

REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
AEG/CTC

APRUEBA ANTEPROYECTO DE PLAN DE
DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PARA
LA MACROZONA CENTRO-NORTE DE LA
REGIÓN DE LOS LAGOS.

RESOLUCIÓN EXENTA N° **1473**

SANTIAGO, 28 DIC 2023

VISTOS: Lo establecido en la Constitución Política de la República de Chile, en sus artículos 19 N° 8 y 9, y 32 N° 6; lo dispuesto en la Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente; en el decreto supremo 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 decreto supremo N°12, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece la Norma Primaria de Calidad Ambiental para material particulado fino respirable MP_{2,5}; en el decreto supremo N°47 de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente que establece el Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Osorno; en el decreto supremo N°24, de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, publicado en el Diario Oficial el 29 de enero de 2021, donde se declaró zona saturada por Material Particulado MP_{2,5}, como concentración de 24 horas, a la comuna de San Pablo, de la región de Los Lagos y a la Macrozona centro-norte de la región de Los Lagos; en la resolución exenta N°147, de 3 de marzo de 2021, publicada en el Diario Oficial el 10 de marzo de 2021, que dio inicio al proceso de revisión y actualización del decreto supremo N°47, de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Osorno; en la resolución exenta N°148, de 3 de marzo de 2021, publicada en el Diario Oficial el 10 de marzo de 2021, que dio inicio al proceso de elaboración Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de San Pablo, de la región de Los Lagos y para la Macrozona centro-norte de la región de Los Lagos; en la resolución exenta N°1205, de 26 de octubre de 2021, del Ministerio del Medio Ambiente, que ordenó la acumulación de los procesos señalados en la resolución exenta N°147 y N°148 citados anteriormente y constituye el Comité Operativo; en la resolución exenta N°910 del 2 de agosto de 2022, del Ministerio del Medio Ambiente, que constituye el Comité Operativo Ampliado que participará en la elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica para la macrozona centro-norte de la región de Los Lagos; en las resoluciones exentas N°202, del 24 de febrero de 2022; N°1212, del 30 de septiembre de 2022; N°285, de 30 de marzo del 2023 y N°1019, del 26 de septiembre de 2023, todas del Ministerio del Medio Ambiente, que ampliaron, en forma sucesiva, el plazo para elaborar el anteproyecto del mencionado Plan, hasta el 30 de diciembre del año 2023; en la resolución exenta N°893, de 31 de agosto de 2023, de la Subsecretaría del Medio Ambiente, que Extiende medidas extraordinarias de visación de documentos del

Ministerio del Medio Ambiente - Subsecretaría del Medio Ambiente; y, en la Resolución N°7, de 2019, de la Contraloría General de la República, que fija normas sobre exención del trámite de toma de razón.

CONSIDERANDO

1. Que, mediante el decreto supremo N°12, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente, se estableció la Norma Primaria de Calidad Ambiental para material particulado fino respirable MP_{2,5}.

2. Que, mediante el decreto supremo N°24, de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, publicado en el Diario Oficial el 29 de enero de 2021, se declaró zona saturada por Material Particulado MP_{2,5}, como concentración de 24 horas, a la comuna de San Pablo, de la región de Los Lagos y a la Macrozona centro-norte de la región de Los Lagos.

3. Que, por resolución exenta N°147, de 3 de marzo de 2021, publicada en el Diario Oficial el 10 de marzo de 2021, se dio inicio al proceso de revisión y actualización del decreto supremo N°47, de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Osorno.

4. Que, por resolución exenta N°148, de 3 de marzo de 2021, publicada en el Diario Oficial el 10 de marzo de 2021, se dio inicio al proceso de elaboración Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de San Pablo, de la región de Los Lagos y para la Macrozona centro-norte de la región de Los Lagos.

5. Que, mediante resolución exenta N°1205, de 26 de octubre de 2021, del Ministerio del Medio Ambiente, se acumuló el proceso de revisión y actualización del Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Osorno, iniciado mediante resolución exenta N°147, del 03 de marzo de 2021, del Ministerio del Medio Ambiente, al proceso de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de San Pablo, de la Región de Los Lagos y para la Macrozona centro-norte de la Región de Los Lagos, iniciado mediante resolución exenta N°148, del 03 de marzo de 2021, del Ministerio del Medio Ambiente.

6. Que por resoluciones exentas N°202, del 24 de febrero de 2022; N°1212, del 30 de septiembre de 2022; N°285, de 30 de marzo del 2023 y N°1019, del 26 de septiembre de 2023, todas del Ministerio del Medio Ambiente, se amplió, sucesivamente, el plazo para elaborar el anteproyecto del mencionado Plan, hasta el 30 de diciembre del año 2023.

7. 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.

8. Que, el Plan considera para la fuente residencial, cuatro medidas estructurales: 1) el acondicionamiento térmico de viviendas, el cual tiene por objetivo disminuir el requerimiento energético a nivel residencial; 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 y las intradomiciliarias; 3) el mejoramiento de la calidad de la leña y diversificación de la matriz energética para la calefacción; y 4) la educación y sensibilización de la población en torno a esta problemática. La implementación de estos ejes estructurales propone una visión integral del problema considerando la economía local en torno a la leña, el arraigo cultural del uso de calefacción tradicional y el problema social asociado a los costos de la calefacción.

9. Que, la implementación de estos ejes estructurales propone una visión integral del problema considerando la economía local en torno a la leña, el arraigo cultural del uso de calefacción tradicional y el problema social asociado a los costos de la calefacción.

10. Que el artículo 10 del Reglamento para la dictación de Planes de Prevención y Descontaminación, establece que elaborado el anteproyecto del Plan, el Ministro dictará la resolución que lo apruebe y someterá a consulta pública.

RESUELVO:

1.- Apruébase el Anteproyecto del Plan de Descontaminación Atmosférica para la Macrozona centro-norte de la región de Los Lagos que es del siguiente tenor:

ANTEPROYECTO DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PARA LA MACROZONA CENTRO-NORTE DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES GENERALES

Artículo 1.- El presente Plan de Descontaminación Atmosférica, en adelante el "Plan", regirá en la macrozona centro-norte de la región de Los Lagos, que comprende las comunas de San Pablo, Osorno, Frutillar, Llanquihue, y parte de las comunas de Río Negro, Purranque, Puerto Octay, Puerto Varas y Puerto Montt; tiene por objetivo, dar cumplimiento a la norma primaria de calidad ambiental para material particulado respirable fino MP_{2,5}; y para la comuna de Osorno además, dar cumplimiento a la norma primaria de calidad ambiental para material particulado MP₁₀, en un plazo de 10 años.

En las ciudades del sur del país, dado que la principal fuente emisora es la calefacción residencial que en su mayoría es realizada con leña húmeda, la estrategia está enfocada en promover una calefacción sustentable. En cada uno de los planes desarrollados por el Ministerio del Medio Ambiente se incluyen medidas que tienen por objetivo diversificar la matriz energética de la calefacción domiciliaria, comercial y pública.

Por otro lado, a las emisiones producto de la calefacción domiciliaria por combustión de leña, se agrega la contribución, en menor medida, de otras actividades económicas o fuentes, tales como industrias, transporte y quemas. Estos sectores contribuyen con emisiones de material particulado que aumentan el riesgo de efectos adversos sobre la salud de la población. Asimismo, la emisión de gases, provenientes de estas fuentes son precursoras en la formación de $MP_{2,5}$ secundario. Por lo tanto, es necesario regular también estos sectores, con el fin de contribuir a una mejora en la calidad del aire.

Es importante señalar, que el material particulado fino ($MP_{2,5}$) puede ser emitido directamente al aire, lo que se conoce como material particulado fino primario, o puede formarse por reacciones químicas entre contaminantes gaseosos precursores de material particulado, tales como SO_2 y NO_x principalmente, que se conoce como material particulado fino secundario. El material particulado fino secundario se forma tanto por la condensación de gases enfriados después de su emisión, que se añaden a partículas ya existentes y se van combinando entre sí para formar conglomerados de mayor tamaño, como también mediante la formación de gotas de nubes o neblina, a las cuales los gases condensados sirven de núcleos.

De acuerdo a lo anterior, con el fin de prevenir la formación de material particulado fino secundario en la zona saturada, el presente instrumento de gestión ambiental también considera el control de las emisiones de SO_2 , desde fuentes industriales como calderas y procesos, y el control de emisiones de NO_x a través de la regulación al sector transportes. Según los antecedentes disponibles, actualmente en la zona saturada existen calderas y procesos que utilizan combustibles sólidos o líquidos con altos contenidos de azufre, los cuales emiten cantidades significativas de SO_2 al aire.

Finalmente, los planes de descontaminación buscan resguardar la salud de la población disminuyendo enfermedades y generando una disminución de gastos en salud, lo que determina la gran relevancia de su aplicación.

Artículo 2.- Los antecedentes que fundamentan el presente Plan de Descontaminación Atmosférica, se indican a continuación:

1.1 Antecedentes Normativos

La comuna de Osorno se encuentra desde el año 2012 declarada como

zona saturada por material particulado respirable MP_{10} , como concentración diaria y anual, y por material particulado fino respirable $MP_{2,5}$, como concentración diaria y anual, tal como lo dispuso el Decreto Supremo N°27 de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente. Dada esta condición, se elaboró un Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Osorno, en adelante indistintamente PDAO, el cual fue establecido a través del Decreto Supremo N°47, de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, encontrándose vigente y en aplicación desde su publicación en el Diario Oficial el día 28 de marzo de 2016.

El artículo 84 de dicho Plan de Descontaminación Atmosférica estableció un plazo de 5 años para la revisión y actualización del mismo, contado desde su publicación en el Diario Oficial. Por tal razón, mediante resolución exenta N°147, del 03 de marzo de 2021, del Ministerio del Medio Ambiente, se dio inicio al proceso de revisión y actualización del Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Osorno.

En virtud de la Norma primaria de calidad del aire para el Material Particulado Fino - $MP_{2,5}$, y dado los antecedentes recabados durante los meses de otoño e invierno en las comunas de San Pablo, Río Negro, Purránque, Puerto Octay, Frutillar, Llanquihue, Puerto Varas y Puerto Montt respecto al incumplimiento de dicha normativa, estas comunas fueron declaradas como zona saturada por material particulado fino respirable $MP_{2,5}$ como concentración diaria, a través del Decreto Supremo N°24, del 25 de septiembre de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, publicado en el Diario Oficial el día 29 de enero de 2021.

De acuerdo a 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°148, de fecha 3 de marzo de 2021, que dio inicio a la elaboración del Anteproyecto del Plan de Descontaminación Atmosférica por $MP_{2,5}$ para la comuna de San Pablo y las comunas de la macrozona centro-norte de la región de Los Lagos.

Mediante resolución exenta N°1205, de fecha 26 de octubre de 2021, se acumuló el proceso de revisión y actualización del Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Osorno, iniciado mediante resolución exenta N°147, del 03 de marzo de 2021, del Ministerio del Medio Ambiente, al proceso de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de San Pablo, de la Región de Los Lagos y para la Macrozona centro-norte de la Región de Los Lagos, iniciado mediante resolución exenta N°148, del 03 de marzo de 2021, del Ministerio del Medio Ambiente, pasando a denominarse Plan de Descontaminación Atmosférica para la Macrozona centro-norte de la Región de Los Lagos.

1.2. Antecedentes y Descripción de la Zona Saturada

1.2.1 Descripción de la Zona Geográfica de la macrozona centro-norte de la región de Los Lagos.

A través del decreto supremo N°24 de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, se declaró zona saturada por material particulado respirable MP_{2,5} como concentración de 24 horas, a la comuna de San Pablo y a la macrozona centro-norte de la región de Los Lagos, que considera a las comunas de San Pablo, Río Negro, Purranque y Puerto Octay, todas de la Provincia de Osorno, y a la comuna de Frutillar, Llanquihue, Puerto Varas y Puerto Montt, de la Provincia de Llanquihue, cuyos límites geográficos fueron fijados por el Artículo único, literales a) y b) del Decreto señalado.

Todas estas comunas se encuentran en la macroforma de la depresión intermedia, ubicada entre la Cordillera de la Costa y la Cordillera de Los Andes y para su definición de área de saturación se emplearon antecedentes topográficos, demográficos, proyección de la expansión urbana y las condiciones meteorológicas que dan origen a los episodios de contaminación. Los que se profundizan en los siguientes apartados.

1.2.2 Antecedentes demográficos de la zona a la que aplica el Plan

Las nueve comunas que comprenden la zona saturada concentran el 65% de la población y el 62% de las viviendas de la región, de acuerdo al CENSO de población y vivienda del año 2017 y que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1. Distribución de población y vivienda para las comunas de la macrozona centro-norte (INE¹, 2017).

Provincia	Comuna	Población			Vivienda		
		total	urbana	rural	total	urbana	rural
Osorno	San Pablo	10.030	4.609	5.421	4.229	1.699	2.530
	Osorno	161.460	147.826	13.634	60.059	54.696	5.363
	Río Negro	14.085	6.984	7.101	5.662	2.633	3.029
	Purranque	20.369	14.403	5.966	7.857	5.118	2.739
	Puerto Octay	8.999	2.053	6.946	4.081	752	3.329
Llanquihue	Frutillar	18.428	12.952	5.476	7.885	5.240	2.645
	Llanquihue	17.591	14.222	3.369	6.123	4.715	1.408
	Puerto Varas	44.578	32.210	12.368	17.541	11.849	5.692
	Puerto Montt	245.902	220.143	25.759	93.172	81.379	11.793
	TOTAL	541.442	455.402	86.040	206.609	168.018	38.528

Fuente: Elaboración a partir de resultados del CENSO de Población y Vivienda del año 2017.

La región de Los Lagos cuenta con un total de 331.886 viviendas (INE, 2017), de las cuales el 69% se encuentran en el sector

¹ [https://regiones.ine.cl/los-lagos/estadisticas#Estad%C3%ADsticas de Poblaci%C3%B3n](https://regiones.ine.cl/los-lagos/estadisticas#Estad%C3%ADsticas%20de%20Poblaci%C3%B3n)

urbano. Este porcentaje aumenta a un 81% de viviendas urbanas, en las 9 comunas consideradas en la macrozona centro - norte. Respecto a la cantidad de población se presenta en una relación similar, pues la región cuenta con 828.708 habitantes, con un 73% de población urbana, mientras que, en la zona de interés, el 84% de los habitantes corresponde a población urbana.

La población de la zona saturada representa el 65% del total de la región y, según información del Censo 2017², el total de la población beneficiada por el Plan corresponde a 541.442 habitantes, 84,1% corresponde a población urbana y el 15,9% restante es rural.

Respecto al total de la población de la zona saturada, la comuna de Puerto Montt posee la mayor cantidad de habitantes (45%) y dentro de la zona de aplicación del Plan, se caracteriza por concentrar la mayor proporción de población urbana (89,5%). Las otras comunas que concentran mayor cantidad de población en la zona saturada corresponden a Osorno (30%) y Puerto Varas (8%). Las 6 comunas restantes, representan un 25%.

1.2.3 Antecedentes Meteorológicos

La Región de Los Lagos se extiende entre los paralelos 40°13' y el 44°3' de latitud Sur y entre las coordenadas 74°49' a 71°34' de Longitud W, abarcando desde el Océano Pacífico hasta la Cordillera de Los Andes. Respecto al relieve, las provincias de Osorno y Llanquihue se caracterizan por el predominio de la depresión intermedia, ubicada entre la Cordillera de la Costa y Cordillera de Los Andes.

Según la clasificación de Köppen el clima en la región es principalmente templado lluvioso (Cfb4), donde no se encuentra ningún mes seco, con totales mensuales (superiores) a 40 mm. Las temperaturas disminuyen con la latitud, presentando valores medios anuales sobre los 10°C, por lo que persisten características de clima templado. En la región existen numerosos lagos, los que ayudan a mantener la homogeneidad térmica y son fuentes de humedad, lo que también es una característica de este clima. Las precipitaciones se asocian al paso de sistemas frontales que cruzan la zona, los que a su vez producen abundante nubosidad y poca cantidad de días despejados.

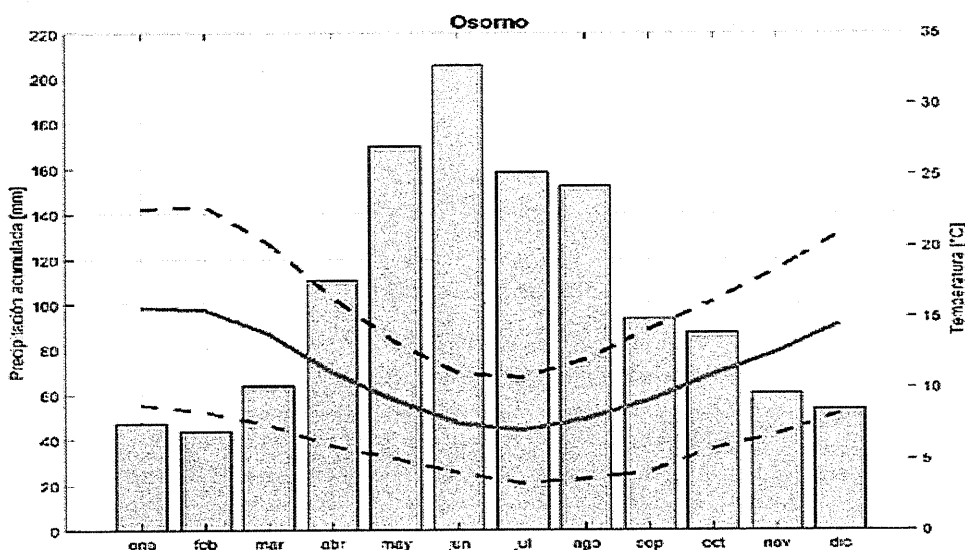
En los climogramas presentados para las estaciones de Osorno y Frutillar (ver gráfico 1), se observa una marcada estacionalidad tanto en las precipitaciones como en las temperaturas. Con sus mayores registros de precipitación acumulada mensual y menores temperaturas en los meses invernales. En Osorno, los mayores acumulados mensuales se registran en mayo, junio, julio y agosto, con montos entre los 150 y 200 mm aproximadamente. Entre noviembre y marzo, en cambio, sólo se registran entre 40 y 60 mm (ver panel a). En Frutillar el comportamiento de las precipitaciones es similar, aunque muestra una disminución hacia

² INE. Censo de Población y Vivienda Año 2017.

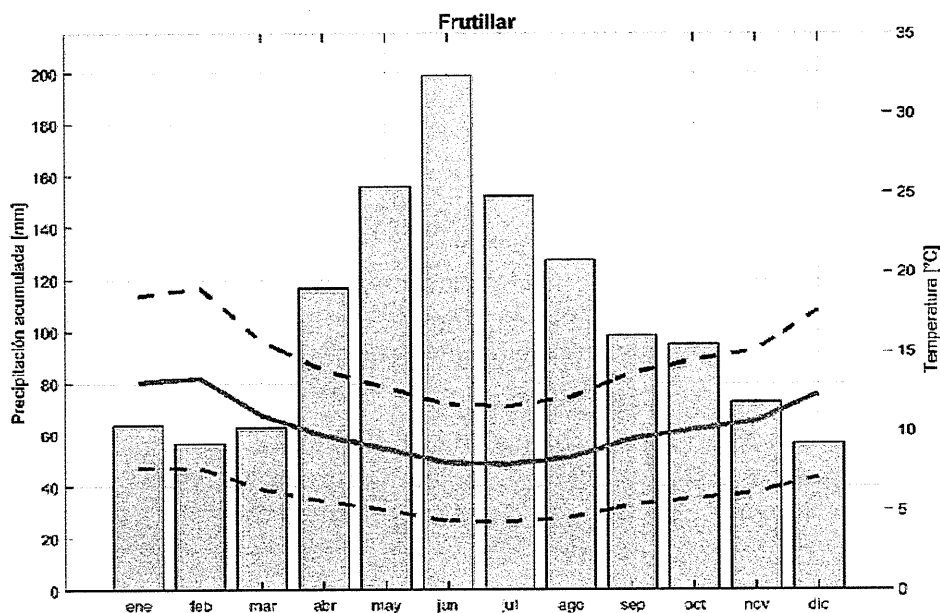
la primavera menos marcada que en Osorno. Con respecto a las temperaturas máximas, tanto en Osorno como en Frutillar (ver panel b), el máximo se presenta en febrero, con 23 y 19°C respectivamente, mientras que el mínimo se registra en julio con 11 y 12°C, respectivamente. Las mínimas más altas se presentan en enero para ambas estaciones, con un promedio de 9°C en Osorno y 6°C en Frutillar, mientras que las mínimas menores se registran en promedio en el mes de julio con 3°C en Osorno y 4°C en Frutillar.

Gráfico 1. Climograma para las comunas de Osorno y Frutillar (a y b).

a)



b)



Fuente: Dirección Meteorológica de Chile, informe N°231/21.

Climograma de estaciones Osorno Panel a) y Frutillar (Panel b). Se presentan los valores mensuales de precipitación acumulada media (barras), la temperatura media (línea continua intermedia), temperatura máxima media (línea discontinua superior) y la temperatura mínima media (línea discontinua inferior).

Datos sobre temperaturas desde estaciones meteorológicas en las distintas localidades con información disponible (2 a 3 años), muestran que las temperaturas mínimas promedio estacionales se

observan entre los 3,9° y 5,7°C en el invierno, mientras que en el periodo estival aumenta entre los 7,8° y 9,7°C, con poca oscilación anual. Las localidades de Río Negro y Purranque muestran valores medios levemente inferiores a los valores de Puerto Octay y Puerto Varas. Entre invierno y verano, la temperatura máxima promedio varía en torno a los 9,8°C en las estaciones de Río Negro y Purranque, y 9°C en Puerto Octay y Puerto Varas, alcanzado valores medios máximos de 21,7°C de Río Negro y Purranque y en torno a los 20°C en Puerto Octay y Puerto Varas. Cabe destacar, que la temperatura máxima presenta una mayor variación respecto a la temperatura mínima, que se mantiene con muy poca oscilación anual. Por su parte, la temperatura media no presenta marcadas diferencias entre las distintas ciudades (ver tabla 2).

Tabla 2: Temperaturas Estacionales de Río Negro, Purranque, Puerto Octay y Puerto Varas.

Estaciones del año	Río Negro			Purranque			Puerto Octay			Puerto Varas		
	Temperatura del aire [°C]			Temperatura del aire [°C]			Temperatura del aire [°C]			Temperatura del aire [°C]		
	min	media	máx	min	media	máx	min	media	máx	min	media	máx
Otoño	6,9	12,7	18,5	6,5	11,9	17,2	8,7	12,3	15,9	8,8	12,7	16,6
Invierno	4,4	7,8	11,1	3,9	7,4	10,8	5,1	7,8	10,5	5,7	8,6	11,5
Primavera	5,1	11,3	17,5	4,9	10,4	15,8	6,7	10,8	14,8	6,6	10,8	14,9
Verano	8,5	15,9	21,7	7,8	14,8	21,7	10,2	14,8	19,5	9,7	15,1	20,4

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile, informe N°231/21.

