DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

ANÁLISIS GENERAL DEL IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DEL PROYECTO DEFINITIVO DEL PLAN DE DESCONTAMINACION ATMOSFÉRICA PARA COYHAIQUE POR MP_{10} ANUAL Y DIARIA

Septiembre de 2015

PRESENTACIÓN

El presente documento corresponde al Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) del Proyecto Definitivo (PD) de Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) de la comuna de Coyhaique. Este documento corresponde a una versión resumida del AGIES presentado en la versión de Anteproyecto, actualizando los resultados del análisis a raíz de las modificaciones en las medidas del Plan posterior a la etapa de Participación Ciudadana.

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) es el encargado de coordinar el diseño y establecimiento de normas de calidad y de emisión, así como de planes de descontaminación y prevención ambiental. De acuerdo a lo establecido en la Ley N°19.300 y en el Reglamento para la dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación (D.S. N° 39/2012 del Ministerio de Medio Ambiente), se requiere de un AGIES de las propuestas normativas que sirva como apoyo al proceso de toma de decisiones. Esta tarea recae en el Departamento de Economía Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, y es un antecedente relevante durante la participación ciudadana y para el pronunciamiento del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático.

[redacted]

ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE COYHAIQUE POR MP_{10}

En la comuna de Coyhaique, se registran concentraciones de contaminantes reportadas que superan ampliamente la norma de calidad primaria diaria y anual de MP_{10}. Este problema es originado principalmente por emisiones del sector residencial producto de la utilización de leña para satisfacer las necesidades de calefacción y cocción, aportando aproximadamente un 94% de las emisiones de este contaminante. Por ello, las medidas de reducción de emisiones del PD del PDA han sido diseñadas con un énfasis en este sector. Estas medidas son: (i) el mejoramiento térmico de viviendas, (ii) el recambio de equipos de calefacción y cocción por unos más eficientes, (iii) la mejora en las condiciones de humedad de leña consumida y (iv) la regulación al uso de artefactos que utilicen leña como combustible.

Las modificaciones de medidas incorporadas en el presente documento corresponden a un aumento en la entrega de reacondicionamientos térmicos, la incorporación de distintas gradualidades para la prohibición al uso de calefactores a leña, la incorporación de nuevos límites de emisión a calderas para MP.

Los resultados del AGIES indican que:

- La totalidad de las medidas de reducción de emisiones propuestas en el PD permitirían cumplir tanto las normas diaria como anual de MP_{10} (Figuras A y C) al año 2025, fecha en la cual se implementa el plan completamente.
- La reducción de emisiones (Figura E) generará los siguientes beneficios: reducción de los casos de mortalidad; reducción de efectos en la salud humana (Morbilidad) con la consecuente disminución de costos en salud; reducciones en consumo de combustible para calefacción con su respectiva disminución de costos.
- Adicionalmente la reducción de MP posee otros beneficios no cuantificados en este análisis como: mejora en la visibilidad, disminución de efectos negativos en ecosistemas, entre otros.
- Los beneficios valorizados se estiman en US$ 165 millones, para un horizonte de evaluación de 10 años[1]. Es importante destacar que la mayoría de estos beneficios (90%) son atribuibles a la disminución de casos de mortalidad (Figuras G y H; Tabla A).
- Los costos asociados a la implementación del Plan, considerando un horizonte de evaluación de 10 años, ascienden a US$ 47 millones y corresponden a: reacondicionamiento térmico de viviendas, subsidios para el recambio de calefactores, mejoramiento en la calidad de la leña, renovación de artefactos que utilicen leña como combustible y otras medidas. Un 48% de estos costos son asumidos por el Estado (Figuras G, H e I; Tabla A).
- La valoración de los beneficios y costos del PD del PDA indica que la implementación es altamente rentable desde la perspectiva social. Los beneficios netos[2] se estiman en US$ 118 millones, lo que constituye una razón beneficio-costo de 3,5 (Figura G; Tabla A).
- Adicionalmente, el AGIES se presenta un análisis de los efectos distributivos de los beneficios por reducción de gastos en salud en la población (US$800 mil al año 2025, 3% del total) por nivel socioeconómico. En efecto, mientras que en el quintil de mayor ingreso los beneficios[3] representan el 1% de su ingreso mensual, el quintil de menor ingreso percibe beneficios que alcanzan el 14%.

