



Propuesta metodológica para determinar presupuestos de emisiones de GEI

Ajustes a Julio de 2021

Estrategia Climática de Largo Plazo Chile

Contenido

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Introducción y Antecedentes..... | 3 |
| 1.1 | Enfoque de Presupuestos de Carbono..... | 3 |
| 1.2 | Chile, antecedentes y contexto nacional | 4 |
| 1.2.1 | Nueva NDC y Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático | 4 |
| 1.3 | Contexto nacional | 7 |
| 2 | Propuesta de Metodología para la asignación sectorial..... | 10 |
| 2.1 | Apoyo experto..... | 10 |
| 2.2 | Definiciones..... | 12 |
| 2.3 | Operacionalización del enfoque sugerido | 13 |
| 2.3.1 | Paso 1: Evaluación y Preparación | 13 |
| 2.3.2 | Paso 2: Sociabilización y Confirmación | 26 |
| 3 | Esquema institucional propuesto | 29 |

1 Introducción y Antecedentes

La presente minuta tiene por objetivo sociabilizar al Comité Asesor por la Acción Climática el trabajo que se encuentra desarrollando el Gobierno de Chile en el ajuste a la propuesta de presupuestos de carbono sectoriales incluidos en la propuesta de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) que se presentó a consulta pública. Lo anterior, en base a las directrices que entrega el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, actualmente en trámite legislativo, y a los comentarios recibidos por parte del Comité Asesor y los talleres desarrollados durante la consulta pública de la propuesta de ECLP.

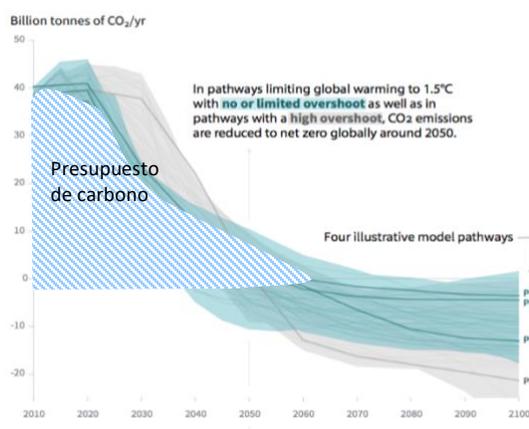
En esta minuta se aborda una recopilación metodológica completa del proceso de asignación sectorial de presupuestos de carbono, con sus respectivos temas introductorios, además de contener la propuesta de ajustes que se está trabajando. Este último corresponde a una mejor y precisa correspondencia entre emisiones de GEI de los distintos sectores del inventario de GEI a las distintas autoridades sectoriales contempladas en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático. Y de transparentar como se podría hacer el futuro reporte y seguimiento.

1.1 Enfoque de Presupuestos de Carbono

Los presupuestos de carbono corresponden a un concepto introducido por el *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), para identificar cuanta es la masa total de CO_{2eq} que queda por emitir a la atmósfera con tal de no sobrepasar un escenario de 1.5°C de calentamiento global. Este enfoque releva la importancia que tienen las emisiones de CO_{2eq} acumuladas en el tiempo en el Cambio Climático, y que pueden representar un riesgo latente, más que un nivel de emisiones alcanzado en algún año en particular.

Los presupuestos de carbono, de forma gráfica, están representados por el área bajo la curva de proyección de emisiones de CO₂ en un cierto período de tiempo. Bajo la definición entregada anteriormente, corresponden al área bajo la curva de los escenarios de carbono neutralidad al 2050 que aseguran que no se sobrepase el límite de los 1.5°C.

Figura 1: Representación gráfica presupuestos de carbono¹



¹ Fuente: IPCC, 2018. Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C.

1.2 Chile, antecedentes y contexto nacional

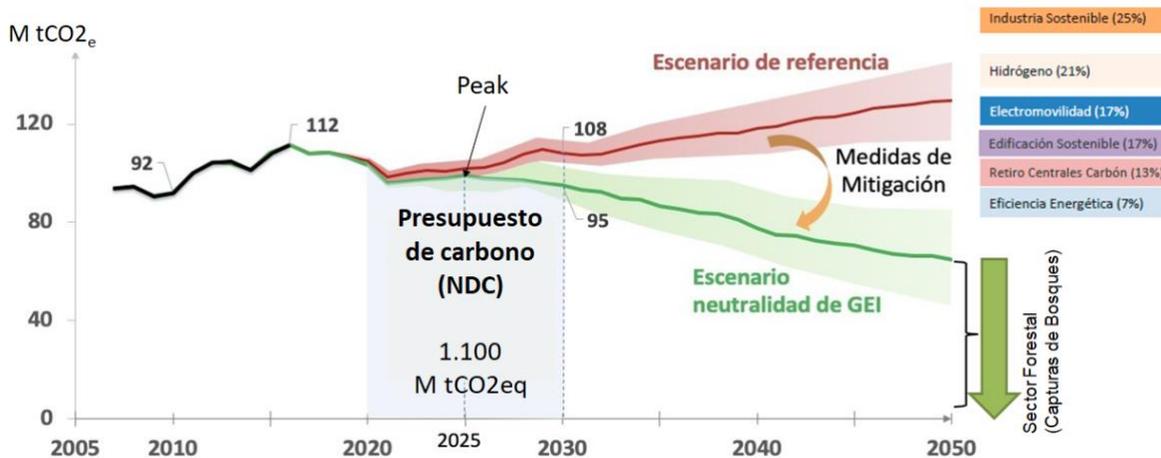
1.2.1 Nueva NDC y Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático

Nueva NDC

En la actualización del año 2020 de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile, se modificó el indicador de intensidad de emisiones condicional e incondicional del primer compromiso, a uno absolutamente incondicional, con una meta de 95 MtCO_{2eq} al año 2030, comprometiéndose a alcanzar un máximo de emisiones (año *peak*) al 2025, y un presupuesto de emisiones de GEI que no superará las 1.100 MtCO_{2eq} para el período 2020-2030.

Lo anterior, representa una meta intermedia en el objetivo de largo plazo que se ha establecido en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, actualmente en trámite legislativo en el Congreso Nacional, correspondiente a la carbono neutralidad al año 2050, tal como se ilustra en la siguiente figura:

Figura 2: Escenario de referencia y de carbono neutralidad, junto con el presupuesto de emisiones definido en la NDC.



Como se puede observar, la carbono neutralidad se alcanza reduciendo los niveles de emisiones con respecto al escenario de referencia y con una captura requerida por parte del sector forestal que equivale a 65 MtCO_{2eq}, para lo cual será necesario mantener las capturas de GEI del año 2016 al 2050. Cabe mencionar que el presupuesto de emisiones establecido en la NDC es de las emisiones a nivel nacional, al ser el sector forestal un sector de captura neta no está contemplado en el presupuesto de la nueva NDC, y sus metas al año 2030 se establecen en la NDC, en el camino a la carbono neutralidad, específicamente en el capítulo 6.2, contemplando metas concretas para el manejo sustentable del bosque nativo, forestación sustentable (con condiciones establecidas) y la disminución de emisiones producto del control de incendios.

La construcción de la curva de carbono neutralidad respecto a las emisiones y la definición de medidas requeridas para alcanzarla fue liderada por el Ministerio de Energía que cuenta con la

herramienta de modelación y proyección de consumos futuros de combustible desarrollada en el contexto de la Planificación Energética de Largo Plazo. Las capacidades desarrolladas en el Ministerio de Energía fueron clave para actualizar las proyecciones disponibles y contar con la modelación de la carbono neutralidad.

Este ejercicio fue coordinado por el Ministerio de Ambiente y contó con la participación de todos los sectores contemplados en el Inventario de emisiones de GEI incluyendo al Ministerio de Hacienda. Además, la mesa de mitigación del comité científico de la COP25 actuó como contraparte técnica para revisar y fortalecer el análisis que no sólo contempló la modelación de reducción de emisiones, sino que también un análisis de costo efectividad².

Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático

Respecto a los presupuestos de emisiones, específicamente, en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, en su artículo 3° se establecen las siguientes definiciones, entre otras:

- **“Presupuesto nacional de emisiones de gases de efecto invernadero:** cantidad máxima de emisiones de gases de efecto invernadero, acumulada a nivel nacional en un periodo determinado, y que representa la suma de las emisiones totales de dichos gases, en cada año comprendido en el periodo respectivo.”
- **“Presupuestos sectoriales de emisiones de gases de efecto invernadero:** cantidad máxima de emisiones de gases de efecto invernadero, acumulada a nivel sectorial en un periodo determinado, y que representa la suma de las emisiones totales de dichos gases, en cada año comprendido en el periodo respectivo, según lo determine la Estrategia Climática de Largo Plazo.”

