

**SE PRONUNCIA FAVORABLEMENTE SOBRE  
PROYECTO DEFINITIVO DEL PLAN DE  
DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PARA LA  
CIUDAD DE COYHAIQUE Y SU ZONA CIRCUNDANTE.**

En Sesión Ordinaria de 14 de diciembre de 2017, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, ha adoptado el siguiente Acuerdo:

**Acuerdo N°45/2017**

**VISTOS:**

Lo dispuesto en la ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente; en el D.S. N° 39, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que Aprueba el Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación; en el D.S. N° 33, de 20 de agosto de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, publicado en el Diario Oficial el 28 de noviembre de 2012, que declaró Zona Saturada por Material Particulado Respirable MP10, como concentración diaria y anual, a la ciudad de Coyhaique y su zona circundante; en el D.S. N° 46, de 28 de octubre de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, publicado en el Diario Oficial el 28 de marzo de 2016, que establece el Plan de Descontaminación Atmosférica para Coyhaique y su Zona Circundante; en el Decreto Supremo N°15, del 2016, del Ministerio del Medio Ambiente, que declara Zona Saturada por Material Particulado Respirable MP2,5, como concentración de 24 horas, a la ciudad de Coyhaique y su zona circundante; en la Resolución Exenta N°1097, de fecha 17 de octubre de 2016, del Ministerio del Medio Ambiente, publicada en el Diario Oficial el 25 de octubre de 2016, que dio inicio al proceso de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférico para la ciudad de Coyhaique y su zona circundante, Región de Aysén; en la Resolución Exenta N°103, de fecha 14 de octubre de 2017, del Ministerio del Medio Ambiente, publicada en el Diario Oficial el 21 de febrero de 2017, que dio inicio al proceso de actualización del plan de descontaminación atmosférica para la ciudad de Coyhaique y su zona circundante y acumula este procedimiento con el de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica por material particulado fino respirable MP2,5, para esa misma zona saturada, y en la Resolución N° 1.600 de 2008, de la Contraloría General de la República.

**CONSIDERANDO:**

- 1.- Que, por D.S. N° 33, de 20 de agosto de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, publicado en el Diario Oficial el 28 de noviembre de 2012, se declaró Zona Saturada por Material Particulado Respirable MP10, como concentración diaria y anual, a la ciudad de Coyhaique y su zona circundante, en conformidad al polígono que indica.
- 2.- Que, por Resolución Exenta N° 426, de fecha 23 de mayo de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, publicada en el Diario Oficial el 5 de julio de 2013, y en el Diario El Divisadero el día 8 de julio de 2013, y rectificada por Resolución Exenta N° 521, de fecha 19 de junio de 2013, publicada el mismo día en el Diario Oficial, se dio inicio al proceso de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférico para la ciudad de Coyhaique y su zona circundante.
- 3.- Que, por Resolución Exenta N°66 del 12 de febrero de 2015, se aprobó el anteproyecto del plan, cuyo extracto fuera publicado en el Diario Oficial el día 25 de febrero de 2015.
- 4.- Que, el Decreto Supremo N° 46, de 28 de octubre de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, publicado en el Diario Oficial el 28 de marzo de 2016, Establece el Plan de Descontaminación Atmosférico para la ciudad de Coyhaique y su zona circundante.
- 5.- Que, por Decreto Supremo N° 15, de 30 de mayo de 2016, del Ministerio del Medio Ambiente, publicado en el Diario Oficial el 30 de agosto de 2016, se declaró Zona Saturada por Material Particulado Respirable MP2,5 a la ciudad de Coyhaique y su zona circundante.
- 6.- Que, por Resolución Exenta N° 1097, de fecha 17 de octubre de 2016, del Ministerio del Medio Ambiente, publicada en el Diario Oficial el 25 de octubre de 2016, se dio inicio al proceso de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférico para la ciudad de Coyhaique y su zona circundante.
- 7.- Que, por Resolución Exenta N° 103, de fecha 14 de febrero de 2017, del Ministerio del Medio Ambiente, publicada en el Diario Oficial el 21 de febrero de 2017, se dio inicio al proceso de actualización del Plan de Descontaminación Atmosférica para la ciudad de Coyhaique y su zona circundante y acumula este procedimiento con el de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica por material particulado fino respirable MP2,5, para esa misma zona saturada,
- 8.- Que, el Plan de descontaminación es un instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad recuperar los niveles señalados en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental de una zona saturada por uno o más contaminantes.

**SE ACUERDA:**

1. **Pronunciarse favorablemente**, y en consecuencia, proponer a S.E. la Presidenta de la República, el Proyecto Definitivo del Plan de Descontaminación Atmosférica para la ciudad de Coyhaique y su zona circundante, que es del siguiente tenor:

**CAPITULO I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES GENERALES**

**Artículo 1.** El presente Plan de Descontaminación Atmosférica que regirá en la ciudad de Coyhaique y su zona circundante, tiene por objetivo dar cumplimiento a las normas primarias de calidad ambiental para material particulado respirable, MP10 y MP2,5, en un plazo de 10 años.

Los límites geográficos de la zona saturada son los siguientes: La delimitación de la Zona Saturada inicia en el Río Simpson (vértice 1: UTM E= 723486,04; UTM N = 4943078,20), luego se extiende hacia el Este hasta el Cerro Castillo (vértice 2: UTM E = 731818,56; UTM N = 4943603,91). Luego, sigue en dirección hacia el Noreste llegando a la intersección con el cruce R240/x-589 (vértice 3: UTM E = 739907,45; UTM N = 4951444,12). Sigue hacia el Noroeste hasta llegar a la Laguna Verde (vértice 4: UTM E = 731661,85; UTM N = 4953758,26). Continúa hacia el Noroeste hasta la Central Eólica Alto Baguales (vértice 5: UTM E = 725844,61; UTM N = 4954413,09), finalmente, se extiende hacia el suroeste alcanzando al vértice 1, el cual corresponde al Río Simpson.

El Plan de Descontaminación Atmosférica se enmarca en la Estrategia de Planes de Descontaminación Atmosférica 2014-2018. El objetivo de definir una estrategia, corresponde a considerar la contaminación atmosférica como un problema país, visión que permitirá elaborar medidas estructurales que optimicen los recursos sectoriales en las zonas saturadas o latentes. Según la Estrategia de Planes de Descontaminación 2014-2018 "La contaminación atmosférica es el principal desafío para la autoridad ambiental en Chile. Hoy 10 millones de personas en el país están expuestas a una concentración promedio anual de MP2,5 superior a la norma. Incluso en el Primer Reporte del Medio Ambiente publicado en el año 2013 se informa, que según la Organización Mundial de la Salud, (OMS, 2004), la contaminación atmosférica es responsable de al menos 4 mil muertes prematuras a nivel nacional. Abordar esta contaminación traería beneficios en salud valorizados en alrededor de 8.000 millones de dólares al año. Esto reafirma la urgente necesidad de establecer una estrategia que entregue los lineamientos, los plazos y las metas para resolver el problema de la contaminación con la mayor celeridad posible." Los planes de descontaminación atmosférica son instrumentos de gestión ambiental que tienen como objetivo resguardar la salud de la población disminuyendo enfermedades y provocando una disminución de gastos en salud a través de mejorar la calidad del aire.

En el caso de los planes del sur del país, la Estrategia está enfocada en promover una calefacción sustentable. En cada uno de los planes se incluyen medidas que tienen por objetivo diversificar la matriz energética de la calefacción domiciliaria, comercial y pública.

El Plan considera cuatro medidas estructurales: 1) el reacondicionamiento térmico de viviendas, el cual tiene por objetivo disminuir el requerimiento energético de la población, 2) la sustitución de sistemas de calefacción contaminantes por sistemas eficientes y con menos emisiones, el cual tiene por objetivo reducir las emisiones a la atmósfera pero también las de tipo intradomiciliarias 3) el mejoramiento de la calidad de la leña que se utiliza y la diversificación del uso de combustibles para calefacción y 4) la educación y difusión a la comunidad.

La implementación de las medidas estructurales, tiene como base una visión integral del problema considerando la economía local en torno a la leña, el arraigo cultural en el uso de calefacción tradicional y el problema social asociado a los costos de calefacción.

Finalmente los planes de descontaminación, tienen como fundamento resguardar la salud de la población, disminuyendo la exposición de ésta a los altos niveles de material particulado que causan muerte y enfermedades agudas y crónicas en la población.

**Artículo 2.** Los antecedentes que fundamentan el presente Anteproyecto del Plan de Descontaminación Atmosférica de la ciudad de Coyhaique y zona circundante, en adelante el "Plan de descontaminación de Coyhaique", se indican a continuación:

### **1.1 Antecedentes Normativos**

Desde el año 2007, Coyhaique cuenta con registros horarios de Calidad del Aire para el contaminante MP10 y variables meteorológicas en la estación Coyhaique 1. El año 2012 se instala una segunda estación de monitoreo que, además de medir MP10 y variables meteorológicas, mide también material particulado MP2,5.

