

Ministerio de Energía

---

# ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA RESIDENCIAL

Julio 2020



Ministerio de  
Energía

Gobierno de Chile

## Índice de contenidos

1	Prólogo: Una transición necesaria en medio de un contexto desafiante.....	5
2	Resumen Ejecutivo .....	6
3	Diagnóstico.....	7
3.1	Identificación del problema .....	7
3.2	Consecuencias.....	7
3.2.1	Efectos en salud derivados de la combustión a leña.....	8
3.2.2	Degradación y pérdidas de bosques .....	8
3.2.3	Riesgos de incendios por instalaciones ineficientes y con poca mantención .....	9
3.2.4	Contribución al problema del cambio climático .....	9
3.2.5	Problemas derivados de la informalidad del mercado de la leña .....	9
3.3	Principales causas que originan el problema .....	10
3.3.1	La leña es el energético más utilizado para calefacción en Chile.....	10
3.3.2	Viviendas que requieren alto consumo de energía para alcanzar el confort deseado .....	11
3.3.3	Equipos ineficientes que en su mayoría no son bien operados por las personas .....	12
3.3.4	Ausencia de alternativas energéticas con costo similar a la leña .....	13
3.3.5	La leña es parte del estilo de vida y la cultura del sur del país .....	14
4	Estrategia de transición energética residencial.....	15
4.1	Objetivo general.....	15
4.2	Objetivo específicos .....	15
4.3	Principios orientadores .....	15
4.4	Alcance.....	16
5	Enfoque metodológico .....	18
5.1	Paquete de medidas iniciales para impulsar la transición .....	19
5.1.1	Ley de Biocombustibles Sólidos .....	19
5.1.2	Implementación del Artículo 148 de la Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE).....	20
5.1.3	Ley de Energía Distrital.....	21
5.1.4	Ley de Sistemas Medianos .....	21
5.1.5	Ley de Portabilidad Energética.....	21
5.1.6	Convenio de colaboración MEN-MINVU-MMA.....	21
5.1.7	Fondo Leña Más Seca .....	22
5.1.8	Centros Integrales de Biomasa (CIB) .....	22
5.1.9	Sello de Calidad de Leña.....	22
5.1.10	Piloto programa recambio calefactores MEN .....	23
5.1.11	Impulso a proyectos piloto de Energía Distrital .....	23
5.1.12	Estudio relación COVID19 y leña .....	23
5.1.13	Convenio de colaboración Ministerio de Energía-Edelaysen .....	23

5.2	Integrar la matriz de calefacción de las principales ciudades del centro sur al proceso de Planificación Energética de Largo Plazo del Ministerio de Energía.....	24
5.3	Procesos de participación para validación de planificación y levantamiento de nuevas medidas .	25
5.3.1	Comités Locales.....	26
5.3.2	Talleres de Participación Regionales.....	26
5.4	Transición justa y sustentable.....	26
5.5	Medición y monitoreo .....	28
6	Cronograma de implementación.....	28
7	Gobernanza .....	29
8	Anexos.....	31
8.1	Modelación de alternativas energéticas para Aysén .....	31
9	Referencias.....	33

## Índice de figuras

Figura 1.	Emisiones de material particulado (MP <sub>2,5</sub> ) por tipo de fuente, total nacional y por región.....	8
Figura 2.	Porcentajes de consumo de energía para calor y frío por fuente, en el sector residencial .....	10
Figura 3.	Emisiones de Material Particulado (MP) según calefactor .....	12
Figura 4.	Costos unitarios de calefacción en USD por MMBTU según energético (Caso Coyhaique) .....	13
Figura 5.	Costos unitarios de calefacción en USD por MMBTU según energético (Caso Osorno) .....	14
Figura 6.	Objetivos y principios orientadores de la Estrategia de Transición Energética Residencial.....	16
Figura 7.	Índice de Relevancia del Problema medido en 45 ciudades del Centro - Sur del país .....	17
Figura 8.	Esquema metodológico de la Estrategia .....	18
Figura 9.	Esquema conceptual de análisis de mix de escenarios de alternativas en reemplazo de la leña .....	25
Figura 10.	Gobernanza para la Estrategia de Transición Energética Residencial .....	30
Figura 11.	Comparación de tarifas a cliente final en escenario actual y escenario futuro.....	32

## Índice de Cuadros

Tabla 1.	Factor de emisión MP <sub>2,5</sub> [g/kg].....	7
Tabla 2.	Penetración y consumo de leña en hogares en Chile .....	11
Tabla 3.	Paquete de 14 Medidas Iniciales de la Estrategia.....	19
Tabla 4.	Energía disponible por comuna para la primera etapa de la medida.....	20
Tabla 5.	Cronograma de Implementación de las Medidas de la Estrategia .....	29

## Acrónimos y Abreviaturas

<b>ASCC</b>	Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático
<b>ASE</b>	Agencia de Sostenibilidad Energética
<b>BCS</b>	Biocombustibles Sólidos
<b>CDT</b>	Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC)
<b>CNE</b>	Comisión Nacional de Energía
<b>CONAF</b>	Corporación Nacional Forestal
<b>COSOC</b>	Consejos de la Sociedad Civil
<b>DIPRES</b>	Dirección de Presupuestos, Ministerio de Hacienda

<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>LGSE</b>	Ley General de Servicios Eléctricos
<b>LGUC</b>	Ley General de Urbanismo y Construcciones
<b>MEN</b>	Ministerio de Energía
<b>MINVU</b>	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
<b>MMA</b>	Ministerio del Medio Ambiente
<b>MOP</b>	Ministerio de Obras Públicas
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
<b>OGUC</b>	Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones
<b>PELP</b>	Planificación Energética a Largo Plazo
<b>PDL</b>	Proyecto de Ley
<b>SEC</b>	Superintendencia de Electricidad y Combustibles
<b>SEGPRES</b>	Secretaría General de la Presidencia
<b>SEREMIS</b>	Secretarías Regionales Ministeriales
<b>SMA</b>	Superintendencia del Medio Ambiente

## 1 Prólogo: Una transición necesaria en medio de un contexto desafiante

Hemos visto como el sector energético ha cambiado en forma radical en los últimos años. Los avances tecnológicos, nuestro potencial renovable, la innovación, las políticas consensuadas y el empuje empresarial han permitido un fuerte desarrollo del sector que ha logrado proyectar una transición energética muy profunda y apuntar a la carbono neutralidad al 2050.

En concreto, para dar solo algunos ejemplos, en los últimos seis años la participación solar y eólica aumentó en diez veces en la matriz eléctrica. Y sigue aumentando. La electrificación rural pasó de un 51% en 1990 - una de cada dos familias en ruralidad no tenía acceso a electricidad - a un 96,5% en el presente año. Y también seguimos avanzando con el programa Ruta de la Luz. En cuanto al gas natural, hace tres décadas se firmó el acuerdo con Argentina para iniciar la construcción de los gasoductos que permitieron incorporar este energético a nuestra matriz, en ese entonces, solo presente en Magallanes. Hoy nuestro país cuenta con una compleja red interconectada de gasoductos y la posibilidad de abastecerse desde todo el mundo a través del GNL. Por su parte, la generación distribuida, es decir, la producción de electricidad descentralizada a baja escala, aumentó en cuatro veces en los últimos dos años. Esto se suma a la incorporación de nuevos energéticos (como la geotermia, pellets y concentración solar de potencia), al robustecimiento de nuestra infraestructura de abastecimiento de combustibles y las modernizaciones de la regulación para aprovechar todos estos cambios en favor de la ciudadanía.

Sin embargo, estos importantes avances en la matriz energética, no han logrado generar aún cambios relevantes en la contaminación a raíz de los energéticos que se consumen en los hogares. Actualmente un tercio de los hogares a nivel nacional utilizan leña para calefacción, cocina o agua caliente sanitaria, principalmente en las ciudades del centro y sur del país. Aunque la leña es en general un energético de bajo costo para quien la consume, es bien sabido que impone enormes costos para el resto de la comunidad: en las ciudades de la zona centro-sur del país, un 85% de las emisiones de material particulado provienen de la combustión de la leña.

Dado el contexto de pandemia por COVID-19, la velocidad de la transición energética en los hogares debe ser aún más rápida. Por eso, hemos redoblado los esfuerzos para entregar alternativas a la ciudadanía que busca calefaccionarse de manera limpia, segura y sin incurrir en mayores costos.

Esta Estrategia incorpora medidas concretas de corto, mediano y largo plazo para acercar a la ciudadanía los avances tecnológicos y de precios que se han logrado en los últimos años. De esta forma, se busca solucionar de manera integral el problema de la contaminación en las ciudades del centro sur del país. Hoy es posible aprovechar el potencial renovable distribuido a lo largo del país para limpiar la calefacción de nuestras ciudades de una manera sostenible.

En medio de una crisis de salud y socio económica, seguiremos impulsando con fuerza una transición energética con sello social. Esta transición nos permitirá una reactivación económica post pandemia que implique mayor resiliencia en nuestras ciudades y un mayor uso de nuestros energéticos renovables.

Hoy nos mueve, más que nunca, lograr una mejor energía para Chile. Ese siempre será nuestro sello y es lo que nos invita a seguir adelante.

Juan Carlos Jobet, Ministro de Energía

Francisco López, Subsecretario de Energía

## 2 Resumen Ejecutivo

Las ciudades del centro-sur del país se encuentran en una situación ambiental preocupante, dado que sus niveles de contaminación del aire sobrepasan ampliamente los límites que define la normativa de calidad ambiental. Entre las diez ciudades con mayor contaminación del aire en Latinoamérica, nueve se encuentran en Chile: Osorno, Coyhaique, Valdivia, Padre Las Casas, Temuco, Santiago, Linares, Rancagua y Puerto Montt.

La principal causa de esta problemática corresponde al uso de la leña para calefacción, contribuyendo con el 85% del total de las emisiones de material particulado fino a nivel nacional, lo que impacta de manera significativa en la salud de la población, deteriorando su calidad de vida. La contaminación atmosférica derivada del mal uso de leña es responsable de aproximadamente dos mil muertes prematuras al año por enfermedades cardiorespiratorias. Un Estado al servicio de las personas y su calidad de vida debe priorizar una respuesta efectiva frente a este problema, considerando en primer lugar la salud de la población.

Entre las regiones de O'Higgins y Aysén, donde se concentra el 32% de la población nacional, más de dos millones de viviendas ocupan principalmente leña como combustible para calefacción. No obstante, este mercado es altamente informal, lo que radica en una comercialización de leña con estándares de calidad precarios, lo que sumado a la dispersión del mercado, plantean un desafío sustancial para mejorar las condiciones y calidad de la leña utilizada por la ciudadanía para calefacción. Adicionalmente, parte de esta producción se realiza en bosques sin planes de manejo forestal, con el consiguiente impacto sobre la biodiversidad.

Si bien parte relevante del problema de contaminación del aire es asociado a la mala calidad de la leña, especialmente a su alto contenido de humedad, también contribuyen a este problema el uso de equipos de calefacción ineficientes, las deficientes condiciones de aislación térmica de viviendas y el uso incorrecto de equipos de calefacción por parte de los usuarios, incluyendo el cierre de tirajes y la falta de mantención. Por otra parte, las personas están expuestas a contaminación intradomiciliaria, la que se produce por la apertura del equipo al cargarlo, las fugas de los mismos, y la contaminación exterior que ingresa a las viviendas que no cuentan con una adecuada aislación térmica.

En este sentido, una adecuada política pública que integre la regulación de la leña y otros biocombustibles sólidos, una mejor tecnología para calefacción, mejoras en aislación térmica y educación, y a su vez que promueva la diversificación de la matriz de calefacción residencial, habilitando alternativas limpias, seguras y eficientes, tendrá como consecuencia una disminución importante del impacto en los niveles de contaminación. Para abordar este desafío, la presente Estrategia se plantea con una lógica fundada en la gradualidad, procesos de participación ciudadana, y en el liderazgo del Estado para avanzar en una necesaria transición energética hacia una matriz de calefacción sostenible, que privilegie el uso de combustibles limpios de calidad, y que en conjunto con otras medidas complementarias, permitan disminuir sustancialmente los niveles de contaminación.

Desde hace años el Ministerio de Energía ha liderado instancias de participación en distintos niveles y territorios, que han permitido levantar información desde la ciudadanía, la academia, el sector privado y el sector público, respecto a diferentes aspectos que forman parte de la complejidad del problema asociado a la calefacción residencial y sus consecuencias, como por ejemplo: talleres regionales en el marco de la Ruta Energética para levantar prioridades locales, talleres regionales asociados al Proyecto de Ley de Biocombustibles Sólidos, reuniones de trabajo con representantes de diferentes industrias de los distintos energéticos para analizar instancias de cooperación y trabajo conjunto, reuniones interministeriales con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo y del Medio Ambiente, entre otras. De esta forma, todo el quehacer del Ministerio en términos de participación y los aprendizajes adquiridos en dichos procesos, han sido puestos a disposición para la elaboración de esta Estrategia.