En este sentido, en el artículo 5° en cuanto a los contenidos que debe contener la Estrategia Climática de Largo Plazo como “(...) el instrumento que define los lineamientos generales de largo plazo que seguirá el país de manera transversal e integrada, considerando un horizonte de 30 años, para el cumplimiento del objeto de esta ley”, uno de ellos corresponde a:

- **“Presupuestos sectoriales de emisiones de gases de efecto invernadero al año 2030** asignados a los sectores señalados en el artículo 8, de acuerdo con criterios de costo efectividad y equidad. Los presupuestos sectoriales de emisiones para los siguientes periodos serán asignados en el proceso de actualización de la Estrategia Climática de Largo Plazo. Las reducciones de emisiones necesarias para no sobrepasar el presupuesto sectorial respectivo se alcanzarán mediante las medidas contempladas en los Planes Sectoriales de Mitigación”

Asimismo, en aquel artículo también se establece que “(...) Los presupuestos sectoriales actualizados serán establecidos mediante decreto supremo del Ministerio del Medio Ambiente, suscrito además por el Ministro de Hacienda”.

En cuanto a la operativización del presupuesto de emisiones y su asignación sectorial, en el artículo 8° se establece con respecto a los Planes Sectoriales de Mitigación del Cambio Climático que “(...)

² https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/03/Mitigation_NDC_White_Paper.pdf

establecerán el conjunto de acciones y medidas para reducir o absorber gases de efecto invernadero, **de manera de no sobrepasar el presupuesto sectorial de emisiones asignado a cada autoridad sectorial en la Estrategia Climática de Largo Plazo**".

En el mismo artículo, se indican las autoridades sectoriales que deben elaborar Planes Sectoriales de Mitigación:

- a) Ministerio de Energía
- b) Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones
- c) Ministerio de Minería
- d) Ministerio de Salud
- e) Ministerio de Agricultura
- f) Ministerio de Obras Públicas
- g) Ministerio de Vivienda y Urbanismo

A su vez, cabe recalcar que el Ministerio de Hacienda igualmente se encuentra involucrado en tales instrumentos, en los términos que señala el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático (art. 5°), dado su rol en la aprobación de la ECLP, la cual contendrá los presupuestos de carbono sectoriales:

- **"La Estrategia Climática de Largo Plazo se aprobará mediante decreto supremo del Ministerio del Medio Ambiente, suscrito además por el Ministro de Hacienda, y su actualización se realizará al menos cada diez años, bajo el mismo procedimiento establecido para su aprobación."**

Además, en esta línea, es esencial mencionar el mecanismo de actualización de los presupuestos de carbono según lo que establezcan los nuevos compromisos adquiridos en una nueva NDC, en donde (art. 5°) los presupuestos sectoriales "serán actualizados según los compromisos internacionales asumidos en la Contribución Determinada a Nivel Nacional, conforme a un procedimiento abreviado que determinará el reglamento señalado en el artículo 7. Los **presupuestos sectoriales actualizados serán establecidos mediante decreto supremo del Ministerio del Medio Ambiente, suscrito además por el Ministro de Hacienda**".

En conjunto con tales puntos abordados en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, también es importante mencionar la estructura institucional que se propone para el Sistema Nacional de Inventarios (SNI) y el Sistema Nacional de Prospectiva (SNP), elementos que se vislumbran como fundamentales en la puesta en marcha de la asignación sectorial de presupuestos de emisiones que se aborda en esta minuta.

En cuanto al Sistema Nacional de Inventarios, el artículo 27° del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, establece que:

- **"Créase el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, cuyo objetivo es la elaboración y actualización del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y otros forzantes climáticos de vida corta, velar por la coherencia de las emisiones reportadas y asegurar la calidad de su estimación; respondiendo a los compromisos internacionales de reporte ante la Convención."**

El SNI actualmente existe liderado por el MMA y coordinado con todos los sectores, sin embargo el SNI no se encuentra institucionalizado. Por lo tanto, lo que hace el proyecto de ley es institucionalizar y fortalecer el SNI que será fundamental en el seguimiento y monitoreo de las emisiones de GEI del país, por lo que su rol en la medición y avance del presupuesto de carbono nacional comprometido es directo.

Al respecto del SNP, el artículo 28° del Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, establece que:

- **“Créase el Sistema Nacional de Prospectiva de Gases de Efecto Invernadero, cuyo objetivo es registrar las proyecciones actualizadas de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta, a nivel nacional y sectorial, para orientar la definición y facilitar el monitoreo de las reducciones y absorciones de emisiones, de conformidad con las metas establecidas en la Estrategia Climática de Largo Plazo y la Contribución Determinada a Nivel Nacional.”**

Es importante relevar el rol de soporte que deberá tener este Sistema en el seguimiento de los presupuestos de emisiones asignados, en cuanto a que **“apoyará la evaluación de medidas de mitigación y el análisis de proyecciones de forma desagregada, a nivel de sectores o subsectores”**. Aquello es abordado en la última sección de la presente minuta.

1.3 Contexto nacional

Inventario Nacional de emisiones de GEI

De forma complementaria a lo descrito anteriormente, es importante recalcar el contexto del Inventario Nacional de emisiones de Gases de Efecto Invernadero del país (INGEI), que permite contar con un antecedente histórico y transparente para la asignación de presupuestos de emisiones sectoriales.

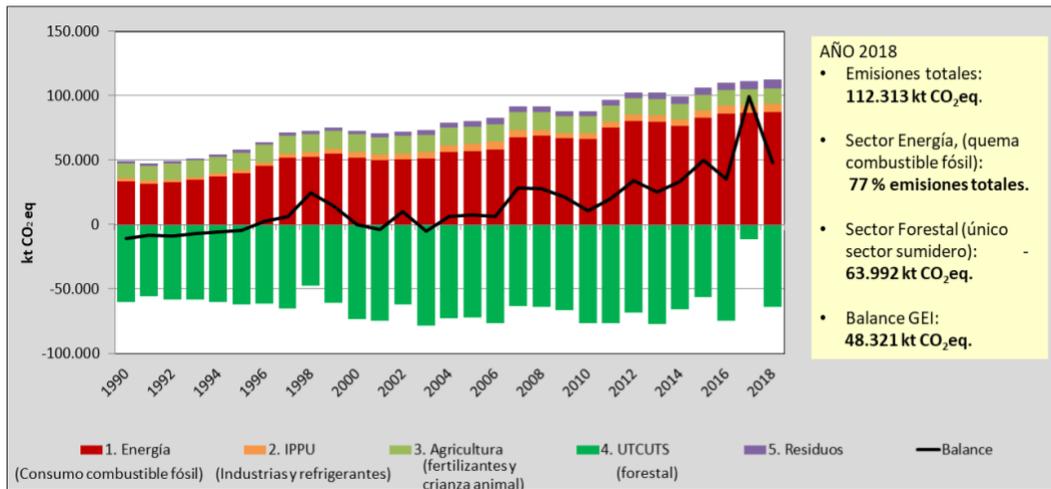
Chile presentó el 18 de enero del 2021 su Cuarto Informe Bienal de Actualización frente al Cambio Climático³, cumpliendo con su compromiso internacional. Este Informe en su capítulo 2 contiene el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, actualizado hasta el año 2018; de acuerdo con esta actualización las emisiones de gases de efecto invernadero totales del país (excluyendo UTCUTS⁴) fueron de 112.312,6 ktCO_{2eq}, incrementándose en un 129% desde 1990 y en un 2% desde 2016.

Tal como se observa en la siguiente figura, se tiene que el sector energía, que contempla el consumo de combustible de todas las actividades a nivel nacional, es el principal emisor de GEI representando el 77% de las emisiones totales en el año 2018, mayoritariamente debido al consumo de carbón mineral y diésel para la generación eléctrica y el consumo de combustibles líquidos en el transporte terrestre.

³ <https://unfccc.int/documents/267936>

⁴ UTCUTS: Cambio del uso de la tierra y la silvicultura.

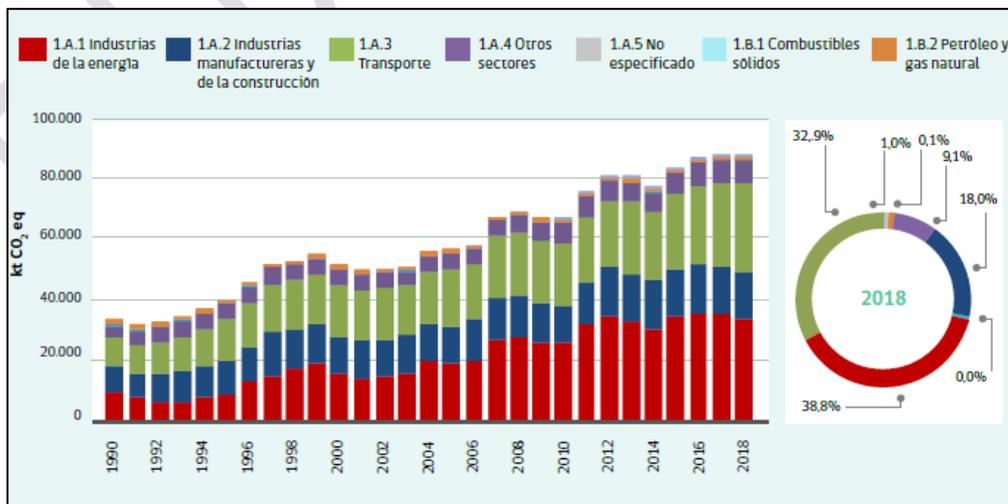
Figura 3: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, serie 1990-2018.