La evaluación de la Norma Primaria de Calidad del Aire para MP10, dio origen al Decreto Supremo N°33, del 20 de agosto del 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, publicado en el Diario Oficial el 28 de noviembre de 2012, que Declara Zona Saturada por material particulado respirable MP10 como concentración diaria y anual a la ciudad de Coyhaique y su zona circundante en conformidad al polígono que se indica anteriormente.

Como consecuencia de lo anterior, el Ministerio del Medio Ambiente dictó, mediante el Decreto Supremo N°46, del 28 de octubre de 2015, el Plan de Descontaminación Atmosférica Para la Ciudad de

Coyhaique y su Zona Circundante, este plan fue publicado el 28 de marzo de 2016.

Dado los antecedentes de monitoreo de calidad del aire recabados en la ciudad de Coyhaique y su zona circundante, respecto al incumplimiento de la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Fino Respirable MP2,5, durante los meses de otoño e invierno de cada año, la ciudad de Coyhaique y su zona circundante fueron declaradas como zona saturada por material particulado respirable MP2,5, como concentración de 24 horas, a través del Decreto Supremo N° 15, del 30 de mayo de 2016, del Ministerio de Medio Ambiente, el que fue publicado en el Diario Oficial el 30 de agosto de 2016.

De acuerdo a lo establecido en la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, y al Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación, una vez declarada la zona saturada se debe elaborar un Plan de Descontaminación Atmosférica. En este contexto, el Ministerio del Medio Ambiente dictó la Resolución Exenta N° 1097, de 17 de octubre de 2016, que da inicio al proceso de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica por MP2,5 para la ciudad de Coyhaique y su zona circundante.

Con el objetivo de tener un solo Plan de Descontaminación Atmosférica para la ciudad Coyhaique, el Ministerio del Medio Ambiente, dictó la Resolución Exenta N° 103, de 21 de febrero de 2017, donde señala el inicio del proceso de actualización del Plan de Descontaminación Atmosférica de Coyhaique y su zona circundante D.S. N° 46 del Ministerio del Medio Ambiente y ordena acumular el proceso de actualización del Plan de Descontaminación Atmosférica de Coyhaique y su zona circundante al procedimiento de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica por Material Particulado Fino Respirable MP2,5, los que continuarán como un solo procedimiento para efectos de los trámites exigidos por el Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y Descontaminación.

## **1.2 Antecedentes y descripción de la zona saturada**

### **1.2.1 Descripción geográfica de la Zona Saturada de Coyhaique y su zona circundante**

A través del D.S. N°33, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente se declaró zona saturada por MP10 como concentración diaria y anual a la ciudad de Coyhaique y su zona circundante, y por D.S. N° 15, de 2016, del mismo ministerio, se declaró zona saturada por MP2,5 como concentración de 24 horas, a la misma zona geográfica (en adelante la zona saturada se denominará "zona sujeta al Plan").

La comuna de Coyhaique, capital regional y provincial, está ubicada a 45° 34' de Latitud Sur y 72° 04' de Longitud Oeste, a una distancia de 1.359 km. al sur de Santiago. La zona sujeta al Plan abarca una superficie de 111,57 km<sup>2</sup>, y está emplazada en la parte oriental de la cordillera de los Andes. Limita al norte con la comuna de Lago Verde, al sur con la comuna de Río Ibáñez, al oeste con la comuna de Puerto Aysén, y al este con la República Argentina.

### 1.2.2 Antecedentes Demográficos de la comuna de Coyhaique

La comuna de Coyhaique, como capital de la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, ha sufrido un acelerado crecimiento poblacional y desarrollo económico. Se caracteriza por ser el centro más importante de servicios profesionales, administrativos y financieros de la región, siendo los sectores más importantes en la generación de empleo de la comuna el Comercio con un 17,46%, seguido de Administración Pública y Defensa con un 12,88%, en tercer lugar se encuentra la Construcción con un 11,89%, finalmente otro sector a destacar es la Agricultura, ganadería, caza y silvicultura con una representación del 11,03% de las ocupaciones de la comuna.<sup>1</sup>

En relación a sus antecedentes demográficos, la comuna de Coyhaique, según la última actualización de población 2002-2012, desarrollada por el INE<sup>2</sup>, posee una población para el año 2016 cercana de 61.081 habitantes, lo que representa el 55,9% de la población existente en la región de Aysén, lo que se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Población de la comuna de Coyhaique

	Población de acuerdo al Censo 2002	Proyección población al año 2016
Coyhaique	50.041	61.081
Total regional	91.492	109.317

La Tabla 2, muestra cómo ha evolucionado el parque (número) de viviendas en la comuna de Coyhaique, observándose un incremento de aproximadamente 29% en 14 años.

Tabla 2. Evolución del número de Viviendas de la comuna de Coyhaique

Comuna	Viviendas Censo 2002	Viviendas 2013 <sup>3</sup>	Viviendas 2016 <sup>4</sup>
Coyhaique	15.753	18.658	23.670

<sup>1</sup> Pladeco, Plan de Desarrollo Comunal de Coyhaique 2014-2018

<sup>2</sup> <http://www.ine.cl/>. Actualización de población 2002-2012 y proyecciones 2013-2020. Base de Datos.

<sup>3</sup> Estudio "Análisis Energético de Viviendas para ciudades del centro y sur de Chile y sistematización en la información asociada a la leña", CREARA 2013, para Ministerio del Medio Ambiente.

<sup>4</sup> Precenso 2016 . [http://www.censo2017.cl/wp-content/uploads/2017/01/Cantidad-de-Viv\\_Precenso-2016\\_.pdf](http://www.censo2017.cl/wp-content/uploads/2017/01/Cantidad-de-Viv_Precenso-2016_.pdf)

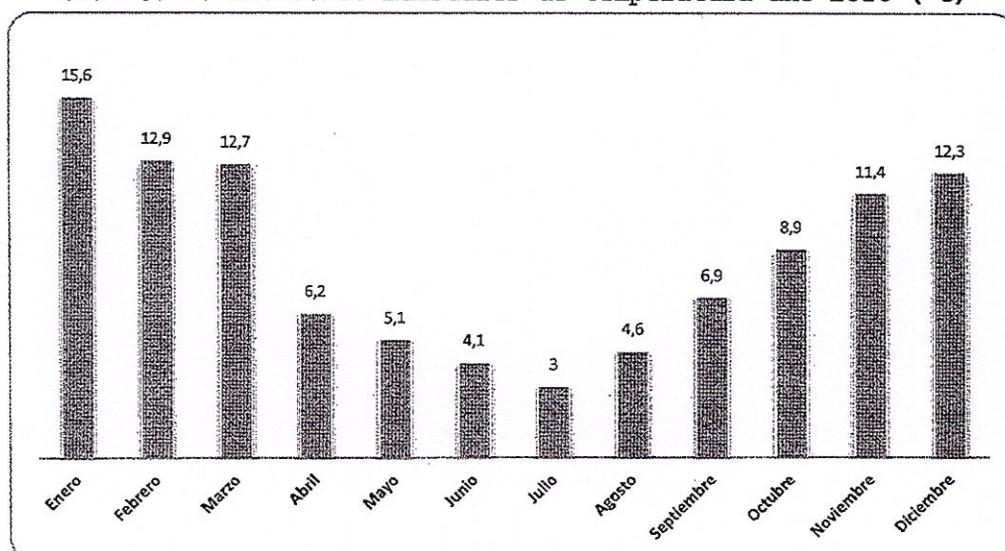
### 1.2.3 Características climáticas y meteorológicas de la zona

La comuna de Coyhaique se caracteriza por un tipo de clima templado frío, de bajas temperaturas, alta pluviometría, fuertes vientos y elevada humedad relativa, presentando una temperatura promedio anual de 9,5° C y precipitaciones promedio de 1.097 mm al año.

Durante el año se presentan marcadas diferencias de temperatura mostrando en el verano variaciones de entre 18 y 21 °C, alcanzando valores máximos con extremas absolutas de 32 °C; mientras en invierno las temperaturas varían entre 8 y -0,7 °C, con mínimas de extremas absolutas que alcanzan los -22° C. Precisamente, estas temperaturas presentes durante casi todo el año, generan el intensivo uso de calefacción residencial en la ciudad.

A continuación se presentan graficados los promedios mensuales de temperatura para el año 2016.

Gráfico 1. Promedios mensuales de temperatura año 2016 (°C)



Fuente: Elaboración propia, en base a datos del departamento de Redes de Monitoreo del MMA.

