000 Millones de Pesos.</p> <p>(Detalles capítulo 5.2.4).</p>
Barreras Financieras	Acceso a créditos atractivos para aumentar el segmento de población interesada en instalar sistemas de bajas emisiones, es una barrera relevante. Este tipo de medidas podría ser candidata a participar del financiamiento internacional.

*"Liderar con el ejemplo" programa del sector público*

Paquete N°4	
Objetivo	Fomentar que el sector público lidere con el ejemplo el desarrollo de mejoras de EE y uso de energías renovables en sus instalaciones.
Meta asociada a Energía 2050 al año 2035	<p>Más del 60% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables.</p> <p>Al menos 50% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles.</p> <p>100% de las edificaciones de uso público y edificaciones de uso residencial nuevas cuentan con estándares OECD de construcción eficiente.</p> <p>Todas las edificaciones de uso público en el país informan su consumo energético.</p> <p>El Sector Público tiene altos estándares de eficiencia energética en sus instalaciones y proyectos, cumpliendo con su rol ejemplificador.</p> <p>30% de las edificaciones cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.</p>
Alcance	Sector Público.
Medidas	<p>Continuar la inversión para mejoras de EE en edificios públicos (PEEEP).</p> <p>Inversión para mejoras de EE en hospitales.</p> <p>Continuación de programa de recambio de luminarias públicas.</p> <p>Continuación del Programa de Techos Solares Públicos.</p>
Actores relevantes	Sector Público: Ministerio de Energía, Ministerio de Obras Públicas y otros ministerios, AChEE.
Co-Beneficios esperados	Reducción de contaminación local.
Barreras y desafíos	Financiamiento, para inversiones en EE en el sector público. El Ministerio de Obras Públicas ha realizado avances relevantes en esta materia, incluyendo en las licitaciones requerimientos de EE.
Áreas de interacción con otras políticas y regulaciones.	<p>Planes de descontaminación.</p> <p>Programa de concesiones del MOP.</p> <p>Licitaciones públicas para mejoras de EE.</p>

<b>Paquete N°4</b> (Continuación)	
Reducción de emisiones al año 2030 versus escenario de referencia	<p>No se puede separar impacto agregado de paquetes, por lo que se presenta resultado conjunto del sector:</p> <p>Efecto Total CPR: 1,1 Millones de tCO<sub>2</sub>e.</p> <p>-Comercial: 0,2 Millones de tCO<sub>2</sub>e (0,2 Millones tCO<sub>2</sub>e en EE).</p> <p>-Público: 0,017 Millones de tCO<sub>2</sub>e (0,015 Millones tCO<sub>2</sub>e en EE).</p> <p>-Residencial: 0,883 Millones de tCO<sub>2</sub>e (0,72 Millones tCO<sub>2</sub>e en EE).</p>
<b>Roles institucionales y acciones</b>	
Instituciones involucradas y roles requeridos	<p>Ministerio de Energía: Apoyo a desarrollo de planes para los sectores.</p> <p>Ministerio de Obras Públicas: Desarrollo de licitaciones e implementación de infraestructura.</p> <p>Ministerio de Salud: Licitaciones para mejoras de EE.</p>
Proceso de implementación y desafíos	<p>Intervención en edificaciones ya construidas, ya que se presentan desafíos técnicos que se deben resolver caso a caso.</p> <p>Mano de obra calificada.</p>
Capacidades necesarias y recursos requeridos	Se requiere instalar las capacidades técnicas en el país, de alto nivel, que pueda resolver los temas que puedan surgir asociados a los programas de EE.
<b>Factores económicos y necesidades financieras del Estado de Chile</b>	
Descripción de costos	En una primera etapa, estudios y compra de luminarias. Inversión en techos solares. Mejoras de EE en hospitales.
Requerimiento estimado de financiamiento adicional para entidades estatales (2018-2030)	<p>Presupuesto Estimado: 78.500 Millones de Pesos.</p> <p>Estudios y Operación: 1.500 Millones de Pesos.</p> <p>Inversiones: 77.000 Millones de Pesos.</p> <p>(Detalles capítulo 5.2.4).</p>
Barreras Financieras	El acceso a financiamiento en tiempos de menor crecimiento (presupuesto restrictivo), puede ser una barrera para el desarrollo de este tipo de proyectos. Potencialmente, este tipo de medidas pueden ser sujeto de financiamiento internacional.

### 3.5 Instrumentos de Precios al Carbono y su aporte a la implementación de las medidas del plan de mitigación

A nivel nacional e internacional existe consenso respecto a que los instrumentos de precios al carbono complementados con acciones y políticas adicionales, constituyen mecanismos efectivos para apoyar el cumplimiento de compromisos nacionales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), pues permiten abordar los costos sociales y ambientales, además de enviar señales políticas y económicas claras al mercado para estimular la descarbonización costo-efectiva, generando una serie de co-beneficios medioambientales, sociales y económicos asociados a su implementación.

Consecuentemente con lo anterior, el Ministerio de Energía, en conjunto con los Ministerios de Medio Ambiente y Hacienda, y con la colaboración de otros ministerios y sectores relevantes a la temática, se encuentra evaluando opciones referenciales respecto a la posible evolución de los instrumentos de precios al carbono en Chile. Ello, a través del Proyecto PMR-Chile (bajo la iniciativa Partnership for Market Readiness con el Banco Mundial), el cual tiene como propósito generar información para tomadores de decisión y otras partes interesadas en torno a opciones de instrumentos de precios al carbono, sus diseños, implicancias, impactos asociados y aplicabilidad al contexto político, económico y social de Chile, que permita avanzar en la definición de una hoja de ruta hacia una decisión política para la implementación de un sistema más completo de instrumentos de precios al carbono en Chile en el futuro durante la fase adicional del Proyecto.

Bajo esta lógica, el Proyecto PMR-Chile ha dado un apoyo fundamental a la implementación del actual impuesto al carbono en Chile, como parte del paquete de impuestos verdes de la Reforma Tributaria de 2014. Para avanzar hacia una mirada futura —de largo plazo— que integre el papel de los instrumentos de precio al carbono en la mitigación sostenida de emisiones de GEI, el proyecto tiene entre sus objetivos, el presentar una propuesta técnica y recomendaciones al Gobierno de Chile, sobre opciones, escenarios y alternativas de diseño para un sistema más integral de precios al carbono que contribuya a la reducción de emisiones de GEI en el contexto del cumplimiento de los compromisos nacionales de mitigación frente al cambio climático.

Para alcanzar este objetivo, el proyecto ha entregado en su primera fase de implementación (2014–2017), los siguientes productos específicos: i) una propuesta para la ampliación del alcance del sistema del impuesto al carbono actual, considerando opciones de aumento de la tasa impositiva y la inclusión de otros sectores; ii) un análisis de ventajas, barreras y costo-eficiencia de mecanismos complementarios, tales como instrumentos de compensación (offsets) y medidas de asistencia para hogares e industrias vulnerables iii) el diseño de una propuesta de un sistema de transacción de emisiones (ETS por sus siglas en inglés) en Chile, evaluando el potencial mercado nacional y los requerimientos que implicaría la transición/complemento del impuesto al CO<sub>2</sub> con un ETS y iv) la elaboración de una propuesta técnica y recomendaciones para un sistema más integral de precios al carbono para Chile, la cual también considera combinaciones de instrumentos (impuesto más offsets, impuesto más *offsets* y más ETS).

### Pasos a seguir:

El Proyecto PMR-Chile continúa en su implementación a través de una fase adicional de financiamiento 2017-2019, en la cual se discutirán más a fondo estas propuestas de opciones sugeridas, además de incluir una etapa de evaluación del impacto de políticas climáticas y de instrumentos de precios (como un impuesto con distintos niveles de precios y con más sectores, y un potencial ETS), con el fin de conocer su aporte a la reducción de emisiones requeridas por la contribución nacional, además de evaluar las sinergias con la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV). Los insumos y resultados de estos análisis serán integrados en futuras actualizaciones del presente Plan de Mitigación, con la finalidad de entender de mejor manera su rol en la reducción costo-efectiva de las medidas bajo este Plan. También, se espera tener mayor claridad de su papel en la financiación de las medidas del Plan, fundamentalmente respecto a su capacidad de movilizar recursos privados.

### **3.6 Integración de una Agenda de Mitigación de Clima y Aire Limpio**

La visión integrada de una Agenda de Mitigación del Clima y Aire Limpio comprende abordar de manera conjunta las políticas públicas del clima y de problemas locales producto de la contaminación atmosférica, con el fin de mitigar, prevenir y catalizar los efectos del cambio climático de manera sustantiva, a través del desarrollo e implementación de políticas y regulaciones que traen beneficios desde lo local a lo global.

El gran interés del Estado por abordar estas sinergias se manifiesta, en primer lugar, por su membresía en

la Coalición para el Clima y el Aire Limpio, cuyo objetivo es mitigar los contaminantes climáticos de vida corta (CCVC)<sup>12</sup>, para obtener beneficios evaluados a nivel global, como por ejemplo, un ahorro cercano a los 2,5 millones de mortalidad evitada, la reducción de las pérdidas de cultivos en alrededor de 20 millones de toneladas al año y el freno al cambio climático en alrededor de 0,5 grados Celsius en el corto plazo<sup>13</sup>. En segundo lugar, la Contribución Nacional Determinada de Chile expresa que “acciones para abatir los contaminantes climáticos de vida corta, son un aporte en la mitigación de las causas del Cambio Climático y que adicionalmente, existen co-beneficios conocidos de estas acciones, en términos de lograr reducir los niveles de contaminación atmosférica local en centros urbanos. El carbono negro, que pertenece a los CCVC, es parte significativa del material particulado medido en ciudades chilenas. Las fuentes principales de carbono negro en Chile provienen del transporte diésel, la calefacción y cocina residencial a leña<sup>14</sup>. Y en tercer término, los impuestos verdes de la Reforma Tributaria hacen aún más patente esta relación entre lo local y lo global, al gravar al mismo tiempo las emisiones de material particulado, óxidos de nitrógeno y anhídrido sulfuroso, y las emisiones de CO<sub>2</sub> de las mismas fuentes emisoras, mayoritariamente ligadas a la generación de electricidad.

Considerando este marco de interés por abordar de manera conjunta los problemas ambientales locales y globales, y aprovechando la experiencia y aplicación de diversos planes de descontaminación atmosférica, se espera que una agenda de mitigación de Clima y Aire Limpio hará más eficiente los planes de acción desde lo local a lo

» 12. Los CCVC incluyen al carbono negro (BC por sus siglas en inglés), el metano (CH<sub>4</sub>), los hidrofluorocarbonos (HFC's) y el ozono troposférico (O<sub>3</sub>).

13. Shindell D.T. et al. (2017) A climate policy pathway for near- and long-term benefits. *Science* 356(6337), pp. 493-

14. Contribución Nacional Tentativa de Chile para el Acuerdo Climático París 2015. Pág. 18 numeral 2.6. Trabajo de Chile en Contaminantes de Vida Corta.

global, dado que la mala calidad del aire es un problema cada vez más grave en el contexto del desarrollo de Chile, en lo relacionado con efectos adversos locales y globales de corto plazo, especialmente con la salud de la población. El presente Plan de Mitigación del Sector Energía tiene, en su génesis, implícita esta relación entre contaminantes locales y globales en la mayoría de sus acciones, por lo que se espera que sus medidas tengan un

impacto importante en reducción de CO<sub>2</sub> y de contaminación local. Será relevante, por tanto, evaluar en futuras actualizaciones del plan los co-beneficios de tomar estas acciones sinérgicas entre lo local y lo global. De esta forma, se podrán tomar decisiones mejor informadas respecto a los costos de cada medida, contrapesados por los beneficios ambientales y en salud humana que se derivarán de su implementación.

## 4. MODELACIÓN DE LOS IMPACTOS EN LA REDUCCIÓN DE EMISIONES PARA ALCANZAR LA CONTRIBUCIÓN NACIONAL DETERMINADA

La sección anterior describió los paquetes de medidas que podrían ser implementados por los distintos sectores. Esta sección muestra cómo estas medidas pueden ayudar a cumplir con los compromisos establecidos en la CND. Dado que no existen metas diferenciadas para los distintos sectores emisores, para efectos prácticos de este ejercicio de modelación —de entender el impacto de las medidas en la contribución nacional— se asume como supuesto que el sector energía debe reducir en un 30% su intensidad de emisiones de GEI al año 2030, respecto al año 2007, y hasta 45% de contarse con financiamiento externo. Esto no significa que el Plan proponga tal asignación de metas.

Cabe destacar que los resultados poseen una incertidumbre relevante, propia de los modelos y de los supuestos utilizados. Existen diversas consideraciones que deben tomarse en cuenta al momento de analizar estos resultados, tales como cambios en las hidrologías, escenarios económicos, desarrollo y precios de las tecnologías y posibles efectos de la implementación de la respectiva medida, que son incertezas inherentes a los procesos de modelación. En el caso de las medidas de eficiencia energética, al no existir metas explícitas, se asumen niveles de mitigación consistentes con el nivel de inversión que gatillarían los instrumentos

considerados, de acuerdo a antecedentes empíricos nacionales e internacionales. Por lo tanto, los resultados de la modelación realizada entregan una idea de la escala y el desafío que representa este compromiso, bajo los supuestos utilizados. En el Anexo C se encuentra el detalle de los principales supuestos asociados.

### 4.1 Escenarios de mitigación

El proceso de modelación utiliza como base la herramienta de análisis prospectivo, desarrollado por la División de Prospectiva y Política Energética, en conjunto con la División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía, cuya base metodológica corresponde al proceso MAPS<sup>15</sup>. Esta herramienta utiliza el software LEAP<sup>16</sup>, como base para el sistema de cálculo.

El modelo fue utilizado para evaluar la contribución de diferentes políticas de mitigación en el sector de energía, con el objeto de evaluar el cumplimiento de la meta CND, y en particular, para obtener la trayectoria de emisiones hacia el año 2030, y los costos y beneficios asociados a la implementación del presente plan. El modelo empleado permite caracterizar los consumos con altos niveles de detalle y obtener resultados por tipo de industria y usos de energía (motriz, eléctrico y calor), lo que permite identificar los

»

**15.** Proyecto "Elaboración e implementación de herramientas prospectivas", desarrollado por E2BIZ

**16.** <https://www.energycommunity.org/default.asp>



desafíos tanto en la demanda como en la oferta de energía para lograr la meta establecida.

Se modelaron tres escenarios principales:

» **Caso de Referencia “Políticas Actuales”:** este escenario representa una proyección de las emisiones, demanda de energía y desarrollo tecnológico, basado en políticas actuales sobre las cuales se conoce el detalle de su implementación. Bajo este escenario se incluyen todas aquellas políticas implementadas y comprometidas por el Gobierno –tal como la Ley de Energías Renovables No Convencionales, Ley N°20.257/2008; el impuesto al carbono, Ley N°20.780/2014; y los resultados de licitaciones de suministro eléctrico. Estas políticas se modelan para evaluar la evolución esperada de las emisiones en el sector considerando, además, mejoras tendenciales en el uso de la energía, así como la caída de los costos de energías renovables (sistemas PV).

» **Metas PEN:** este escenario está constituido principalmente por aquellas metas y políticas, asociadas a la Política Energética Nacional. Actualmente, el Ministerio de Energía trabaja en el diseño fino de políticas públicas e instrumentos por lo que su adecuada implementación corresponde a un proceso de revisión continuo. Las metas y políticas de la PEN contemplaron en su definición distintos objetivos: precios competitivos de la energía, contaminación local, cambio climático, seguridad de suministro, entre otros. El recuadro 3.1 y la tabla 3.1 contiene el detalle de estas metas.

» **Esfuerzo adicional:** este escenario se construye bajo el supuesto de lograr una meta más exigente de

reducción que el escenario anterior. Este escenario implica un cambio de paradigma que se sustenta principalmente en mayores niveles de penetración de tecnologías eléctricas en el consumo final, lo que se traduce en eficiencia energética y menores emisiones. El escenario considera también que se incrementa la penetración de auto-generación a nivel de usuario final (regulado).

Los resultados– de reducción de emisiones o indicadores económicos– se estiman a partir de la comparación de escenarios. Los escenarios con nuevas políticas– ya sea “metas PEN” o “esfuerzo adicional”– se comparan con escenario “políticas actuales” para inferir el impacto de las nuevas medidas. Se enfatiza que el escenario “políticas actuales” ya considera numerosas medidas de mitigación, por lo que cada vez resulta más difícil realizar nuevos esfuerzos.

Cabe destacar que los resultados que entrega el modelo son altamente dependientes de diferentes supuestos: condiciones de mercado, costos de tecnologías, hidrologías, crecimiento económico, entre otros. Las variables económicas y demográficas determinan las demandas por transporte, de calefacción o niveles de producción; mientras que los precios de las tecnologías y energéticos, influyen en cómo las necesidades de consumo se satisfacen en cada sector. Por lo anterior, se utilizan fuentes nacionales e internacionales de información pública y de carácter oficial, lo que permite definir trayectorias de valores para parámetros como costos de tecnologías, precios de los combustibles y crecimiento económico<sup>17</sup>.

Los resultados entregan orientación de los esfuerzos de mitigación, pero

17. Para los precios de los combustibles se consideran distintas fuentes incluyendo CNE, Banco Mundial, National Renewable Energy Laboratory (NREL) y DECC; para los costos de tecnologías de generación se utilizan distintos escenarios de costos hasta 2040 de NREL; para el crecimiento económico de Chile se utiliza información del Banco Central, del Ministerio de Hacienda y del Fondo Monetario Internacional (FMI). En cada caso, se define una proyección media, una alta y una baja para dar cuenta del rango en que se espera varíen estos parámetros y que servirán para análisis de sensibilización.

deben entenderse en un contexto incierto, especialmente en lo referido a los costos de las distintas tecnologías, y las preferencias de consumidores así como las decisiones de inversión privada, gatilladas por la evolución de costos. En este sentido, es importante monitorear la evolución del mercado y realizar los ajustes necesarios en términos de política pública para asegurar el cumplimiento de los compromisos adquiridos en cambio climático.

Una política dirigida a minimizar riesgos en términos de cumplimiento debiera tomar en cuenta escenarios desfavorables

en términos de evolución de costos. Como parte de este ejercicio, y para analizar la robustez del cumplimiento de la meta CND, se realizó un análisis de sensibilidad de algunas variables relevantes, y cuyos resultados se encuentran en la sección 4.5 del presente documento. En este sentido, se integró un escenario de sensibilización que recoge condiciones adversas para la mitigación, respecto de parámetros de costos e hidrología para distintas trayectorias de crecimiento. La Tabla 4.1 muestra los principales supuestos de la simulación, la Figura 4.1 y la Tabla 4.2 muestran las

»  
**18.** La modelación utilizó los datos de NREL como referencia, debido a que se posee una serie coherente y comparable de costos de inversión, entre tecnologías de generación, al año 2050. Esto permite que la optimización del modelo, sea congruente al momento de entregar los resultados.

**Tabla 4.1** Principales supuestos de simulación

Datos Principales	2030	
Crecimiento Económico Promedio	3% promedio (real)	
Población	19,8 millones	
Precio del Carbón	86,8 USD/ton	
Precio del Petróleo	116 USD/bbl	
Precio del Gas	12,4 USD/MMBtu	
Tecnologías de generación Costos de inversión <sup>18</sup>	2017	2030
Carbón	4,050 USD/kW	3,940 USD/kW
Gas CC	1,040 USD/kW	980 USD/kW
Eólico	1,690 USD/kW	1,560 USD/kW
Solar PV	1,745 USD/kW	1,040 USD/kW
Central Pasada	5,693 USD/kW	5,500 USD/kW
Solar CSP	7,072 USD/kW	3,670 USD/kW

Fuente: Para precio de tecnologías de generación, National Renewable Energy Laboratory (NREL).

emisiones proyectadas por el sector de energía, para el escenario de **“Políticas actuales”**, en donde se proyecta que las emisiones totales del sector crezcan desde 90 MtCO<sub>2</sub> en el año 2014 a 110 MtCO<sub>2</sub> en el año 2030, lo cual corresponde a un incremento de alrededor de un 23%. La tasa de crecimiento más

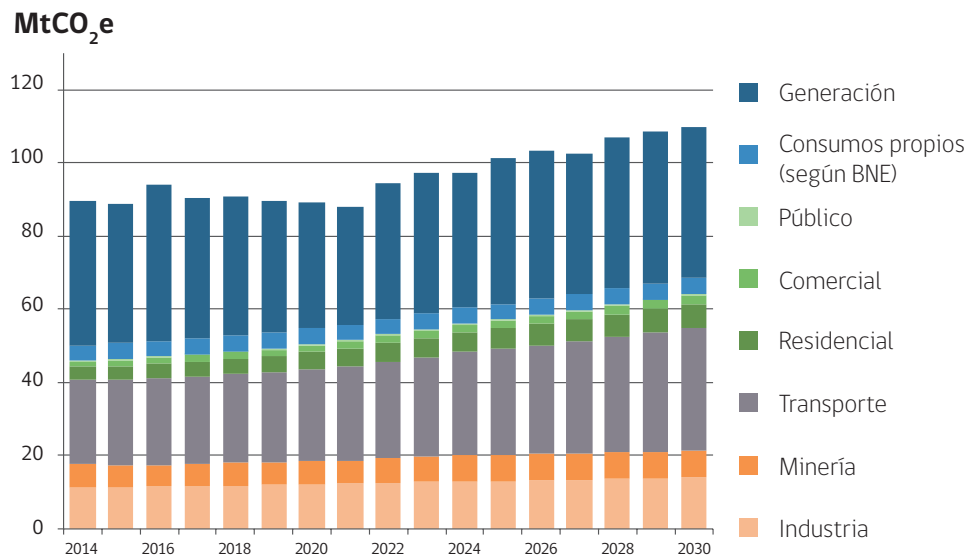
importante (79% en el período), corresponde al sector CPR (Comercial, Público y Residencial), debido a una mayor demanda de energía para la calefacción del sector residencial, consistente con mayores niveles de ingreso. Sin embargo, el mayor crecimiento en términos absolutos corresponde al sector transporte, con



un incremento de 10 MtCO<sub>2</sub> respecto del año 2014, principalmente en el transporte terrestre de pasajeros. En el caso del sector de generación

de electricidad, este se mantiene relativamente estable, gracias a una mayor participación de tecnologías renovables.

**Figura 4.1** Emisiones GEI del sector energía bajo el escenario “Políticas Actuales” al año 2030



**Tabla 4.2** Emisiones GEI 2014–2030 Escenario “Políticas Actuales” en MtCO<sub>2</sub>e

Sector	2014	2015	2020	2025	2030
Generación de Electricidad	43,5	42,4	38,7	44,1	45,4
Transporte	23,0	23,4	25,1	28,7	33,4
Industria y Minería	17,7	17,3	18,5	20,4	21,4
Comercial, Público y Residencial	5,3	5,9	6,8	8,2	9,5
Total sector energía	89,5	89,0	89,2	101,3	109,7

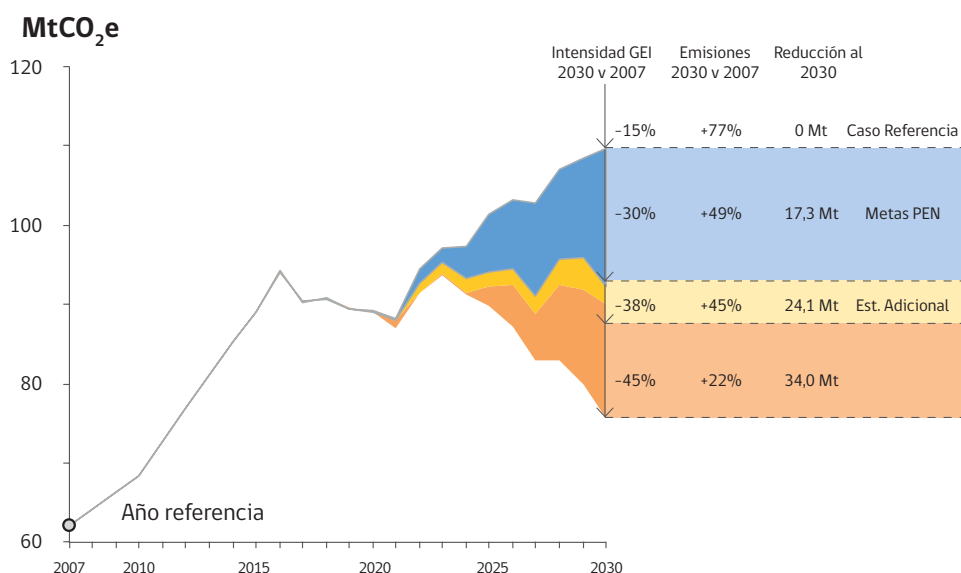
La Figura 4.2 muestra los distintos escenarios de mitigación modelados. El área azul del gráfico muestra la reducción de emisiones asociada al escenario **"Metas PEN"**, que se estima que para el año 2030 podría lograr una reducción de alrededor de 17 MtCO<sub>2</sub>e, respecto del escenario **"Políticas Actuales"**. El área amarilla corresponde al escenario de **"Esfuerzo adicional"**, lo cual implica la reducción de 24 MtCO<sub>2</sub>e para el año 2030, respecto del escenario **"Políticas Actuales"**. A modo indicativo, se muestra la reducción de emisiones necesaria para lograr el cumplimiento del 45% de reducción de la intensidad, lo cual corresponde al área naranja y que es equivalente a alrededor de 34 MtCO<sub>2</sub>e reducidas al año 2030.

Los resultados revelan que el escenario de políticas actuales no permite cumplir la meta CND, y por lo tanto, se requiere un esfuerzo adicional relevante del Estado para llevar a cabo políticas de mitigación

que permitan revertir esta situación. Aún cuando hay esfuerzos iniciales importantes en Chile, –Ley de ERNC, impuesto al carbono, o la Ley de Net Billing–, éstas no son suficientes como se indicará a continuación, por lo que se requiere un rol activo del país en la implementación de las políticas.

El proceso de modelación ha considerado un marco de análisis que permite identificar y cuantificar los impactos de implementación y ejecución de diversas medidas asociadas a la Política Energética Nacional (PEN). Los resultados sugieren que la implementación adecuada de la PEN permitiría cumplir con las metas definidas en la CND. Sin embargo, dicho cumplimiento no estará exento de esfuerzos importantes, puesto que la meta es ambiciosa y no tan fácil de cumplir. En efecto, depende de la acción coordinada de los sectores públicos y privados y de la implementación oportuna y eficaz de políticas adecuadas –por ejemplo– normativa de eficiencia energética

**Figura 4.2** Escenarios de mitigación del sector de energía



e instrumentos de cambio modal en transporte.

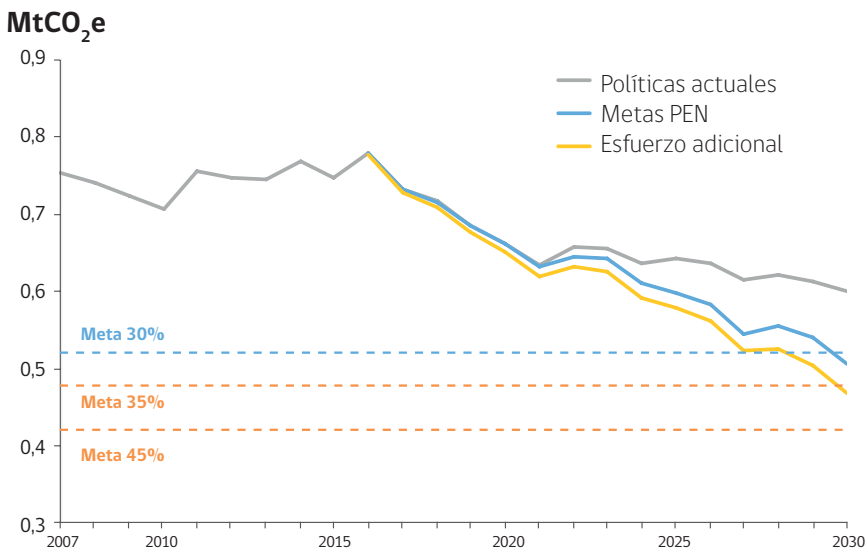
Un esfuerzo adicional es incluso más difícil y depende de varios factores: la habilidad de la sociedad de cambiar la forma en que se utiliza y se genera la energía, encontrar fuentes de financiamiento y el desarrollo de las capacidades técnicas. Un escenario de este tipo requiere de un cambio de paradigma que apueste a contar con una matriz más renovable en el sector energía, y a la vez, una electrificación importante en varios sectores consumidores de energía. El escenario **"Metas PEN"** y **"Esfuerzo adicional"** no son caminos excluyentes y por lo tanto, dependiendo del desarrollo tecnológico y otros factores, el presente plan de mitigación puede alterar las prioridades de alguna de las acciones.

A continuación, se presentan los resultados en intensidad de emisiones, esto quiere decir  $\text{CO}_2\text{e}/\text{PIB}$ . En la Figura 4.3 se presentan los distintos escenarios modelados: **"Políticas Actuales"**, que posee

una reducción aproximada de un 20% de la intensidad, **"Metas PEN"** con una reducción de aproximada de un 30% de la intensidad, y un escenario de **"Esfuerzo adicional"**, con una reducción de un 38% de la intensidad, respecto al nivel del año 2007. Se incluye de manera indicativa el esfuerzo adicional requerido para llegar a un 45% de reducción de la intensidad, el cual corresponde a la línea punteada naranja. Sin embargo, este último caso corresponde a un escenario hipotético en que se fuerza un nivel de mitigación difícil de alcanzar, y donde parte importante del consumo final pasa a ser eléctrico en todos los sectores de consumo final al año 2030. En todos los escenarios se asume, en promedio, una tasa de crecimiento económico de un 3% anual.

En la Figura 4.4, se presentan los resultados de las emisiones absolutas, los cuales muestran que en el escenario **"Metas PEN"**, se logra estabilizar el nivel de emisiones absolutas en el periodo 2015–2030, mientras que la

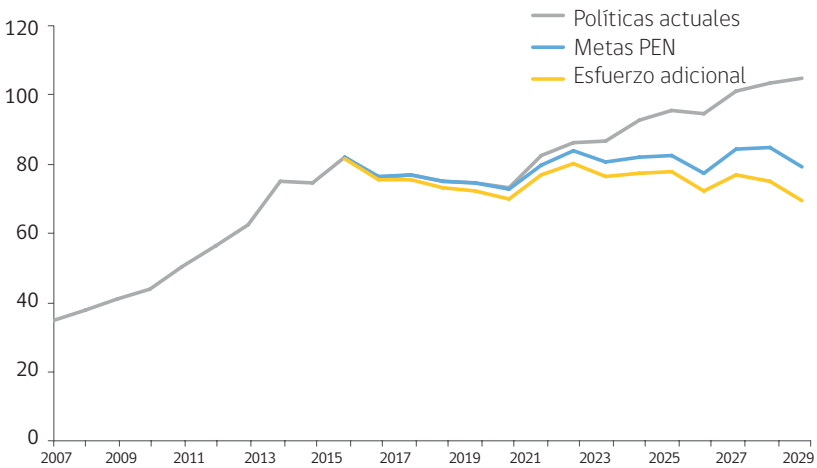
**Figura 4.3** Intensidad de emisiones



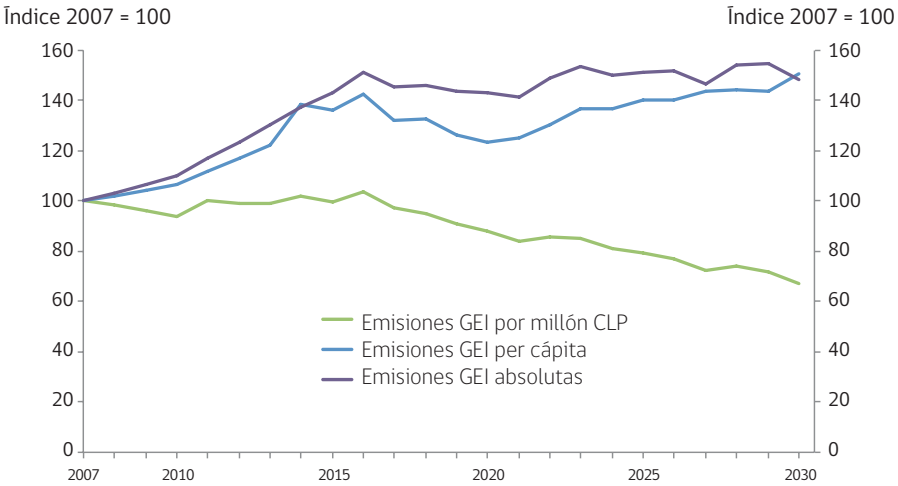
intensidad de GEI por millón de pesos chilenos (CLP) cae sistemáticamente hasta alcanzar la meta en 2030, como se observó en la Figura 4.3. Por lo anterior, se puede observar un desacople de la actividad económica respecto de las emisiones, que se explica por el mayor crecimiento relativo de la economía respecto de las emisiones debido a las políticas implementadas.

En la Figura 4.5, bajo el escenario “Metas PEN”, se muestra la intensidad de emisiones, las emisiones per cápita y las emisiones absolutas, normalizadas respecto al año 2007. Se puede observar que las emisiones per cápita se mantienen relativamente estables en el período 2014-2030.