Dado lo anterior, es importante conocer la desagregación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) para el sector energía, el cual es el que tiene una mayor participación en el total de emisiones del país. Tal como se muestra en la siguiente tabla, la participación de los distintos subsectores del sector energía, que corresponde al consumo de combustible, en las emisiones totales de este, ha ido cambiando. En el año 1990 los mayores subsectores eran Industrias de la energía, Transporte y Industrias manufactureras y de la construcción 28%, 27% y 26% respectivamente.

Lo anterior contrasta con lo que se observa al año 2018, en donde el subsector Industrias de la energía (generación de energía) es el mayor emisor (39%), seguido por el subsector Transporte (33%) e Industrias manufactureras y de la construcción solo un 18%.

Figura 4: Inventario de emisiones de GEI del sector energía, serie 1990-2018⁵



⁵ Referencia: Ministerio del Medio Ambiente, 2020. 4to Informe Bienal de actualización de Chile sobre Cambio Climático.

La evolución en las emisiones y los cambios en la participación de los sectores juega un rol fundamental en el enfoque de presupuestos de emisiones, dado que se reconoce las emisiones acumuladas, más allá de su valor puntual en un año determinado. Tal como se da cuenta en la propuesta metodológica planteada en los siguientes capítulos de esta minuta, el enfoque de emisiones acumuladas e históricas se debe tener en cuenta al momento de la asignación sectorial.

Asimismo, a continuación, se muestra la participación de cada sector del INGEI en el total de las emisiones de GEI en Chile:

Tabla 1: Participación en las emisiones totales GEI por sector del Inventario Nacional.⁶

| Sector INGEI | Participación en el total de emisiones (2000) | Participación en el total de emisiones (2010) | Participación en el total de emisiones (2018) |
|---|---|---|---|
| Energía⁷ | 71% | 76% | 77% |
| Industrias de la Energía (Producción de electricidad y calor; Refinación de petróleo; Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía) | 21% | 29% | 30% |
| Industrias Manufactureras y de la Construcción (Hierro y Acero; Pulpa, Papel e Imprenta; Minerales no Metálicos; Industria no Especificada; Sustancias químicas; Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco; Minería) | 17% | 14% | 14% |
| Transporte | 24% | 23% | 25% |
| Otros sectores (Comercial/Institucional, Residencial, Agricultura, Silvicultura, Pesca, Piscifactorías) | 7% | 8% | 7% |
| No especificado | 0% | 0% | 0% |
| Emisiones fugitivas | 2% | 1% | 1% |
| Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) | 7% | 5% | 6% |
| Agricultura | 19% | 15% | 11% |
| Residuos | 4% | 5% | 6% |

En la tabla, es posible apreciar que el sector INGEI de Energía ha ido aumentando sostenidamente su participación en el total emisiones, en donde las subcategorías de Industrias de la Energía (principalmente generación eléctrica) y Transporte, han representado el mayor incremento en su participación en el total. Asimismo, los sectores de IPPU y Agricultura han disminuido su participación en el total de emisiones.

Ahora bien, también a modo de ejercicio es de interés analizar cómo se compone el consumo de energía final en el país en base a los TJ:

⁶ Referencia: Estimación interna Ministerio del Medio Ambiente.

⁷ Actividades de quema de combustibles y emisiones fugitivas

Tabla 2: Participación en el consumo final de energía por sector del Balance Nacional de Energía (BNE).⁸

| Sector BNE | Participación en el consumo energético final (2019) ⁹ |
|---------------------------------------|--|
| Energía, consumo propio ¹⁰ | 2% |
| Industrial | 21% |
| Agroindustria | 1% |
| Transporte | 36% |
| Minería | 17% |
| Comercial, Público y Residencial | 23% |

Tal como se puede observar en la tabla anterior, en cuanto al consumo final de energía, la mayor participación esta vez la tiene el sector Transporte, seguido del sector Comercial, Público y Residencial.

A partir del análisis presentado se puede observar que se cuenta con información detallada para analizar las emisiones, lo cual permite avanzar en una metodología para la asignación de presupuestos de emisiones, pero como veremos en el siguiente capítulo no basta sólo con la información para llevarla a cabo. El principal desafío recae en la correspondencia de tales emisiones a las respectivas autoridades sectoriales que aborda el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático.

2 Propuesta de Metodología para la asignación sectorial

A continuación, se detalla la propuesta metodológica para la asignación de presupuestos de emisiones sectoriales para el período 2020-2030, tomando en consideración los antecedentes detallados anteriormente y los comentarios del comité asesor respecto a la propuesta de metodología presentada a consulta ciudadana. Esta propuesta fue elaborada por el equipo de la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente, con apoyo de consultores expertos y entidades internacionales conocedoras de la materia. Y se encuentra en proceso de revisión y ajuste con los distintos sectores involucrados.

2.1 Apoyo experto

La propuesta metodológica, viene siendo desarrollada desde el segundo semestre del año 2020, con apoyo de diversos organismos. Específicamente el donante de los fondos para el apoyo experto al Gobierno de Chile, mediante diversas consultorías y proyectos, los ha entregado el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP por sus siglas en inglés). Estos fondos se encuentran bajo el marco del proyecto “Climate Action Enhancement Package” (CAEP).

⁸ Referencia: Ministerio de Energía, Balance Nacional de Energía.

⁹ Considera el consumo final de energía (sin el combustible consumido para generación eléctrica), sino que incluye el consumo eléctrico y de combustibles según la demanda.

¹⁰ Corresponde al consumo propio de las plantas productoras de energía.

El apoyo técnico al Gobierno de Chile, lo están realizando diversas instituciones expertas en la materia, ya sea a través de estudios o profesionales con experiencia en este tipo de procesos:

- **UNEP-DTU Partnership**

La alianza entre el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y la Technical University of Denmark (DTU), se estableció en el año 1990. Actualmente se encuentra liderando un equipo técnico internacional en investigación y asesoría en energía, clima y desarrollo sustentable.

Su trabajo está centrado en asistir a los países en desarrollo en la transición hacia una economía baja en carbono, mediante la integración de la resiliencia climática en el desarrollo nacional por medio de investigación, análisis de política pública y construcción de capacidades.

Actualmente cuenta con más de 70 investigadores de 26 diferentes nacionalidades trabajando desde sus oficinas en Copenhague.

- **Ricardo AEA**

Ricardo es una consultora británica en ingeniería y medio ambiente, que está especializada en transporte, energía y sectores económicos de recursos escasos. Su trabajo se extiende a lo largo de un amplio rango de sectores: autos de pasajeros, vehículos comerciales, ferrocarriles, defensa, energía y medio ambiente, en los cuales ha podido asesorar a clientes como operadores de transporte, empresas manufactureras, compañías energéticas, instituciones financieras y agencias gubernamentales.

Específicamente, el equipo de consultores de Ricardo AEA que asesoró al Gobierno de Chile en esta materia, cuenta con experiencia valiosa en la temática de presupuestos de emisiones, en donde destaca:

- La participación y liderazgo del proceso de asignación de presupuestos de emisiones del Reino Unido, incluyendo la emisión del “Low Carbon Transition Plan” en donde se establecieron las asignaciones sectoriales de los presupuestos de emisiones.
- La participación en consultorías y asesorías en políticas de cambio climático en Chile, incluyendo el trabajo en el marco para la introducción del esquema de presupuestos de emisiones, los arreglos institucionales para la introducción de un sistema MRV para acciones de mitigación, en la integración del cambio climático en el Sistema Nacional de Inversiones, entre otros proyectos.
- La participación en procesos de definición de la NDC en 15 países, bajo el acuerdo de París y la conducción de diversos procesos de actualización de estas.
- La participación en procesos de construcción de Estrategias Climáticas de Largo Plazo.

- **Banco Interamericano de Desarrollo**

Actualmente el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se encuentra apoyando al Gobierno de Chile, en el proceso de construcción de la Estrategia Climática de Largo Plazo, en diversas materias al respecto.

Particularmente, en cuanto a la definición de presupuestos de carbono sectoriales, el Banco Interamericano de Desarrollo ha contratado un profesional que apoye al Gobierno de Chile, el cual cuenta con amplia experiencia en el diseño de políticas públicas, estrategias de largo plazo, hojas de ruta y prospectiva energética.

Asimismo, de forma paralela a este trabajo también se ha llevado a cabo un estudio con el Centro de Energía de la Universidad de Chile y el Centro de Cambio Global y CLAPES de la Pontificia Universidad Católica de Chile, para analizar los impactos de la incertidumbre en la trayectoria de carbono neutralidad propuesta en la NDC de Chile al 2050.

2.2 Definiciones

Previo a la construcción de la metodología de asignación de presupuestos de emisiones sectoriales, es necesario operativizar dos criterios claves que son mencionados en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático bajo los cuales se debe realizar la asignación sectorial (artículo 5°):

- Costo-efectividad
- Equidad de las cargas.