Respecto a la frecuencia promedio en la dirección de los vientos y en relación al análisis de la rosa de los vientos para la ciudad de Coyhaique, el viento predominante es dirección WNW (oeste noreste), entre los meses de primavera y verano; disminuyendo la velocidad durante el invierno.

Esta situación genera durante los meses más fríos del año las condiciones menos propicias para la dispersión de los contaminantes, con períodos de ventilación desfavorable, fenómenos de inversión térmica y ocurrencia de episodios de contaminación.

### 1.2.4 Condiciones meteorológicas que dan origen a episodios de contaminación

Tal como sucede en la mayor parte de las ciudades del sur de Chile, Coyhaique presenta altos niveles de contaminación por MP10

y MP2,5 en los meses de otoño e invierno con un ciclo diario característico y estacional. Para el ciclo anual, las concentraciones promedio diarias se incrementan entre los meses de abril a septiembre, ocurriendo en este período los casos en los que se supera el valor establecido por las normas primarias de calidad del aire para MP10 y MP2,5. Las concentraciones de 24 horas, están fuertemente asociadas a condiciones meteorológicas que determinan la mala dispersión de contaminantes y la ocurrencia de episodios (estabilidad atmosférica y bajas temperaturas), así como también al aumento en las emisiones producto de la calefacción residencial (a menores temperaturas mayor requerimiento de calefacción y en consecuencia de consumo de leña).

Adicionalmente, las características topográficas de la ciudad, inserta en un valle protegido por un conjunto montañoso propician que altos niveles de material particulado se concentren en el sector alto de la ciudad, sumado a la estabilidad atmosférica, la poca frecuencia de vientos y las bajas temperaturas que se presentan en los meses de invierno.

Las siguientes condiciones caracterizan la ocurrencia de episodios críticos de contaminación por material particulado:

- a) Escasa capacidad de dispersión de los contaminantes en la cuenca en otoño e invierno con vientos de 2 m/s en promedio.
- b) Temperaturas en otoño e invierno que van desde los  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $5^{\circ}\text{C}$ , lo que obliga a la comunidad a usar calefacción la mayor parte del año.
- c) Condiciones geográficas y de temperatura que originan situaciones de inversión térmica a baja altura en la cuenca de la ciudad de Coyhaique, disminuyendo la capacidad de dispersión de los contaminantes.
- d) Los factores geográficos y meteorológicos antes mencionados, sumados a la alta demanda de energía de las viviendas, la quema de leña húmeda en equipos de calefacción ineficientes y de altas emisiones de partículas, generan graves problema de contaminación durante todo el otoño e invierno.
- e) Por otra parte, según la actualización del inventario de emisiones de Coyhaique, realizado el 2017, el 96% de las viviendas de Coyhaique, utilizan leña para calefacción y cocción de alimentos, dado que es el combustible más barato y de mayor disponibilidad.

### **1.3 Descripción de la calidad del aire y antecedentes que fundamentan la condición de Zona Saturada por MP10 y MP2,5.**

Coyhaique cuenta con dos estaciones de monitoreo continuo de MP10 y MP2,5, las cuales también miden parámetros meteorológicos. Ambas estaciones fueron declaradas como Estaciones de Monitoreo con Representatividad Poblacional (EMRP) para MP2,5; la estación Coyhaique 1 fue declarada como EMRP a través de la Resolución Exenta N° 279 del 9 de abril de 2015 y la Estación Coyhaique 2

mediante Resolución Exenta N° 160 del 10 de marzo de 2015, ambas de la Superintendencia del Medio Ambiente. En el caso de MP10, la estación Coyhaique 1 fue declarada por la Autoridad Sanitaria como EMRP, mediante Resolución N°507 del 1 de agosto de 2007.

Por otra parte, la declaración de zona saturada por material particulado fino MP2,5 como concentración de 24 horas en la ciudad de Coyhaique, se fundó en el informe técnico de cumplimiento de Norma de Calidad del aire por MP2,5, elaborado por la Superintendencia del Medio Ambiente y enviado a través de Ordinario N°996 de fecha 29 de abril de 2016 a la División de Calidad del Aire del Ministerio del Medio Ambiente.

### 1.3.1. Sobre la evolución y condiciones de la calidad del aire en la Zona sujeta al Plan

A continuación se presentan los valores de Percentil 98 en la estación de monitoreo Coyhaique 1, analizados para evaluar el cumplimiento de la norma diaria de MP10 y MP2,5.

Tabla 3. Evaluación de norma de MP10 y MP2,5 - Estación Coyhaique

	Percentil 98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% Superación norma 24 horas	Percentil 98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	% Superación norma 24 horas
2014	291	194	78*	156*
2015	297	198	219	438

Fuente: Informe técnico cumplimiento de Norma de Calidad del Aire por MP2,5 Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Coyhaique, Superintendencia del Medio Ambiente.

\*Considerando el periodo comprendido entre el 12 de septiembre y el 31 de diciembre de 2014

A continuación se presentan los valores del promedio trianual de los registros de MP10, para la estación Coyhaique 1, analizados para evaluar el cumplimiento de la norma anual de MP10:

Tabla 4. Evaluación de norma anual de MP10 - Estación Coyhaique 1

	Promedio anual 2014 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio anual 2015 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio anual 2016 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	Promedio trianual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ )	% Superación norma anual
Coyhaique I	82	77	86	82	164

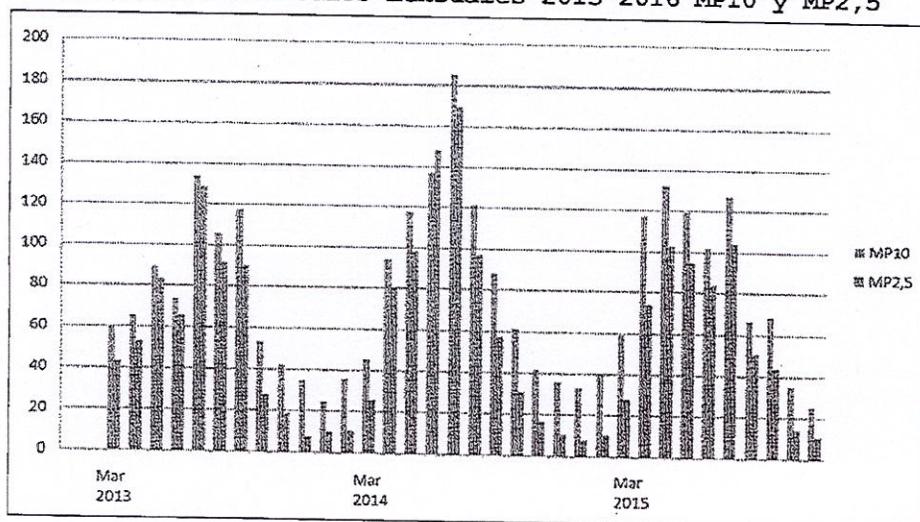
Fuente: Departamento de Redes de Monitoreo, Ministerio del Medio Ambiente

### 1.3.2. Ciclos anuales y diarios de MP10 y MP2,5

**Ciclo Anual:** Tanto el material particulado fino respirable MP2,5, como el MP10, presentan una marcada estacionalidad, donde las

mayores concentraciones se producen en los meses de otoño e invierno, tal como se observa en el gráfico 2:

Gráfico 2. Promedios mensuales 2013-2016 MP10 y MP2,5



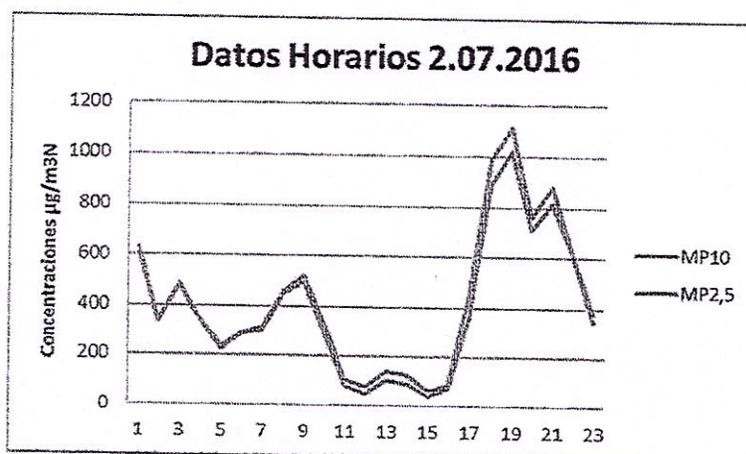
Fuente: elaboración propia en base a datos del departamento de Redes de Monitoreo del MMA.

La fuerte estacionalidad observada en el gráfico 2, se puede explicar por dos condiciones o factores:

- Condiciones meteorológicas que desfavorecen la dispersión de contaminantes en la cuenca en los meses de otoño e invierno.
- Las temperaturas ambientales descienden considerablemente en los meses de abril a septiembre, lo que se traduce en el masivo uso de calefacción a leña que, en consecuencia, aumenta en forma considerable las emisiones de material particulado.