**Figura 4.4** Emisiones absolutas para los distintos escenarios  
**MtCO<sub>2</sub>e**



**Figura 4.5** Perfil de emisiones al año 2030 bajo el escenario “Metas PEN”

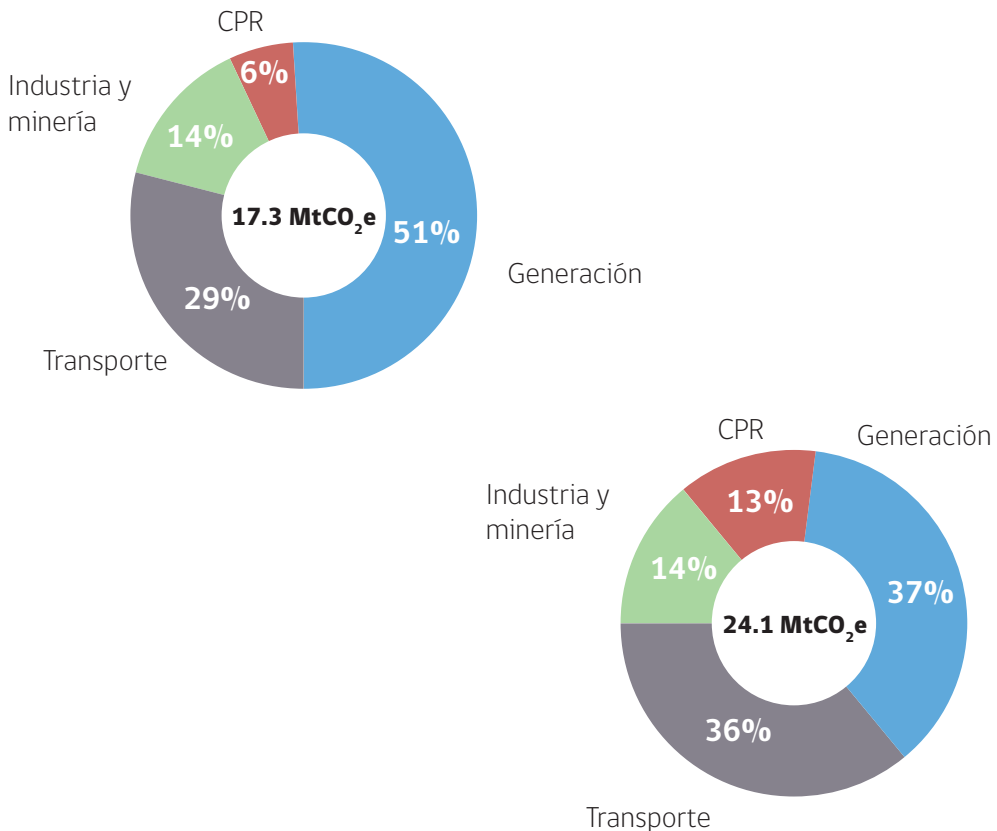


#### 4.2 Contribución esperada de las medidas a la mitigación

Se puede observar que los paquetes de medidas descritos en este documento, buscan reducir emisiones en distintos sectores. Las contribuciones más importantes corresponden al sector transporte y de generación de electricidad, los que a su vez son los que poseen la mayor proporción de las emisiones del sector. La Figura 4.6, muestra la reducción total de los escenarios "Metas PEN" y "Esfuerzo adicional",

respecto del escenario "Políticas Actuales". Cabe destacar que la reducción del sector generación considera, además, el impacto asociado a las medidas de EE, que reducen la demanda de electricidad. El detalle de este efecto se presenta en la Figura 4.7, y que además muestra las contribuciones esperadas de la modelación de las medidas, asociadas a cada sector. Para las figuras a continuación, las reducciones indicadas son versus el escenario de "Políticas Actuales" para el año 2030.

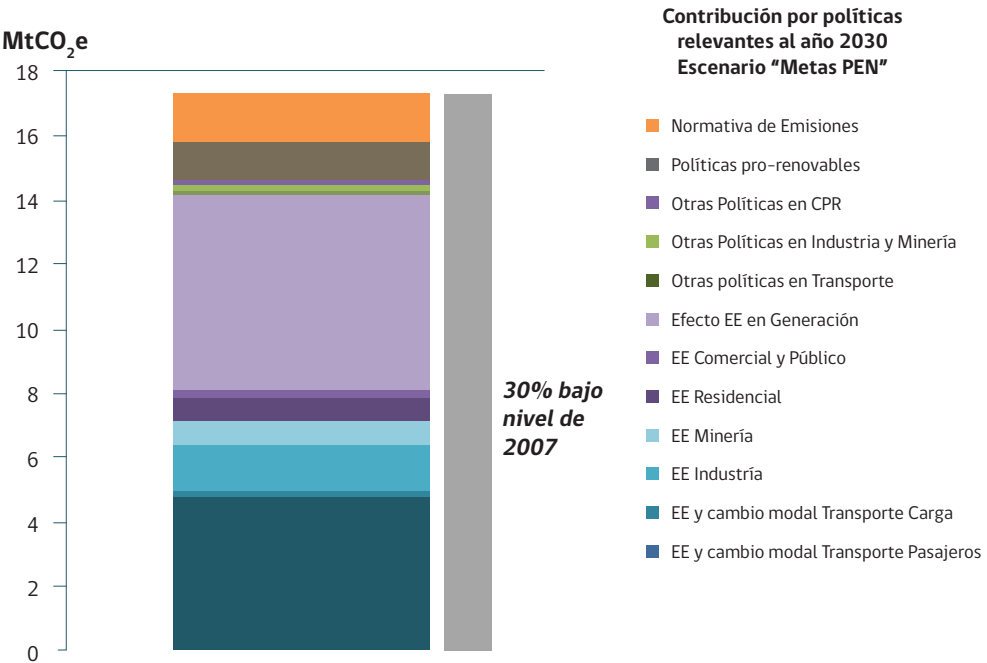
**Figura 4.6** Reducción de emisiones GEI respecto del escenario "Políticas Actuales" en el año 2030



**Tabla 4.3** Reducción de emisiones GEI respecto del escenario “Políticas Actuales” en MtCO<sub>2</sub>eq

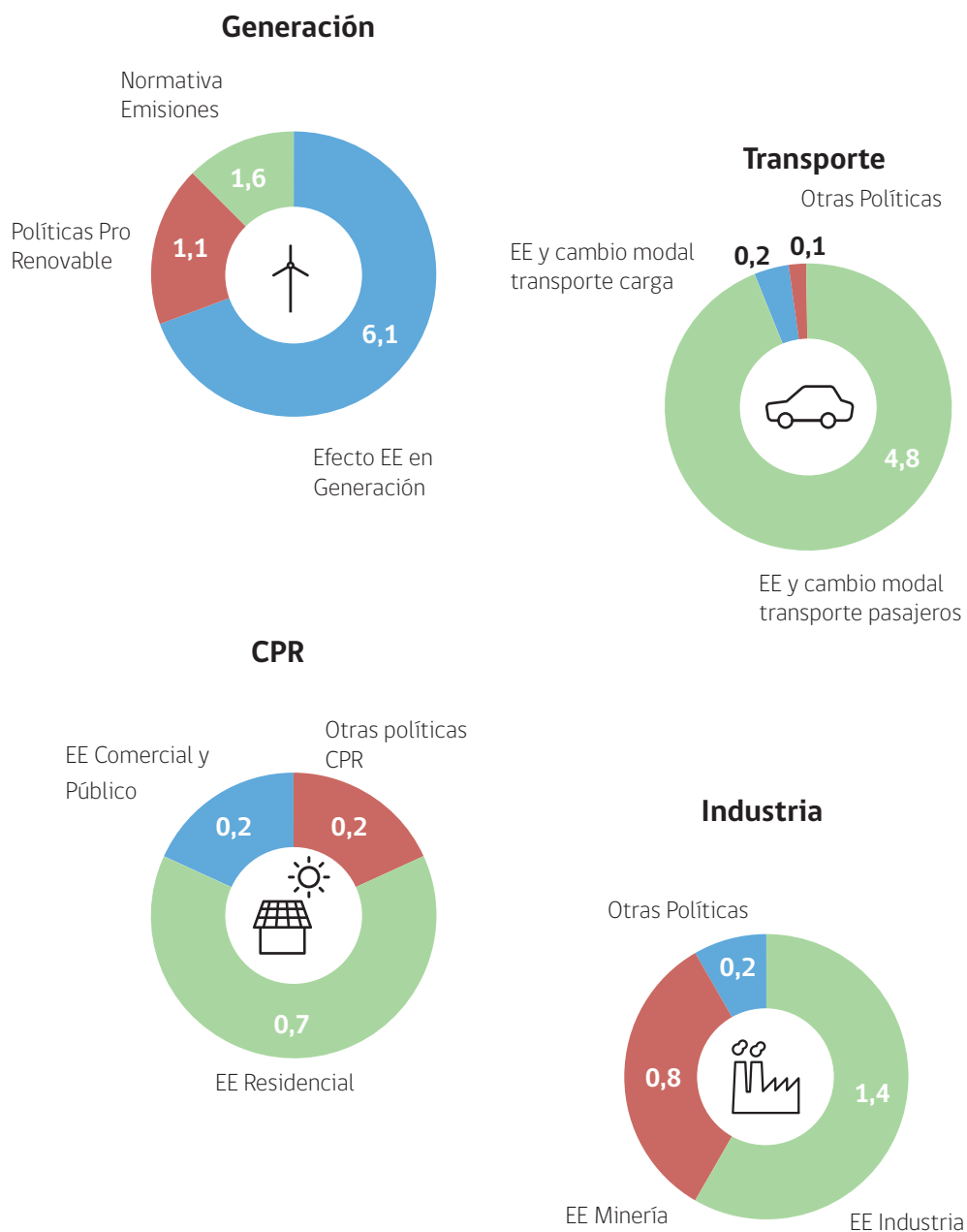
Sector	2020	2025	2030
<b>Escenario Metas PEN</b>			
Generación de Electricidad	0,03	2,97	8,78
Transporte	0,52	2,53	5,07
Industria y Minería	0,41	1,40	2,38
Comercial, Público y Residencial	0,12	0,55	1,09
<b>Total, Sector de Energía</b>	<b>1,09</b>	<b>7,46</b>	<b>17,33</b>
<b>Escenario Esfuerzo Adicional</b>			
Generación de Electricidad	0,03	2,97	8,78
Transporte	0,99	2,53	8,70
Industria y Minería	0,41	1,40	3,47
Comercial, Público y Residencial	0,14	0,55	3,19
<b>Total, Sector de Energía</b>	<b>1,57</b>	<b>7,46</b>	<b>24,14</b>

**Figura 4.7** Políticas y reducción de emisiones al año 2030, Escenario “Metas PEN”





**Figura 4.8** Contribución esperada del sector energía al año 2030, Escenario "Metas PEN", MtCO<sub>2</sub>e



En el escenario “Metas PEN”, para el sector de generación de electricidad, se podría lograr una reducción de emisiones de 8,8 MtCO<sub>2</sub> para el año 2030 respecto al escenario de políticas actuales. El nivel de mitigación de los escenarios “Esfuerzo Adicional” y “Metas PEN” coincide ese año, ya que aún cuando aumenta la demanda de electricidad en el escenario “Esfuerzo Adicional”, debido a una mayor electrificación de los sectores, a la vez la matriz de energía se vuelve más renovable, lo cual permite que ambos escenarios sean similares en emisiones, para el sector de generación. La contribución principal a la mitigación del sector generación es indirecto, es decir, se asocia a una demanda de electricidad menor debido a la implementación de políticas de eficiencia energética (6,1 MtCO<sub>2</sub> en el escenario “Metas PEN”). En el caso del sector transporte, la contribución principal corresponde al cambio modal y la EE en el transporte de pasajeros (4,8 MtCO<sub>2</sub>).

### 4.3 Costos y Beneficios del plan

Desde la perspectiva económica, determinar el impacto de las medidas de mitigación significa cuantificar los cambios en bienestar derivados de tales acciones, como también analizar consideraciones distributivas: los costos y beneficios que perciben los sectores productivos, el Estado y los hogares. La implementación de la PEN conlleva numerosos beneficios económicos y sociales, además de la mitigación de gases de efecto invernadero, destacándose de aquellos relacionados con seguridad energética, bienestar de los hogares y menor contaminación local. Los beneficios más evidentes se asocian a los ahorros de costos operacionales, especialmente aquellos asociados al consumo

de combustibles y electricidad en los sectores de demanda final, y de combustibles en el sector de generación.

En la cuantificación económica de este plan sólo se evalúan los costos y beneficios directos de inversión y operación- consumo de energía y mantención- derivados de las medidas<sup>19</sup>. No se estiman beneficios sociales relevantes como externalidades ambientales por contaminación local, el bienestar de los hogares por contar con mejores viviendas ni se utiliza algún valor social por el carbono. Los beneficios presentados incluyen principalmente ahorros operacionales y no otras componentes, por lo que son una subestimación -los beneficios totales podrían aumentar significativamente de incluirse otras categorías de beneficios monetarios. A pesar de no cuantificarse para propósitos de este plan, estas categorías de beneficios sí se discutieron y motivan numerosas metas de la PEN.

Para establecer estos costos y los ahorros en costos operacionales, se realiza un análisis contrafactual: es decir, se compara la situación con medida y sin medida, para así determinar qué costos son adicionales o se reducen, debido al efecto de la medida. Por ejemplo, en el sector transporte, un cierto nivel de inversiones se realizará con o sin plan de mitigación, por lo que el monto reportado corresponde al costo *incremental* asociado a la política respecto del escenario de referencia. En consecuencia, se presentan siempre montos diferenciales, cuya referencia es el escenario de **“Políticas actuales”** y, por lo tanto, los datos no corresponden a costos totales de inversión (u operación) de un escenario.

»  
**19.** Dicho de otra manera, los resultados corresponden a un análisis de costo-efectividad que permite establecer el costo- considerando operación e inversión- de distintos niveles de mitigación.

La PEN y su inserción para este plan, contempla medidas tanto en la demanda final como en la oferta energética. En general, los sectores de consumo final realizan inversiones que modifican los perfiles de consumo (eficiencia energética, cambio de combustible, entre otras). Como consecuencia, se generan costos de inversión relativos al caso sin medida que se ven compensados, total o parcialmente, con ahorros en los consumos de energía en los periodos siguientes. Al igual que como se realiza con los costos de capital, el valor del ahorro de energía se mide comparando los consumos entre el escenario **"Políticas actuales"** versus **"Metas PEN"**.

La implementación de las acciones del plan requiere importantes niveles de inversión para cada uno de los sectores consumidores y productores de energía. En el periodo 2017-2030, el costo *incremental* de inversión anualizado resultante del escenario **"Metas PEN"** versus **"Políticas actuales"** es del orden de mil cuatrocientos millones de dólares anuales (Tabla 4.4), cifra que actualmente representa alrededor del 0,6% del PIB del año 2015.

Los sectores más intensivos en inversiones resultan ser Transporte, y Comercial, Público y Residencial (Tabla 4.4), ya que realizan importantes esfuerzos de inversión en infraestructura y en mejorar la calidad de las nuevas edificaciones, respectivamente. En el diseño de la PEN, las motivaciones de elevar el estándar de construcción de las viviendas se asocia a contaminación local y bienestar de los hogares, siendo el objetivo de cambio climático secundario. En el caso de la infraestructura para transporte, pueden ser aportes directos del Estado, concesiones, financiamiento internacional, o una combinación de las anteriores. Para el caso del sector CPR, los costos recaerán principalmente en los hogares (sector privado) que deberán cumplir con normas gradualmente más exigentes. En los sectores industriales y mineros (sector privado), el esfuerzo de inversión recae principalmente en los grandes consumidores y en la implementación de distintas medidas asociadas a eficiencia energética.

Para el sector de generación, y considerando un nivel de demanda con importantes niveles de eficiencia

**Tabla 4.4** Inversión directa necesaria, Escenario "Metas PEN" versus "Políticas actuales", Millones USD 2016.

Sector	Valor Presente	Costo Anualizado
Industria	792	85
Minería	853	92
Transporte	5.635	606
CPR	5.095	548
Generación	525	56
<b>Total, sector energía</b>	<b>12.900</b>	<b>1.388</b>

Nota: Valores estimados utilizando la tasa social de descuento de 6% definida por el Ministerio de Desarrollo Social. Este cuadro no considera los ahorros en inversión de capacidad de generación eléctrica para reflejar los desembolsos efectivos.

energética, -Escenario **“Metas PEN”**-, se debiese incorporar nueva capacidad renovable y que apoye la regulación del sistema antes del año 2030 (unos 1000 MW hidroeléctricos o algún equivalente con potencial de regulación según se establece en documento PEN), gracias a las políticas pro-renovables (Capítulo 5.2).

Para estimar los ahorros por consumo eléctrico de los consumidores finales, los ahorros de capital y operacionales del sector generación resultantes de las medidas de EE, se prorratean entre los sectores de consumo final<sup>20</sup>. Este supuesto es razonable porque son los consumidores finales quienes realizan la inversión en

medidas de EE y, por tanto, son éstos los que a través del precio de la electricidad, pagan la inversión en capacidad y costos de operación del sistema<sup>21</sup>. Por otra parte, el ahorro de costos operacionales en el sector generación se asocia principalmente a los ahorros de combustibles de centrales térmicas que operan en el escenario **“Políticas Actuales”** y no así en el escenario **“Metas PEN”**, como consecuencia de las medidas de fomento de capacidad renovable. Los ahorros operacionales de cada sector presentan costos negativos, ya que representan un beneficio: menor desembolso de recursos por concepto de gastos operacionales en el escenario **“Metas PEN”** respecto del Escenario **“Políticas Actuales”**.

**Tabla 4.5** Ahorros de costos operacionales, Escenario “Metas PEN” versus “Políticas actuales”, Millones USD 2016

Sector	Valor Presente Ahorro	Ahorro Anualizado
Industria	-2.825	-304
Minería	-3.105	-334
Transporte	-11.108	-1.195
CPR	-3.943	-424
Generación	-59	-6
<b>Total, sector energía</b>	<b>-21.040</b>	<b>-2.264</b>

Nota: Valores estimados utilizando la tasa social de descuento de 6%. Los ahorros del sector generación por inversión y consumo de combustible derivados de eficiencia energética se asignan proporcionalmente a los sectores de consumo final, lo que es consistente con sus ahorros por consumo eléctrico.

»  
**20.** En el caso de la generación eléctrica se requiere distinguir entre el impacto de las políticas de eficiencia energética -que reducen la demanda de electricidad-, y la composición de la matriz de generación. Ciertas políticas de mitigación pueden afectar directamente la composición de la futura matriz de generación, -ejemplo, políticas pro renovables-, lo cual impacta directamente las emisiones del sector, a través de la intensidad de emisiones de GEI de éste. El impacto de la eficiencia energética afecta el nivel de emisiones del sector generación, ya que se despacha menos energía eléctrica a los sectores de demanda final. En efecto, el sector generación, al enfrentar una demanda eléctrica con menor crecimiento en el largo plazo, reduce la rapidez de expansión de la capacidad respecto del escenario de referencia, lo que resulta en menores consumos de energía asociados a la generación, menores emisiones y menores costos totales de inversión. Estos ahorros tanto de combustible como en costos de capital, son consecuencia de la acción de los sectores de demanda final.  
**21.** El supuesto de que los ahorros de capital y operación en el sector generación son equivalentes a la valorización del consumo a través del precio, es razonable en mercados competitivos y ante sistemas eléctricos adaptados. Se omiten por supuesto componentes de transmisión y distribución que harían del ahorro un valor incluso mayor para los sectores de consumo final.

Al sumar los requerimientos de inversión de cada sector (Tabla 4.4) con los beneficios por ahorro de combustible (Tabla 4.5), se obtiene un valor anualizado neto (Tabla 4.6) del orden de (-) 900 millones USD a nivel país, por lo que la política genera un mayor bienestar (costo neto negativo). En particular, los sectores transporte, industria y minería, compensan los esfuerzos de inversión con ahorros mayores en consumo de energía, por lo que obtienen beneficios netos (costos netos negativos). Para el caso de las inversiones en sectores CPR y generación, se logra compensar parcialmente la inversión con los costos operacionales (costos netos positivos). Cabe destacar que este cálculo no cuantifica los efectos de los co-beneficios asociados a la reducción de la contaminación local.

componentes de inversión como de operación. Que el costo agregado resulte negativo indica que la política de mitigación se asocia a beneficios netos- un ahorro neto de recursos.

Destacan los esfuerzos que deben realizarse en los sectores CPR y generación eléctrica. En los sectores CPR se enfatiza que motivaciones ambientales, de salud y confort de los hogares motivan las principales medidas del sector- y no el cambio climático. En efecto, contar con estimaciones de beneficios en salud por menor contaminación local reduciría significativamente los costos netos y costos medios de abatimiento para el sector.

En el caso de la generación eléctrica el costo se explica por la potencial salida de algo más de 200 MW de carbón con más de 25 años y que se reemplaza por nueva capacidad, lo que aumenta la participación de energía renovable a 2030 pero sin comprometer la estabilidad del sistema<sup>22</sup>. La salida de esta capacidad conlleva beneficios asociados a eliminar la obtención de renta excesiva en centrales ya amortizadas y de operación ineficiente, lo que no se considera en esta estimación. De todas maneras, el sobre costo que se

« 22. La entrada de capacidad renovable se adelanta pero no se modifica la meta de 70% al 2050 por ser este el nivel en el que no impondría costos adicionales a los sistemas de potencia de acuerdo al documento de la PEN.

Incluso sin la consideración de otros beneficios, -como menor contaminación local-, que podrían mejorar aún más este indicador de costo efectividad, el costo de abatimiento de la política se estima en una cifra de -206 USD/ tonCO<sub>2</sub>e (Tabla 4.7). El costo medio de abatimiento representa el costo promedio de reducir cada tonelada de CO<sub>2</sub>e, considerando tanto

**Tabla 4.6** Costos netos asociados a medidas de mitigación por Sector, Escenario “Metas PEN” versus “Políticas actuales”, Millones USD 2016.

Sector	Valor Presente	Costo Anualizado
Industria	-2.033	-219
Minería	-2.251	-242
Transporte	-5.474	-589
CPR	1.152	124
Generación	466	50
<b>Total, sector energía</b>	<b>-8.140</b>	<b>-876</b>

Nota: Valores estimados utilizando la tasa social de descuento de 6%.

debe pagar por la nueva capacidad podría ser eventualmente trasladado a los consumidores finales, con un aumento que, en promedio, no debería superar 0,001 USD por kilowatt hora<sup>23</sup>.

La eficiencia energética, particularmente debido a menor consumo eléctrico, resulta altamente rentable en los sectores industriales y mineros, lo que explica el costo negativo de abatimiento. En el caso del transporte, las

medidas de eficiencia energética y de cambio modal implican ahorros importantes de combustibles, que compensan con creces sus inversiones asociadas. Nuevamente destacar aquí que, si se cuantifican los beneficios asociados a la reducción de contaminantes locales, los números serían distintos, principalmente para CPR.

» **23.** Para el cálculo se asume que el costo neto anualizado asociado al sector generación (50 Millones) se proratea uniformemente en un consumo eléctrico que crece desde un valor cercano a los 70 mil millones de kWh.

**Tabla 4.7** Costo Medio de Abatimiento de cada Sector, Escenario “Metas PEN”, USD/tonCO<sub>2</sub>eq.

Sector	Costo de Abatimiento
Industria	-293
Minería	-394
Transporte	-339
CPR	145
Generación	164
<b>Total, sector energía</b>	<b>-206</b>

Nota: Valores estimados utilizando la tasa social de descuento de 6%. Los ahorros de costos y emisiones por eficiencia energética en el sector generación se asignan proporcionalmente a los sectores de consumo final.



#### 4.4 Curva de Abatimiento del escenario PEN

La curva de abatimiento es una representación gráfica de los costos de abatimiento de una medida, junto a la reducción de emisiones esperadas. En la Figura 4.9 se pueden observar los distintos paquetes de medidas que conforman el escenario “metas PEN”. Los costos unitarios y la reducción de emisiones fueron desagregados a nivel sectorial en orden ascendente. Los ejes de la curva combinan el costo de abatimiento que representan las medidas y su impacto relativo. Este impacto relativo corresponde a la reducción efectiva del volumen de emisiones de gases de efecto invernadero que logra conseguir cada paquete de medidas. La reducción se mide de manera contrafactual, en este caso, comparando los escenarios

« **“Metas PEN”** respecto del **“Políticas Actuales”**.

**24.** Esta curva no corresponde a una curva marginal de abatimiento tradicional donde suelen compararse un número importante de las medidas disponibles y cuya construcción orienta la selección ex ante medidas de mitigación. Es, por tanto, la curva de abatimiento de las medidas de la PEN.

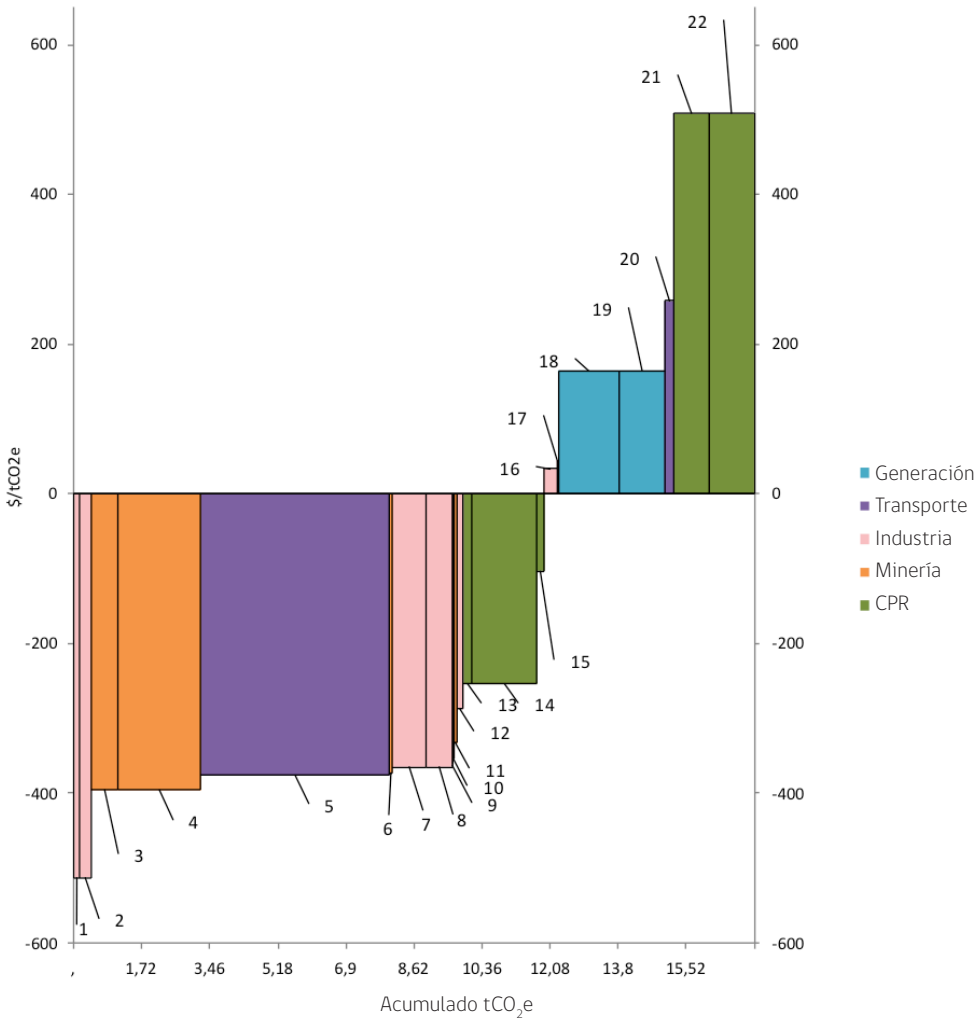
De esta forma, la curva presenta de forma sintética la información relevante para poder evaluar y comparar el nivel de mitigación y los costos unitarios que enfrentan los distintos actores del sector energía: sectores generación, industria y minería, transporte, comercial y residencial<sup>24</sup>. Estos resultados son consistentes con los costos presentados en la sección 4.3, donde

se muestran los costos promedio para cada uno de los sectores.

Se destaca el gran potencial de mitigación asociado a la eficiencia energética, tanto directamente a través de los sectores de consumo final, como indirectamente, a través de una menor demanda eléctrica en el sector de generación eléctrica. En el gráfico, se ha separado el efecto directo e indirecto de las medidas de eficiencia energética. Para este caso, el efecto directo corresponde a las emisiones reducidas en el propio sector por consumo de combustibles fósiles, mientras que las reducciones indirectas de emisiones resultan del impacto que la eficiencia energética tiene en el consumo de combustibles en el sector de generación de electricidad.

En el caso del sector residencial, el costo de abatimiento tiene un valor alto debido a que es un sector que usa principalmente la biomasa como combustible, la cual posee un efecto marginal en las emisiones de GEI. Sin embargo, es un importante sector emisor de material particulado, y por lo tanto, una parte relevante de los esfuerzos del Ministerio del Medio Ambiente, de Energía y Agricultura, es tratar de reducir este contaminante, mediante aislación térmica, recambio de calefactores y uso de leña seca.

**Figura 4.9** Curva de costos de abatimiento del escenario “metas PEN” por sectores y paquetes de medidas



1. EE Papel y celulosa Directa

2. EE Papel y celulosa Indirecta

3. EE SGE Cobre Directa

4. EE SGE Cobre Indirecta

5. EE y Cambio Modal Transporte Particular Directa e Indirecta

6. EE SGE Salitre Directa e Indirecta

7. EE Desacople Industrias Varias Directa

8. EE Desacople Industrias Varias Indirecta

9. EE SGE Petroquímica Directa e Indirecta

10. EE SGE Pesca Directa e Indirecta

11. EE SGE Hierro Directa e Indirecta
12. EE SGE Cemento Directa e Indirecta

13. EE Comercial Directa

14. EE Comercial Indirecta

15. EE Público Directa e Indirecta

16. EE SGE Siderurgia Directa e Indirecta

17. EE SGE Azúcar Directa e Indirecta

18. Normativa Emisiones

19. Promoción Energías Renovables

20. EE y Cambio Modal Transporte Carga Directa e Indirecta

21. EE Residencial Directa

22. EE Residencial Indirecta





4.5 Análisis de Sensibilidad

Los resultados presentados se asocian a altos niveles de incertidumbre, tanto para el nivel de abatimiento como para los costos y beneficios obtenidos. Los supuestos con que se evalúan las medidas determinan en gran medida estos resultados, por lo que sensibilizarlos permite analizar la robustez de estos resultados.

Una forma de limitar el número de sensibilizaciones posibles, es analizar un escenario adverso para la mitigación de emisiones, donde el cumplimiento de las metas establecidas podría ser especialmente difícil de cumplir. Este escenario combina menores precios promedio de hidrocarburos y condiciones hidrológicas de escasez, lo que reduce la generación hidroeléctrica y aumenta las

emisiones del sector generación. Estas condiciones adversas se analizan para distintos niveles de actividad económica.

Los resultados de la sensibilización en la Figura 4.10, muestran que la política es bastante robusta: las metas de intensidad de emisiones se cumplen incluso bajo múltiples condiciones adversas, siendo la excepción cuando el crecimiento económico es menor. En efecto, en el caso de bajo crecimiento, -promedio 2% entre 2017 y 2030-, la reducción en intensidad de emisiones al año 2030 respecto del valor del 2007 es de un 26%. Esto ocurre porque cuando el crecimiento es bajo, la renovación de equipos, artefactos y la instalación de nueva capacidad de generación es menor, lo que hace que las tecnologías más eficientes y limpias representen una menor proporción del total, y que tiene por consecuencia un menor

«  
25. Se considera efecto del cambio climático en la generación hidroeléctricidad, con factores de planta decrecientes en el tiempo

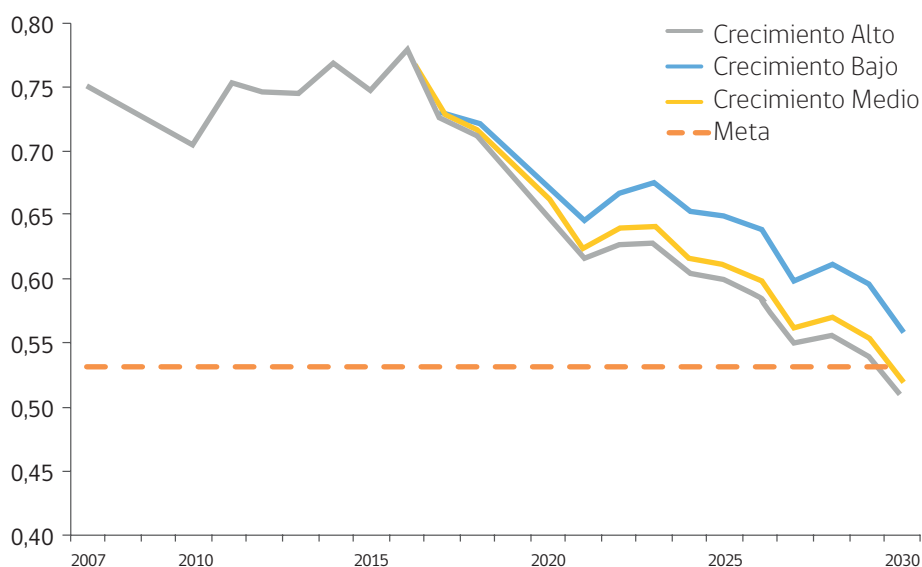
Tabla 4.8 Tabla de principales supuestos de sensibilización

Políticas Actuales	2030
Crecimiento Económico Promedio	3% (Real)
Producción Cobre	6,1 millones de toneladas Cu fino
Hidrología	46% factor de planta promedio <sup>25</sup>
Precio del Carbón	86,8 USD/ton
Precio del Petróleo	116 USD/bbl
Precio del Gas	12,4 USD/MMBtu
Sensibilización	2030
Crecimiento Promedio Alto (2017-2030)	3,8%
Crecimiento Promedio Bajo (2017-2030)	2%
Producción Cobre Alto	6,5 millones de toneladas Cu fino
Producción de Cobre Bajo	5,6 millones de toneladas Cu fino
Hidrología	29% factor de planta promedio al 2030
Precio del Carbón	74,6 USD/ton
Precio del Petróleo	48,9 USD/bbl
Precio del Gas	10,3 USD/MMBtu

efecto en la intensidad de emisiones. Esto no ocurre en los escenarios en que el producto presenta tasas de crecimiento mayores porque el aumento de actividad presiona al alza el consumo y producción de energía, posibilitando que este incremento se satisfaga con mayor eficiencia y tecnologías más limpias. A tasas de

crecimiento económico mayores a un 3% promedio, incluso en condiciones de bajos precios de combustibles fósiles y baja hidrología, la intensidad de emisiones ( $\text{tCO}_2\text{e}$  por millón de CLP), cae sin mayores variaciones evidenciando la proporcionalidad entre el nivel de actividad y las emisiones.