Respecto a la información pluviométrica disponible, se observa una distribución anual similar entre las localidades observadas, con la mayor concentración media en los meses del periodo invierno con valores sobre los 200 mm en San Pablo y Río Negro en contraste con valores medios de 28,4 y 26,9 mm, respectivamente en periodo estival (ver tabla 3).

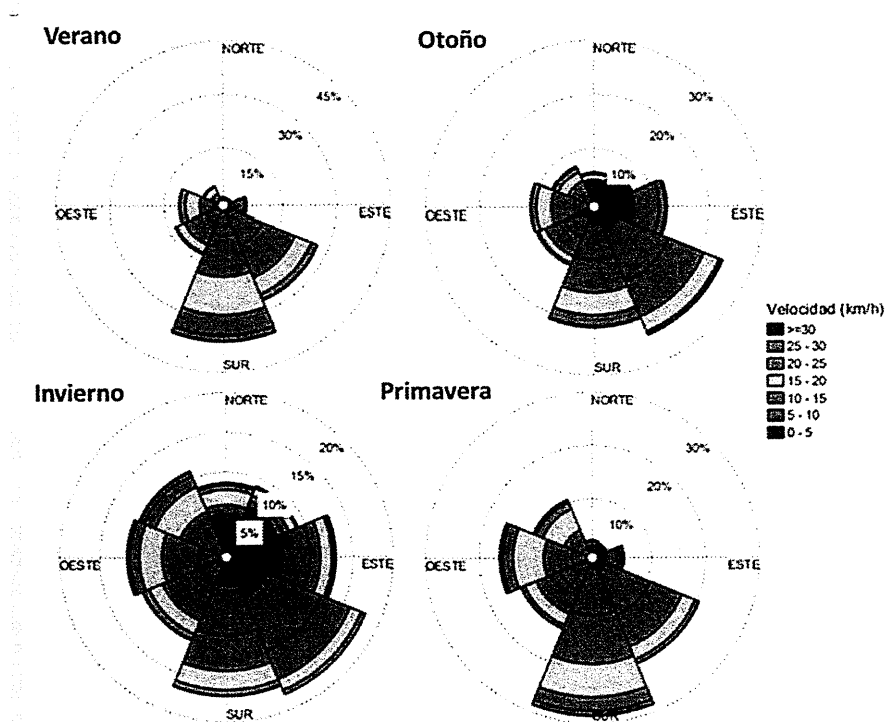
Tabla 3. Valores promedio de precipitación [mm], por estación del año

Estaciones del año	San Pablo	Río Negro	Purranque	Pto. Octay
Otoño	71,1	73,4	66,5	90,2
Invierno	205,9	204,7	125,5	170,3
Primavera	50,8	46,7	52,9	70,7
Verano	28,4	26,9	29,7	47,8

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile, informe N°231/21.

Respecto a la dirección y velocidad del viento, el análisis sobre la estación Osorno muestra que, durante el periodo de primavera y verano, el viento predominante es del Sur-Sureste (S-SE) con una frecuencia del 50 y 63% e intensidades máximas sobre los 25 y 30 km/hr (6,9 y 8 m/s). Esta última observada con componentes Oeste-Noroeste (O-NO). En otoño e invierno, la componente S-SE continúa predominando, aunque esta vez su frecuencia se reduce a un 43% y 34% respectivamente, con velocidades del viento inferiores a 15 km/h. En invierno un 20% de la frecuencia del viento presenta una componente del O-NO, registrando las mayores intensidades, que en algunos casos supera los 30 km/hr (~8 m/s). Lo anterior en asociación a situaciones de inestabilidad atmosférica (ver gráfico 2).

Gráfico 2. Frecuencia de dirección e intensidad del viento para Osorno. Periodo de observación climatológico (1981-2010)



Fuente: Dirección Meteorológica de Chile, informe N°231/21.

La información de referencia para las estaciones de las localidades de La Pampa-Purranque, Puerto Octay y Puerto Varas muestran que durante el verano se registra una marcada componente del Sur, con una frecuencia promedio del 50%, con excepción de Río Negro, donde el predominio Este-Noreste (E-NE) es mayor al 60%. En otoño, en La Pampa-Purranque y Puerto Octay, la componente Sur (S), aunque con menor frecuencia se mantiene y aparece marcada la componente del Este (E). En Puerto Varas predomina la componente S y Suroeste (SO), sumando ambas un 72%, mientras que en Río Negro predomina el viento del N-NE con un 70%. En invierno, La Pampa y Puerto Octay, son similares con marcada componente E-NE. Puerto Varas registra viento predominante del S, mientras que en Río Negro predomina del Norte (N). Hacia la primavera el viento S-SE toma protagonismo en las 3 localidades de más al sur, mientras que Río Negro se mantiene con viento N. En cuanto a las intensidades, en promedio no superaron los 15 km/h (~4 m/s) durante el año, con excepción de Puerto Varas que durante el invierno mantuvo vientos entre 15 y 20 km/hr (~4 y 5,5 m/s).

1.2.4 Condiciones meteorológicas que dan origen a episodios de contaminación

Estudios desarrollados en la ciudad de Osorno³ muestran que la mayor frecuencia de episodios de material particulado MP_{2,5} se presentan durante la estación fría, entre los meses de abril a

³ Ver Estudio de la Facultad de Ciencias del Mar y Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso 2015, Caracterización del Factor Meteorológico asociado a eventos de contaminación atmosférica en la Comuna de Osorno y propuesta de diseño de red monitoreo para seguimiento y potencial pronóstico meteorológico para calidad del aire.

septiembre. Los episodios de contaminación se asocian a condiciones meteorológicas de escala sinópticas que presentan mayor estabilidad atmosférica, donde un 63% del total de casos, se asocia con altas presiones frías, un 23% a condiciones prefrontales y un 11% corresponde al bajo predominio de alta presión subtropical (margen anticiclónico), el restante 3% corresponde a otras condiciones sinópticas menos frecuentes (vaguada costera, frontal a postfrontal y alta fría y banda frontal en altura). Los episodios de contaminación se asocian a días con temperaturas bajas que en el 92% de los casos evaluados fluctuó entre -4 y 8°C , y donde en general los máximos promedios horarios no superaron los 11°C durante el día. La disminución marcada de la temperatura se presentó en los días de episodio, desde las 18:00 horas, extendiéndose durante toda la madrugada y primeras horas de la mañana. Así mismo, las máximas concentraciones de $\text{MP}_{2,5}$ se relacionan con velocidades bajas o débiles del viento (condiciones desfavorables para el transporte de contaminantes), con valores promedios horarios inferiores menores a los $7,2$ km/hr (~ 2 m/s). Se observó además que a partir de las 18:00 horas la velocidad del viento comienza a disminuir considerablemente, presentando valores que no superan los $3,6$ km/hr (~ 1 m/s), lo que se extiende hasta la mañana siguiente, registrando un leve aumento desde las 10:00 horas. La dirección del viento en días con episodios críticos presentó mayor frecuencia de la componente S-SE, con un porcentaje del 19%, registrada entre las 09:00 y 16:00 horas (Hora Estándar Local). Entre un 8% y 10% de ocurrencia se presentaron las componentes Oeste - Suroeste (O-SO), Suroeste (SO) - Sur-Suroeste (SSO). la componente N registra el porcentaje más bajo de ocurrencia en los días de altas concentraciones por $\text{MP}_{2,5}$, con un 4%.

Las siguientes condiciones meteorológicas favorecen la ocurrencia de episodios de contaminación atmosférica por material particulado:

- a. Altas presiones frías en superficie.
- b. Una alta presión que se mueve hacia Argentina y de la cual se espera viento del este.
- c. Un frente en altura podría llevar a condiciones meteorológicas propicias para el incremento en la concentración de contaminantes (no hay incremento de temperatura, podría haber aire frío, disminución en la intensidad del viento y una inversión de temperatura cerca del suelo).
- d. Delante de un frente frío débil es posible encontrar condiciones estables.
- e. En inestabilidad postfrontal, al momento de que se produce una reducción de la cobertura nubosa, el descenso de temperatura del suelo puede tender a desarrollar una inversión de temperatura.

1.3 Descripción de la calidad del aire y antecedentes que fundamentan la condición de Zona Saturada por Material Particulado respirable.

La comuna de Osorno posee, actualmente, una estación de monitoreo, estación El Alba, con data de MP₁₀ a partir del año 2008 y para el caso del MP_{2,5} desde el año 2009 en adelante.

La declaración como zona saturada por MP₁₀ y MP_{2,5} de Osorno se fundó en los registros obtenidos mediante el monitoreo oficial y se definió como año base para el diseño del PDAO el año 2012.

Para la comuna de San Pablo y la macrozona centro-norte de la Región de Los Lagos, se cuenta con 3 estaciones de monitoreo, las estaciones Mirasol y Alerce, en la comuna de Puerto Montt, y la estación Puerto Varas, ubicada en la comuna del mismo nombre, con las que se constató la superación de la norma diaria de MP_{2,5} a partir del monitoreo desde el año 2016 en adelante.

1.3.1 Sobre la evolución y condiciones de la calidad del aire en la comuna de Osorno.

a) Resumen de la información histórica validada para MP₁₀

A continuación, se presenta un resumen de la información obtenida en la estación El Alba a partir de datos validados y analizados para evaluar el cumplimiento de la norma de MP₁₀.

Los datos presentados para la estación El Alba corresponden a datos generados desde el inicio de la implementación del PDAO en el año 2016.

Tabla 4. Evaluación de norma de MP₁₀ estación El Alba ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$).

Estación El Alba	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Total días sobre valor Norma ($>130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)*	31	17	21	21	14	16	27
P98 de datos promedio 24 hrs ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	251	194	210	198	171	181	200
Promedio anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	55	47	57	50	42	43	46
Promedio trianual ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	-	-	53	51	50	45	44

Fuente: Elaboración propia.

*Desde el año 2016 al 2021 se presentan los días sobre la norma considerando el umbral mayor a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$; desde el año 2022 con la actualización de la norma para MP₁₀ se presentan los datos considerando el nuevo umbral mayor a $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Respecto a la norma diaria de MP₁₀, las condiciones de superación que fueron declaradas en el decreto supremo N° 27 de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente. Al respecto, sobre el promedio anual, desde el año 2020 se está dando cumplimiento a la norma, no obstante, se mantiene sobrepasada la norma por el total de días en el año donde se supera el valor de $130 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, establecido en el decreto supremo N°12, de 2021, del Ministerio del Medio Ambiente.

b) Resumen de la información histórica validada para $MP_{2,5}$

A continuación, se presenta un resumen de la información obtenida en la estación El Alba, a partir de datos validados y analizados para evaluar cumplimiento de norma de $MP_{2,5}$.

Los datos presentados para cada estación corresponden a datos generados desde el inicio de la implementación del PDAO.

Tabla 5. Evaluación de norma de $MP_{2,5}$ estación El Alba ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Estación El Alba	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Total días sobre valor Norma ($>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	99	70	100	75	77	77	93
P98 de datos promedio 24 hrs ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	220	183	191	167	170	180	197
Promedio anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	46	36	43	33	34	36	39
Promedio trianual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	38	38	42	37	37	34	36

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la norma de $MP_{2,5}$, se observa que todos los percentiles 98 están por sobre el límite establecido en la norma de calidad respectiva, en todos los años monitoreados.

1.3.2. Ciclos anuales y diarios del $MP_{2,5}$ y MP_{10}

Ciclo anual: Tanto el $MP_{2,5}$ como el MP_{10} , presentan una marcada estacionalidad, en donde las mayores concentraciones se producen en meses de otoño e invierno, tal como se observa en el gráfico a continuación:

Gráfico 3. Promedios mensuales del material particulado MP_{10}

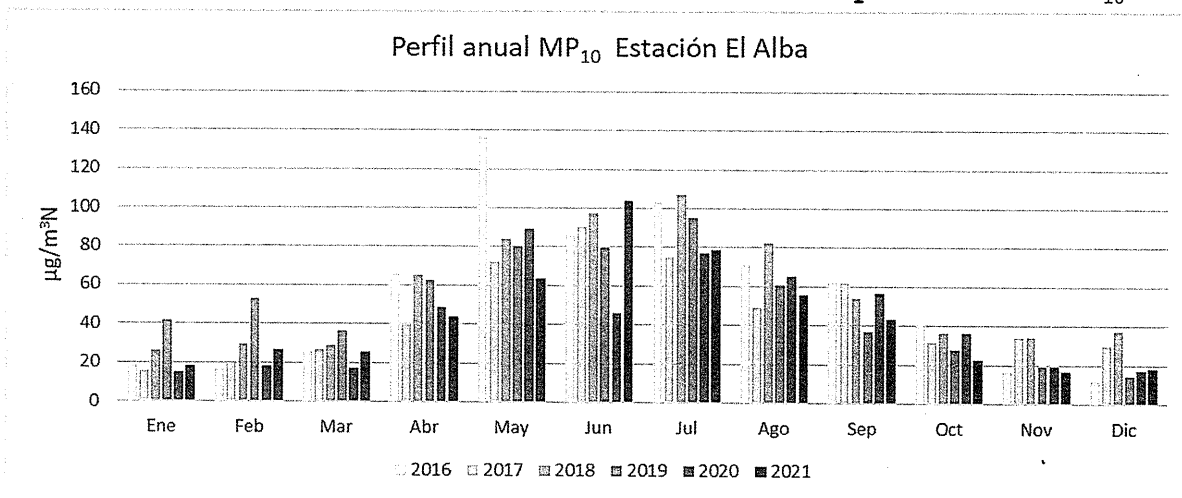
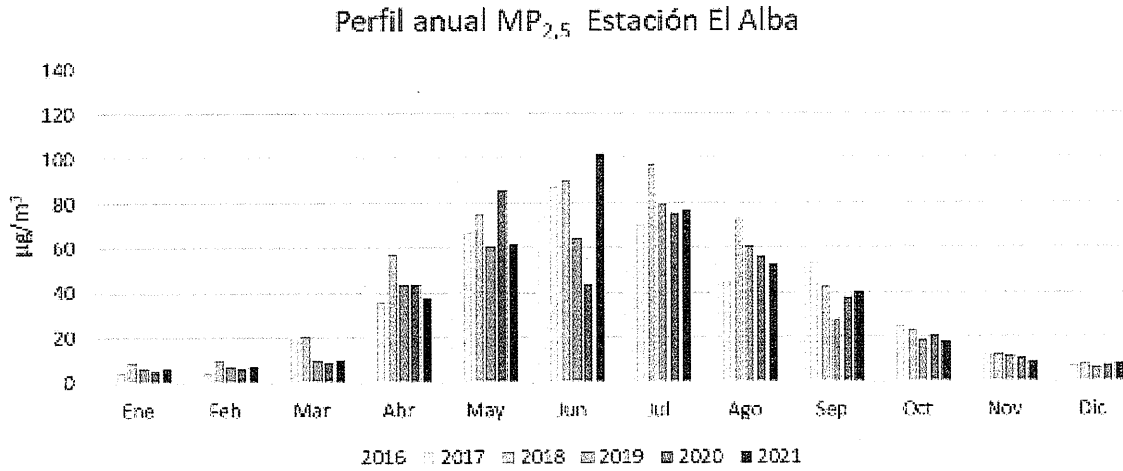
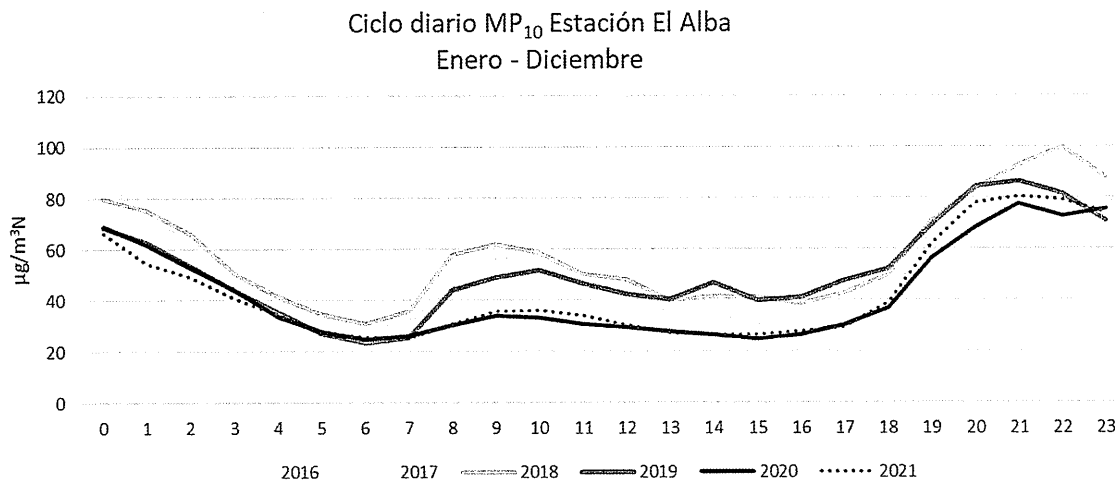


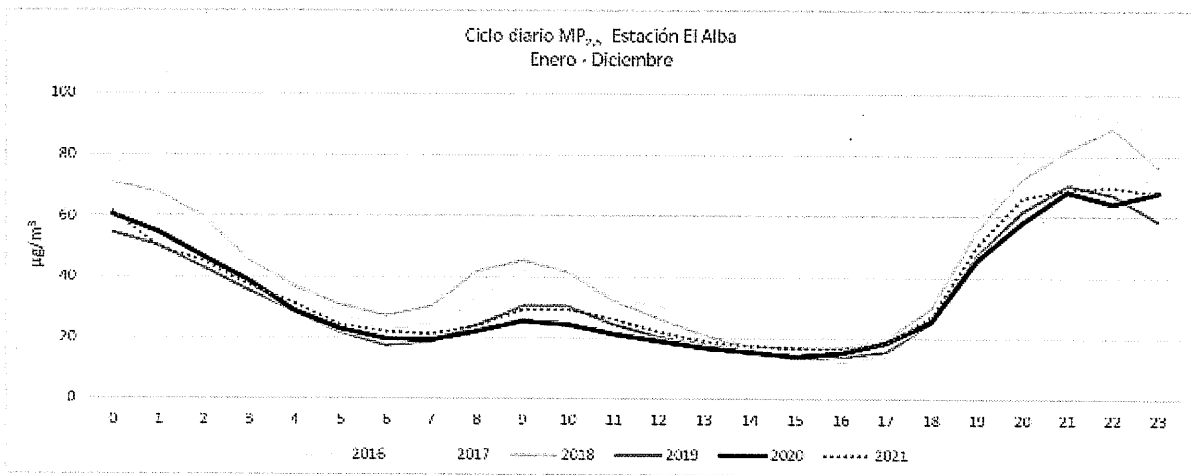
Gráfico 4. Promedios mensuales del material particulado $MP_{2,5}$ 

Fuente: Elaboración propia.

Esta estacionalidad se explica por dos condiciones, primero la presencia en otoño e invierno de condiciones meteorológicas que desfavorecen la dispersión de los contaminantes (mala ventilación, bajas temperaturas, inversión térmica, altas presiones, etc.), y además aumentan las emisiones de material particulado en el área, ya que la principal fuente emisora es la ineficiente calefacción residencial, cuyo uso es directamente proporcional a las bajas temperaturas de los meses entre abril y septiembre.

Ciclo Diario: El $MP_{2,5}$, al igual que el MP_{10} , presenta un marcado ciclo diario, en donde las altas concentraciones se presentan en horas de la tarde y noche, tal como se observa en el gráfico a continuación:

Gráfico 5. Ciclos diarios de $MP_{2,5}$ y MP_{10} anual en base a promedios horarios



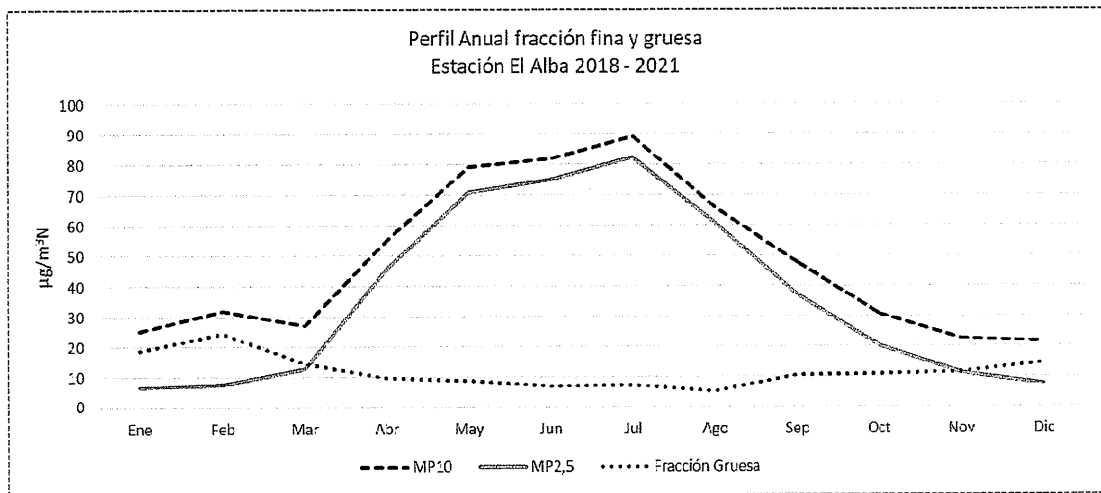
Este marcado ciclo se explica por dos condiciones, primero se acentúan en horas de la tarde y noche las condiciones meteorológicas que desfavorecen la dispersión de los contaminantes (mala ventilación, bajas temperaturas, inversión térmica, altas presiones, etc.), y además aumentan las emisiones de material particulado MP₁₀ y MP_{2,5} en el área, ya que en esas horas se incrementa el uso de calefacción domiciliaria mayoritariamente con leña húmeda, por un lado porque las familias regresan a sus hogares y encienden la calefacción, y por otro porque bajan considerablemente las temperaturas.

1.3.3 Relación entre el MP₁₀ y MP_{2,5}

El material particulado respirable se compone de una fracción fina y otra gruesa (MP₁₀ = Fracción Fina + Fracción gruesa). En Osorno la fracción fina, correspondiente al MP_{2,5}, proviene principalmente de la combustión de la leña. En consecuencia, es importante conocer, como dato adicional a la medición directa del MP_{2,5}, qué fracción del MP₁₀ monitoreado, corresponde a MP_{2,5}.

Dado que el comportamiento, tanto del MP_{2,5} y del MP₁₀, presenta una marcada estacionalidad, se presenta a continuación la fracción MP₁₀, la fracción fina (MP_{2,5}) y la fracción gruesa del MP₁₀, para el periodo 2018 - 2021 en la estación El Alba. Se observa que lo que varía durante el año y aumenta considerablemente en los meses de otoño e invierno, es la fracción fina. La fracción gruesa se mantiene prácticamente constante durante todo el año en un valor promedio de 11,78 µg/m³.