La Estrategia de Transición Energética Residencial se compone de un breve diagnóstico que permite identificar el problema, así como sus principales causas y consecuencias. Posterior a ello, se han definido objetivos, principios orientadores y el alcance que permitirán transitar hacia una matriz residencial más limpia, segura y eficiente, con alternativas a la leña accesibles para todos los sectores. Junto con lo anterior, se presenta el enfoque metodológico que guía la estrategia, con especial énfasis en el paquete de medidas iniciales que impulsarán la transición, instancias de participación y la integración de la matriz de calefacción de las principales ciudades del centro sur al proceso de Planificación Energética de Largo Plazo del MEN, al alero de una transición justa y sustentable. Por último, se ha propuesto un cronograma de implementación de la estrategia, así como también una gobernanza en distintos niveles que permitan abordar aspectos estratégicos y operacionales.

El Ministerio de Energía, en su Ruta Energética 2018–2022, reconoce la realidad del centro sur del país y propone crear una regulación del mercado de combustibles derivados de la biomasa tales como la leña, pero también de otros biocombustibles sólidos como pellets, briquetas o astillas. Además, se incorpora una evaluación de alternativas de energéticos para calefacción, analizando la disponibilidad local de combustibles y energéticos limpios, como también su viabilidad de penetración en la población.

Es así como se presenta la Estrategia de Transición Energética Residencial del Ministerio de Energía.

## 3 Diagnóstico

### 3.1 Identificación del problema

El problema se genera debido al masivo uso de leña, principalmente húmeda, para calefacción mediante equipos ineficientes que se utilizan en viviendas que requieren alto consumo de energía para alcanzar el confort deseado, dado que en su mayoría no cuentan con una adecuada aislación.

Sin embargo, la leña aun cuando se utilice seca<sup>1</sup>, presenta factores de emisión de material particulado fino (MP<sub>2.5</sub>) significativos. En efecto, como se expone en la Tabla 1, considerando la utilización de un equipo de combustión lenta, la leña seca presenta la mitad de los factores de emisión de MP<sub>2.5</sub> respecto a la leña húmeda. En el caso del pellet son 5 y 2.5 veces menos respecto a la leña húmeda y seca respectivamente. Cabe destacar que la mala operación de los usuarios de los artefactos a leña es responsable de emisiones adicionales, mayores que las explicadas por la naturaleza del combustible. La Tabla 1, presenta la distribución de factores de emisión [g], por cada kilogramo de leña consumida.

Tabla 1. Factor de emisión MP<sub>2.5</sub> [g/kg]

Tipo de artefacto	Leña seca	Leña húmeda	Mala operación
Cocina a leña	7	13	31,5
Combustión lenta (con templador)	4,9	10,2	27,5
Calefactor certificado	2,3	10,2	10,2
Pellet	2		

Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente, 2017).

### 3.2 Consecuencias

Las consecuencias asociadas al uso intensivo de la leña para uso de calefacción se resumen principalmente en i) Efectos sobre la salud de la población, ii) Degradación y pérdida de bosques, iii) Riesgos asociados a ocurrencia de incendios, iv) Impacto sobre el cambio climático, y v) Problemas derivados de la informalidad del mercado de la leña.

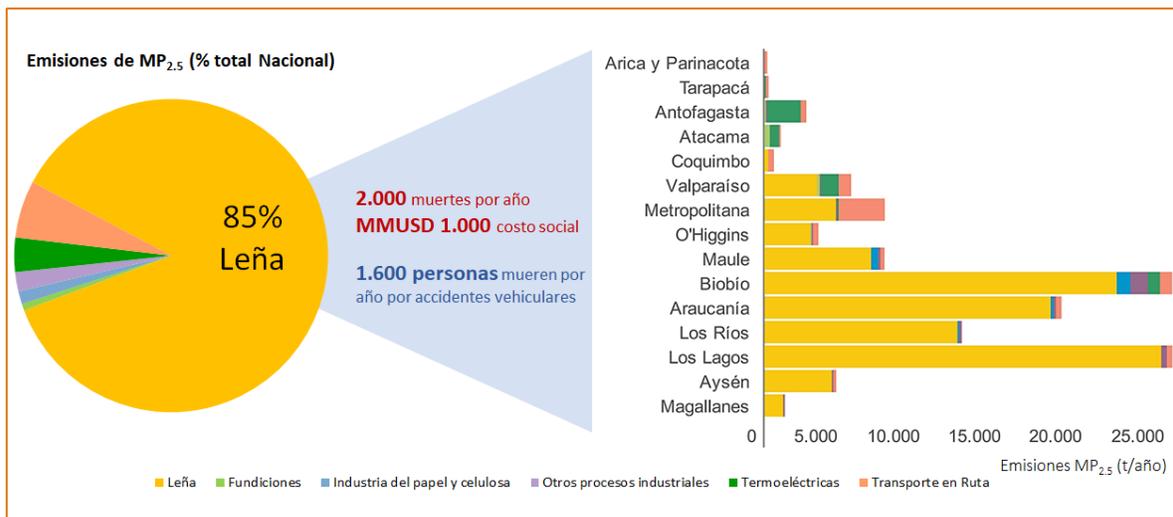
<sup>1</sup> Se considera leña seca aquella cuya humedad es igual o inferior al 25% en base seca

### 3.2.1 Efectos en salud derivados de la combustión a leña

Los principales impactos en salud derivados de la combustión a leña se deben a la exposición prolongada a material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>) causante de problemas cardiorrespiratorios, y a la exposición al monóxido de carbono (CO) asociado a desórdenes neurológicos.

De acuerdo a cifras del Ministerio de Medio Ambiente, aproximadamente 10 millones de personas en el país están expuestas a una concentración promedio anual de MP<sub>2,5</sub> por sobre el límite establecido. Por otro lado, el Quinto Reporte de Medio Ambiente publicado el año 2019 informa que la contaminación atmosférica con MP<sub>2,5</sub> es responsable de aproximadamente 3.600 muertes prematuras a nivel nacional. Basado en la contribución de la leña a las emisiones totales de MP<sub>2,5</sub> y la población presente en las regiones del centro sur del país que son más intensivas en el uso de este combustible, se estima que alrededor de 2.000 muertes prematuras pueden ser atribuidas al uso generalizado de leña con un elevado contenido de humedad, principalmente en el sector residencial, lo que implica un costo social de aproximadamente USD 1.000 millones. En promedio, el aporte de la combustión residencial de leña a las emisiones totales de MP<sub>2,5</sub> es de 85%, muy superior al aporte de otras fuentes tales como incendios forestales, quemas agrícolas o fuentes móviles. La Figura 1 presenta las emisiones por el uso de la leña por región.

Figura 1. Emisiones de material particulado (MP<sub>2,5</sub>) por tipo de fuente, total nacional y por región



Fuente: Ministerio de Energía, en base al Cuarto Reporte del Estado del Medio Ambiente (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

### 3.2.2 Degradación y pérdidas de bosques

La especie arbórea más consumida como leña en el sector residencial en Chile corresponde a Eucaliptus, que es una especie exótica<sup>2</sup>. No obstante, más de 8 millones de m<sup>3</sup>st de leña al año provienen de bosque nativo (CONAF, 2017), siendo el Roble o Hualle la especie nativa más consumida (CDT, 2015). CONAF estima que en Chile las transacciones de leña proveniente de bosque nativo, se llevan a cabo en un mercado altamente informal, estimándose que sólo un 19,6% de su actual oferta estaría amparada por Planes de Manejo Forestal (PMF)<sup>3</sup>.

La explotación del bosque nativo sin la existencia de planes de manejo tiene diversas y graves consecuencias no solo desde el punto de vista de la pérdida de especies nativas forestales, sino que también tiene

<sup>2</sup> Especies no nativas

<sup>3</sup> CONAF, Nota informativa ERCCNV N°16, 2017

impactos sobre la biodiversidad asociada al bosque, el ciclo hidrológico, agudiza los problemas de erosión, entre otros.

### 3.2.3 Riesgos de incendios por instalaciones ineficientes y con poca mantención

La combustión incompleta de leña en los calefactores, que puede producirse entre otros factores por sus altos niveles de humedad, provoca que los elementos combustibles de la madera (gases y alquitrán), no se quemem del todo y sean liberados a la atmósfera o se condensan y se acumulan en los ductos de evacuación de humos. Este residuo, denominado creosota, puede llegar a ser muy inflamable cuando se acumula por un tiempo prolongado, producto de no realizar las debidas limpiezas y mantenciones de los calefactores, provocando un elevado riesgo de incendios en las viviendas.

Por ejemplo, de acuerdo con cifras aportadas por el Departamento de Estudios Técnicos del Cuerpo de Bomberos de Chillán, en la temporada otoño-invierno, más de un 40% de los incendios tienen como principal factor de ocurrencia a las estufas a leña. Tres son las principales razones de estos incendios: 1) la mala mantención de los equipos de calefacción y sus cañones, representando alrededor del 40% de los casos; 2) la instalación defectuosa de los aparatos, que suma casi un 20%; y 3) el descuido de las personas al usar sus estufas sin tomar precauciones para evitar contratiempos.

### 3.2.4 Contribución al problema del cambio climático

La combustión de leña emite también un contaminante local denominado carbono negro o *black carbon* (BC), que por su capacidad de absorber (o no reflejar) la luz, tienen un alto potencial de calentamiento global, pues la energía absorbida de la luz es transferida a su entorno. Este contaminante es uno de los componentes del material particulado siendo un contaminante de vida corta, con un potencial de calentamiento global (PCG, o *GWP* por sus siglas en inglés), que depende del horizonte de tiempo al cuál se evalúe. De acuerdo con el último reporte de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Myhre G. , y otros, 2018), un gramo de BC para un periodo de 100 años posee un efecto de 100 a 1.700 veces mayor que la de un gramo de CO<sub>2</sub>.

Este contaminante surge a partir de la combustión incompleta e ineficiente del combustible. Así, el contenido de BC en el material particulado 2,5 (MP<sub>2,5</sub>) depende tanto del origen de la fuente de emisión como del artefacto de combustión (Environment and Climate Change Canada, 2016). De este modo, se estima que la razón BC/MP<sub>2,5</sub> es de un 13,8% en cocinas a leña y de un 5,6% en calefactores a leña. Considerando esto, se estima que reemplazando el consumo actual de leña húmeda por seca, se reducirá las emisiones de BC hasta por 730 toneladas anuales. Expresando las emisiones de *black carbon* en términos de CO<sub>2</sub> equivalente, utilizando el Potencial de Calentamiento Global de 900 (como lo estipula el IPCC), el reemplazo del consumo actual de leña húmeda por seca permitiría una reducción de 3.900 kton de CO<sub>2</sub> equivalentes en el período 2021-2035, esto significa una disminución total de 11,8% de las emisiones con respecto a la situación sin reemplazo. De este modo, pueden lograrse importantes contribuciones a las metas de carbono neutralidad y de mitigación de gases de efecto invernadero desplazando leña húmeda de las ciudades.

### 3.2.5 Problemas derivados de la informalidad del mercado de la leña

Diversos son los problemas derivados de la informalidad del mercado de la leña, siendo uno de ellos la evasión tributaria o pérdida de ingresos para el Fisco que implica la comercialización informal del combustible. Si bien no se cuenta con un estudio acabado que aborde este problema, se estima que el mercado de la leña transa aproximadamente USD 800 millones al año (CONAF, 2016), con un 90% de informalidad tributaria (Gómez - Lobo, Lima, Hill, & Meneses, 2006).

Por otro lado, el mercado de la leña es intensivo en mano de obra, estimándose que en promedio los puestos de trabajo generados en la fase de producción de leña alcanzan a 4,8 por cada 1.000 m<sup>3</sup>st producidos y 6,4 por cada 1.000 m<sup>3</sup>st si se consideran además las fases de transporte, procesamiento y

secado (CONAF, 2016). De este modo, el mercado de la leña emplea entre 80 mil y 136 mil personas, siendo la mayor parte de estos trabajos informales y de carácter temporal.

### 3.3 Principales causas que originan el problema

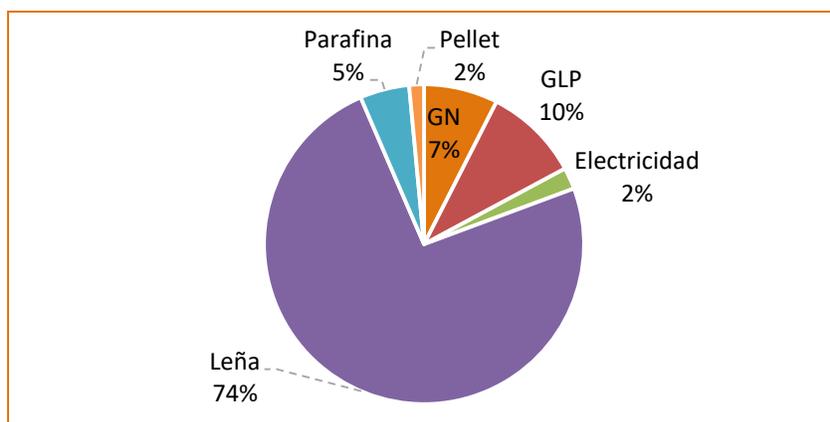
Los motivos que originan el problema ambiental por el uso intensivo de leña se resumen principalmente en: i) La leña es el energético más utilizado para calefacción en Chile, ii) Las viviendas requieren alto consumo de energía para alcanzar el confort deseado, iii) Equipos ineficientes que en su mayoría no son bien operados por las personas, iv) Ausencia de alternativas energéticas con costo similar a la leña, y (v) Elementos culturales.