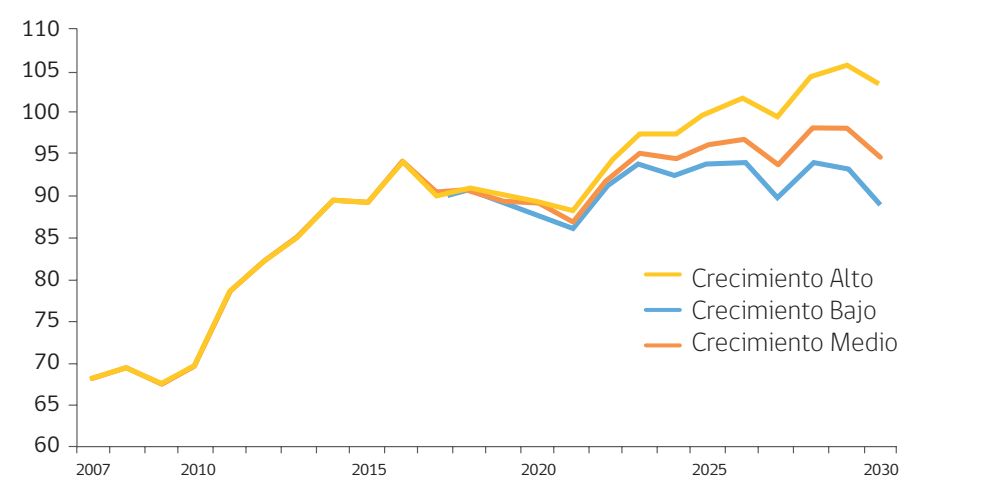
**Figura 4.10** Intensidad de emisiones en Escenario “Metas PEN” – condiciones adversas según crecimiento económico –  $\text{tCO}_2\text{e}/\text{Millón CLP}$



En condiciones adversas de hidrología y de precios bajos de combustibles fósiles, las emisiones totales del país dependen del nivel de actividad económica. En el caso

del crecimiento económico bajo no se cumple con la meta de intensidad, sin embargo, se obtiene el menor nivel de emisiones absoluto (Figura 4.11).

**Figura 4.11** Emisiones totales, Millones de tCO<sub>2</sub>e, del escenario “Metas PEN” en condiciones adversas para distintos niveles de actividad económica



Adicionalmente, para sensibilizar los costos de abatimiento, se modifican los costos de inversión y los niveles de mitigación de las medidas. Se consideran cuatro casos de sensibilizaciones:

**1.** Se asume que los costos de inversión de nueva capacidad de generación de bajas emisiones y con capacidad de regulación son menores. En el caso de referencia se asume un costo, ya sea de tecnología hidroeléctrica o de CSP, mayor a USD 5000 por kilowatt de acuerdo a las cifras sugeridas por NREL (2016). Se asume que estos costos serán menores y en torno a los USD 3500 por kilowatt, para efectuar la sensibilidad.

**2.** Se asume que las medidas implementadas logran mitigar en promedio sólo el 80% de lo estimado. Esta incertidumbre es particularmente relevante para el sector transporte.

**3.** Se asume que los costos de capital son 30% mayores que lo inicialmente estimado.

**4.** Se considera que los precios de los combustibles son consistentemente bajos. El precio del petróleo es en promedio 40 USD/barril (versus 95 en el caso base) y el del carbón 60 USD/ton (versus 75 en el caso base).

**Tabla 4.9** Análisis de Sensibilidad Costo Medio de Abatimiento, “Metas PEN”, USD/tonCO<sub>2</sub>eq.

Casos de análisis de sensibilidad	Costo de abatimiento
Caso Base	-206
1. Menores costos de capital (generación baja en emisiones)	-210
2. Menor reducción de emisiones	-257
3. Mayores costos de capital (30%)	-108
4. Precios bajos de combustibles	-24

Los resultados de costo medio de abatimiento revelan que estas cifras son especialmente sensibles a los precios de los combustibles fósiles. Menores precios de éstos provocan que haya menores ahorros de combustibles, lo que puede resultar en costos de abatimiento sustantivamente mayores, aun cuando van a existir ahorros netos para la economía del país. Lo contrario ocurre en el caso que los precios de los energéticos sean altos, lo que tiene como consecuencia que el valor de los ahorros sea mayor, mejorando la costo-efectividad de la política.

#### 4.6 Resultados de Modelación Económica

La energía es un insumo difundido a lo largo de toda la economía, y en consecuencia, las políticas energéticas tienen un impacto substancial sobre prácticamente todos los sectores de actividad y sobre el comportamiento de los hogares en cuanto a su consumo directo. En este sentido, el nivel del impacto y la distribución de esos efectos, tanto costos como beneficios, entre los agentes debe ser expresamente considerada en el diseño de las políticas. En particular, interesa saber si la implementación del plan de mitigación y la PEN impactan la trayectoria esperada de crecimiento y qué sectores serán los principales afectados.

Los modelos de equilibrio general computable (CGE por sus siglas en inglés) constituyen una herramienta poderosa en la estimación de efecto de las políticas sobre la economía. A diferencia de la metodología de equilibrio parcial, herramienta tradicionalmente usada para el estudio de casos sectoriales, el análisis de equilibrio general no divide a la economía en compartimientos aislados. Es decir, la economía es analizada en conjunto de acuerdo a los diferentes nexos entre sectores y agentes económicos. Esto permite

entonces extender o modificar las predicciones de primer orden de los modelos sectoriales para así incorporar efectos de segundo orden, todos ellos consistentes con las funciones de comportamiento establecidas y restricciones presupuestarias de los agentes.

El componente del modelo CGE tiene las siguientes características:

- » Simula el flujo circular de la economía mediante el modelado de la interacción de los hogares, las empresas y el gobierno.
- » Un enfoque altamente estructural, en el que las ecuaciones de comportamiento se derivan de la optimización. Para cada período, el modelo obtiene una solución óptima a los problemas de los consumidores y productores, teniendo en cuenta todas las interacciones relevantes.
- » Modelo simple con un número limitado de variables clave que interactúan.
- » Modelado basado en un número limitado de subsectores energéticos clave.

Los instrumentos definidos en el escenario "Metas PEN" se asocian a medidas de eficiencia energética en todos los sectores de consumo final, construcción de infraestructura para lograr cambios en la partición modal en el sector transporte e inversiones en infraestructura en el sector de generación eléctrica. Todas estas medidas conllevan niveles importantes de inversión pero que, a nivel agregado, se compensan con los ahorros en consumos de energía (sección 4.3). Los resultados de la modelación económica son consistentes con estos antecedentes.

Los resultados revelan que la implementación del plan de mitigación

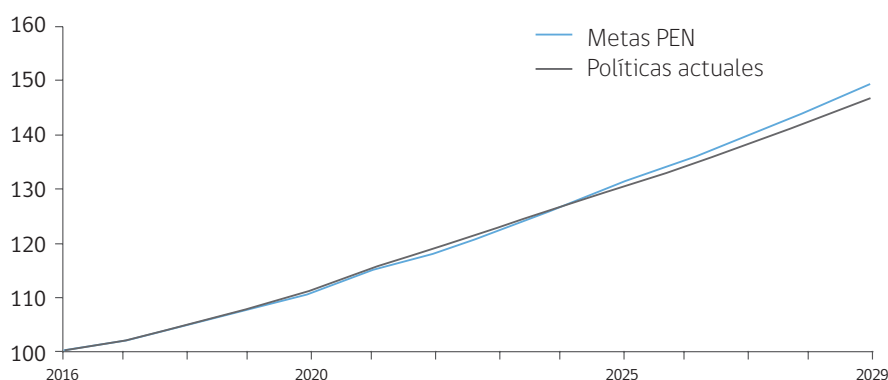
no amenaza el crecimiento económico- y que por el contrario- tiene el potencial de incrementar los niveles de eficiencia económica en el mediano y largo plazo. Los efectos en términos del nivel de actividad económica- producto interno bruto-, comparando el escenario **"Metas PEN"** respecto del escenario **"Políticas Actuales"**, implican una leve caída del producto en los primeros años, que se compensa posteriormente con un mayor crecimiento. Esto se debe a que en los primeros años prevalecen los costos de inversión en eficiencia energética por sobre los ahorros de energía, reduciendo el ingreso disponible de los agentes para demandar otros bienes y servicios, o bien, postergando otras alternativas de inversión con impactos directos en el producto. Esta relación se revierte con el paso del tiempo, permitiendo mayor eficiencia, mayor ingreso disponible, y por ende mayor crecimiento. En promedio, y considerando el periodo 2017-2030, el PIB crece 0,2% más en el escenario **"Metas PEN"** que en el Escenario **"Políticas Actuales"**.

A nivel sectorial, los sectores más beneficiados en términos de valor

agregado son los que implementan acciones en eficiencia energética y cuyas estructuras productivas son intensivas en consumo de energía. En promedio en el periodo 2017-2030, los sectores primarios aumentan su valor agregado en 0,49% en el escenario **"Metas PEN"** respecto del Escenario **"Políticas Actuales"**. Esta diferencia es menor en los sectores secundarios (0,17%) y terciarios (0,11%). Estos últimos sectores, si bien experimentan mejoras en eficiencia energética, sus aumentos de valor agregado son más moderados, dado que el consumo de energía representa una proporción menor de sus costos.

Los hogares incrementan su bienestar- medido a través de la variación compensatoria- en el escenario **"Metas PEN"** respecto del Escenario **"Políticas Actuales"**. Los hogares de menores recursos presentan un aumento levemente mayor de bienestar respecto de los de mayores recursos, esto debido a que el consumo de energía en los primeros representa un mayor porcentaje de su canasta. En promedio, en el periodo 2017-2030, el bienestar del primer quintil (más pobre) aumenta 0,21%, mientras que para el quinto (el más rico) 0,11%.

**Figura 4.12** Comparación de trayectorias de crecimiento económico Escenario "Meta PEN" versus Escenario "Políticas Actuales"



Nota: Se considera para ambos escenarios un nivel de producto igual a 100 en el año 2016.



PARTE

II

## ORIENTACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN



## 5. INTRODUCCIÓN

Esta parte del documento presenta orientaciones para la implementación de las medidas de mitigación para el sector energía desarrolladas en el capítulo anterior. La Figura 5.1 muestra los elementos claves para esta implementación, a saber:

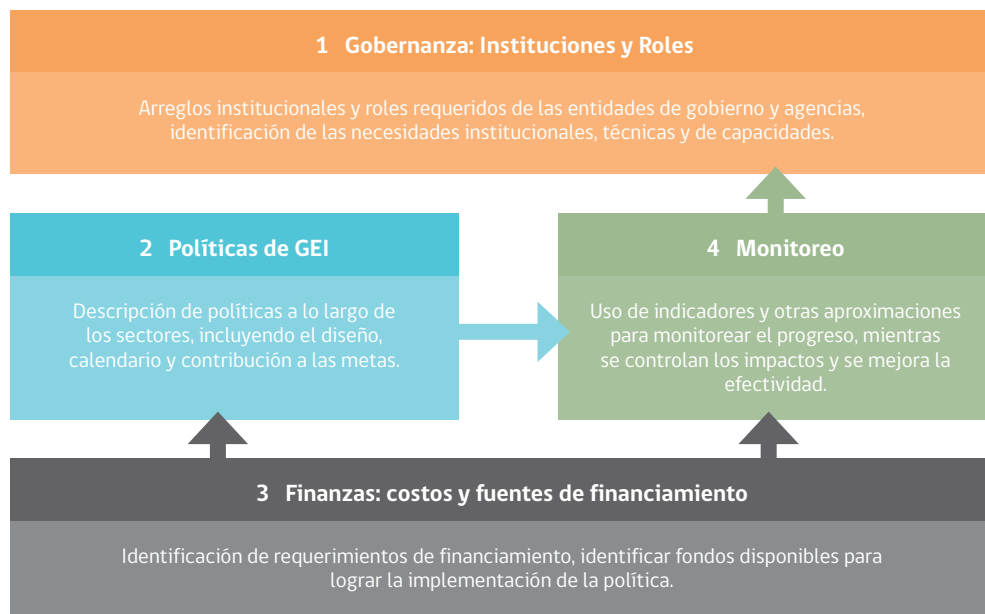
**1. Gobernanza:** el implementar medidas efectivas de mitigación requiere de una gobernanza que posea roles claros en cada etapa clave del desarrollo de la política, por lo cual existe la necesidad de describir los arreglos institucionales específicos y las acciones necesarias de los actores relevantes. Esto involucra un proceso de identificación, discusión, consulta e involucramiento a las entidades pertinentes, así como también identificar las necesidades institucionales, técnicas y de capacidad.

**2. Políticas de GEI:** Esto corresponde a la selección, diseño e implementación de políticas, las cuales son necesarias para poder cumplir con objetivos de mitigación dentro de cada subsector y así poder lograr las metas establecidas para todo el sector al año 2030. Dentro de cada paquete de política existe la necesidad de establecer acciones y plazos específicos.

**3. Financiamiento:** La implementación de las políticas de mitigación involucra costos y necesidades de financiamiento. Se requiere estimar un marco de costos e identificar fuentes apropiadas de financiamiento.

**4. Monitoreo:** Se requiere de un sistema de monitoreo y de diseño de indicadores apropiados, de tal manera de realizar un seguimiento de la implementación y del cumplimiento de las metas de mitigación adoptadas. Esto permite evaluar la efectividad de las medidas, entender los impactos, aprender nuevas lecciones, y finalmente modificar las medidas cuando sea necesario.

**Figura 5.1** Elementos clave de la implementación



Fuente: Adaptado de Ricardo-AEA, 2015

### 5.1 Gobernanza

Uno de los elementos clave para el desarrollo del presente plan es la coordinación interministerial, dado que el sector energía se relaciona con distintos ministerios en el área energética. Por ejemplo, la instancia encargada de actualizar la normativa de construcción, que permitiría mejorar la envolvente térmica de las viviendas, es el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Actualmente existe el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, que está compuesto por distintos ministerios que son clave para el desarrollo del presente plan (ver Figura 5.2)



Figura 5.2 Consejo de Ministros para la Sustentabilidad



El plan fue presentado a este organismo, de tal manera de contar con el compromiso y coherencia ministerial, de modo de que las políticas puedan ser implementadas de manera formal.

En muchas de las acciones, el rol del Estado es propiciar que los privados inviertan en aquellas acciones que ayuden a reducir las emisiones de GEI. Esto puede ser a través de regulaciones, apoyo al desarrollo del mercado (financiamiento a experiencias piloto), entre otros. Lo que se detalla a continuación corresponde al esfuerzo que debe realizar el Estado para propiciar esto, a través de los distintos sectores. El privado tiene un rol importante en la implementación de este plan, ya que una parte de las inversiones deben realizarse por parte de este actor, pero el diseño de este plan responde a las coordinaciones y acciones necesarias a realizar para fomentar estas inversiones por parte del Estado.

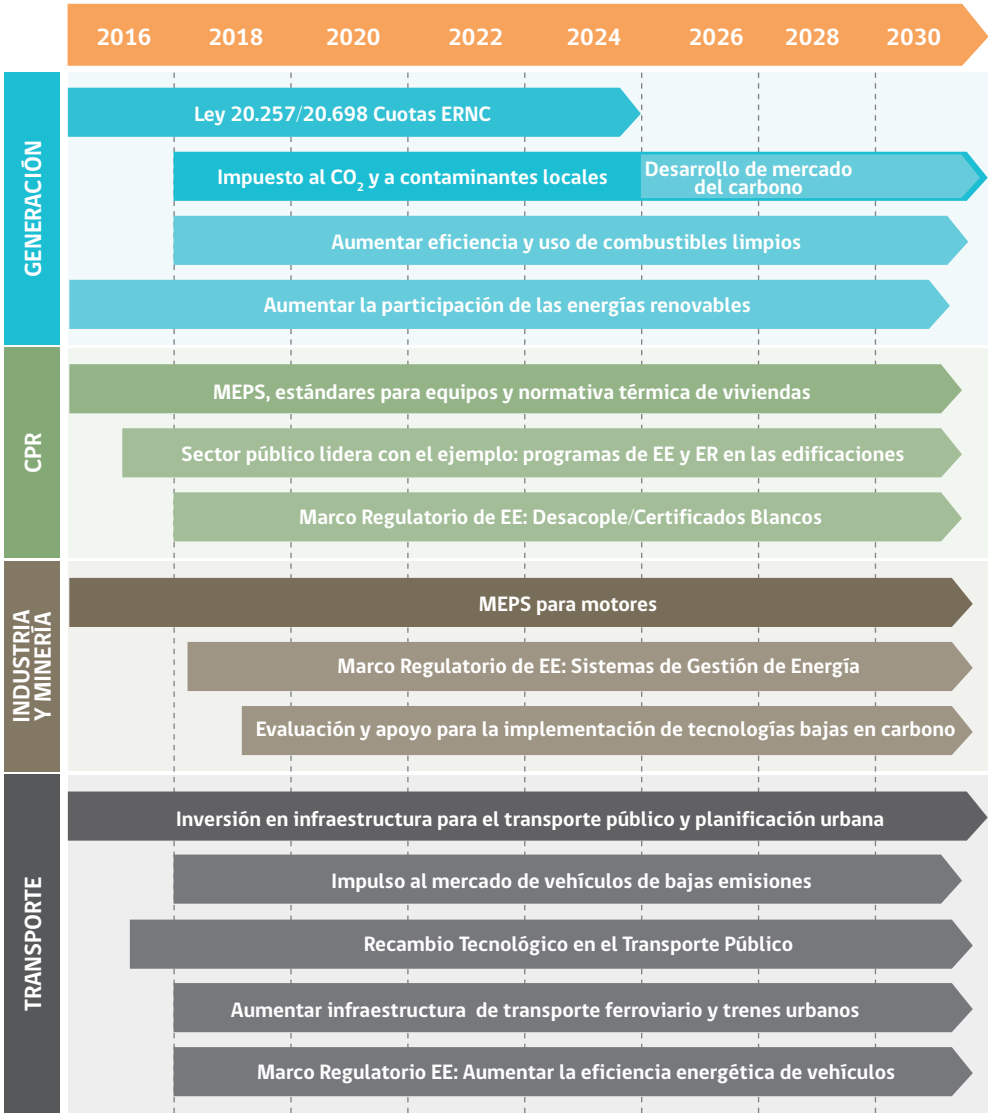
5.2 Calendario para la implementación de medidas

La presente figura presenta un resumen de un calendario sugerido para la implementación de los paquetes de medidas propuestos en el presente plan.

5.3. Roles y presupuestos estimativos para la implementación desde el sector público

Las tablas que serán presentadas en las secciones siguientes, describen para cada subsector un marco de implementación para las medidas de mitigación propuestas, con una mirada desde el sector público. Esto incluye acciones específicas que se debiesen realizar dentro de cada paquete de medidas, en conjunto con un calendario, roles y responsabilidades y presupuestos estimados. A continuación de esta sección, se describe un marco de monitoreo y un set de indicadores, que podrían ayudar a realizar el seguimiento de las medidas de mitigación propuestas.

**Figura 5.3** Calendario de implementación para el sector de energía 2016-2030



**Tabla 5.1** Acciones del sector Generación de Electricidad

Políticas y acciones	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			2018-2030
Millones de CLP							
Incrementar la flexibilidad del sistema eléctrico (incluyendo la interconexión regional)							
Analizar las implicancias operacionales y económicas producto de la participación de energías renovables no convencionales sobre los sistemas eléctricos (Mesa ERNC)	✓	✓			Ministerio de Energía, División de Energías Renovables (DER)	CNE, Operadores de red, GIZ (Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional)	Financiamiento GIZ
Mejorar calidad de pronósticos de generación renovable e implementar procedimientos asociados (desarrollo de metodologías)	✓	✓			Ministerio de Energía, División de Energías Renovables (DER)	CNE, Operadores de red, GIZ	
Estudiar y evaluar distintas opciones para elevar la flexibilidad del sistema eléctrico		✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Energías Renovables (DER)	CNE, Operadores de red, GIZ	
Impulsar perfeccionamiento del marco regulatorio		✓	✓	✓	CNE	Ministerio de Energía (DER), Operadores de red	

Políticas y acciones	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional  2018-2030  Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Analizar y desarrollar oportunidades de intercambio energético que benefician la matriz y la seguridad de esta.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, Departamento Internacional (DI)	<i>División de Seguridad y Mercado Energético (Ministerio de Energía). Ministerio de Relaciones Exteriores, CNE, Organismos Multilaterales, Operador del Sistema Eléctrico</i>	Por determinar
Establecer e implementar una estrategia de relaciones internacionales que promueve el trabajo bilateral y la realización de estudios conjuntos con otros países involucrados en una eventual interconexión en relación a los beneficios económicos, impactos en los respectivos sistemas eléctricos y valorización	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, Departamento Internacional (DI)	División de Seguridad y Mercado Energético (Ministerio de Energía). Ministerio de Relaciones Exteriores, CNE, Organismos Multilaterales, Operador del Sistema Eléctrico	Por determinar

Políticas y acciones	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional 2018-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Avanzar en armonización regulatoria y sistematización de información de infraestructura energética regional	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, Departamento Internacional (DI)	División de Seguridad y Mercado Energético, División Jurídica (Ministerio de Energía). Ministerio de Relaciones Exteriores, CNE, Organismos Multilaterales, Operador del Sistema Eléctrico.	Por determinar
Desarrollar y consolidar un Marco Jurídico y Regulatorio para la interconexión con países miembros del SINEA y con Argentina, que vela por la seguridad del suministro y de las inversiones, entre otras materias	✓	✓			Ministerio de Energía, Departamento Internacional (DI)	División de Seguridad y Mercado Energético, División Jurídica (Ministerio de Energía). Ministerio de Relaciones Exteriores, CNE, Organismos Multilaterales, Operador del Sistema Eléctrico	Por determinar
<b>Plataformas de información pública sobre Energías Renovables en Chile</b>							
Desarrollo de plataforma de información unificada, que contenga el potencial de las energías renovables en Chile, de uso público	✓				Ministerio de Energía, División de Energías Renovables (DER)	Ministerio de Energía, Informática	350 1 Plataforma tecnológica

Políticas y acciones	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			2018-2030
Regulación para el ordenamiento territorial que apoye el proceso de instalación de las distintas fuentes renovables							
Proveer insumos de información económica, social, cultural, ambiental y productiva para los instrumentos de gestión territorial de las al menos 8 cuencas del país.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	MMA, Dirección General de Aguas, Servicios Públicos, Universidades, Sociedad Civil, Operador del Sistema Eléctrico, Gremios.	3.000
Desarrollar un mecanismo de articulación entre los sectores público, privado, académico y sociedad civil para la implementación de estándares de sustentabilidad hidroeléctrica.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	MMA, Dirección General de Aguas, Servicios Públicos, Universidades, Sociedad Civil, Operador del Sistema Eléctrico, Gremios.	10.000 Implementación de acciones.
Desarrollar propuestas de normativa e instrumentos de gestión dirigida al resguardo ambiental y social relacionado con la hidroelectricidad	✓	✓	✓		Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	MMA, Dirección General de Aguas, Servicios Públicos, Universidades, Sociedad Civil, Operador del Sistema Eléctrico, Gremios.	300 3 estudios medianos

Políticas y acciones	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional  2018-2030  Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Integrar las consideraciones energéticas en las Estrategias Regionales de Desarrollo en las Regiones que aún no cuentan con Planes Energéticos Regionales y que están avanzando en la formulación de Estrategias Regionales de Desarrollo	✓				Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	MMA, MTT, MINVU, SUBDERE, CONAF, Gobiernos Regionales, Municipalidades, Seremías, CNE, Universidades, Empresas.	1.000 Implementación en 7 regiones restantes
<b>Política de ciencia, tecnología e innovación en energía</b>							
Coordinación para el desarrollo de una política de ciencia, tecnología e innovación en energía	✓				Ministerio de Energía, División de Prospectiva y Política Energética	Ministerio de Economía, CORFO, CONICYT, Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, Universidades, Centros de Investigación, Gremios.	No determinado
Continuar el Programa en Energía Solar y analizar la implementación de otros procesos de planificación tecnológica estratégica	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Prospectiva y Política Energética	Ministerio de Economía, CORFO, Comité Solar, CONICYT, Universidades, Centros de Investigación, Gremios.	No determinado

Políticas y acciones	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			2018-2030 Millones de CLP
Establecer un mecanismo de vigilancia tecnológica para nuevas oportunidades del sector energético. Instalar un proceso de seguimiento de avances tecnológicos nacionales e internacionales relevantes para el sector energético chileno.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Prospectiva y Política Energética (DPPE)	MINECON, Entidad financiera, Comité Solar, CONICYT, Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, Universidades, Centros de Investigación, Gremios.	70
Identificar y eliminar barreras regulatorias a la innovación en energía.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Prospectiva y Política Energética (DPPE)	MINECON, CONICYT, Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, Universidades, Centros de Investigación, Gremios.	No determinado
Desarrollar una política de formación y atracción de capital humano en energía.	✓				Ministerio de Energía, División de Prospectiva y Política Energética (DPPE)	MINECON, CONICYT, Universidades, Centros de Investigación, Gremios.	310 Becas de Pasantía (150 MM 2017); Programa Técnicos para Chile (160MM app 2017)
Clúster de Innovación en Eficiencia Energética (puede aplicar a otros sectores también)	✓				Ministerio de Energía, División de Prospectiva y Política Energética (DPPE)	MINECON, Entidad de Fomento (por definir), Universidades, Centros de Investigación, Gremios.	1600 (2015-2017)



Políticas y acciones	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			2018-2030  Millones de CLP
Desarrollo de proyectos de tecnologías emergentes							
Geotermia							
Continuar Programa de Mitigación de Riesgos de la Geotermia (MiRiG), con nuevos actores internacionales	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Energías Re-novables (DER)	Ministerio de Hacienda (apoyo a obtención de fondos inter-nacionales).	No determinado
Actualizar re-gulación conti-nuamente para mitigar riesgos asociados a es-tos proyectos	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Energías Re-novables (DER)	Por definir	Trabajo propio de la comisión, sin costo adi-cional.
CSP y otros sistemas con almacenamiento							
Apoyo a la búsqueda de financiamiento internacional para el desarro-llo de plantas piloto (CSP, Baterías, Hidro Solar)	✓	✓	✓		Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Hacienda (apoyo a obtención de fondos inter-nacionales), Ministerio de Energía (DER)	No determinado
Mareomotriz							
Continuación y apoyo al desa-rrollo del centro de excelencia de investiga-ción (MERIC <sup>1</sup> )	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Energías Re-novables (DER)	Ministerio de Hacienda (apoyo a obtención de fondos inter-nacionales).	Proyecto con fondos compro-metidos. Operación luego de 8 años de programa, por determinar.