Gráfico 6. Promedios mensuales del material particulado fino y grueso. Estación El Alba - año 2018 - 2021.



Fuente: Elaboración propia.

Durante el otoño e invierno, en promedio el 85% del MP₁₀ corresponde a MP_{2,5}, producto del intensivo uso de leña utilizada para calefaccionar, proporción que durante la primavera y el verano desciende a un 37% en promedio, con lo cual se puede verificar el impacto que tiene el uso de leña en las concentraciones de MP_{2,5}.

1.3.4 Sobre la evolución y las condiciones de calidad del aire en la comuna de San Pablo y la macrozona centro-norte de la Región de Los Lagos

a) Resumen de la información histórica validada para MP_{2,5}

A continuación, se presenta un resumen de la información obtenida en las estaciones Mirasol y Alerce, en la comuna de Puerto Montt, y estación Puerto Varas, de la comuna del mismo nombre, a partir de datos previamente validados acorde al decreto supremo N°61, de 2008, de MINSAL y posteriormente analizados para evaluar cumplimiento de norma de MP_{2,5}.

Los datos presentados para cada estación corresponden a datos generados desde el inicio del monitoreo en línea en el año 2016.

Tabla 6. Evaluación de norma de MP_{2,5} estaciones Mirasol, Alerce y Puerto Varas (µg/m³).

Estación Mirasol	Año 2016	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022
Días sobre valor Norma (>50 µg/m³)	43	51	38	43	50	43	56
P98 de datos promedio 24 hrs (µg/m³)	107	163	98	156	133	112	141
Promedio anual (µg/m³)	28	30	23	29	28	24	28
Promedio trianual (µg/m³)	-	-	27	27	26	27	27

Estación Alerce	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022
Días sobre valor Norma (>50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	29	37	45	40	43	45
P98 de datos promedio 24 hrs ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	97	139	116	110	110	136
Promedio anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	s/p	27	27	25	25	27
Promedio trianual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	-	26	26	26

Estación Puerto Varas	Año 2021	Año 2022
Días sobre valor norma (>50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	55	85
P98 de las concentraciones de 24 hrs ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	152	149
Promedio anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	32	37

s/p: no se puede determinar el promedio, se cuenta con 7 meses válidos.
Fuente: SEREMI del Medio Ambiente Región de Los Lagos, elaboración propia.

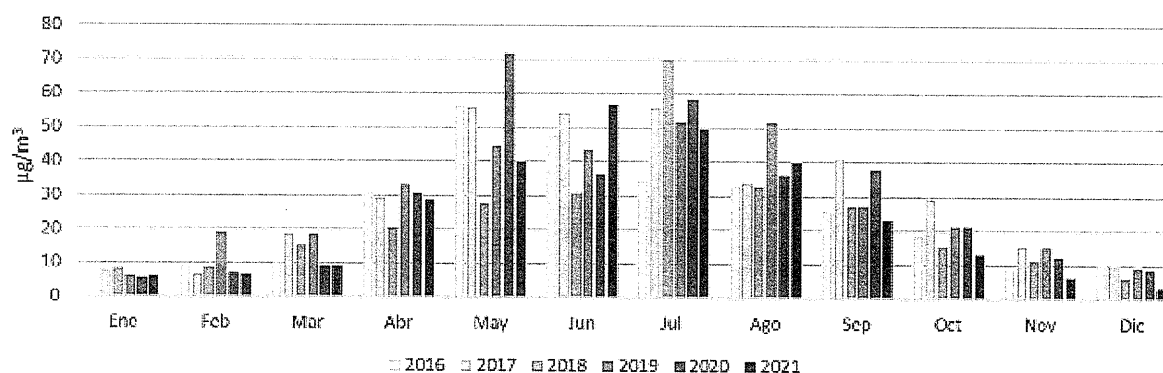
Respecto a la norma de $\text{MP}_{2,5}$, se observa que todos los percentiles 98 están por sobre el límite establecido en la norma de calidad respectiva, en todos los años monitoreados.

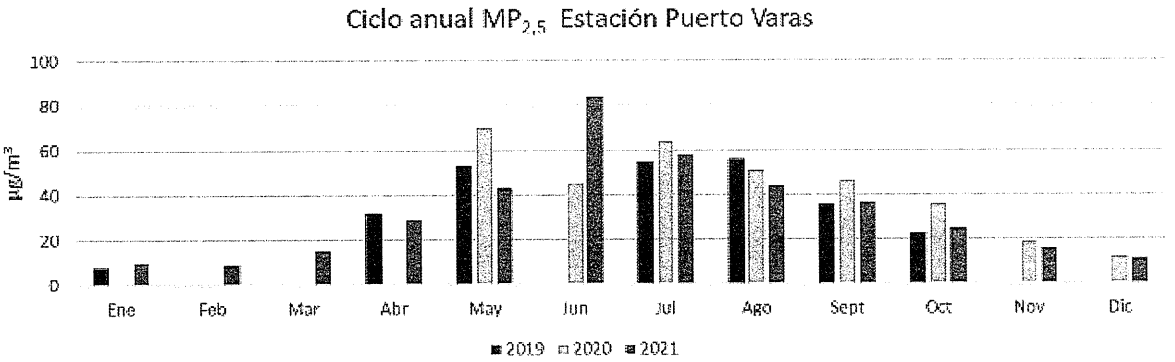
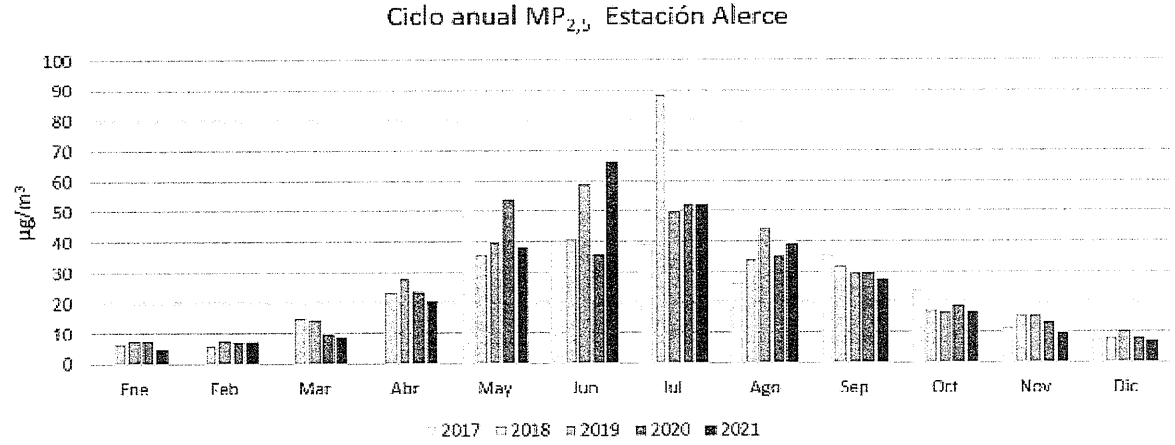
b) Ciclos anuales y diario del $\text{MP}_{2,5}$

Ciclo Anual: Al igual a lo que ocurre en Osorno, el comportamiento de los ciclos anuales y diarios tienen un importante componente asociado a la estacionalidad y por ende a la calefacción residencial, por los motivos indicados anteriormente como se puede ver en los gráficos:

Gráficos 7, 8 y 9. Promedios mensuales del material particulado $\text{MP}_{2,5}$.

Ciclo anual $\text{MP}_{2,5}$ Estación Mirasol

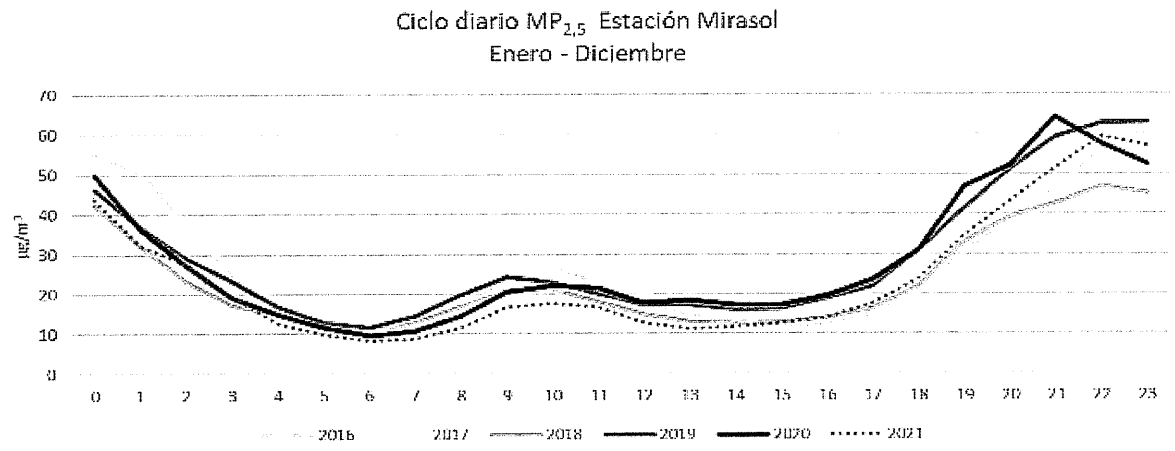


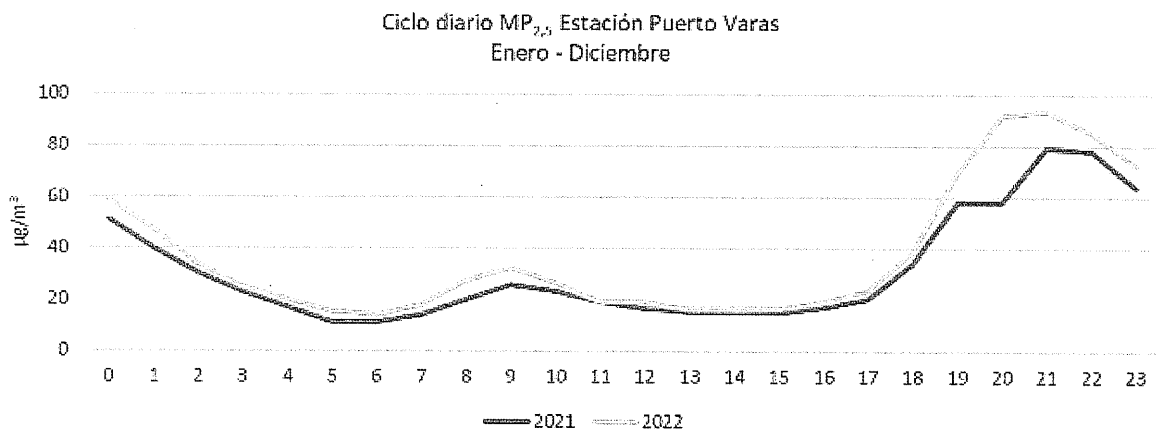
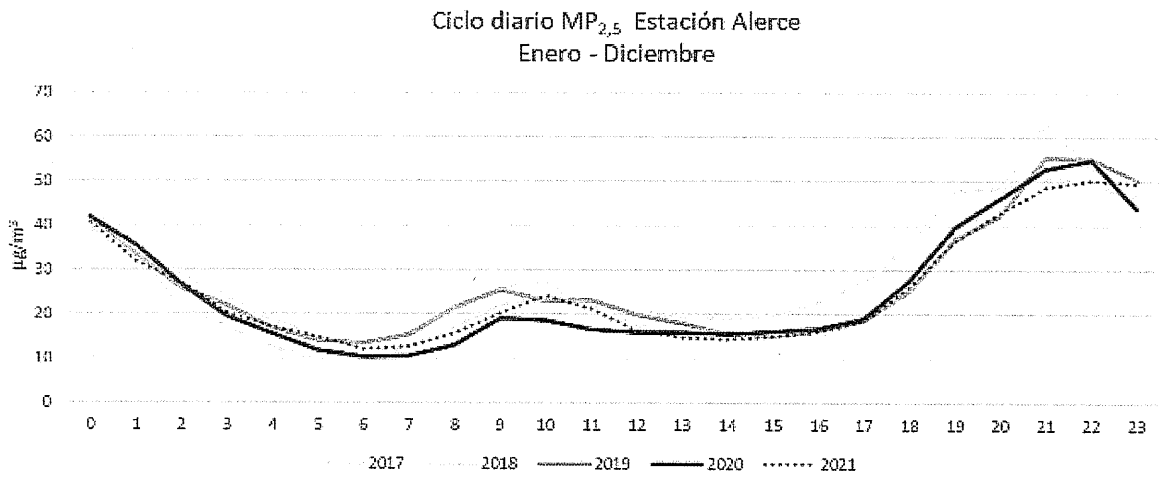


Fuente: Elaboración propia.

Ciclo diario: Por otra parte, los ciclos diarios presentan el mismo comportamiento, asociado a la fuente principal de emisiones, pero los valores máximos son más bajos que los alcanzados en Osorno.

Gráficos 10,11 y 12. Ciclo horario de MP_{2,5} anual en base a promedios horarios.





Fuente: Elaboración propia.

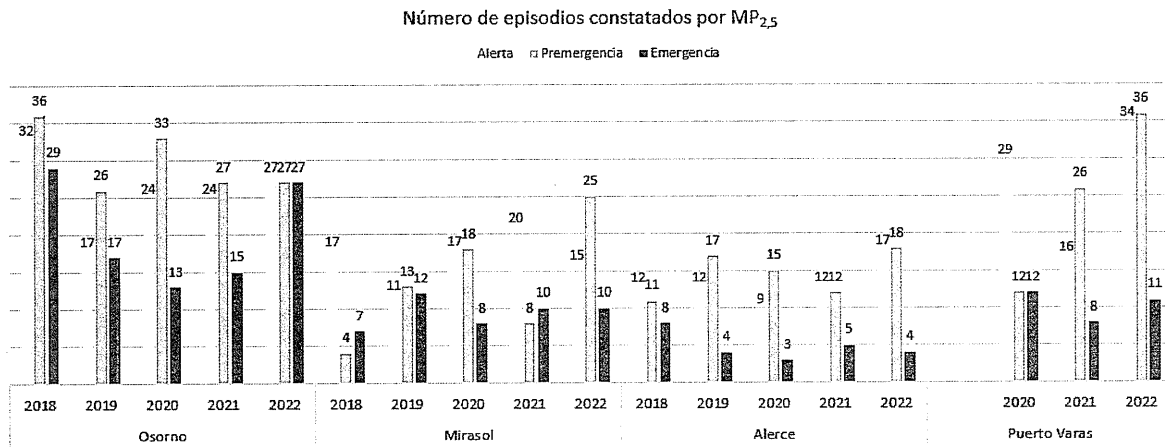
1.4 Evaluación de la Gestión de Episodios Críticos.

El año 2016 se inicia la implementación del PDA en Osorno para material particulado, que considera entre otras medidas, el seguimiento diario de la calidad del aire y las condiciones meteorológicas. Desde el año 2017, la región cuenta con tres estaciones de monitoreo de calidad del aire en línea, una ubicada en Osorno y las otras dos estaciones en Puerto Montt. El año 2018, se incorpora un sistema de monitoreo exploratorio en la ciudad de Puerto Varas, que entrega datos validados desde el 2020, y que desde el año 2021 registra datos en línea en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA).

La información recopilada en estas estaciones se refleja en el siguiente gráfico.

Como puede observarse en el gráfico 13, desde la implementación del PDA en Osorno los episodios constatados de material particulado fino MP_{2,5} presentan una tendencia a la disminución, mientras que en Puerto Montt aumentan.

A continuación, se presenta el detalle de los episodios críticos de la región desde el 2018, para Osorno y Puerto Montt, y desde el año 2020 para Puerto Varas.

Gráfico 13. Episodios Críticos por MP_{2,5} Región de Los Lagos.

Fuente: Elaboración propia.

1.5 Sobre las Metas del Plan

1.5.1 Metas de Calidad del Aire

La meta del presente plan es cumplir las normas de calidad de acuerdo a:

- MP₁₀ y MP_{2,5} para la comuna de Osorno
- MP_{2,5} para las 8 comunas restantes que aplican al presente plan.

Considerando el año 2021 como "año base" y como información de referencia, aquella que es obtenida en la estación de monitoreo El Alba de Osorno, se deben disminuir las concentraciones de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 7. Meta de reducción para salir de estado de saturación promedio diario.

Norma	Norma (µg/m ³)	Año base (µg/m ³)	Meta (µg/m ³)	Reducción (µg/m ³)	Reducción (%)
Diaria MP ₁₀ (P98)	130	181	129	52	29%
Diaria MP _{2,5} (P98)	50	180	50	130	72%

Fuente: Elaboración propia.

1.5.2 Indicadores de efectividad

Se identifican los siguientes indicadores principalmente orientados a la relación exposición/dosis de la población. La disminución de cada uno de ellos, en conjunto o por separado, puede señalar que la población se verá menos expuesta o enfrentada a dosis inferiores de MP y con ello evaluar el efecto esperado del Plan en la calidad del aire:

- 1) Disminución de la cantidad de episodios críticos por MP_{2,5} para las categorías de preemergencia y emergencia.
- 2) Disminución de las máximas concentraciones promedio diarias percentil 98 de MP_{2,5}.

3) Disminución del promedio anual de $MP_{2,5}$.

Además, antecedentes internacionales indican la importancia del control del material particulado, en especial el material particulado fino ($MP_{2,5}$), que como contaminante atmosférico está fuertemente asociado con el aumento en la morbilidad y mortalidad de la población.

Por lo anterior, el mejoramiento de la calidad del aire en el periodo de aplicación del PDA se traducirá en una importante reducción de los impactos negativos sobre la salud de la población.

1.6 Respecto de las medidas contenidas en el PDAO, establecido en el decreto supremo N° 47, del 2015, del Ministerio del Medio Ambiente.

El contar con solo un instrumento de gestión ambiental permitirá abordar la problemática mediante la gestión de cuencas atmosféricas, cuyo objetivo principal es mejorar la calidad del aire, y con ello salir de la condición de zona saturada por material particulado MP_{10} y $MP_{2,5}$ para Osorno, y para $MP_{2,5}$ en el caso de las 8 comunas restantes de la macrozona.

Desde la entrada en vigencia del PDAO hasta el presente, las medidas contenidas han sido implementadas de acuerdo a los plazos establecidos en el Decreto, destacando los siguientes avances desde su implementación:

- Se han asignado 5.213 subsidios de acondicionamiento térmico a febrero de 2023.
- El 2015 la SEREMI de Medio Ambiente de la región, se adjudicó un programa del FNDR "Diseño e Implementación del Programa de educación ambiental formal para el desarrollo de buenas prácticas ambientales, con foco en la contaminación ambiental para la comuna de Osorno", el cual permitió contar con un set material educativo pertinente y contextualizado para ser trabajado desde el nivel inicial hasta el nivel de educación media, set validado por docentes de los establecimientos educacionales de la comuna (educación formal), y por otro se desarrolló una estrategia comunicacional ciudadana (educación no formal).
- Junto al programa de educación, se aprobaron recursos para el "Programa de recambio de calefactores para la ciudad de Osorno", el cual ha permitido recambiar 5.910 calefactores a octubre 2023.
- Implementación del Programa de Recambio de artefactos: a partir del 2012 se han recambiado, en el marco del PDA un total de 6.672 calefactores en viviendas, 21 calefactores en sedes comunitarias, además de un Programa Piloto de Recambio en Jardines infantiles, por un sistema integrado eléctrico con paneles fotovoltaicos, lo que incentivó a que JUNJI realice el recambio de la matriz energética de sus establecimientos a nivel regional. Dichos datos muestran un avance de un 27% de la meta.

- Ejecución de diferentes programas de fomento para incentivar la formalización de comerciantes y la producción de leña seca, destacando el fondo "Leña más seca" del Ministerio de Energía, donde se han ejecutado 31 proyectos en la Provincia de Osorno durante los años 2014 - 2022, con una producción de 35.115 m³ estéreos de leña, beneficiando a 2.701 familias. De forma complementaria, con el objeto de aumentar la oferta de leña seca se ha entregado de parte de la Seremi de Energía, 56 Sellos Calidad de Leña. Finalmente, en el marco del Programa de capacitación para el fortalecimiento y fomento a la comercialización de leña de calidad en la Región de Los Lagos, se espera contar con al menos 110 proyectos de inversión; aumentar en 110.000 m³ (estéreos) la oferta de leña seca en dos años; contar con al menos 200 productores y comerciantes capacitados; y, al menos un 15% de proyectos por cada provincia.
- Coordinación con la academia, a través del proyecto FONIS SA17|0212, adjudicado por la Universidad de Los Lagos, se adquirió un equipo de monitoreo continuo de calidad del aire, el cual fue ubicado en el Complejo Deportivo Municipal Rahue Alto, dicho equipo fue entregado en comodato al Ministerio del Medio Ambiente y se conectó al Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire en junio del año 2023.

1.7 Fuentes emisoras que generan el material particulado respirable MP₁₀ y MP_{2,5}

1.7.1 Inventario de emisiones

El inventario de emisiones es un estudio en el cual se estiman las emisiones que genera cada fuente en la zona saturada. En el caso de la macrozona centro-norte de la Región de Los Lagos, las principales fuentes emisoras de Material Particulado Respirable MP₁₀ y MP_{2,5} corresponden a la combustión residencial de leña, seguida por las industrias y el comercio, quemas agrícolas y los incendios forestales; y por último las fuentes móviles.

De acuerdo a lo señalado en el estudio "Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos, desde la Región del Libertador Bernardo O'Higgins hasta la Región de Los Lagos", el nivel de emisión de MP_{2,5} en el año 2017 para la región de Los Lagos, alcanza un valor anual de 19.173 toneladas/año, de las cuales un 65% corresponde a lo que se emite en las 9 comunas de la zona propuesta. La mayor emisión de MP_{2,5} se encuentra en la comuna de Puerto Montt (44,2%), seguida por Osorno (28,79%) y Puerto Varas (7,97%), mientras que la menor emisión de MP_{2,5} se encuentra en las comunas de Puerto Octay y San Pablo. La mayor concentración de MP_{2,5} se ubica en las comunas de mayor densidad poblacional.

Tabla 8. Emisiones totales por comuna Región de Los Lagos, año 2017 en ton/año.

Comuna	MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	COV	SO ₂	NO _x	NH ₃	CO ₂
San Pablo	410	351	6.113	2.777	9	412	153	102.986
Osorno	4.391	3.587	76.869	32.307	224	2.671	657	808.410
Río Negro	449	380	7.454	3.973	7	393	111	98.605
Purranque	623	539	10.755	5.264	24	689	157	175.198
Puerto Octay	267	215	4.620	3.077	3	270	40	62.289
Frutillar	523	460	10.215	4.097	7	930	101	198.526
Llanquihue	483	426	9.081	3.472	8	710	89	165.753
Puerto Varas	1.105	994	22.270	11.237	23	1.212	166	297.977
Puerto Montt	7.096	5.505	115.549	49.187	994	4.831	790	1.230.798
Total 9 comunas	15.347	12.457	262.926	115.391	1.299	12.118	2.264	3.140.542
Total Región	23.395	19.173	406.834	201.165	2.391	20.718	3.429	5.144.099
% del total regional	66%	65%	65%	57%	54%	58%	66%	61%

Fuente: Elaboración propia con datos del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos, desde la Región del Libertador Bernardo O'Higgins hasta la Región de Los Lagos.