**Ciclo Diario:** Los contaminantes MP10 y MP2,5 presentan un marcado ciclo diario, en donde las altas concentraciones se presentan entre las 6:00 - 10:00 AM y luego en la tarde a partir de las 18:00 hrs., tal como se observa en el gráfico 3:

Gráfico 3. Registros de promedios horarios para MP10 y MP2,5 de un día representativo de invierno



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SINCA, estación Coyhaique

Este marcado ciclo se explica por una baja en las temperaturas en horarios puntuales (mañana y tarde), relacionado además al incremento en el uso de leña para calefacción domiciliaria en estos horarios, sumado además a las desfavorables condiciones meteorológicas que impiden la dispersión de contaminantes.

#### 1.4 Fuentes emisoras que generan el material particulado respirable MP10 y MP2,5.

##### 1.4.1 Inventario de emisiones

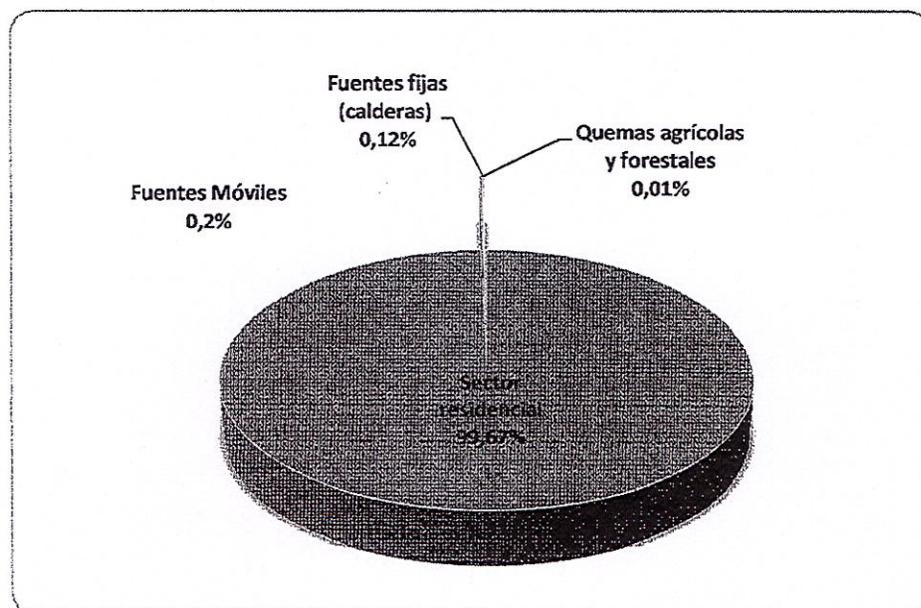
Para establecer el aporte de las fuentes emisoras en la zona sujeta al Plan, a continuación se muestran los resultados obtenidos a partir de la realización de un análisis por sector de las distintas fuentes presentes en la zona sujeta al Plan, cuantificando el nivel de emisiones de cada uno, utilizando como referencia el año 2015.

Tabla 5. Emisiones de las distintas fuentes de Coyhaique para MP10 y MP2,5

Sector	Inventario emisiones año base 2015			
	MP10 (ton/año)	MP2,5 (ton/año)	SO <sub>2</sub> (ton/año)	NO <sub>x</sub> (ton/año)
Residencial	6.614	6.260	35,3	844,3
Fuentes Móviles	-	13	0,4	158,6
Fuentes fijas (calderas)	9	7	-	-
Quemas agrícolas y forestales	0,4	0,4	0,03	0,13
<b>Total (ton/año)</b>	<b>6.623,4</b>	<b>6.280,4</b>	<b>35,8</b>	<b>1.003,0</b>

Fuente: Actualización Inventario de Emisiones para la zona saturada de Coyhaique, Ministerio del Medio Ambiente 2017

Gráfico 4. Aporte porcentual de Emisiones MP2.5 por sector



Fuente: Actualización Inventario de Emisiones para la zona saturada de Coyhaique, Ministerio del Medio Ambiente, 2017.

En el caso de la zona sujeta al Plan la combustión residencial a leña es la principal fuente de emisiones de MP10 y MP2,5, aportando un 99,9% de las emisiones totales de MP10 y un 99,67% de las emisiones totales de MP2,5. Estas cifras son seguidas por el sector transporte y fuentes fijas, los cuales generan un bajo aporte si se compara con el sector residencial.

**1.4.2 Caracterización del sector residencial**

De acuerdo a la información recopilada para caracterizar el sector residencial se estima que al año 2016 el 96% de las viviendas usa leña para calefacción y/o cocción de alimentos, estimándose un consumo total de 452.927 m<sup>3</sup> estéreo/año. Esta última cifra representa un aumento porcentual del 30% respecto del año 2009, manteniéndose un consumo promedio por vivienda de 20,5 m<sup>3</sup> estéreo/año de leña.

Respecto a la caracterización del parque de artefactos a leña, según datos obtenidos en el inventario de emisiones, existen aproximadamente 34.450 artefactos residenciales de combustión a leña dentro de los límites urbanos de la ciudad. Cabe mencionar, que al contrastar estos datos con los identificados el año 2009, se observa un aumento de la relación de número de artefactos a leña por vivienda de 1,27 a 1,56 artefactos a leña.

En relación a la distribución por tipo de artefactos a leña en la zona sujeta al Plan, la mayor cantidad corresponden a cocinas a leña, con un 38% del parque total; le siguen un 37% correspondiente a calefactores de combustión lenta sin templador (S/T) y un 19% corresponden a calefactores de combustión lenta con templador (C/T). El resto corresponden a salamandras y artefactos hechizos. Estos datos se observan en la Tabla 6.

Tabla 6. Artefactos a leña en la zona sujeta al Plan de Coyhaique al año 2015

Tipo de Artefacto	Distribución porcentual artefactos (%)	N° de artefactos
Combustión lenta S/T	37	12.804
Combustión lenta C/T	19	6.402
Cocinas a Leña	38	13.116
Salamandra y hechizo	6	2.133
Chimenea <sup>5</sup>	0	0
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>34.455</b>

Fuente: Actualización Inventario de Emisiones para la zona saturada de Coyhaique, 2017.

<sup>5</sup> Se asume un 0% de chimeneas por prohibición de uso establecida en el Plan de Descontaminación por MP10

#### 1.4.3. Incidencia del uso de leña en la contaminación del aire de Coyhaique

Como ya se ha mencionado, la principal causa de contaminación en Coyhaique es la combustión residencial de leña. El diagnóstico del Ministerio del Medio Ambiente concluye que el alto consumo de leña se explica principalmente por las siguientes razones:

- i. Viviendas con alta demanda de energía debido a la precariedad de su construcción en cuanto a su aislación térmica.
- ii. Bajas temperaturas y deficiente ventilación de la cuenca, desde abril hasta septiembre, período en que se concentra el consumo y uso de leña;
- iii. Bajo precio de la leña, comparado con el de otros combustibles tales como gas, petróleo, parafina y electricidad;
- iv. Fácil acceso y disponibilidad local de la leña; y
- v. El arraigo cultural presente en la población, entre otros factores.

Es importante señalar que el problema de contaminación por el uso masivo de la leña como combustible depende de, al menos, cuatro factores que han convertido a la combustión residencial de leña en la principal fuente de contaminación en la zona sujeta al Plan:

- 1) La alta demanda de leña para mantener una temperatura de confort, producto de la precaria aislación térmica con que cuentan las viviendas existentes. El calor obtenido de la leña no se conserva dentro de la vivienda, sino que se disipa rápidamente al exterior a través de la envolvente (muros, techos y pisos).
- 2) La leña se usa mayoritariamente en artefactos (calefactores y cocinas) que carecen de certificación de emisiones, lo que se traduce en altos niveles de emisión de material particulado debido a que el equipo no presenta las condiciones deseadas para garantizar una adecuada combustión. Bajo estas circunstancias se presenta una baja eficiencia en el uso del combustible, lo que se traduce en un mayor consumo de éste.
- 3) La comercialización y uso de leña que no cumple con los estándares mínimos de calidad para generar una reacción de combustión óptima, es decir, que entregue toda la energía contenida en el combustible y produzca, a la vez, un mínimo de emisiones. Actualmente, en la comercialización de la leña existe una gran heterogeneidad en formatos de venta, contenidos de humedad y, en definitiva, en poder calorífico.
- 4) Consumidores con malas prácticas en el uso de la leña, tales como: uso de leña húmeda, mala operación de los artefactos, y mantener las viviendas, en ciertos períodos, con temperaturas elevadas por sobre la temperatura de confort, con el consiguiente consumo excesivo de leña.