1. Marine Energy Research and Innovation Center

Aumentar la *eficiencia del sistema de generación y el uso de combustibles de bajas emisiones*

Políticas y acciones	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			2018-2030 Millones de CLP
Revisión de la actual norma de emisión de centrales termoeléctricas con el fin aumentar las exigencias actuales							
Analizar y revisar la actual normativa térmica de emisiones DS 13/2011, y generar plan de implementación para adaptarlo a nuevos estándares más exigentes	✓	✓			Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	MMA, CNE, Operador del Sistema Eléctrico	150 1 estudio
Fomento a las medidas de eficiencia energética en centrales termoeléctricas							
Analizar y evaluar opciones de aumentar la eficiencia de generación, por ejemplo a través de la instalación de sistemas de gestión de energía (ISO 50001). Realizar plan de implementación asociado	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	CNE, Operador del Sistema Eléctrico	150 1 estudio
Monitoreo de la instalación de terminales a gas							
Seguimiento y apoyo a destrabar proyectos que aumenten la disponibilidad del gas natural en el país.	✓	✓			Ministerio de Energía, División de Infraestructura Energética (DIE)		100 1 estudio para determinar barreras

## Apoyo a la implementación de tecnologías bajas en carbono

Políticas y acciones	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			2018-2030
							Millones de CLP
Preparación para la instalación de sistemas de captura, almacenamiento y uso del CO2 (CCSU en inglés)							
Estudios para establecer sitios y plantas emisoras que puedan ser sujeto de sistemas CCSU	✓	✓			Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	Ministerio del Medio Ambiente (MMA), CNE, Operador del Sistema Eléctrico	150 1 estudio
Estudio para el desarrollo de la normativa legal necesaria para instalar sistemas CCSU	✓	✓			Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	Ministerio del Medio Ambiente (MMA), CNE, Operador del Sistema Eléctrico	100 1 estudio
Acuerdos internacionales para el estudio del desarrollo del CCSU en Chile	✓	✓			Ministerio de Energía, División de Infraestructura Energética (DIE)	Ministerio del Medio Ambien- te (MMA), CNE, Operador del Sistema Eléc- trico	No determinado
Otros sistemas bajos en emisiones de GEI							
Investigación para otros sistemas bajos en carbono, para el sector de generación (hidrógeno, por ejemplo). (Como parte del plan de ciencia)	✓	✓			Ministerio de Energía, Prospectiva	Ministerio de Energía (DER)	No determinado

Apoyo transversal al desarrollo de los objetivos anteriores

Políticas y acciones	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional
	2017 -2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			2018-2030
Implementación de mecanismos de precio al carbono y otras herramientas							
Estudio para evaluar el impacto de un impuesto al CO <sub>2</sub> en todos los sectores	✓				Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	MMA, Ministerio de Hacienda, Otros Ministerios, Sector Privado	2.010
Análisis internacional de las implicancias del Acuerdo de Paris en función del cumplimiento de la CND propuesta por Chile, el estado de los intrumentos de precio al carbono y la posible vinculación del precio al carbono de Chile con otros mercados	✓				Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	MMA, Ministerio de Hacienda, Otros Ministerios, Sector Privado	
Estudio del futuro de las reducciones de emisiones certificadas (CERs) a través del mecanismo de desarrollo limpio (MDL) bajo el nuevo escenario impuesto en el Acuerdo de París y el potencial de seguir generando CERs en Chile	✓				Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	MMA, Ministerio de Hacienda, Otros Ministerios, Sector Privado	
Estudio e implementación de un sistema robusto de medición, reporte y verificación (MRV) para el impuesto al carbono y su potencial expansión hacia otros sectores y mecanismos.	✓				Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	MMA, Ministerio de Hacienda, Otros Ministerios, Sector Privado	

Políticas y acciones	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			2018-2030
Millones de CLP							
Implementación de mecanismos de precio al carbono y otras herramientas							
Estudio para evaluar las opciones de crear un sistema más integral de precios al carbono, que permita tomar decisiones sobre la ruta a definir por Chile para lograr el cumplimiento de su CND mediante el uso de instrumentos de precio al carbono	✓				Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Hacienda, Otros Ministerios, Sector Privado	2.010 (en ejecución)
Diseño e implementación de un sistema obligatorio de reporte de emisiones de GEI y un sistema de reconocimiento a la reducción de estas	✓				Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Hacienda, Otros Ministerios, Sector Privado	
Diseño e implementación de una estrategia de comunicación, participación y capacitación en materias de instrumentos de precio al carbono en Chile	✓				Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Hacienda, Otros Ministerios, Sector Privado	
Implementación de los sistemas de precio al carbono propuestos		✓	✓		Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Hacienda, Otros Ministerios, Sector Privado	1.000

Políticas y acciones	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			2018-2030 Millones de CLP
Implementación/reinstalación de sistemas pilotos de mercado de emisiones		✓	✓		Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Hacienda, Otros Ministerios, Sector Privado	650 Puesta en marcha de plataforma (350) y estudios requeridos para ello (300)
Diseño e implementación de sistema MRV de acciones de mitigación del sector energía	✓	✓			Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Hacienda, Otros Ministerios, Sector Privado	650 Puesta en marcha de plataforma (350) y estudios requeridos para ello (300)
Mejora de modelos de proyección de emisiones, integrando todos los sectores emisores en un modelo (energía-no energía) y conexión con modelo CGE	✓				Ministerio de Energía, División de Prospectiva y Política Energética (DPPE)	Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Hacienda, Otros Ministerios, Sector Privado	200 Estudios y programación de sistema para integrar ambos modelos, e integrar resto de sectores.
Desarrollo de planes sectoriales más detallados por sector	✓				Ministerios faltantes	Ministerio de Energía, sector privado	400 2 Estudios (Transporte, Vivienda)
<b>Mitigación de riesgos por emisiones por incendios provocados por tendidos eléctricos</b>							
Actualización de la Norma de Corrientes fuertes, en los aspectos de diseño y operación que den cuenta de los riesgos de incendio	✓				SEC		Sin Costo Adicional

Políticas y acciones	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional 2018-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Coordinación interinstitucional para contar con información de calidad de los incendios con fuentes electricas que apoyen la toma de decisión y mejoras en la reglamentación	✓				SEC	CONAF/ Bomberos	Sin Costo Adicional
Proyecto de Ley para el fortalecimiento de la SEC,	✓				SEC		Sin Costo Adicional
Desarrollo de sistema integrado que permita tener la información de los incendios con causas eléctricas, daños causados, demandas en curso, demandas terminadas y el control de los planes de acción de las empresas distribuidoras		✓			SEC	CONAF	200

**Tabla 5.2** Acciones del sector Transporte

*Impulso al mercado de medios de transporte de bajas emisiones*

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
A. Impulso al mercado de medios de transporte de bajas emisiones							
Búsqueda de apoyo financiero para aumentar la participación de buses híbridos y eléctricos en el transporte público							
Estudio para proyectar demanda, oferta disponible, criterios de selección, y analizar levantamiento de fondos para cobertura del riesgo.	✓	✓	✓		Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (SECTRA)	Ministerio de Energía (DEE)	150 3 estudios
Operación del programa, difusión de ventajas tecnológicas, selección de beneficiarios y coordinación con la banca.	✓	✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, SECTRA, Ministerio de Energía (DEE)	480 Personal de apoyo extra requerido
Estudio anual de seguimiento y evaluación del programa.	✓	✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, SECTRA, Ministerio de Energía (DEE )	60 Recursos para evaluar programa



Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Búsqueda de apoyo financiero para la compra de vehículos híbridos o eléctricos, particulares y taxis colectivos							
Estudio para proyectar demanda, oferta disponible, criterios de selección, y analizar levantamiento de fondos para cobertura del riesgo.	✓	✓	✓		Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (SECTRA)	Ministerio de Energía (DEE)	150 3 estudios
Selección de beneficiarios y coordinación con la banca.	✓	✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (SECTRA), Ministerio de Energía (DEE), gremios	480 Personal de apoyo extra requerido
Estudio anual de seguimiento y evaluación del programa.	✓	✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (SECTRA), Ministerio de Energía (DEE), gremios	60 Recursos para evaluar programa
Programa para la comunicación de ventajas y retornos esperados de la tecnología.	✓		✓		Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (SECTRA)	Ministerio de Energía (DEE)	40 2 programas de comunicación
Incorporar criterios de eficiencia energética en las adquisiciones de vehículos por parte del Estado	✓	✓			Ministerio de Energía, DEE	Resto de ministerios, Chilecompras	Sin costo adicional, requiere reformular bases de licitación

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Búsqueda de apoyo financiero para camiones livianos y medianos, híbridos o eléctricos							
Estudio para proyectar demanda, oferta disponible, criterios de selección, y analizar levantamiento de fondos para cobertura del riesgo.	✓	✓	✓		Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (SECTRA)	Ministerio de Energía (DEE)	150 3 estudios
Operación del programa, difusión de ventajas tecnológicas, selección de beneficiarios y coordinación con la banca.	✓	✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (SECTRA), Ministerio de Energía (DEE)	480 Personal de apoyo extra requerido
Estudio anual de seguimiento y evaluación del programa.	✓	✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (SECTRA), Ministerio de Energía (DEE)	60 Recursos para evaluar programa
Búsqueda de apoyo financiero para el desarrollo de la infraestructura necesaria (ej. Redes de carga eléctrica)							
Realizar una estandarización técnica y habilitar infraestructura pública y privada que facilite la incorporación de vehículos de tecnologías eficientes	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (SECTRA)	Ministerio de Energía (DEE)	150 1 estudio

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Estudio de proyección territorial de demanda eléctrica vehicular.	✓	✓			Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (SECTRA)	Ministerio de Energía (DEE)	100 2 estudios
Mesa de trabajo público-privada.	✓	✓			Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (SECTRA)	Ministerio de Energía (DEE)	300 Desarrollo de mesas regionales a lo largo del país
Subsidios potenciales en zonas extremas.	✓	✓	✓		Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (SECTRA)	Ministerio de Energía (DEE)	A determinar por los organismos pertinentes.
<b>Búsqueda de apoyo financiero para incentivar mejoras tecnológicas en el transporte aéreo/marítimo</b>							
Incentivar la penetración de mejoras tecnológicas y/o utilización de combustibles alternativos en el transporte aéreo y marítimo	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía (DEE)		150 1 estudio grande para determinar mejoras y opciones en el sector

## Recambio tecnológico del transporte público

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Licitaciones en el transporte público con obligación de participación de transporte público de bajas emisiones							
Incluir criterios de eficiencia energética en la evaluación de las licitaciones que subsidian la compra, renovación u operación de vehículos de transporte público.	✓	✓	✓		Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	Chilecompras y otros ministerios, Ministerio de Energía (DEE)	Modificaciones a los procesos de licitación, no requiere recursos extras.
Regulación para obligación de participación de taxis y colectivos de bajas emisiones							
Modificación del reglamento de transporte público en lo referente a taxis y colectivos.	✓		✓		Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	Ministerio de Energía (DEE)	400 1 estudio (100) y mesas regionales de discusión (300)

## Inversión en modos eficientes

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Aumentar infraestructura de transporte ferroviario interurbano bajo esquemas público privados							
Estudio para proyectar escenarios de demanda sujetos a expansión ferroviaria.	✓				Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (SECTRA)	Ministerio de Energía (DEE)	100 1 estudio

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Estudio y análisis de mecanismos de financiamientos, de infraestructura y gestión del servicio	✓				Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	<i>Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Energía (DEE)</i>	50 1 estudio
Diseño de contratos de construcción y concesión de operación.	✓	✓			Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	<i>Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Energía (DEE)</i>	Diseño de contratos, no requiere recursos extras.
Participación pública en la inversión.		✓	✓	✓	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	<i>Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Energía (DEE)</i>	1.005.000 Máximo posible, si el estado invierte 100% en la infraestructura
<b>Inversión en trenes urbanos (por ejemplo el metro)</b>							
Estudios de factibilidad, diseño e ingeniería de proyectos.	✓	✓			Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	<i>Ministerio de Obras Públicas, Metro</i>	1.500 Estudios para desarrollo de trenes urbanos
Inversión en obras y material rodante (considera financiamiento a través de deuda de Metro SA e inversión pública)	✓	✓	✓	✓	No determinado	<i>Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones</i>	6.365.000 Máximo posible, si el estado invierte 100% en la infraestructura
<b>Expansión de la infraestructura para bicicletas y buses urbanos (Vías exclusivas)</b>							
Estudio de demanda para planificación de red de ciclovías y estacionamientos de bicicletas.	✓				Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	<i>Ministerio de Energía (DEE)</i>	150 1 estudio

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Estudio de diseño y factibilidad de vías exclusivas para transporte público	✓				Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Ministerio de Obras Públicas	150 1 estudio
Mantenición de la infraestructura		✓	✓	✓	Ministerio de Obras Públicas		201.100 Mantenición infraestructura
Inversión en obras	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Obras Públicas		4.020.000 Inversión requerida
Desarrollar e implementar políticas de bicicletas públicas	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Energía (DEE)	100 1 estudio
<b>Políticas de Apoyo</b>							
<b>Planificación Urbana para disminuir la demanda de transporte y fomentar el transporte público</b>							
Realizar estudios de planificación territorial, con énfasis en los efectos sobre la actividad de transporte y soluciones de transporte acorde a la demanda.	✓	✓			Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Ministerio de Energía, Gobiernos regionales	900 4 estudios de planificación (600) y mesa regional (300)
<b>Implementar sistemas pilotos para mejorar gestión del transporte (carpooling)</b>							
Plataforma de apoyo y desarrollo de proyectos de innovación para la gestión de transporte	✓	✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	300 Operación anual (2019-2030)
Subsidio disponible para el desarrollo de proyectos	✓	✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	350 1 Plataforma Tecnológica

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Implementación de sistemas de información, comunicación y coordinación para los sistemas de transporte							
Recolectar y sistematizar datos sobre el uso de energía en todos los modos y sectores del transporte.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Ministerio de Energía (DEE)	50 1 estudio
Desarrollar y aplicar una estrategia para incentivar el uso del transporte público que considere mejorar el nivel de servicio e imagen.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Ministerio de Energía (DEE)	150 1 estudio
Promover la complementariedad e integración física, operacional y tarifaria intermodal	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Ministerio de Energía (DEE)	50 1 estudio
Implementar campañas para un uso racional y eficiente del automóvil particular, considerando la promoción del transporte público y el uso de la bicicleta	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Ministerio de Energía (DEE)	600 Campaña anual 2019-2030
Instrumentos que desincentiven modos más ineficientes (zona verde, tasa de congestión, entre otros)							

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Incorporar mecanismos para el control de la congestión y desincentivo al transporte privado (tales como tarificación vial por congestión, limitación de estacionamientos, reasignación de espacio vial hacia modos más eficientes, etc.).	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	<i>Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Energía (DEE), Ministerio de Vivienda y Urbanismo</i>	300 2 estudios
Eliminar las restricciones de cabotaje nacional y mejorar los accesos a servicios portuarios	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Economía	<i>Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones</i>	100 1 estudio



## Aumentar los estándares de eficiencia energética

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Estándares de rendimiento medio para vehículos (Marco Regulatorio de EE)							
Establecer estándares de eficiencia energética al parque de vehículos motorizados livianos.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía (DEE)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	100 1 estudio mediano de impactos y potenciales metas
Personal de fiscalización y cumplimiento de metas.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones		150 Operación anual 2019-2030
Estudio anual de análisis de impactos de mercado, y potenciales variaciones de la norma.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía (DEE)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	150 Operación anual 2019-2030
Establecer estándares de eficiencia energética al parque de vehículos medianos y pesados	✓	✓	✓		Ministerio de Energía (DEE)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	100 1 estudio
Establecer estándares de eficiencia energética a los componentes de los vehículos que incidan en el consumo de energía	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía (DEE)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	100 1 estudio
Instalación de kits aerodinámicos en el transporte de carga interurbano, validados con NCH 3331							
Definición de reglamento para la obligatoriedad del equipamiento fiscalizable en plantas de revisión técnica.	✓				Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (SECTRA)	Ministerio de Energía (DEE)	50 1 estudio

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Etiquetado de consumo energético							
Extender el etiquetado de consumo energético a vehículos motorizados medianos	✓				Ministerio de Energía (DEE)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (SEC-TRA)	50 1 estudio
Extender el etiquetado de consumo energético a vehículos motorizados pesados (buses y camiones).	✓				Ministerio de Energía (DEE)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (SEC-TRA)	50 1 estudio
Participar en acuerdos internacionales de EE							
Participar de los acuerdos internacionales que buscan EE en el transporte a través de mejoras tecnológicas.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía (DEE)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (SEC-TRA)	480 Operación 2019-2030 (Viajes, Personal)
Desarrollo de plataforma para mejorar tasa de ocupación, gestión horaria y adecuación modal en transporte de carga urbano							
Estudio de diseño	✓				Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Ministerio de Energía (DEE)	150 1 estudio
Mesa de trabajo con el sector de transporte de carga camionero	✓	✓			Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Ministerio de Energía (DEE)	300 Mesas regionales con los gremios
Operación y mantención de plataforma para la gestión de carga, sistemas de control, comunicación y mejora continua.		✓	✓	✓	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Ministerio de Energía (DEE)	1350 Operación 2019-2030 (1000) y plataforma grande (350)
Inversión para levantamiento del sistema		✓			Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Ministerio de Energía (DEE)	150 1 estudio

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Modificación del reglamento de transporte público en lo referente a taxis y colectivos.	✓		✓		MMT	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	400 1 estudio (100) y mesas regionales de discusión (300)

*Impulso al mercado de medios de transporte de bajas emisiones*

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Aumentar infraestructura de transporte ferroviario interurbano bajo esquemas público privados							
Estudio para proyectar escenarios de demanda sujetos a expansión ferroviaria.	✓				Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (SECTRA)	Ministerio de Energía (DEE)	100 1 estudio
Estudio y análisis de mecanismos de financiamientos, de infraestructura y gestión del servicio	✓				MMT	MOP, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	50 1 estudio
Diseño de contratos de construcción y concesión de operación.	✓	✓			MMT	MMOP, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Diseño de contratos, no requiere recursos extras.
Participación pública en la inversión.		✓	✓	✓	MMT	MOP, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	1.005.000 Máximo posible, si el estado invierte 100% en la infraestructura

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Inversión en trenes urbanos (por ejemplo el metro)							
Estudios de factibilidad, diseño e ingeniería de proyectos.	✓	✓			MMT	MMOP, Metro	1.500 Estudios para desarrollo de trenes urbanos
Inversión en obras y material rodante (considera financiamiento a través de deuda de Metro SA e inversión pública)	✓	✓	✓	✓	No determinado	MOP, MMT	6.365.000 Máximo posible, si el estado invierte 100% en la infraestructura
Expansión de la infraestructura para bicicletas y buses urbanos (Vías exclusivas)							
Estudio de demanda para planificación de red de ciclovías y estacionamientos de bicicletas.	✓				MMT	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	150 1 estudio
Estudio de diseño y factibilidad de vías exclusivas para transporte público	✓				MMT	Ministerio de Obras Públicas	150 1 estudio
Mantenición de la infraestructura		✓	✓	✓	MOP		201.100 Mantención infraestructura
Inversión en obras	✓	✓	✓	✓	MOP		4.020.000 Inversión requerida
Desarrollar e implementar políticas de bicicletas públicas	✓	✓	✓	✓	MMT	MOP, Ministerio de Energía (DEE)	100 1 estudio

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Políticas de Apoyo							
Planificación Urbana para disminuir la demanda de transporte y fomentar el transporte público							
Realizar estudios de planificación territorial, con énfasis en los efectos sobre la actividad de transporte y soluciones de transporte acorde a la demanda.	✓	✓			MINVU	MOP, MMT, Ministerio de Energía, Gobiernos regionales	900 4 estudios de planificación (600) y mesa regional (300)
Implementar sistemas pilotos para mejorar gestión del transporte (carpooling)							
Plataforma de apoyo y desarrollo de proyectos de innovación para la gestión de transporte	✓	✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	MMT	300 Operación anual (2019-2030)
Subsidio disponible para el desarrollo de proyectos	✓	✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	MMT	350 1 Plataforma Tecnológica
Implementación de sistemas de información, comunicación y coordinación para los sistemas de transporte							
Recolectar y sistematizar datos sobre el uso de energía en todos los modos y sectores del transporte.	✓	✓	✓	✓	MMT	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	50 1 estudio

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Desarrollar y aplicar una estrategia para incentivar el uso del transporte público que considere mejorar el nivel de servicio e imagen.	✓	✓	✓	✓	MMT	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	150 1 estudio
Promover la complementariedad e integración física, operacional y tarifaria intermodal	✓	✓	✓	✓	MMT	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	50 1 estudio
Implementar campañas para un uso racional y eficiente del automóvil particular, considerando la promoción del transporte público y el uso de la bicicleta	✓	✓	✓	✓	MMT	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	600 Campaña anual 2019-2030
<b>Instrumentos que desincentiven modos más ineficientes (zona verde, tasa de congestión, entre otros)</b>							
Incorporar mecanismos para el control de la congestión y desincentivo al transporte privado (tales como tarificación vial por congestión, limitación de estacionamientos, reasignación de espacio vial hacia modos más eficientes, etc.).	✓	✓	✓	✓	MMT	MMA, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE), MINVU	300 2 estudios

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Eliminar las restricciones de cabotaje nacional y mejorar los accesos a servicios portuarios	✓	✓	✓	✓	MINECON	MMT	100 1 estudio

### Aumentar los estándares de eficiencia energética

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Estándares de rendimiento medio para vehículos (Marco Regulatorio de EE)							
Establecer estándares de eficiencia energética al parque de vehículos motorizados livianos.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	100 1 estudio mediano de impactos y potenciales metas
Personal de fiscalización y cumplimiento de metas.	✓	✓	✓	✓	MMT		150 Operación anual 2019-2030
Estudio anual de análisis de impactos de mercado, y potenciales variaciones de la norma.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	150 Operación anual 2019-2030
Establecer estándares de eficiencia energética al parque de vehículos medianos y pesados	✓	✓	✓		Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	100 1 estudio

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Establecer estándares de eficiencia energética a los componentes de los vehículos que incidan en el consumo de energía	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	100 1 estudio
<b>Instalación de kits aerodinámicos en el transporte de carga interurbano, validados con NCH 3331</b>							
Definición de reglamento para la obligatoriedad del equipamiento fiscalizable en plantas de revisión técnica.	✓				MMT (SECTRA)	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	50 1 estudio
<b>Etiquetado de consumo energético</b>							
Extender el etiquetado de consumo energético a vehículos motorizados medianos	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (SECTRA)	50 1 estudio
Extender el etiquetado de consumo energético a vehículos motorizados pesados (buses y camiones).	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (SECTRA)	50 1 estudio
<b>Participar en acuerdos internacionales de EE</b>							
Participar de los acuerdos internacionales que buscan EE en el transporte a través de mejoras tecnológicas.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (SECTRA)	480 Operación 2019-2030 (Viajes, Personal)



Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Desarrollo de plataforma para mejorar tasa de ocupación, gestión horaria y adecuación modal en transporte de carga urbano							
Estudio de diseño	✓				MMT	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	150 1 estudio
Mesa de trabajo con el sector de transporte de carga camionero	✓	✓			MMT	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	300 Mesas regionales con los gremios
Operación y mantención de plataforma para la gestión de carga, sistemas de control, comunicación y mejora continua.		✓	✓	✓	MMT	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	1350 Operación 2019-2030 (1000) y plataforma grande (350)
Inversión para levantamiento del sistema		✓			MMT	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	150 1 estudio

**Tabla 5.3** Acciones del Sector Industria y Minería

*Eficiencia Energética en la Industria y Minería*

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Regulación para Estándar Mínimo de Eficiencia (MEPS) en motores eléctricos de potencia menores a 10HP							
Generación de normativa para la definición de los MEPS.	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	SEC, ACHEE	50 1 estudio
Fiscalización del cumplimiento del estándar.	✓	✓	✓	✓	SEC	SEC, Ministerio de Energía (DEE), ACHEE	Trabajo propio del organismo
Regulación para Estándar Mínimo de Eficiencia (MEPS) en motores eléctricos de potencia entre 10HP y 100HP							
Actualización estudio para evaluar mercado actual y definir nivel de los MEPS.	✓			✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	SEC, ACHEE	100 2 estudios
Generación de normativa para la definición de los MEPS.	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	SEC, ACHEE	50 1 estudio
Fiscalización del cumplimiento del estándar.	✓	✓	✓	✓	SEC	Ministerio de Energía (DEE), ACHEE	Trabajo propio del organismo
Estudios para reevaluar el mercado y definir nuevos estándares.				✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	SEC, ACHEE	50 1 estudio

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Sistema de Gestión de la Energía Obligatorio para Grandes Consumidores de Energía (Marco Regulatorio de EE)							
Crear los mecanismos para apoyar la gestión de energía en las empresas energo intensivas, que asegure la continua revisión de búsqueda de mejoras en el consumo energético	✓	✓	✓		Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Empresa privada, ACHEE	Por determinar
Borradores de los reglamentos que implementan un nuevo marco regulatorio de EE	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	50 1 estudio
Hacer seguimiento permanente a los avances de las empresas en su gestión de energía	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	Trabajo propio de la entidad.
Crear iniciativas coordinadas para compartir experiencias de reducción de consumo de energía e incorporar las mejores tecnologías e innovaciones en el uso de energía, disponibles a nivel mundial.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	200 4 estudios

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Estudios de actualización de curva de conservación de energía en la Pequeña y Mediana Industria.	✓			✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	300 2 estudios grandes
Estudio de definición de cargos y marco legal de operación de la ley (realizado).					Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Ministerio de Hacienda, CNE	Por determinar
Fiscalización de equipamiento y medidas realizadas.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)		240 Operación anual 2019-2030
Estudio de evaluación de cumplimiento de metas.		✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	600 Estudios anuales 2019-2030

**Regulación para establecer Estándares Mínimos de Eficiencia (MEPS) para equipos de uso industrial y minero (ej. Calderas, Hornos, Camiones Mineros, etc.)**

Estudio del consumo energético final por tipo de equipamiento en la Industria y Minería y análisis de su eficiencia actual.		✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	SEC, ACHEE	150 1 estudio
Estudio para evaluar el mercado actual de equipamiento y definir nivel de los MEPS.		✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	SEC, ACHEE	200 4 estudios

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Fiscalización del cumplimiento del estándar.			✓	✓	SEC	Ministerio de Energía (DEE), ACHEE	Trabajo propio de la entidad
Estudios para reevaluar el mercado y definir nuevos estándares.				✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	SEC, ACHEE	200 4 estudios
<b>Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 (PAEE)</b>							
Estudio para determinar instrumentos y mecanismos que faciliten la implementación del PAEE	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	50 1 estudio

<b>Nuevo marco regulatorio para la inversión en proyectos de EE (escalamiento a otros sectores, con certificados blancos)</b>							
Estudio de adaptación de mecanismos internacionales que permitan y promuevan la creación de un mercado de certificados blancos dentro del país	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE, Ministerio de Hacienda	50 1 estudio
Estudios de actualización de curva de conservación de energía en la Pequeña y Mediana Industria.	✓			✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	200 2 estudios

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Estudio de evaluación de cumplimiento de metas propuestas.		✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	150 3 estudios
<b>Desarrollo del mercado ESCO</b>							
Desarrollar instrumentos financieros que faciliten la capitalización de estos proyectos en el sector privado (estudio)	✓	✓	✓		Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE, Ministerio de Hacienda, CORFO	150 3 estudios

## A. Paquete de Apoyo de EE para la Industria y Minería

### Búsqueda de apoyo financiero para escalamiento de programas de EE

Estudio de definición de potenciales de mitigación en la industria (PYMES) que por su costo no son factibles	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	150 1 estudio
Definición de fuentes de financiamiento e instrumentos		✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE, Ministerio de Hacienda, Entidad de Fomento (por definir)	50 1 estudio
Definición de las medidas de mitigación aplicables en el grupo objetivo		✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	50 1 estudio
Programa de Financiamiento para el escalamiento de la Eficiencia Energética			✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Ministerio de Energía (DEE), ACHEE, Ministerio de Hacienda	A determinar a partir de los estudios

## Incrementar el Uso de Tecnologías de Bajas Emisiones

B. Aumentar el Uso de Fuentes con Bajas Emisiones							
Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Búsqueda de apoyo financiero para el uso de Energía Solar en procesos térmicos en la Industria y Minería							
Definición de potenciales industrias donde el uso de energía solar en procesos térmicos es factible		✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Ministerio de Energía (DER)	150 1 estudio
Definición de fuentes de financiamiento para apoyos financieros		✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE, Ministerio de Hacienda	50 1 estudio
Programa de Financiamiento para el uso de Energía Solar		✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE, Ministerio de Hacienda	A determinar a partir de los estudios a realizar.
Desarrollo del autoconsumo con energías renovables no convencionales a través de la generación de políticas, programas y proyectos							
Generar un marco normativo y realizar su seguimiento	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	SEC, CNE	No determinado
Generar información pública y difundirla	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Por definir	No determinado
Implementar instrumentos financieros acordes a los proyectos	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	CORFO, ACHEE, Ministerio de Hacienda	No determinado

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Búsqueda de financiamiento internacional para instrumentos financieros		✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Energía (DER), ACHEE, Ministerio de Hacienda, Banca	A determinar a partir de los estudios a realizar.
<b>B. Aumentar el Uso de Fuentes con Bajas Emisiones</b>							
<b>Búsqueda de apoyo financiero para el Uso de Biomasa en vez de Carbón en procesos térmicos en la Industria y Minería</b>							
Definición de potenciales industrias donde el cambio de combustible de carbón por biomasa es factible		✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Ministerio de Energía (DER), ACHEE	50 1 estudio
Definición e implementación del mecanismo que asegure el suministro de biomasa para las industrias		✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Ministerio de Energía (DER), ACHEE	50 1 estudio
Búsqueda de apoyo financiero para programa piloto de cambio a de carbón por biomasa		✓			Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Energía (DEE), ACHEE, Ministerio de Hacienda	A determinar a partir de los estudios a realizar.
Búsqueda de fuentes de financiamiento para instrumentos financieros que permitan cambio de combustible		✓			Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Energía (DEE), ACHEE, Ministerio de Hacienda	50 1 estudio
Programa de Financiamiento para el uso de la Biogás o Gas Natural		✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Energía (DEE), ACHEE, Ministerio de Hacienda	A determinar a partir de los estudios a realizar.



Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			

## B. Aumentar el Uso de Fuentes con Bajas Emisiones

### Búsqueda de apoyo financiero para uso de Biogás o Gas Natural en vez de Petróleo Diésel o Petróleo Combustible en procesos térmicos en la Industria y Minería (cambio de quemadores)

Definición de potenciales industrias donde el cambio de combustible (cambio de quemadores y seguridad de suministro) es factible		✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	50 1 estudio
Definición e implementación del mecanismo que asegure el suministro de biogás o gas natural para las industrias		✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	50 1 estudio
Búsqueda de apoyo financiero para programa piloto		✓			Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Energía (DEE), ACHEE, Ministerio de Hacienda	A determinar a partir de los estudios a realizar.
Definición de fuentes de financiamiento e instrumentos para apoyar recambios		✓			Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Energía (DEE), ACHEE, Ministerio de Hacienda	50 1 estudio
Programa de Financiamiento para el uso de la Biogás o Gas Natural		✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Energía (DEE), ACHEE, Ministerio de Hacienda	A determinar a partir de los estudios a realizar.

B. Aumentar el Uso de Fuentes con Bajas Emisiones							
Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Búsqueda de apoyo financiero para uso de Electricidad en vez de Combustibles fósiles en procesos motrices y térmicos en la Industria y Minería (electrificación de procesos)							
Definición de potenciales industrias donde la electrificación de los procesos es factible		✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	50 1 estudio
Búsqueda de apoyo financiero para programa piloto de electrificación		✓			Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Energía (DEE), ACHEE, Ministerio de Hacienda	A determinar a partir de los estudios a realizar.
Búsqueda de fuentes de financiamiento para instrumentos financieros que permitan cambio de energético		✓			Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Energía (DEE), ACHEE, Ministerio de Hacienda	50 1 estudio
Programa de Financiamiento para la electrificación industrial		✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Energía (DEE), ACHEE, Ministerio de Hacienda	A determinar a partir de los estudios a realizar.
Búsqueda de apoyo financiero para el uso de Hidrógeno en procesos térmicos en la Industria y Minería							
Definición de potenciales industrias donde el uso de hidrógeno como combustible es factible				✓	Ministerio de Energía (DEE)	ACHEE, SEC	50 1 estudio
Definición e implementación del mecanismo que regule y asegure el suministro de hidrógeno para las industrias				✓	Ministerio de Energía (DEE)	ACHEE, SEC	50 1 estudio

Búsqueda de apoyo financiero a un programa piloto de uso de hidrógeno en la industria				✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE), ACHEE, Ministerio de Hacienda	A determinar a partir de los estudios a realizar.
---	--	--	--	---	----------------------------------	---	---

*Apoyo a la implementación de tecnologías bajas en carbono*

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2025-2030			
Preparación para la instalación de sistemas de tecnologías bajas en carbono (por ejemplo, sistemas CCSU en la industria del cemento, recuperación de calor)							
Estudio para establecer sitios y plantas emisoras que puedan ser sujeto de sistemas CCSU (cemento, siderurgia)	✓	✓			Ministerio de Energía (DDS)	Ministerio de Medio Ambiente	150 1 estudio
Estudio para el desarrollo de la normativa legal necesaria para instalar sistemas CCSU	✓	✓			Ministerio de Energía (DDS)	MMA	150 1 estudio
Acuerdos internacionales para el estudio del desarrollo del CCSU en Chile	✓	✓			Ministerio de Energía (DDS)	MMA	480 Operación 2019-2030 (Viajes, Personal)

**Tabla 5.4** Acciones del sector Comercial, Público y Residencial

*Reducir el consumo de energía*

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Continuación de subsidios para reacondicionamiento térmico residencial para familias vulnerables (PPPF)							
Definir un estándar de confort térmico y lumínico para Chile, adecuado y validado a la realidad geográfica. Revisión periódica incluida	✓	✓	✓		Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Ministerio del Medio Ambiente, Sociedad civil, Universidades, Gremios, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	150 1 estudio
Licitación de proveedores de servicios de reacondicionamiento.	✓		✓	✓	Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Uso de personal existente.
Ventanilla MINVU para recepción y selección de beneficiarios.	✓	✓	✓	✓	MINVU		Uso de personal existente.
Supervisión de obras de reacondicionamiento.	✓	✓	✓	✓	MINVU		1.440 Operación personal 2019-2030
Estudio de seguimiento y evaluación del programa PPPF			✓	✓	MINVU	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	300 6 estudios medianos de evaluación
Subsidios al reacondicionamiento de viviendas: 34.000 por año hasta el 2030 <sup>1</sup> .	✓	✓	✓	✓	MINVU		1.320.000 (130 UF anual por vivienda)

1. Esta cantidad de viviendas es la estimación del consultor para cumplir con la meta de Energía 2050: "100% de las viviendas nuevas y el 25% de las viviendas existentes de familias vulnerables, cumplen con estándares de confort térmico y lumínico definidos, considerando regiones o zonas climáticas". Conforme a los avances a la fecha en la entrega de estos subsidios, se hace necesario revisar y ajustar periódicamente (anualmente) esta meta, y crear una mesa de trabajo ministerial que revise el avance y busque maneras de poder cumplir con la meta establecida.