De acuerdo con la actualización del inventario de emisiones en Osorno, el mayor aporte de MP_{2,5} (92%) proviene del sector residencial, debido al alto consumo de leña, para uso asociado principalmente a calefacción. Este aporte, en la estimación realizada en el año 2014, correspondía a un 95%. Si bien se observa cierta variación, el sector residencial sigue siendo el principal responsable de las emisiones de MP_{2,5}.

Tabla 9. Emisiones por tipo de fuente, comuna de Osorno, año base 2017 en ton/año.

Tipo de Fuente	MP ₁₀	MP _{2,5}	CO	SO ₂	NO _x	NH ₃
Combustión Residencial de leña	3.531	3.287	71.551	30	923	278
Quemas e incendios	98	92	954	7	33	15
Fuentes Fijas	78	55	303	179	535	85
Móviles en ruta	52	50	3.965	2	969	9
Fugitivas	619	89	-	-	-	-
Total	4.378	3.573	76.773	218	2.460	387

Fuente: Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos, desde la región del Libertador Bernardo O'Higgins hasta la región de Los Lagos, año 2019.

Respecto del sector residencial, durante el año 2019 se realizó el estudio "Delimitación de zona saturada y caracterización del consumo residencial de leña para el área metropolitana de las comunas de Puerto Montt y Puerto Varas" y en el año 2020 se realizó el estudio "Caracterización del Consumo de leña para el área urbana central desde la comuna de San Pablo hasta la comuna de Llanquihue, en la región de Los Lagos".

Por otra parte, el Instituto Forestal realizó en el año 2022 el estudio "Consumo de leña y otros biocombustibles sólidos en la región de Los Lagos", que cuenta con información sobre el parque de calefactores de la comuna de Osorno. A partir de estos

estudios, es posible caracterizar el parque de artefactos a nivel residencial, con foco en la zona urbana. De los resultados obtenidos, se puede señalar que el parque de calefactores que utilizan biomasa (leña y pellets) en las 9 comunas de la macrozona centro norte, corresponde a un total de 154.581 artefactos, los que poseen la siguiente distribución por comuna:

Tabla 10. Artefactos que utilizan biomasa en las comunas de la macrozona centro-norte de la Región de Los Lagos.

Comuna	Combustión lenta	Cocina a leña	Salamandra	Chimenea y hechizo	Estufa a Pellets	Total
San Pablo	980	999	38	19	113	2.149
Osorno	30.161	17.641	1.138	1.138	4.823	54.901
Río Negro	1.266	1.595	101	-	51	3.013
Purranque	3.039	2.734	81	26	52	5.932
Pto. Octay	443	427	16	-	16	902
Frutillar	2.833	2.132	29	-	321	5.315
Llanquihue	2.348	2.634	-	42	210	5.234
Pto. Varas	4.361	2.952	-	-	1.298	8.611
Pto. Montt	39.953	22.546	252	62	5.711	68.524
Total	85.384	53.660	1.655	1.287	12.595	154.581

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los Estudios realizados por SICAM e INFOR (2019 y 2020).

De estos artefactos un 92% utilizan leña y un 8% utilizan pellet. Respecto al volumen de leña que se consume en las comunas de Puerto Montt y Puerto Varas, a partir de los resultados del mismo estudio, se estima un consumo de 709.274 m³/año y 110.429 m³/año, respectivamente. Para la comuna de Osorno se estima un consumo total de 324.034 m³/año. Para las 6 comunas restantes el volumen consumido en total corresponde a 268.599 m³/año de acuerdo a lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 11. Consumo de leña en las comunas de San Pablo, Río Negro, Purranque, Pto. Octay, Frutillar y Llanquihue.

Comuna	m ³ /año
San Pablo	20.782
Río Negro	35.238
Purranque	85.171
Pto. Octay	11.034
Frutillar	64.218
Llanquihue	52.156
Puerto Montt	709.274
Puerto Varas	110.429
Osorno	324.034
Total	1.412.336

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la información anteriormente indicada, el consumo total de leña en la macrozona centro-norte equivale a un total de 1.412.336 m³/año.

Respecto al consumo promedio por vivienda, este valor fluctúa entre 11,7 m³/año en Osorno; 11,2 m³/año en Puerto Montt y 15,1 m³/año en Puerto Varas. En las 6 comunas restantes el consumo promedio por vivienda aumenta con valores que van desde 11,9 en Llanquihue, hasta los 18,3 en la comuna de Purránque. De acuerdo a lo anterior, se podría indicar que el consumo de leña promedio por vivienda en la macrozona es de 13,8 m³/año.

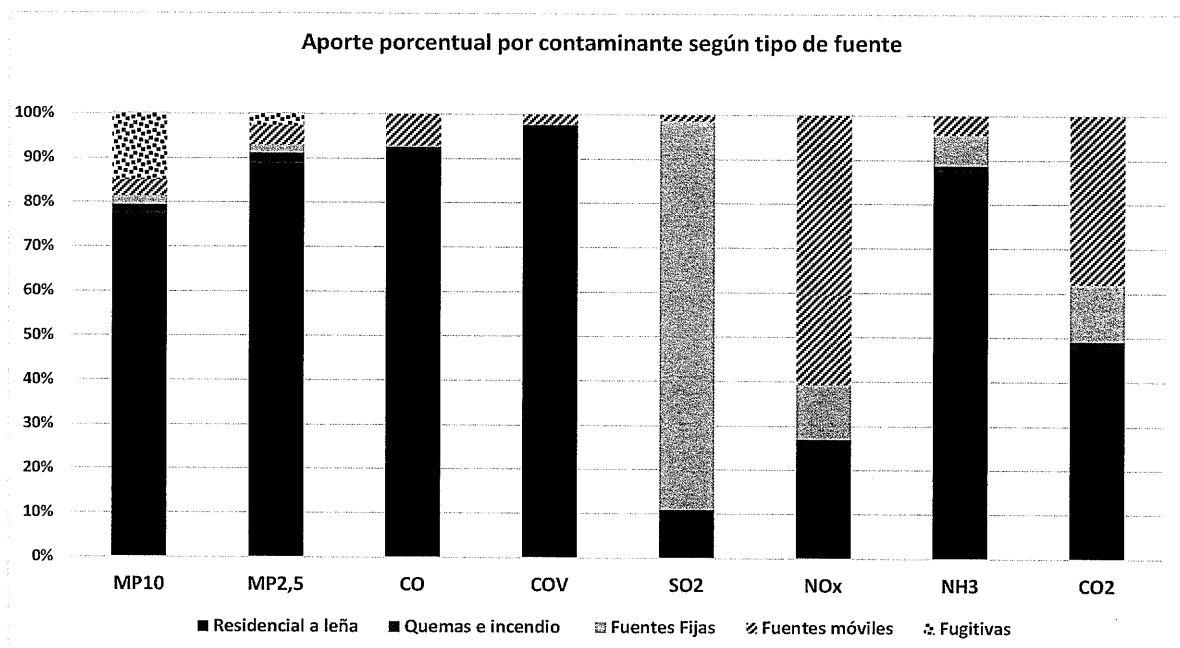
Tabla 12. Distribución de emisiones por tipo de fuente (t/año), año base 2017.

SECTOR	MP10	MP2,5	CO	COV	SO2	NOx	NH3	CO2
Residencial a leña	11.875	11.054	241.588	112.527	129	3.194	1.979	1.499.744
Quemas e incendio	308	292	1.823	120	12	65	28	42.519
Fuentes Fijas	323	237	676	70	1.140	1.518	159	404.073
Fuentes móviles	535	526	18.839	2.675	18	7.341	98	1.194.207
Fugitivas	2.306	348	0	0	0	0	0	0
Total	15.347	12.457	262.926	115.391	1.299	12.118	2.264	3.140.542

Fuente: Elaboración propia, en base al estudio "Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos, desde la región del Libertador Bernardo O'Higgins hasta la región de Los Lagos, año 2019".

Por otra parte, en la siguiente gráfica se observa el aporte porcentual por contaminantes de cada una de las fuentes:

Gráfico N°14. Aporte porcentual de cada fuente



Fuente: Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos, desde la región del Libertador Bernardo O'Higgins hasta la región de Los Lagos, año 2019

1.8 Beneficios y costos del PDA

El decreto supremo N° 39, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, publicado en el Diario Oficial el 22 de julio de 2013, que aprueba el Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y 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.

La metodología empleada en la elaboración del AGIES es el Análisis Costo-Beneficio, ampliamente utilizado y recomendado en la literatura para la evaluación de proyectos sociales.

El enfoque utilizado para la evaluación se ajustó a la evaluación del cumplimiento de la norma para dos estaciones "El Alba" en la ciudad de Osorno y "Mirasol" en la ciudad de Puerto Montt, considerando que, al generarse el cumplimiento en ambas estaciones, se considerará el cumplimiento del PDA para toda la zona declarada como saturada. Adicionalmente se consideró la revisión del PDA de Osorno para el cual se consideraron las medidas ya implementadas a la fecha, las cuales se asocian al Plan vigente, junto con el aumento en la intensidad de las medidas ya establecidas.

La evaluación consideró los costos y beneficios asociados a la implementación de las siguientes medidas: i) recambio de calefactores; ii) reacondicionamiento térmico de vivienda; iii) prohibición Gradual de Calefactores, iv) utilización de leña seca v) prohibición de calefactores que no cumplan con la norma de emisión vi) límites de emisión para el sector industrial.

Los beneficios valorizados de las medidas del Plan corresponden a impactos en la salud de la población expuesta debido a la disminución de concentración ambiental de MP_{10} y $MP_{2,5}$ producto de 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. Adicionalmente, se valoran los beneficios por ahorros en el uso de combustible destinado a calefacción debido a medidas que mejoran la eficiencia o reducen la demanda del mismo.

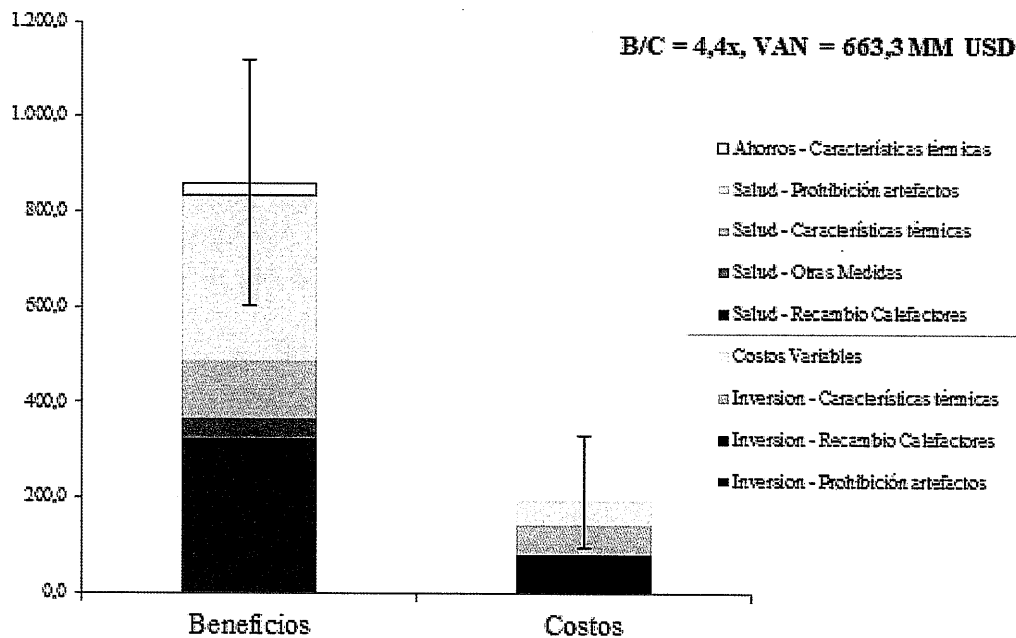
Por otro lado, existen otros beneficios por reducción de material particulado que no fueron valorizados tales como la mejora en visibilidad, efectos sobre ecosistemas, disminución de gases de efecto invernadero, beneficios para la agricultura y suelos, imagen país, externalidades positivas asociadas a la educación ambiental, efectos en la salud en otras comunas del país y beneficios derivados de la reducción de carbono negro.

En relación a los costos, se incorporan al análisis los costos de inversión y operación de las medidas evaluadas, incluyendo los subsidios a otorgar por el Estado.

En el gráfico siguiente, se presentan los principales resultados del AGIES, donde se han estimado beneficios cercanos a 4 veces (4,4x) los costos, lo que representa la proporción entre los beneficios (ahorros en salud y/o consumo) y los costos (inversión y costos variables) atribuibles al conjunto de medidas de esta actualización de PDA. El beneficio social neto de USD\$ 663

millones representa la diferencia entre el valor presente de los beneficios (USD\$ 858 millones) y los costos (USD\$ 195 millones).

Gráfico N°15. Valor presente de beneficios, costos, beneficio neto y razón B/C (MM USD).



Fuente: Análisis General del Impacto Económico y Social del Anteproyecto de la revisión del Plan de Descontaminación Atmosférica para la Macrozona Centro-Norte de la Región de los Lagos, MMA 2023.

2. Definiciones

Artículo 3. Para efectos de lo dispuesto en el Plan de Descontaminación Atmosférica para la macrozona centro-norte de la región de Los Lagos, se entenderá por:

1) Área urbana: Superficie del territorio ubicada al interior del límite urbano, según el instrumento de planificación territorial vigente, destinada al desarrollo armónico de los centros poblados y sus actividades existentes y proyectadas por el instrumento de planificación territorial.

2) Artefacto: Calefactor o cocina que combustiona leña, destinado a calefacción o cocción de alimentos.

3) Biocombustibles sólidos: Combustibles elaborados a partir de biomasa de origen leñoso o no leñoso, tales como leña, pellets, carbón vegetal, briquetas y astillas, entre otros.

4) 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.

5) 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.

6) Caldera existente: Aquella caldera que cuenta con un número de registro de caldera obtenido a más tardar un año después a la fecha de entrada en vigencia del presente Plan. El número de registro corresponde al otorgado conforme a lo que establece el Decreto Supremo N°10, de 2012, del Ministerio de Salud, o el que lo reemplace.

7) Caldera nueva: Caldera que cuenta con el número de registro de calderas, otorgado conforme a lo que establece el Decreto Supremo N°10, de 2012, del Ministerio de Salud -o el que lo reemplace- después de un año contado desde la entrada en vigencia del presente Decreto.

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

9) Calefactor: Artefacto que combustiona o puede combustionar leña o pellets de madera, fabricado, construido o armado, en el país o en el extranjero, 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.

10) Calefactor de cámara simple: Calefactor que posee sólo entrada de aire primario.

11) Calefactor hechizo: Artefacto a leña utilizado para la calefacción y/o cocción de alimentos, fabricado en hojalaterías o talleres de forma artesanal, que no cuenta con templador, tiene evacuación directa de gases de combustión y presenta falta de terminaciones y soldaduras visibles en sus uniones.

12) Carbón vegetal: Combustible sólido de color negruzco, de composición porosa y frágil, con un alto contenido de carbono, producido por el calentamiento de madera y/o residuos vegetales, mediante un tratamiento térmico intenso, bajo en oxígeno.

13) Carbón mineral: Combustible fósil formado en épocas geológicas pasadas por la descomposición parcial de materias vegetales, fuera del acceso del aire y bajo la acción de la humedad y, en muchos casos, de un aumento de presión y temperatura.

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

15) Carga manual de combustible: Procedimiento de inyección de combustible a una caldera controlada directamente por un operador.

16) Chimenea de hogar abierto: Artefacto para calefacción de espacios, construido en albañilería, piedra, metal u otro material, en el que 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.

17) Cocina a leña: Artefacto que combustiona o puede combustionar leña, diseñado principalmente para transferir calor a los alimentos, que está provisto de un horno no removible.

18) 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.

19) Complejo de ventanas: Corresponde al conjunto de elementos constructivos que conforman los vanos traslúcidos o transparentes de la edificación, como el marco y panel vidriado y que forman parte de los complejos de muros, puertas, pisos o techumbre de una edificación.

20) CONAF: Corporación Nacional Forestal de la región de Los Lagos.

21) Condiciones normales (N): Se entenderán como aquellas condiciones normalizadas a una temperatura de 25 grados Celcius (°C) y a una presión de 1 atmósfera (atm).

22) Derivados de la madera: Aquellos combustibles sólidos que han sido obtenidos a partir de un proceso físico de transformación de la madera.

23) 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 transmitida 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.

24) Envoltente térmica: Conjunto que forman los elementos perimetrales de una edificación en los cuales se cumplen las exigencias de acondicionamiento térmico señaladas en el Plan y que, a su vez, la separan de un recinto no acondicionado o de elementos del ambiente exterior, tales como terreno, aire, agua, asoleamiento, temperatura, humedad u otros.

25) Establecimientos Educativos: Comprende aquellos jardines infantiles, establecimientos de educación preescolar, básica, media, técnica y superior, de carácter público o particular.

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

27) 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.

28) Fuente estacionaria existente: Aquella fuente estacionaria que se encuentra operando a la fecha de entrada en vigencia del presente Decreto o aquella que entra en operación dentro de los 12 meses siguientes a dicha fecha.

28) Fuente estacionaria nueva: Es aquella fuente estacionaria que entra en operación después de los 12 meses de la fecha de entrada en vigencia del presente Decreto.

29) INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario de la región de Los Lagos.

30) INIA Remehue: Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la región de Los Lagos.

31) Infiltración de aire: entrada no controlada de aire a recintos, provocado por diferencias de presión entre recintos acondicionados y no acondicionados o el exterior, a través de aberturas en el complejo de techumbre, muro piso, puertas y ventanas.

32) Leña: Porción de madera en bruto de troncos, ramas y otras partes de árboles o arbustos, utilizada como combustible sólido, que cumple con las características técnicas establecidas en la Norma Técnica NCh-ISO17225/1:2017 Biocombustibles sólidos - Especificaciones y clases de combustibles - Parte 1: Requisitos generales.

33) 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.

34) 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, publicado en el Diario Oficial el 19 de noviembre del 2015.

35) NCh2251: Se refiere a la norma chilena 2251:2010, sobre Aislación térmica- Requisitos de rotulación de materiales aislantes. Fue declarada oficial por Decreto Exento N°5, de fecha 11 de enero de 2016, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

36) 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 entonces Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicada en el Diario Oficial el 23 de septiembre de 2005.

37) 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 entonces Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicada en el Diario Oficial el 23 de septiembre de 2005.

38) 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.

39) 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.

40) 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.

41) NCh3282: Se refiere a la NCh3282:2013 Artefactos de calefacción doméstica que utilizan pellets de madera - Requisitos y métodos de ensayo.

42) 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. Fue declarada oficial mediante decreto exento N° 258, del 2015, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial el 19 de noviembre del 2015.

43) NCh3296: Se refiere a la norma chilena 3296:2013 Puertas y ventanas - Permeabilidad al aire - Clasificación. Fue declarada oficial mediante decreto exento N° 1, del 2016, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial el 11 de enero del 2016.

44) NCh3297: Se refiere a la norma chilena 3297:2013 Puertas y ventanas - Permeabilidad al aire- Método de Ensayo. Fue declarada oficial mediante decreto exento N° 1, del 2016, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial el 11 de enero del 2016.

45) NCh3308: Se refiere a la norma chilena 3308:2013, Ventilación - Calidad aceptable de aire interior - Requisitos. Fue declarada oficial mediante decreto exento N° 258, del 2015, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial el 19 de noviembre del 2015.

46) NCh3309: Se refiere a la norma chilena 3309:2014, Ventilación - Calidad de aire interior aceptable en edificios residenciales de baja altura - Requisitos. Fue declarada oficial mediante decreto exento N° 258, del 2015, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial el 19 de noviembre del 2015.

47) 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.

48) NCh853: Se refiere a la norma chilena 853:2007, Acondicionamiento térmico - Envoltente 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.

49) NCh-ISO17225/1:2017: Se refiere a la norma chilena ISO17225/1:2017, sobre Biocombustibles sólidos - Especificaciones y clases de combustibles - Parte 1: Requisitos generales.

50) 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 del poder calorífico superior del combustible utilizado, determinado según los valores publicados en el Balance de Energía Anual elaborado por el Ministerio de Energía⁴.

51) Quemadas 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.

52) Quema libre: acción de usar el fuego para eliminar vegetación que se realiza al aire libre, sin ningún factor de control de la emisión, con la finalidad de eliminar residuos de cualquier clase.

53) Rastrojos: Desechos vegetales que quedan en el terreno después de efectuada la cosecha o poda en el ámbito silvoagropecuario.

54) SAG: Servicio Agrícola y Ganadero de la región de Los Lagos.

55) Salamandra: Calefactor de cámara simple y de fierro fundido.

56) SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles de la región de Los Lagos.

57) Secadores que procesan granos y semillas: Procesos térmicos utilizados para eliminar el agua contenida en la materia prima, de dimensiones industriales, entendiéndose por tales los que corresponden a plantas de secado de semilla para exportación y plantas de silo para secado de granos.

58) SEREMI de Agricultura: Secretaría Regional Ministerial de Agricultura de la región de Los Lagos.

59) SEREMI del Deporte: Secretaría Regional Ministerial del Deporte de la región de Los Lagos.

60) SEREMI de Desarrollo Social y Familia: Secretaría Regional Ministerial de Desarrollo Social y Familia de la región de Los Lagos.

61) SEREMI de Economía Fomento y Turismo: Secretaría Regional Ministerial de Economía, Fomento y Turismo de la región de Los Lagos.

62) SEREMI de Educación: Secretaría Regional Ministerial de Educación de la región de Los Lagos.

63) SEREMI de Gobierno: Secretaría Regional Ministerial de Gobierno de la región de Los Lagos.

64) SEREMI del Medio Ambiente: Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente de la región Los Lagos.

⁴ Disponible en <http://energiaabierta.cl/reportes/>

- 65) SEREMI de Salud:** Secretaría Regional Ministerial de Salud de la región de Los Lagos.
- 66) SEREMI de Transportes y Telecomunicaciones:** Secretaría Regional Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones de la región de Los Lagos.
- 67) SEREMI de Vivienda y Urbanismo:** Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo de la región de Los Lagos.
- 68) SERVIU:** Servicio de Vivienda y Urbanización de la región de Los Lagos.
- 69) SII:** Servicio de Impuestos Internos.
- 70) 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.
- 71) 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 $[W/m^2K]$.
- 72) 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 $[W/m^2K]$).
- 73) Vivienda existente:** Toda vivienda cuya solicitud de permiso de edificación o de anteproyecto sea ingresada antes de la entrada en vigencia del presente Decreto.
- 74) Vivienda nueva:** Toda vivienda cuya solicitud de permiso de edificación o de anteproyecto sea ingresada después de la entrada en vigencia del presente Plan.
- 75) Xilohigrómetro:** Instrumento portátil que permite determinar el contenido de humedad en la madera mediante resistencia eléctrica.
- 76) Zona A:** Corresponde a la comuna de Osorno.
- 77) Zona B:** Corresponde a la zona saturada de las comunas de Puerto Montt y Puerto Varas.
- 78) Zona C:** Corresponde a las comunas de San Pablo, Frutillar y Llanquihue; y la zona saturada de las comunas de Río Negro, Purranque y Puerto Octay.