Este análisis concluye que el PDA de Coyhaique, junto con incitar el cumplimiento de las normas vigentes del Estado de Chile, es consistente con los compromisos del Ministerio de Medio Ambiente, al crear instrumentos que disminuyan la contaminación y que promuevan la equidad entre sus habitantes.

---

[1] Supuestos generales. Valor de la vida estadística=10.850 UF al año 2002 (Iragüen y Ortúzar, 2004), proyectado según poder de paridad de compra y crecimiento de la población / Tasa de descuento=6% / Horizonte de evaluación=10 años / Tipo cambio dólar: 606 CLP / Tipo cambio UF: 24.627 CLP para el 1 de enero de 2015.

[2] Los beneficios netos corresponden a los beneficios menos los costos.

[3] Beneficios por gastos en salud anuales por hogar.

[redacted]

ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE COYHAIQUE POR MP_{10}

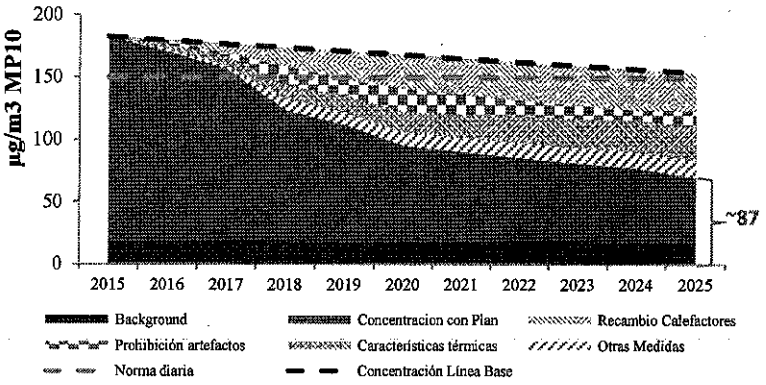


Figura A: Reducción concentración diaria de MP_{10}

El cumplimiento de la norma diaria de MP_{10} de 150 µg/m^3 se cumple el año 2018. El Reacondicionamiento térmico es la medida con mayor reducción (33,4%), seguido por Recambio de calefactores (30,6%), y por el uso de leña seca (16,4%). Esta reducción, en conjunto con la existencia de un recambio natural anual por calefactores más eficientes del 4%, implica que para el año 2025 (considerando una plena implementación del plan) se alcanzaría una concentración diaria de 86,9 µg/m^3.

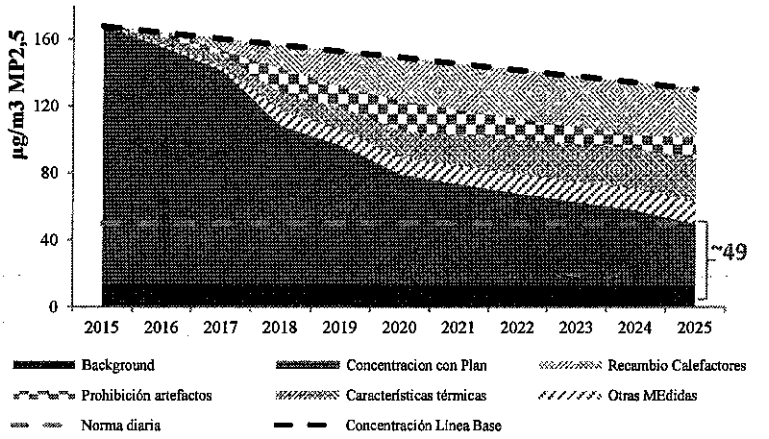


Figura B: Reducción concentración diaria $MP_{2,5}$.

La reducción de la concentración diaria de $MP_{2,5}$ alcanza el objetivo propuesto por la norma de 50 µg/m^3, para el año 2025. Las medidas con mayor reducción corresponden al Reacondicionamiento térmico (33,4%), a medidas recambio de calefactores (cumple norma y pellet) (38,4%), al mayor uso de leña seca (28,4%). Se estima que en la ciudad de Coyhaique se alcanzaría una concentración diaria de $MP_{2.5}$ estimada de 49,7 µg/m^3.