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Búsqueda de apoyo financiero para reacondicionamiento térmico residencial (ampliar segmento de la población)							
Estudio para definición de estándares de reacondicionamiento	✓		✓		MINVU	Ministerio del Medio Ambiente, Sociedad civil, Universidades, Gremios, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Mismo estudio de punto anterior, puede ser utilizado.
Estudio para levantamiento de fondos y diseño de instrumentos	✓				Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Energía (DEE), Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Hacienda	50 1 estudio
Creación y gestión de listado de proveedores oficiales	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Vivienda y Urbanismo		Uso de personal existente.
Coordinación con la banca	✓	✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Hacienda, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	300 Operación personal 2019-2030
Comunicación de ventajas y retornos esperados del reacondicionamiento		✓			MINVU	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE), ACHEE	200 Campaña co-municacional
Estudio de seguimiento y evaluación del programa			✓	✓	MINVU	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE), ACHEE	300 6 estudios de evaluación

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Entrega de créditos (45.000 anuales) <sup>2</sup>		✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Hacienda, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Energía (DEE), Banca	Por determinar
<b>Nuevo marco regulatorio en la distribución eléctrica para inversión en proyectos de EE (Desacople/Certificados blancos)</b>							
Estudios de actualización de curva de conservación de energía en CPR	✓			✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	MINVU	300 2 estudios
Estudio de definición de marco legal de operación de la ley (realizado)					Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	MINVU	Estudio realizado.
Fiscalización de equipamiento y medidas realizadas	✓	✓	✓	✓	SEC	MINVU, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	480 Operación Personal 2019-2030
Estudio de evaluación de cumplimiento de metas		✓	✓	✓	Ministerio de Energía (DEE)	MINVU	300 6 estudios pequeños de evaluación

2. Propuesta de viviendas existentes a reacondicionar, en un potencial escenario de mayor ambición de reducción de emisiones

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Sistema inteligente de producción y gestión descentralizada de la energía y reducir las emisiones del sector generación mediante cambio de curva de carga							
Diseñar e implementar instrumentos de mercado para minimizar los consumos energéticos e incentivar la adopción de sistemas de control y gestión inteligente de la energía por parte de los usuarios	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía (División de Seguridad y Mercado Energético)	Operador del Sistema Eléctrico, CNE, Universidades	100 1 estudio
Fortalecer la normativa que impulse la adopción de medidores inteligentes	✓				Ministerio de Energía (División de Seguridad y Mercado Energético)	Operador del Sistema Eléctrico, CNE, Universidades	50 1 estudio
Desarrollar la institucionalidad, capacidad técnica y marco legal que permita recolectar la información apropiada para medir y monitorear el impacto de los programas que introducen medidas de eficiencia energética y aprovechamiento de los recursos energéticos locales en los hogares	✓				Ministerio de Energía (División de Seguridad y Mercado Energético)	Operador del Sistema Eléctrico, CNE, Universidades	150 1 estudio

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Revisar de forma periódica el diseño de la red de transmisión para dar respuesta a la nueva configuración del sistema eléctrico y la demanda.	✓	✓	✓	✓	CNE	División de Seguridad y Mercado Energético, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE), SEC, Operador sistema eléctrico	200 Operación Personal 2019-2030
Estudios de caracterización de demanda de cada tipo de cliente, por zonas geográfica, a nivel intra-horario	✓	✓			Ministerio de Energía (División de Seguridad y Mercado Energético)	División de Seguridad y Mercado Energético, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE), SEC, Operador sistema eléctrico	300 2 estudios
Evaluar potenciales, costos y beneficios de cambios regulatorios para promover un sistema inteligente de producción y gestión descentralizada de energía	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía (División de Seguridad y Mercado Energético)	División de Seguridad y Mercado Energético, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE), SEC, Operador sistema eléctrico	100 1 estudio
Estudios de análisis de costo-beneficios de programas de respuesta de la demanda (RD).		✓	✓		Ministerio de Energía (División de Seguridad y Mercado Energético)	División de Seguridad y Mercado Energético, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE), SEC, Operador sistema eléctrico	50 1 estudio



Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Evaluación de introducción de tecnología de telecomunicación en dispositivos consumidores de energía		✓	✓	✓	Ministerio de Energía (División de Seguridad y Mercado Energético)	División de Seguridad y Mercado Energético, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE), SEC, Operador sistema eléctrico	50 1 estudio
Evaluación, diseño e implementación de mecanismos e incentivos para la adopción de tecnología inteligente que contribuya a la flexibilidad del sistema		✓	✓	✓	Ministerio de Energía (División de Seguridad y Mercado Energético)	División de Seguridad y Mercado Energético, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE), SEC, Operador sistema eléctrico	150 1 estudio
Modificar el cambio de la regulación de la distribución, tal que permita hacer frente al desafío de considerar una demanda activa en su rol.	✓	✓	✓		CNE	División de Seguridad y Mercado Energético, Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE), SEC, Operador sistema eléctrico	150 1 estudio
<b>Implementar sistemas de información, capacitación</b>							
Desarrollar, implementar y promover programas de eficiencia energética con foco en familias vulnerables	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía (DEE)	Ministerio de desarrollo social, municipalidades	5000 500.000 kit eficientes/año durante 2019-2030

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Desarrollar programas que permitan entregar información de manera oportuna sobre opciones tecnologías eficientes para familias vulnerables.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía (DEE)	Ministerio de desarrollo social, municipalidades	2400 500.000 familias capacitadas/año durante 2019-2030

### Regulaciones y estándares

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Regulación – MEPS en motores eléctricos							
Actualización estudio para evaluar mercado actual y definir nivel de los MEPS	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	50 1 estudio
Generación de normativa para la definición de los MEPS.	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	50 1 estudio
Fiscalización del cumplimiento del estándar.	✓	✓	✓	✓	SEC	SEC	500 Operación Personal 2019-2030
Estudios para reevaluar el mercado y definir nuevos estándares.				✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	SEC, ACHEE	50 1 estudio

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Regulación para la calificación energética obligatoria de viviendas nuevas y existentes							
Revisar las certificaciones, etiquetados o sellos existentes y complementarlos para contar con etiquetados energéticos para todo tipo de edificaciones	✓				MINVU	Ministerio de Energía (DEE)	50 1 estudio
Generación y gestión de listado de proveedores oficiales de servicio de etiquetado.	✓	✓	✓	✓	MINVU		Trabajo a realizar con personal existente de la organización
Generación de normativa para obligatoriedad del etiquetado.	✓				MINVU	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	100 1 estudio
Fiscalización del etiquetado de las viviendas.		✓		✓	MINVU	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	600 Operación Personal 2019-2030
Perfeccionar continuamente los sellos, estándares y certificaciones de eficiencia energética y sustentabilidad.	✓	✓	✓	✓	MINVU	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	200 4 estudios
Generar herramientas de información de la línea base de consumo energético de todas las edificaciones.	✓	✓			MINVU	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	500 1 estudio (150) y plataforma (350)

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Implementar la calificación energética de edificaciones de uso residencial como exigencia obligatoria para edificaciones nuevas, públicas y privadas	✓		✓		MINVU	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	100 1 estudio
<b>Actualización de la normativa térmica de viviendas (OGUC)</b>							
Actualizar la norma técnica de construcción para reducir en al menos un 30% el consumo energético de las edificaciones residenciales, de educación y salud nuevas	✓		✓		MINVU	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	300 2 estudios
Fiscalización de las construcciones	✓	✓	✓	✓	MINVU		Trabajo a realizar con personal existente de la organización
<b>Regulación - MEPS en principales equipos eléctricos de uso doméstico: aire acondicionado, refrigeradores, ampolletas, tubos fluorescentes, secadoras de ropa, lava vajilla, lavadoras, calefactores eléctricos de agua, etc.</b>							
Estudio para evaluar mercado actual y definir nivel de los MEPS.	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE, MINVU	150 1 estudio

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Generación de normativa para la definición de los MEPS.	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE, MINVU	100 1 estudio
Fiscalización del cumplimiento del estándar.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	SEC	500 Operación Personal 2019-2030
Estudios para reevaluar el mercado y definir nuevos estándares.			✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE, Ministerio de Vivienda y Urbanismo	50 1 estudio
<b>Regulación para ampliar el etiquetado de equipos eléctricos de uso doméstico: secadoras de ropa, lava vajilla, lavadoras, calefactores eléctricos de agua, etc.</b>							
Estudio para evaluar mercado actual y definir equipos a etiquetar y niveles de etiqueta.		✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)		150 1 estudio
Prueba de equipos y etiquetado.		✓	✓	✓	SEC	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	300 Pruebas para nuevos equipos

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
A. Apoyo a la energía distribuida, sistemas de calefacción de biomasa y energía renovable							
Regulación y e instrumentos financieros para fomentar el uso de leña seca							
Estudio para definición de instrumentos financieros requeridos para que la leña seca sea competitiva	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Ministerio de Hacienda, CONAF	100 1 estudio
Estudio de desarrollo de normativa para fomenaoomentar la venta de leña seca (aplicable al comercio formal).	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	CONAF, SEC	100 1 estudio
Certificación de proveedores de leña seca.		✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	CONAF, SEC	500 Operación certificación 2019-2030
Fiscalización de venta de leña certificada (mercado formal).		✓	✓	✓	Por definir	CONAF, SEC	2.400 Operación fiscalización 2019-2030
Gestionar los instrumentos financieros.		✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Energía (unidad de leña)	200 Operación fondos 2019-2030
Desarrollo del autoconsumo con energías renovables no convencionales a través de la generación de políticas, programas y proyectos							
Generar un marco normativo y realizar su seguimiento	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	SEC, CNE	No determinado

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Generar información pública y difundirla	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)		No determinado
Implementar instrumentos financieros acordes a los proyectos	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE, Ministerio de Hacienda	No determinado
Búsqueda de financiamiento internacional para instrumentos financieros		✓	✓	✓	Entidad de Fomento (por definir)	Ministerio de Energía (DER), ACHEE, Ministerio de Hacienda	A determinar a partir de los estudios a realizar.
<b>B. Promoción del uso de fuentes de bajas emisiones</b>							
<b>Búsqueda de apoyo financiero para la promoción de la electrificación en el sector residencial</b>							
Estudio para definir equipamiento objetivo y mecanismos de operación del programa		✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	SEC	100 1 estudio
Estudio para definir levantamiento de fondos e instrumentos	✓	✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Ministerio de Hacienda, ACHEE	50 1 estudio
Licitación de proveedores de equipos		✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE, SEC	Personal propio de la institución

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Estudio de seguimiento y evaluación del programa			✓	✓		ACHEE	100 2 estudios
Comunicación de ventajas de la electrificación para el usuario			✓		Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	200 Campaña co-comunicacional
<b>Continuación de la franquicia tributaria para la instalación de sistemas solares térmicos para agua caliente sanitaria (periodo acotado)</b>							
Gestión de listado de proveedores oficiales.	✓				MINVU		Personal propio de la institución
Estudio de seguimiento y evaluación del programa.	✓				Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	MINVU	50 1 estudio
<b>Implementación de subsidios a vivienda social nueva (ACS)</b>							
Entrega subsidios	✓	✓			MINVU		Por determinar
<b>Políticas de Apoyo</b>							
<b>Programa comuna energética</b>							
Personal de apoyo e implementación a comunas en proyectos.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	Municipalidades	2.200 Operación 2019-2030 personal



Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Capacitación de profesionales municipales en sustentabilidad energética.	✓	✓	✓	✓	Ministerio de Energía, División de Desarrollo Sustentable (DDS)	Municipalidades	No determinado

*"Liderar con el ejemplo" programa del sector público*

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Continuar la inversión para mejoras de EE en edificios públicos (PEEEP)							
Elaborar un plan de rehabilitación energética de edificaciones públicas y privadas existentes	✓	✓	✓	✓	ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	450 3 estudios
Implementar mecanismos privados y públicos para financiar las rehabilitaciones energéticas de edificaciones existentes	✓	✓	✓	✓	ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	50 1 estudio
Estudios para la obtención de nuevos fondos que permitan incrementar el programa.	✓				ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	50 1 estudio

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Medición y seguimiento a los resultados de las intervenciones.		✓	✓	✓	ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	150 3 estudios
Promoción y difusión del programa y sus resultados	✓	✓	✓	✓	ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	200 Campaña comunicacional
Cofinanciamiento de las medidas implementadas	✓	✓	✓	✓	ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	A definir en los estudios.
<b>Inversión para mejoras de EE en hospitales</b>							
Selección de edificios a intervenir.	✓	✓	✓	✓	ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	100 1 estudio
Licitación de oferentes de servicios energéticos.	✓	✓	✓	✓	ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Personal propio de la institución
<b>Inversión para mejoras de EE en hospitales</b>							
Estudios para la obtención de nuevos fondos que permitan incrementar el programa.	✓			✓	ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	50 1 estudio

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Medición y seguimiento a los resultados de las intervenciones.		✓	✓	✓	ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	150 3 estudios de evaluación
Promoción y difusión del programa y sus resultados	✓	✓	✓	✓	ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	200 Campaña de difusión
Cofinanciamiento de las medidas implementadas.	✓	✓	✓	✓	ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	A definir en los estudios
<b>Continuación de programa de recambio de luminarias públicas</b>							
Identificación de las luminarias en uso y cuantificación de luminarias a recambiar.	✓	✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	ACHEE	100 1 estudio mediano
Licitación de proveedores de luminarias.	✓				ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Personal propio de la institución
Selección de municipios beneficiados	✓	✓	✓		ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Personal propio de la institución

Medidas	Calendario				Responsable Propuesto	Co-Responsable Propuesto	Presupuesto necesario adicional estimado 2017-2030 Millones de CLP
	2017-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030			
Gestión del proceso de recambio	✓	✓	✓		ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	Personal propio de la institución
Cofinanciamiento de las luminarias recambiadas.	✓	✓	✓		ACHEE	Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	77.000 450.000 CLP por luminaria y 25.000 luminarias al año
<b>Continuación del Programa de Techos Solares Públicos</b>							
Continuar con el programa de Techos solares públicos	✓	✓			Ministerio de Energía, División de Eficiencia Energética (DEE)	-	No determinado





### 5.4 Fuentes de financiamiento

Un punto relevante de todo plan de Mitigación, son las fuentes de financiamiento, necesarias para poder implementar el plan. Estas pueden provenir tanto de fuentes nacionales como internacionales.

El principal rol del Estado está en la planificación a largo plazo y en la creación de condiciones de mercado. El rol subsidiario del Estado es acotado y principalmente en dimensiones con gran impacto en el bienestar social, como en el

transporte, y en la focalización de recursos para familias desposeídas y pequeñas empresas. El Estado debiese tener un rol más activo en atraer inversiones al país, a efectos de poder financiar una transición más acelerada hacia una economía más baja en carbono.

La tabla siguiente presenta, de manera resumida, las principales medidas por sector, los instrumentos que gatillan su implementación y la estrategia general de financiamiento de éstas.

**Tabla 5.5** Financiamiento de Principales Medidas de Mitigación

Sector	Principales medidas	Instrumentos	Mecanismo de Financiamiento
<b>Generación de Electricidad</b>	Inversión en generación en base a energías renovables con capacidad de regulación	Posibilidad de estudiar la inclusión de remuneración de flexibilidad y otros asociados a SSCC; ordenamiento territorial; apoyo a tecnologías determinadas (variedades de solar, hidro, geotermia), especificaciones licitaciones.	Inversión privada del sector generación. Costos finalmente se traspasan a clientes finales de acuerdo a principios que rigen en un mercado competitivo.
<b>Transporte</b>	Cambio modal en el transporte de pasajeros.  Cambio tecnológico o mayor eficiencia en vehículos	Instrumento de inversión directa: Infraestructura para el transporte público, bicicletas, ferroviario.  Estándares para tecnologías tradicionales y apoyos diversos para emergentes.	Combinación entre inversión privada mediante concesiones y financiamiento público. Por definir. Traspaso a clientes finales en caso de concesiones.  Financiamiento privado salvo por apoyos del Estado a nuevas tecnologías.
<b>Industria y Minería</b>	Medidas múltiples de eficiencia energética	Instrumento regulatorio: Sistemas de gestión de energía para grandes clientes según se especificaría en un potencial marco regulatorio de EE	Inversión privada. Apoyo del Estado a PYMEs y para administrar mecanismos regulatorios



<b>Comercial, Público y Residencial</b>	Estándares de construcción para nuevas viviendas; Medidas múltiples de eficiencia energética	Estándares de construcción para nuevas viviendas; Desacople para clientes regulados (o variantes, como créditos blancos)	Financiamiento principalmente privado. Apoyo del Estado en etapas tempranas de introducción de tecnologías, en sectores vulnerables, y para enfrentar barreras de información y costos de transacción
---	---	---	--

Además, en la búsqueda de alcanzar el objetivo de mitigación, Chile podría movilizar una amplia variedad de fuentes y canales de financiamiento, incluyendo fuentes de financiamiento bilateral y multilateral, para apoyar acciones en el sector energético. Los tipos de financiación previstos incluyen:

- » Iniciativas tales como acciones de mitigación apropiadas a cada país (NAMAs por sus siglas en inglés).
- » Subvenciones, préstamos, equity y garantías del Fondo Verde del Clima.

»

**29.** Esto puede incluir la vinculación mediante la compensación en otros esquemas existentes de comercio de emisiones o el uso de sistemas respaldados por las Naciones Unidas como se contempla en el Artículo 6.1 y 6.4 del Acuerdo de París, así como

**30.** Patrocinado por los Gobiernos de Alemania, Reino Unido, Dinamarca y la Unión Europea. la recaudación proveniente de mecanismos de asignación de permisos de emisión.

- » Financiamiento del carbono impulsada por mecanismos de mercado<sup>29</sup>
- » Otra asistencia técnica a través de agencias bilaterales (por ejemplo, GIZ) y organismos internacionales (como el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente -PNUMA-, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, Centro y Red de Tecnología Climática -CTCN por sus siglas en inglés-).
- » Chile ya está en la búsqueda de apoyo por parte de las fuentes antes mencionadas. Por ejemplo, participa activamente en la Alianza para la Preparación del Mercado (PMR por sus siglas en inglés) del Banco Mundial, la cual ha brindado asistencia técnica para el apoyo en la implementación del impuesto

al carbono y para estudios sobre instrumentos más integrales. También se han presentado diversas NAMAs, con el objetivo de levantar fondos para programas específicos.<sup>30</sup>

Además, se ha recibido apoyo a través de los Fondos de Inversión Climática del Banco Mundial (CIF, por sus siglas en inglés) por ejemplo, para el Proyecto de Energía Solar Concentrada (CSP, por sus siglas en inglés); el Programa Fotovoltaico a Gran Escala (LSPVP por sus siglas en inglés), generalmente recibiendo préstamos en condiciones favorables, garantías de préstamos (por ejemplo, LSPVP) e instrumentos de mitigación de riesgos (por ejemplo, MiRiG – un mecanismo de mitigación de riesgo geotérmico que también es financiado por el CIF), y que por lo tanto incluyen elevados requisitos de cofinanciación. Estas instituciones de desarrollo (conocidas como DFI por sus siglas en inglés), han proporcionado otras fuentes de financiamiento, pero en general éstas se tratan de préstamos en condiciones favorables (por ejemplo, préstamos del KfW Development Bank al proyecto Atacama 1 CSP).

**5.5 Monitoreo, Seguimiento y Evaluación Permanente**

**5.4.1 La necesidad de monitorear**

A continuación se propone un proceso de monitoreo para la implementación del Plan de Mitigación del sector de energía, en el contexto del

cumplimiento de la CND. Este monitoreo ayudará a determinar si Chile se encuentra en proceso de cumplir las metas, establecidas para el año 2030. El indicador clave para monitorear este compromiso, es la intensidad anual de emisiones ( $\text{tCO}_2\text{e}$  por unidad de PIB en millones de CLP 2011), contra la referencia del año 2007. Es relevante también poder monitorear el progreso de cada sector que contribuye al cumplimiento de esta meta. Esto a la vez, es una buena práctica en el diseño de políticas claves, ya que permitirá identificar cuáles de éstas fueron exitosamente implementadas, y al mismo tiempo, identificar las barreras y restricciones que puedan ocurrir en la implementación.

A nivel internacional, se deben enviar, a intervalos regulares, Comunicaciones Nacionales e Informes Bienales de Actualización a la CMNUCC, respecto de las actualizaciones del inventario nacional de emisiones de GEI y avances de las acciones realizadas para abordar la problemática del cambio climático, proceso que está a cargo del Ministerio del Medio Ambiente. Adicionalmente a este requerimiento, Chile deberá reportar su progreso respecto al cumplimiento de la meta CND, debido al Acuerdo de París (Aún hay discusiones internacionales respecto de las reglas y procedimientos asociados para el proceso de monitoreo). Finalmente, la Política Energética Nacional, posee además un informe de seguimiento, que permitirá observar el desarrollo e implementación de ella.

El monitoreo de las políticas climáticas es una parte esencial para permitir que el país transite hacia una economía baja en carbono. Por lo anterior, se ha desarrollado un set de indicadores para monitorear el

progreso hacia el cumplimiento de las metas, y que está relacionado con el paquete de políticas propuesto anteriormente. Estos indicadores se presentan en la sección a continuación, para cada uno de los sectores clave que fueron analizados –Generación, Transporte, Industria y Minería y CPR (Comercial, Público y Residencial)–, así como para el sector de energía como un todo.

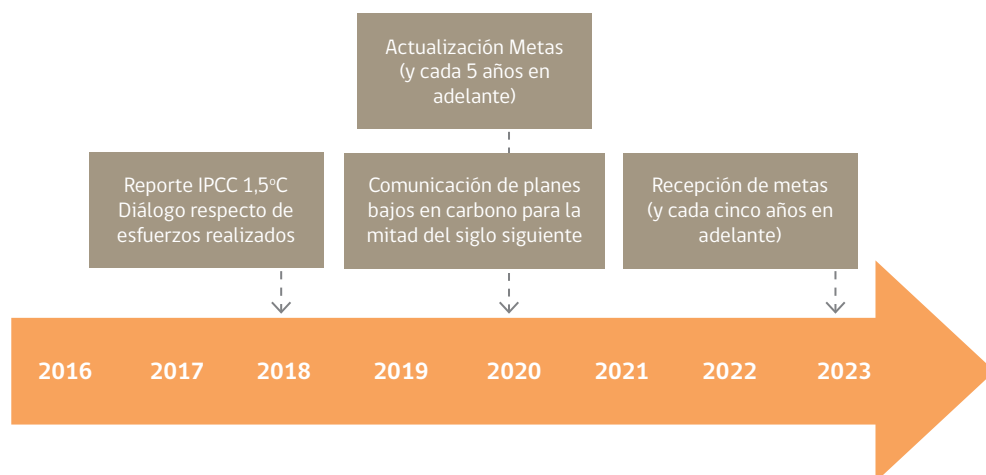
### **5.4.2 Proceso futuro de revisión de las metas**

Dentro del marco del Acuerdo de París (AP), los países acordaron un mecanismo de revisión que establece un calendario para revisar y presentar sus nuevos compromisos, de los cuales se espera que vayan incrementando su nivel de ambición.

Como se indica en la Figura 5.4 más abajo, el Acuerdo de París indica una serie de hitos que los países deben cumplir en los años siguientes. En el año 2018 un “diálogo facilitador” ocurrirá, con el objeto de recibir información respecto de los esfuerzos colectivos realizados por los países, e informar la siguiente ronda de compromisos a asumir. Cada país que forma parte de las negociaciones de la CMNUCC, debe comunicar su compromiso realizado, así como su plan de implementación de la reducción de GEI para el año 2020. Esto permitirá obtener un indicador de largo plazo, respecto del nivel de ambición de las reducciones que el país desea realizar.



**Figura 5.4** Hitos a nivel internacional para revisar las metas de Chile



Chile deberá implementar un proceso continuo de revisión de sus compromisos y a la vez, de incrementar el nivel de ambición. Esto implicará la necesidad de obtener estadísticas y de monitorear el progreso de las medidas descritas en este documento.

### 5.4.3 Monitoreo del progreso y seguimiento del desempeño

Esta sección presenta un marco de indicadores propuesto para seguir el progreso de implementación del plan de mitigación. En el capítulo anterior, se presentaron paquetes de medidas consistentes con la Política Nacional de Energía y con sus prioridades de desarrollo.

La metodología propuesta considera dos elementos:

Por un lado se plantea comparar la intensidad actual de emisiones, con una trayectoria proyectada de intensidad, de tal manera que, si la intensidad real se encuentra bajo esta trayectoria, el país está cumpliendo con el compromiso. Por otro lado esta aproximación

debe ser complementada por varias razones con otro elemento de monitoreo, ya que:

» Las emisiones generadas por el país pueden ser afectadas por un número importante de factores, siendo que varios de ellos escapan al control de los diseñadores de políticas. Como ejemplo, un invierno menos lluvioso podría reducir la generación de hidroelectricidad y por lo tanto, se podrían requerir centrales a combustible fósil para suplir esta situación. El aumento o disminución de los niveles de emisión podría, por lo tanto, llevar a una conclusión errónea respecto de la efectividad del plan de implementación.

» Las condiciones económicas tendrán un impacto en el indicador de intensidad. Aun cuando se logre generar el desacople entre el crecimiento económico y las emisiones de GEI en el largo plazo, en el corto plazo ambos datos están estrechamente relacionados.

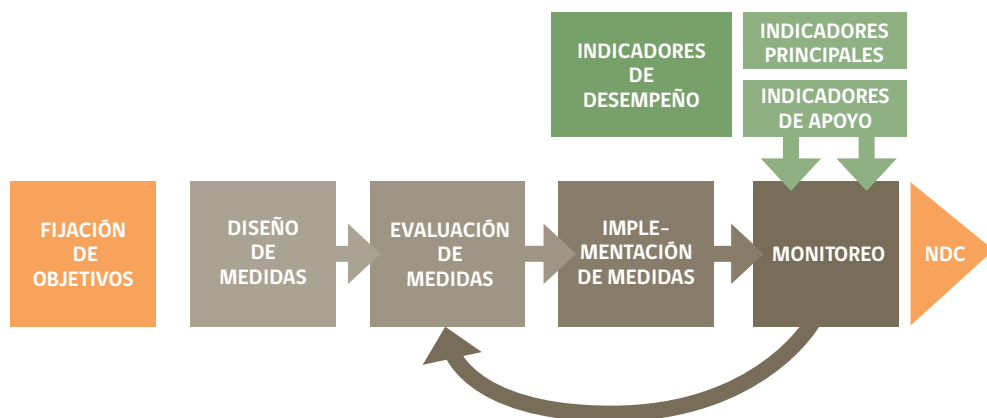
» Algunas de las políticas descritas en este documento, podrían poseer un retardo importante respecto de

la ocurrencia de la reducción de emisiones (como por ejemplo, las inversiones de infraestructura). Por lo tanto, enfocarse solamente en las emisiones no permitiría monitorear adecuadamente estas medidas de largo plazo que están siendo implementadas.

Debido a las razones anteriores, se desarrolló un set de indicadores, los cuales monitorean tanto las emisiones como el progreso en cuanto a las

iniciativas y medidas implementadas y propuestas. Este set de indicadores, permitirá la retroalimentación del plan y el poder planificar e implementar la modificación de las medidas y el plan, si se encuentran importantes desviaciones respecto a lo inicialmente indicado. En la figura a continuación se indica la relevancia del plan de monitoreo para adecuar el plan, frente a los resultados del monitoreo.

**Figura 5.5** Proceso de monitoreo y retroalimentación de los indicadores al desarrollo del plan



Los indicadores se estructuran de la manera que se indica a continuación.

» Indicadores principales: Los indicadores principales incluyen el detalle de la reducción de emisiones por sector, contra la información del año 2007 que se usa como referencia. Se incluyen otros indicadores de alto nivel, específicos para cada sector y relacionados con la intensidad de emisiones, además de otros referidos a la oferta sustentable de energía, y a la demanda de los sectores.

» Indicadores de apoyo: Los indicadores anteriores son

apoyados por un set de indicadores más detallados, cuyo objetivo es monitorear el progreso de la implementación de las políticas. Estos indicadores pueden ser hitos relevantes o de alto nivel, asociados al diseño de la política.

» Otras variables: Diferentes factores actuarán sobre la generación de emisiones, en las décadas que vendrán, y sobre los cuales no se posee control. No se establece a priori un set de indicadores para esto, ya que pueden surgir algunos en los años siguientes. Ejemplos relevantes son el precio de las tecnologías, precio

de los combustibles y otros factores relevantes de la economía.

Por último, se incluye además una referencia inicial a cómo se monitorearán las finanzas y los mecanismos de apoyo internacional: el monitoreo de las finanzas internacionales y la evolución de la política climática afectará la capacidad de Chile de lograr reducciones más ambiciosas, respecto del esfuerzo inicial.

En lo que sigue de esta sección se presentan estos indicadores sectoriales. Sin embargo, es importante señalar que los indicadores propuestos descritos en esta sección, proporcionan sólo un marco inicial para el seguimiento del progreso. Este es sólo el primer paso, aunque importante, para el desarrollo de un plan de monitoreo más detallado, coordinado en todas las áreas del gobierno que además están en el proceso de discusión del desarrollo de planes de este tipo. Por lo tanto, a nivel gubernamental, se debe desarrollar un plan de monitoreo para las políticas esbozadas en este documento, y para lo que se propone una serie de acciones a realizar:

- 1.** Acordar y refinar aún más la selección de los indicadores de desempeño: La opción propuesta de indicadores esbozada en esta sección, finalmente debe ser acordada con las partes interesadas relevantes y entidades gubernamentales. Debe por lo tanto, reflejar los resultados esperados de desempeño para cada sector y para cada paquete de políticas, lo cual implica involucrar al resto de las entidades gubernamentales propuestas.

- 2.** Desarrollar métricas específicas y trayectorias de metas: Esto implica desarrollar trayectorias para cada

uno de los indicadores, hasta el año 2030 y acordar objetivos temporales y específicos, para el año 2020, 2025 y 2030. Como se muestra en las tablas de indicadores, algunos de ellos pueden ser cuantitativos (por ejemplo, la consecución de un objetivo: ejemplo, la penetración de las energías renovables), mientras que otros se relacionan más con hitos (por ejemplo, lograr con éxito la puesta en marcha de una medida).

- 3.** Finalizar el marco metodológico de supervisión y asignar responsabilidades: Basándose en lo anterior, se necesita validar y consensuar un marco metodológico para el desarrollo de un plan de monitoreo completo que asigne roles y procesos (por ejemplo, recopilación de datos, coordinación, evaluación), como también la coordinación necesaria, en todas las áreas responsables del gobierno.

Es importante recalcar que el presente plan se centra en monitorear por ahora solo las medidas más relevantes asociadas al plan.

#### **5.4.4 Monitorear el apoyo internacional**

De acuerdo con el Acuerdo de París, en su artículo 13.10, el Gobierno de Chile debe reportar las necesidades de transferencias financieras, tecnológicas y desarrollo de capacidades, además de indicar el apoyo recibido en estas materias, en línea con los artículos 9, 10 y 11 del Acuerdo. Algunos de estos elementos son reportados en el Informe Bienal de Actualización (IBA), de acuerdo al formato acordado por los países en el Anexo III de la Decisión 2/CP.17. El último IBA, publicado en noviembre de 2016, indica las necesidades y el apoyo que está realizando esos frentes, proceso que continuará

hasta que haya un nuevo acuerdo, bajo el Marco de Transparencia del AP (Artículo 13). Por lo tanto, se debe continuar monitoreando lo siguiente:

- 1. Aporte del Estado de Chile para las finanzas climáticas (Millón USD)
  - 2. Aporte financiero internacional recibido (Millón USD)
  - 3. Desarrollo tecnológico y transferencia (actividades desarrolladas)
  - 4. Desarrollo de capacidades (actividades desarrolladas)
- Adicionalmente, otros elementos deben ser monitoreados y que actualmente no se encuentran completamente cubiertos en el BUR. Esto se refiere específicamente a lo siguiente:

- 1. Otros esquemas voluntarios: en línea con el artículo 6.2 del AP. Dentro de esto se debe monitorear el progreso de las NAMAs preparadas a la fecha.

- 2. Otras transferencias internacionales de mitigación: en línea con el artículo 6.2 y 6.3 del AP, y se refiere a la reducción de emisiones generadas en Chile, pero que son transferidas a otras partes. Por lo tanto, estas emisiones no debiesen ser contadas, en el objetivo asociado a la CND, con el objeto de evitar el doble conteo (esto incluye actividades y proyectos realizados, y el esquema de referencia bajo el cual fueron realizados).

Las tablas a continuación muestran un resumen de los indicadores para todo el sector de energía, además de una línea de monitoreo en el tiempo. Estos incluyen indicadores cuantitativos clave, que permiten monitorear el cumplimiento. Entre éstos se consideran cambios en las emisiones absolutas y de intensidad, ambos a un nivel agregado y también detallados para cada uno de los sectores relevantes - generación, transporte, industria y minería y CPR (comercial, público y residencial).