#### 3.3.1 La leña es el energético más utilizado para calefacción en Chile

La energía tiene un rol esencial en el funcionamiento de los hogares y en el bienestar de las personas. La refrigeración y cocción de alimentos, iluminación, calefacción y aire acondicionado, agua caliente sanitaria, lavado de ropa, energización de equipos electrónicos, entre otras acciones, corresponden a los principales usos energéticos en los hogares. A partir del estudio “Usos Residenciales de la Energía en Chile” se desprende el peso que tiene cada uno de estos usos en la matriz de consumo energético en los hogares. En este estudio se concluye que los usos de calefacción y aire acondicionado explican más del 52% del consumo energético de los hogares en Chile, seguido con distancia por el uso de agua caliente sanitaria, con 20%, y en tercer lugar, la refrigeración de alimentos con 6%; y así los otros usos se reparten el 22% de la energía restante (CDT, In-Data SpA, 2019).

En este marco resalta la importancia del consumo de biocombustibles sólidos: leña y pellets principalmente<sup>4</sup>. Al hacer un acercamiento a la matriz de consumo energético de los usos de calefacción y aire acondicionado de los hogares en Chile (ver Figura 2) se tiene que el 76% del consumo energético proviene de fuentes biomásicas, con un predominio de leña, que representa el 74%, seguido por el pellet que en la actualidad representa un 2% de los consumos de calefacción.

Figura 2. Porcentajes de consumo de energía para calor y frío por fuente, en el sector residencial



Fuente: (CDT, In-Data SpA, 2019)

En la Tabla 2 se presentan los principales resultados del estudio “Usos Residenciales de la Energía en Chile” (CDT, In-Data SpA, 2019) asociados al consumo de leña. Este estudio fue elaborado a partir de la información levantada por una encuesta a hogares a nivel nacional, considerando tanto hogares urbanos como rurales, de donde es posible presentar los resultados con nivel de representatividad a nivel de zona térmica<sup>5</sup>. Se observa en el cuadro la importante cantidad de viviendas que consumen leña con fines de calefacción en la

<sup>4</sup> Existen consumos no significativos de otros biocombustibles en los hogares de las zonas centro sur de Chile, por ejemplo, briquetas de biomasa y carbón vegetal.

<sup>5</sup> Para facilitar la asociación entre zonas térmicas y regiones se proporciona en la Tabla 1 una aproximación a una vinculación entre estas variables proveniente del estudio: Bustamante, W. 2009. Eficiencia energética en vivienda social: un desafío posible.

zona centro sur de Chile, presentando elevados niveles de penetración como en la zonas térmicas 5 y 6, y a sabiendas de la existencia de ciudades en otras zonas térmicas con elevados niveles de penetración, tales como Coyhaique que se esconden tras la agregación estadística de la información. De acuerdo con los resultados obtenidos, se tiene que a nivel nacional, una vivienda que utiliza leña para uso de calefacción consume en promedio 10 m<sup>3</sup>st al año o el equivalente energético de 9.831 kWh al año.

**Tabla 2. Penetración y consumo de leña en hogares en Chile**

Zona Térmica	Aproximación de Zona Térmica a Regiones	Hogares que consumen leña respecto al total de cada zona térmica	Número de hogares que consumen leña	Energía Promedio Leña por Hogar [kWh/año]	Consumo Promedio Leña por Hogar [m <sup>3</sup> st]
ZT 1	Desde Arica y Parinacota hasta región de Coquimbo	14%	23.548	-	-
ZT 2	Región de Valparaíso	21%	138.601	3.459	3,5
ZT 3	Regiones de O'Higgins y Metropolitana	8%	297.198	3.532	3,6
ZT 4	Regiones Maule, Biobío y Ñuble	61%	728.647	7.217	7,3
ZT 5	Región de La Araucanía y Los Ríos	71%	449.528	12.456	12,7
ZT 6	Región de Los Lagos	83%	285.227	21.405	21,8
ZT 7	Regiones de Aysén y Magallanes	43% (*)	42.943	17.429	17,7
<b>Total</b>		30%	1.965.692	9.831	10,0

Fuente: Elaboración propia a partir de (CDT, In-Data SpA, 2019).

Nota (\*): Cifra de 43% representa al conjunto de hogares de ambas regiones; es preciso notar que el porcentaje de hogares que consumen leña en región de Aysén asciende a 89% según se reporta en CASEN 2017 (Ministerio de Desarrollo Social).

### 3.3.2 Viviendas que requieren alto consumo de energía para alcanzar el confort deseado

El 53% de las viviendas existentes en Chile (casas y departamentos) fueron construidas antes del año 2001, sin ningún estándar de aislación térmica. En el año 2000 comenzó a regir la reglamentación térmica para viviendas (contenida en el artículo 4.1.10 de la OGUC), en donde se establecieron exigencias de aislación térmica para techumbre, la cual amplió sus exigencias en el año 2007, a muros exteriores y pisos ventilados, además de restringir la superficie máxima vidriada. Aun cuando en Chile tan solo el 34% de las viviendas construidas cuentan con los estándares de aislación térmica de acuerdo a la normativa vigente, debido a que estos estándares están muy alejados de los estándares OCDE de eficiencia energética, la energía consumida para calefaccionar las viviendas es alta y a su vez no permite a las familias vivir en situación de confort higrotérmico<sup>6</sup> y lograr mantener la calidad del aire al interior de las viviendas.

Es por lo anterior, que en la actualidad se espera contar en el corto plazo con una nueva actualización a la reglamentación térmica de viviendas, que permite acercar nuestras viviendas a los estándares de eficiencia energética de países OCDE, aumentando las exigencias de aislación térmica de muros, techos, pisos ventilados, ventanas y puertas e incorporando nuevas exigencias tendientes a disminuir el riesgo de condensación, controlar las infiltraciones de aire e incorporar sistemas de ventilación para mantener la

<sup>6</sup> El confort higrotérmico determina una serie de factores como la humedad, temperatura y ventilación de los espacios habitados y se relaciona directamente con las características de la vivienda, con el clima del entorno y con los habitantes (Espinoza & Cortés, 2015).

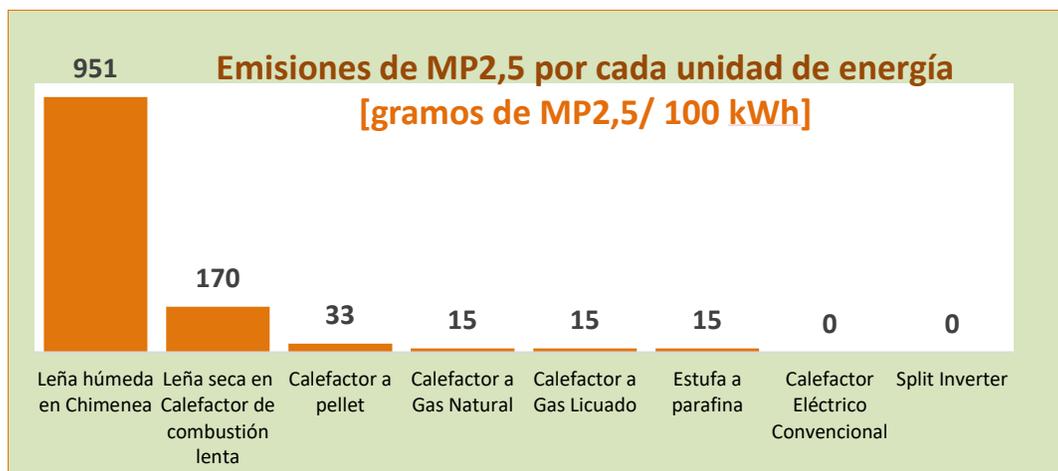
calidad de aire al interior de las viviendas. Este nuevo estándar ya está siendo obligatorio en todas aquellas nuevas viviendas que se construyen en las zonas declaradas saturadas por contaminación por material particulado (desde las regiones de O'Higgins a Aysén) y cuentan con Plan de Descontaminación Atmosférica vigente.

Con el objetivo de mejorar la eficiencia energética, el confort higrotérmico y disminuir las patologías asociadas a la condensación en las viviendas construidas con anterioridad a la entrada en vigencia de la reglamentación térmica actual, es que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, desde el año 2008 comenzó a implementar un programa de subsidios de acondicionamiento térmico<sup>7</sup>, que permite a las viviendas lograr el estándar de aislación térmica vigente. Posteriormente, y dado los problemas de contaminación de las ciudades por material particulado y la entrada en vigencia de los diversos Planes de Descontaminación Atmosférica, es que el año 2015 se crea una línea especial de subsidios de acondicionamiento térmico, en donde el estándar de aislación térmica en estas zonas corresponde al nuevo estándar que se exige también para las nuevas viviendas que se construyen.

### 3.3.3 Equipos ineficientes que en su mayoría no son bien operados por las personas

Como se ha mencionado anteriormente, una de las causas de la contaminación local por alta concentración de material particulado está asociado a los artefactos a leña en uso, estos tienen altas tasas de emisión de partículas contaminantes (ver Figura 3) y baja eficiencia en el uso de energía.

Figura 3. Emisiones de Material Particulado (MP) según calefactor



Fuente: Elaboración propia a partir de factores de emisión de MP<sub>2,5</sub> de los distintos tipo de calefactores (Ministerio del Medio Ambiente, 2017).

El Ministerio del Medio Ambiente busca contribuir a solucionar los problemas de contaminación del aire a través del programa de recambio de calefactores<sup>8</sup> que se viene ejecutando desde el año 2011 a la fecha, y por medio del mismo, el público beneficiario puede acceder a un nuevo calefactor siempre y cuando hagan entrega de su antiguo calefactor y/o cocina el cuál debe estar instalado y en uso en la vivienda.

En la actualidad, a lo largo de las comunas del centro y sur de Chile que poseen un Plan de Descontaminación Atmosférica ("PDA") Vigente o ad portas de su vigencia<sup>9</sup>, se estima la existencia de más de 765 mil artefactos de combustión a leña en zonas urbanas. Cifra que cobra una gran significancia si se compara con el total de recambios efectuados por el Programa de Recambio de Calefactores en el periodo

<sup>7</sup> Para mayores antecedentes consultar en el siguiente link: <https://www.minvu.cl/postulacion/llamado-nacional-pppf-2019/>

<sup>8</sup> Para mayores antecedentes, consultar en el siguiente vínculo: <https://calefactores.mma.gob.cl/>

<sup>9</sup> Agregación geográfica que comprende a 45 comunas distribuidas desde la Región de O'Higgins hasta la Región de Aysén.

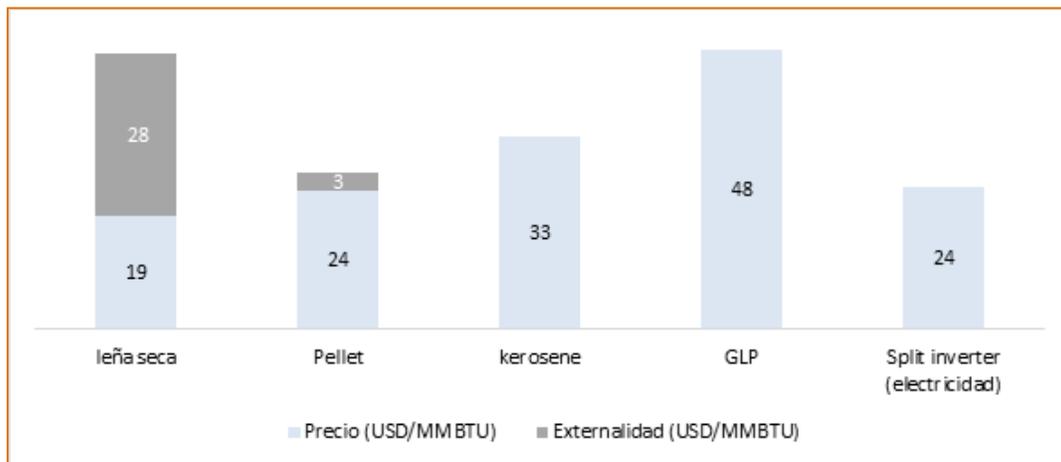
2011-2017, los cuales ascienden a un total de 23.795 artefactos recambiados (donde el 67% corresponden a calefactores a pellet) (DIPRES, 2019). Cabe decir que esta cifra no considera recambio de artefactos por iniciativa particular de las personas, o bien, por la acción de otros programas de política pública o gubernamentales.

### 3.3.4 Ausencia de alternativas energéticas con costo similar a la leña

En el sector residencial, alrededor de dos millones de viviendas entre las regiones de O'Higgins y Aysén utilizan leña de baja calidad en equipos ineficientes para caleccionarse. Existen pocos incentivos para optar a otras alternativas dada la informalidad del mercado de la leña, lo que la convierte en un combustible percibido como más económico, no existiendo las condiciones de mercado para hacer viables otros sustitutos.