Es esperable, dado el importante crecimiento de la ciudad y su permanente expansión urbana, que el consumo de leña siga en aumento de forma proporcional; por tanto el control y las medidas que se deban aplicar a través de un Plan de Descontaminación Atmosférica, deben ir más allá de las viviendas existentes, y se deben implementar medidas muy exigentes para el nuevo parque de viviendas que se vaya construyendo, de forma tal de reducir al mínimo su aporte.

## 1.5 Sobre las Metas del Plan

### 1.5.1 Meta global de reducción de emisiones

Dado que la declaración de zona saturada de Coyhaique se fundamenta en la superación de los valores establecidos en las Normas Primarias de Calidad del Aire para Material Particulado MP10 y MP2,5, la meta del presente Plan es alcanzar los estándares de calidad del aire definidos por estas normas para salir de la saturación.

El Ministerio del Medio Ambiente ha establecido el año 2015 como año base para el presente Plan a partir del cual se calculó la reducción necesaria para alcanzar los valores trazados como metas, lo que se observa en la siguiente tabla:

Tabla 7. Meta de reducción de concentraciones para salir de estado de saturación.

Norma	Norma ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Año base ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Meta de calidad del Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Reducción	
				$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
Norma diaria MP2,5	50	219	50	169	77,2%
Norma diaria MP10	150	297	149	148	50%
Norma anual MP10 (promedio trianual)	50	84	49	35	42%

Dado que el mayor aporte de la contaminación en la zona sujeta al Plan es la combustión residencial de leña, para alcanzar las metas de calidad del aire trazadas para el presente Plan, se debe poner especial énfasis en la reducción de emisiones provenientes del sector residencial.

### 1.5.2 Indicadores de efectividad

Si bien la meta del presente Plan es cumplir las normas de calidad del aire indicadas en la tabla anterior, existen un conjunto de indicadores que permitirán evaluar que sus medidas tienen un efecto en la calidad del aire.

En este Plan se han definido indicadores que servirán para analizar, durante su etapa de implementación, la efectividad de

las medidas. Estos indicadores están principalmente orientados a evaluar la relación exposición-dosis a las cuales está expuesta la población. La disminución de cada uno de ellos, en conjunto o por separado, puede significar que la población se verá menos tiempo expuesta al material particulado o enfrentada a dosis inferiores del mismo.

- i. Disminución de las máximas concentraciones diarias del percentil 98 cada año para MP2,5.
- ii. Disminución del número de episodios para MP2,5 en categoría Emergencia.
- iii. Disminución de la duración de los episodios para MP2,5, lo que se puede medir de acuerdo a la disminución del número de horas continuas con promedios móviles de 24 horas por sobre los 80  $\mu\text{g} / \text{m}^3$ .

Por lo anterior, el mejoramiento de la calidad del aire en el período de aplicación del presente Plan, se traducirá en una importante reducción de los impactos negativos sobre la salud de la población, y con ello se logrará una mejor calidad de vida para la comuna.

#### **1.6 Beneficios y Costos del PDA**

El Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación, dispone que el anteproyecto debe contener un Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES), el cual tiene como objetivo evaluar los costos y beneficios de las medidas propuestas en el anteproyecto, como una manera de apoyar en la toma de decisiones del proceso de elaboración de los planes de prevención y/o descontaminación.

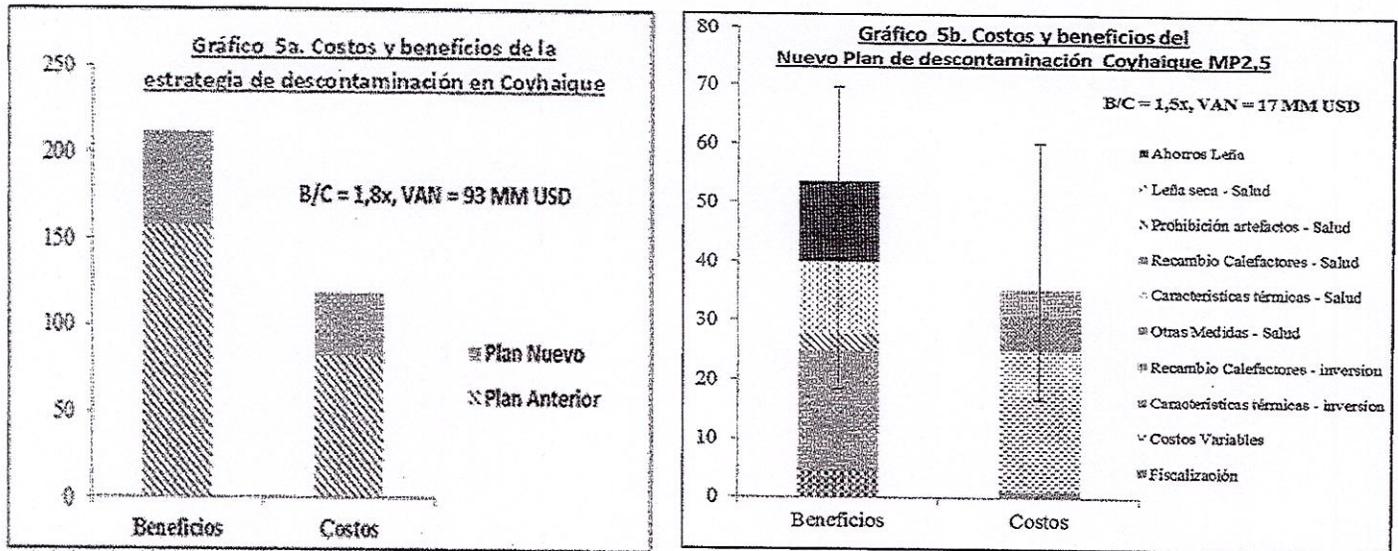
Los beneficios valorizados asociados a las medidas del plan corresponden a efectos en la salud de la población expuesta, producto de la disminución de concentración ambiental de MP2,5 asociado a la reducción de emisiones de las fuentes reguladas. Específicamente se valoran los eventos evitados de mortalidad prematura, morbilidad, días de actividad restringida y productividad perdida.

Por otro lado, no han sido considerados otros beneficios como mejoras en visibilidad, en materiales, efectos sobre ecosistemas, disminución de gases de efecto invernadero, beneficios para la agricultura y suelos, imagen país, externalidades positivas asociadas a la educación ambiental, efectos en la salud en otras comunas del país y co-beneficios derivados de la reducción de "Black Carbon".

En relación a los costos, se incorporan al análisis todo lo relacionado a inversión y costos de operación, así como subsidios y costos de monitoreo y fiscalización.

A continuación se presentan los principales resultados del AGIES, mediante la aplicación de la metodología de costo beneficio, analizando la implementación de las medidas que se detallan en los capítulos siguientes.

Gráfico 5. Valor presente de beneficios, costos, beneficio neto y razón B/C (MMUSD)



**Fuente:** Actualización de costos y beneficios del Plan de Descontaminación Atmosférica por MP10 y MP2,5 para la zona saturada de Coyhaique, Ministerio del Medio Ambiente 2017.

En el gráfico 5 se muestran los costos y beneficios de la estrategia de descontaminación en Coyhaique, distinguiendo por la aplicación de todas las medidas que contienen esta estrategia (gráfico 5.a) y por otro lado, la aplicación de las nuevas medidas propuestas en el proyecto definitivo del Plan de Descontaminación de Coyhaique para MP2,5 (gráfico 5.b), considerando como línea base lo dispuesto en el D.S. N°46, de fecha 28 de octubre de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente.

La razón beneficio costo (B/C) cuantificada para la aplicación de la totalidad de medidas es de 1,8; lo que representa la proporción entre los beneficios (ahorros en salud y/o consumo) y los costos (inversión y costos variables) para la totalidad de la estrategia de descontaminación en Coyhaique. El valor actual neto (VAN) de US\$ 93 millones, correspondiendo a la diferencia entre los beneficios (US\$ 211 millones) y los costos (US\$ 118 millones).

Por otro lado, lo atribuible a las nuevas medidas del proyecto definitivo del nuevo plan de descontaminación de Coyhaique para MP2,5, corresponde a un VAN de US\$ 17 millones, con un beneficio de US\$ 53,5 millones y costos de US\$ 36,1 millones, con una razón beneficio costo de 1,5. Respecto de los beneficios que se obtendrían al implementar las medidas del presente Plan (gráfico 6), un 74,7% correspondería a ahorros en salud y un 25,3% al

ahorro de las familias por menor consumo de leña producto de la disminución del consumo energético debido a las mejoras en la aislación térmica de las viviendas y a la mayor eficiencia de los calefactores de recambio.