Indicadores del sector energía						
Emisiones		2013	2015	2020	2025	2030
Emisiones totales (MtCO <sub>2</sub> )	TOTAL					
	Generación					
	Transporte					
	Industria y Minería					
	CPR					
Intensidad de Emisiones por millón de CLP en base 2011	TOTAL					
	Generación					
	Transporte					
	Industria y Minería					
	CPR					



Indicadores del sector energía						
Producto Interno Bruto (PIB) en base 2011	TOTAL					
	(% promedio crecimiento anual desde el año 2007)					
Consumo de Energía		2013	2015	2020	2025	2030
Consumo Final de Energía (Tcal)	TOTAL					
	Generación					
	Transporte					
	Industria y Minería					
	CPR					
Energía Renovable		2013	2015	2020	2025	2030
Participación de energía renovable respecto de energéticos primarios (%)	TOTAL					
Finanzas, transferencia tecnológica, desarrollo de capacidades y otros mecanismos		2013	2015	2020	2025	2030
Financiamiento nacional asociado a cambio climático (millones USD)	Directo					
	Indirecto <sup>31</sup>					
Financiamiento internacional asociado a cambio climático (millones USD)	Donaciones					
	Otros					
Transferencias internacionales de mitigación a otros países (MtCO <sub>2</sub> e)						
Desarrollo tecnológico y transferencia (indicar actividades desarrolladas)						
Desarrollo de capacidades (indicar actividades desarrolladas)						
Otras acciones voluntarias de cooperación (indicar actividades desarrolladas)						

Indicadores Generación						
Indicadores principales		2013	2015	2020	2025	2030
Emisiones totales (MtCO <sub>2</sub> e)						
Intensidad de emisiones (gCO <sub>2</sub> e por kWh)						
Generación de electricidad (TWh)						
Generación con energía renovable (TWh)						

Indicadores Generación						
Porcentaje de generación con renovables (%)						
Indicadores de apoyo		2013	2015	2020	2025	2030
Generación Eólica (TWh)						
Generación Solar PV (TWh)						
Generación Solar CSP (TWh)						
Generación Geotermia (TWh)						
Generación Mareomotriz (TWh)						
Generación Biomasa (TWh)						
Generación Hidroelectricidad (TWh)						
Hitos de ordenamiento territorial y de definición de hidroelectricidad sustentable (indicar actividades desarrolladas)						
Generación con combustibles fósiles		2013	2015	2020	2025	2030
Porcentaje de generación con Carbón (%)						
Porcentaje de generación con Gas (%)						
Porcentaje de generación con Diésel (%)						
Intensidad de emisiones con combustibles fósiles (gCO <sub>2</sub> e por kWh)						
CCSU y otras opciones						
Estudio de mapeo de opciones de CCSU y análisis de factibilidad (hito) (indicar actividades desarrolladas)						
Actividades internacionales (CCSU) (indicar actividades desarrolladas) (hito)						
Otros factores						
Progreso internacional en el desarrollo de CSP, mareomotriz, geotermia, hidrógeno (indicar desarrollos relevantes y cómo el país puede abordarlos)						
% de proyectos implementados desde fase de EIA (hidro, solar, eólico y otros)						
Desarrollo y fortalecimiento de la infraestructura del sistema de transmisión (indicar principales desarrollos)						

Indicadores de transporte						
Indicadores principales		2013	2015	2020	2025	2030
Emisiones Totales (MtCO <sub>2</sub> e)	TOTAL					
	Terrestre					
	Aéreo					
	Marítimo					
	Ferrovionario					
Indicadores de apoyo		2013	2015	2020	2025	2030

Indicadores de transporte						
Tecnologías de transporte						
Emisiones de vehículos nuevos (gCO <sub>2</sub> por km) (asociados a marco regulatorio de EE)	Livianos					
	Buses					
Ventas anuales de vehículos híbridos eléctricos	Livianos					
	Buses					
	Carga					
Ventas anuales de vehículos eléctricos	Livianos					
	Buses					
	Carga					
Ventas anuales de vehículos otras tecnologías limpias (hidrógeno)	Livianos					
	Buses					
	Carga					
Número de puntos de carga eléctrica vehicular						
Partición modal						
Partición modal de pasajeros (% principales ciudades)	Autos					
	Buses					
	Tren urbano					
	Bicicleta					
Partición modal de carga (%)	Camiones					
	Tren interurbano					
	Marítimo					
Finanzas y apoyo internacional						
Fondo público para créditos por cambio tecnológico por modo de transporte (indicar actividades y montos involucrados)						
Aporte internacional para financiamiento de medidas de mitigación (indicar actividades y montos involucrados)						
Otros indicadores						
Proyectos de mejora en la gestión de transporte, y usuarios asociados (indicar actividades desarrolladas)						
Oferta local y costos de tecnologías alternativas de transporte (indicar actividades desarrolladas de investigación)						
Indicadores de actividad por modo de transporte como tasas de ocupación y distancias medias anuales de actividad (indicar cuando haya estudios disponibles)						

Indicadores de Industria y Minería						
Indicadores principales		2013	2015	2020	2025	2030
Emisiones Totales Minería (MtCO <sub>2</sub> e)	Directas					
	Indirectas					
Consumo Final de Energía Minería (Tcal)	No eléctrico					
	Eléctrico					
Emisiones Totales Industria (MtCO <sub>2</sub> e)	Directas					
	Indirectas					
Consumo Final de Energía Industria(Tcal)	No eléctrico					
	Eléctrico					
Indicadores de Apoyo		2013	2015	2020	2025	2030
<b>Eficiencia Energética</b>						
Porcentaje de empresas grandes consumidoras implementando un Sistema de Gestión de la Energía (% del total)						
Número de motores que ingresan al país con estándares superiores (asociados al MEPS)						
Inversión de empresas en proyectos de EE, como consecuencia de marco regulatorio de EE (desacople o certificados blancos)						
Número de equipos industriales y mineros importados con altos estándares de eficiencia (asociados al MEPS)						
Número de clientes industriales con acceso a suministro de Gas Natural (%)						
Apoyo financiero entregado para proyectos de energía renovable (millones CLP)						
Esquema de Certificados Blancos (fase piloto) (indicar hito)						
Esquema de Certificados Blancos (puesta en marcha) (indicar hito)						
<b>Uso de Energía Renovable</b>						
Número de Industrias que poseen instalaciones con energía renovable						
Capacidad instalada en la industria de energía renovable (kW)						
<b>Uso de Fuentes con Bajas Emisiones</b>						
Número de Industrias que cambiaron su consumo de carbón por Biomasa						



Indicadores de Industria y Minería					
Apoyo financiero entregado a las industrias para fomentar el cambio de Carbón por Biomasa					
Número de Industrias que cambiaron su consumo de Diésel o Petróleo Combustible por Biogás o Gas Natural					
Apoyo financiero a las industrias para fomentar el cambio de Diésel o Petróleo Combustible por Biogás o Gas Natural					
Número de Industrias que cambiaron su consumo de Combustibles Fósiles por Electricidad					
Apoyo financiero a las industrias para fomentar el cambio de Combustibles Fósiles por Electricidad					
Número de Industrias piloto en operación que utilizan Hidrógeno					
Apoyo y financiamiento Internacional					
Fondos obtenidos y asesoramiento en la factibilidad de CCSU (cemento, siderurgia) (indicar actividades desarrolladas)					
Piloto de proyectos CCUS y actividades de apoyo (indicar actividades desarrolladas)					
Otras actividades (descripción)					
Otros Indicadores					
Emisiones y consumo por energético por subsector					
Consumo y costo de tecnologías de calentamiento basado en energías renovables (calderas a biomasa, solar térmico, etc.)					
Disponibilidad y costos de tecnologías nuevas bajas en carbono y buenas prácticas					

Indicadores de CPR						
Indicadores Principales		2010	2015	2020	2025	2030
Emisiones totales (MtCO <sub>2</sub> e)	Directo					
	Indirecto					
Consumo de energía final (Tcal)	No eléctrico					
	Eléctrico					
Indicadores de apoyo		2010	2015	2020	2025	2030
Residencial						
Emisiones totales (MtCO <sub>2</sub> e)	Directo					
	Indirecto					

Indicadores de CPR						
Consumo de energía final (Tcal)	No eléctrico					
	Eléctrico					
Eficiencia energética						
Número adicional de viviendas reacondicionadas vía subsidios (viviendas totales, cantidad reacondicionada respecto al año 2007)						
Número adicional de viviendas reacondicionadas vía créditos (viviendas totales, cantidad reacondicionada respecto al año 2007)						
Fondos invertidos asociados a marco regulatorio de EE (totales) (desacople o certificados blancos) (Millones USD)						
Ahorro anual realizado gracias a marco regulatorio de EE (desacople o certificados blancos) (kWh/año)						
Costo de energía ahorrada promedio de intervenciones realizadas asociado a marco regulatorio de EE (desacople o certificados blancos) (\$/kWh)						
Número de comunas en el programa Comuna Energética						
Generación de MEPS en equipos relevantes (indicar actividades desarrolladas)						
Obligación de calificación energética de viviendas (indicar actividades)						
Actualización de estándar para edificaciones (nueva OGUC) (indicar actividades)						
Obligación de uso de leña seca (indicar actividades)						
Energía Renovable						
kW instalados de sistemas generación distribuida						
Número adicional de sistemas solares instalados vía subsidios (sistemas totales, cantidad respecto al año 2007)						
Número adicional de sistemas solares instalados vía créditos (sistemas totales, cantidad respecto al año 2007)						
Número adicional de sistemas solares instalados vía exención tributaria (sistemas totales, cantidad respecto al año 2007)						
Comercial y público						

Indicadores de CPR						
<b>Emisiones totales (MtCO<sub>2</sub>e)</b>	Directo					
	Indirecto					
<b>Consumo de energía final (Tcal)</b>	No eléctrico					
	Eléctrico					
Esfuerzo del sector público						
Número de edificios intervenidos en el marco del PEEEP (edificios/año)						
Ahorro esperado por año en el marco del PEEEP (MWh/año)						
Número de luminarias públicas reemplazadas a nivel país						
kW fotovoltaicos instalados a nivel país en edificios públicos (programa de techos públicos)						
Aprobación de la operación de mercado de certificados blancos (indicar desarrollo e implementación en el sector)						
Estrategia de construcción sustentable (indicar desarrollo e implementación)						
Apoyo y financiamiento internacional						
Obtención de fondos para financiar mayor reacondicionamiento térmico de viviendas (indicar esfuerzos y montos)						
Obtención de fondos para financiar electrificación (indicar esfuerzos y montos)						
Obtención de fondos para financiar sistemas de generación distribuida (indicar esfuerzos y montos)						
Obtención de fondos para financiar mayor instalación de sistemas solares térmicos en viviendas (indicar esfuerzos y montos)						

## ACRÓNIMOS

**ACHEE:** Agencia Chilena de Eficiencia Energética

**ACS:** Agua Caliente Sanitaria.

**AP:** Acuerdo de París.

**BC:** Carbono Negro

**BTU:** British Thermal Unit

**CARICOM:** Comunidad del Caribe.

**CSP:** Energía solar de concentración

**CCSU:** Captura, Almacenamiento y Utilización del CO<sub>2</sub>.

**CCVC:** Contaminantes climáticos de vida corta

**CERS:** Reducciones de emisiones certificadas

**CGE:** Equilibrio general computado

**CIF:** Fondos de Inversión Climática

**CLP:** Pesos chilenos

**CMNUCC:** Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

**CND:** Contribución Nacionalmente Determinada

**CNE:** Comisión Nacional de Energía

**CO<sub>2</sub>:** Dióxido de carbono

**CO<sub>2</sub>e:** CO<sub>2</sub> equivalente

**CONAF:** Corporación Nacional Forestal

**CONICYT:** Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica

**COP:** Conferencia de las Partes

**CORFO:** Corporación de Fomento de la Producción

**CPR:** Comercial, Público y Residencial.

**CSP:** Energía Solar Concentrada.

**CTCN:** Centro y Red de Tecnología Climática

**Cu:** Cobre

**DDS:** División de Desarrollo Sustentable - Ministerio de Energía.

**DEE:** División de Eficiencia Energética -

Ministerio de Energía

**DER:** División de Energías Renovables - Ministerio de Energía.

**EE:** Eficiencia Energética.

**ENCCRV:** Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales

**ER:** Energía Renovable.

**ERNC:** Energía Renovable No Convencional.

**ESCO:** Empresas de Servicios Energéticos.

**ETS:** Sistema de transacción de emisiones

**EU ETS:** Sistema de transacción de emisiones de la Unión Europea.

**FMI:** Fondo Monetario Internacional

**FV:** Fotovoltaica

**GEI:** Gases de efecto invernadero

**grCO<sub>2</sub>:** Gramos de CO<sub>2</sub>

**GIZ:** Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional

**IPCC:** Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

**IBA:** Informe Bienal de Actualización

**ITMO:** Resultados de Mitigación Transferibles Internacionalmente.

**Km:** Kilómetro

**kW:** Kilowatt

**LSPVP:** Programa Fotovoltaico a Gran Escala

**MDL:** Mecanismo de Desarrollo Limpio.

**MDS:** Mecanismo de Desarrollo Sustentable.

**MEPS:** Regulación para Estándar Mínimo de Eficiencia

**MERCOSUR:** Mercado Común del Sur.

**MOP:** Ministerio de Obras Públicas

**MPG:** Modalidades, Procedimientos y Directrices.

**MRV:** Monitoreo, reporte y verificación

**MtCO<sub>2</sub>**: Millones de toneladas de CO<sub>2</sub>

**MTD**: Mejor Tecnología Disponible.

**MW**: Megavatio

**MWt**: Megavatios Térmicos.

**MERCOSUR**: Mercado Común del Sur

**MINVU**: Ministerio de Vivienda y Urbanismo

**MMA**: Ministerio del Medio Ambiente

**NAMA**: Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación.

**NOx**: Óxidos de Nitrógeno

**NREL**: National Renewable Energy Laboratory

**OCDE**: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

**OGUC**: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones

**PAEE20**: Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020.

**PANCC**: Plan de Acción Nacional de Cambio Climático

**PEEEP**: Programa de Eficiencia Energética en Edificios Públicos

**PEN**: Política Energética Nacional

**PIB**: Producto Interno Bruto.

**PNUD**: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

**PNUMA**: Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente

**PPPF**: Programa de Protección del Patrimonio Familiar.

**PMR**: Partnership for Market Readiness

**PPP**: participación público-privada

**PV**: Fotovoltaico.

**PYME**: Pequeña y Mediana Empresa.

**RD**: Respuesta a la Demanda.

**SGE**: Sistema de Gestión de la Energía

**SEC**: Superintendencia de Electricidad y

Combustibles.

**SECTRA**: *Secretaría de Planificación de transporte*

**SEREMÍAS**: Secretarías Generales Ministeriales

**SINEA**: Sistema de Interconexión Eléctrica Andina.

**SNI**: Sistema Nacional de Inventarios.

**SOx**: Óxidos de Azufre.

**Tcal**: Teracalorías

**TI**: Tecnologías de la Información.

**Ton**: Toneladas

**USD**: Dólares Estadounidenses

**USD/bbl**: Dólares Estadounidenses por barril

**UTCUTS**: Sector de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura



ANEXO

**A**

## ANÁLISIS DE BARRERAS DE LAS OPCIONES DE MITIGACIÓN

Fuente: Ministerio de Minería.

A-1. ANÁLISIS DE BARRERAS DE LAS OPCIONES DE MITIGACIÓN

El proceso de análisis de barreras consistió en una propuesta inicial que fue discutida por los participantes de los talleres, para poder reconocer los principales desafíos y barreras que las opciones clave de mitigación pueden tener para el país, y que, por

lo tanto, son un insumo clave para el desarrollo del presente plan de implementación.

A-1.1 Barreras con opciones de mitigación

Opción de mitigación	Estado actual	Principales desafíos y barreras
Generación		
Hidroeléctrica	Tecnología madura  Embalse - 3.393 MW  Pasada de río - 3.156 MW	Embalses: desafíos ambientales y sociales  Hidráulica de menor escala, acceso a líneas de transmisión.  Efectos del cambio climático pueden ser relevantes (mayor sequía).  Incertidumbre respecto de la competitividad de la tecnología.
Solar	Solar FV volviéndose madura  Solar FV - 752 MW  Solar CSP - 0 MW (etapa piloto)  Almacenamiento 0 MW	Barreras de acceso a líneas de transmisión, energía intermitente, bajo factor de planta y altos costos para almacenar energía.  Solar CSP presenta altos costos de inversión.  Almacenamiento: desafíos de costo.
Eólica	Tecnología madura - 909 MW  Almacenamiento 0 MW	Energía intermitente, bajo factor de planta. Dificultades en el acceso a líneas de transmisión.



Opción de mitigación	Estado actual	Principales desafíos y barreras
Geotérmica	Geotermia 0 MW  Proyecto piloto en desarrollo	Dificultades en el acceso a financiamiento para exploración, es barrera relevante.  Dificultades en el acceso a líneas de transmisión.
Gas natural (CCGT)	Tecnología madura - 4,222 MW	Dificultades para asegurar suministro de gas a un precio competitivo.  Complejidad de la logística internacional, inexistencia de mercado secundario.
CCSU	Tecnología en desarrollo. No se ha implementado en el país.	Barreras económicas (altos costos), técnicas y de factibilidad para Chile, incluyendo disponibilidad de sitios de almacenamiento seguro.
<b>Transporte</b>		
Vehículos eléctricos e híbridos eléctricos	Volviéndose madura, debido a tendencias de costos. Representan menos del 0,2% del total de ventas de vehículos en Chile	Costos  Déficit de infraestructura para carga eléctrica.  Falta de infraestructura de carga para las baterías eléctricas de los vehículos.  Incertidumbre (respecto de autonomía, tiempos de carga, entre otros).
Combustibles verdes	Actualmente, penetración de mercado extremadamente limitada.	Costos  Falta de desarrollo de una cadena de suministros sustentable.  Escasez de territorio nacional con potencial de cultivo destinado a la producción de biocombustibles.
Vehículos con pilas de hidrógeno	Tecnología no disponible	Tecnología no madura.  Déficit de infraestructura para carga.



Opción de mitigación	Estado actual	Principales desafíos y barreras
Vehículos con estándar de eficiencia	Estándar actual euro V.	Tecnología no madura.  Falta de normativa específica que lo regule
Nuevos servicios de trenes urbanos	Sólo existe servicio de tren urbano en 3 regiones del país.	Restricciones de financiamiento.  Competencia entre destinos del gasto público.
Corredores exclusivos para buses del transporte público	Se planifica llegar a 100 km en Santiago para fines del 2016.	
Vías e infraestructura para bicicletas	Planes de alcanzar los 370 km en Santiago para fines del 2016.	
Restricción al uso de vehículos particulares en centros urbanos de alta congestión	Limitado. El nuevo plan de descontaminación de Santiago incluirá restricción para vehículos catalíticos durante el invierno.	Aceptación política y social.
Capacitación y sistemas de información para la conducción eficiente	Programas aislados.	Falta de regulación y de estándar para la telemetría.
<b>Comercial, Público y Residencial</b>		
Sistemas fotovoltaicos (FV) de techo	Mercado en desarrollo, Existe impulso para poner al sector público como ejemplo.	Costos
Cogeneración en usuarios públicos y comerciales.	Poco desarrollado. Existen aproximadamente 15 MWe instalados en hospitales y clínicas, universidades y algunas instalaciones del sector comercial.	Barreras de conocimiento público de las opciones tecnológicas
Utilización de biomasa de mejor calidad	Mercado informal y atomizado sin estándares reales de sustentabilidad ni calidad de la leña.  Baja penetración del uso de pellets.	Desarrollo del mercado en toda la cadena de valor de la leña para asegurar la calidad y origen sustentable de la biomasa que se utilice.

Opción de mitigación	Estado actual	Principales desafíos y barreras
Utilización de bombas de calor para climatización (aire o geotérmica)	Baja tasa de utilización de bombas de calor como calefactores.  Baja penetración de bombas de calor geotérmicas.	Barreras financieras.  Conocimiento insuficiente de la tecnología y potencial aplicabilidad.
Mejora de envolvente térmica en edificaciones nuevas	Existe reglamentación para viviendas.  No existe reglamentación para otro tipo de edificaciones, aunque algunos organismos públicos intentan establecer los propios.	Actualizar reglamentación térmica a estándares OECD.  Aunar criterios y establece estándares para edificación pública.
Mejora de envolvente térmica en viviendas existentes.	Existen programas de reacondicionamiento en viviendas.	Ampliar los programas de reacondicionamiento y generar incentivos que permitan que se realice reacondicionamiento sin subsidios directos.
Mejora de eficiencia energética de artefactos eléctricos	Existe etiquetado de diversos artefactos, pero poca información sobre artefactos antiguos.	Aumentar la eficiencia del nuevo artefacto y asegurar el recambio de artefactos antiguos de baja eficiencia.
<b>Industria</b>		
Sistemas Motrices Eficientes	Tecnología madura.	Barreras de costo de inversión y plazos de entrega.  Analizar el ciclo de vida al momento de la adquisición, no sólo priorizando el costo de inversión, sino que también considerar los costos de mantención y operación.  Realización de mantenimiento predictivo, permitiendo la adquisición de los equipos adecuados con la anticipación adecuada en vez de reparar equipos obsoletos.

Opción de mitigación	Estado actual	Principales desafíos y barreras
Sistemas de Cogeneración	Tecnología madura.	<p>Costos de inversión, disponibilidad de gas y precio.</p> <p>Falta de conocimiento y habilidades. Asesorar a las empresas de los beneficios de inyectar excedentes de electricidad a la red eléctrica.</p> <p>Marco legal genera incertidumbre sobre el superávit de energía en la red.</p>
Uso de Biomasa en procesos térmicos	Tecnología madura.	Disponibilidad de biomasa y precio. Asegurar suministro de biomasa, a un precio competitivo. Limitantes de costos, payback y tamaño empresa
Cambiar combustible (Carbón/Petróleo por Gas)	Tecnología madura.	Disponibilidad de gas natural y precio. Asegurar suministro de gas, a un precio competitivo.
Utilización de materiales distintos al Clinker como materia prima para la fabricación de cemento	Tecnología madura.	<p>Barreras en la inversión requerida y costos asociados a la adquisición de cada materia prima.</p> <p>Desafíos tecnológicos de aplicación en el país y financieros.</p>
Carbón CCSU	Tecnología en desarrollo, aún es costosa para el país.	Barreras de costos. Problemas técnicos y de factibilidad para su uso en Chile, incluyendo disponibilidad de sitios de almacenamiento seguro.



ANEXO

**B**

## PROCESO DE EVALUACIÓN DE MEDIDAS

## B-1. ANÁLISIS DE OPCIONES DE MITIGACIÓN E INSTRUMENTOS Y DE POLÍTICA PARA EL SECTOR ENERGÍA

El desarrollar un set de políticas que permitan apoyar la mitigación de GEI, dentro del sector energía, requiere de una evaluación cuidadosa de las opciones disponibles. Como se puede observar en la literatura y en la experiencia internacional, existen distintas opciones de política que pueden ser utilizadas para lograr el objetivo de mitigación. Evaluar su pertinencia para los diferentes sectores, y que tome en cuenta las circunstancias nacionales, es una parte relevante para el diseño de un adecuado mix de políticas. Por lo tanto, fue necesario identificar y evaluar un conjunto de políticas para el sector energía, para generar el diseño final del plan de implementación. Así, en la primera etapa se identificó un rango de "opciones de mitigación", potencialmente disponibles para reducir las emisiones de GEI dentro del sector energía. Adicionalmente, se identificaron "objetivos de mitigación" para cada subsector, los cuales especifican los objetivos de la política para cada uno de los subsectores. Expertos y desarrolladores de política fueron consultados, tanto del desarrollo como en la elección final de estos objetivos de mitigación.



Finalmente, cabe destacar que el equipo analizó las opiniones de los participantes en los talleres, y

en función de estas opiniones y el criterio experto, se diseñó el plan de mitigación presentado en este documento.



### B-1.1.1 Opciones de mitigación

Existen diversas opciones de mitigación, que son parte de la PEN y aquellas recogidas en los talleres y entrevistas realizadas, que dan cuenta que el sector posee opciones de reducción de GEI estratégicas a ser consideradas. Estas opciones fueron obtenidas a través de la revisión de la PEN, MAPS, estudios internacionales, y al conocimiento del equipo consultor. Las medidas identificadas fueron presentadas y discutidas con los participantes de los talleres, surgiendo la siguiente figura resumen que presenta aquellas opciones más relevantes, surgidas de este proceso.

**Figura B 1.** Resumen de opciones de mitigación relevantes en el sector energético

 GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD			 COMERCIAL, PÚBLICO, RESIDENCIAL		
Renovables	Tecnología bajas emisiones	Eficiencia	Generación Distribuida	Tecnología bajas emisiones	Eficiencia Energética
Eólico	Centrales a Gas	Estándares	Auto Generación Renovables	Geotermia Bombas de Calor Hidrógeno	EE en edificación
Solar	Hidrógeno	Retiro de unidades		ACS solar	Equipos eléctricos más eficientes e inteligentes
Hidro	Geotermia	Mejoras en el sistema de transmisión	Co-generación		Gestión Demanda
Geotermia	Hidrógeno		Sistemas de calor distrital biomasa		
Bioenergía					

 TRANSPORTE			 INDUSTRIA Y MINERÍA		
Tecnología bajas emisiones	Eficiencia	Cambio Modal	Eficiencia Energética	Renovables y cambio de combustible	Tecnología bajas emisiones
Vehículos Híbridos	Estándares	Carga Ferroviaria	Equipos	Calor biomasa	Ecoproductos
Electro-movilidad	Capacitaciones	Transporte Público	Procesos	Auto Generación renovable	Electro-movilidad
Combustibles bajas emisiones	Manejo de la demanda y mejoras en la logística	Planificación urbana, zonas verdes, infraestructura	Cogeneración y recuperación de calor	Carbón a gas	CCSU
Hidrógeno				Residuos a energía	Hidrógeno

En específico:

» **Generación de electricidad:** las opciones para reducir emisiones en este sector tienen relación con ciertas tecnologías que requieren de apoyo, debido a las barreras que poseen. En Chile, una oportunidad relevante implica poder reducir barreras en el desarrollo de tecnologías de energía renovable como: energía eólica, solar, hidráulica, almacenamiento (hidráulica de bombeo, CSP, baterías)

y geotérmica. También implica un mejoramiento continuo en lo referido a normativas de emisión a las centrales termoeléctricas, que permitiría una generación más limpia con estas tecnologías. La incorporación de generación renovable, requiere fortalecer la red y mejorar la flexibilidad del sistema. Las tecnologías menos maduras, como captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCSU en inglés) y sistemas de almacenamiento de energía, como el hidrógeno y las baterías, podrían ofrecer opciones para lograr reducciones importantes de las emisiones en el largo plazo.

» **Transporte:** las opciones de mitigación en el sector transporte consideran cambios tecnológicos

junto con medidas de cambio modal hacia medios de transporte más eficientes. En el lado de la demanda, esto corresponde al uso de vehículos con mayor rendimiento tanto en el transporte de pasajeros como de carga. El caso de la carga, que es un sector relevante, existen opciones asociadas a la gestión y configuración de flota, conducción eficiente, entre otras. Todo esto requiere de instrumentos de planificación urbana que apoyen el desarrollo de un nuevo ordenamiento territorial y, que favorezcan la reducción de la demanda del transporte, entre otros objetivos.

Existen opciones de mitigación que se espera se vuelvan disponibles a nivel comercial en los próximos años, que incluyen vehículos híbridos y/o eléctricos (principalmente autos y buses) y, en el largo plazo, el uso de combustible de hidrógeno.

» **Industria y Minería:** el uso de energía en la industria del país cubre un amplio rango de procesos y productos, desde la producción de cemento y clinker hasta fundición de acero y minería de cobre. En el lado de la demanda, existen oportunidades para mejorar la eficiencia energética a partir de mejoras en la gestión de procesos, sistemas de gestión de la energía y uso de nuevas y mejores tecnologías y técnicas disponibles (MTD). También existe el potencial de reducir la intensidad de las emisiones de carbono del uso de energía a través de aplicaciones de tecnologías renovables para satisfacer la demanda de calor y electricidad, y el uso de combustibles de bajas emisiones. A más largo plazo, las tecnologías emergentes de bajas emisiones de carbono, como la CCSU, y el desarrollo de nuevos productos y procesos podrían lograr nuevas reducciones de GEI.

### » **Comercial, Público y Residencial**

**(CPR):** existen oportunidades significativas en este sector para reducir la demanda energética y aumentar el uso de fuentes de energía bajas en carbono, a partir del uso de energías renovables o bajas en emisiones y el desarrollo de edificaciones más sustentables. Entre las tecnologías renovables existen oportunidades en las tecnologías solar térmica y fotovoltaica, biomasa y bombas geotérmicas, que proveen calor y electricidad de manera sustentable. Por su parte se consideran medidas cruciales para el sector, el reancondicionamiento térmico así como el desarrollo de nuevas construcciones térmicamente más eficientes.

#### **B-1.1.2 Instrumentos**

La Tabla B-1 muestra algunos de los instrumentos que han sido aplicados a nivel mundial y en diferentes países. Algunos de ellos ya han sido aplicados en Chile, y por lo tanto pueden ser fortalecidos o expandidos, para lograr una ambición mayor en la mitigación. En otros casos, se requiere introducir nuevas políticas, para lograr distintos niveles de ambición. Cabe destacar que el marco de análisis relevante, correspondió a la implementación de la PEN, la cual utiliza un enfoque sistémico, apuntando, simultáneamente, a diferentes objetivos –contaminación local, seguridad energética, integración territorial, acceso, etc.



**Tabla B-1. 1.2 Instrumentos para políticas del sector energético**

Instrumentos para políticas	Generación eléctrica	Transporte	Industria	CPR
Instrumentos económicos (impuestos)	Impuestos sobre el carbono	Impuestos a los combustibles Cargos por congestión, matrícula del vehículo, peajes Impuestos a vehículos	Impuesto sobre el carbono o el impuesto sobre la energía Impuestos o gravámenes a los desechos	Impuestos al carbono y/o energía (ya sea a escala sectorial o económica)
Instrumentos económicos (subsidijs negociables)	Comercio de emisiones Certificados verdes negociables	Estándares de combustible y vehículo	Comercio de emisiones Certificados Verdes intercambiables	Certificados negociables para mejorar la eficiencia energética (certificados blancos)
Instrumentos económicos (subsidijs)	Eliminación del subsidio de combustibles fósiles Subvenciones y seguros para CCSU	Subvenciones de los biocombustibles Subsidios de compra de vehículos Feebates	Subsidios (auditorías energéticas) Incentivos fiscales (por ejemplo, para el cambio de combustibles)	Subsidios o exenciones fiscales para la inversión en edificios eficientes, modificaciones y productos Préstamos subsidiados
Planteamientos normativos	Eficiencia o estándares de desempeño ambiental Cuotas de renovables para la cartera de energías renovables Acceso equitativo a la red eléctrica Condición jurídica ( <i>Legal Status</i> ) de almacenamiento de CO <sub>2</sub> a largo plazo	Estándares de desempeño de la economía de combustible Estándares de calidad de combustible Normas de rendimiento de emisiones de GEI Restricciones reglamentarias para incentivar cambio modal ("road to rail") Restricción en el uso de vehículos en determinadas zonas Limitaciones de capacidad ambiental en aeropuertos Planificación urbana y las restricciones de zonificación	Normas de eficiencia energética para equipos Sistemas de gestión energética (también voluntarios) Acuerdos voluntarios (obligados por Reglamento) Normas de etiquetado y compras públicas	Normas y códigos de construcción Normas de equipos y aparatos Mandatos para minoristas de energía de ayudar a los clientes a invertir en eficiencia energética



Programas de información		Etiquetado de combustible Etiquetado de eficiencia del vehículo	Auditorías energéticas Benchmarking Brokerage para cooperación industrial	Auditorías energéticas Programas de Etiquetado Programas de recomendaciones energéticas
Suministros de bienes y servicios del gobierno	Investigación y desarrollo en expansión de Infraestructura (calefacción/refrigeración distrital)	Inversión en el tránsito y transporte impulsado por humanos Inversión en infraestructura de combustible alternativo Obtención de vehículos de bajas emisiones	Formación y educación Brokerage para cooperación industrial	Inversión pública en edificios y artefactos eficientes
Acciones voluntarias			Acuerdos voluntarios sobre objetivos energéticos o la adopción de sistemas de gestión energética, o eficiencia de los recursos	Programas de etiquetado de edificios eficientes Eco-etiquetado de productos

Fuente: basado en Somanathan et al, 2014.

## B-2. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE POLÍTICAS

### B-2.1 Resumen

Con el fin de identificar aquellos instrumentos que podrían ayudar al sector energético de Chile a lograr el CND, se utilizó un marco para comparar y evaluar las opciones de instrumentos para Chile. El marco implica, en primer lugar, el establecimiento de un conjunto de criterios de evaluación con el cual cada posible instrumento puede compararse y evaluarse. Esta evaluación fue desarrollada por el equipo experto de E2BIZ y Carbon Counts, y que permitió priorizar y presentar estos resultados, en el primer taller realizado.

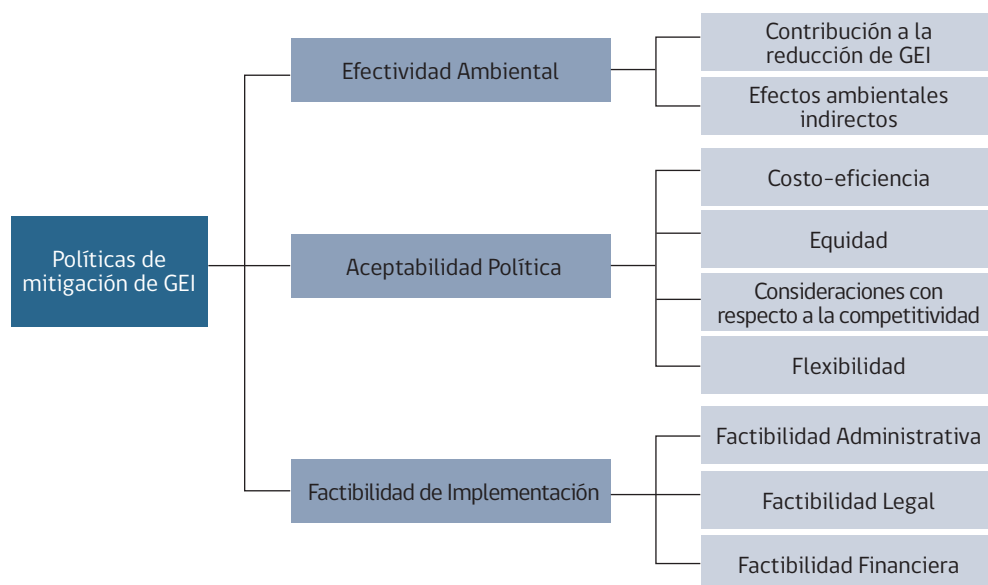
Como se muestra en Figura B-1, se utiliza una jerarquía de criterios para evaluar cada posible política. El primer nivel se refiere al objetivo principal de todos los instrumentos, el cual es la mitigación del cambio climático. El objetivo de estos instrumentos es ser efectivos en la mitigación mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (Konidari, 2011). El segundo nivel incluye los tres principios fundamentales:

» **Efectividad ambiental:** las políticas deben lograr una real reducción de emisiones, a nivel nacional y mundial, y al mismo tiempo minimizando otros impactos ambientales indirectos.

» **Aceptabilidad política:** las políticas deben ser aceptables para todas las entidades involucradas y por lo tanto deben tener en cuenta los impactos y riesgos para los grupos afectados, incluyendo hogares, empresas y comunidades.

» **Viabilidad de la aplicación:** debe ser factible la implementación de las políticas, dada la infraestructura nacional (recursos institucionales, humanos y financieros) y el marco legal.

El tercer nivel describe criterios más específicos dentro de cada uno de estos principios. Estos tienen como objetivo hacer frente a los elementos básicos del diseño efectivo, aceptable y práctico de la política de gases de efecto invernadero. La elección de los criterios se basa en la literatura, así como también en el reciente desarrollo de la política climática a nivel internacional (incluyendo la OCDE, 1997; IPCC, 2014; Konidari, 2011; Gobierno de Australia 2011, 2015). También se basa en discusiones con expertos y partes interesadas dentro del gobierno chileno en relación con las prioridades nacionales y las consideraciones relevantes para las políticas. Cada uno de los criterios de evaluación se explica a continuación. Su uso en el proceso de evaluación se describe posteriormente y se presenta en la Sección B-3.