Por ejemplo, la Figura 4 y la Figura 5 presentan el costo actual de calefacción por energético expresado en dólares por unidad de energía proporcionada por los equipos más utilizados<sup>10</sup> (MMBTU<sup>11</sup>) para dos ciudades: Coyhaique y Osorno (ambas intensivas en el uso de leña). Como se puede apreciar el costo de la leña es inferior al de otros energéticos. Cabe indicar que si las externalidades<sup>12</sup> en salud por el mal uso de la leña se internalizaran en su precio, este sería similar al del GLP como se observa a continuación.

Figura 4. Costos unitarios de calefacción en USD por MMBTU según energético (Caso Coyhaique)



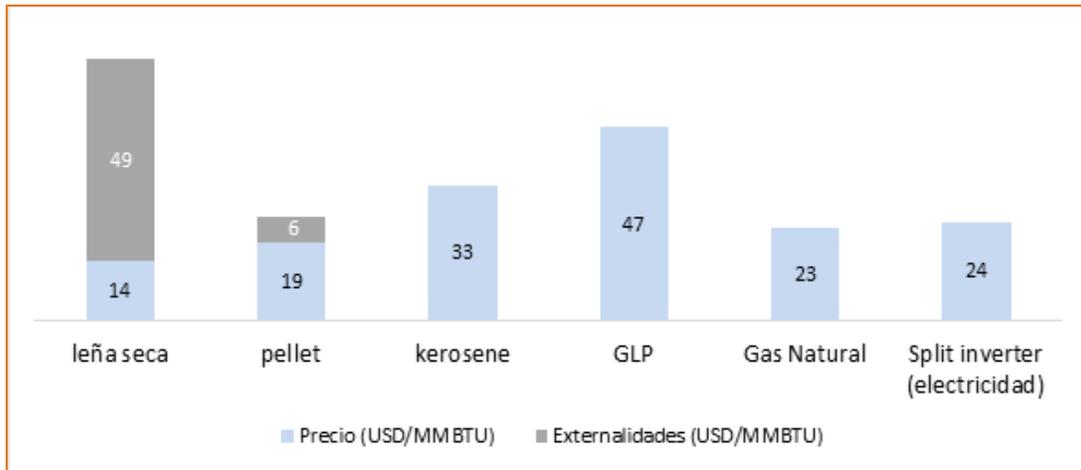
Fuente: Elaboración Propia, Ministerio de Energía 2019 - 2020.

<sup>10</sup> Para el caso de la leña se consideró un calefactor con una eficiencia de 60%, en pellets se consideró una eficiencia de 83%, para gas y kerosene una eficiencia de 95% y para el caso Split inverter, una eficiencia de 350%.

<sup>11</sup> BTU: British Thermal Unit, unidad de energía utilizada en la industria del gas.

<sup>12</sup> Valorización económica, por unidad de energía, de las externalidades causadas por emisión anual de material particulado en los procesos de combustión de los distintos energéticos. Las externalidades considera costos de mortalidad prematura, atención por enfermedades cardiovasculares y enfermedades crónicas respiratoria, y la pérdida de productividad generada por estos casos de enfermedades.

Figura 5. Costos unitarios de calefacción en USD por MMBTU según energético (Caso Osorno)



Fuente: Elaboración Propia, Ministerio de Energía 2019 - 2020.

Si bien otras fuentes de energía como la electricidad y el gas cuentan con un desarrollo normativo e institucional desde hace años, su precio sigue siendo hoy muy elevado en relación al de la leña (sin considerar las externalidades) y por ende muchas familias podrían seguir prefiriéndola a pesar de los problemas de salud asociados que conlleva.

Por su parte el pellet, que hoy parece ser la alternativa más cercana a la leña dado que se trata de un combustible derivado de la madera, también representa un impacto elevado para la economía familiar, no sólo por el mayor costo del combustible sino también por el elevado precio de los equipos. En este sentido se requiere habilitar energéticos de calefacción a precios competitivos a la leña, y a su vez se debe considerar que la inversión en equipos es significativa en un escenario de transición.

### 3.3.5 La leña es parte del estilo de vida y la cultura del sur del país

Aun cuando los impactos ambientales negativos asociados a la combustión de la leña son ampliamente conocidos, el bajo costo que ésta tiene en comparación con otras alternativas así como la tradición cultural de su uso en las ciudades (mayormente del sur del país), hacen pensar que su sustitución por otros energéticos sea un proceso complejo de materializar. El uso de la leña trasciende al uso para calefacción, ya que ésta puede ser utilizada además para otras funciones dentro del mismo hogar, como lo son la cocción de alimentos, el secado de ropa y el calentamiento de agua.

Por tanto, financiar una nueva fuente de energía para el reemplazo de la leña es complejo, ya que además de que la leña es el combustible más económico y disponible en el mercado, tiene múltiples usos y un fuerte arraigo cultural. De ahí que se trate de un problema muy complejo para ser solucionado en el corto plazo, ya que tiene que ver en gran parte con el arraigo cultural en el uso de los artefactos como estufas y cocinas residenciales que usan leña como combustible, costumbre que se ha trasladado junto con las mismas personas desde las zonas rurales a las ciudades (Yáñez León, 2012).

En relación a lo anterior, en el caso de las viviendas sociales y la condición socioeconómica de las personas que viven en ellas, es posible que estas familias no puedan financiar el reemplazo de la cocina de leña con la que cuentan actualmente (que les permite cocinar y calefaccionar las viviendas) por equipos más eficientes y limpios, lo que además los deja más expuestos a una mayor concentración de contaminantes. También existen estudios que indican que las condiciones relativas a la situación geográfica inciden directamente en las necesidades de calefacción más que las características socioeconómicas de los habitantes (Yáñez León, 2012).

En definitiva, no existe una única explicación sobre la incidencia del arraigo cultural en el masivo uso de la leña, sin embargo algunas aproximaciones<sup>13</sup> a los hábitos de consumo y disposición al uso de otras alternativas de calefacción han arrojado que existe una proporción de hogares que si estarían dispuestos por ejemplo, a comprar leña certificada, sin embargo, no existe una disposición a pagar valores mucho más altos que los que ya pagan en la actualidad.

Finalmente, independiente del arraigo cultural que pueda existir actualmente en la población que utiliza leña para calefacción, la invitación es que las personas pueden contribuir directamente al ambiente y al bienestar de sus propias familias, adoptando nuevas formas de calefacción más limpias (como leña seca, pellet, electricidad y gas natural).

## 4 Estrategia de transición energética residencial

La Estrategia de Transición Energética Residencial impulsada por el Ministerio de Energía, busca transitar hacia una matriz de calefacción con alternativas más limpias y accesibles para todos los sectores de la sociedad, al alero de viviendas y equipos que respondan a los más altos estándares de calidad y eficiencia energética. Contribuyendo con ello a mejorar la calidad de vida de las personas y reducir las externalidades negativas asociadas al uso de combustibles de mala calidad.

Recoge las directrices globales sobre Transición Justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenibles<sup>14</sup> promoviendo: la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>, el diálogo social multinivel, la equidad de género y el trabajo decente.

### 4.1 Objetivo general

Transitar hacia una matriz térmica residencial más limpia, segura y eficiente, con alternativas a la leña que sean accesibles para todos los sectores de la sociedad, promoviendo a su vez edificaciones y equipos eficientes. Con un enfoque de transición justa del proceso que contribuya a mejorar la calidad de vida de las personas desde una perspectiva integral.

### 4.2 Objetivo específicos

- Regular el mercado de la leña y otros biocombustibles sólidos mediante un Proyecto de Ley que establezca estándares de calidad en este mercado, homologándolo al tratamiento que reciben actualmente otros combustibles que se comercializan en nuestro país.
- Habilitar alternativas para calefacción residencial distintas a la leña y a un precio accesible para toda la población.
- Coordinar junto a otros Ministerios, acciones y programas que permitan la reconversión hacia equipos y edificaciones más eficientes.
- Promover una transición justa y sustentable que minimice los impactos en el empleo y promueva nuevas alternativas laborales, reduciendo así los impactos sociales y económicos de la transición.

### 4.3 Principios orientadores

Los principios orientadores que acompañan la presente Estrategia son: gradualidad, pertinencia territorial, coordinación interministerial y con autoridades locales, y cooperación con el sector privado.

- Gradualidad. Considera una implementación paulatina y progresiva en el tiempo, cuidando abordar todos los elementos necesarios para lograr una transición energética respetuosa con la ciudadanía y el medio ambiente, acorde a los distintos territorios.

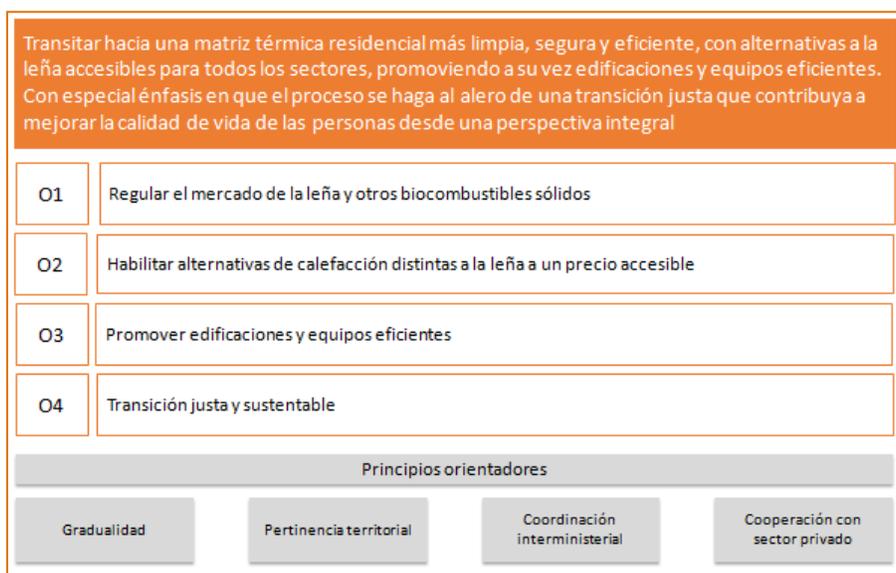
<sup>13</sup> El Ministerio de Energía realizó una breve encuesta exploratoria sobre métodos de calefacción residencial en los hogares del país y la disposición para transitar hacia nuevas alternativas de energéticos, para contribuir a un mejor diagnóstico de la situación actual en torno al uso de leña para calefacción.

<sup>14</sup> Organización Internacional del Trabajo (OIT) en la publicación "Directrices de política para una transición justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenibles para todos" (2015).

- Pertinencia territorial. Garantiza que las medidas necesarias para lograr la implementación gradual de la estrategia, incorporan la realidad de cada territorio y sus comunidades, considerando la participación ciudadana en el proceso, atendiendo así a las necesidades y contextos particulares.
- Coordinación interministerial y con autoridades locales. Resguarda que todas las medidas contenidas en la Estrategia, contemplen una articulación institucional del Estado, orientando así la estrategia en coordinación con los otros servicios con competencias en la materia. Además, considera la participación y coordinación activa de las autoridades locales en la gestión de sus territorios.
- Cooperación con el sector privado. Se incorpora a todos los actores involucrados en el proceso de transición energética, promoviendo una participación activa y de cooperación del sector privado, llamado a contribuir fuertemente en la implementación de medidas que permitan modernizar el mercado de los biocombustibles sólidos y habilitar alternativas de energéticos más limpios y a precios accesibles a la ciudadanía.

En la Figura 6 se presenta un esquema de la Estrategia de Transición Energética Residencial, en la cual se indican sus objetivos y principios orientadores.

**Figura 6. Objetivos y principios orientadores de la Estrategia de Transición Energética Residencial**



Fuente: Elaboración Propia, Ministerio de Energía 2019 - 2020.

#### 4.4 Alcance

Dado que el problema identificado ha sido el masivo uso de leña, principalmente húmeda, para calefacción mediante equipos ineficientes que se utilizan en viviendas que requieren alto consumo de energía para alcanzar el confort deseado, es necesario tener una aproximación más concreta sobre el problema en las distintas ciudades. Para esto se construyó un “Índice de Relevancia del Problema”, el cual tiene como objetivo conocer a partir de tres variables, la situación en cada una de las cuarenta y cinco ciudades del país que cuentan con mediciones de material particulado fino (MP<sub>2.5</sub>), en función de tres aspectos claves, siendo éstos: Concentración de material particulado fino ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Número total de habitantes por comuna (N° de habitantes) e Intensidad de energía de la leña (MWh/año). Para efectos metodológicos, a cada una de estas variables se les ha asignado una importancia relativa de 1/3 sobre el valor total, considerando así todas las variables igualmente importantes para efectos del problema.