Gráfico 6. Distribución de costos y beneficios por medidas

Medida	Costos		Beneficios	
	Privado	Estado	Salud	Ahorro comb.
Leña Seca	12,8%	0,0%	22,8%	0,0%
Proa Gradual Calefactores	2,4%	0,0%	5,4%	4,7%
Límite Emisiones MP	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Recambio Estufas 1	0,2%	1,9%	12,9%	3,1%
Recambio Estufas 2	54,7%	9,1%	24,3%	0,0%
Quemas Restricción Meses	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
VE - Reacondicionamiento Térmico	2,2%	12,7%	8,7%	16,5%
VN - Norma Aislación	1,0%	0,0%	0,5%	1,0%
Fiscalización	0,0%	2,9%	0,0%	0,0%
Total %	73,3%	26,7%	54,7%	25,3%
Total	100%		100%	
Total MM USD		36,1		53,5

Fuente: Actualización de costos y beneficios del Plan de Descontaminación Atmosférica por MP2,5 para la zona saturada de Coyhaique, Ministerio del Medio Ambiente 2017.

Con respecto a los costos, el Estado financia un 26,7%, por concepto de subsidio a los recambios de calefactores, subsidios de aislación térmica y fiscalización. Por su parte, los emisores financian el 73,3% restante. Al contrastar estos datos con los beneficios que derivan del plan, se obtiene un beneficio neto.

**Artículo 3.** Para efectos de lo dispuesto en el presente Plan, se entenderá por:

**Aserrín:** granos de madera que se obtienen como subproducto del proceso de aserrío de madera.

**Astillas de madera:** partículas de madera que tienen un tamaño estandarizado según la aplicación y se obtienen de cortes limpios con cuchillas.

**Briqueta:** combustible sólido, generalmente de forma cilíndrica, elaborado a partir de biomasa densificada de tamaño superior al pellet de madera. Las características técnicas serán aquellas señaladas en la Norma Técnica NCh-ISO17225/1:2017 Biocombustibles sólidos - Especificaciones y clases de combustibles - Parte 1: Requisitos generales.

**Biomasa:** corresponde a los productos y residuos biodegradables procedentes de la vegetación de las áreas boscosas o según procedencia indicada en la Norma Técnica NCh-ISO17225/1:2017 Biocombustibles sólidos - Especificaciones y clases de combustibles - Parte 1: Requisitos generales.

**Caldera:** unidad generadora de calor a partir de un proceso de combustión, principalmente diseñada para la obtención de agua

caliente, calentar un fluido térmico y/o para generar vapor de agua. 000828

**Caldera existente:** es aquella caldera que entró en operación hasta el 28 de marzo del 2017.

**Caldera nueva:** es aquella caldera que entró en operación después del 28 de marzo del 2017.

**Calefacción distrital:** sistema de generación y distribución centralizada de calor, mediante el cual se proporciona un servicio de calefacción y agua caliente sanitaria a un conjunto de edificaciones conectadas en red.

**Calefactor:** artefacto que combustiona o puede combustionar leña o pellets de madera, que tiene una potencia térmica nominal menor o igual a 25 kW, de alimentación manual o automática, de combustión cerrada, provisto de un ducto de evacuación de gases al exterior, destinado para la calefacción en el espacio en que se instala y su alrededor.

**Calefactor de cámara simple:** calefactor que posee sólo entrada de aire primario.

**Calefactor hechizo:** artefacto a leña utilizado para la calefacción y/o cocción de alimentos. Se fabrica en hojalaterías o talleres de forma artesanal. No posee templador, tiene evacuación directa de gases de combustión y son reconocibles por la falta de terminaciones y soldaduras visibles en sus uniones.

**Carga automática de combustible:** sistema que inyecta dosificadamente la cantidad de combustible que ingresa a una caldera o quemador sin intervención directa del operador.

**Carga manual de combustible:** procedimiento de inyección de combustible a una caldera controlada directamente por un operador.

**Chimenea de hogar abierto:** artefacto para calefacción de espacios -construida en albañilería, piedra, metal u otro material- donde la combustión de leña u otro combustible sólido se realiza en una cámara que no cuenta con un cierre y, por tanto, está desprovista de un mecanismo -adicional a la regulación del tiraje- que permita controlar la entrada de aire.

**Chips:** partículas de madera que tienen un tamaño estandarizado según la aplicación y se obtienen de cortes limpios con cuchillas. Las características técnicas serán aquellas señaladas en la Norma Técnica NCh-ISO17225/1:2017 Biocombustibles sólidos - Especificaciones y clases de combustibles - Parte 1: Requisitos generales.

**Cocina:** artefacto que combustiona o puede combustionar leña diseñado para transferir calor a los alimentos, que también puede estar provisto de un horno no removible.

**Cogeneración:** corresponde a aquel proceso de producción de dos o más formas de energía útil a partir de una fuente primaria, aumentando significativamente la eficiencia térmica global.

**Condiciones normales (N):** se entenderá como aquellas condiciones normalizadas a una temperatura de 25 grados celcius (°C) y a una presión de 1 atmósfera (atm).

**Eficiencia de Calderas:** corresponde a la relación entre la potencia útil cedida al fluido portador de calor y el consumo calorífico de la caldera, expresada como porcentaje, donde se entenderá como potencia útil, a la cantidad de calor útil transmitido al agua por la caldera por unidad de tiempo y se entenderá como consumo calorífico a la cantidad de energía por unidad de tiempo aportada por el combustible a la cámara de combustión de la caldera, expresada en función del poder calorífico inferior del combustible.

**Emisión:** Es la descarga directa o indirecta a la atmósfera de gases o partículas por una chimenea, ducto o punto de descarga.

**Establecimiento:** Recintos o locales vinculados a un mismo proceso productivo en el que se realiza una o varias actividades económicas, que producen una transformación de la materia prima o materiales empleados; o que no produciendo una transformación en su esencia, dan origen a nuevos productos; y que en este proceso originan emisiones, residuos y/o transferencias de contaminantes; así como cualesquiera otras actividades directamente relacionadas con aquellas, realizadas o no en el mismo emplazamiento y que puedan tener repercusiones sobre la generación de emisiones, residuos y/o transferencias de contaminantes.

**Establecimientos Educativos:** comprende aquellos jardines infantiles, establecimientos de educación pre escolar, básica, media, técnica y superior.

**Fuente:** Es toda actividad, proceso, operación o dispositivo móvil o estacionario que independiente de su campo de aplicación, produzca o pueda producir emisiones.

**Fuente estacionaria:** Es toda fuente diseñada para operar en un lugar fijo, cuyas emisiones se descargan a través de un ducto o chimenea. Se incluyen aquellas montadas sobre vehículos transportables para facilitar su desplazamiento.

**Hornos:** Equipo de proceso que usando calor confinado en un espacio cerrado puede operar a temperaturas superiores a la ambiental, que no correspondan a calderas, grupos electrógenos ni hornos panificadores.

**Hornos panificadores:** Son aquellos hornos que se utilizan para la elaboración de pan, con un fin comercial.

**Leña:** Porción de madera en bruto tales como troncos, ramas y otras partes de árboles o arbustos, utilizada como combustible sólido. Las características técnicas serán aquellas señaladas en la Norma Técnica NCh-ISO17225/1:2017 Biocombustibles sólidos - Especificaciones y clases de combustibles - Parte 1: Requisitos generales. 000020

**Leña seca:** aquella que tiene un contenido de humedad menor al 25% medida en base seca, de acuerdo a lo estipulado en la Norma Chilena Oficial N°2907/2005, o la que la reemplace.

**Metro cúbico estéreo:** volumen de leña apilada circunscrita a un cubo de 1 metro de largo, 1 metro de alto y 1 metro de ancho, que incluye los espacios de aire entre los trozos de leña.

**NCh851:** se refiere a la Norma Chilena 851:2008 ISO 8990:1994, Aislación térmica - Determinación de propiedades de transmisión térmica en estado estacionario y propiedades relacionadas - Cámara térmica calibrada y de guarda. Fue declarada Oficial por Decreto Exento N°823 de fecha 05 de diciembre de 2008, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial del 16 de diciembre de 2008.

**NCh853:** se refiere a la Norma Chilena 853:2007, Acondicionamiento térmico - Envolvente térmica de edificios - Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas. Fue declarada Oficial por Decreto N° 44 de fecha 25 de enero de 2008, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial del 25 de febrero de 2008.

**NCh1973:** se refiere a la Norma Chilena 1973:2014 Comportamiento higrotérmico de elementos y componentes de construcción - Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial - Métodos de cálculo. Fue declarada oficial mediante Decreto Exento N° 257, del 16 de noviembre del 2015, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicada en el Diario Oficial el 19 de noviembre del 2015.

**NCh2907:** se refiere a la Norma Chilena 2907:2005, sobre Combustible sólido - Leña - Requisitos. Fue declarada oficial por Resolución Exenta N° 569, de fecha 13 de septiembre de 2005, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicada en el Diario Oficial el 23 de septiembre de 2005.