**Figura B-2** Jerarquía de criterios para evaluar las políticas de mitigación de GEI

Fuente: basado en varios autores, incluyendo la OCDE, 1997; IPCC, 2014; Konidari, 2011; Gobierno de Australia de 2011, 2015.

### **B-2.1.1 Efectividad ambiental** **Contribución a la reducción de gases de efecto invernadero**

La efectividad ambiental refleja la capacidad de un instrumento, o de un paquete de medidas, de lograr los resultados deseados de la política ambiental, es decir, la mitigación de las emisiones de GEI. Para que las políticas sean efectivas ambientalmente, deben ayudar a disminuir la brecha entre lo que las emisiones habrían sido en ausencia de políticas – o emisiones business-as-usual–, y además ayudar a lograr la CND de Chile, como parte de los esfuerzos para limitar calentamiento a menos de 2°C. Una consideración primordial en este contexto, es evaluar si la política apunta a un potencial objetivo de mitigación adicional, el cual no está actualmente regulado a través de una política existente. Esto podría lograrse a través de la introducción de nuevos tipos de instrumentos enfocados en hacer frente a las barreras

específicas de mitigación, y/o mediante el fortalecimiento de las medidas existentes.

La efectividad ambiental de las políticas de Chile, se puede ver reducida si se produce un incremento de las emisiones de otros países. Con el fin de ser eficaces en la mitigación de gases de efecto invernadero, la política tendrá que reducir – en lugar de desplazar – las emisiones, ya que la “fuga” de GEI finalmente no tendrá beneficios globales. Esto podría ocurrir, por ejemplo, si una política provoca el cierre de una fábrica en Chile y, como consecuencia, se construye una nueva instalación en un país, que no está tomando medidas para limitar sus emisiones. Para garantizar la eficacia medioambiental de los esfuerzos de Chile para reducir las emisiones, la política tiene que tener en cuenta el riesgo de fuga de carbono.

También, puede ser que las políticas necesiten hacer frente al panorama

general, en lugar de centrarse en optimizar el rendimiento de los subsistemas individuales. Por ejemplo, modificar productos o cambiar las materias primas en procesos industriales, podría tener más potencial de mitigación de gases de efecto invernadero, que el aumento de la eficiencia energética en un proceso particular (OCDE, 2003). La eficacia ambiental de una política dependerá concretamente de las características del sector al que se está aplicando, la que puede variar según el país, e incluso región. Por ejemplo, un estándar de eficiencia energética obligatorio podrá lograr resultados significativos en un sector industrial maduro, pero será menos efectivo en un sector que se encuentra creciendo, en donde se toma como estándar la mejor tecnología disponible (MTD). Por último, el alcance o enfoque de determinadas políticas podría no ser aplicable a las posibilidades de mitigación en un país y/o sector determinado.

Por lo tanto, las preguntas clave en la evaluación del potencial de mitigación de una política incluyen:

- » ¿La política puede lograr reducciones de emisiones de GEI reales y adicionales para ayudar a alcanzar los objetivos?
- » ¿Está la política dirigida al potencial de mitigación de un sector/actividad relevante?
- » ¿Qué tan confiable es la política para ayudar a lograr la reducción de emisiones de GEI?
- » ¿La efectividad del instrumento se reduce con el tiempo?, y frente a esto, ¿es capaz el instrumento de crear incentivos continuos para mejorar los productos o procesos de forma que reduzcan las emisiones?

### **Efectos ambientales indirectos**

Las políticas de mitigación de gases de efecto invernadero, a través de la promulgación de cambios en las tecnologías, procesos y suministro de

energía, pueden tener impactos sobre otros aspectos del medio ambiente. Por lo tanto, también existe la necesidad de considerar la posibilidad de efectos ambientales indirectos y sostenibles. Estos incluyen la capacidad de promover "beneficios colaterales o secundarios", tales como mejoras en la calidad del aire y del agua. Existe un potencial significativo para beneficios ambientales adicionales cuando se utilizan instrumentos de política para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, una regulación que exige a una industria la reducción de las emisiones de Óxidos de Nitrógeno (NOx por sus siglas en inglés) y Óxidos de Azufre (SOx), puede aumentar los beneficios para la salud, así como reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (OCDE 2002c, Davis et al., 2000). Igualmente, en ciertos contextos, las políticas de mitigación pueden tener impactos adversos sobre la sostenibilidad, por ejemplo, a través de los posibles impactos sobre el uso del suelo y los ecosistemas derivados de una política destinada a impulsar, por ejemplo, el desarrollo de los biocombustibles.

### **B-2.1.2 Aceptabilidad política**

La aceptabilidad política refleja el grado en que un instrumento es aceptable para los diferentes grupos de interés afectados por su introducción. Una política se considera no aceptable para los grupos clave, si por ejemplo, su introducción provoca un aumento significativo de los costos de energía o productos, lo cual generará rechazo en la oposición pública y puede resultar en una pérdida de bienestar o de desarrollo económico. Por lo tanto, una evaluación de la política debe tener en cuenta los impactos y riesgos para los grupos afectados, incluyendo los hogares, empresas y comunidades, así como también las entidades gubernamentales y las organizaciones responsables de la implementación de las políticas. La

aceptabilidad política comprende varias consideraciones específicas, las que se describen a continuación.

### **Costo-eficiencia**

Una política costo-eficiente es aquella que ayuda a cumplir con un objetivo de reducción de emisiones al menor costo para el país. Hay tres tipos principales de costos de las políticas de reducción de emisiones (Gobierno de Australia, 2015):

» Los costos directos de implementación para conseguir reducir las emisiones (por ejemplo, el costo adicional de invertir en una planta de generación de electricidad de bajas emisiones en lugar de invertir en una de alto nivel de emisiones)

» Los costos de “transacción” para el gobierno, los cuales corresponden a la creación y administración de políticas, y los costos asociados a las personas y empresas para cumplir con ellas (por ejemplo, los costos de la medición de las emisiones, la comprobación de que se han cumplido los requisitos de la política y la preparación de la documentación relacionada con las políticas).

» Los costos indirectos que pueden ocurrir si es que los efectos de las políticas afectan a otros sectores de la economía (por ejemplo, los aumentos de precios).

Una política de reducción de GEI es económicamente eficiente si permite y fomenta las oportunidades de reducción a bajo costo. Dependiendo de la forma en que se diseñen, los impuestos ambientales, el comercio o los acuerdos voluntarios pueden ser más económicamente eficientes que las políticas tradicionales de “comando y control” (OCDE, 2003). Identificar y facilitar la implementación de las oportunidades de reducción de emisiones de más bajo costo, permite mantener bajos los costos directos de implementación. Algunas oportunidades de bajo costo, implican la inversión en activos de larga duración, como es el caso de plantas de generación eléctrica. La estabilidad y

la credibilidad política son importantes para que los inversionistas tengan la suficiente confianza para tomar estas oportunidades (Gobierno de Australia, 2015). Las políticas que puedan ser relativamente fáciles de escalar en el tiempo, pueden contribuir a la estabilidad, ya que reducen la necesidad de grandes reformas, y evitan los largos plazos de aprobación a menudo asociados con el desarrollo de nuevas medidas. También es importante mantener bajos los costos de administración y cumplimiento, para las empresas y los gobiernos, reduciendo los costos administrativos siempre que sea posible. Por ejemplo, mientras que las políticas que ponen requisitos obligatorios sobre los pequeños emisores pueden fomentar a algunas reducciones de emisiones adicionales y de bajo costo, esto también podría imponer una alta carga de administración en muchas empresas individuales (ibid).

### **Equidad**

Equidad se refiere a cómo se distribuyen los costos asociados a una política de GEI, entre los grupos que existen dentro de la sociedad, o de forma más específica esto se refiere a la “equidad” del instrumento, referido a la distribución de los derechos de emisión, los costos de cumplimiento y beneficios entre las entidades (Konidari, 2011). Juzgar qué es equitativo es difícil, porque hay diferentes puntos de vista. Sin embargo, hay dos criterios generales que tienen un apoyo bastante generalizado (Gobierno de Australia, 2015): la primera es que es importante tratar de la misma forma a personas o empresas en situaciones similares (a veces llamada “equidad horizontal”); la otra es que no se debe permitir que los costos recaigan de manera desproporcionada sobre los grupos que son menos capaces de soportarlos –por ejemplo, los hogares de bajos ingresos (equidad vertical).

Evaluar el grado en que son equitativas las políticas, consiste en evaluar cómo se distribuyen los costos, beneficios

y riesgos entre todas las entidades afectadas. Esto puede ser un reto ya que quien paga al final, puede ser diferente de quien paga inicialmente (ibid). Por ejemplo, podría ocurrir que los costos generados por una política hacia los generadores eléctricos, podrían ser trasladados a los consumidores de energía eléctrica en forma de precios más altos.

### **Consideraciones con respecto a la competitividad**

Las políticas de reducción de emisiones podrían tener el potencial efecto de poner a las empresas chilenas, en desventaja competitiva con respecto a las empresas de países que no se enfrentan a medidas comparables. Esto se debe a que los controles de emisiones introducidos en un país, pueden dar lugar a un aumento en los costos de producción, que dependiendo de la exposición del sector a la competencia de las importaciones, pueden dar lugar a una reducción de beneficios, de producción o incluso la reubicación de la planta. A menos que esta situación sea corregida (por ejemplo, mediante el uso de medidas compensatorias), este resultado tiene el potencial de impactar negativamente en el desarrollo económico e industrial, así como comprometer la eficacia ambiental de la política en sí. El potencial de fuga de carbono, que surja con la introducción de regímenes de precios de carbono representa un verdadero desafío para los diseñadores de política. En general, en varios países la industria ha expresado su temor de que la carga que supone los costos de carbono podría cerrar las industrias nacionales, y que por lo tanto genere una caída de los beneficios, pérdida de cuota de mercado, cierre de fábricas y la pérdida de empleos. Todo lo anterior ha influido en la forma en que se ha diseñado la política climática existente y que ha sido propuesta en muchas regiones del Anexo I. El uso de contramedidas plantea desafíos complejos para los responsables de crear las políticas, incluso en algunos casos comprometiéndolo la eficacia de la

política (por ejemplo, como se puede ver en la sobre-asignación de derechos de emisión en el Esquema de Comercio de Emisiones de la Unión Europea, EU ETS por sus siglas en inglés); demandando un gasto público significativo (por ejemplo, a través subsidios directos a las entidades efectuadas), o enfrentándose a problemas políticos y legales difíciles (por ejemplo, mediante el uso de ajustes fiscales que pueden ir en contra de los acuerdos comerciales internacionales). Hasta la fecha, el enfoque de los temas de competitividad ha sido típicamente aplicado de manera unilateral en regímenes de carbon pricing, pero podrían ser más relevantes si se utiliza otros instrumentos (ETS, impuesto sobre el carbono) o una política alternativa, tal como una regulación.

### **B-2.1.3 Flexibilidad**

La flexibilidad puede definirse como la propiedad que posee el instrumento para ofrecer una gama de opciones de cumplimiento y de medidas, que las entidades están autorizadas a utilizar para conseguir lograr las reducciones, en un marco de tiempo ajustado y en función de sus prioridades nacionales (Konidari, 2011). Por ejemplo, la introducción de estándares obligatorios para los equipos, dentro de un corto plazo puede plantear limitaciones operativas graves para la industria, comparado con un esquema más suave de transición. Este concepto también puede hacer referencia a la flexibilidad que posee un instrumento, para ser ajustado y adaptado por los diseñadores de política, de cara a los nuevos conocimientos y a las circunstancias cambiantes que pueden ocurrir en un país.

### **Viabilidad de la aplicación**

Una política tiene que ser factible de implementar en la práctica, independiente de su eficacia medioambiental o de la aceptabilidad política. Se describen a continuación varios aspectos con respecto a este criterio.

## Viabilidad administrativa

Los instrumentos de políticas requieren de diferentes niveles y tipos de esfuerzo administrativo en su diseño, implantación y operación/ejecución. El contexto y los requisitos institucionales asociados a la política, deben ser evaluados con el fin de comprender la viabilidad de la aplicación. Por ejemplo, algunas políticas pueden implicar la creación de nuevos órganos o responsabilidades de regulación, mientras que otras opciones son capaces de implementarse eficazmente en los sistemas ya existentes.

Estas nuevas funciones podrían incluir procesos administrativos relacionados a permisos, verificación de las emisiones y a la supervisión normativa, todo lo cual puede dar a lugar a requerimientos adicionales de organización, tecnologías de información (TI) y de recursos humanos. Por lo tanto, la viabilidad administrativa debe tener en cuenta la labor conjunta requerida en la red institucional para ejecutar el instrumento, y la capacidad institucional de todas las partes nacionales competentes para diseñar, apoyar y garantizar la aplicación del instrumento. Es una consideración importante, las características del sector(s) y la(s) entidad(es) a ser cubiertos por el instrumento. Por ejemplo, cuando el instrumento exige el control de las emisiones, reporte y verificación (MRV por su sigla en inglés) –como es el caso de algunos instrumentos, incluyendo el carbon pricing, puede que no sea factible, llevar a cabo el MRV de las fuentes de emisiones que se desea cubrir.

## La viabilidad jurídica

La viabilidad jurídica de un instrumento está determinada por su coherencia con las leyes y regulaciones existentes, las que pueden ser internacionales, nacionales y regionales. Un nuevo instrumento de política puede ser

considerado como incompatible con la legislación vigente, ya sea primaria o secundaria. En tales casos, la capacidad de cambiar la legislación vigente, aun cuando la política lo justifique, se puede considerar inviable en un futuro cercano por una o más razones prácticas (por ejemplo, el proceso judicial, el ciclo político). Es evidente que una evaluación de la viabilidad legal está por naturaleza sujeta al marco legal de cada país y por lo tanto deberá ser un tema relevante a evaluar, por los diseñadores de la política.

## Viabilidad financiera

La viabilidad financiera puede definirse como la característica del instrumento, para que este sea implementado con bajos costos, para los organismos regulatorios pertinentes (Konidari, 2011). Al nivel más simple, considera si los costos necesarios para financiar la implementación –costos de capital y costos operacionales– se pueden proporcionar desde el presupuesto público. Esta consideración es distinta de la relación costo-eficacia: puede considerarse que una opción política da lugar a una mitigación significativa de emisiones de manera costo-eficiente pero que, a pesar de eso, requiere un gasto considerable que no puede ser justificado en el presupuesto nacional. En tales casos, las políticas y las actividades de mitigación podrían ser apoyadas a través de una variedad de fuentes internacionales de financiamiento, incluyendo asociaciones de donantes y apoyo bilateral, y a través de fuentes innovadoras de financiación tales como bonos verdes y las asociaciones público-privadas (PPP por su sigla en inglés). La viabilidad financiera también puede ser entendida en un sentido amplio, el cual incluye la capacidad de las instituciones crediticias para prestar fondos, y la capacidad de las empresas para realizar las inversiones requeridas, para reducir las emisiones de carbono, fuera del balance o de los presupuestos de la empresa.

## B-3. EVALUACIÓN DE LAS OPCIONES DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA CHILE

### B-3.1 Aproximación a la evaluación de políticas

La evaluación se presenta de acuerdo a cada sub-sector de la energía (generación de electricidad, el transporte, la industria y CPR). Para cada uno de los objetivos de mitigación señalados para cada sector, se presenta por primera vez una serie de medidas que podrían aplicarse, basándose en la literatura y la experiencia internacional (tal como fue revisado en la sección 2) y conversaciones con expertos del gobierno y las partes interesadas. Esto incluye las políticas existentes y previstas en Chile, así como otros nuevos instrumentos de política que podrían aplicarse en el futuro como parte de los esfuerzos para cumplir los objetivos de CND hasta el año 2030. Se observa también que algunas políticas pueden ser de naturaleza transversal: mientras que algunos instrumentos de política pueden ser altamente específicos a un objetivo de mitigación determinado (por ejemplo, el comercio de certificados RE está relacionada con el objetivo de aumentar la oferta RE), otros pueden tener como objetivo incentivar la mitigación múltiple en todos los sectores (por ejemplo, carbon pricing).

Cada opción política es evaluada según los criterios señalados en la Sección 3. Para cada uno de los nueve criterios, cada opción se evalúa de la siguiente manera (alineado con los

criterios):

1. Alto rendimiento
2. Rendimiento moderado
3. Desempeño mixto o incierto
4. Bajo rendimiento

Al realizar esta evaluación, el equipo consultor se ha basado en el creciente volumen de experiencia internacional en la aplicación del tipo de políticas consideradas, así como una profunda comprensión de las circunstancias específicas de Chile. Esta última incluye diversos factores económicos, técnicos y políticos, algunos de los cuales se encuentran principalmente relacionados a cada sector (véase más adelante).

A pesar de que se observa que las partes interesadas suele otorgar diferentes niveles de importancia a los diferentes criterios en diferentes circunstancias, para el propósito de esta etapa de evaluación, cada uno de los criterios es considerado por igual.

El objetivo es detectar los instrumentos que podrían ser potencialmente aplicables a Chile para cumplir con su CND. Por esta razón, la evaluación también es deliberadamente abierta en términos de qué políticas podrían ser consideradas para una evaluación adicional. En este contexto, la consideración de cómo una política puede ser potencialmente aplicable es muy importante. El mismo



instrumento puede o no puede ser aplicable dependiendo de su alcance, los detalles del diseño, nivel de rigor, etc. Una vez más, la presente evaluación no pretende prejuzgar el diseño específico de los instrumentos, a menos que sea necesario. Del mismo modo, ciertas opciones de instrumentos pueden representar opciones alternativas en la consecución de un objetivo de mitigación dado o en la superación de una barrera, mientras que otros podrían ser combinados con el fin de apuntar de manera efectiva a múltiples objetivos y/o barreras.

La evaluación multi-criterio se utiliza para determinar qué opciones de mitigación son consideradas:

- » Aplicable para Chile en el corto plazo (hasta el 2022)
- » Potencialmente aplicables para Chile en el mediano plazo (hasta el 2030); o
- » No es aplicable, o poco probable que sea aplicable antes de 2030

### **B-3.2 Generación de electricidad**

Al año 2010, el sector energía contribuyó con el 75% de las emisiones GEI del país, y el sector de generación eléctrica con un tercio de este total. Por lo anterior, el sector generación debe modificar sustantivamente su estructura para que las emisiones no crezcan proporcionalmente con la generación, y más aún, se pueda revertir la tendencia creciente de emisiones. De las opciones de mitigación

analizadas destaca la inclusión de energías renovables como la principal estrategia de mitigación del sector.

#### **B-3.2.1 OM-G1 Aumentar la participación de renovables en la matriz de generación**

Actualmente existen metas asociadas a la penetración de energías renovables. Para su cumplimiento no se requerirían instrumentos adicionales, al menos en el corto o mediano plazo. La meta de 25% de generación por medios renovables se ve factible y viable económicamente al concretarse la interconexión de los sistemas interconectados y robustecer los sistemas de transmisión. Estimaciones recientes del Ministerio de Energía señalan que las tecnologías solares PV y eólica pueden llegar a tener una participación de 30% de manera muy competitiva al 2030, sin necesidad de mayores modificaciones en el sistema eléctrico. Por lo mismo, no se recomiendan instrumentos de subsidio al precio de tipo feed in tariff que han resultado costosos en otros países, y que van en contra de la política económica del país.

Respecto de las otras tecnologías se distinguen distintos instrumentos necesarios para su mayor penetración. Se destaca la necesidad de avanzar en derribar barreras para tecnologías probadas, como la

geotermia, pero que no han tenido el impulso esperado en el país. En particular, se establece como necesario perfeccionar el sistema de concesiones y entregar subsidios a la exploración que reduzcan los riesgos de llevar a cabo exploraciones infructuosas y de altos costos. También se recomienda aumentar la investigación y desarrollo en otras tecnologías en desarrollo, como la mareomotriz, dada la riqueza costera del país. Para ello se pueden establecer distintos fondos concursables, y subsidiar estudios y experiencias piloto.

### **B-3.2.2 OM-G2 Aumentar la participación de combustibles de bajas emisiones**

Para incentivar las emisiones de combustibles más limpios, la PEN ha destacado especialmente el uso de gas natural por sobre carbón y diésel. Se ve incierto el rol que el Estado pueda tener en promover este combustible sin la certeza de abastecimiento a bajo costo. Distinto será el caso si se llega a importantes acuerdos con vecinos del país ricos en este combustible. De todas maneras, sí se ve como prometedor continuar la exploración e inversión en el sur del país donde también podría haber sorpresas respecto de este recurso. Una medida factible es la co-combustión. Esto permitiría mezclar carbón con biomasa y residuos, y al menos en el primer caso, bajar emisiones.

### **B-3.2.3 OM-G3 Aumentar la eficiencia del sistema de generación**

Los estándares de emisión de GEI para distintos tipos de centrales tienen distintos impactos: Estándares pueden forzar que centrales antiguas salgan de funcionamiento,

se adapten de alguna manera a la norma y que las nuevas centrales tengan la mejor tecnología disponible. Tal y como ocurre con la actual norma de emisiones de termoeléctricas, puede ser necesario distinguir entre capacidad existente y nueva.

Los estándares de emisión se prefieren a los de eficiencia por ser tecnológicamente neutrales; por ejemplo, una central antigua podría implementar eventualmente CCSU y cumplir con la norma.

### **B-3.2.4 OM-G4 Capturar emisiones de CO<sub>2</sub>**

La captura y almacenamiento de dióxido de carbono es una de las técnicas que podría utilizarse para reducir significativamente las emisiones de centrales eléctricas. Dado lo caro de esta tecnología, no existen medidas concretas en el mediano o corto plazo.

Sin embargo, una medida factible puede ser estudiar una ruta crítica de implementación en el largo plazo. Esto considera analizar factibilidad de esta tecnología mediante capacidades del sector público para después definir requerimientos de infraestructura, entre otros. Una medida, también a examinar en el corto plazo, es instalar centrales térmicas con capacidad de agregar CCSU directamente sin necesidad de reacondicionamientos (salvo por la inversión misma del sistema CCSU).

### **B-3.2.5 OM-G5 Aumentar la flexibilidad del sistema (habilitante)**

Esta medida es habilitante y se relaciona con mejorar la capacidad del sistema de acoger de manera eficiente y eficaz capacidad intermitente. Para ello, hay

distintas medidas a realizar. Se destaca la necesidad de utilizar la capacidad hidroeléctrica del país, que además de ser renovable, tiene alta capacidad de regulación. De todas maneras, esta medida habilitante puede dar cabida a distintas tecnologías de generación y almacenamiento según su desarrollo futuro.

### **B-3.2.6 Instrumentos transversales**

Los instrumentos transversales aplican a varios objetivos y opciones de mitigación. Destacan aquellos instrumentos que ponen precio al carbono y que mejoran la competitividad de tecnologías limpias en desmedro de aquellas más contaminantes. El sector eléctrico cuenta con un impuesto al carbono que busca internalizar las externalidades ambientales asociadas a la generación.

Se consideran alternativas relevantes de revisar los sistemas de permisos transables y los estándares de portafolio de emisiones ( $\text{CO}_2$ ). Estos instrumentos tienen la ventaja de reducir la incertidumbre asociada a la reducción de emisiones. Los sistemas de permisos transables (aplicados conjuntamente con otras fuentes fijas relevantes), entregan flexibilidad y según muestra la literatura, ponen precio al carbono pero con menores costos a traspasar al cliente final.

### **B-3.2.7 Matriz de Evaluación de Opciones de Mitigación y medidas asociadas**

A continuación se presenta la matriz de análisis de las políticas e instrumentos de este sector.

## **CRITERIO DE EVALUACIÓN**

- ☒ Buen desempeño
- ☐ Desempeño moderado
- ☐ Nivel de desempeño incierto (incluyendo incertidumbres debidas al diseño del instrumento)
- ☐ Bajo desempeño

## **RESULTADO**

- ☒ Política existente o planeada
- ☐ Política propuesta

**Figura B-3** Resumen de evaluación de políticas (sector eléctrico)

		Contribución a la reducción de GEI	Efectos ambientales indirectos	Costo efectividad	Equidad	Competitividad	Flexibilidad	Factibilidad administrativa e institucional	Factibilidad legal	Factibilidad financiera	RESULTADO		
											Opciones de corto plazo <2022	Opciones de mediano plazo <2030	Opciones de largo plazo o no aplicable <2030
OM-G5	Regulación-Planificación Transmisión anticipada												
	Reglamentación y Remuneración de SSCC												
	Reglamentación conexión CCS (nuevos proy.)												
OM-G4	Inversión directa en infraestructura												
	Subsidios a pilotos CCS												
	Factibilidad, mapeo CCS (inversión pública)												
OM-G3	Estándares de emisión CO <sub>2</sub>												
	Estándares de eficiencia												
OM-G2	Promoción de GNL a través de inversión directa												
	Reglamentación Co-firing												
OM-G1	Beneficios acceso a la red (Eximición de pagos)												
	Subsidios de exploración geotérmica												
	Subsidios a la I&D												
	Licitaciones												
	Feed-in-tariffs												
	Certificados verdes												
	Cuotas												
Transversales	MRV obligatorio de GEI												
	Estándar de portafolio de emisiones												
	Sistema de compensaciones												
	Sistema de permisos transables												
	Impuesto al CO <sub>2</sub>												
CRITERIOS DE EVALUACIÓN													

### B-3.3 Transporte

El transporte es el sector de mayor consumo de energía final junto al sector industria y minero, sin embargo la tendencia en el corto plazo posiciona al sector transporte como el mayor consumidor de energía y consecuentemente el mayor emisor de gases de efecto invernadero. Sumado a esto, las fuentes de emisión del sector son completamente atomizadas, en particular el subsector caminero, que representa el 85% de las emisiones del sector, cuenta con un parque de aproximadamente 4,5 millones de vehículos o fuentes móviles. Por esta razón las medidas que generan un mayor impacto disminuyendo las emisiones del sector son aquellas que apuntan a establecer las condiciones para favorecer una transición a tecnologías de transporte más eficientes, y fuentes energéticas más limpias.

Una de las medidas que se plantea en esta línea es la definición de restricciones al rendimiento medio de los vehículos importados. De esta forma se empuja a la disminución de las emisiones medias del parque nacional ( $\text{grCO}_2/\text{km}$ ) en línea con los objetivos que se plantean por ejemplo la Unión Europea, USA, Japón y otros países con metas de reducción de emisiones del sector.

Por otra parte, aunque con menores beneficios en términos de emisiones de gases de efecto invernadero, la intermodalidad y el planeamiento estratégico de los servicios de transporte de la ciudad son fundamentales como se plantea en la hoja de ruta 2050. El desarrollo de políticas en esta dirección permite reducir, además de las emisiones GEI, de forma importante las emisiones locales, contribuyendo

a la disminución de la congestión y mejorando la calidad de vida en las ciudades.

En esta última línea se plantea que la planificación urbana es fundamental para el desarrollo sustentable de los sistemas de transporte de las ciudades. Avanzar en esta materia permite reducir la actividad de transporte de la ciudad, acercando los servicios como comercio educación y trabajo a los residentes, permitiendo otras alternativas de transporte, disminuyendo la congestión y ofreciendo servicios de transporte más apropiados a los sectores locales.

A continuación se analizan las políticas identificadas en los distintos objetivos de mitigación. Este análisis se realiza de acuerdo a los criterios establecidos en la sección B-2.

#### B-3.3.1 OM-T1: Aumentar la participación de combustibles de cero o bajas emisiones

Esta opción representa el mayor potencial de mitigación del sector, sin embargo aumentar la participación de nuevos combustibles implica en la mayoría de los casos fortalecer la participación de tecnologías que requieren una inversión superior a los vehículos convencionales. Además para el cumplimiento del objetivo es necesario el desarrollo de infraestructura necesario para el abastecimiento de estos combustibles alternativos, como electricidad e hidrógeno.

Otras políticas que se plantean en esta línea son los subsidios y/o exenciones fiscales por la adquisición de vehículos de cero o baja emisión. En el caso de los subsidios se presenta una dificultad financiera por parte del estado ya

que es necesario un volumen de recursos muy elevado para que la política tenga efectos significativos. En el caso de exenciones fiscales como el permiso de circulación, la dificultad radica en la disminución de la recaudación fiscal, y en evaluar si estas exenciones tienen un impacto significativo en la decisión de compra. En el pasado se utilizó una política de exención del permiso de circulación para la adquisición de vehículos híbridos y eléctricos, sin embargo este instrumento no logró impulsar las ventas de estas tecnologías ya que la inversión adicional supera ampliamente las ventajas tributarias propuestas.

En Chile el gas natural y el gas licuado de petróleo están gravados para su uso en transporte, además por regulación los particulares no pueden convertir sus vehículos a estas tecnologías.

En la actualidad los vehículos livianos y medianos están gravados con el denominado "impuesto verde", este impuesto se aplica por única vez a la compra de vehículos y se calcula de acuerdo al nivel de rendimiento urbano, emisión de óxido de nitrógeno y precio de venta del vehículo. Vehículos a tracción eléctrica están exentos de este impuesto.

Atendiendo esta discusión y al análisis detallado presentado en la matriz de políticas propuestas, las medidas estudiadas para el cumplimiento de este objetivo son:

- » Obligaciones de rendimiento medio a las importaciones de vehículos livianos.
- » Subsidio a la compra de vehículos de cero o bajas emisiones.
- » Exenciones fiscales a la compra

de vehículos bajos en emisiones de carbono.

- » Inversión en infraestructura para combustibles alternativos.
- » Disminución del impuesto al gas licuado de petróleo o al gas natural para el transporte.
- » Impuesto verde.
- » Impuesto al CO<sub>2</sub>.

### **B-3.3.2 OM-T2: Aumentar la participación de los modos de transporte energéticamente más eficientes**

Esta opción busca fortalecer los modos de transporte más eficientes. En términos de carga esto implica una mayor participación de los usos ferroviario y marítimo, desplazando parte del transporte por carreteras. En términos de pasajeros urbanos esto implica contener la participación del automóvil privado. Típicamente estas opciones se han planteado como "cambio modal" sin embargo se considera más adecuado el concepto de intermodalidad, en donde no sólo se busca el uso de otros modos más eficientes, sino también la integración de ellos para lograr viajes más eficientes pudiendo incluir modos no motorizados como la bicicleta o la caminata.

En el ámbito urbano se plantea que el fomento a los modos eficientes debe tener como base el desarrollo de la capacidad para sostener una mayor participación de estos. Para ello se requiere un aumento en la inversión en infraestructura para trenes urbanos, buses, bicicletas y caminata. Esto debe ir acompañado de un contexto de planificación urbana, sea tanto para localizar apropiadamente las obras, pero

también para acotar los viajes entre distintas zonas de la ciudad. Estas medidas conllevan como beneficio una disminución del costo social del transporte, además de otras externalidades positivas como disminución de la congestión, reducción de emisiones, y menores tiempos de viaje.

Otro conjunto de medidas busca disminuir el uso de vehículos particulares en zonas específicas de la ciudad, principalmente zonas saturadas en términos de transporte, o a centros urbanos. En el país ya se han planteado medidas de este tipo, como es la Zona Verde de Santiago que entre otras medidas plantea la restricción de vehículos particulares a algunas zonas del centro de Santiago. Otras alternativas en esta misma línea son el establecimiento de tarificación vial, o peajes de acceso a ciertas zonas, esto busca desincentivar el acceso de vehículos particulares a estos lugares, sin embargo posee un componente político restrictivo dada la impopularidad de este tipo de políticas entre la ciudadanía.

En relación al transporte de carga se propone una mayor inversión en infraestructura ferroviaria y portuaria para el transporte interurbano. Esto a través de mecanismos de participación público-privados (PPP) que permitan llevar a cabo estas obras dado el alto nivel de financiamiento requerido

Atendiendo esta discusión y al análisis detallado presentado en la matriz de políticas propuestas, las medidas estudiadas para el cumplimiento de este objetivo son:

» Inversión en infraestructura ferroviaria urbana.

» Inversión en infraestructura para buses urbanos.

» Inversión en infraestructura para trenes urbanos.

» Inversión en infraestructura para bicicletas.

» Inversión en infraestructura para caminata.

» Peaje a zonas de alta congestión.

» Planificación urbana.

» Inversión en infraestructura interurbana ferroviaria (PPP: participación público-privada).

» Inversión en infraestructura portuaria (PPP).

» Subsidio a bicicletas eléctricas.

» Inversión municipal en bicicletas públicas.

» Zonas con restricción al acceso de vehículos.

### **B-3.3.3 OM-T3: Disminuir el consumo de combustibles fomentando la eficiencia energética en el transporte**

Las políticas asociadas a este objetivo buscan por un lado mejorar la eficiencia de los vehículos convencionales como también educar y generar herramientas para una conducta más eficiente por parte de los conductores.