El principio de costo-efectividad tiene relación con que la gestión del cambio climático priorizará aquellas medidas que, siendo eficaces para la mitigación, sean las que representen menores costos económicos, ambientales y sociales. Es decir, este criterio corresponde al potencial de reducción de emisiones de GEI y la rentabilidad de las medidas de mitigación que se definan.

Asimismo, el principio de equidad está asociado a que es deber del Estado procurar una justa asignación de cargas, costos y beneficios, resguardando la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades, con enfoque de género y especial énfasis en sectores, territorios, comunidades y ecosistemas vulnerables al cambio climático. Es así como este criterio da cuenta de que es necesario ampliar la mirada más allá de la costo efectividad, con tal de garantizar una asignación justa de los presupuestos de emisiones relacionada con la oportunidad y factibilidad que tienen los sectores y territorios respecto de implementar las medidas de mitigación.

Ambos conceptos corresponden a los principios rectores bajo los cuales se debe realizar la asignación sectorial, y se evalúan mediante la capacidad de mitigación del sector. Esta abarca el potencial de reducción total y su respectiva costo-efectividad, la que puede atribuirse a los sectores directamente por medio de las medidas de mitigación que lleven a cabo.

Además, se deben contemplar las necesidades de desarrollo del sector, ya que algunos podrían necesitar un mayor desarrollo para contribuir de manera óptima al desarrollo sustentable e inclusivo a nivel nacional o subnacional.

2.3 Operacionalización del enfoque sugerido

Una vez operativizados los conceptos claves para determinar la asignación sectorial de presupuestos de emisiones, es posible construir un enfoque que permita realizar tal tarea, bajo los lineamientos que establece el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático y según la visión país al respecto: NDC y la carbono neutralidad al 2050.

Considerando lo anterior, se define la siguiente metodología que cuenta con dos principales etapas: (1) Evaluación y Preparación y (2) Sociabilización y Confirmación.

Figura 5: Esquema general de la metodología de asignación presupuestos de emisiones sectoriales propuesta.



La actual propuesta de ECLP contempla el trabajo y resultados alcanzados hasta el punto 2.1 (confirmación información contextual) de la metodología, la consulta pública de la ECLP corresponde al punto 2.2 que permitirá concretar el punto 2.3 (mejoras y confirmación), y contar con la versión final de la asignación sectorial de presupuestos de emisiones que será presentada en la ECLP (final).

2.3.1 Paso 1: Evaluación y Preparación

En el primer paso de la metodología apunta a contar con una primera asignación de presupuestos de carbono sectoriales, que permita identificar las responsabilidades que tendrán los actores sectoriales relevantes. Lo anterior mediante información cuantitativa y cálculos realizados a partir de las medidas de mitigación consideradas en la NDC.

Es importante recalcar que el enfoque propuesto para determinar la asignación sectorial de los presupuestos de emisiones se construye a partir de dos elementos clave: la trayectoria de emisiones estimada para el país hacia el 2050 y los esfuerzos de mitigación que deben realizar las autoridades

sectoriales para alcanzar el compromiso de la carbono neutralidad. A continuación, se da cuenta de tal aproximación metodológica y los resultados de su aplicación.

2.3.1.1 Medidas de mitigación

El primer paso de la metodología contempla la base del análisis de la capacidad de mitigación del sector. Este tiene directa relación con las **medidas de mitigación potenciales (1.1)** contempladas en el escenario de carbono neutralidad expuesto en la NDC de Chile, las que representan la oportunidad del país para alcanzar tal objetivo, en cuanto a sus reducciones de emisiones y los costos de inversión y operación. Esta información es indicativa en cuanto a las medidas, pero al ser definida mediante una curva de costo abatimiento cumple con los criterios definidos anteriormente para determinar la capacidad de mitigación de cada sector.

Las 1.100 MtCO_{2eq} de presupuesto nacional para el período 2020-2030 comprometidas en tal instrumento, fueron determinadas a partir de la trayectoria de emisiones necesaria para alcanzar la carbono neutralidad al año 2050. Esta proyección considera un set de medidas de mitigación expuesto en la NDC, las cuales fueron la base inicial para el cálculo de presupuestos de emisiones sectoriales.

Tal como se mencionó en la primera sección de esta minuta, esta información se desarrolló en el contexto de la proyección de la carbono neutralidad para la actualización de la NDC, y se encuentra presentada en detalle en el capítulo 8 de NDC¹¹ actualizada de Chile.

Específicamente, las medidas indicativas consideradas en la NDC y que fueron contempladas en el presente ejercicio, son las siguientes:

¹¹ https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC_Chile_2020_espan%CC%83ol-1.pdf

Tabla 3: Medidas consideradas para alcanzar el escenario de carbono neutralidad de la NDC.¹²

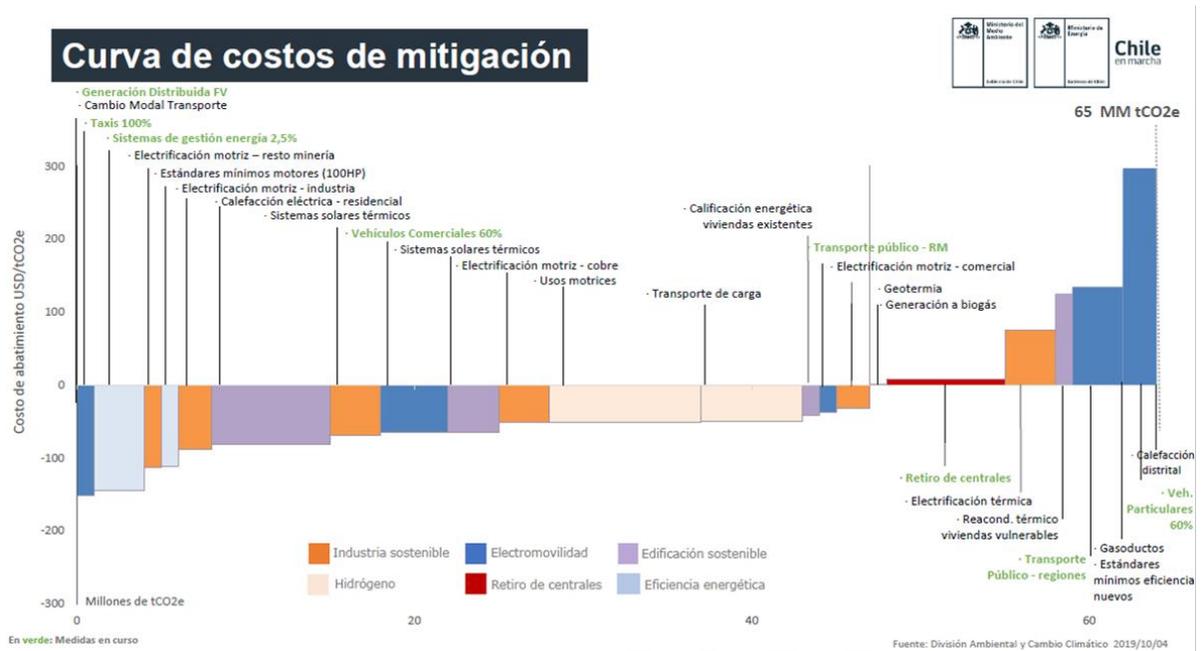
| ID | Medida | Ámbito NDC | ID | Medida | Ámbito NDC |
|----|--|------------------------|----|--|----------------------|
| 1 | Energías renovables en reemplazo de centrales térmicas | Retiro centrales | 17 | Usos motrices en industria y minería | Hidrógeno |
| 2 | Fomento a renovación energética de viviendas | Edificación Sostenible | 18 | Uso térmico vía gasoductos | Hidrógeno |
| 3 | Sistemas Solares Térmicos - Residencial y Público | Edificación Sostenible | 19 | SST Industria y Minería | Industria Sostenible |
| 4 | Generación distribuida | Edificación Sostenible | 20 | Electrificación motriz-resto minería | Industria Sostenible |
| 5 | RT viviendas vulnerables | Edificación Sostenible | 21 | Electrificación motriz-industria | Industria Sostenible |
| 6 | MEPS nuevos | Edificación Sostenible | 22 | Electrificación motriz-comercial | Industria Sostenible |
| 7 | Calefacción eléctrica público comercial | Edificación Sostenible | 23 | Electrificación motriz-minería cobre | Industria Sostenible |
| 8 | Geotermia | Edificación Sostenible | 24 | Generación biogás | Industria Sostenible |
| 9 | Calefacción distrital | Edificación Sostenible | 25 | Electrificación térmica | Industria Sostenible |
| 10 | Taxis 100% eléctricos | Electromovilidad | 26 | Sistemas de Gestión de Energía | Industria Sostenible |
| 11 | Transporte público - RM | Electromovilidad | 27 | MEPS Motores hasta 100HP | Industria Sostenible |
| 12 | Transporte público - Regiones | Electromovilidad | 28 | Captura o uso de biogás de rellenos sanitarios | No Energía |
| 13 | Vehículos particulares 60% | Electromovilidad | 29 | Usos de lodos de plantas de tratamientos de aguas servidas, como bioestabilizador forestal | No Energía |
| 14 | Vehículos comerciales 60% | Electromovilidad | 30 | Biodigestores de purines porcinos | No Energía |
| 15 | Cambio modal transporte | Electromovilidad | 31 | Asistencia técnica al uso eficiente de fertilizantes | No Energía |
| 16 | Transporte de carga | Hidrógeno | | | |

Cada una de estas medidas de mitigación, fue considerada con su respectivo potencial de reducción de emisiones de GEI, así como también con sus costos de inversión (CAPEX) y operación (OPEX), a partir de los cuales se determinó la costo efectividad de cada medida que se presentó en el capítulo 8 de la NDC actualizada, específicamente mediante la Curva de Costos Marginales de Abatimiento, según lo que se muestra en la siguiente imagen.