	Reducción de Concentración		Reducción de Concentración Anual	
Medida	ug/m3N	%	ug/m3N	%
Reacondicionamiento térmico	53.7	33.4%	12.9	33.4%
Uso de leña seca	45.6	28.4%	10.9	28.4%
Recambio estufas a Pellet	26.3	16.4%	6.3	16.3%
Recambio estufas cumple norma	22.9	14.2%	5.4	14.0%
Prohibición gradual calefactores	11.2	7.0%	2.7	6.9%
Medidas Adicionales	1.1	1%	0.4	1%
Total	160.8	100.0%	38.52	100.0%

Figura C: Reducción de MP_{10}, concentración diaria y anual, según medida.

En este cuadro se muestra la importancia de cada medida según su reducción de concentración, tanto en µg/m^3 como en porcentaje, para la métrica diaria y anual en el año 2025. Las medidas con mayor relevancia dentro del plan son: recambio de estufas cumple norma y estufas a pellet son consideradas dentro del conjunto de medidas de recambio de calefactores.

Medidas Adicionales considera: Prohibición de chimeneas, estándares térmicos para viviendas nuevas, Límite de emisión MP y Quemas Agrícolas.

Parámetro	Concentración Diaria	Porcentaje bajo la norma diaria	Concentración Anual	Porcentaje bajo la norma diaria
MP10	*89.7*	*60%*	*24.79*	*50%*

Figura D: Concentración [µg/m^3] estimada con la implementación del plan al año 2025.

Se presentan los valores de concentración del plan para el año 2025, para MP_{10} en su métrica diaria (24 horas) y anual. Adicionalmente se calcula el porcentaje de sobrecumplimiento que tendrá el plan al año 2025 respecto de la norma.

ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE COYHAIQUE POR MP_{10}

Sector	Emisiones base (ton/año)	Δ Emisiones PD(ton/año)	Δ Emisiones (%) por sector	Δ Emisiones (%) globales
Residencial	5.717	3.794	66,4%	99,74%
Quemas	32	9,98	32%	0,26%
Industria	117	0,02	0,02%	0%
Transporte	6	0	0%	0%
Fugitivas	1	0	0%	0%
Total	**5.873**	**3.804**	**64,8%**	**100 %**

Figura E: Reducciones en emisiones del PDA, por sector, para MP_{10}.

La reducción en emisiones (ton/año) del PD se representa mediante el símbolo Δ. La reducción porcentual por sector representa la disminución en emisión para cada sector respecto de su emisión base, expresada en forma porcentual. La reducción global corresponde al porcentaje de emisiones reducidas para cada sector respecto de la emisión total reducida. La comparación de las emisiones bases respecto al delta de emisión del PD indica que en todos los sectores donde existentes medidas se generan reducciones de emisiones, pero que el sector residencial el que más contribuye con un 98% del total del PDA.

Efecto	*N° casos evitados (2025)*	*IC al 90%*	*N° Casos evitados Plan*	*IC al 90%*
Mortalidad	31	[21 - 46]	281	[184 - 412]
AH - Asma	1	[1 - 2]	12	[9 - 14]
AH - Cardiovascular	14	[11 - 17]	122	[94 - 149]
AH – Respiratorias crónicas	4	[-2 - 10]	34	[-19 - 85]
AH - Neumonía	10	[4 - 16]	92	[39 - 145]
VSE: Asma	1.460	[477 – 2.442]	13.027	[4.259 – 21.795]

Figura F: Casos evitados año 2025 y totalidad del Plan

Número de casos evitados para el percentil 50 y sus intervalos de confianza (0,05 y 0,95), durante el año 2025, y para todo el período de implementación del plan, atribuibles a la reducción de contaminantes atmosféricos.