**NCh2965:** se refiere a la Norma Chilena 2965:2005, sobre, Combustible sólido - Leña - Muestreos e Inspección, que permite verificar que un lote de leña cumple con los requisitos establecidos en NCh2907. Fue declarada oficial por Resolución Exenta N° 569, de fecha 13 de septiembre de 2005, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicada en el Diario Oficial el 23 de septiembre de 2005.

**NCh3076 parte 1 y 2:** se refiere a la Norma Chilena 3076/1:2008 ISO 12567-1:2002 Comportamiento térmico de puertas y ventanas - Determinación de la transmitancia térmica por el método de la

cámara térmica - Parte 1: Puertas y ventanas; y a la Norma Chilena 3076/2:2008 ISO12567-2:2005 Comportamiento térmico de puertas y ventanas - Determinación de la transmitancia térmica por el método de la cámara térmica - Parte 2: Ventanas de techumbres y otras ventanas sobresalientes. Ambas fueron declaradas Oficiales por Decreto Exento N°845 de fecha 22 de diciembre de 2008, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial del 29 de diciembre de 2008.

**NCh3117:** se refiere a la Norma Chilena 3117:2008 Comportamiento térmico de edificios - Transmisión de calor por el terreno - Métodos de cálculo. Fue declarada Oficial por Decreto Exento N°845 de fecha 22 de diciembre de 2008, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial del 29 de diciembre de 2008.

**NCh3137 parte 1 y 2:** se refiere a la Norma Chilena 3137/1:2008 ISO 10077-1:2006 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y contraventanas - Cálculo de transmitancia térmica - Parte 1: Generalidades; y a la NCh3137/2:2008 ISO 10077-2:2003 Comportamiento térmico de ventanas, puertas y contraventanas - Cálculo de transmitancia térmica - Parte 2: Método numérico para marcos. Ambas fueron declaradas Oficiales por Decreto Exento N°845 de fecha 22 de diciembre de 2008, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial del 29 de diciembre de 2008.

**NCh3246:** se refiere a la Norma Chilena 3246:2011 Biocombustibles sólidos - Especificaciones y clases, que permite clasificar y especificar los biocombustibles sólidos en base a la forma de comercialización y sus propiedades. Fue declarada oficial por Resolución Exenta N° 227, de fecha 30 de mayo de 2013, del Ministerio de Energía, publicada en el Diario Oficial el 2 de agosto de 2013.

**NCh3295:** se refiere a la Norma Chilena 3295:2013 Aislación térmica - Determinación de la permeabilidad del aire en edificios - Método de presurización por medio del ventilador.

**NCh3296:** se refiere a la Norma Chilena 3296:2013 Puertas y ventanas - Permeabilidad al aire - Clasificación.

**NCh3297:** se refiere a la Norma Chilena 3297:2013 Puertas y ventanas - Permeabilidad al aire- Método de Ensayo.

**NCh3308:** se refiere a la Norma Chilena 3308:2013, Ventilación - Calidad aceptable de aire interior - Requisitos.

**NCh3309:** se refiere a la Norma Chilena 3309:2014, Ventilación - Calidad de aire interior aceptable en edificios residenciales de baja altura - Requisitos.

**Pellet de madera o pellet:** Combustible sólido, generalmente de forma cilíndrica, fabricado a partir de madera pulverizada sin tratar, extraída del conjunto del árbol y aglomerada con o sin

ayuda de ligantes. Las características técnicas serán aquellas señaladas en la Norma Técnica NCh-ISO17225/1:2017 Biocombustibles sólidos - Especificaciones y clases de combustibles - Parte 1: Requisitos generales.

**Potencia térmica nominal:** corresponde a la potencia térmica calculada sobre la base de información del consumo nominal de combustible, determinado por las especificaciones técnicas del diseño o ingeniería desarrollada por el fabricante y/o constructor, y el poder calorífico superior del combustible utilizado, determinado según los valores publicados en el Balance de Energía Anual elaborado por el Ministerio de Energía.

**Quemas controladas:** acción de usar el fuego para eliminar vegetación en forma dirigida, circunscrita o limitada a un área previamente determinada, conforme a metodologías o procedimientos preestablecidos, con el fin de mantener el fuego bajo control.

**Rastrojos:** desechos vegetales que quedan en el terreno después de efectuada la cosecha o poda en el ámbito silvoagropecuario.

**Salamandra:** calefactor de cámara simple y de fierro fundido.

**Sistema de Calefacción:** sistema compuesto por uno o más equipos (y sus conexiones), destinado para la calefacción en el espacio en que se instalan sus componentes y su alrededor, generando calor a través de diferentes energéticos, entre ellos, electricidad, gas y parafina.

**Transmitancia térmica (U):** es la cantidad de calor que atraviesa, en la unidad de tiempo, una unidad de superficie de un elemento constructivo cuando entre dichas caras hay una diferencia de temperatura de 1 grado entre el interior y el exterior. Se expresa en  $[W/(m^2K)]$ .

**Valor R100:** corresponde a la resistencia térmica del material aislante térmico multiplicada por 100. Se expresa en  $[(m^2K)/W] \times 100$ . La resistencia térmica del material aislante térmico corresponde al espesor del material (medido en metros) dividido por su conductividad térmica (medida en  $[W/(m^{\circ}K)]$ ).

**Viruta:** Viruta: Hojuelas de madera que se obtienen como subproducto del cepillado de madera. Las características técnicas serán aquellas señaladas en la Norma Técnica NCh-ISO17225/1:2017 Biocombustibles sólidos - Especificaciones y clases de combustibles - Parte 1: Requisitos generales.

**Vivienda nueva:** toda vivienda cuya solicitud de permiso de edificación o de anteproyecto haya sido ingresada con posterioridad al 28 de marzo del 2016.

**Xilohigrómetro:** instrumento portátil que permite determinar el contenido de humedad en la madera mediante resistencia eléctrica.

**2.1 Regulaciones y otras medidas referidas al uso y mejoramiento de la calidad de la leña**

**Artículo 4.** La Secretaría Regional Ministerial (SEREMI) de Medio Ambiente de la Región de Aysén, se coordinará con la Municipalidad de Coyhaique para que ésta elabore una Ordenanza Municipal, que entre en vigencia a contar del 1° de enero de 2019. Esta Ordenanza incorporará aspectos relativos a formalización de la venta de leña, registro de comerciantes de leña, obtención de patente comercial, venta de leña ambulante o directamente en vehículos y el procesamiento de la leña (trozamiento o picaduría).

Dicha Ordenanza será fiscalizada por funcionarios Municipales y por fiscalizadores de otros organismos sectoriales con competencia en la materia de acuerdo a los convenios que se suscriban.

**Artículo 5.** A partir del 1° de enero del año 2019, toda la leña que sea comercializada en la zona sujeta al Plan deberá cumplir los requerimientos técnicos de la Norma NCh 2907, de acuerdo a la especificación de "leña seca", establecida en la tabla 1 de dicha norma. Para la fiscalización de la comercialización de leña se utilizará la metodología establecida en la Norma NCh2965.

Los comerciantes de leña deberán contar con un xilohigrómetro que permita verificar el cumplimiento de lo dispuesto en el inciso anterior, para ser utilizado a requerimiento del cliente. Dicho equipo deberá contar con electrodos que permitan medir a una profundidad de al menos 20 mm para asegurar que se establezca el contenido de humedad interior de la leña.

La fiscalización de esta medida estará a cargo de la Superintendencia del Medio Ambiente.

**Artículo 6.** A partir de la publicación en el Diario Oficial de presente Decreto, la SEREMI de Energía de la Región de Aysén, en conjunto con el Comité Interministerial de Leña Regional, podrán coordinar todas las acciones necesarias con los organismos sectoriales pertinentes, para aumentar en forma gradual la oferta de leña seca en la zona sujeta al Plan. Para ello contará con un plazo de 6 meses contados desde la entrada en vigencia del Plan para:

- i. Crear un catastro de comerciantes de leña que realice la actividad dentro de la zona sujeta al Plan, el cual será difundido a la ciudadanía con información relevante para el consumidor, como porcentaje de humedad, indicadores de energía calórica y precios. La referida información será actualizada cada 3 meses.

Cuantificar anualmente la oferta de leña seca disponible, que deberá ser reportada al 31 de marzo de cada año. Los servicios

públicos que elaboren e implementen programas asociados al fomento de leña seca, deberán informar en diciembre de cada año a la SEREMI de Energía de la región de Aysén sobre la naturaleza de los mismos y los medios de verificación que han incorporado para darles seguimiento y trazabilidad. 000828

Una vez dictada la Ordenanza Municipal a que hace referencia el artículo 4, la SEREMI de Energía de la región de Aysén deberá coordinarse con la Municipalidad de Coyhaique para obtener información relevante del comercio de leña en la zona sujeta al Plan.