Cabe señalar que una curva de abatimiento o curva MAC (por sus siglas en inglés) contiene la información de las reducciones (ancho de la barra) y costo-beneficio (altura de la barra) de un conjunto de medidas de mitigación.

¹² Referencia: Gobierno de Chile, 2020. Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile. Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC_Chile_2020_espan%CC%83ol-1.pdf

Figura 6: Curva de costos marginales de mitigación (MAC) de la NDC de Chile.



A partir de esta curva MAC se tiene información respecto al potencial de mitigación requerido al 2030 para cumplir con la NDC, en base a lo anterior se pueden determinar medidas costo efectivas de mitigación por cada sector. Cabe mencionar que, en el cálculo de los respectivos esfuerzos de mitigación, se consideró un margen de seguridad del 90% del potencial de mitigación de las medidas, con tal de abordar posibles incertezas en el cumplimiento del compromiso del período 2020-2030.

En base a lo anterior, a continuación, se expone lo abordado en el paso de asignación de medidas a sectores.

2.3.1.2 Asignación de medidas a sectores

Ya con las medidas de mitigación más costo eficiente identificadas, es necesario analizar a que sectores corresponden y a donde se remite su principal ámbito de acción. Es por esto, que primero se debe realizar una revisión de qué sectores son empleados en distintos estudios o análisis. Primero, se cuenta con los sectores utilizados para informar emisiones contemplados en las directrices del IPCC 2006, los cuales obedecen a una lógica de reporte con tal de construir los distintos inventarios nacionales de GEI.

A su vez, se cuenta con los sectores contemplados en el reporte del Producto Interno Bruto, los cuales obedecen a una lógica de sectores de actividad económica y sus respectivas desagregaciones, que, si son adecuadamente asociados a las distintas medidas de mitigación, pueden dar luces de los principales ámbitos de impacto de estas.

Por último, otra identificación de sectores relevante de considerar corresponde a los empleados en el ejercicio de modelación de la carbono neutralidad y su correspondiente análisis de robustez en el marco de la Estrategia Climática de Largo Plazo. Esta asignación, comúnmente utilizada en ejercicios de prospectiva de emisiones de GEI, permite conocer el impacto en reducción de emisiones de cada medida con su respectiva modelación.

A continuación, se da cuenta de algunas de las distintas alternativas para reportar sectores que existen en Chile y que tienen relación con las emisiones de gases de efecto invernadero y medidas de mitigación.

Tabla 4: Clasificación de sectores empleada en distintas instancias.

| Sectores utilizados en SNI Chile | Sectores utilizados para reportar el PIB | Sectores utilizados para el estudio de modelación de la carbono neutralidad al 2050 |
|---|---|---|
| Energía (consumo combustible fósil) | Agropecuario | Generación de electricidad y otras industrias de la energía |
| Procesos industriales y uso de productos | Pesca | Transporte |
| Agricultura | Minería | Uso de la energía en la Industria, Comercial, Público y Residencial |
| Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura | Industria Manufacturera | Residuos y Economía Circular |
| Residuos | Electricidad, gas, agua y gestión de desechos | Bosques y biodiversidad |
| | Construcción | Procesos industriales y uso de productos |
| | Comercio | Agricultura |
| | Restaurantes y hoteles | |
| | Transporte | |
| | Comunicaciones y servicios de información | |
| | Servicios financieros | |
| | Servicios empresariales | |
| | Servicios de vivienda e inmobiliarios | |
| | Servicios personales | |
| | Administración | |

En vista de lo anterior, para efectos de los análisis, es que se consideró una apertura en base a los sectores utilizados en el inventario de emisiones de GEI, lo que permitirá conducir a una mejor asignación de emisiones a instituciones como se indica en los siguientes pasos. De acuerdo con lo establecido en las primeras secciones de esta minuta, el sector UTCUTS, que genera capturas netas, no es parte de la distribución de presupuestos de los sectores emisores.

2.3.1.3 Identificación de instituciones líderes e involucradas

Considerando lo anterior lo que se propone es realizar una asignación de medidas a las 7 autoridades sectoriales definidas en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, lo que permitió conocer en que ámbitos tienen impacto, si están involucradas con su ejecución y determinar si los actores con los que están directamente vinculados ven algún resultado de su acción.

Es importante volver a recalcar que las medidas consideradas son indicativas del nivel de esfuerzo que puede realizar cada institución, es decir se utilizan como base de cálculo, pero en ningún momento en esta ECLP se impone la ejecución de estas medidas a las autoridades sectoriales, ya que son las autoridades las que deben elaborar sus planes sectoriales donde deben especificar las medidas a desarrollar e implementar para lograr los esfuerzos de mitigación establecidos en la ECLP.

La siguiente tabla da cuenta de la asignación de las medidas de mitigación. Esta asignación permite identificar a las autoridades sectoriales que cuentan con un liderazgo dadas sus atribuciones ministeriales y considerando su rol implementador. **Este grado de responsabilidad, entre paréntesis en la tabla, se cuantifica entre 1 a 4, siendo 4 un valor para institución líder y de 1 a 3 para instituciones involucradas, donde 1 es el menor grado de involucramiento.**

Tabla 5: Asignación sector-institución de medidas NDC.

| Medida NDC | Sector Inventario emisiones GEI | Min. Energía | MTT | Min. Minería | MINSAL | MINAGRI | MOP | MINVU |
|---|---|-----------------|-----------------|-----------------|--------|---------|-----------------|-----------------|
| Generación distribuida | Energía* - Comercial, Público y Residencial | Líder (4) | | | | | | Involucrado (2) |
| Cambio modal transporte | Energía* - Transporte | | Líder (4) | | | | Involucrado (1) | Involucrado (2) |
| Sistemas de Gestión de Energía | Energía* - Industria y Minería | Líder (4) | | Involucrado (2) | | | | |
| Taxis eléctricos | Energía* - Transporte | Involucrado (3) | Líder (4) | | | | | Involucrado (1) |
| Electrificación motriz-resto minería | Energía* - Industria y Minería | Líder (4) | | Involucrado (3) | | | | |
| Fomento a renovación energética de viviendas | Energía* - Comercial, Público y Residencial | Líder (4) | | | | | | Involucrado (2) |
| Electrificación motriz-industria | Energía* - Industria y Minería | Líder (4) | | | | | | |
| Vehículos comerciales eléctricos | Energía* - Transporte | Líder (4) | Involucrado (1) | | | | | |
| MEPS Motores hasta 100HP | Energía* - Industria y Minería | Líder (4) | | Involucrado (2) | | | | |
| Usos motrices en industria y minería – Hidrógeno | Energía* - Industria y Minería | Líder (4) | | Involucrado (2) | | | | |
| Transporte de carga – Hidrógeno | Energía* - Transporte | Líder (4) | Involucrado (1) | | | | | |
| Calefacción eléctrica público comercial | Energía* - Comercial, Público y Residencial | Líder (4) | | | | | | Involucrado (1) |
| Sistemas Solares Térmicos - Residencial y Público | Energía* - Comercial, Público y Residencial | Líder (4) | | | | | | Involucrado (2) |
| SST Industria y Minería | Energía* - Industria y Minería | Líder (4) | | Involucrado (2) | | | | |
| Electrificación motriz-minería cobre | Energía* - Industria y Minería | Líder (4) | | Involucrado (3) | | | | |
| Electrificación motriz-comercial | Energía* - Comercial, Público y Residencial | Líder (4) | | | | | | |
| Transporte público – RM | Energía* - Transporte | Involucrado (1) | Líder (4) | | | | | |

| Medida NDC | Sector Inventario emisiones GEI | Min. Energía | MTT | Min. Minería | MINSAL | MINAGRI | MOP | MINVU |
|--|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Bombas Geotérmicas de calor | Energía* - Comercial, Público y Residencial | Líder (4) | | Involucrado (1) | | | Involucrado (1) | Involucrado (1) |
| Usos lodos plantas tratamiento aguas servidas, bioestabilizador forestal | Residuos | | | | Involucrado (1) | Involucrado (2) | Involucrado (3) | |
| Generación biogás | Energía* - Generación eléctrica | Líder (4) | | | Involucrado (1) | | Involucrado (1) | |
| Asistencia técnica al uso eficiente de fertilizantes | Agricultura | | | | | Líder (4) | | |
| Energías renovables en reemplazo de centrales térmicas | Energía* - Generación eléctrica | Líder (4) | | | | | | |
| Biodigestores de purines porcinos | Agricultura | Involucrado (1) | | | | Líder (4) | | |
| Electrificación térmica | Energía* - Industria y Minería | Líder (4) | | Involucrado (2) | | | | |
| RT viviendas vulnerables | Energía* - Comercial, Público y Residencial | | | | | | | Líder (4) |
| Captura o uso de biogás de rellenos sanitarios | Residuos | Involucrado (2) | | | Líder (4) | | | |
| Transporte público – Regiones | Energía* - Transporte | Involucrado (1) | Líder (4) | | | | | |
| Uso térmico vía gasoductos – Hidrógeno | Energía* - Comercial, Público y Residencial | Líder (4) | | | | | | Involucrado (1) |
| Calefacción distrital | Energía* - Comercial, Público y Residencial | Líder (4) | | Involucrado (1) | | | Involucrado (1) | Involucrado (1) |
| MEPS nuevos | Energía* - Comercial, Público y Residencial | Líder (4) | | | | | | |
| Vehículos particulares eléctricos | Energía*, Transporte | Líder (4) | Involucrado (1) | | | | | Involucrado (1) |