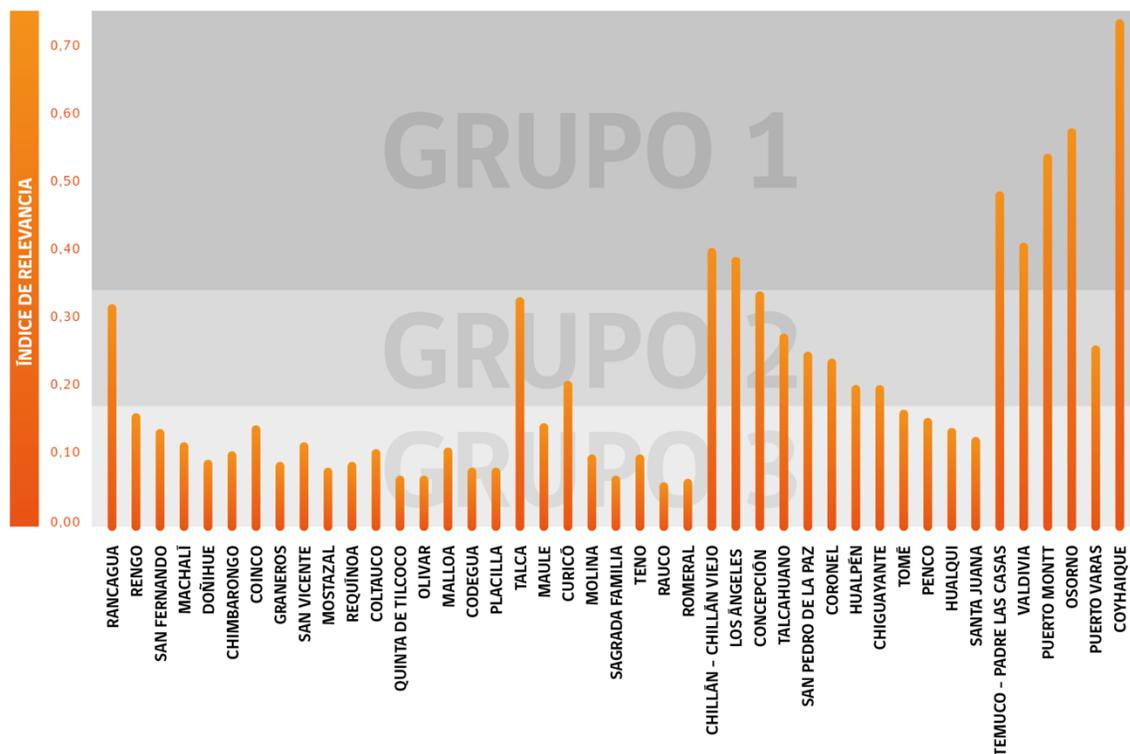
- Concentración de material particulado fino ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ): Corresponde a la concentración de MP<sub>2.5</sub> por metro cúbico de aire derivado del uso de leña en cada provincia, calculado como el producto entre las emisiones de material particulado fino (ton/año) y el Factor Emisión Concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{ton/año}$ ),

correspondiente al sector residencial de cada provincia. Con ello, es posible conocer en mayor detalle antecedentes sobre la contaminación atmosférica que causa mayores impactos en la salud de las personas.

- Habitantes totales (N° de habitantes): corresponde al número de habitantes de la zona urbana de las comunas. Se considera que esta variable incide directamente en el consumo de leña por ciudad, al mismo tiempo que constituye la población que se ve afectada directamente por las emisiones de material particulado fino.
- Intensidad de energía de la leña (MWh/año): corresponde a la energía consumida en la comuna, en base al número de viviendas que utilizan leña para calefacción<sup>15</sup> y el poder calorífico promedio de la leña utilizada en dicha comuna (considerando que la leña proviene de distintas especies arbóreas, cada una con su propio poder calorífico).

El análisis del “Índice de Relevancia del Problema” permite priorizar los esfuerzos de implementación de la transición energética en los territorios y a su vez orienta su gradualidad. Para ello se procedió a categorizar las ciudades en tres grupos, con el fin de focalizar los esfuerzos y alcanzar un mayor impacto (ver Figura 7).

Figura 7. Índice de Relevancia del Problema medido en 45 ciudades del Centro - Sur del país



Fuente: Elaboración Propia, Ministerio de Energía 2019 – 2020.

Nota (\*): Las ciudades se ubican en el eje horizontal de izquierda a derecha, según su ubicación geográfica desde el norte hacia el sur del país.

De este modo, se puede observar que las ciudades del Grupo 1 corresponden en general a ciudades capitales regionales y cabeceras provinciales, todas ellas ciudades de la zona sur del país, las cuales, en general, son las ciudades con un mayor número de habitantes, que tienen inviernos más largos (entre cuatro y siete meses) y por ende, temperaturas más bajas y humedades más altas en el ambiente. Lo anterior

<sup>15</sup> El consumo de leña utilizado para la estimación de la intensidad de energía de la leña fue obtenido de los respectivos Planes de Descontaminación Ambiental (PDA). En los casos de los “PDA” más antiguos, se aplicó una tasa de crecimiento regional de consumo de leña, proveniente de los modelos de demanda construidos en el contexto del Informe de Productividad elaborado para el Proyecto de Ley de Biocombustibles Sólidos.

incide en que una mayor cantidad de viviendas utilizan leña para calefacción durante un tiempo más largo, manteniendo equipos encendidos en algunos casos, durante todo el día (incluida la noche). Este grupo contiene dos grandes conurbaciones<sup>16</sup>, siendo éstas Temuco – Padre Las Casas y Chillán – Chillán Viejo. En el caso del Grupo 2, algunas de éstas ciudades también son capitales regionales y cabeceras provinciales, pero con un menor número de habitantes que las ciudades del primer grupo, todas ciudades de la zona centro – sur del país, destacando las ciudades del Gran Concepción (una de las mayores conurbaciones del país). Estas ciudades tienen inviernos menos largos (entre tres y cinco meses), además de temperaturas menos bajas y menor humedad que las ciudades del primer grupo. Esto incide en que las viviendas utilicen leña para calefacción durante períodos menos largos como los del primer grupo, con equipos que funcionan menos tiempo durante el día. Por último, las ciudades del Grupo 3 son ciudades de la zona centro – sur del país, destacando la conurbación Rancagua – Machalí, con más alternativas de calefacción, ciudades que en general tienen inviernos más cortos (más de tres meses) con temperaturas menos bajas y menor humedad que las ciudades de los grupos anteriores.

En este sentido la presente Estrategia priorizará su implementación en una primera etapa en las ciudades del Grupo 1 y 2, y finalmente en el Grupo 3. Sin embargo, el Ministerio podrá actualizar el “Índice de Relevancia del Problema”, incluyendo nuevas ciudades que no están en el grupo de 45 ciudades analizadas inicialmente. La actualización de este índice se incluirá en el reporte anual de la Estrategia que se describe en el capítulo 5.5 de Medición y monitoreo.

## 5 Enfoque metodológico

El enfoque metodológico propuesto busca abordar el problema identificado desde varias dimensiones: ambiental, social, cultural, laboral, regulatoria y económica. En este sentido se plantea una estrategia integral que trace una ruta país para resolver los problemas de salud derivados de la combustión a leña. En la Figura 8 se presenta un esquema del enfoque metodológico y se profundiza en cada una de sus etapas.

Figura 8. Esquema metodológico de la Estrategia



Fuente: Elaboración Propia, Ministerio de Energía 2019 - 2020.

Así, la metodología propuesta está compuesta por 5 etapas: (i) La primera tiene relación con implementar un paquete de medidas iniciales que impulsen la transición energética de la matriz térmica residencial, en paralelo (ii) se integrará la matriz de calefacción de las principales ciudades del centro sur al proceso de Planificación Energética de Largo Plazo del Ministerio de Energía, para luego (iii) coordinar procesos de participación con diversos actores en los territorios con el fin de complementar la planificación propuesta y

<sup>16</sup> Según la definición del MINVU en la “Metodología para medir el Crecimiento Urbano de las Ciudades de Chile”, una conurbación es el “fenómeno mediante el cual dos o más ciudades, en función de su crecimiento demográfico y espacial, van al encuentro unas de otras, integrándose territorialmente” (MINVU, 2018).

levantar nuevas medidas en el marco de la transición. De manera paralela y durante todo el proceso, (iv) se evaluarán los potenciales impactos de la estrategia en los distintos actores y se propondrán medidas para llevar a cabo una transición justa y sustentable para todos. Por último, (v) se realizará un monitoreo de la implementación de la Estrategia en base a un plan de seguimiento, el cual será complementado con la gobernanza instalada para ello.

## 5.1 Paquete de medidas iniciales para impulsar la transición

Con el objetivo de acelerar la transición y contribuir a disminuir los niveles de contaminación en las principales ciudades del centro sur del país, el Ministerio de Energía en conjunto con otros Ministerios, organismos públicos y empresas del sector, han diseñado un paquete de 14 medidas a implementar en el corto y mediano plazo en los ejes de regulación, programas públicos y alianza público privada, en las ciudades principalmente del Grupo 1 y 2. Se diseñaron medidas para los objetivos específicos expuestos en la sección 3.2. En la Tabla 3 se describen en forma resumida las medidas para cada eje y a su vez se relacionan con los objetivos específicos.

**Tabla 3. Paquete de 14 Medidas Iniciales de la Estrategia**

Objetivo Estrategia	Regulación	Programas Públicos	Alianza público-privada
O1: Regular mercado de biocombustibles sólidos (leña y pellet)	1. Ley de Biocombustibles Sólidos (leña y pellet)	7. Fondo Leña Más Seca 8. Centros Integrales de Biomasa 9. Sello de Calidad de Leña	13. Estudio relación COVID19 y leña, y experiencias internacionales de transición
O2: Habilitar alternativas de calefacción distintas a la leña (electricidad, gas(*), energía distrital)	2. Implementación Artículo 148 de LGSE 3. Ley de Energía Distrital 4. Ley de Sistemas Medianos 5. Ley de Portabilidad Energética	10. Piloto programa recambio calefactores MEN 11. Impulso a proyectos piloto de Energía Distrital	14. Convenio Ministerio de Energía-Edelaysen (para habilitar tarifas competitivas de calefacción eléctrica para Coyhaique y Puerto Aysén)
O3: Promover edificaciones y equipos eficientes	6. Convenio de calefacción MEN-MINVU-MMA (publicar propuesta de actualización de reglamentación térmica Art. 4.1.10 OGUC)	12. Convenio de calefacción MEN-MINVU-MMA (aumento y diversificación de programas de subsidios de envolvente térmica y recambio de calefactores)	

Fuente: Elaboración Propia, Ministerio de Energía 2019 - 2020.

(\*) Para el caso de combustibles gaseosos no se vislumbraron medidas en esta primera etapa. Se esperan levantar nuevas medidas en los procesos de participación definidos

### 5.1.1 Ley de Biocombustibles Sólidos

Esta ley tiene por objeto establecer los requisitos aplicables a la producción, transporte y comercialización de biocombustibles sólidos, con el fin de que provean energía térmica de forma eficiente, limpia y segura, reduciendo las emisiones de contaminantes atmosféricos, de efecto local y global, derivados de su combustión, y procurando reducir los impactos ambientales negativos que puedan constituir un riesgo para la salud de la población y para los bienes materiales. Los principales elementos de esta Ley son: a) Sistema de certificación que acredite la calidad de los biocombustibles sólidos comercializados, b) Registro para los actores del mercado de la leña (productores/as, comercializadores/as, transportistas, consumidores industriales, centros integrales de biomasa, y pequeños centros de procesamiento), c) Sistema de información del mercado de los BCS para transparentar información sobre consumos, precios, oferta y calidad, y d) SEC es el organismo responsable de fiscalizar los elementos dispuestos en esta Ley.

En una primera etapa los esfuerzos estarán en la regulación de la leña en el sector comercial, público y residencial de los principales centros urbanos del centro y sur del país (entre las regiones de O'Higgins y Aysén, ambas incluidas). Sin embargo, también se faculta al Ministerio para regular aspectos de calidad de otros biocombustibles sólidos tales como el pellet y las briquetas.

**Principales hitos:**

- Ingreso al congreso: Segundo semestre 2020

### 5.1.2 Implementación del Artículo 148 de la Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE)

El objetivo de esta medida es habilitar ofertas, destinadas a usuarios finales sujetos a regulación de precios con tarifa de electricidad vigente de carácter residencial, para incentivar aumentos de consumo asociados a la Estrategia de Transición Energética Residencial, en adelante y para estos efectos “Estrategia de Reconversión Energética Residencial”, ofrecidas por empresas generadores con contrato de suministro de energía eléctrica vigente durante el periodo de duración de la correspondiente oferta, y así disponer de una alternativa energética para calefacción con precios competitivos a la leña.

Se ha definido una primera etapa de implementación de esta medida que tiene las siguientes características:

- 1) Priorizar las ciudades con mayor contaminación atmosférica por uso de leña del país, evaluando las alternativas energéticas que permitan reemplazar calefacción de leña ineficiente.
- 2) La Comisión Nacional de Energía mediante una resolución establecerá las normas necesarias para la adecuada implementación del mecanismo de incentivos para aumentos de consumos asociados reconversión energética de acuerdo con el artículo 148 de la LGSE.
- 3) Debido a la contingencia de la pandemia del COVID 19, se determinó para el año 2020 la habilitación en el corto plazo del mecanismo, que permita además comenzar con la implementación por zonas e ir testeando la efectividad de la medida.
- 4) El alcance de esta primera implementación de la medida para el año 2020 estará asociado con los programas de recambio de calefactores de leña a eléctricos que el Estado a través del Ministerio de Energía, el Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo implementen durante el año en curso.
- 5) Así las comunas y la energía disponible para la implementación del mecanismo de aumento de consumo para la primera etapa (año 2020) fue determinada en función de las variables señaladas, considerando además la holgura de las redes de distribución en las que se podrían efectuar incentivos para aumento de consumo, las cuales se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4. Energía disponible por comuna para la primera etapa de la medida**

Comuna	Energía [MWh/año]
Rancagua	2.390
Machalí	829
Chillán	6.920
Chillán Viejo	1.046
Los Ángeles	46.576
Temuco	8.974
Padre las Casas	3.135
Osorno	51.732

Fuente: Elaboración Propia, Ministerio de Energía 2019 - 2020.