CAPÍTULO II. REGULACIÓN PARA EL CONTROL DE EMISIONES PROVENIENTES DE LA CALEFACCIÓN DEL SECTOR RESIDENCIAL.

1) Regulación referida al mejoramiento de la eficiencia térmica de la vivienda.

1.1 Aplicación de subsidios de Acondicionamiento Térmico a viviendas existentes.

Artículo 4.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI de Vivienda y Urbanismo, focalizará en la zona saturada la entrega gradual de 40.000 subsidios especiales para el Acondicionamiento Térmico de viviendas existentes, los que incluyen los 15.000 subsidios establecidos en virtud del decreto supremo N° 47/2016 del Ministerio de Medio Ambiente, más los 25.000 incorporados en el presente Decreto. Dichos subsidios serán entregados dentro del plazo de 10 años, en el marco del Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF), Título II Mejoramiento de la Vivienda, reglamentado mediante decreto supremo N°255, de 2006, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y el Programa de Mejoramiento de Viviendas y Barrios, reglamentado mediante decreto supremo N°27, de 2016 del mismo ministerio, o el que los reemplace, sin perjuicio de que se contemplen recursos adicionales. Para su implementación se realizarán llamados especiales en la zona saturada, en los que se indicarán los requisitos de postulación.

Artículo 5.- Transcurridos 6 meses de la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI de Vivienda y Urbanismo junto a la SEREMI de Desarrollo Social y Familia propiciarán la focalización de recursos para financiar los subsidios de acondicionamiento térmico en las viviendas, con factores de mayor vulnerabilidad social y problemas de habitabilidad, a fin de resolver los obstáculos que dificulten el acceso a los subsidios para las familias postulantes, ya sea por no contar con factibilidad de regularización de construcciones irregulares y/o la imposibilidad de aportar el copago que permite financiar la diferencia entre el monto de subsidio disponible y el costo del acondicionamiento térmico; de esta forma se deberá abordar la atención de las viviendas en los sectores más vulnerables de las comunas de la macrozona.

Artículo 6.- A partir de la entrada en vigencia del presente Decreto, 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, solicitar y obtener la respectiva regularización ante la Dirección de Obras Municipales correspondiente.

El proyecto de regularización será presentado a la Dirección de Obras Municipales, previo a la postulación al subsidio de acondicionamiento térmico y deberá ser ejecutado en forma simultánea a las obras de acondicionamiento térmico, lo cual quedará establecido como parte del proyecto de acondicionamiento a ser presentado al SERVIU por la Entidad de Asistencia Técnica en convenio con la Seremi MINVU Los Lagos.

Artículo 7.- A partir de la entrada en vigencia del presente Decreto, toda vivienda existente, ampliación, reconstrucción y aquellas viviendas que a partir de esa fecha sean objeto del subsidio de acondicionamiento térmico referido en el artículo 4 del presente Decreto, deberán cumplir los siguientes estándares:

**1) Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica:
Techos, muros perimetrales, pisos ventilados, ventanas y puertas exteriores**

Los complejos de techumbre, muros perimetrales, pisos ventilados, ventanas y puertas deberán tener una transmitancia térmica (U) igual o menor a la señalada en la Tabla 13.

Tabla 13. Transmitancia térmica máxima para elementos de la envolvente térmica, valores de U.

Elemento	Estándar	Valor
Techo	Valor U [W/(m ² K)]	0,25
Muro pesado*		0,35
Muro liviano**		0,30
Piso ventilado		0,32
Ventana		3,60
Puerta		1,70

*muros de hormigón armado, albañilerías y otros similares.

**muros de tabiquería de madera, entramado de perfiles metálicos, paneles SIP y otros similares.

Para acreditar el cumplimiento de 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 Tabla 14.

Tabla 14. Valor R100 mínimo del material aislante térmico.

Elemento	Estándar	Valor
Techo	Valor R100 [(m ² K/W)]x10 0	400
Muro pesado*		286
Muro liviano**		333
Piso ventilado		313

*muros de hormigón armado, albañilerías y otros similares.

**muros de tabiquería de madera, entramado de perfiles metálicos, paneles SIP y otros similares.

b) Mediante un Certificado de Ensayo en base a las Normas NCh851, NCh3076/1 y NCh3076/2, 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, ventana y puerta.

c) Mediante cálculo, el que deberá ser realizado de acuerdo a lo señalado en las Normas NCh853, NCh3117, NCh3137/1 y NCh3137/2, según corresponda, demostrando el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica total de la solución del complejo de techumbre, muro, piso ventilado, puerta y ventana. Dicho cálculo deberá ser efectuado por un profesional competente.

d) Mediante una solución constructiva específica para el complejo de techumbre, muro, piso ventilado, puerta y ventana, 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. Ante la ausencia de soluciones para elementos puertas y ventanas, en el listado antes mencionado, se podrá usar como medio de acreditación, las fichas de soluciones de elementos puertas y ventanas, disponibles en el SERVIU.

Corresponderá al profesional competente del PSAT informar la alternativa adoptada al momento del ingreso del proyecto a SERVIU.

2) Riesgo de Condensación

Las soluciones constructivas de techumbre, muros perimetrales y pisos ventilados, que se adopten, deberán disminuir el riesgo de condensación superficial e intersticial.

Lo anterior, deberá ser acreditado por el profesional competente del PSAT al momento del ingreso del proyecto al SERVIU, mediante la norma de cálculo NCh1973, considerando los criterios de cálculo que se señalan a continuación:

- i. Período para el análisis correspondiente al mes de julio.
- ii. El análisis se debe realizar en dos secciones del elemento constructivo; la sección de menor resistencia térmica y la de mayor resistencia térmica.
- iii. Análisis del riesgo de condensación superficial e intersticial, para ambas secciones.
- iv. Temperatura del ambiente interior igual a 19°C.
- v. Humedad relativa (HR) del ambiente interior; 65%, 75% y 80%.
- vi. Temperatura exterior igual a la temperatura media mínima para el mes de julio, de la provincia correspondiente.
- vii. Humedad relativa exterior: correspondiente a la HR asociada a la temperatura media mínima, para el mes de julio, de la provincia correspondiente.

3) Infiltraciones de aire

Las viviendas existentes deberán controlar las infiltraciones de aire cumpliendo los estándares de clase de infiltración y clase de permeabilidad al aire indicados a continuación.

La envolvente térmica deberá tener una clase de infiltración de aire medido a 50 Pa igual o menor a la clase de infiltración señalada en la Tabla 15.

Tabla 15. Clase de Infiltración de aire máxima.

Elemento	Estándar	Valor
Vivienda Completa	Clase de infiltración de aire a 50Pa (ach)	5

Nota: La clase de infiltración será medida excluyendo (sellando) puertas, ventas y dispositivos de ventilación.

La acreditación de la Clase de Infiltración de aire máxima se realizará mediante un Certificado de Ensayo, otorgado por un profesional competente o especialista, con inscripción vigente en el Registro de Consultores del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, reglamentado por el Decreto Supremo N°135, de 1978, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y sus modificaciones, o 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, reglamentado por el Decreto Supremo N°10, de 2002, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y sus modificaciones, efectuado a una vivienda o una muestra representativa de un conjunto de viviendas, en terreno, en base a la norma NCh3295.

El ensayo en terreno se aplicará a una muestra representativa, una vez terminada la ejecución de la obra. El tamaño de la muestra a ensayar será el indicado en la Tabla 16. Si el resultado de los ensayos alcanza la cantidad de "ítems no conformes", se entenderá como rechazado y se deberá repetir el ensayo, el cual se aplicará a una muestra correspondiente al doble del tamaño indicado en la Tabla 16 para el tamaño del lote correspondiente.

Tabla 16. Tamaño de la muestra de ensayo en terreno, según tamaño del lote y cantidad de ítems no conformes.

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra	Ítems no conformes
11 a 50	2	1
51 a 500	3	1
>501	5	1

El tamaño del lote y de la muestra, corresponden a las unidades de vivienda del proyecto y a las unidades de vivienda a ensayar, respectivamente. Los ítems no conformes corresponden a la cantidad de muestras que no cumplen con el estándar definido.

De manera alternativa a la exigencia de Clase de Infiltración de aire máxima establecidas en la Tabla 15, y mientras en la región no existan profesionales competentes, especialistas o laboratorios con inscripción vigente en los registros del Ministerio de

Vivienda y Urbanismo habilitados para realizar un ensayo en terreno conforme al procedimiento indicado en la NCh3295, y para tamaños de lotes de 10 o menos unidades, se podrá optar por la especificación de una solución constructiva determinada en la partida de sellos de las Especificaciones Técnicas, en:

- encuentros entre marcos y vanos de puertas y ventanas.
- uniones de elementos de distinta materialidad.
- uniones de elementos de una misma materialidad.
- perforaciones de todas las instalaciones.
- encuentro de solera inferior con su elemento de soporte.
- encuentro de solera superior con su elemento de soporte.
- dispositivos de ventilación.
- ductos de evacuación de gases.
- otros encuentros o uniones similares.

Esta alternativa dejará de estar permitida cuando el Ministerio de Vivienda y Urbanismo lo establezca mediante resolución.

El complejo de puertas opacas y ventanas de las viviendas existentes deberá tener una Clase final de permeabilidad al aire, medido a 100Pa, igual o mayor a la señalada en la Tabla 17.

Tabla 17. Clase de Permeabilidad al aire mínima para puertas y ventanas.

Elemento	Estándar	Valor
Puerta y ventana	Clase de Permeabilidad al aire 100Pa	3

Nota: Las Clases de Permeabilidad al aire se encuentran definidas en la norma chilena NCh3296 y corresponden a la Clasificación final del elemento ensayado según la NCh3297.

Para los efectos de acreditar la Clase de Permeabilidad al aire mínima del complejo de puertas opacas y ventanas se podrá optar entre las siguientes alternativas:

a) Informe de Ensayo, realizado conforme al procedimiento indicado en la NCh3296 y NCh3297, 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, reglamentado por el Decreto Supremo N°10, de 2002, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y sus modificaciones, demostrando el cumplimiento de la Clasificación final de Permeabilidad al aire del complejo de ventanas y puertas opacas de la edificación.

b) Adopción de un elemento constructivo de puerta y ventana que corresponda a alguna de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico, elaborado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Ante la ausencia de soluciones para elementos puertas y ventanas, en el listado antes mencionado, se podrá usar como medio de acreditación, las fichas de soluciones de elementos puertas y ventanas, disponibles en el SERVIU.

Corresponderá al profesional competente del PSAT informar la alternativa adoptada al momento del ingreso del proyecto al SERVIU.

Cuando se opte por la alternativa de Ensayo en terreno en base a la NCh3295, el Informe deberá ser presentado al momento de solicitar la recepción final de las obras a SERVIU.

4) Ventilación

Las viviendas deberán contar con un sistema de ventilación que garantice la calidad del aire interior. Lo anterior, será acreditado por el profesional competente del PSAT al momento del ingreso del proyecto al SERVIU, según lo establecido en las normas NCh3308 y NCh3309, según corresponda. El sistema de ventilación deberá considerar sistemas mecánicos de extracción del aire con control de higrostató en baños y cocinas, pudiendo ser las entradas de aire natural o mecánica.

1.2 Regulación referida a la eficiencia térmica de viviendas nuevas.

Artículo 8.- Las viviendas nuevas que se construyan en la zona saturada deberán cumplir con al menos los siguientes estándares:

1) Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica:

Techos, muros perimetrales, pisos ventilados y puertas exteriores

Los complejos de techumbre, muros perimetrales, pisos ventilados y puertas deberán tener una transmitancia térmica U igual o menor a la señalada en la Tabla 18.

Tabla 18. Transmitancia térmica máxima para elementos de la envolvente térmica, valores de U.

Elemento	Estándar	Valor
Techo	Valor U [W/(m ² K)]	0,25
Muro pesado*		0,35
Muro liviano**		0,30
Piso ventilado		0,32
Ventana		3,60
Puerta		1,70

*muros de hormigón armado, albañilerías y otros similares.

**muros de tabiquería de madera, entramado de perfiles metálicos, paneles SIP y otros similares.

Para acreditar el cumplimiento de 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 Tabla 19.

Tabla 19. Valor R100 mínimo del material aislante térmico.

Elemento	Estándar	Valor
Techo	Valor R100 [(m ² K)/W]x100	400
Muro pesado*		286
Muro liviano**		333
Piso ventilado		313

*muros de hormigón armado, albañilerías y otros similares.

**muros de tabiquería de madera, entramado de perfiles metálicos, paneles SIP y otros similares.

b) Mediante un Certificado de Ensayo en base a las Normas NCh851, NCh3076/1 y NCh3076/2, 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 y puerta.

c) Mediante cálculo, el que deberá ser realizado de acuerdo a lo señalado en las Normas NCh853, NCh3117, NCh3137/1 y NCh3137/2, según corresponda, demostrando el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica total de la solución del complejo de techumbre, muro, piso ventilado, ventana o puerta. Dicho cálculo deberá ser efectuado por un profesional competente.

d) Mediante una solución constructiva específica para el complejo de techumbre, muro, piso ventilado, puerta y ventana, 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. Ante la ausencia de soluciones para elementos puertas y ventanas, en el listado antes mencionado, se podrá usar como medio de acreditación, las fichas de soluciones de elementos puertas y ventanas, disponibles en el SERVIU.

Corresponderá al profesional competente informar la alternativa adoptada al solicitar el permiso de edificación.

2) Ventanas

Los complejos de ventanas, según su orientación y valor de transmitancia térmica U, deberán tener un porcentaje de superficie igual o menor al indicado en la Tabla 20.

Cuando la edificación posea menos del 60% de la superficie total de los muros perimetrales expuesta al ambiente exterior, a espacios contiguos abiertos o a recintos no acondicionados, solo le será aplicable la exigencia de porcentaje indicado para la Orientación Global Teórica ("OGT"). El porcentaje obtenido para la OGT se aplicará al total de los paramentos verticales que componen la envolvente y podrá distribuirse entre los muros perimetrales expuestos al ambiente exterior, a espacios contiguos abiertos o recintos no acondicionados.

Tabla 20. Porcentaje máximo permitido de superficie de ventanas según orientación y valor U.

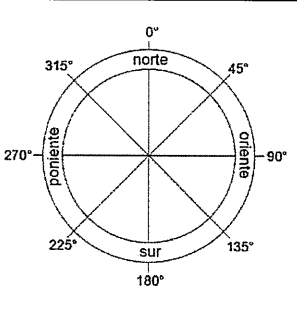
ORIENTACIÓN	% MÁXIMO V/S TRANSMITANCIA TÉRMICA "U" DE LA VENTANA								
	≤0,6	≤0,8	≤1,2	≤1,6	≤2,0	≤2,4	≤2,8	≤3,2	≤3,6
Norte	84%	82%	79%	76%	74%	71%	67%	64%	59%
Oriente - Poniente	43%	42%	41%	40%	38%	36%	34%	31%	28%
Sur	31%	30%	28%	26%	24%	21%	19%	16%	13%
OGT	32%	31%	29%	27%	26%	24%	21%	19%	16%

Para determinar el máximo de superficie de ventanas permitido según la orientación de un proyecto de arquitectura, se deberá realizar el siguiente procedimiento:

a) Identificar las orientaciones correspondientes a los paramentos verticales de la envolvente térmica. Se deberá determinar la orientación predominante para cada muro perimetral de la unidad habitacional a partir de la dirección de su normal, expresada en grados sexagesimales. La dirección 0° sexagesimales estará definida por el norte geográfico, por lo que las orientaciones estarán limitadas de acuerdo a lo establecido en la Tabla 21.

Tabla 21. Definición de orientaciones de los muros perimetrales para acreditación del cumplimiento de exigencias del complejo de elementos traslúcidos.

Orientación	Rango
NORTE	Mayor o igual a 315° y menor que 45°
ORIENTE	Mayor o igual a 45° y menor que 135°
SUR	Mayor o igual a 135° y menor que 225°
PONIENTE	Mayor o igual a 225° y menor que 315°



b) Identificar el porcentaje máximo permitido de superficie de ventana por orientación, según transmitancia térmica del complejo de ventanas conforme a la Tabla 19. En el caso que el proyecto de arquitectura considere ventanas de distinto valor de transmitancia térmica U en una misma orientación, el porcentaje máximo permitido de superficie de ventanas corresponderá al de la ventana de mayor valor U de dicha orientación.

c) Determinar la superficie de los paramentos verticales de la envolvente por orientación. La superficie por orientación a considerar para este cálculo corresponderá a la suma de las superficies interiores de todos los paramentos verticales perimetrales identificados para cada orientación, incluyendo medianeros.

d) Determinar la superficie máxima de ventana permitida por orientación, según la siguiente fórmula:

$$SMV = \frac{STPV * \%mV}{100\%}$$

Donde:

- SMV = Superficie máxima de ventana (m²)
 STPV = Superficie total de paramentos verticales (m²)
 %mV = Porcentaje máximo de ventana (%)

e) Determinar la superficie de ventanas por orientación del proyecto de arquitectura, correspondiente a la suma de la superficie de vanos de los paramentos verticales identificados para cada orientación. Las superficies de ventanas obtenidas deberán ser igual o menor a la superficie máxima determinada de

conformidad con lo establecido en la letra d) precedente, para cada orientación. Para el caso de ventanas salientes, se considerará como superficie de ventana aquella correspondiente al desarrollo completo del complejo de ventanas. En estos casos, se deberá determinar la orientación para cada superficie vidriada, de acuerdo a la dirección de la normal, para ser considerada en el cálculo por cada orientación según corresponda.

Todo complejo de ventana en techumbre, cuyo plano tenga una inclinación de 60° sexagesimales o menos medidos desde la horizontal, deberá tener una transmitancia térmica igual o menor a $3,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

De manera alternativa a las exigencias de porcentaje máximo de superficie de ventanas establecidas en la Tabla 20, se podrá optar por el valor de transmitancia térmica ponderada máxima de ventana y muro "Upvm", según lo establecido en la Tabla 22.

Las soluciones constructivas para complejo de muros y ventanas, según su orientación y valor de U de la ventana, deberán cumplir con el valor de Upvm máximo por orientación indicado en la Tabla 22.

Tabla 22. Valor U ponderado máximo ventana y muro "Upvm" según orientación y valor U de ventana.

ORIENTACIÓN	Upvm [W/m ² K] SEGÚN TRANSMITANCIA TÉRMICA "U" DE LA VENTANA								
	≤0,6	≤0,8	≤1,2	≤1,6	≤2,0	≤2,4	≤2,8	≤3,2	≤3,6
Norte	0,57	0,73	1,03	1,31	1,58	1,82	2,01	2,19	2,29
Oriente - Poniente	0,49	0,57	0,73	0,88	1,01	1,12	1,22	1,27	1,30
Sur	0,46	0,52	0,62	0,71	0,78	0,82	0,86	0,85	0,82

En el caso que el proyecto de arquitectura considere ventanas de distinto valor de transmitancia térmica U en una misma orientación, el Upvm se determinará utilizando el valor U mayor de las ventanas de dicha orientación.

El valor U de la solución constructiva de muro deberá tener un valor U máximo de $0,35 \text{ [W}/(\text{m}^2\text{K})]$ para muro pesado y $0,30 \text{ [W}/(\text{m}^2\text{K})]$ para muro liviano, conforme a lo indicado en la Tabla 18.

Para determinar el valor de Upvm máximo por orientación se deberá realizar el siguiente procedimiento:

a) Identificar las orientaciones correspondientes a los paramentos verticales de la envolvente térmica. Se deberá determinar la orientación predominante para cada muro perimetral de la vivienda a partir de la dirección de su normal, expresada en grados sexagesimales. La dirección 0° sexagesimales estará definida por el norte geográfico, por lo que las orientaciones estarán limitadas de acuerdo con lo establecido en la Tabla 21.

b) Determinar la superficie de los paramentos verticales de la envolvente térmica por orientación. La superficie por orientación

a considerar para este cálculo corresponderá a la suma de las superficies interiores de todos los paramentos verticales perimetrales identificados para cada orientación, excluyendo medianeros.

c) Determinar la superficie de ventanas por orientación del proyecto de arquitectura, correspondiente a la suma de la superficie de vanos de los paramentos verticales identificados para cada orientación.

d) Determinar el valor de $Upvm$ máximo permitido por orientación, según la siguiente fórmula:

$$Upvm = \frac{(Um * Sm) + (Uv * Sv)}{(Sm + Sv)}$$

Donde:

$Upvm$ = transmitancia térmica ponderada ventana y muro

Um = transmitancia térmica de muro $\left(\frac{W}{m^2K}\right)$

Sm = superficie de muro (m^2)

Uv = transmitancia térmica de ventana $\left(\frac{W}{m^2K}\right)$

Sv = superficie de ventana (m^2)

El resultado de $Upvm$ obtenido según la fórmula anterior, para cada orientación, deberá ser igual o menor al indicado en la Tabla 22.

El valor de transmitancia térmica del complejo de ventana se podrá acreditar:

1. Mediante memoria de cálculo de transmitancia térmica "U", desarrollado conforme al procedimiento de la norma NCh3137/1 y NCh 3137/2. Dicho cálculo deberá ser elaborado por un profesional competente.

2. Mediante Informe de Ensayo de transmitancia térmica, realizado conforme a la NCh3076/1 y NCh3076/2, 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, reglamentado por el Decreto Supremo N°10, de 2002, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y sus modificaciones.

3. Mediante una solución constructiva específica para el complejo de ventana 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. Ante la ausencia de soluciones para elementos ventanas, en el listado antes mencionado, se podrá usar como medio de acreditación, las fichas de soluciones de elementos ventanas, disponibles en el SERVIU.

El porcentaje de ventanas según orientación y valor "U" será acreditado mediante un informe elaborado por un profesional competente, indicando el cumplimiento de la superficie del

complejo de ventanas por orientación exigida y el valor de transmitancia térmica por orientación, según Tabla 20.

El valor de transmitancia térmica ponderada máxima de ventana y muro, según orientación y valor "U" de ventana, será acreditado mediante un informe elaborado por un profesional competente, indicando el cumplimiento del valor de transmitancia térmica máxima ponderada de ventana y muro según orientación según la Tabla 22.

Corresponderá al profesional competente informar la alternativa adoptada al solicitar el permiso de edificación.