AH = Admisiones hospitalarias
VSE =Visitas sala de emergencias

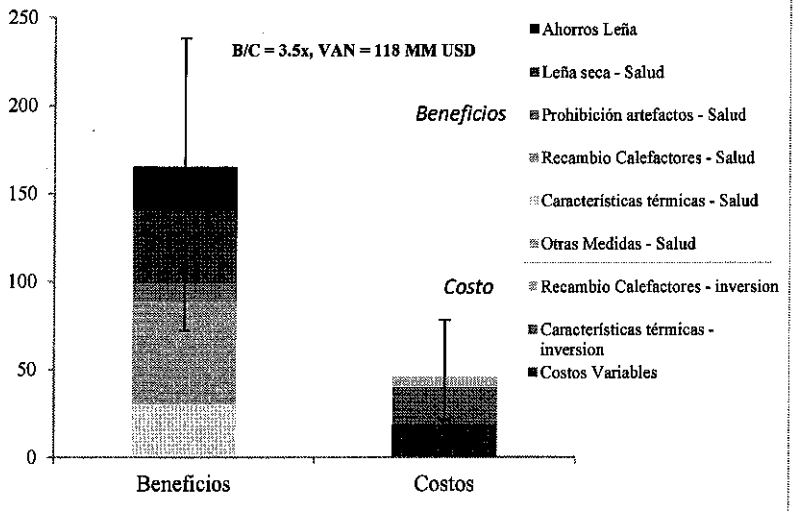


Figura G: Beneficios y Costos del Plan

La razón beneficio-costo de 3,5 representa la proporción entre los beneficios (ahorros en salud y/o consumo de combustible) y los costos (inversión y/o costos variables) presentes en los gráficos para cada conjunto de medidas. El valor actual neto (VAN) de 118 MMUSD representa la diferencia entre beneficios (165 MM USD) y los costos (47 MM USD).

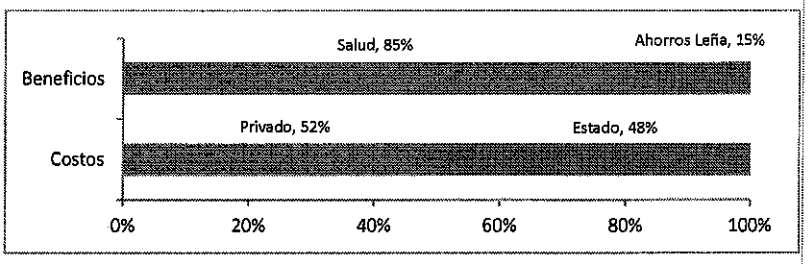


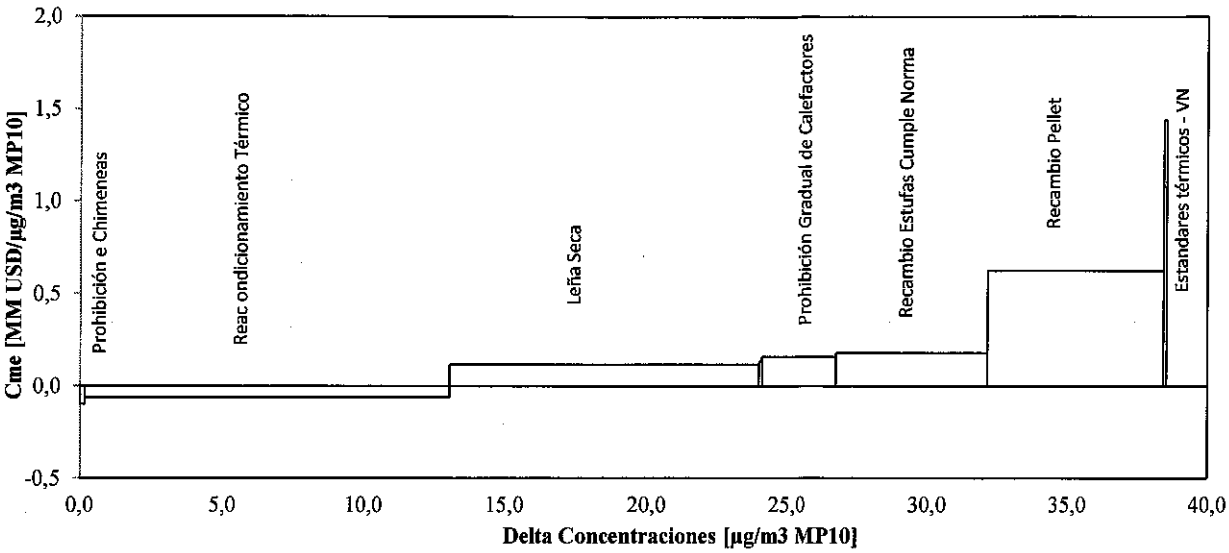
Figura H: Distribución de los beneficios y costos por agente.