Para la primera aplicación del mecanismo de ofertas, éstas deberán ser tales que permitan disponer de al menos 5 años con el incentivo disponible, contados a partir del inicio del aumento de consumo.

Para las siguientes etapas de implementación del mecanismo, las comunas serán seleccionadas en función de las evaluaciones que realice el Ministerio de Energía, a partir de los resultados de la implementación y antecedentes levantados durante el año 2020, junto con las acciones coordinadas que se generen con el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, cuestiones que serán oportunamente informadas a la Comisión Nacional de Energía para la correcta implementación del mecanismo.

**Principales hitos:**

- Dictación Resolución Exenta Comisión Nacional de Energía: Segundo semestre 2020
- Ofertas de generadores: Segundo semestre 2020
- Inicio vigencia incentivos a clientes: Segundo semestre 2020

### 5.1.3 Ley de Energía Distrital

El objetivo del Proyecto de Ley es entregar un marco regulatorio a los desarrolladores de proyectos y consumidores en un sistema de energía distrital, por medio de la reglamentación en torno a la ejecución, emplazamiento, mantención y/o explotación de sistemas de energía distrital, así como la distribución, suministro, tarificación y las funciones del Estado relacionadas con esta materia. La principal barrera que actualmente limita el desarrollo de la Energía Distrital en Chile es la falta de un marco normativo claro, que entregue certezas jurídicas y normativas.

**Principales hitos:**

- Ingreso al congreso: Segundo semestre 2020

### 5.1.4 Ley de Sistemas Medianos

El objetivo es transformar el proceso de planificación y tarificación de los sistemas medianos en un vehículo habilitador que promueva la incorporación de capacidad instalada de generación, con foco en los medios de generación renovables, de modo de mejorar las condiciones de acceso a un servicio eléctrico de calidad, sostenible en el largo plazo y con tarifas equitativas para las comunidades no ubicadas en el sistema eléctrico nacional, permitiendo con ello potenciar el desarrollo local y mejorar su calidad de vida.

**Principales hitos:**

- Ingreso al congreso: Segundo semestre 2020

### 5.1.5 Ley de Portabilidad Energética

Proyecto que habilita la comercialización de energía eléctrica a clientes finales, y que permitirá acceder a precios bajos de energía eléctrica en forma gradual, partiendo en aquellas zonas afectadas por mayores niveles de contaminación atmosférica. Es decir, permitirá que todos los clientes puedan elegir a su suministrador de energía, aumentando la competencia y posibilitando que nuevos actores puedan ofrecer energía a precios más bajos.

**Principales hitos:**

- Ingreso al congreso: Segundo semestre 2020

### 5.1.6 Convenio de colaboración MEN-MINVU-MMA

Convenio de Colaboración “Plan Invierno” entre Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Energía, en el cual se proponen un conjunto de medidas en estas materias. Las principales son: a) Aumento y diversificación de los programas asociados a subsidios de envolvente térmica y recambio de calefactores (en la medida que sus competencias lo permitan), b) Incentivar acciones para que la Banca pueda generar oferta de productos para sumar a nuevos beneficiarios, c) Realizar esfuerzos

para lograr publicar propuesta de actualización de reglamentación térmica Artículo 4.1.10 OGUC, y d) Realizar campañas de sensibilización y educación a la ciudadanía coordinadas entre los ministerios.

**Principales hitos:**

- Firma del convenio de colaboración: Segundo semestre 2020

### 5.1.7 Fondo Leña Más Seca<sup>17</sup>

Incrementar la oferta de leña que cumpla estándares de calidad, mediante la inversión en infraestructura, maquinaria y formación de capacidades. Lo que se evidencia en el mercado es que las inversiones para efecto de acopio o modernización de proceso a partir de maquinaria son limitadas. A partir de ello, se requiere del apoyo para dotar a las regiones intensivas en la producción de leña de infraestructura productiva necesaria que permita generar leña de calidad y así abordar la alta demanda térmica presente en sus territorios.

**Principales hitos:**

- Apertura convocatoria 2021-2022: Primer semestre 2021

### 5.1.8 Centros Integrales de Biomasa (CIB)

Aumentar la oferta de leña seca, pellet, astillas y/o briquetas, facilitando la aplicación de estándares de calidad y labores de fiscalización establecidas en marcos regulatorios, mediante la implementación de centros de producción, refinación y estandarización de biomasa para uso en calefacción residencial. La implementación de Centros Integrales de Biomasa contribuye a la formalización del mercado de los biocombustibles de uso residencial, que actualmente tiene su foco principal en leña y que requiere abordar los desafíos logísticos de su producción a mayor escala y el desafío productivo asociado a la diversificación de biocombustibles (pellet, astillas y/o briquetas). Una de las principales brechas que se busca abordar es la escases de puntos especializados, dotados de infraestructura, maquinarias, equipos, capacidades logísticas y operativas que les permitan llevar a cabo un proceso de refinación y estandarización de leña, así como de otros biocombustibles de uso residencial.

**Principales hitos:**

- Apertura proceso concursable CIB Araucanía: Segundo semestre 2020
- Apertura nueva convocatoria 2021-2022 en región a definir: Primer semestre 2021

### 5.1.9 Sello de Calidad de Leña

El objetivo es identificar y difundir a los comercializadores/as que cuentan con un proceso productivo que asegura el cumplimiento de un estándar de calidad de la leña que comercializan. A su vez, este sello tendrá por finalidad dar seguridad a consumidores/as de que la leña que están comprando les proveerá más energía y contaminará menos.

Si bien el costo de secar y certificar la leña debe ser asumido eventualmente por los privados, se necesita de un impulso por parte del Estado durante los primeros años para desarrollar el mercado de leña certificada mientras no exista una exigencia legal y hasta alcanzar una situación de régimen. Por lo tanto, el sello de calidad de leña es una iniciativa que permitirá preparar y acompañar a los actores del mercado para la futura certificación que se exigirá de forma obligatoria en el marco del Proyecto de Ley de Biocombustibles Sólidos.

<sup>17</sup> Las medidas Fondo Más Leña Seca, Centros Integrales de Biomasa y Sello de Calidad de Leña son implementadas por la Agencia de Sostenibilidad Energética. Y su implementación depende de la aprobación del presupuesto anual de la Nación.

**Principales hitos:**

- Primer grupo de comerciantes beneficiarios del Sello de Calidad de Leña: Segundo semestre 2020
- Apertura convocatoria para comerciantes que deseen obtener Sello de Calidad de Leña: Segundo semestre 2020
- Segundo grupo de comerciantes beneficiarios del Sello de Calidad de Leña: Primer semestre 2021

**5.1.10 Piloto programa recambio calefactores MEN**

El objetivo es reducir el consumo de energía, emisiones de material particulado (MP<sub>2,5</sub>) y la contaminación intradomiliar en hogares, que actualmente utilizan calefactores a leña, no incrementando sus gastos actuales en calefacción. En este sentido, se establece la necesidad de implementar un programa piloto de recambio de calefactores a leña por calefacción eficiente y limpia (bombas de calor), complementario a las medidas de incentivo tarifario para el recambio tecnológico, que permita evaluar el impacto en el consumo de energía y emisiones de (MP<sub>2,5</sub>) de las viviendas, presupuesto familiar y salud de las personas.

**Principales hitos:**

- Apertura concurso, proceso de selección beneficiarios y licitación: Segundo semestre 2020
- Ingeniería e instalación equipos. Educación y sensibilización familias: Segundo semestre 2020
- Monitoreo y seguimiento: Segundo semestre 2020, y 1° y 2° semestre 2021

**5.1.11 Impulso a proyectos piloto de Energía Distrital**

El objetivo es generar las acciones necesarias para el impulso y aceleración en la ejecución de proyectos piloto de energía distrital, que permitan demostrar los beneficios energéticos y ambientales que posee esta alternativa tecnológica, tanto a la ciudadanía como a los planificadores, tomadores de decisión y desarrolladores de proyectos. Actualmente, en el país existen distintas evaluaciones de factibilidad de proyectos de energía distrital, las que necesitan el impulso necesario para llegar a la etapa de construcción en ámbitos de asesoría técnica, asesoría legal, modelos de negocio y financiamiento.

**Principales hitos:**

- Difusión de información de proyectos: Segundo semestre 2020.
- Lanzamiento programa Global Environmental Facility (GEF) para apoyo a proyectos de Energía Distrital: Segundo semestre 2020.
- Asesoría técnica y legal para proyectos en evaluación: Segundo semestre 2020, y 1° y 2° semestre 2021.

**5.1.12 Estudio relación COVID19 y leña<sup>18</sup>**

El objetivo es desarrollar e implementar una metodología que analice la relación existente entre las incidencias del COVID19 y el uso intensivo de leña en 3 ciudades del centro y sur de Chile. Asimismo, se busca analizar y comparar experiencias exitosas a nivel mundial en materia de regulación de leña y transición energética residencial.

**Principales hitos:**

- Seminario para presentar y discutir los resultados del estudio: Segundo semestre 2020.

**5.1.13 Convenio de colaboración Ministerio de Energía-Edelaysen**

Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Energía y Edelaysen, en el cual la empresa se compromete a habilitar una tarifa rebajada a aquellos usuarios de las áreas urbanas de las comunas de Coyhaique y Puerto Aysén que opten por calefacción eléctrica, denominada Ecoayre.

<sup>18</sup> Este estudio es ejecutado junto al Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

**Principales hitos:**

- Firma del convenio de colaboración: Segundo semestre 2020

## 5.2 Integrar la matriz de calefacción de las principales ciudades del centro sur al proceso de Planificación Energética de Largo Plazo del Ministerio de Energía

Con el objetivo de asegurar el acceso a la energía de forma segura, asequible y sustentable, el Ministerio de Energía desarrollará un proceso continuo de planificación de manera de evaluar e identificar la matriz de energía óptima de calefacción para las principales ciudades de Chile. Es decir, se analizará la mejor combinación de energéticos para calefacción en función de costos, efectos en la salud y al medioambiente, con el objetivo de disponer de alternativas energéticas a la leña. Lo anterior deberá ser coherente con el objetivo que ya asumió el Gobierno respecto a la Carbono Neutralidad.

Para ello, se integrarán estos análisis en el proceso de Planificación Energética de Largo Plazo (PELP) que lidera el Ministerio de Energía. Esta iniciativa tiene por objetivo proyectar la expansión de la oferta y demanda de energía del país, para distintos escenarios de desarrollo futuro del sector, los cuales son contruidos de manera participativa con la ciudadanía. En ese sentido, la idea es incorporar las variables que permitan modelar los beneficios y externalidades negativas de cada alternativa de calefacción, así como las proyecciones de costos y disponibilidad de las mismas, de forma de considerarlas en la demanda energética y así entregar señales de expansión de los energéticos que puedan ser una alternativa económica a la leña húmeda de la mejor manera.

Para este proceso de modelación se considerarán diversos aspectos. El primero tiene relación con el impacto que tendrían los distintos escenarios en la disminución de la concentración de  $MP_{2,5}$  de calidad del aire y por ende la mejora que trae como consecuencia en salud. Esta estimación debe realizarse para cada comuna, ya que las condiciones no son iguales para todas las zonas territoriales.

La evaluación de las alternativas debe ser optimizada para definir cuál es la mejor combinación de energéticos para disponer como alternativas al uso de leña, considerando el mayor beneficio en salud y el menor costo de operación (tarifa, precio de energético), entre otros.

Los principales energéticos que serán considerados son pellet, electricidad y gas, además se evaluará la opción de calefacción distrital donde sea posible incorporar. Las variables que considera esta optimización incluyen además el reemplazo de equipos de calefacción residencial, dependiendo de cada comuna, por aquellos que estén certificados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) y la aislación de viviendas.

Para cada escenario se calcularán los costos de inversión así como las tarifas respectivas. Se considerará además la estimación de las externalidades ambientales asociadas al uso de los distintos energéticos.

Por otro lado es importante establecer cuál es el impacto social de las soluciones energéticas en los diversos escenarios, por lo que se determinará el porcentaje de población que se verá directamente involucrada con la medida y su respectivo nivel socioeconómico, así como el impacto que podría tener en la pérdida de empleo generada por la adopción de la(s) soluciones energéticas disponibles a competir con la leña, para así poder determinar qué medidas son adecuadas para apoyar el proceso de transición.