* Energía como sector en el Inventario de GEI; corresponde a todas las actividades que contemplan consumo y producción de combustibles fósiles, tal como está definido por las guías de la UNFCCC para desarrollar inventario de GEI.

En la tabla anterior, se propuso una identificación de que instituciones cuentan con un liderazgo en las medidas respectivas, considerando el rol implementador de estas, dadas sus atribuciones ministeriales. Asimismo, en base a los sectores económicos a los cuales impactan las medidas y al ámbito de acción de otras instituciones distintas a la líder, se propone identificar cuales se encuentran involucradas con su implementación o acción, teniendo algún grado de responsabilidad menor a la institución líder.

Este enfoque permitió identificar que instituciones se vinculan con las reducciones de las medidas de mitigación contempladas en la NDC. Asimismo, entrega la flexibilidad de asignar distintos grados de relevancia o impacto de la institución en la implementación de las medidas, en donde una institución involucrada podría asignársele desde un porcentaje menor de las reducciones comprometidas a un porcentaje mayor, siempre menor a lo atribuido a la institución líder y garante de su concreción.

Tal asignación de roles por medida fue la base para el establecimiento de **esfuerzos de mitigación** para cada autoridad sectorial, correspondiente a los porcentajes de responsabilidad para cada autoridad. Estos porcentajes fueron calculados como la proporción total del grado de involucramiento de una institución versus el total de puntaje de la medida, según la siguiente relación:

Ecuación 1: Cálculo del porcentaje de reducción por institución para cada medida.

$$\text{Porcentaje reducción}_{m,i} = \frac{\text{Grado responsabilidad}_{m,i}}{\sum_{n=1}^7 \text{Grado responsabilidad}_{m,n}}$$

Donde:

m = medida de mitigación

i = autoridad sectorial

Con ello, cada institución tiene una asignada una proporción de las reducciones estimadas para cada medida, con lo que es posible obtener el total de reducciones asignadas para cada una de las 7 autoridades sectoriales consideradas en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático.

Luego de esto aplicando el principio de costo-efectividad, se realiza un ranking de las medidas según su costo de abatimiento, ordenándolas de menor a mayor. A partir de tal ranking, se seleccionan las medidas hasta completar las reducciones necesarias para alcanzar el presupuesto de emisiones nacional del período 2020-2030 establecido en la NDC.

A partir de este análisis de las medidas costo efectivas, se determina el esfuerzo de mitigación con respecto al escenario de referencia que debe realizar cada autoridad sectorial, en base a sus competencias y ámbito de acción. Estos esfuerzos de mitigación son claves para el paso a la acción e implementación de los presupuestos de emisiones ya que permitirá a las autoridades sectoriales avanzar en la elaboración del respectivo Plan Sectorial de Mitigación. Los esfuerzos de mitigación indicativos para el período 2020-2030 son clave para la asignación de presupuestos de emisiones

sectoriales del mismo periodo, pero también es relevante analizar como serían, en base a la información disponible actualmente, los futuros esfuerzos de mitigación (2031-2040 y 2041-2050). Los esfuerzos de mitigación por autoridad sectorial son los siguientes:

Tabla 6: Esfuerzos de mitigación indicativos por autoridad sectorial en el presupuesto sectorial de emisiones de GEI

| Autoridad Sectorial | Esfuerzo de mitigación indicativos | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | 2020-2030 (Mt CO ₂ eq) | 2031-2040 (Mt CO ₂ eq) | 2041-2050 (Mt CO ₂ eq) |
| Ministerio de Energía | 37 - 41 | 155 - 172 | 339 - 374 |
| Ministerio de Minería | 6,4 - 7,1 | 28 - 31 | 56 - 63 |
| Ministerio de Vivienda y Urbanismo | 4,5 - 4,9 | 15 - 17 | 30 - 33 |
| Ministerio Transporte y Telecomunicaciones | 2,7 - 2,9 | 17 - 19 | 61 - 67 |
| Ministerio de Salud | 2,3 - 2,5 | 8,9 - 9,8 | 13 - 14 |
| Ministerio de Obras Públicas | 0,34 - 0,75 | 1,6 - 1,7 | 2,1 - 2,3 |
| Ministerio de Agricultura | 0,94 - 1,03 | 5,2 - 5,7 | 7,1 - 7,8 |

En siguientes períodos de asignación del presupuesto de emisiones sectorial, el esfuerzo que deberán realizar las autoridades sectoriales será cada vez más exigente, dados los requerimientos para alcanzar la carbono neutralidad de Chile al 2050. A su vez, algunas autoridades deberán tomar un mayor protagonismo en los esfuerzos de mitigación en los siguientes períodos, con respecto a su rol en la asignación 2020-2030.

2.3.1.4 Determinación de Presupuestos de emisiones preliminares

Una vez identificados los esfuerzos de mitigación asociados a cada autoridad sectorial, se realiza el cálculo de los presupuestos de carbono sectoriales. Al respecto, tal como se ilustró en la Figura 2, el presupuesto de carbono total de 1.100 MtCO₂eq para el período 2020-2030, se calcula a partir del escenario de proyección de la carbono neutralidad al 2050. Dado esto, para cada autoridad sectorial el presupuesto de carbono respectivo se obtuvo a través de la siguiente fórmula:

Ecuación 2: Cálculo de la asignación de presupuestos de emisiones por autoridad sectorial.

$$\text{Presupuesto sectorial}_i = \text{Escenario ref}_i - \text{Esfuerzo mitigación}_i$$

Donde:

$$i = \text{autoridad sectorial}$$

En vista de lo anterior, el presupuesto de carbono sectorial de cada autoridad contemplada en el Proyecto de Ley de Cambio Climático corresponde a las emisiones del escenario de referencia

asignadas menos el respectivo esfuerzo de mitigación, lo que permite alcanzar, a nivel total, el escenario de carbono neutralidad de la NDC.

En vista de lo anterior, se requiere asociar cada Ministerio a las emisiones de los respectivos sectores del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, lo que permite tener una asignación de las emisiones del escenario de referencia de la NDC. La asignación de cada sector del INGEI se muestra en la siguiente tabla y fue realizada en base a lo discutido previamente y a las competencias de cada Ministerio en la materia. Esta asignación se encuentra en proceso de revisión y aprobación de las autoridades sectoriales.

Tabla 7: Asignación de sector INGEI a las distintas autoridades sectoriales.

| Autoridad Sectorial | Código INGEI |
|--|---|
| Ministerio de Vivienda y Urbanismo | 1.A.4.b. Residencial |
| | 2.F.2. Agentes espumantes |
| | 1.A.1.a.i. Generación de electricidad* (Consumo Residencial) |
| Ministerio de Energía | 1.A.1.b. Refinación del petróleo |
| | 1.A.1.c. Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía |
| | 1.A.2.c. Sustancias químicas |
| | 1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta |
| | 1.A.2.m. Industria no especificada |
| | 1.B. Emisiones fugitivas de combustibles |
| | 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo |
| | 2.G.1 Equipos eléctricos |
| | 1.A.4.a. Comercial / Institucional** |
| | 1.A.2.a. Hierro y acero |
| | 1.A.2.f. Minerales no metálicos |
| | 2.F.1.c. Refrigeración industrial |
| | 2.F.1.a. Refrigeración comercial |
| | 2.F.1.b. Refrigeración doméstica |
| | 2.F.1.e. Aire acondicionado fijo |
| Ministerio de Agricultura | 3. Agricultura |
| | 1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco |
| | 1.A.4.c. Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías |
| Ministerio Transporte y Telecomunicaciones | 1.A.3.a. Aviación civil |
| | 1.A.3.b. Transporte terrestre |
| | 1.A.3.c. Ferrocarriles |
| | 1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial |
| | 1.A.3.e. Otro tipo de transporte |
| | 1.A.5.b.i. Móvil (componente aviación) |

| Autoridad Sectorial | Código INGEI |
|------------------------------|--|
| | 2.F.1.f. Aire acondicionado móvil |
| | 2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes |
| | 2.F.1.d. Transporte refrigerado |
| | 1.A.1.a.i. Generación de electricidad* (Consumo Transporte) |
| Ministerio de Minería | 1.A.2.i. Minería (con excepción de combustibles) y cantería |
| | 2.A.2. Producción de cal |
| | 2.B.2. Producción de ácido nítrico |
| | 1.A.1.a.i. Generación de electricidad* (Consumo Minería) |
| Ministerio de Obras Públicas | 1.A.4.a. Comercial / Institucional** |
| | 2.A.1. Producción de cemento |
| | 2.A.3. Producción de vidrio |
| | 2.C. Industria de los metales |
| | 5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales |
| | 1.A.1.a.i. Generación de electricidad* (Consumo Público**) |
| Ministerio de Salud | 5.A. Disposición de residuos sólidos |
| | 5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos |
| | 5.C. Incineración y quema abierta de residuos |
| | 2.F.3. Protección contra incendios |
| | 2.F.4. Aerosoles |
| | 2.F.5. Solventes |
| | 2.G.3. N2O de usos de productos |