**Artículo 7.** En un plazo de 6 meses desde la publicación en el Diario Oficial del presente Plan, las SEREMIs de Energía y de Medio Ambiente de la región de Aysén se podrán coordinar con la Corporación de Fomento de la Producción, en adelante CORFO, y con el Servicio de Cooperación Técnica, en adelante SERCOTEC, en el marco de sus atribuciones, competencias y disponibilidad presupuestaria, para que diseñen e implementen programas de fomento productivo dirigidos a comerciantes y productores de leña seca u otros combustibles o energéticos destinados para calefacción residencial que se ubiquen en las comunas de Coyhaique, Aysén y Río Ibáñez.

**Artículo 8.** A partir de la entrada en vigencia del presente Plan, la SEREMI de Energía de la Región de Aysén ejecutará el Programa denominado "Más Leña Seca" en la Región de Aysén, con el fin de aumentar la oferta de leña seca disponible en la región. Este programa contemplará el financiamiento a productores y comerciantes de leña para la construcción y habilitación de infraestructura o la adquisición de maquinaria para el procesamiento de leña, que generará un incremento de capacidad teórica de secado que, en conjunto, dentro de la vigencia del Plan deberán sumar 100.000 m<sup>3</sup> st./anuales.

Asimismo, la SEREMI de Energía de la Región de Aysén se coordinará con el Gobierno Regional para obtener fondos para los siguientes llamados a postulación de proyectos al Programa de Eficiencia Energética Más Leña Seca.

Para efectos del referido programa, la SEREMI de Energía contabilizará los proyectos financiados con recursos propios del Ministerio de Energía, o con los recursos que provea el Gobierno Regional.

## **2.2 Regulación referida al uso y mejoramiento de la calidad de los artefactos**

**Artículo 9.** Se prohíbe en viviendas dentro de la zona sujeta al Plan:

- i. a) A partir de la entrada en vigencia del presente Plan, la utilización de chimeneas de hogar abierto y la quema en los calefactores y cocinas a leña de combustibles como carbón mineral, maderas impregnadas, residuos o cualquier elemento distinto a la leña, briquetas o pellets de madera.
- ii.
- iii. b) A partir del 1 de enero de 2019, el uso de calefactores a leña del tipo hechizo, salamandras y calefactor de cámara simple en la zona sujeta al Plan.

La fiscalización de esta medida, corresponderá a la SEREMI de Salud de la región de Aysén, conforme a sus atribuciones.

**Artículo 10.** A partir del 1° de enero de 2021, se prohibirá el uso en la zona sujeta al Plan de todos los calefactores a leña que no cumplan con el D.S. N°39 de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente, Norma de Emisión de material particulado para los artefactos que combustionen o puedan combustionar leña y pellets de madera, a excepción de aquellos artefactos que hubieren sido recambiados por el Programa de Recambio de Calefactores del Ministerio de Medio Ambiente. La fiscalización de esta medida, corresponderá a la SEREMI de Salud de la región de Aysén, conforme a sus atribuciones.

**Artículo 11.** Durante la vigencia del presente Plan, la SEREMI del Medio Ambiente de la región de Aysén, con financiamiento sectorial o Fondo Nacional de Desarrollo Regional, en adelante FNDR, ejecutará anualmente un programa de Calefacción Sustentable que tendrá como objetivo recambiar artefactos a leña por sistemas de calefacción de bajas emisiones.

Los requisitos específicos de los sistemas de calefacción y tipo de combustible serán establecidos anualmente por el Ministerio del Medio Ambiente.

El programa contemplará un recambio de al menos 15.000 calefactores y/o cocinas a leña en la zona sujeta al Plan, en un plazo de 10 años. Al menos 8.000 recambios serán por sistemas de calefacción que utilicen un combustible distinto a la leña incluyendo aquellos que utilicen electricidad.

**Artículo 12.** Durante la vigencia del presente Plan, CORFO pondrá a disposición de los interesados:

- a) Instrumentos de innovación, emprendimiento y competitividad para financiar prototipos y proyectos que mejoren las condiciones de la oferta actual en dendroenergía y nuevas fuentes energéticas menos contaminantes.
- b) Programa de Garantías para créditos de inversión y escalamiento, el cual tendrá como objetivo apoyar a las empresas regionales, en el cumplimiento normativo.

**Artículo 13.** En un plazo de 9 años de entrada en vigencia del presente Plan, la SEREMI de Medio Ambiente de la región de Aysén diseñará y ejecutará un proyecto piloto de calefacción distrital dentro del radio urbano de la zona sujeta al Plan y al financiamiento del FNDR o fondos sectoriales.

000831

### **2.3 Regulación referida al mejoramiento de la eficiencia térmica de la vivienda**

**Artículo 14.** Desde la publicación del presente Plan en el Diario Oficial, el Servicio de Vivienda y Urbanización de la región de Aysén, en adelante SERVIU, realizará en la zona sujeta al Plan el proceso de calificación energética de viviendas sociales nuevas, para un porcentaje mínimo anual del 30% de las viviendas sociales construidas al año en la zona sujeta al Plan, a partir del décimo año de vigencia.

**Artículo 15.** El Ministerio de Vivienda y Urbanismo dentro del período de vigencia del plan, podrá elaborar un proyecto piloto de viviendas sociales de baja o nula demanda térmica en la zona sujeta al Plan, en base al estudio encargado por el Ministerio del Medio Ambiente.

**Artículo 16.** El Ministerio de Vivienda y Urbanismo solicitará los recursos necesarios para financiar al menos 7.000 subsidios de Acondicionamiento Térmico para las viviendas existentes en la zona sujeta al Plan, conforme al D.S. N°255, de 2006, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que reglamenta Programa de Protección al Patrimonio Familiar o el que lo reemplace. Para su implementación se desarrollarán llamados en la zona sujeta al Plan que indicarán los requisitos de postulación. Para efectos de lo anterior, la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo de la región de Aysén, solicitará financiamiento a través del Programa Especial de Desarrollo de Zonas Extremas (PEDZE), u otras fuentes.

**Artículo 17.** A partir de la publicación del presente Plan en el Diario Oficial, y en caso de que la vivienda que postule al subsidio de Acondicionamiento Térmico, cuente con ampliaciones no regularizadas, el monto del subsidio podrá ser complementado con un monto adicional que permita financiar total o parcialmente, tanto las obras necesarias como las gestiones administrativas para regularizar dichas construcciones. Cuando sea necesario ejecutar obras, para dar cumplimiento a la normativa exigida para el procedimiento de regularización, éstas deberán realizarse como parte del proyecto de acondicionamiento térmico, y así, una vez terminadas éstas, solicitar y obtener la respectiva regularización ante la Dirección de Obras Municipales correspondiente.

**Artículo 18.** A contar de la publicación del presente Plan en el Diario Oficial, las viviendas a las cuales se les entregue el subsidio de Acondicionamiento Térmico, referido en el artículo 16, deberán, dar cumplimiento a los siguientes estándares:

## 1. Estándar térmico de elementos de la envolvente térmica:

Tabla 8. Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica

Elemento	Estándar	Valor
Techo	Valor U [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,25
Muro		0,35
Piso ventilado		0,32
Ventana		3,60
Puerta		1,70

Para efectos de cumplir estos estándares, se podrá optar por alguna de las siguientes alternativas:

- a) Mediante la especificación y colocación de un material aislante térmico, incorporado o adosado al complejo de techumbre, al complejo de muro o al complejo de piso ventilado, cuyo R100 mínimo rotulado cumpla con los valores establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 9. Valor R100 para elementos de techo, muro y piso ventilado.

Elemento	Estándar	Valor
Techo	Valor R100 [(m <sup>2</sup> K) /W]x100	400
Muro		286
Piso ventilado		313

- b) Mediante un Certificado de Ensayo en base a la norma NCh 851 y NCh 3076 parte 1 y 2, según corresponda, otorgado por un laboratorio con inscripción vigente en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, demostrando el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica total de la solución del complejo de techumbre, muro, piso ventilado, ventanas y puertas.
- c) Mediante cálculo, el que deberá ser realizado de acuerdo a lo señalado en la norma NCh 853, NCh 3117 y NCh 3137 parte 1 y 2, según corresponda, demostrando el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica total de la solución del complejo de techumbre, muro, piso ventilado, ventanas y puertas. Dicho cálculo deberá ser efectuado por un profesional competente.
- d) Mediante una solución constructiva específica para el complejo de techumbre, muro y piso ventilado que corresponda a alguna de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico, confeccionado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Corresponderá al profesional competente o al Prestador de Servicio de Asistencia Técnica (PSAT), si lo hubiere, informar la