Este trabajo será desarrollado en el mediano y largo plazo y se comenzará por las ciudades que se encuentran priorizadas en el Grupo 1, para luego ir avanzando en los otros grupos de ciudades definidos. Durante el año 2021 se realizará este análisis para tres ciudades a definir para el Grupo 1. En función de los resultados obtenidos, se establecerá una calendarización que especificará en qué plazos se avanzará en el resto de las ciudades y grupos. La siguiente figura presenta esquema conceptual de la metodología que se desea utilizar.

Figura 9. Esquema conceptual de análisis de mix de escenarios de alternativas en reemplazo de la leña



Fuente: Elaboración Propia, Ministerio de Energía 2019 – 2020.

Como se ha mencionado, las modelaciones consideran analizar la mejor combinación de energéticos para calefacción. Sin embargo, como primera etapa, el Ministerio de Energía ha realizado algunas modelaciones comparando escenarios de reconversión completa (100%) para electricidad, gas y calefacción distrital, en reemplazo de la leña para calefacción. Así fue lo que se desarrolló en Aysén. La evaluación económica entregó que la menor tarifa a pagar por el consumidor final corresponde a la opción Gas Natural, vía gasoducto desde Río Mayo (Argentina). No obstante, estos análisis económicos también se deben abordar desde otras dimensiones, evaluando el uso de energéticos locales de cada solución, impactos en el rubro de la leña, riesgo de continuidad de servicio de cada energético, tiempo de implementación de la solución completa, entre otros. Los resultados de estos primeros análisis reflejaron la necesidad de abordar el problema de la leña desde distintas dimensiones: social, ambiental, cultural, laboral, regulatoria, económica. De esta forma, integrando los distintos factores en el proceso de toma de decisión será posible definir la solución energética de calefacción más acorde a cada realidad. Esto es lo que busca la presente Estrategia de Transición Residencial Energética. En anexos se incluye resumen del análisis desarrollado para Aysén.

### 5.3 Procesos de participación para validación de planificación y levantamiento de nuevas medidas

La Participación Ciudadana en las políticas públicas fortalece la democracia y permite que los resultados de las distintas iniciativas del Estado sean una respuesta real a las necesidades de todos y todas. De ahí la importancia de involucrar a las personas, familias y comunidades en procesos de diálogo que les permitan ser parte activa en el desarrollo de sus territorios, razón por la cual estos procesos deben ser parte importante en un desafío tan complejo como lo es la transición de la matriz térmica residencial, que afecta principalmente a las ciudades del centro sur del país, actualmente principales consumidoras de leña para calefaccionar sus viviendas. Sabemos que cada comunidad tiene su propia visión de desarrollo, sin existir visiones mejores que otras, razón por la cual es necesario trabajar de manera conjunta con todos los actores en los distintos territorios, para que así las nuevas medidas que se propongan estén alineadas con esas visiones de desarrollo.

Para garantizar la efectividad de la Estrategia de Transición Energética, es importante considerar una participación colaborativa de todos los sectores, impulsando con ello a actores de la sociedad civil, consumidores/as, trabajadores/as, empresas, instituciones públicas nacionales, regionales y comunales.

El Plan de Participación considera instancias de Comités Locales y Talleres Regionales de Participación, las cuales se presentan con mayor detalle en el siguiente apartado.

### 5.3.1 Comités Locales

Para garantizar el principio de pertinencia territorial y para darle mayor operatividad al trabajo en la estrategia, se conformará en cada región un “Comité Local de Transición Energética Residencial” presidido por el(la) SEREMI de Energía, el cual contará con la participación de representantes de los distintos sectores y permitirá levantar medidas y propuestas de acciones necesarias, desde lo local, para lograr la implementación gradual y efectiva de la estrategia de acuerdo a la realidad de cada territorio, sus comunidades e intereses. Se espera contar con la representatividad de los siguientes sectores:

- Sector público: SEREMIS, Superintendencias, Institutos y Corporaciones, Gobiernos Locales.
- Sector privado: Empresas del gas, pellet, eléctricas, sector leñero, otras empresas.
- Academia y ciencias: Universidades, Institutos, Centros de Investigación.
- Sociedad civil: Asociaciones de Consumidores, Asociaciones Gremiales, COSOC Regionales.

Este comité sesionará al menos tres veces al año (durante los meses de abril, julio y octubre). Los resultados quedarán consignados en actas disponibles para consulta pública en las plataformas que se destinarán para ello.

### 5.3.2 Talleres de Participación Regionales

Los Talleres Participativos serán de carácter regional. Éstos serán de convocatoria abierta, tendrán consideración especial en el enfoque de género y garantizarán la participación de personas pertenecientes a los pueblos originarios.

- La primera ronda de talleres será a fines del año 2020 y se realizarán con la finalidad de: 1) Presentar los antecedentes de la Estrategia, 2) Presentar el paquete de medidas iniciales, y 3) Recoger aportes para la modelación de escenarios de alternativas energéticas distintas a la leña.
- La segunda ronda de talleres será a fines del año 2021 y se realizarán con la finalidad de: 1) Presentación de medidas y acciones resultantes de los Comités Locales, 3) Priorizar acciones, y 4) Presentar los avances de la Estrategia a la fecha.

La presente Estrategia considera dentro de sus próximos años, una serie de instancias de participación que permitirán levantar nuevas medidas y mejorar las medidas iniciales. Durante el año 2021 se realizará este proceso de participación en tres ciudades a definir para el Grupo 1. En función de los resultados obtenidos, se establecerá una calendarización que especificará en qué plazos se avanzará en el resto de las ciudades y Grupos.

## 5.4 Transición justa y sustentable

La Estrategia de Transición Energética Residencial tiene como objetivo diversificar la matriz de calefacción en el sector residencial mediante alternativas eficientes, limpias y seguras. Esta transición implica un cambio importante en el sector de la leña, desde la producción hasta el consumo, sobre todo a nivel de empleos directos e indirectos. Es por ello que para el Ministerio de Energía toma gran relevancia el generar una transición justa para el sector, buscando con ello: 1) Minimizar los impactos sociales a trabajadores y trabajadoras, sus familias y comunidad, 2) Identificar competencias laborales requeridas por otras actividades productivas y realizar programas de capacitación, 3) Articular acciones para apoyar la transición de la fuerza laboral generando nuevos empleos y 4) Articular acciones para potenciar el desarrollo económico local para diversificar su economía.

Como se profundizó en el capítulo 2.3.1, la leña es el principal energético usado para calefacción a nivel nacional, predominando su uso en la zona sur de Chile. El mercado de la leña es altamente informal, conformado en gran parte por pequeños/as y medianos/as productores/as y comerciantes concentrados entre las regiones de O'Higgins y Aysén. Esta alta informalidad implica que sólo existan proyecciones de la oferta total y del número de actores involucrados y no estadísticas exactas.

Según la Estrategia de Dendroenergía 2015 – 2030 de CONAF (CONAF, 2016), a nivel socioeconómico sólo el segmento de mercado de leña residencial tranza alrededor de USD 800 millones al año. Esta cifra contempla un tejido empresarial representado por al menos 4.843 empresas formales relacionadas a la comercialización de leña y al menos 81.337 predios que producen leña de bosques nativos. Así, CONAF estimó cerca de 6,4 puestos de trabajo por cada 1.000 m<sup>3</sup>st de leña seca producida.

De esta forma, a partir de los consumos de leña de las distintas regiones y considerando el promedio de puestos de trabajo estimados por CONAF, se puede destacar que en algunas ciudades como Puerto Montt (868.552 m<sup>3</sup>st), Osorno (649.531 m<sup>3</sup>st), Valdivia (503.859 m<sup>3</sup>st) y Temuco (475.121 m<sup>3</sup>st), existe un alto número de empleos asociados al mercado de la leña (5.559, 4.157, 3.225 y 3.041 empleos respectivamente). Si a lo anterior agregamos el antecedente de población en situación de pobreza por ingresos para las mismas ciudades (Puerto Montt = 13%, Osorno = 9%, Valdivia = 8%, y Temuco = 12%), es evidente que el proceso de transición podría generar impactos en un número importante de habitantes en las distintas ciudades, principalmente relacionado a la pérdida de empleos asociados al mercado de la leña y su consecuencia sobre los ingresos familiares.

En función de lo antes planteado, el objetivo principal es desarrollar propuestas de Planes de Acción Locales que guíen el camino hacia una Transición Justa y Sustentable en las ciudades donde se implementará la Estrategia de Transición Energética Residencial, minimizando con ello los impactos laborales y económicos que se pudiesen generar al promover el uso de energéticos más limpios.

Para poder elaborar estos Planes de Acción Locales con la mayor cantidad de insumos posibles y desde los distintos sectores, se propone levantar información en al menos las siguientes temáticas:

- Situación laboral en torno al mercado de la leña<sup>19</sup>:
  - Diagnóstico socio-económico por ciudad.
  - Diagnóstico de la cadena de valor de la leña (cuantificación de los empleos asociados a cada etapa en sus respectivas ciudades, procedencia de la leña para cada ciudad, identificar si es la actividad económica principal o complementaria a otras).
  - Estimación de posibilidades de empleo para la reconversión laboral de los trabajadores y trabajadoras del mercado de la leña.
  - Identificación de iniciativas de emprendimiento.
- Análisis de transiciones energéticas residenciales en el mundo (desde la leña hacia otros energéticos) y su impacto en la empleabilidad del sector, para identificar casos de éxito y buenas prácticas aplicables a la realidad en Chile.
- Construcción de propuestas en torno a desafíos de la transición:
  - Identificar necesidades de capacitación en torno a nuevas alternativas de reconversión laboral, en lo posible dentro de las mismas ciudades.
  - Propuesta de medidas para asegurar la protección social de quienes no puedan continuar en el mercado laboral.

<sup>19</sup> El MEN junto al Ministerio del Trabajo, SENCE y CHILEVALORA, en el marco de la Estrategia más capital humano en energía, ha levantado 4 perfiles de competencias laborales en el sector leña: 1. Operador de maquinaria para corte de leña (ya cuenta con 119 personas certificadas el 2019); 2. Controlador de calidad de la leña; 3. Encargado de operaciones logísticas de leña; y 4. Supervisor de procesos de producción y comercialización de leña.

Los Planes de Acción Local de Transición Justa se coordinarán con las distintas instituciones relacionadas, entre las que destacan el Ministerio de Educación y del Trabajo, SENCE y CHILEVALORA, y se elaborarán en concordancia con la Estrategia más capital humano en energía.

Este trabajo será desarrollado en el mediano y largo plazo y se comenzará por las ciudades que se encuentran priorizadas en el Grupo 1, para luego ir avanzando en los otros grupos de ciudades definidos. Durante el año 2021-2022 se elaborarán Planes de Acción Locales de Transición Justa en tres ciudades a definir para el Grupo 1. En función de los resultados obtenidos, se establecerá una calendarización que especificará en qué plazos se avanzará en el resto de las ciudades y grupos.

## 5.5 Medición y monitoreo

Es imprescindible desarrollar mecanismos institucionales acordados y validados que permitan dar seguimiento, monitoreo y evaluación de su grado de implementación.

Una vez transcurrido un año desde el lanzamiento de la estrategia, se contempla evaluar todas las medidas del paquete propuesto, para medir entre otros aspectos: grado de avance de cada una de ellas, porcentaje de cumplimiento, número de participantes, de beneficiarios y beneficiarias por medida y despliegue territorial de las medidas, entre otros aspectos.

Por otra parte, cada SEREMI de Energía deberá reportar una vez al año al Ministro de Energía, sobre el funcionamiento de los respectivos Comités Locales de Transición Energética Residencial, considerando las sesiones realizadas, la asistencia de las autoridades sectoriales, los temas tratados y los principales resultados y/o acuerdos.

Los resultados de las actividades participativas realizadas en el contexto de la Estrategia, serán sistematizadas y quedarán disponibles en las plataformas que se destinarán para ellos.

Por último, los principales resultados obtenidos de la aplicación de la Estrategia de Transición Energética Residencial, que sean atribuibles directamente a medidas a cargo del Ministerio de Energía, serán presentados durante la cuenta pública anual del Ministerio de Energía.

## 6 Cronograma de implementación

La Estrategia de Transición contempla un cronograma de implementación para sus distintas etapas para los próximos años, tal como se puede ver en la Tabla 5.