*Generación de Electricidad se divide entre Autoridades sectoriales según donde ocurre el consumo.

**Los presupuestos se calculan separando el consumo Público del Comercial, pero en el INGEI se reportan en conjunto.

En esta asignación es importante mencionar dos puntos clave:

- 1) Las emisiones asociadas a la generación eléctrica se reparten en los distintos Ministerios que tienen incidencia en el respectivo consumo eléctrico.
- 2) Las emisiones asociadas a Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU) y a los Hidrofluorocarbonos (HFC), las cuales se asignaron a los respectivos Ministerios relacionados con los sectores correspondientes, y al ministerio de energía en caso de los consumos energéticos que no son asignados a un ministerio sectorial en particular.

Con esta asignación realizada, se realizó el cálculo de las emisiones del escenario de referencia correspondientes a cada autoridad sectorial con tal de:

Ecuación 3: Cálculo de las emisiones acumuladas del escenario de referencia por cada autoridad sectorial.

$$\text{Escenario ref}_M = \sum_{i \in M} \text{Emisiones GEI}_i$$

Donde:

M = autoridad sectorial

i = sector inventario GEI

Una vez aplicada esta fórmula y la Ecuación 3 es posible obtener, para cada autoridad sectorial su presupuesto de carbono, el cual **obedece al total de emisiones de CO_{2eq} que como máximo puede tener en el período 2020-2030 para que el país cumpla su compromiso adquirido en la NDC de 1,100 MtCO_{2eq}**. Esto establece una responsabilidad país, en sus diversos sectores económicos e instituciones, para el cumplimiento de tal compromiso, sentando así las bases para el objetivo de largo plazo que representa la carbono neutralidad al 2050. Con lo que la propuesta ajustada de asignación se muestra a continuación.

Tabla 8: AJUSTE de Presupuesto sectorial de emisiones 2020 – 2030, por autoridad sectorial

| Autoridad Sectorial | Presupuesto de Emisiones 2020-2030 (MtCO _{2eq}) PROPUESTA AJUSTADA |
|------------------------------|---|
| Ministerio de Transporte | 288 – 318 |
| Ministerio de Energía | 254 – 281 |
| Ministerio de Minería | 165 – 183 |
| Ministerio de Agricultura | 116 – 128 |
| Ministerio de Vivienda | 91 – 100 |
| Ministerio de Salud | 49 – 54 |
| Ministerio de Obras Públicas | 45 – 50 |
| TOTAL (Meta NDC) | 1.100 |

Esta propuesta ajustada de Presupuestos de Emisiones contempla la asignación de presupuestos en base a la asignación sectorial presentada a partir de la información del INGEI. Los principales ajustes respecto a la propuesta presentada a consulta ciudadana corresponden a la asignación de consumos de energía eléctrica que se asignan a los sectores con autoridad sectorial correspondiente, y en el caso de Industrias en general (a excepción de minería) y del sector comercial, el presupuesto se asigna al Ministerio de Energía considerando sus facultades legales y la recientemente aprobada ley de eficiencia energética.

2.3.2 Paso 2: Sociabilización y Confirmación

Una vez asignados los presupuestos de carbono en el Paso 1, se pasa a la etapa de Sociabilización y Confirmación de estos, la cual se está llevando a cabo durante el período de consulta pública de la ECLP y sus respectivos ajustes. Este considera insumos y comentarios provenientes de tal proceso, además de talleres ampliados y reuniones con autoridades sectoriales, que se han llevado a cabo y se realizarán en los próximos meses. Asimismo, tal como fue mencionado al comienzo de este documento, la presente minuta ya incluye ajustes realizados al cálculo de los presupuestos de carbono, sobre todo en lo que respecta a la asignación de sectores del Inventario Nacional de GEI a los distintos Ministerios sectoriales.

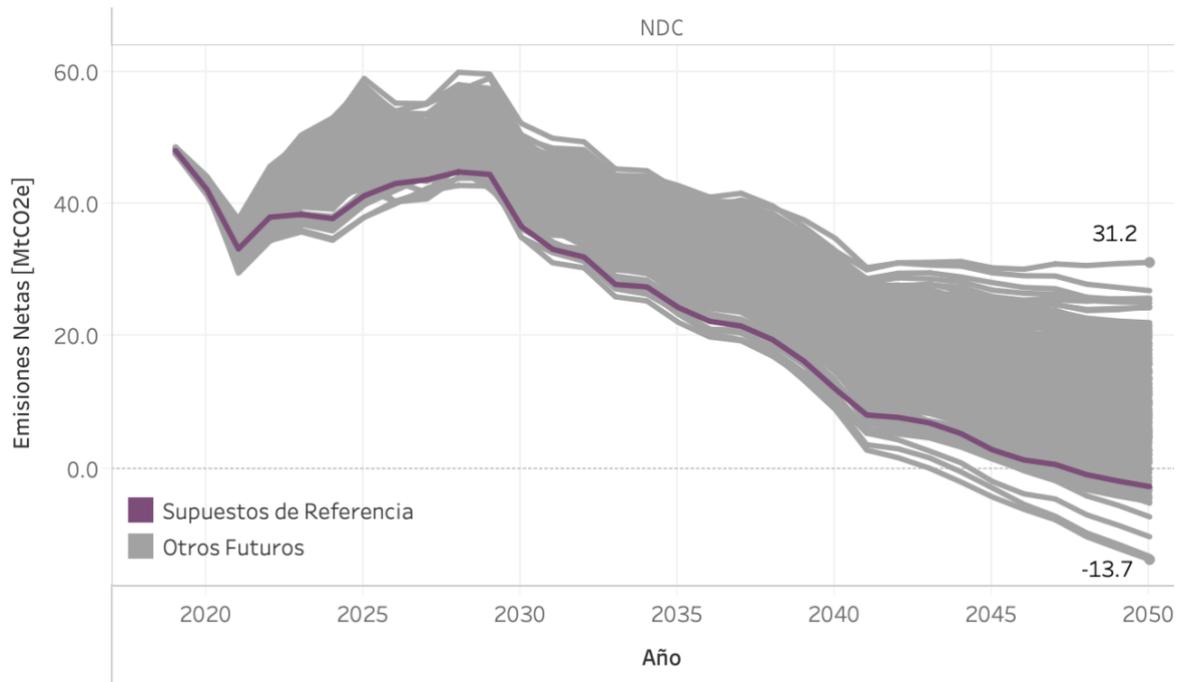
Al respecto, en esta etapa se está llevando a cabo una **preparación de información contextual (2.1)** para cada sector, por medio del levantamiento y análisis de: emisiones del sector, aporte al Producto Interno Bruto, ejecución presupuestaria, necesidades de desarrollo, co-beneficios de las medidas de mitigación consideradas en la NDC, entre otros aspectos.

Uno de los antecedentes que juega un rol relevante en este punto, es el estudio de robustez del escenario de carbono neutralidad con la metodología Robust Decision Making (RDM), descrito en el *Anexo 1: Profundizando en la elaboración participativa ECLP*. Los resultados de este análisis confirman que la carbono neutralidad al 2050 es posible para Chile bajo distintos escenarios de incertidumbre. No obstante, existen algunos casos en donde la carbono neutralidad presenta variabilidad para su cumplimiento en 2050, debido a distintos factores de incertidumbre, en donde se identifica que los de mayor impacto son:

- Bajo rendimiento de bosques nativos
- Bajo rendimiento de plantaciones
- Alta frecuencia de cosecha forestal
- **Baja electrificación del transporte privado**
- **Alto costo de la tecnología solar de concentración de potencia (CSP)**
- **Alta intensidad energética de la producción de cobre**
- **Baja electrificación en la minería de cielo abierto – cobre**
- **Baja penetración de hidrógeno en transporte de carga**

En negrita se destacan las acciones de mayor impacto para los presupuestos de carbono de emisiones de GEI acumuladas del período 2020-2030, por lo que el cumplimiento del presupuesto de carbono propuesto también está sometido a condiciones de incertidumbre. Esto es posible observarlo en la siguiente figura, que muestra los distintos futuros que podría enfrentar la trayectoria de carbono neutralidad al año 2050.