Al igual que en objetivo OM-T1 de cambio de combustibles la medida de normativa que define un mínimo para el rendimiento medio de los vehículos livianos vendidos en el país también contribuye al fomento de la eficiencia energética, sin embargo

se plantea de forma paralela la posibilidad de establecer estándares mínimos de eficiencia. La principal diferencia radica en que las metas de rendimiento medio apuntan a un objetivo de emisiones promedio del parque de mediano o largo plazo, dando espacio a un *trade-off* que promueve el ingreso de vehículos de alta eficiencia para contrarrestar aquellos más ineficientes. Por otra parte los estándares mínimos evitan aquellos vehículos más ineficientes, pero no tienen un efecto de fomento a nuevas tecnologías altamente eficientes.

En términos de información se plantea la generalización del etiquetado energético de vehículos, que hoy se aplica solo a vehículos livianos, para vehículos medianos y pesados. El uso de etiquetado energético de vehículos se utiliza como herramienta para promover la adquisición de vehículos más eficientes, esto es equivalente a las medidas observadas en los sectores residencial, industrial y minero de MEPS de artefactos o motores.

Las tecnologías de información y comunicación juegan un rol importante fomentando la conducción eficiente, un sistema del tipo *on-board* permite al conductor reconocer instantáneamente conductas que puedan afectar el rendimiento de la conducción. Por ello se plantea la definición de una norma que obligue a los nuevos vehículos a poseer sistemas de información de eficiencia energética visibles al conductor, que alerte de conductas ineficientes o informe del rendimiento instantáneo que se está obteniendo del vehículo.

La política transversal de impuesto al CO<sub>2</sub> también tendrá impactos positivos en el cumplimiento de este

objetivo de mitigación aunque de menor impacto. El mayor precio de los combustibles fósiles fomenta una conducta más eficiente, siempre que vaya acompañado de medidas de educación e información respecto de la eficiencia en la conducción como las planteadas anteriormente.

Atendiendo esta discusión y al análisis detallado presentado en la matriz de políticas propuestas, las medidas estudiadas para el cumplimiento de este objetivo son:

- » Obligaciones de rendimiento medio a las importaciones de vehículos livianos
- » Estándares mínimos de eficiencia en vehículos nuevos
- » Etiquetado energético de vehículos
- » Obligatoriedad de tecnologías de información y comunicación de eficiencia energética para vehículos nuevos
- » Educación en conducción eficiente obligatoria para conductores
- » Acondicionamiento obligatorio para reducción de resistencia aerodinámica en vehículos pesados
- » Impuesto al CO<sub>2</sub>

#### **B-3.3.4 OM-T4: Mejorar la gestión y coordinación de los servicios de transporte de la ciudad**

El cuarto objetivo de mitigación hace referencia al uso más eficiente de transporte asociado principalmente a políticas de coordinación oferta-demanda del transporte y a sistemas cooperativos desde el punto de vista de la demanda.



Principalmente se plantea como en el OM-T2 la necesidad de avanzar en políticas de planificación urbana y su componente de transporte. Avanzar en esta materia permite reducir la actividad de transporte de la ciudad, acercando los servicios como comercio, educación y trabajo a los residentes, permitiendo otras alternativas de transporte, disminuyendo la congestión y ofreciendo servicios de transporte más apropiados a los sectores locales. La dificultad principal radica en que a mayores niveles de saturación de las ciudades, técnicamente es más difícil provocar quiebres en las tendencias de urbanismo, considerando además que estos son de mediano y largo plazo.

Por otra parte se plantea la regulación de nuevos sistemas cooperativos de transporte que han surgido de forma privada en el último tiempo basados en sistemas de información, *Carpooling* o *Carsharing* son el reflejo de esto. *Carsharing* es un sistema donde múltiples usuarios utilizan de forma individual uno o más vehículos lo que supone un ahorro de costos respecto del vehículo propio a la vez que disminuye la necesidad de estacionamiento de la ciudad. Por otra parte *Carpooling* es un sistema de coordinación que permite compartir el vehículo entre personas con rutas similares. Esto implica reducción de los costos de transporte para los usuarios, reducción de emisiones, reducción de requerimiento de estacionamientos y un incremento de la tasa de ocupación de los vehículos.

Si bien como sistemas incipientes no existen tendencias regulatorias por el momento, se plantea que la regulación por parte del Estado

es relevante para fomentar estos sistemas.

### **B-3.3.5 Instrumentos transversales**

El impuesto al CO<sub>2</sub> es una medida extrapolable a todos los sectores del sector energético que actualmente afecta principalmente al sector de generación eléctrica. Es importante sopesar en el sector la capacidad de esta medida de fomentar tecnologías más eficientes ya que su objetivo es la disminución del uso de combustible por sobre la recaudación fiscal. El denominado "impuesto verde", aunque en menor medida también tiene impactos tanto en la eficiencia energética del sector como en la introducción de nuevas tecnologías más amigables ambientalmente hablando.

Las medidas de educación general de la población en materias de eficiencia energética y cambio climático, son altamente costo-efectivas y afectan transversalmente todos los objetivos de mitigación. Son capaces de generar conductas energéticas adecuadas, pero también de influenciar en las decisiones de compra de vehículos o elecciones de modo de los usuarios de transporte urbanas.

### **B-3.3.6 Matriz de Evaluación de Opciones de Mitigación y medidas asociadas**

A continuación se presenta la matriz de análisis de las medidas e instrumentos de este sector.

**Figura B-4** Resumen de evaluación de políticas (sector transporte)

OM-T4	Subsidio pilotos sist. cooperativos transporte												
OM-T3	Obligación mejora aerodinámica veh. pesados												
	Educación conducción eficiente conductores												
	Obligatoriedad ICTsEE para vehículos nuevos												
	Etiquetado energético de vehículos												
	Estándares mínimos eficiencia vehículos nuevos												
	Obligaciones rendimiento importaciones de LCV												
OM-T2	Zonas con restricción al acceso de vehículos												
	Inversión municipal en bicicletas públicas												
	Subsidio a bicicletas eléctricas												
	Inversión en infraestructura portuaria (PPP)												
	Inversión infra. interurbana ferroviaria (PPP)												
	Inversión en infraestructura para caminata												
	Inversión en infraestructura para bicicletas												
	Inversión en infraestructura para buses urbanos												
	Inversión en infraestructura ferroviaria urbana												
	Peaje a zonas de alta congestión												
OM-T1	Disminución del impuesto al GLP o al GN												
	Inversión infraestructura comb. alternativos												
	Exención fiscal vehículos bajos en emisiones												
	Subsidio compra vehículos cero o bajas emisión												
	Obligaciones rendimiento importaciones de LCV												
Transversales	Difusión para fomentar un transporte sustentable												
	Planificación Urbana												
	Impuesto Verde												
	Impuesto al CO <sub>2</sub>												
		Contribución a la reducción de GEI	Efectos ambientales indirectos	Costo efectividad	Equidad	Competitividad	Flexibilidad	Factibilidad administrativa e institucional	Factibilidad legal	Factibilidad financiera	Opciones de corto plazo <2022	Opciones de mediano plazo <2030	Opciones de largo plazo o no aplicable <2030
		Efectividad ambiental	Aceptabilidad política				Factibilidad de implementación						
CRITERIOS DE EVALUACIÓN												RESULTADO	

### B-3.4 Industria y Minería

Dentro del sector Industria y Minería, se pueden encontrar 6 objetivos de mitigación, además de una línea transversal, con políticas y programas que afectan a otros sectores, aparte del presente. Este análisis se realiza de acuerdo a los criterios establecidos en la Sección B-2.

Se analizarán los aspectos relevantes de las medidas propuestas, tanto las que se encuentran dentro de cada objetivo de mitigación del sector industria y minería, así como aquellas medidas transversales, refiriéndose a aquellas que sean de relevancia por diferentes aspectos, pero sin entrar en un análisis exhaustivo medida por medida.

#### B-3.4.1 OM-IM1: Reducir el consumo de energía

Este objetivo de mitigación busca incrementar la eficiencia energética en la industria a través del uso de tecnologías eficientes.

#### Sistemas de Gestión de la Energía (SGE) en grandes empresas:

La medida apunta a mejorar la eficiencia energética en los grandes consumidores mediante la implementación obligatoria de un sistema de gestión de la energía, con personal capacitado para dicho fin. Se considera que esta medida tendrá un impacto relevante, tanto en forma directa (mitigación) como en forma indirecta. Así también, se considera que es una medida costo efectiva, y que contribuirá a la equidad, poniendo el foco energético en la gerencia industrial, invirtiendo en tecnología y poniendo la industria nacional a la par de las mejores industrias internacionales.

#### Capacitación de técnicos en Eficiencia Energética:

Se considera que un pilar importante en la reducción del consumo energético (y de emisiones) es contar con personal capacitado en estas instancias dentro de las empresas.

#### Sistemas térmicos eficientes:

Considerando que un importante consumo de energía de las industrias va destinado a fines térmicos, un aspecto relevante a abordar serían los sistemas térmicos. Se apunta a la utilización de calderas eficientes dentro de la industria, mediante programas de etiquetado, créditos blandos y MEPS.

**Cogeneración:** Se considera que la masificación de la cogeneración en la industria es un potencial importante de eficiencia energética y de mitigación que si bien presenta un avance importante, existe aún un potencial importante de alcanzar a nivel país, el cual se espera lograr mediante programas de información, subvención, créditos blandos y finalmente un esquema obligatorio.

#### B-3.4.2 OM-IM2: Aumentar el uso de Energías Renovables

Este objetivo de mitigación busca incrementar el uso de tecnologías libres de emisiones de GEI, de acuerdo a lo previsto en la Política Energética Nacional, manteniendo los objetivos planteados en la política.

#### Uso de Energía Solar en procesos térmicos:

Dentro de cualquier medida de mitigación, siempre es importante evaluar el reemplazo de combustibles fósiles por energías renovables, existiendo un importante potencial a nivel país para el uso de energía solar en procesos térmicos industriales, lo cual no se ha realizado masivamente por una serie

de barreras existentes, las cuales se espera sean superadas con medidas tales como: información, mapeo y pre-evaluación de factibilidad de proyectos, subvención de pilotos, créditos blandos y finalmente un esquema obligatorio.

### **Uso de Biomasa y Biogás en**

**procesos térmicos:** La motivación es la misma que el punto anterior, y las medidas son básicamente las mismas. Sin embargo, existen diferencias entre ambos que ameritan un tratamiento separado, como por ejemplo la inclusión de un programa de certificación de biomasa por parte del Ministerio de Energía, además de considerar que las distribuciones geográficas del país que favorecen la energía solar, no necesariamente favorecen la biomasa (o el biogás), y viceversa.

### **B-3.4.3 OM-IM3: Aumentar la participación de combustibles de bajas emisiones**

Este objetivo de mitigación busca incrementar el uso de combustibles bajos en emisiones, tales como gas natural, hidrógeno y otros (incluyendo cambios de combustibles).

### **Uso de neumáticos y/o residuos en hornos de la industria del cemento:**

El manejo de residuos siempre ha sido un tema relevante desde el punto de vista medioambiental, así como las emisiones que provienen de los rellenos sanitarios. En el presente punto se aborda la opción de incinerar estos residuos (sólo en el caso que la realización conlleve una acción de mitigación real, sostenible y sustentable) mediante programas de información, mapeo, las modificaciones normativas ambientales de manejo de residuos y un esquema obligatorio.

**Uso de gas natural o hidrógeno en procesos industriales:** Considerando que en el corto plazo, el combustible de referencia de bajas emisiones es el Gas Natural para crear la confianza necesaria en el mercado se propone una serie de medidas de información a las industrias de expectativas y planes de expansión de mejorar la cobertura con este combustible a nivel nacional, medidas que por sí solas, no tienen efectos importantes en la mitigación, serán condiciones habilitantes si se desea masificar este mercado. La infraestructura que permitirá la cobertura nacional al Gas Natural se propone licitarla a aquellas empresas distribuidoras interesadas, lo cual también será otra condición habilitante, y finalmente otorgando créditos blandos a las empresas para la inversión en el equipamiento necesario para operar con este combustible, con evaluaciones positivas en todas las categorías de evaluación.

Por otra parte, centrando ahora la visión en el mediano al largo plazo, se considera que el combustible referencia de bajas emisiones será el Hidrógeno, por lo cual se propone (aparte de las medidas indicadas anteriormente, en los casos que apliquen al Hidrógeno), la generación de un esquema regulatorio para la entrada y operación del Hidrógeno como combustible.

### **Vehículos pesados de bajas emisiones:**

Considerando que los vehículos pesados utilizados principalmente en la minería funcionan en base a la combustión de grandes cantidades de diésel, se considera apropiado como medida de mitigación evaluar la posibilidad de recambio de estos vehículos por otros de menores emisiones (como por ejemplo, uso de electricidad, gas natural, biogás, hidrógeno, o cualquier

otra opción técnico económica factible), mediante programas de información y mapeo de los potenciales cambios a vehículos pesados, estudios de opciones técnico y económicas factibles de reemplazo, y finalmente un programa de estándares mínimos en las emisiones de vehículos pesados al momento de importar vehículos (similar a un programa de MEPS, pero con foco en las emisiones más que en la energía), el cual tendrá un impacto importante en las emisiones, además de efectos indirectos positivos.

#### **B-3.4.4 OM-IM4: Capturar emisiones de CO<sub>2</sub>**

Este objetivo de mitigación busca crear la infraestructura e incentivos necesarios para la captura y almacenamiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de grandes industrias.

**Captura y Almacenamiento de Carbono y Utilización (CCSU):** En el caso que esta tecnología sea técnica económicamente factible en el futuro (bajo un esquema de emisiones transables, o un límite obligatorio a las emisiones, o cualquier otro), se considera apropiada la realización de programas de información y mapeo de grandes industrias con altas emisiones, así como de información de opciones de CCSU apropiadas de utilizar, evaluar la posibilidad de reutilización de CO<sub>2</sub> por industrias que requieren dicho gas como insumo, subvención a pilotos, créditos blandos y esquemas obligatorios de, al menos, considerar en el diseño de plantas nuevas la conexión futura a sistemas de CCSU. Para este objetivo de mitigación se debe tener claro dos aspectos: primero, que la captura y almacenamiento de carbono es una tecnología muy nueva y en desarrollo<sup>32</sup>, que requiere de varios

años para su maduración, y segundo, y asociado a lo anterior, al ser un costo adicional para toda empresa, es muy difícil que cualquier industria por sí sola, implemente sistemas de capturas y almacenamiento de carbono sin ningún incentivo de por medio.

#### **Reducción de emisiones asociadas a la fabricación y uso de Clinker:**

Considerando que el Clinker es un insumo esencial para la fabricación de cemento, la obtención de dicho insumo es un proceso que implica altas emisiones de GEI. Es por ello que se establece como objetivo de mitigación la búsqueda de alternativas que, sin atentar contra la industria del cemento, permitan reducir las emisiones asociadas al Clinker. Para ello se propone una serie de medidas que van desde la información acerca de la fabricación de este material y opciones técnico económicas factibles de reemplazo o al menos de reducción en su fabricación, que son condiciones habilitantes para tomar las decisiones adecuadas en futuras medidas de mitigación hasta propuestas como la puesta en marcha de un esquema regulatorio en la fabricación y uso del Clinker.

»  
32. De hecho, en Islandia se está explorando una tecnología que permite la inyección del carbono capturado en rocas basalto disponibles zonas volcánicas y su conversión en carbonato. Se plantea que esta tecnología tiene costos similares al CCS, pero disminuye los riesgos y costos asociados al monitoreo de los procesos de almacenamiento.

### **B-3.4.5 OM-IM5: Potenciar prácticas coherentes con los principios de la economía circular**

Este objetivo de mitigación busca crear la infraestructura e incentivos para realizar los cambios necesarios en potenciar prácticas de economía circular entre distintas industrias y establecimiento de parques industriales.

#### **Concientización de conceptos de economías circulares y consideración de residuos en el diseño de parques industriales:**

Se considera que un parque industrial correctamente diseñado contempla, entre muchos otros parámetros, el manejo de residuos y las sinergias que pueden existir entre diferentes industrias, sobre todo en lo que respecta a economías circulares y el manejo de residuos, pudiendo ayudar al objetivo de mitigación la consideración de que los residuos de cierta industria, en vez de ir a parar al vertedero, pueden servir de insumo para otra industria. Se propone una serie de medidas como la información de residuos y posibilidades de reutilización y crear sinergias entre diferentes industrias actualmente instaladas.

### **B-3.4.6 Políticas Transversales Relevantes**

**MEPS para motores eléctricos, realizado por el Ministerio de Energía.** Esta medida ya se encuentra implementada en funcionamiento. Se considera que es una medida apropiada para la industria, pues el análisis detallado arroja un potencial relevante de mitigación, aportando también a la competitividad empresarial, con inversiones costo efectivas, además de una implementación simple en

aspectos administrativos, legales y financieros.

### **B-3.4.7 Matriz de Evaluación de Opciones de Mitigación y medidas asociadas**

A continuación, se presenta un detalle de todas las opciones de mitigación y de todas las medidas asociadas a cada una, entregando también un breve análisis para cada una de ellas, los aspectos relevantes de evaluación, tanto desde el punto de vista de la mitigación, como desde el punto de vista de la competitividad empresarial y la factibilidad pública y privada.

**Figura B-5** Resumen de evaluación de políticas (I&M)

|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|





### **B-3.5 Comercial, público y residencial (CPR)**

Dentro del sector CPR, el subsector más importante en cuanto a consumo energético es el sector residencial, el cual es el más homogéneo del punto de vista de tipología de composición, por lo que se presta muy bien para medidas del tipo regulatorias que fijen estándares en cuanto al consumo de energía en usos y tecnologías existentes. Sin embargo, dado su conformación por particulares, con acceso a capital y conocimiento técnico desigual, además de la baja motivación que tienen para realizar cambios en sus consumos (gestión de la demanda) por su relativamente bajo gasto en electricidad en comparación con el comercio o industria, en lo referente a la adopción de nuevas tecnologías (por ejemplo, la generación con ERNC) requieren de apoyo financiero e información.

Respecto al sector público, este tiene una menor incidencia en el consumo energético, pero tiene el rol de ser un promotor de las mejores prácticas y de las nuevas tecnologías. Es por esto que se identifica la importancia de realizar proyectos demostrativos de nuevas tecnologías y fijación de estándares de eficiencia, e incluso más integralmente: sustentabilidad para las edificaciones, lo que dinamiza la oferta de este tipo de servicios y puede servir de ejemplo al sector comercial, el cual presenta similitudes en el tipo y escala de edificaciones.

En cuanto al sector comercial, no se identifica una gran diversidad de políticas específicas que puedan aplicarse en el corto plazo, esto debido principalmente a la heterogeneidad de su composición. Sin embargo, las políticas de estándares de artefactos tienen un

efecto transversal en este sector. En consideración a esto, la generación de acuerdos voluntarios parece una de las formas más eficaces de acelerar la aplicación de buenas prácticas que resulten costo-efectivas para el privado.

A continuación, se analizan las políticas identificadas en los distintos objetivos de mitigación definidos en la fase anterior del proyecto. Este análisis se realiza de acuerdo a los criterios establecidos en la Sección B-2.

#### **B-3.5.1 OM-CPR1: Lograr un sistema inteligente de producción y gestión descentralizada de la energía**

El mayor potencial para este objetivo resulta en el sector residencial, particularmente con tecnologías como los paneles fotovoltaicos, tecnología actualmente con alto grado de madurez, sin descartar que otras tecnologías pudieran alcanzar un mayor grado de costo-efectividad en los próximos años. Para la concreción de estos proyectos, que en muchos casos exceden la capacidad financiera de los particulares, se propone potenciar modelos de negocio alternativos que permitan superar la barrera del financiamiento y abarcar sectores socioeconómicos bajos y medios. Para hacer económicamente más interesante este tipo de tecnologías, se evalúan políticas como la creación de un mercado de certificados de generación renovable transable.

Respecto a proyectos de mayor envergadura, tales como cogeneración, estos deben ser promovidos en donde exista factibilidad técnica y económica. Los proyectos en edificios públicos pueden servir como ejemplos a

seguir por otros sectores, como el comercial. Este último posee la capacidad financiera para realizar las inversiones, pero muchas veces desconoce el potencial o simplemente no realiza los estudios de factibilidad. Es por esto que el apoyo en estas fases, enmarcada por ejemplo en programas de acuerdos voluntarios, puede ser una política costo efectiva para el Estado.

### **B-3.5.2 OM-CPR2: Reducir las emisiones en el sector de generación mediante cambio en la curva de carga**

Este objetivo está enfocado en la disminución de la variabilidad horaria del consumo de energía, lo que eventualmente puede disminuir las horas de operación de centrales con mayores emisiones de GEI. Además, debido a que la incorporación de tecnología que no es necesariamente costo-efectiva para el usuario, requiere de apoyo del Estado y su factibilidad de implementación se prevé en un plazo medio o largo.

La medida más simple para generar los cambios de horario de consumo es el establecimiento de tarifas por bloques horarios para clientes regulados. La mayor barrera a esta medida es la necesidad de reemplazar los medidores convencionales por medidores que integren el consumo de manera diferenciada en los distintos bloques. Este reemplazo puede ser paulatino, por sectores del país y puede ser respaldado por la obligatoriedad de instalación de modelos nuevos de medidores en las nuevas edificaciones. Otra alternativa es la tarificación en tiempo real, lo que implica la adopción de equipos más sofisticados, tanto en el caso de medidores como de artefactos inteligentes que puedan modificar su

lógica de operación en función de los niveles de demanda en la red.

El almacenamiento eléctrico a nivel usuario es una forma de apoyar una red eléctrica más robusta y que permita la incorporación de más generación variable. Sin embargo, por ser tecnologías de alto costo, aún no completamente maduras y que no presentan necesariamente un retorno positivo para el usuario, su implementación requerirá tiempo.

### **B-3.5.3 OM-CPR3: Disminuir la demanda energética en climatización**

La climatización es el uso principal en el sector residencial, principalmente debido a la calefacción intradomiciliaria, representando también porcentajes importantes del consumo energético del sector público y comercial (tanto calefacción como aire acondicionado). Este objetivo es el que agrupa la mayor cantidad de políticas evaluadas en el sector, pudiéndose éstas dividir en aquellas que buscan mejorar la eficiencia térmica de las edificaciones y aquellas que buscan mejorar la eficiencia o tecnología de los sistemas de calefacción.

Tal como se mencionó al comienzo de esta sección, la relativa homogeneidad de las viviendas permite que la aplicación de estándares para mejorar el diseño térmico de éstas sea una de las medidas más viables. Además de los estándares, se propone el uso de certificación de las viviendas. Esto es una política informativa que entrega al mercado información del desempeño de las viviendas u otras edificaciones.

Considerando la larga vida útil de las edificaciones, la aplicación

de políticas tendientes a mejorar la eficiencia de las edificaciones existentes es necesaria para tener un impacto importante. Dado el relativamente alto costo de inversión para un particular del reacondicionamiento térmico de una vivienda, las políticas más efectivas son los subsidios (orientados a la población más vulnerable) y créditos (orientados a población con mayor capacidad de pago). Tal como se mencionó anteriormente, estas políticas tienen un impacto directamente proporcional a la cantidad de fondos disponibles, por lo que pueden implicar cargas importantes para el Estado si se busca una penetración importante en la tasa de intervención de viviendas existentes.

Con respecto a las políticas para mejorar la eficiencia o tecnología de calefacción, nuevamente los estándares de eficiencia (MEPS) y etiquetado son las políticas más directas y efectivas, específicamente en equipos de calefacción a biomasa, los que en la actualidad presentan una alta dispersión en cuanto a eficiencias.

Otras políticas importantes que apunta al cambio de las tecnologías de calefacción son las que promueven los esquemas de calefacción distrital. Este tipo de calefacción suele ser más eficiente que las estufas convencionales de combustión directa y sin escape de gases utilizadas en Chile, las que requieren altos niveles de sobreventilación para evitar la concentración de contaminantes intradomiciliarios. Para la promoción de este tipo de tecnología, el primer paso es formalizar su utilización, creando una normativa que defina sus alcances y condiciones de operación. Dado que es una tecnología nueva en el país, el Estado puede subsidiar sistemas demostrativos,

utilizando los recursos energéticos más limpios disponibles en la zona, como por ejemplo biogás o biomasa y combinándolos, cuando sea técnicamente factible, con sistemas de cogeneración, para aumentar la eficiencia global y apoyar al objetivo MCPR1.

#### **B-3.5.4 OM-CPR4: Promover la producción y uso sustentable de biomasa forestal con fines energéticos**

Dado que la biomasa es la principal fuente de energía del sector residencial y que su uso está fuertemente asociado a sectores vulnerables y externalidades como la contaminación atmosférica, este objetivo es prioritario para el Estado de Chile. La principal medida en cuanto a mitigación de emisiones asociada a este objetivo es la definición de un estándar obligatorio de uso de leña seca. Sin embargo, dada las características del mercado de leña en Chile (dispersión, informalidad, etc.) se requieren programas de apoyo que permitan que el estándar sea efectivo. Algunos de estos programas han sido incluidos o mencionados en la Política de Uso de la Leña y sus Derivados para Calefacción y se refieren a profesionalizar el mercado mediante capacitaciones y normativas que formalicen su operación, permitiendo la trazabilidad de los productos, fomentando la sustentabilidad de la producción y generando una fiscalización interna del mercado, que no implique una carga excesiva sobre los órganos del Estado

#### **B-3.5.5 OM-CPR5: Reducir la demanda de electricidad**

La demanda eléctrica del sector CPR proviene principalmente de

artefactos de uso doméstico y de oficina (iluminación, refrigeración, climatización, etc.), los que son generalmente fáciles de homologar. Es por esto que las medidas más apropiadas para este objetivo son las de etiquetado y estándares de eficiencia (MEPS). Estas medidas ya han sido implementadas en algunos equipos como ampolletas (etiquetado y MEPS) y refrigeradores (etiquetado). En el caso de equipos de larga vida útil, en los que se quiera acelerar la penetración de los equipos más eficientes, las políticas antes descritas se pueden acompañar de recambio acelerado de equipos en el subsector residencial (especialmente en sectores de menores ingresos), lo que puede representar un costo importante al Estado en el caso de ser implementado en forma de un subsidio directo. Cabe destacar que cualquier programa de recambio de equipos, debe asegurar la salida definitiva del mercado de los equipos recambiados, ya sea por chatarrización o reciclaje de los mismos, de modo que éstos no puedan ser re-comercializados en el mercado informal.

#### **B-3.5.6 OM-CPR6: Disminuir consumo energético en ACS**

Dada que la tecnología de calefacción de agua con energía solar está a un alto nivel de madurez y las condiciones privilegiadas del recurso solar en Chile, las políticas de este objetivo se centran en promover esta tecnología.

El sector público debe aprovechar su potencial de generación de ACS en las edificaciones con importante consumo de agua caliente, tales como hospitales y escuelas. Esto puede dinamizar el mercado al crear demanda para incrementar la oferta

de instaladores y equipos, y tal como se ha dicho anteriormente, sentar un ejemplo para que establecimientos privados con requerimientos de ACS, como clínicas y colegios consideren este tipo de tecnologías.

#### **B-3.5.7 Políticas transversales**

Además de las políticas orientadas específicamente a los objetivos del sector CPR, existen políticas transversales a distintos sectores y que impactan las mitigaciones del sector CPR de manera directa o apoyando a otras políticas. Entre estas políticas se encuentra la promoción de ESCOs, las que pueden cumplir un rol importante proveyendo de financiamiento y asesoría técnica, principalmente en el subsector comercial y también en ciertos segmentos del subsector residencial. Para su operación, se debe establecer un marco regulatorio adecuado, que clarifique y facilite la ejecución y seguimiento de contratos por rendimiento tanto para los clientes, como para las empresas que ejecuten los servicios energéticos.

#### **B-3.5.8 Matriz de Evaluación de Opciones de Mitigación y medidas asociadas**

A continuación, se presenta la matriz de análisis multi-criterio de las políticas e instrumentos de este sector.

**Figura B-6** Resumen de evaluación de políticas (sector CPR)

OM-CPR2	Créditos blandos sistemas de almacenamiento														
	Subsidio a sistemas de almacenamiento eléctrico														
	Difusión opciones almacenamiento energético														
	Rebaja impuesto importación (sistemas inteligentes)														
	Normativa de tarificación en tiempo real														
	Normativa de tarifa por bloques horarios														
	Obligatoriedad medidores inteligentes														
	Subsidio al recambio de medidores inteligentes														
OM-CPR1	Subsidio evaluación potencial cogen. (comercial)														
	Inversión pública en sistemas de generación ERNC														
	Inversión pública en sistemas de cogeneración														
	Subvención asesoría técnica (gen. comunitaria)														
	Legislación esquemas de generación comunitaria														
	Feed in tariff a micro generación ERNC														
	Ley de net metering														
	Certificados transables para microgeneradores ERNC														
	Créditos blandos instalación de generación														
	Subsidio a la instalación de sistemas de generación														
	Subsidio para formación de instaladores														
	Difusión opciones para generación domiciliaria														
Transversales	Ley de EE - desacople														
	Mercado de certificados blandos														
	MEPS en motores eléctricos														
	Marco regulatorio para ESCOs														
		Efectividad ambiental	Contribución a la reducción de GEI	Efectos ambientales indirectos	Costo efectividad	Equidad	Competitividad	Flexibilidad	Factibilidad administrativa e institucional	Factibilidad de implementación	Factibilidad legal	Factibilidad financiera	Opciones de corto plazo <2022	Opciones de mediano plazo <2030	Opciones de largo plazo o no aplicable <2030
			Factibilidad administrativa e institucional												
CRITERIOS DE EVALUACIÓN													RESULTADO		

1

OM-CPR6	Incentivo tributario ACS solar edificaciones nuevas																
	Inversión pública ACS solar en edificios públicos																
	Créditos Blandos instalación sistemas ACS solar																
	Difusión de beneficios de sistemas de ACS solar																
	Subsidio para instalación de ACS solar																
OM-CPR5	Inversión en recambio de luminarias públicas																
	Estándar EE adquisiciones públicas																
	MEPS de artefactos eléctricos																
	Etiquetado energético de artefactos eléctricos																
OM-CPR4	Subsidio capacitación productores de leña																
	Normativa trazabilidad - suministro de leña																
	Difusión al consumidor mercado de leña																
	Estándar obligatorio de leña seca																
		Efectividad ambiental	Contribución a la reducción de GEI	Efectos ambientales indirectos	Costo efectividad	Equidad	Competitividad	Flexibilidad	Factibilidad administrativa e institucional	Factibilidad legal	Factibilidad financiera						
			CRITERIOS DE EVALUACIÓN										RESULTADO				
												Opciones de corto plazo <2022					
												Opciones de mediano plazo <2030					
												Opciones de largo plazo o no aplicable <2030					





ANEXO

C

## PRINCIPALES SUPUESTOS DE MODELACIÓN



C-1. PARÁMETROS ECONÓMICOS DEL ESCENARIO BASE

C-1.1 Parámetros Económicos del Escenario Base

Año	Precio Carbón (USD/ton)	Precio GNL (USD/MM BTU)	Precio Oil (USD/bbl)
2016	60	8,0	43,0
2017	63	8,2	66,3
2018	65	8,9	71,3
2019	67	9,5	76,3
2020	69	10,1	81,2
2021	70	10,1	85,8
2022	72	10,3	90,6
2023	74	10,9	94,6
2024	75	11,4	99,0
2025	77	11,7	103,2
2026	80	11,7	107,0
2027	82	11,8	111,4
2028	84	12,0	112,8
2029	86	12,2	114,5
2030	87	12,4	116,1

Parámetros Económicos. Sensibilización en Condiciones Adversas

Año	Precio Carbón (USD/ton)	Precio GNL (USD/MM BTU)	Precio Oil (USD/bbl)
2016	60	8,0	43,0
2017	53	7,9	30,0
2018	54	8,5	31,0
2019	56	9,1	34,0
2020	58	9,4	37,0
2021	61	9,5	39,0
2022	63	9,6	40,1
2023	65	9,9	41,3
2024	67	10,1	42,1
2025	68	10,3	43,1
2026	70	10,3	44,0
2027	72	10,3	45,2
2028	73	10,3	46,6
2029	74	10,3	48,0
2030	75	10,3	48,9



**C-1.2** Escenarios de Crecimiento Económico (Crecimiento real %)

Año	Bajo (%)	Medio (base) (%)	Alto (%)
2016	1,54	1,54	1,54
2017	2,00	2,10	2,25
2018	2,00	2,70	3,25
2019	2,00	3,02	3,60
2020	2,00	3,20	4,00
2021	2,00	3,40	4,00
2022	2,00	3,30	4,00
2023	2,00	3,20	4,00
2024	2,00	3,10	4,00
2025	2,00	3,00	4,00
2026	2,00	3,00	4,00
2027	2,00	3,00	4,00
2028	2,00	3,00	4,00
2029	2,00	3,00	4,00
2030	2,00	3,00	4,00



**Chile  
mejor**

**Ministerio de Energía**

[www.energia.gob.cl](http://www.energia.gob.cl)

Alameda 1449, pisos 13 y 14. Edificio Santiago Downtown II, Santiago, Chile

Fono: +56 2 2 365 6800





**Chile  
mejor**

**Ministerio de Energía**

[www.energia.gob.cl](http://www.energia.gob.cl)

Alameda 1449, pisos 13 y 14. Edificio Santiago Downtown II, Santiago, Chile

Fono: +56 2 2 365 6800