Tabla 5. Cronograma de Implementación de las Medidas de la Estrategia

Etapas Estrategia	Acciones	2020	2021	
		2S	1S	2S
Paquetes de medidas iniciales para impulsar la transición	Ley de Biocombustibles Sólidos (leña y pellet)			
	Implementación Artículo 148 de LGSE			
	Ley de Energía Distrital			
	Ley de Sistemas Medianos			
	Ley de Portabilidad Energética			
	Fondo Leña Más Seca			
	Centros Integrales de Biomasa			
	Sello de Calidad de Leña			
	Piloto programa recambio calefactores MEN			
	Impulso a proyectos piloto de Energía Distrital			
	Estudio relación COVID19 y leña, y experiencias internacionales de transición			
	Convenio de calefacción MEN-MINVU-MMA			
Convenio Ministerio de Energía-Edelaysen				
Planificación energética a largo plazo de la leña en ciudades del sur	Integrar la matriz de calefacción de tres ciudades del centro sur al proceso de PELP del MEN			
Procesos de participación para complementar planificación y levantamiento de nuevas medidas	Talleres regionales para presentar Estrategia (entre O'Higgins a Aysén)			
	Procesos de participación a través de Comités Locales y Talleres Regionales en 3 ciudades a definir			
Transición justa y sustentable	Elaboración de planes de acción local de transición justa para tres ciudades a definir			
Medición y monitoreo	Reporte anual de seguimiento			
	Calendario que especifica como se avanzará en el resto de las ciudades (en función de los pilotos realizadas en 3 ciudades)			

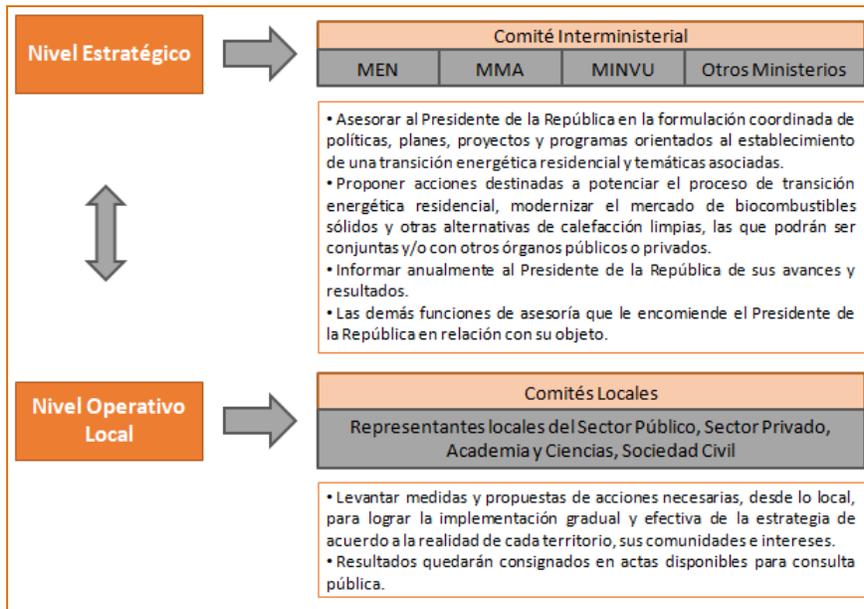
Fuente: Elaboración Propia, Ministerio de Energía 2019 - 2020.

Nota: Respecto a las leyes, el plazo indicado en el cronograma corresponde a su ingreso al congreso

## 7 Gobernanza

Se ha considerado pertinente crear una Gobernanza tanto a Nivel Estratégico como a Nivel Local, con la finalidad de apoyar la orientación estratégica de la presente estrategia y su implementación efectiva y operativa en las distintas ciudades, cuya propuesta se puede ver en la Figura 10.

Figura 10. Gobernanza para la Estrategia de Transición Energética Residencial



Fuente: Elaboración Propia, Ministerio de Energía 2019 - 2020.

## 8 Anexos

### 8.1 Modelación de alternativas energéticas para Aysén

El Ministerio de Energía desarrolló una evaluación económica preliminar de soluciones energéticas para calefacción para Aysén, en reemplazo de la leña en un escenario de reconversión completa.

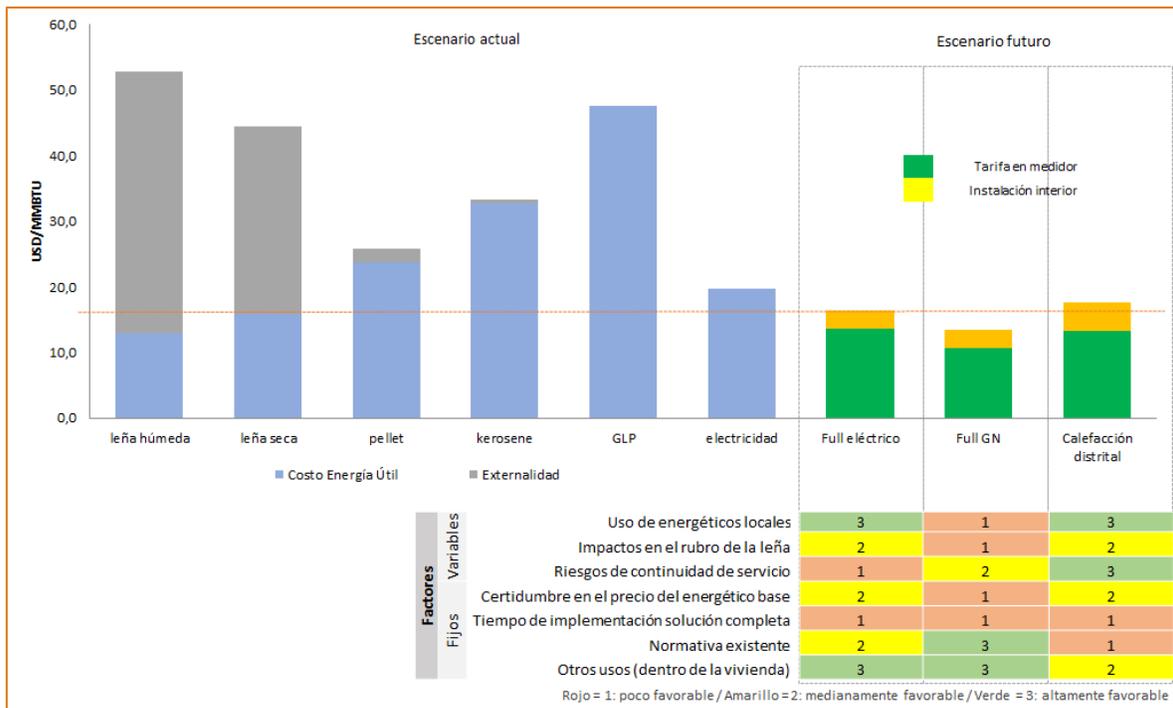
La evaluación económica preliminar del Ministerio de Energía consideró 3 alternativas de energéticos: gas natural, calefacción distrital y electricidad. Para todas las alternativas se calcularon los costos de producción, redes transporte y distribución, además de aquellos costos a incurrir en equipos e instalaciones interiores en los hogares, que son necesarios para reemplazar el consumo de leña para calefacción. Es importante mencionar que el ejercicio del Ministerio de Energía consideró Coyhaique y Aysén para la alternativa gas y electricidad, por lo que pueden cambiar los números de referencia al reducir la demanda sólo a Coyhaique.

Cabe indicar además que para las alternativas de gas natural y calefacción distrital, en un escenario de reconversión completa (100%), se estimaron los costos a nivel de ingeniería de perfil. Para lo anterior, se realizó una estimación de la demanda futura en términos de energía para las comunas de Coyhaique y Aysén, utilizando una metodología “bottom-up” a nivel de las viviendas, extrapolando el consumo anual equivalente a la totalidad de los hogares. Para efectos de considerar la estacionalidad del consumo, se utilizó el perfil de consumo de gas en la ciudad de Punta Arenas, para luego proyectar el requerimiento.

El análisis de estas alternativas consideró los siguientes supuestos:

- Horizonte económico: 20 años (gas y CD) – 15 años (eléctrico)
- Tasa de descuento: 10 %
- Estimación de costos Clase 5 (gas y CD), Estudio Tarifario (eléctrico)

En la Figura 11 se observa la comparación de precios de la leña seca (con 25% de humedad) con los otros energéticos. Cabe señalar que el escenario actual no considera la instalación de equipos e instalaciones interiores (costo hundido), el escenario futuro si considera estos costos (recambio). Ambos escenarios consideran energía útil, es decir, incluye la eficiencia de los equipos.

Figura 11. Comparación de tarifas a cliente final en escenario actual y escenario futuro<sup>20</sup>

Fuente: Elaboración Propia, Ministerio de Energía 2019 - 2020.

Si se analiza sólo precios de tarifas de calefacción a los consumidores finales, se observa que la alternativa Gas Natural es la más conveniente, transportada vía gasoducto desde Río Mayo (Argentina) de 172 km de longitud para abastecer de gas natural a Coyhaique y Aysén.

La alternativa a gas natural presenta beneficios en la diversificación de la matriz secundaria, en la existencia de normativa vigente y de la posibilidad de otros usos dentro de la vivienda, mientras presenta desventajas tanto en la sustitución en el uso de recursos locales (biomasa) como en la certidumbre de precio del energético desde Argentina y la imposibilidad de la gradualidad de inversiones.

La alternativa de calefacción distrital destaca por el uso de recursos locales, por mantener vigente el rubro de la leña en la región como también por la capacidad de poder realizar las inversiones gradualmente, con la principal desventaja de carecer actualmente de normativa tanto de calidad de servicio como de precios.

La alternativa eléctrica presenta la ventaja que hace uso de energéticos locales, principalmente fuentes de energía renovables, para abastecer la demanda, así como de permitir gradualidad en las inversiones de manera de hacer seguimiento a la demanda creciente, pero por otro lado presenta la desventaja de riesgos de continuidad de servicio, toda vez que la región presenta indicadores de cortes eléctricos por sobre el promedio nacional, concentrados precisamente en los meses de invierno en vista de las condiciones climáticas que debe enfrentar la ciudad. Sin embargo al largo plazo los precios tenderían a bajar por el efecto del ingreso de contratos de suministro con bajos precios de energía y de la equidad tarifaria.

Los resultados de estos análisis reflejaron la necesidad de abordar el problema de la leña desde distintas dimensiones: social, ambiental, cultural, laboral, regulatoria, económica. De esta forma, integrando los distintos factores en el proceso de toma de decisión, será posible definir la solución energética de

<sup>20</sup> Análisis considera precio de energéticos promedio 2018. Eficiencia de los equipos utilizados: GLP=95%; Kerosene doméstico= 95%; Electricidad=350%; Leña=60%; Pellet=83%. Para los cálculos se consideró un valor del dólar del 4 de enero de 2019 igual a \$ 697,64.

calefacción más acorde a cada realidad. Esto es lo que busca la presente Estrategia de Transición Residencial Energética.

## 9 Referencias

- CDT. (2015). *Medición del Consumo Nacional de Leña y Otros Combustibles Sólidos Derivados de la Madera*. Santiago.
- CDT, In-Data SpA. (2019). *Usos de energía de los Hogares en Chile 2018*. Santiago.
- CONAF. (2017). *Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales, 2017-2025*.
- CONAF. (2016). *Diagnóstico de medios, estándares y actores involucrados en el proceso de comercialización de leña, en el marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV)*.
- CONAF. (2016). *Estrategia de Dendroenergía*. Santiago.
- CONAF. (2017). *Nota informativa N° 16 ENCCRV*.
- Corporación Chile Ambiente. (2008). *Estudio de "Análisis del potencial estratégico de la leña en la matriz energética chilena"*. Santiago.
- Corporación Nacional Forestal . (2016). *Estrategia de dendroenergía*.
- Cortés, A., & Ridley, I. (2013). Efectos de la combustión a leña en la calidad del aire intradomiciliario - La ciudad de Temuco como caso de estudio. *INVI* , 258 - 273.
- *Diario La Discusión* . (s.f.). Recuperado el 01 de marzo de 2019, de <http://www.ladiscusion.cl/detalle/23839/40%20de%20los%20incendios%20tiene%20como%20causal%20las%20estufas%20a%20le%C3%B1a#sthash.ziL4gWDQ.dpbs>
- DIPRES. (2019). *Evaluación Programa de Recambio de Calefactores a Leña del Ministerio del Medio Ambiente*.
- Environment and Climate Change Canada. (2016). *Canada's Black Carbon Inventory*.
- Environment and Climate Change Canada. (2016). *Canada's Black Carbon Inventory*.
- Espinoza, C., & Cortés, A. (2015). Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante. *INVI* , 227-242.
- Gómez - Lobo, A., Lima, J. L., Hill, C., & Meneses, M. (2006). *Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile - Informe Final*. Centro de Micro Datos, Departamento de Economía, Universidad de Chile.
- Gómez-Lobo, A., Lima, J. L., Hill, C., & Meneses, M. (2006). *Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile: Informe Final*. Centro de Micro Datos, Departamento de Economía, Universidad de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2018). *Cuarto Reporte del Estado del Medio Ambiente*. Santiago.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2017). *Manual de Inventario de Emisiones Atmosféricas*.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2014). *Planes de descontaminación atmosférica: Estrategia 2014-2018*.

- Ministerio del Medio Ambiente. (2019). *Quinto Reporte del Estado del Medio Ambiente*. Santiago.
- Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F., Collins, W., Fuglestedt, J., Huang, J., y otros. (2018). *Anthropogenic and Natural Radiative Forcing*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Ti. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 659–740, doi:10.1017/ CBO9781107415324.018.
- Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F.-M., Collins, W., Fuglestedt, J., Huang, J., y otros. (2018). *Anthropogenic and Natural Radiative Forcing*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Ti. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 659–740, doi:10.1017/ CBO9781107415324.018.
- Visual, IQ Air. (2018). *2018 World Air Quality Report Region & City PM 2.5 Ranking*.
- Yáñez León, S. (2012). *Contaminación por uso de leña en las comunas de Temuco y Padre Las Casas - Análisis comparativo de políticas públicas utilizadas a nivel internacional*. Temuco: Universidad de La Frontera.