De los beneficios obtenidos con la implementación del PDA, un 85% corresponde a ahorros en salud y un 15% a ahorros debido al menor consumo de leña producto de la mayor eficiencia de equipos y viviendas. Por otra parte los costos de implementación del plan son asumidos por el estado (48%) mediante la implementación principalmente de recambios de calefactores y reacondicionamientos térmicos.

[redacted]

ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE COYHAIQUE POR MP_{10}

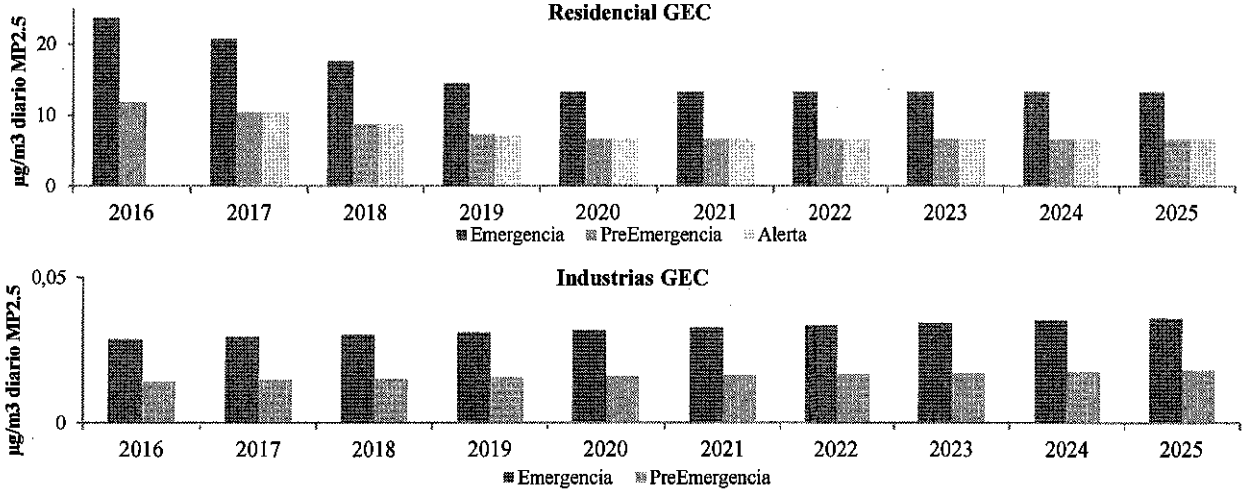
Figura I: Costo Eficiencia de las medidas.



El análisis de costo-efectividad ordena las medidas según su costo medio (Cme), en millones de dólares por µg/m3 de MP10 reducido. Este costo considera la inversión realizada y el diferencial de costos de operación y mantención.

La prohibición de chimeneas y el reacondicionamiento térmico de viviendas, corresponden al grupo de medidas más costo-efectiva, generando un ahorro neto para el sector residencial. Esto se debe principalmente a un menor consumo de leña derivado de la disminución en la demanda energética de las viviendas, ya que estas poseen mejores estándares de aislación. Las medidas de recambio de calefactores (cumple norma[4] y pellet) y el mayor uso de leña seca, a pesar de que generan costos, poseen una importante participación en la reducción de las emisiones, lo que las hace altamente efectivas según los objetivos del PDA.

Figura J: Reducción de concentraciones por Gestión de Episodios Críticos.



La Gestión de Episodios Críticos (GEC) implica reducciones sobre las concentraciones durante los periodos establecidos desde la entrada en vigencia del plan (2017 para Alerta). LA GEC se establece para las fuentes emisoras asociadas al sector residencial (estufas y cocinas a leña) y al sector industrial (calderas). Para el caso del sector residencial, se puede observar un menor impacto de la GEC a medida que se implementan las medidas estructurales del plan, dado que se mejoran las condiciones de las viviendas, del parque de calefactores y de la calidad de la leña a medida que se realiza el PDA. Contrariamente, el impacto de la GEC en industrias es constante debido al ingreso de nuevas industrias.

[4] Norma de emisión para calefactores nuevos de combustión a biomasa. D.S. N° 39. de 2011. Ministerio del Medio Ambiente.

ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE COYHAIQUE POR MP_{10}

Tabla A: Resultados por medida (MM USD)

	Costos Variables Netos		Costos Inversión		VAN Medida	Beneficio Total	Costo Total	Razón B/C
	Privado	Estado	Privado	Estado	Total			
Lena Seca	5	0	0	0	37	42	5	8.5
Prohibicion Gradual Calefactores	1	0	1	0	8	10	1	7.5
Puntuales DEA - Límite de Emisiones MP, SO2	6	0	0	0	0	0	0	15.1
Recambio Estufas Cumple Norma	0	1	0	1	26	28	2	16.6
Recambio Estufas Pellet	14	4	0	4	13	31	18	1.7
Prohibicion Chimeneas	0	0	0	0	1	1	0	24.4
Quemas - Restriccion Meses	0	0	0	0	0	0	0	4.2
Reacondicionamiento Termico	-20	18	3	18	33	53	20	2.6
Viviendas Nuevas - Nueva Norma	0	0	1	0	0	1	1	0.7
Total general	6	23	6	23	118	165	47	3.5

Se presentan los indicadores económicos para cada medida evaluada en el AGIES. Los costos negativos señalan ahorros netos para las diferentes medidas (Recambio de buses, Recambio de calefactores cumple norma, Prohibición de Chimeneas y Reacondicionamiento térmico). Los beneficios totales corresponden a los beneficios en salud más los ahorros totales. El VAN corresponde a los beneficios totales menos los costos totales. La razón Beneficios costo corresponde al beneficios dividido en los costos (la razón beneficio costo total corresponde a los beneficios totales divididos en los costos totales, y no a un promedio de las razones B/C de las medidas).

ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE COYHAIQUE POR MP_{10}

CAMBIOS EN MEDIDAS PDA COYHAIQUE

<table>
<tr><th>MEDIDA</th><th>ANTEPROYECTO</th><th>PROYECTO DEFINITIVO</th><th>Cambios AGIES</th></tr>
<tr><td>Subsidios para acondicionamiento térmico</td><td>Art 33: Se entregarán al menos 5.000 subsidios para Acondicionamiento Térmico de las viviendas existentes en la zona saturada. (Se modifica número de subsidios)</td><td>Art 23: Se entregarán al menos 7.000 subsidios para Acondicionamiento Térmico de las viviendas existentes en la zona saturada.</td><td>Se calcula la reducción con 7000 viviendas.</td></tr>
<tr><td>Prohibición de uso artefactos que no cumplan con D.S. 39/2011</td><td>Art. 18: A partir del 01.01.2024 se prohíbe uso de calefactores que no cumplan con exigencias del D.S. 39/2011</td><td>Art. 17: A partir del 01.01.2021 se prohíbe uso de calefactores que no cumplan con exigencias del D.S. 39/2011</td><td>Se realiza el cambio al 2021. (Cambia también el periodo y numero de recambios por año, se realizaran 2500 recambios anuales (50% cumple norma y 50% pellet) durante 4 años.</td></tr>
<tr><td>Prohibición de calefactores a leña del tipo hechizo, salamandras y calefactor de cámara simple</td><td>Art. 17: Transcurridos tres años de la publicación del presente decreto</td><td>Art. 16: A partir del 1 de enero de 2019, se prohibirá, el uso.</td><td>Se calcula la prohibición en el año 2019.</td></tr>
<tr><td>Control de emisiones de calderas</td><td>Art. 40: Límites máximos de emisión de MP para calderas nuevas y existentes

(Para caldera existente en el rango de potencia ≥ 20 MWt, eran 50 mg/Nm3)</td><td>Art. 44: Límites máximos de emisión de MP para calderas nuevas y existentes

<table><tr><th rowspan="2">Potencia térmica nominal de la caldera</th><th colspan="2">Límite máximo de MP (mg/Nm3)</th></tr><tr><th>Caldera Existente</th><th>Caldera Nueva</th></tr><tr><td>≥75 kWt a < 300 kWt</td><td>100</td><td>50</td></tr><tr><td>≥ 300 kWt a <1 MWt</td><td>50</td><td>50</td></tr><tr><td>≥ 1 MWt a < 20 MWt</td><td>50</td><td>30</td></tr><tr><td>≥ 20 MWt</td><td>30</td><td>30</td></tr></table></td><td>Se realiza cambio para industrias.</td></tr>
<tr><td>Obligación medición discreta</td><td>Art 44: Obligación de medir MP para Calderas de potencia térmica mayor o igual a 75 kWt y menor a 20 MWt.