3) Aislamiento térmico de pisos en contacto con el terreno

Los pisos que se encuentren en contacto directo con el terreno natural deberán incorporar un material aislante con una resistencia térmica R100 igual o superior a la señalada en la Tabla 23.

Tabla 23. Resistencia térmica R100 mínima del material aislante térmico utilizado en pisos en contacto con el terreno

Elemento	R100*
Aislación térmica de pisos en contacto con el terreno	[(m ² K) /W] x100
	130

(*) Según la norma NCh2251: R100 = valor equivalente a la Resistencia Térmica (m²K/W) x 100.

El aislante térmico especificado en la solución constructiva, que dé cumplimiento a las exigencias señaladas anteriormente, deberá ser instalado entre el terreno y el elemento constructivo de piso, tales como radier, losa de fundación u otros, cubriendo la superficie total bajo dicho elemento.

4) Riesgo de Condensación

Las soluciones constructivas de techumbre, muros perimetrales y pisos ventilados, que se adopten, deberán verificar que no existe riesgo de condensación superficial e intersticial a menos de 76% de humedad relativa del ambiente interior.

Lo anterior, deberá ser acreditado por el profesional competente para la obtención del permiso de edificación, mediante la norma de cálculo NCh1973, considerando los criterios de cálculo que se señalan a continuación:

- i. Período para el análisis correspondiente al mes de julio.
- ii. El análisis se debe realizar en dos secciones del elemento constructivo; la sección de menor resistencia térmica y la de mayor resistencia térmica.
- iii. Análisis del riesgo de condensación superficial e intersticial, para ambas secciones.
- iv. Temperatura del ambiente interior igual a 19°C.
- v. Humedad relativa (HR) del ambiente interior; hasta 75%.

- vi. Temperatura exterior igual a la temperatura media mínima para el mes de julio, de la provincia correspondiente.
- vii. Humedad relativa exterior: correspondiente a la HR asociada a la temperatura media mínima, para el mes de julio, de la provincia correspondiente.

5) Infiltraciones de aire

Las viviendas nuevas deberán controlar las infiltraciones de aire cumpliendo los estándares de clase de infiltración y clase de permeabilidad al aire indicados a continuación.

La envolvente térmica deberá tener una clase de infiltración de aire medido a 50 Pa igual o menor a la clase de infiltración señalada en la Tabla 24.

Tabla 24. Clase de Infiltración de aire máxima.

Elemento	Estándar	Valor
Vivienda Completa	Clase de infiltración de aire a 50Pa (ach)	5

Nota: La clase de infiltración será medida excluyendo (sellando) puertas, ventanas y dispositivos de ventilación.

La acreditación de la Clase de Infiltración de aire máxima se realizará mediante un Certificado de Ensayo, otorgado por un profesional competente o especialista, con inscripción vigente en el Registro de Consultores del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, reglamentado por el Decreto Supremo N°135, de 1978, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y sus modificaciones, o 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, reglamentado por el Decreto Supremo N°10, de 2002, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y sus modificaciones, efectuado a una vivienda o una muestra representativa de un conjunto de viviendas, en terreno, en base a la norma NCh3295.

El ensayo en terreno se aplicará a una muestra representativa, una vez terminada la ejecución de la obra. El tamaño de la muestra a ensayar será el indicado en la Tabla 25. Si el resultado de los ensayos alcanza la cantidad de "ítems no conformes", se entenderá como rechazado y se deberá repetir el ensayo, el cual se aplicará a una muestra correspondiente al doble del tamaño indicado en la Tabla 25 para el tamaño del lote correspondiente.

Tabla 25. Tamaño de la muestra de ensayo en terreno, según tamaño del lote y cantidad de ítems no conformes.

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra	Ítems no conformes
1 a 10	1	1
11 a 50	2	1
51 a 500	3	1
>501	5	1

El tamaño del lote y de la muestra, corresponden a las unidades de vivienda del proyecto y a las unidades de vivienda a ensayar, respectivamente. Los ítems no conformes corresponden a la cantidad de muestras que no cumplen con el estándar definido en la Tabla 24.

De manera alternativa a la exigencia de Clase de Infiltración de aire máxima establecidas en la Tabla 23, y mientras en la región no existan profesionales competentes, especialistas o laboratorios con inscripción vigente en los registros del Ministerio de Vivienda y Urbanismo habilitados para realizar un ensayo en terreno conforme al procedimiento indicado en la NCh3295, y para tamaños de lotes de 10 o menos unidades, se podrá optar por la especificación de una solución constructiva determinada en la partida de sellos de las Especificaciones Técnicas, en:

- encuentros entre marcos y vanos de puertas y ventanas.
- uniones de elementos de distinta materialidad.
- uniones de elementos de una misma materialidad.
- perforaciones de todas las instalaciones.
- encuentro de solera inferior con su elemento de soporte.
- encuentro de solera superior con su elemento de soporte.
- dispositivos de ventilación.
- ductos de evacuación de gases.
- otros encuentros o uniones similares.

Esta alternativa dejará de estar permitida cuando el Ministerio de Vivienda y Urbanismo lo establezca mediante resolución.

Las puertas y ventanas deberán tener una clase final de permeabilidad al aire, medido a 100Pa, igual o mayor a la señalada en la Tabla siguiente.

Tabla 26. Clase de Permeabilidad al aire mínima para complejos de puerta y ventana.

Elemento	Estándar	Valor
Puerta y ventana	Clase de Permeabilidad al aire 100Pa	3

Nota: Las Clases de Permeabilidad al aire se encuentran definidas en la norma chilena NCh3296 y corresponden a la Clasificación final del elemento ensayado según la NCh3297.

Para los efectos de acreditar la Clase de Permeabilidad al aire mínima del complejo de puertas opacas y ventanas se podrá optar entre las siguientes alternativas:

a) Informe de Ensayo, realizado conforme al procedimiento indicado en la NCh3296 y NCh3297, 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, reglamentado por el Decreto Supremo N°10, de 2002, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y sus modificaciones, demostrando el cumplimiento de la Clasificación final de Permeabilidad al aire del complejo de ventanas y puertas opacas de la edificación.

b) Adopción de un elemento constructivo de puerta y ventana que corresponda a alguna de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico, elaborado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Ante la ausencia de soluciones para elementos puertas y ventanas, en el listado antes mencionado, se podrá usar como medio de

acreditación, las fichas de soluciones de elementos puertas y ventanas, disponibles en el SERVIU.

Corresponderá al profesional competente informar la alternativa adoptada al solicitar el permiso de edificación.

Cuando se opte por la alternativa de Ensayo en terreno en base a la NCh3295, el Informe deberá ser presentado al momento de solicitar la recepción definitiva de las obras ante la DOM y será condición para la obtención del Certificado de Recepción Definitiva de Obras de Edificación.

6) Ventilación

Las viviendas deberán contar con un sistema de ventilación que asegure una tasa de ventilación no menor a las indicadas en las NCh 3308 y NCh 3309, según corresponda, y cuyo diseño esté orientado a proveer una calidad de aire interior aceptable. Lo anterior, será acreditado por el profesional competente para la obtención del permiso de edificación, según lo establecido en las normas NCh3308 y NCh3309, según corresponda. El sistema de ventilación deberá considerar sistemas mecánicos de extracción del aire con control de higrostató en baños y cocina, pudiendo ser las entradas de aire natural o mecánica.

Artículo 9.- A contar de los 12 meses desde la entrada en vigencia del presente Decreto, se prohíbe el uso y/o instalación en viviendas nuevas que se construyan en la zona saturada, de equipos unitarios de calefacción a leña. Para cumplir con lo anterior, las viviendas nuevas deberán contar con un sistema de calefacción ya integrado que no utilice leña como combustible o bien contar con un sistema de calefacción distrital o que las viviendas cuenten con una demanda de calefacción menor a 15 kWh/m² año. Lo cual se verificará en las especificaciones técnicas del proyecto al momento de solicitar el permiso de edificación.

La demanda de calefacción se determinará con la metodología de la Calificación Energética de Viviendas de MINVU.

Lo anterior, aplica a las viviendas nuevas de la zona saturada cuya solicitud de permiso de edificación o anteproyecto sea ingresado a la respectiva dirección de obras municipales, con posterioridad a los 12 meses desde publicado en el Diario Oficial el presente Decreto.

Artículo 10.- A contar de los 12 meses desde la entrada en vigencia del presente Decreto, las edificaciones de los órganos de la Administración del Estado, que se construyan en el área urbana de la zona sujeta al Plan, y que consideren un sistema de calefacción, cuya demanda de calefacción sea mayor a 15 kWh/m² año, deberán contar con un sistema de calefacción ya integrado que utilice un combustible distinto a leña, o un sistema de calefacción distrital.

Artículo 11.- Durante los primeros tres años desde la entrada en vigencia del presente Decreto, el MINVU focalizará la aplicación

del Programa de Mejoramiento de Condominios Sociales y Económicos, en su línea de mejoramiento térmico, con el objeto de apoyar el cumplimiento a lo establecido en la letra c) del artículo 18 del presente Decreto.

Se permitirá la postulación de condominios Sociales y económicos que anteriormente hayan sido objeto de un subsidio otorgado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo para el acondicionamiento térmico, con el objetivo alcanzar el estándar para viviendas existentes indicado en el artículo 7 del presente Decreto, permitiéndose de esta forma una nueva postulación.

1.3. Acciones complementarias

Artículo 12.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, el SERVIU, en el marco de la postulación a los subsidios habitacionales del MINVU, incorporará la componente ambiental orientada a la mejora de la calidad de aire, como requisito obligatorio en el Plan de Habilitación Social, Plan de Integración Social, o Plan de Acompañamiento Social según sea el caso, de los Proyectos respectivos.

Este requisito estará orientado a entregar educación ambiental e instalar capacidades nuevas en los usuarios, respecto del modo adecuado de operar una vivienda con los nuevos estándares térmicos, para garantizar que contribuyan efectivamente a la reducción de la demanda de energía en calefacción, y a la contaminación atmosférica.

Lo anterior quedará establecido como un requisito obligatorio en el proceso de postulación a los subsidios de todos los programas habitacionales MINVU que se otorguen dentro de la zona saturada.

Mediante Resolución de la SEREMI de Vivienda y Urbanismo se establecerán los verificadores exigibles por parte de SERVIU para el pago del subsidio habitacional, a fin de garantizar el cumplimiento del objetivo del presente artículo.

La incorporación de la componente ambiental orientada a la mejora de la calidad del aire deberá garantizar la adopción de los siguientes contenidos mínimos, mediante metodologías participativas:

- Contaminación atmosférica
- Patologías de condensación al interior de la vivienda.
- Nociones básicas de acondicionamiento térmico.
- Ventilación adecuada de la vivienda.
- Calefacción y uso eficiente de la energía.
- Cuidado y mantención de la vivienda.

Para efecto de dar cumplimiento al presente artículo, el SERVIU, deberá disponer de profesionales del área técnica y social, de dedicación exclusiva tanto en la Provincia de Osorno como la Provincia de Llanquihue, destinados a velar por la adecuada

implementación de los contenidos del presente artículo en los planes de habilitación social, planes de integración social y planes de acompañamiento social según sea el caso.

Artículo 13.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, el SERVIU, deberá contar con un equipo de fiscalización con destinación exclusiva para las obras de acondicionamiento térmico, y fiscalización de la componente de eficiencia energética de viviendas nuevas; quienes implementarán un plan anual de fiscalización de viviendas objeto del subsidio de acondicionamiento térmico, así como también un plan anual de fiscalización del cumplimiento del artículo 8.

Artículo 14.- En un plazo de 6 meses, contados desde la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI de Vivienda y Urbanismo, junto con la SEREMI de Energía y la SEREMI del Medio Ambiente, diseñarán e implementarán un Programa de Capacitación dirigido a profesionales, empresas constructoras, contratistas, entidades del Estado, Prestadores de Servicios de Asistencia Técnica (PSAT) y Entidades Patrocinantes (EP), que ejecutan proyectos de mejoramiento térmico de viviendas, a fin de dar a conocer las exigencias incorporadas en el Plan y en especial lo relacionado con la correcta ejecución de obras de reacondicionamiento térmico, calificación y eficiencia energética de la vivienda. Para tales fines, la SEREMI de Vivienda y Urbanismo podrá realizar las coordinaciones pertinentes con otras organizaciones, tales como la Cámara Chilena de la Construcción, centros de formación técnica, universidades, entre otros; y podrá gestionar el financiamiento del programa con recursos sectoriales, del Gobierno Regional u otros actores públicos y privados.

Artículo 15.- A contar de 12 meses desde la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI de Vivienda y Urbanismo, realizará dos veces al año charlas informativas a actores públicos y privados que proyectan construir en la zona saturada, de manera que cuenten con información sobre los requisitos que deben cumplir en el marco del Plan.

Artículo 16.- A contar de la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI de Vivienda y Urbanismo, dispondrá y mantendrá actualizados los Manuales Técnicos y Herramientas de Cálculo; dispondrá y mantendrá actualizada la inscripción de consultores en el Registro Nacional de Consultores, conforme al Decreto Supremo N°135, de 1978, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo; dispondrá y complementará el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU, y realizará procesos de capacitación a profesionales relacionados con la temática, para la implementación de los estándares establecidos en los artículos 7 y 8 del presente Decreto.

2) Regulación referida al mejoramiento de los artefactos para calefacción y cocción

2.1 Acciones Regulatorias destinadas a artefactos

Artículo 17.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, se prohíbe en la zona A, y a partir del segundo año en las zonas B y C, lo siguiente:

- a) La utilización de chimeneas de hogar abierto.
- b) La quema de combustible o cualquier elemento distinto a la leña, briquetas, pellets de madera o chip seco, en los calefactores y cocinas a leña.
- c) El uso de artefactos a leña, en cualquier establecimiento comercial, de servicios, u oficina cuyo destino no sea habitacional. Asimismo, queda prohibido el uso de artefactos a leña en todos inmuebles pertenecientes a los organismos de la Administración del Estado.

Artículo 18.- A contar del segundo año de la entrada en vigencia del presente Decreto, se prohíbe el uso de artefactos unitarios a leña en edificios de departamentos con destino habitacional y condominios de viviendas sociales.

Artículo 19.- A contar de los 12 meses de la entrada en vigencia del presente Decreto, se prohíbe el uso y/o instalación de artefactos a leña en viviendas nuevas de la zona saturada. Lo anterior en concordancia con lo dispuesto en el artículo 9 del presente Decreto.

La fiscalización y sanción en caso de incumplimiento de las medidas señaladas en los artículos N° 17, 18 y 19 corresponderá a la SEREMI de Salud, conforme a sus atribuciones.

Artículo 20.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, para la zona A y a partir del tercer año para la zona B y C, queda prohibido en la zona saturada, el uso de calefactores a leña que no cumplan con la Norma de Emisión de Material Particulado para los artefactos que combustionen o puedan combustionar leña y pellet de madera, establecida en el decreto supremo N°39, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente. Se exceptúan de dicha prohibición los calefactores que hayan sido entregados por la SEREMI del Medio Ambiente, en el marco de los programas de recambio de calefactores que señala el decreto supremo N°78/2009 del MINSEGPRES.

La fiscalización de esta medida y sanción en caso de incumplimiento corresponderá a la SEREMI de Salud, conforme a sus atribuciones.

Artículo 21.- Las zonas A y B se subdividirán en áreas territoriales, en donde se prohibirá el uso de calderas de calefacción de uso domiciliario que combustionen leña y el uso de artefactos (calefactores y cocinas) a leña, para cualquier fin. Estas zonas se definirán mediante resolución de la SEREMI del

Medio Ambiente en un periodo de 4 meses desde la entrada en vigencia del presente Decreto. Las áreas territoriales se podrán evaluar y modificar de manera bianual.

Cada nueva resolución deberá emitirse con 2 meses de antelación al término de la validez de la resolución vigente y será publicada en la página web del Ministerio de Medio Ambiente.

El número de viviendas que abarquen estas zonas no podrán exceder de un 20% de las viviendas totales de la zona saturada.

Se eximirán de la prohibición anterior, las calderas y calefactores de uso domiciliario diseñadas para la combustión de biocombustibles por el principio de gasificación.

Esta medida será fiscalizada por la SEREMI de Salud acorde a sus atribuciones.

2.2 Programas de Recambio de Artefactos Residenciales e Institucionales

Artículo 22.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI del Medio Ambiente, diseñará y ejecutará un programa para promover el recambio y retiro voluntario de calefactores y cocinas a leña existentes que estén instalados en viviendas de la zona saturada, para lo cual solicitará financiamiento sectorial o del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) indicado en la ley de presupuesto de los Gobiernos Regionales. El programa podrá ser complementado con otras fuentes de financiamiento que utilizarán el modelo de gestión del Programa de Recambio de Calefactores del Ministerio del Medio Ambiente que considera el retiro de un artefacto a leña y su debida destrucción.

El subsidio será compatible con cualquier otro bono o subsidio que otorgue el Estado. Los requisitos específicos de los sistemas de calefacción serán establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente y corresponderán a sistemas que utilicen un combustible diferente a la leña.

Dicho programa tendrá por objetivo acelerar el recambio de artefactos a leña, por sistemas de calefacción más eficientes y de menores emisiones de partículas, de tal forma de apoyar a la ciudadanía en el cumplimiento de las regulaciones en el plazo determinado.

Este programa contemplará el mejoramiento tecnológico del parque con el recambio de, al menos 45.000 calefactores, esta cifra contabilizará los recambios realizados por el Ministerio del Medio Ambiente, desde marzo del año 2016, en el marco del decreto supremo N°47/2015, que Establece el Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Osorno, más los 20.000 recambios incorporados en el presente decreto. El plazo de ejecución será hasta el término de la vigencia del presente Decreto. El 100% de los equipos a instalar desde la entrada en vigencia del presente

Decreto, deberán corresponder a sistemas de calefacción que utilicen un combustible distinto a leña.

La meta considerará los recambios efectuados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, los realizados en el marco del Fondo Regional de Iniciativa Local del Gobierno Regional, así como también se contabilizarán en la meta los programas piloto que realicen otros organismos del estado de manera directa y/o a través de terceros. Lo anterior, desde la entrada en vigencia del presente Decreto.

Artículo 23.- En un plazo de 2 años, contado desde la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI del Medio Ambiente diseñará e implementará un Programa de Recambio de artefactos que combustionan leña dirigido a condominios de viviendas sociales existentes. Dicho programa tendrá por objetivo el reemplazo de artefactos a leña, por sistemas de calefacción de mayor eficiencia y menores emisiones de partículas, de tal forma de apoyar a la ciudadanía en el cumplimiento de la regulación en el plazo determinado.

Artículo 24.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI del Medio Ambiente podrá diseñar e implementar un Programa voluntario de retiro y chatarrización de artefactos a leña instalados, dirigido a viviendas que han realizado recambios de forma particular, a sistemas de calefacción distintos a la leña. Estos recambios contarán para la meta establecida en el artículo 22.

Artículo 25.- En un plazo de 12 meses contado desde la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI de Desarrollo Social y Familia, incorporará el recambio progresivo de artefactos a leña por artefactos más eficientes, más limpios y seguros, en favor de las familias beneficiarias del Programa de Habitabilidad que es financiado por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia y ejecutado por los municipios de la zona saturada. Este recambio irá acompañado de capacitación a las familias para el buen uso de la calefacción.

Ambas acciones serán parte de un Acuerdo de Implementación que detallará las acciones, plazos, responsables y alcance del recambio progresivo de artefactos y asesoría técnica que se diseñará y ejecutará de manera conjunta con la SEREMI del Medio Ambiente que aportará con asesoría técnica y capacitación para los profesionales del Programa de Habitabilidad, FOSIS, y equipos municipales asociados al programa.

Las familias que serán parte de este recambio pertenecerán al Subsistema de Seguridades y Oportunidades por su situación de vulnerabilidad.

Artículo 26.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto y en un plazo de 48 meses, la SEREMI de Energía con el apoyo de la SEREMI del Medio Ambiente, diseñarán un programa de incentivo a la calefacción distrital con la finalidad de promover la

implementación de proyectos pilotos demostrativos de calefacción distrital en la zona saturada, el cual podrá ser ejecutado por un organismo competente en la materia definido en el diseño del programa, quien deberá procurar obtener financiamiento sectorial o del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) para su implementación.

3) Regulación referida mejoramiento de la calidad de los biocombustibles sólidos y diversificación de la matriz energética para calefacción.

3.1 Requisitos para la comercialización de biocombustibles sólidos.

Artículo 27.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, toda la leña que sea comercializada en la zona saturada deberá cumplir los requerimientos técnicos de la Norma NCh2907, de acuerdo con 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. El contenido de humedad de la leña será fiscalizado por la Superintendencia del Medio Ambiente.

Para comercializar biocombustibles sólidos dentro de la zona saturada, todo comerciante deberá cumplir con los requisitos de formalización de la actividad y especificaciones técnicas que señala la Ley N°21.499, del 2022, del Ministerio de Energía y su reglamento. El Ministerio de Energía establecerá, mediante resolución exenta, las exigencias técnicas mínimas de calidad y la métrica que deberán cumplir los biocombustibles sólidos como requisito para su comercialización en atención al uso que se les dé.

Una vez que entre en vigencia el Reglamento de la ley N°21.499, que regula los biocombustibles sólidos, prevalecerá lo establecido en dicha normativa en tanto resulte más exigente que lo indicado en el presente Plan.

Artículo 28.- Los Centros de Procesamiento de Biomasa y los comercializadores que realicen la actividad en la zona saturada, deberán inscribirse en el registro que llevará la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC), y deberán mantener vigente dicha inscripción como requisito habilitante para actuar como tales, de acuerdo a lo señalado en el artículo N°4 de la Ley N°21.499, del 2022, del Ministerio de Energía.

Artículo 29.- El registro de todos los Centros de Procesamiento de Biomasa y comercializadores deberán sujetarse a una certificación realizada por un Organismo de Certificación, la que culminará con la entrega de un sello de calidad que los identifique como establecimientos certificados, según lo señalado en el Artículo N° 5 de la Ley N°21.499, del 2022, del Ministerio de Energía. Previo a la entrada en vigencia del Reglamento de la mencionada Ley, en la plataforma online de difusión del Ministerio de Energía (<https://www.sellocalidadlena.cl>), se encontrará disponible el

listado de los comerciantes de la región que ya cuenten con Sello Calidad de Leña. Por otra parte, la Corporación Nacional Forestal (CONAF) entregará información proveniente del Programa de Dendroenergía. Este artículo aplicará desde la entrada en vigencia del presente Decreto para las zonas A, y al segundo año, contado desde la entrada en vigencia, para las zonas B y C, con foco en las zonas urbanas de acuerdo a los planos reguladores de cada comuna.

Dicho registro será publicado, y actualizado de forma trimestral, en la plataforma del Ministerio del Medio Ambiente, para difusión a la comunidad de los puntos de venta de biocombustibles.