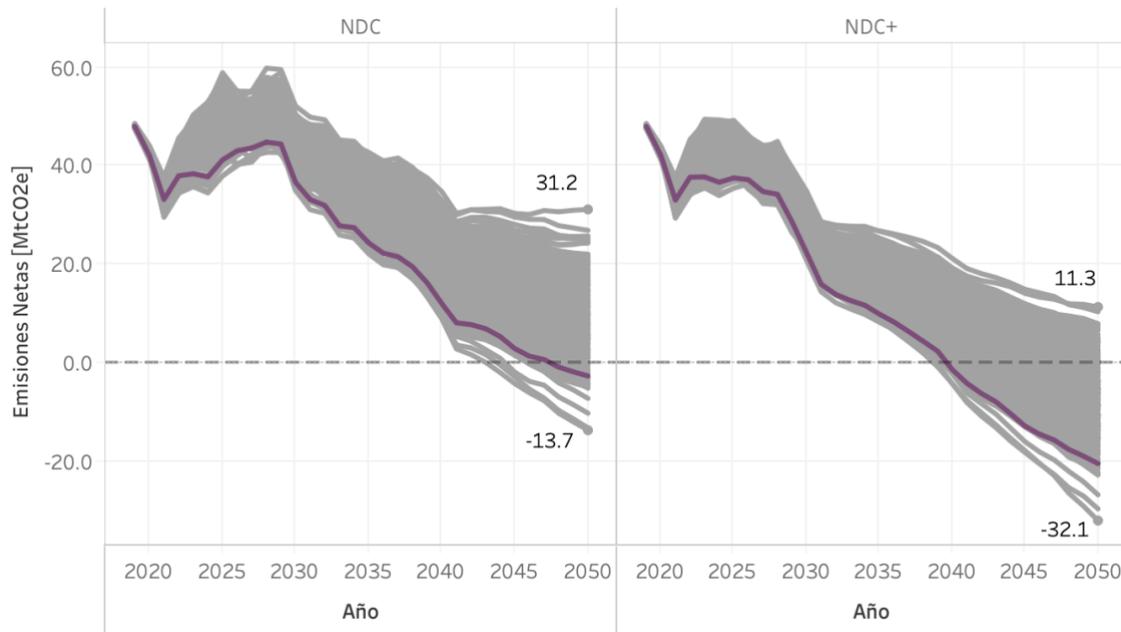
Figura 7: Emisiones netas totales hasta 2050 en 1,000 futuros para la estrategia NDC.¹³



Dado lo anterior, el ejercicio realizado permite identificar opciones para fortalecer las trayectorias de carbono neutralidad bajo condiciones de incertidumbre. En base a esta información, se analizó como fortalecer la implementación y penetración relacionada con medidas asociadas a los sectores de energía, transporte y forestal, entre otros. Este escenario de fortalecimiento, llamado “NDC+”, se muestra en la siguiente figura:

¹³ Fuente: Estudio “Evaluación de opciones para Estrategia Climática de Largo Plazo” – en proceso de publicación.

Figura 8: Emisiones netas totales para las estrategias NDC y NDC + bajo 1,001 futuros.¹⁴



Este análisis es un insumo relevante, que contempla fortalecer medidas contempladas o considerar medidas complementarias que permitan reducir la incertidumbre del cumplimiento de los presupuestos de emisiones de GEI sectoriales. Este análisis permite a cada sector contar con más información para la definición de sus planes de mitigación a partir de los presupuestos sectoriales de emisiones de GEI establecidos en la ECLP.

Este estudio fue sociabilizado durante la consulta ciudadana en el proceso de **sociabilización con actores no estatales (2.2)**, el que contempla la consulta pública a la que es sometida la presente propuesta de ECLP, además de talleres ampliados y diversas reuniones, para recoger nuevos insumos y comentarios para la asignación de presupuestos de emisiones de GEI.

Este proceso de asignación de presupuestos de carbono sectoriales, finaliza con la incorporación de **mejoras a partir del proceso de participación y la confirmación (2.3)** por parte de las autoridades sectoriales definidas por el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático. Esto permitirá finalmente acotar los rangos de asignación de presupuestos sectoriales para cada autoridad sectorial.

¹⁴ Fuente: Estudio “Evaluación de opciones para Estrategia Climática de Largo Plazo” – en proceso de publicación.

3 Esquema institucional propuesto

Los presupuestos de carbono se definen para las autoridades sectoriales tal como está propuesto en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático. En este sentido, para su implementación y cumplimiento, las autoridades sectoriales deberán elaborar los respectivos Planes Sectoriales de Mitigación en donde deberán establecer el conjunto de acciones y medidas para reducir o absorber gases de efecto invernadero, de manera de no sobrepasar el presupuesto sectorial de emisiones asignado en la ECLP. **Estos planes sectoriales requieren para su implementación una coordinación transversal y multinivel de los organismos del Estado.**

En la propuesta de ECLP se aborda la identificación de al menos tres niveles de acción que incluyen a las autoridades sectoriales establecidas en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, así como a agencias implementadoras y autoridades locales, que jugarán un rol clave en el desarrollo e implementación de los respectivos Planes Sectoriales de Mitigación. Estos niveles de acción corresponden a organismos relevantes para apoyar la implementación de las acciones de mitigación en los territorios.

Figura 9: Coordinación propuesta para el sector público respecto a la implementación de las acciones de mitigación



Por otra parte, cabe hacer presente que el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Hacienda son contraparte técnica en el diseño y evaluación de los presupuestos de carbono. Estos Ministerios, si bien no tienen asignadas responsabilidades directas respecto a los presupuestos de carbono sectoriales, juegan un rol fundamental en los mismos, además de apoyar en la implementación de acciones y medidas respectivamente mediante la coordinación intersectorial, el desarrollo de normas de emisión de GEI, y mediante el desarrollo y fomento de instrumentos de financiamiento a nivel nacional e internacional. De manera complementaria, para apoyar a las autoridades sectoriales, se identifican agencias implementadoras del Estado y autoridades

regionales y locales, como aquellas que apoyan y fomentan la implementación de la acción climática en los territorios, aprovechando las oportunidades y sinergias que la acción climática presenta para ellos

En este contexto, el plan debe contemplar la territorialidad a nivel de macrozona, región o comuna respecto de donde se implementarán o focalizarán las medidas detalladas en este. Esto juega un rol fundamental, dado que la concreción de las distintas acciones tiene un impacto no solamente en el cumplimiento de las metas a nivel país, si no que sus efectos se ven en el territorio, con sus respectivos beneficios.

Otro aspecto relevante de mencionar en la futura implementación de los presupuestos de carbono sectoriales tiene relación con los desafíos en su contabilidad con tal de realizar un correcto monitoreo del avance del país y los Ministerios en cuanto a sus compromisos. En este sentido, se estima como relevante:

- **La relación entre los procesos de prospectiva de emisiones y consumo energético.** Específicamente, el futuro Sistema Nacional de Prospectiva de Emisiones, deberá trabajar de forma mancomunada con el proceso de Planificación Energética de Largo Plazo (PELP) del Ministerio de Energía. Este último tiene por objetivo el modelamiento y desarrollo de escenarios energéticos que incluyen tendencias de largo plazo, junto con el comportamiento del consumo y la oferta energética futura del país, en los términos que establece la Ley General de Servicios Eléctricos.

Ambos instrumentos, serán de gran relevancia en la actualización de las trayectorias de emisiones y consumo energético futuro, permitiendo, entre otros temas, estimar el cumplimiento futuro de los presupuestos de emisiones sectoriales y proveer de información clave para la actualización de los compromisos del país en la materia.

- **La contabilidad del presupuesto de emisiones a partir del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero.** Si bien, el Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero, proporcionará la contabilidad de emisiones en los respectivos sectores en los que reporta, directamente no reporta el avance de las emisiones asignadas a cada autoridad sectorial. Para ello, con tal de garantizar una coherencia con la asignación presentada en la ECLP, se debe aplicar al respectivo inventario la correspondencia entre sus sectores y las autoridades sectoriales expuesta en la presente minuta (Tabla 7).
- **La medición, monitoreo y verificación de las medidas de mitigación propuestas en los Planes Sectoriales de Mitigación.** Tal como fue abordado previamente, los Planes Sectoriales de Mitigación, corresponden al “cómo” cada autoridad sectorial propone cumplir con sus compromisos derivados de la asignación de presupuestos de emisiones, por medio de las distintas de medidas de mitigación incluidas. Para ello, se debe considerar el desarrollo de un sistema de monitoreo, medición y verificación (MRV) de políticas y acciones, que permita estimar la efectividad de las medidas mitigación establecidas y así chequear el avance de los respectivos compromisos.