Frecuencia de medición MP Sector industrial:</td><td>Art 44: Obligación de medir MP para Calderas de potencia térmica mayor o igual a 75 kWt y menor a 20 MWt.
Frecuencia de medición MP Sector industrial:
- Combustible leña→6 meses
- Combustible Pellets, Chips. Aserrin→24 meses</td><td>No se evalúa en AGIES</td></tr>
</table>

ACTUALIZACIÓN PARA PROYECTO DEFINITIVO DEL AGIES DEL PDA DE COYHAIQUE POR MP_{10}

	- Combustible leña→12 meses - Combustible Pellets, Chips. Aserrin→18 meses Frecuencia de medición MP Sector residencial: - Combustible petróleo N° 5 y N°6→12 meses - Combustible carbón→12 meses - Combustible Pellets, Chips. Aserrin (carga automática)→18 meses	Frecuencia de medición MP Sector residencial: - Combustible petróleo N° 5 y N°6→6 meses - Combustible carbón→6 meses - Combustible Pellets, Chips. Aserrin (carga automática)→ 24 meses	
Recambio Calderas	***No existía***	***Art. 46:*** *El programa contemplará a lo menos retirar 10 calderas, por alternativas de proyectos de calefacción y/o agua sanitaria o para fines recreativos (uso de agua caliente para piscinas públicas.*	***Se considera dentro de la medida de cumplimiento de límites de emisión.***
Grupos Electrógenos	***Art. 45:*** Exigencia para grupos electrógenos	***Eliminado***	***No se evalúa en AGIES***
Pronostico GEC	***Art. 51:*** Modelo a de pronostico operativo a los 6 meses desde publicado el decreto	***Art. 51:*** Modelo a de pronostico operativo a los 18 meses desde publicado el decreto	***No se evalúa en AGIES.***
Gestión de Episodios Críticos	***Art. 54:*** Medidas en Alerta, Preemergencia y Emergencia a partir de la entrada en vigencia	***Art. 52:*** A partir de la entrada en vigencia del presente decreto. - ***Alerta:*** • Se entregarán recomendaciones para la protección de la salud y se hará un llamado a un uso responsable y eficiente de la calefacción, para evitar pasar de la categoría de alerta a pre emergencia. • Se prohibirá el uso de más de un artefacto a leña por vivienda en toda la zona saturada desde las 18:00 y hasta las 06:00 hrs (antes desde el 01.04.2021). ***Pre-emergencia:*** • Desde la entrada en vigencia del Plan (antes 01.04.2016) se prohibirá el funcionamiento de más de una	***Se consideran cambios en GEC.***

		fuente fija particular o comunitaria a leña entre las 18:00 y las 06:00 horas. • Se prohibirá el funcionamiento de calderas a leña con una potencia térmica nominal menor a 75 kWt entre las 18:00 y las 06:00 hrs (antes desde 01.04.2016). • Se prohibirá dentro de la zona saturada de Coyhaique, en horario de 18:00 a 06:00 hrs., el funcionamiento de calderas industriales y calderas de calefacción, con una potencia mayor a 75 kWt., que presenten emisiones mayores o iguales a 50 mg/m3 N de material particulado. • (Se elimina restricción de humos visibles en viviendas) - ***Emergencia:*** • Desde la entrada en vigencia del Plan (antes 01.04.2016) se prohibirá el funcionamiento de más de una fuente fija particular o comunitaria a leña durante 24 horas. • Se prohibirá el funcionamiento de calderas a leña con una potencia térmica nominal menor a 75 kWt durante 24 hrs (antes desde 01.04.2016). • Se prohibirá dentro de la zona saturada, durante 24 horas, el funcionamiento de calderas industriales y calderas de calefacción, con una potencia mayor a 75 kWt., que presenten emisiones mayores o iguales a 50 (antes 30) mg/m3 N de material particulado. • (Se elimina restricción de humos visibles en viviendas)	