Artículo 30.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, la CONAF y la SEC, coordinarán la mesa de fiscalización forestal, la cual podrá requerir a los Ministerios y servicios públicos la información necesaria para el ejercicio de sus funciones de fiscalización. La mesa convocará al menos a las Municipalidades de las zonas saturadas, al SII, a Carabineros de Chile, a la Policía de Investigaciones, a la SEREMI de Transportes y Telecomunicaciones y a la SEREMI de Energía. La mesa tendrá por objeto coordinar las acciones de fiscalización a la producción, transporte y comercialización de leña y deberá entregar en el mes de diciembre de cada año un reporte detallado de las fiscalizaciones efectuadas. Una vez publicado el reglamento de la Ley de Biocombustibles Sólidos, todos los aspectos referidos a la producción, transporte y comercialización de leña deberán regirse bajo la normativa que indique dicho cuerpo legal.

En caso de disolución de la CONAF las obligaciones establecidas precedentemente para dicho Servicio serán asumidas por el Servicio que lo reemplace a este respecto.

Artículo 31.- Con el objeto de regular la comercialización de la leña a nivel comunal, la SEREMI de Energía en conjunto con la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, podrán apoyar a las Municipalidades de la zona saturada en la elaboración de Ordenanzas Municipales que busquen regular sobre esta materia. El apoyo se podrá materializar a través de un requerimiento formal de parte de cada Municipalidad interesada.

Artículo 32.- El Comité Técnico Regional de Biocombustibles Sólidos, liderado por la SEREMI de Energía, se constituirá como la instancia de articulación entre actores regionales que permita relevar temas prioritarios asociados a los Biocombustibles Sólidos, levantar brechas regionales en relación a la implementación de la Ley e iniciativas de fomento.

3.2 Acciones complementarias para el mejoramiento de la calidad de la leña y diversificación de la matriz energética para calefacción residencial

Artículo 33.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto y mediante instrumentos de fomento a cargo de distintos servicios (SERCOTEC, CORFO, FOSIS, CONADI, e INDAP), con recursos sectoriales o regionales (FNDR) se promoverá el aumento de la

oferta de biocombustibles sólidos de acuerdo a los requisitos del presente Decreto, en las comunas que son parte del Plan, sujeto a disponibilidad presupuestaria. Tal es el caso del Ministerio de Energía que en conjunto con la Agencia de Sostenibilidad Energética u otros organismos ejecutores promoverán la producción de biocombustibles sólidos de madera de uso residencial, tales como leña, pellet, briquetas y/o astillas, que contribuyan a aumentar y/o mejorar la oferta de biocombustibles en la región, además de dar apoyo financiero y técnico a pequeños y medianos productores de leña para la instalación de centros de secado, de acuerdo con el Plan Nacional para la Modernización del Mercado de los Biocombustibles Sólidos referidos en el artículo N°20 de la Ley N°21.499 del 2022, del Ministerio de Energía.

Artículo 34.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, el Ministerio de Energía, en el marco de su política Energética Nacional continuará fomentando alternativas de calefacción residencial limpias, seguras y eficientes.

CAPÍTULO III. EDUCACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN A LA COMUNIDAD.

Artículo 35.- En un plazo de 12 meses, contado desde la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI del Medio Ambiente con el apoyo de las instituciones que forman parte de la implementación del Plan, elaborarán un "Programa de Involucramiento Comunitario y Educación Ambiental", el cual deberá actualizarse a principios de cada año con el objetivo de programar actividades de sensibilización y educación orientadas al sector de educación ambiental formal y no formal. Este programa deberá contemplar contenidos relacionados con las medidas para la implementación del Plan y deberá ser publicado en la página web del Ministerio del Medio Ambiente. Podrán participar de este Programa las Municipalidades de la zona saturada.

Artículo 36.- El "Programa de involucramiento comunitario y educación ambiental" señalado en el artículo precedente, considerará las siguientes acciones:

- a. Diseño y mantención de un sistema para entregar de manera expedita información a la ciudadanía relativa a datos de calidad del aire.
- b. Incorporación de la temática de calidad del aire en los procesos de certificación ambiental en todos los niveles de enseñanza, en el marco del Sistema Nacional Ambiental de Certificación de Establecimientos Educativos (SNCAE), en conjunto con las instituciones asociadas.
- c. Promoción en el marco del Fondo de Protección Ambiental, en la comunidad, el desarrollo de iniciativas de mejoramiento de calidad del aire en la zona saturada.
- d. Promoción de la temática en el marco del Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM), con foco en los municipios que participan en este programa.

- e. La SEREMI de Gobierno, realizará anualmente dos jornadas de capacitación a líderes vecinales, que tendrán por objeto entregar información y promover las prácticas orientadas al mejoramiento de la calidad del aire, entregándoles herramientas para apoyar la difusión en sus sectores y promoviendo la búsqueda de financiamiento y ejecución de proyectos asociados con la temática, tales como compra comunitaria de leña seca, mejoramiento de infiltración de aire en viviendas, brigadas de fiscalización ciudadana, entre otras.
- f. La SEREMI de Gobierno realizará vocerías permanentemente en la divulgación sobre el Plan de Descontaminación Atmosférica, de acuerdo a lo requerido por la SEREMI del Medio Ambiente con énfasis en fechas, hitos, medidas preventivas, etc.

Artículo 37.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI del Medio Ambiente, realizará anualmente un ciclo de 2 jornadas anuales de trabajo con adultos mayores con el objeto de orientarlos respecto a medidas Plan, difusión de los subsidios y prácticas de autocuidado en relación a la contaminación del aire.

Artículo 38.- A partir de la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI de Educación requerirá anualmente a los establecimientos educacionales para que incorporen en sus Programas de Trabajo y actualizaciones Proyecto Educativo Institucional (PEI), las temáticas de calidad del aire, a través del uso y aplicación del material educativo en el marco del Programa de educación e involucramiento comunitario.

Artículo 39.- A partir de los 8 meses contados desde la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI del Medio Ambiente, con el apoyo de las instituciones que forman parte de la implementación del Plan, procurarán la obtención de recursos para la implementación de medidas relativas a educación y sensibilización. Junto a lo anterior, a través del Comité Regional de Educación Ambiental (CREA) se canalizarán las iniciativas relativas a: Plan de Capacitación Docente, Red escolar de información de calidad del aire, elaboración de material didáctico y encuentros anuales de educación para el desarrollo sustentable.

CAPÍTULO IV. CONTROL DE LAS EMISIONES AL AIRE DE CALDERAS DE USO RESIDENCIAL, INDUSTRIAL Y COMERCIAL.

Artículo 40.- Las calderas nuevas, con una potencia térmica nominal menor a 75 kWt, deberán cumplir con el límite máximo de emisión de material particulado y eficiencia que se indica en la tabla siguiente:

Tabla 27: Límite máximo de emisión de MP y eficiencia para caldera nueva menor a 75 kWt.

Tamaño (kWt)	Límite máximo de emisión MP (mg/Nm ³)	Eficiencia (%)
Menor a 75 kWt	50	Mayor o igual a 90

Las calderas nuevas deberán cumplir con las exigencias establecidas en la presente disposición desde la fecha de inicio de su operación.

Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, para acreditar el cumplimiento de esta disposición, el propietario de la caldera deberá presentar a la SEREMI de Salud, por única vez, un certificado de origen del fabricante, que indique que la caldera cumple con lo exigido en la tabla N°27.

El propietario de una caldera deberá acompañar el certificado mencionado al momento del registro regulado por el artículo N°3 del Decreto Supremo N°10, de 2012 del Ministerio de Salud, según corresponda. Este último requisito se exceptúa para calderas de calefacción por agua caliente de uso domiciliario, cuando este sistema comprenda sólo calefacción para una casa habitación en forma individual.

La fiscalización de estas medidas y sanción en caso de incumplimiento corresponderá a la SEREMI de Salud, conforme a sus atribuciones.

El plazo otorgado para presentar el certificado a la Superintendencia del Medio Ambiente será de 1 mes a contar de la entrega del número de registro de caldera otorgado por la SEREMI de Salud o de 3 meses desde la compra de la caldera de uso domiciliario.

- a. Se eximen de presentar dicho certificado las calderas nuevas que usan exclusivamente y en forma permanente un combustible gaseoso.

Artículo 41.- Las calderas, nuevas y existentes, de potencia térmica nominal mayor o igual a 75 kWt, deberán cumplir con los límites máximos de emisión de MP que se indican en la Tabla siguiente:

Tabla 28: Límites máximos de emisión de MP para calderas nuevas y existentes.

Potencia térmica nominal de la caldera	Límite máximo de MP (mg/Nm ³)	
	Caldera Existente	Caldera Nueva
Mayor o igual a 75 kWt y menor a 300 kWt	50	50
Mayor o igual a 300 kWt y menor a 1 MWt	50	50
Mayor o igual a 1 MWt y menor a 20 MWt	50	30
Mayor o igual a 20 MWt	30	30

Las calderas existentes de la zona A, que entraron en operación después de los 12 meses siguientes a la entrada en vigencia del decreto supremo N°47, de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, de potencia térmica mayor o igual a 1 MWt y menor a 20 MWt, deberá cumplir un valor límite máximo de MP de 30 (mg/Nm³).

Las calderas nuevas de potencia térmica nominal mayor o igual a 300 kWt deberán cumplir con un valor de eficiencia sobre 85%.

i. Plazos de cumplimiento:

- a. Las calderas existentes en las zonas B y C deberán cumplir con los límites de emisión establecidos en la presente disposición, a contar del plazo de 24 meses, desde la entrada en vigencia del presente Decreto.
- b. Las calderas existentes en la zona A, desde la entrada en vigencia del presente Decreto.
- c. Las calderas nuevas deberán cumplir con las exigencias establecidas en la presente disposición desde la fecha de inicio de su operación.

ii. Excepciones:

- a. Se eximen de verificar el cumplimiento del límite máximo de emisión de MP, aquellas calderas nuevas o existentes, que usen un combustible gaseoso en forma exclusiva y permanente. Para demostrar lo anterior, el titular deberá presentar a la Superintendencia del Medio Ambiente, por única vez, un informe que dé cuenta de tales condiciones, incluyendo el documento con el número de registro de la SEREMI de Salud que identifique la fuente y el tipo de combustible utilizado. El informe deberá ser presentado nuevamente si se registran cambios en las condiciones expuestas.
- b. Se eximen de verificar el cumplimiento del límite máximo de emisión de MP, por 12 meses adicionales al plazo establecido para la zona B y C, aquellas calderas existentes de alimentación automática, que usan pellets o chips, en forma exclusiva y permanente; y que cuentan con una eficiencia mayor o igual a 90%. Para demostrar lo anterior, el titular deberá presentar a la Superintendencia del Medio Ambiente, que cumple con las condiciones descritas. Finalizado el plazo de 12 meses adicionales, se deberá cumplir con los límites de emisión según corresponda.

Artículo 42.- Con el fin de reducir las emisiones de dióxido de azufre (SO₂), las calderas nuevas y existentes de potencia térmica nominal mayor o igual a 75 KWt, que usen un combustible de origen fósil, en estado líquido o sólido, deberán cumplir con las exigencias que se establecen en las Tablas siguientes:

Tabla 29: Límite máximo de emisión de SO₂ para calderas nuevas, según zonas.

Zonas	Potencia térmica nominal de la caldera	Límite máximo de emisión de SO ₂ (mg/Nm ³)
A, B y C	Mayor o igual a 75 kWt y menor a 20 MWt	400
	Mayor o igual a 20 MWt	200

Tabla 30: Límite máximo de emisión de SO₂ y plazos de cumplimiento para calderas existentes, según zona

Zonas	Potencia térmica nominal de la caldera	Límites máximos de emisión de SO ₂ (mg/Nm ³)
A	Mayor o igual a 3 MWt y menor a 20 MWt	400
B y C	Mayor o igual a 3 MWt y menor a 20 MWt	600
A	Mayor o igual a 20 MWt	200
B y C	Mayor o igual a 20 MWt	400

i. Plazos de cumplimiento:

- a. Las calderas nuevas deberán cumplir con las exigencias establecidas en la presente disposición, desde la fecha de inicio de su operación.
- b. Las calderas existentes de la zona A, deberán cumplir con las exigencias establecidas en la presente disposición, desde la entrada en vigencia del presente Decreto.
- c. Las calderas existentes en las zonas B y C deberán cumplir con los límites de emisión establecidos en la presente disposición, a contar del plazo de 36 meses contados desde la entrada en vigencia del presente Decreto.

ii. Excepciones:

- a. Se eximen de verificar el cumplimiento del límite máximo de emisión de SO₂, aquellas calderas que demuestren utilizar un combustible fósil, en estado líquido o gaseoso, con un contenido de azufre menor o igual a 50 ppm (partes por millón). Para demostrar lo anterior, el titular deberá presentar a la Superintendencia del Medio Ambiente, por única vez, un informe que dé cuenta de tales condiciones, incluyendo el documento con el número de registro de la SEREMI de Salud que identifique la fuente y el tipo de combustible utilizado. El informe deberá ser presentado nuevamente si se registran cambios en las condiciones expuestas.
- b. Se eximen de verificar el cumplimiento del límite máximo de emisión de SO₂, aquellas calderas nuevas y existentes que cogeneran, siempre y cuando la caldera demuestre una eficiencia térmica mayor a 85%. Para demostrar lo anterior,

el titular deberá presentar a la Superintendencia del Medio Ambiente, por única vez, un informe que dé cuenta de tales condiciones, incluyendo el documento con el número de registro de la SEREMI de Salud que identifique la fuente y el tipo de combustible utilizado. El informe deberá ser presentado nuevamente si se registran cambios en las condiciones expuestas.

Artículo 43.- Corrección de oxígeno de los valores medidos en chimenea:

a. Calderas que utilizan algún combustible sólido es de un 11% de oxígeno.

b. Calderas que utilizan combustibles líquidos o gaseosos es de un 3% de oxígeno.

Artículo 44.- Para dar cumplimiento a los artículos 42 y 43, las calderas nuevas y existentes, cuya potencia térmica nominal es mayor o igual a 20 MWt deben instalar y validar un sistema de monitoreo continuo de emisiones (CEMS) para material particulado (MP) y dióxido de azufre (SO₂), de acuerdo al protocolo que defina la Superintendencia del Medio Ambiente. Estarán exentas de cumplir esta obligación las calderas mencionadas que utilicen combustibles gaseosos de forma exclusiva y permanente.

Durante el período previo a la aprobación del sistema de monitoreo continuo, las fuentes a que se refiere el presente artículo deberán acreditar sus emisiones mediante mediciones discretas, con la periodicidad definida en el artículo 45.

Artículo 45.- Para dar cumplimiento a los artículos 42 y 43, las calderas nuevas y existentes, cuya potencia térmica nominal sea mayor a 75 kWt y menor a 20 MWt, deben realizar mediciones discretas de material particulado (MP) y dióxido de azufre (SO₂), de acuerdo a los protocolos que defina la Superintendencia del Medio Ambiente.

La periodicidad de la medición discreta dependerá del tipo de combustible que se utilice y del sector, según se establece en la tabla siguiente:

Tabla 31: Frecuencia de la medición discreta de emisiones de MP y SO₂.

Tipo de combustible	Una medición cada "n" meses			
	Sector industrial		Sector residencial, comercial e institucional	
	MP	SO ₂	MP	SO ₂
1. Leña	6	No aplica	12	No aplica
2. Petróleo N°5 y N°6	6	6	12	12
3. Carbón	6	6	12	12
4. Chips, aserrín, viruta, biomasa, pellets y otros derivados de la madera, con carga manual de combustible.	12	No aplica	12	No aplica
5. Chips, aserrín, viruta, pellets y otros derivados de la madera, con carga automática de combustible.	24	No aplica	24	No aplica
6. Petróleo diésel	12	No aplica	24	No aplica
7. Todo tipo de combustible gaseoso	Exenta de verificar cumplimiento			

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V. CONTROL DE EMISIONES ASOCIADAS A QUEMAS AGRÍCOLAS, FORESTALES Y DOMICILIARIAS

Artículo 46.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, se prohíbe el uso del fuego para la quema de rastrojos, y de cualquier tipo de vegetación viva o muerta en toda la zona saturada, en los terrenos agrícolas, ganaderos o de aptitud preferentemente forestal, en el período comprendido entre el 1 de abril al 30 de septiembre de cada año. La fiscalización y sanción de esta medida estará sujeta a lo indicado en el decreto supremo N°276/1980, del Ministerio de Agricultura, Reglamento sobre Roce a Fuego.

La fiscalización se realizará utilizando como base la información remitida por las respectivas municipalidades con respecto a los límites urbanos comunales, que será solicitada y facilitada por la SEREMI del Medio Ambiente.

Artículo 47.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, se prohíbe en el sector urbano de la zona saturada, la quema en la vía pública o recintos privados, de hojas, vegetación arbustiva,

restos de poda y de todo tipo de residuos. Esta medida será fiscalizada por Carabineros de Chile.

Artículo 48.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, SEREMI de Agricultura coordinará con CONAF, INDAP, SAG y con INIA Remehue, la realización de un plan de difusión a través de charlas y entrega de material, sobre la normativa, regulaciones y prohibiciones relativas al uso del fuego que hace referencia el artículo anterior y enviará a la SEREMI del Medio Ambiente una programación anual de estas actividades en el mes de marzo de cada año. Este plan de difusión estará dirigido a los productores y también a los programas de Asesoría Técnica y Consultores.

Artículo 49.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI de Agricultura, coordinará acciones con los distintos Servicios de este Ministerio (CONAF, INDAP, INIA, SAG, entre otros), la implementación de buenas prácticas agrícolas tendientes a generar alternativas a las quemas y prevención de incendios. Lo que se podrá materializar en planes y programa existentes dirigidos a las comunas de la zona saturada y comunas aledañas.

CAPÍTULO VI. CONTROL DE EMISIONES ASOCIADAS A TRANSPORTE URBANO

Artículo 50.- Desde la entrada en vigencia del presente decreto supremo, la SEREMI de Transportes y Telecomunicaciones de la Región Los Lagos, a través del Programa de Renovación de Buses y de proyectos de Mejoramiento al Transporte Público procurará obtener los recursos necesarios que faciliten el recambio y/o el reemplazo de buses urbanos y rurales por el cumplimiento de su antigüedad, de un mínimo de 200 buses en un periodo de 10 años para la zona saturada, teniendo por objetivo el retiro de vehículos de transporte público de mayor antigüedad y el reemplazo por buses de tecnología que cumplan la normativa vigente o superior.

Artículo 51.- A partir de 5 años contados desde la entrada en vigencia del presente decreto supremo, la SEREMI de Transportes y Telecomunicaciones deberá incorporar en los procesos o medidas de ordenamiento, gestión o mejoras tecnológicas del transporte público de las comunas de la macrozona, incentivos o exigencias orientadas a reducir las emisiones de MP y NOx provenientes del sistema de transporte público de buses urbanos en un 60% y 45% respectivamente respecto de la línea base 2023 de las emisiones de la flota. Para cumplir con dicha reducción se podrán contemplar, entre otros, incentivos para la incorporación de flotas de vehículos con menores emisiones. Como medio de verificación de los avances de las reducciones de emisiones señaladas, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, a través del Programa de Vialidad y Transporte Urbano, SECTRA, confeccionará los informes bianuales de seguimiento ambiental de las emisiones del transporte público de buses urbanos en las comunas de la zona saturada.

Artículo 52.- El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones incorporará en las bases de los nuevos procesos de licitación para las concesiones de Plantas de Revisión Técnica de la Región de Los Lagos, la exigencia de implementar la primera fase del ASM (Acceleration Simulation Mode) de manera de hacer efectiva la aplicación en dicha región de la Norma de Emisión de NO, HC y CO para el control de encendido por chispa (Ciclo Otto), de acuerdo al Decreto Supremo N°149, de 2006, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Artículo 53.- Dentro de un plazo de 12 meses, contados desde la entrada en vigencia del presente Decreto, la SEREMI de Transportes y Telecomunicaciones, implementará un método de control de emisiones de opacidad, en un 20% del parque operativo de buses urbanos, en la vía pública de vehículos diésel, con el objetivo de establecer un control que permita detectar vehículos cuyo motor o sistema de control de emisiones se encuentran deteriorados o con falta de mantenimiento.

CAPÍTULO VII. COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE PROYECTOS NUEVOS DESARROLLADOS EN LA ZONA SATURADA EN EL MARCO DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

Artículo 54.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, todos aquellos proyectos o actividades, incluidas sus modificaciones, que se sometan o deban someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y que directa o indirectamente generen emisiones de MP₁₀ y/o MP_{2,5} iguales o superiores a 1,0 ton/año y a 0,5 ton/año respectivamente, respecto de su situación base, en cualquiera de sus etapas, deberán compensar sus nuevas emisiones en un 120%. Para lo anterior, el titular deberá presentar un Programa de Compensación de Emisiones (PCE) equivalente a toda la vida útil del proyecto o de la actividad.

En el caso de modificaciones de proyectos o actividades existentes, que deben someterse al SEIA, se entenderá que constituyen la situación base del proyecto o actividad, aquellas emisiones que se generen en forma previa a la vigencia de este Decreto, debidamente acreditadas, o aquellas que se generen con posterioridad, si forman parte de un Programa de Compensación de Emisiones previamente aprobado. Para el cálculo del total de sus emisiones, se deberán exceptuar aquellas emisiones que hayan sido compensadas previamente.

Artículo 55.- El titular deberá presentar a la SEREMI del Medio Ambiente, un Programa de Compensación de Emisiones (PCE), en el plazo de 40 días hábiles, contado desde la dictación de la Resolución de Calificación Ambiental correspondiente, el que deberá ser revisado y aprobado mediante resolución exenta de la SEREMI del Medio Ambiente.

El contenido del Programa de Compensación de Emisiones será al menos el siguiente:

- a) Una descripción cualitativa y cuantitativa de las emisiones a compensar, al menos para MP, MP₁₀, MP_{2,5} y SO₂.
- b) La cantidad de emisiones a compensar por contaminante, distinguiendo cada una de las fases del proyecto.
- c) La metodología y supuestos que se usaron para estimar las emisiones.
- d) Las medidas de compensación que se proponen, la localización y el plazo en que se harán efectivas.
- e) Mecanismo de verificación.
- f) Justificación de las emisiones que se compensan durante la vida útil del proyecto o actividad.
- g) Forma, oportunidad y ubicación en coordenadas WGS84, de su implementación, con un indicador de cumplimiento del programa de compensación.
- h) Un anexo con la memoria de cálculo.
- i) Carta Gantt, que considere todas las etapas para la implementación de la compensación de emisiones y la periodicidad en que informará a la Superintendencia del Medio Ambiente el avance de las actividades comprometidas.
- j) Un anexo que indique las acciones a implementar.

Artículo 56.- Al ingresar un PCE, la SEREMI del Medio Ambiente tendrá un plazo de revisión de 30 días hábiles para emitir observaciones o aprobar el documento. El titular tendrá un plazo de subsanación de observaciones de 20 días hábiles para volver a hacer ingreso del programa a la SEREMI. En caso de no ser subsanadas las observaciones dentro de dicho plazo, se tendrá por no presentado el programa aludido. Dicho programa será revisado por la SEREMI en un plazo de 20 días hábiles, y posteriormente aprobado o rechazado mediante resolución fundada. La resolución que lo apruebe será publicada en la página web del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) en el expediente de evaluación del proyecto y remitida a la Superintendencia del Medio Ambiente para su fiscalización.

Los proyectos evaluados que sean aprobados con exigencias de compensación de emisiones sólo podrán dar inicio a la ejecución del proyecto o actividades al contar con la aprobación del respectivo Programa de Compensación de Emisiones por parte de la SEREMI del Medio Ambiente, a excepción de lo dispuesto en el artículo 61 del presente Plan.

Artículo 57.- Las medidas de compensación deberán reunir las siguientes características:

- a) Ser medidas efectivas, es decir, que la medida de compensación propuesta permita cuantificar la reducción de las emisiones que se produzcan a consecuencia de ella.
- b) Ser adicionales, es decir, que la medida de compensación propuesta no responda a otras obligaciones a que esté sujeto quien genera la rebaja, o bien, que no corresponda a una acción que conocidamente será llevada a efecto por la autoridad pública o por particulares.

c) Ser permanentes, es decir, que la rebaja permanezca por todo el período de operación del proyecto o de la actividad.

Artículo 58.- En ningún caso, se podrá hacer valer emisiones cedidas por actividades o establecimientos que cierren o deban cerrar por incumplimiento de normativa ambiental o por término de su vida útil o que cierren o que hayan cerrado con anterioridad a la aprobación de la solicitud de compensación.

Las compensaciones no sustituirán las exigencias impuestas en otras normativas vigentes y deberán apuntar a la reducción de emisiones de material particulado.

Se deberá diferenciar las emisiones a compensar entre la fracción por combustión y la fracción por resuspensión, en cada año en que se superen los límites establecidos en este Decreto. Para lo anterior, se deberá verificar que se presenten medidas de compensación que sean adecuadas a cada fracción, o bien, que se opte por la compensación de la totalidad de las emisiones a través de mecanismos que impliquen la reducción de emisiones de fuentes de combustión.

Cuando se trate de la compensación de una emisión compuesta predominantemente de material particulado grueso (fracción de tamaños superiores a 2,5 micrómetros), se podrán realizar compensaciones que impliquen el retiro o rebaja de emisiones provenientes de procesos de combustión en razón de una unidad másica de material particulado de combustión retirado, por cada tres unidades de material particulado grueso emitido.

Artículo 59.- Será responsabilidad de la Superintendencia del Medio Ambiente fiscalizar el cumplimiento de las medidas de compensación asociadas a los Programas de Compensación de Emisiones que hayan sido aprobados. Para ello, cuando la SEREMI de Medio Ambiente apruebe un Programa de Compensación deberá remitir, en un plazo de 10 días hábiles, copia de este y de la respectiva resolución que lo aprueba, a la Superintendencia del Medio Ambiente.

Artículo 60.- En el caso que una de las medidas de compensación corresponda a recambio de calefactores, el proceso de chatarrización deberá ser supervisado por parte de la SEREMI del Medio Ambiente.

Artículo 61.- Para obtener la recepción definitiva de obras por parte de la Dirección de Obras Municipales (DOM), los proyectos deberán contar con el PCE completamente ejecutado, para lo cual, los titulares deberán presentar a la DOM, la resolución que dé cuenta de ello y que será emitida por la SEREMI del Medio Ambiente.

CAPÍTULO VIII. PLAN OPERACIONAL PARA LA GESTIÓN DE EPISODIOS CRÍTICOS.

Artículo 62.- La SEREMI del Medio Ambiente coordinará un Plan Operacional de Gestión de Episodios Críticos (GEC), cuyo objetivo es enfrentar los episodios críticos de contaminación atmosférica por Material Particulado Respirable MP_{2,5} que se presenten en la zona saturada.

Artículo 63.- El Plan Operacional se implementará anualmente, durante el periodo comprendido entre el 1° de abril y 30 de septiembre, ambos días inclusive, y contará con la participación de distintos organismos y servicios públicos competentes.

El Plan Operacional se estructurará a partir de las siguientes componentes:

- a) Sistema de seguimiento de la calidad del aire para material particulado MP_{2,5}.
- b) Sistema de pronóstico de la calidad del aire para MP_{2,5}.
- c) Plan comunicacional de difusión a la ciudadanía.
- d) Procedimiento para la declaración de episodios.
- e) Medidas de prevención y mitigación durante el periodo de gestión de episodios.

El plan operacional será publicado en la página web de la SEREMI del Medio Ambiente antes del 01 de abril de cada año.

Artículo 64.- El Ministerio del Medio Ambiente mantendrá de manera permanente un sistema de seguimiento de la calidad del aire para material particulado, que considera el monitoreo de MP_{2,5}, junto a parámetros meteorológicos para este contaminante en la zona saturada. Para el seguimiento, se considerarán las estaciones de monitoreo que cuenten con calificación de representatividad poblacional para el contaminante.

Artículo 65.- La SEREMI del Medio Ambiente realizará e informará el seguimiento de los niveles que definen la ocurrencia de episodios críticos de contaminación por MP_{2,5} y MP₁₀, y su intensidad, de acuerdo con las siguientes tablas:

Tabla 32. Categorías de calidad del aire para MP_{2,5}.

Calidad del Aire	MP _{2,5} µg/m ³
Bueno	0 - 50
Regular	51 - 79
Alerta	80 - 109
Preemergencia	110 - 169
Emergencia	≥ 170

Fuente: Decreto supremo N°12, del 2011 del Ministerio de Medio Ambiente, establece norma primaria de calidad ambiental para material particulado respirable MP_{2,5}

Tabla 33. Categorías de calidad del aire para MP₁₀.

Calidad del Aire	MP ₁₀ µg/m ³ N
Bueno	0 - 129
Regular	130 - 179
Alerta	180 - 229
Preemergencia	230 - 329
Emergencia	≥330

Fuente: Decreto supremo N°12, del 2021, del Ministerio de Medio Ambiente, establece norma primaria de calidad ambiental para material particulado respirable MP₁₀

La SEREMI del Medio Ambiente utiliza un sistema de pronóstico de calidad del aire para material particulado MP_{2,5} y MP₁₀, conforme a lo establecido en las normas de calidad del aire vigentes. Dicho sistema de pronóstico contempla el uso de una o más metodologías de pronóstico que permitan prever al menos con 24 horas de anticipación la evolución de las concentraciones de contaminantes y la posible ocurrencia de episodios críticos, según los umbrales de calidad del aire indicados en el artículo anterior. Será responsabilidad del Ministerio del Medio Ambiente la operación de las metodologías de pronóstico de calidad del aire y mantener su oficialización para su aplicación en la zona de interés mediante resolución fundada, para lo cual podrá suscribir los convenios que resulten pertinentes.

Artículo 66.- La SEREMI del Medio Ambiente deberá desarrollar un plan comunicacional de difusión a la ciudadanía, durante la gestión de episodios críticos que considere las siguientes acciones:

- a) Poner a disposición de la comunidad la información de calidad del aire obtenida desde la red de monitoreo de la Calidad del Aire.
- b) Informar diariamente a la comunidad el pronóstico de calidad del aire para MP_{2,5}, es decir, el estado de la calidad del aire esperado para el día siguiente.
- c) Informar diariamente a la comunidad de las medidas y/o acciones de prevención y mitigación que se deberán implementar.
- d) Enviar diariamente información a los organismos que deben implementar medidas y/o acciones definidas en el Plan Operacional, en especial los días que se haya declarado un episodio crítico de contaminación atmosférica por MP_{2,5}.

Artículo 67.- El procedimiento para la declaración de un episodio crítico de MP_{2,5} y MP₁₀ será el siguiente:

- a) La SEREMI del Medio Ambiente informará diariamente para el día siguiente, a la Delegación Presidencial Regional la evolución de la calidad del aire y de las condiciones de ventilación, así como los resultados del sistema de pronóstico de calidad

del aire, durante la vigencia del Plan Operacional.

- b) La Delegación Presidencial Regional declarará la condición de episodio crítico cuando corresponda, a través de una resolución, que será comunicada oportunamente a los servicios competentes. Asimismo, la Delegación hará públicas las medidas de prevención y/o mitigación que se adoptarán durante las situaciones de episodios críticos de contaminación.
- c) En el caso que se presenten niveles de calidad del aire que no hubieran sido previstos por el sistema de pronóstico de calidad del aire, corresponderá a la Delegación informar oportunamente la situación a la ciudadanía, cumpliendo con las mismas formalidades a que está sujeta la declaración de estas situaciones.

Artículo 68.- La zona saturada se subdividirá en zonas territoriales de gestión de episodios, las cuales serán definidas cada año, antes de la entrada en vigencia del Plan Operacional de Gestión de Episodios Críticos, mediante resolución de la SEREMI del Medio Ambiente. Estas zonas territoriales serán informadas antes del 15 de marzo de cada año a la ciudadanía. Los Municipios podrán ser parte de la definición de dichas zonas.

Artículo 69.- Desde la entrada en vigencia del presente Decreto, en el periodo GEC se contemplarán medidas de prevención y mitigación. La fiscalización y sanción en caso de incumplimiento, corresponderá a la SEREMI de Salud, conforme a sus atribuciones:

Alerta:

Las siguientes medidas de Alerta ambiental aplicarán para la Zona A, B y C desde la entrada en vigencia del presente decreto:

- i. Se prohíbe el uso simultáneo de dos o más artefactos a leña por vivienda durante todo el día (18:00 a 06:00 hrs).
- ii. No se permitirán humos visibles provenientes de la vivienda, entre las 18:00 y las 06:00 hrs.

Las siguientes medidas de Alerta ambiental aplicarán para la Zona A y B desde la entrada en vigencia del presente decreto, y para la Zona C a contar de 2 años de la entrada en vigencia del presente decreto:

- i. No se permitirá en las zonas territoriales que la autoridad determine, el funcionamiento de artefactos unitarios residenciales a leña de 18:00 a 06:00 hrs.
- ii. Se prohíbe el funcionamiento de calderas de calefacción a leña con una potencia térmica nominal menor a 75 kWt de 18:00 a 06:00 hrs.

Preemergencia:

Las siguientes medidas de Preemergencia ambiental aplicarán para la Zona A, B y C desde la entrada en vigencia del presente decreto:

- i. Se prohíbe el uso simultáneo de dos o más artefactos a leña por vivienda durante todo el día (18:00 a 06:00 hrs).
- ii. No se permitirá en las zonas territoriales que la autoridad determine, el funcionamiento de artefactos unitarios residenciales a leña de 18:00 a 06:00 hrs.
- iii. No se permitirán humos visibles provenientes de la vivienda, entre las 18:00 y las 06:00 hrs.
- iv. Se prohibirá en la zona saturada, durante 24 horas, el funcionamiento de calderas industriales y calderas de calefacción, con una potencia térmica nominal mayor a 75 kWt, que presenten emisiones mayores o iguales a 30 mg/m³N de material particulado. Quedarán exentas de esta medida aquellas calderas que utilicen gas como combustible.

La siguiente medida de preemergencia ambiental aplicará para la zona A y B desde la entrada en vigencia del presente decreto, y para la Zona C a contar de 2 años de la entrada en vigencia del presente decreto:

- i. Se prohibirá en la zona saturada, entre las 18:00 y las 06:00 horas, el funcionamiento de calderas de calefacción a leña con una potencia térmica nominal menor a 75 kWt.

Emergencia:

Las siguientes medidas de emergencia ambiental aplicarán para la Zona A, B y C desde la entrada en vigencia del presente decreto:

- i. Se prohíbe el uso de artefactos a leña desde las 18:00 hasta 06:00 hrs.
- ii. No se permitirán humos visibles provenientes de la vivienda, entre las 18:00 y las 06:00 hrs.

La siguiente medida de emergencia ambiental aplicará para la zona C desde la entrada en vigencia del presente decreto:

- i. Se prohíbe 18:00 a 06:00 hrs., el funcionamiento de calderas industriales y calderas de calefacción, que presenten emisiones iguales o mayores a 30 mg/m³N de material particulado. Se eximen aquellas calderas nuevas o existentes, que usen un combustible gaseoso en forma exclusiva y permanente.

La siguiente medida de emergencia ambiental aplicará para la zona A y B desde la entrada en vigencia del presente decreto y para la zona C a contar de 2 años de la entrada en vigencia del presente decreto, dejando eliminada la medida señalada en el punto precedente (referido a la prohibición de funcionamiento de calderas industriales y de calefacción desde las 18:00 a las 06:00 hrs):

- i. Se prohíbe durante 24 hrs., el funcionamiento de calderas a leña de uso domiciliario con una potencia térmica nominal menor a 75 kWt.
- ii. Se prohíbe durante 24 hrs., el funcionamiento de calderas industriales y calderas de calefacción, con una potencia igual o mayor a 75 kWt que presenten emisiones iguales o mayores a 30 mg/m³N de material particulado. Se eximen

aquellas calderas nuevas o existentes, que usen un combustible gaseoso en forma exclusiva y permanente.

Artículo 70.- Quedarán exentas de las prohibiciones en episodios críticos de preemergencia o emergencia aquellas viviendas que cuenten con calefactores a leña que han sido reemplazados mediante el Programa de Recambio ejecutado por el Ministerio del Medio Ambiente y por otros organismos del Estado.

Quedarán exentos también, aquellos artefactos a leña instalados en establecimientos asistenciales, en establecimientos de larga estadía de adultos mayores y en hogares de menores de todo el radio urbano, siempre que cuenten con un calefactor certificado conforme a la Norma de Emisión de Material Particulado para los artefactos que combustionen o puedan combustionar leña y pellet de madera, establecida en el Decreto Supremo N°39, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente o el que lo reemplace.

Artículo 71.- La SEREMI de Educación comunicará a los establecimientos educacionales el inicio del Plan Operacional de Gestión de Episodios Críticos y las medidas que éstos deberán ejecutar en caso de declaración de un episodio crítico. Cada establecimiento educacional será responsable de mantenerse informado diariamente sobre la evolución de los niveles de calidad del aire, de las condiciones de ventilación, y de la implementación de medidas de prevención y mitigación en el caso en que se haya declarado una condición de episodio crítico.

La SEREMI de Educación podrá suspender las actividades físicas y deportivas al aire libre para la totalidad de la comunidad escolar en aquellos días en que se declare un episodio crítico, las cuales podrán ser reemplazadas por actividades físicas de bajo impacto, de acuerdo a lo señalado en la "Guía de Recomendaciones de Actividad Física con Alerta Ambiental" elaborado por la Subsecretaría de Salud Pública⁵. La suspensión de la actividad deportiva al aire libre no implicará la pérdida de subvención escolar.

Artículo 72.- La SEREMI del Deporte mediante acto administrativo informará a las organizaciones con las cuales trabaja en la zona saturada, el inicio de la Gestión de Episodios Críticos y las medidas que éstas deberán ejecutar en caso de declaración de un episodio crítico, considerando los riesgos de realizar actividades físicas en estos períodos. Se recomienda abstenerse de realizar actividad física, de acuerdo a lo indicado en la "Guía de recomendaciones de Actividad Física con Alerta Ambiental" citada en el artículo precedente.

La SEREMI del Deporte podrá suspender las actividades físicas y deportivas al aire libre y en recintos cerrados que estén bajo su financiamiento u organización, en aquellos días donde se declare un episodio crítico, lo que deberá ser debidamente informado.

⁵ <https://airechile.mma.gob.cl/download/Guia-MINSAL-recomendaciones-en-GEC.pdf>

Artículo 73.- Los organismos competentes intensificarán durante el periodo de Gestión de Episodios Críticos, con los medios disponibles, las actividades de fiscalización que habitualmente realizan.

CAPÍTULO IX. FISCALIZACIÓN, VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE AVANCE DE LAS MEDIDAS DEL PLAN Y ACTUALIZACIÓN.

Artículo 74.- La fiscalización del permanente cumplimiento de las medidas que establece el presente Decreto, será efectuada por la Superintendencia del Medio Ambiente, de conformidad a su ley orgánica fijada en el artículo segundo de la ley N°20.417, sin perjuicio de su atribución de encomendar anualmente a la SEREMI de Salud, por medio de un subprograma de fiscalización ambiental, la fiscalización de las medidas de su competencia. Todo lo anterior, sin perjuicio de las atribuciones de los organismos sectoriales que participan en la implementación del Plan.

Artículo 75.- La Superintendencia del Medio Ambiente estará encargada de la verificación del estado de avance de las medidas e instrumentos del Plan. En virtud de lo anterior, los servicios públicos deberán informar en la forma y plazos que dicha Superintendencia establezca para este propósito.

La Superintendencia remitirá anualmente a la SEREMI del Medio Ambiente, un informe de avance de las medidas del Plan, dando cuenta de la implementación de las medidas y actividades asociadas.

Conjuntamente con el informe mencionado la Superintendencia del Medio Ambiente remitirá un informe de fiscalización de las medidas del Plan a su cargo.

Dichos informes serán publicados anualmente en la página web del Ministerio del Medio Ambiente.

Artículo 76.- Todas las Instituciones que tengan asociadas medidas de este Decreto, deberán presentar a la SEREMI del Medio Ambiente, un programa anual de trabajo para dar cumplimiento a los compromisos del Plan, que se entregará en marzo de cada año y un reporte de lo ejecutado, en diciembre de cada año. Ambos documentos serán difundidos en la página web del Ministerio del Medio Ambiente.

CAPÍTULO X. PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS

Artículo 77.- El Ministerio del Medio Ambiente actualizará el inventario de emisiones de los principales contaminantes atmosféricos de la zona saturada cada cinco años.

Artículo 78.- Para la generación de información estratégica de gestión de la calidad del aire, durante el periodo de ejecución del Plan, la SEREMI de Salud en conjunto con el Servicio de Salud, diseñarán e implementarán, en un plazo de 12 meses contado desde

la entrada en vigencia del presente Decreto, el análisis de datos de morbilidad y mortalidad destinada al seguimiento de estos indicadores y el desarrollo de estudios epidemiológicos.

Programa de Fortalecimiento de las Capacidades para la Implementación del Plan

Artículo 79.- Durante todo el periodo de implementación del Plan, la SEREMI del Medio Ambiente y los actores competentes en la implementación y seguimiento del Plan, deberán incentivar el fortalecimiento de las capacidades de implementación y seguimiento del Plan, apoyando proyectos y programas dirigidos a lograr mayor eficiencia energética, tanto en bienes públicos como de propiedad privada.

Artículo 80.- Con el objetivo apoyar el cumplimiento de las medidas del presente Plan, en especial aquellas asociadas al seguimiento de la calidad del aire e impactos en salud, la SEREMI del Medio Ambiente, en el marco de sus competencias, podrá desarrollar y promover actividades de investigación y/o desarrollo de estudios de diagnóstico con Centros de Investigación Académica, a través de convenios de colaboración o a través de fondos concursables para entidades sin fines de lucro o de los instrumentos que la ley faculte.

Programa de Financiamiento del Plan

Artículo 81.- Los organismos y servicios públicos deberán anualmente determinar los requerimientos asociados al cumplimiento de las medidas y actividades establecidas en el presente Decreto, a fin de solicitar el financiamiento sectorial que asegure dicho cumplimiento.

Actualización del Plan de Descontaminación Atmosférica

Artículo 82.- Con el propósito de complementar en lo que sea necesario los instrumentos y medidas y con fin de cumplir las metas de reducción de emisiones planteadas, se establece para la revisión y actualización del presente Decreto un plazo de 5 años desde la publicación del mismo en el Diario Oficial.

Vigencia del Plan de Descontaminación Atmosférica y otros

Artículo 83.- El presente decreto tendrá una vigencia de 10 años desde el día de su publicación en el Diario Oficial, con excepción de aquellas disposiciones que tengan una vigencia diferida.

Artículo 84.- Derógase el decreto supremo N°47, de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, que Establece Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Osorno, sin perjuicio de que se mantienen plenamente vigentes las resoluciones dictadas para su cumplimiento por la SEREMI de Salud, SEREMI del Medio Ambiente, Superintendencia del Medio Ambiente u otros

servicios públicos y lo dispuesto en el artículo Transitorio del presente Decreto.

Artículo transitorio:

Si el presente Decreto entra en vigencia entre el 1 de abril y el 30 de septiembre, aplicarán para la zona A, las medidas relativas al Plan operacional para enfrentar episodios críticos dispuestas en el Capítulo VII del decreto supremo N° 47, de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, que Establece el Plan de Descontaminación Atmosférica para la comuna de Osorno. En tanto, para la zona B, aplicarán las medidas que disponga la SEREMI de Salud de acuerdo a sus atribuciones señaladas en el artículo 67 del Código Sanitario.

El Plan Operacional para la Gestión de Episodios Críticos establecido en el Capítulo VIII del presente Decreto, comenzará a regir a contar del año siguiente para todas las zonas, si entra en vigencia entre el 1 de abril y el 30 de septiembre.

2.- Sométase a consulta pública el presente Anteproyecto del Plan de Descontaminación Atmosférica para la Macrozona Centro-norte de la región de Los Lagos. Para tales efectos:

a) Remítase copia de la presente resolución y del expediente respectivo, en forma digital, al Consejo Consultivo del Ministerio del Medio Ambiente y al Consejo Consultivo Regional del Medio Ambiente de la Región de Los Lagos a efectos que emitan su opinión sobre el anteproyecto aludido anteriormente. Dichos Consejos dispondrán de 60 días hábiles para emitir su opinión, contados desde la recepción de la copia del anteproyecto y su expediente.

b) Dentro del plazo de 60 días hábiles contados desde la publicación del extracto de la presente resolución, cualquier persona natural o jurídica podrá formular observaciones al Anteproyecto de Plan en el marco del proceso de Consulta Pública. Las observaciones deberán ser fundadas y presentadas a través de la plataforma electrónica: <http://consultaciudadanas.mma.gob.cl>; o bien, por escrito en el Ministerio del Medio Ambiente o en las Secretarías Regionales Ministeriales del Medio Ambiente correspondientes al domicilio del interesado/a. El texto del Anteproyecto de este Proceso estará publicado en forma íntegra en el mencionado sitio electrónico, así como su expediente y documentación, toda la cual se encontrará disponible para consulta en las oficinas de la SEREMI del Medio Ambiente de la Región de Los Lagos, ubicada en San Martín 80, 3er Piso, ex Edificio Gobernación Provincial, Puerto Montt.

c) Publíquese el texto del Anteproyecto del Plan en forma íntegra en el sitio electrónico del Ministerio del Medio Ambiente.

Anótese, publíquese, comuníquese y archívese.



Distribución:

- Consejo Consultivo del Medio Ambiente.
- Consejo Consultivo Regional de Los Lagos.
- División Jurídica.
- División de Calidad del Aire.
- Comité Operativo del Plan.
- Comité Operativa Ampliado del Plan.
- Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente región de Los Lagos.
- División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana.
- Expediente del Plan.