

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

ACTUALIZACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS PARA EL PROYECTO DEFINITIVO DE LA NORMA DE EMISIÓN PARA CALDERAS.

*Carla Gallardo⁽¹⁾
Versión Enero de 2018, corregida.*

Presentación

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) es el organismo encargado de proponer, facilitar y coordinar el proceso de generación de las normas de emisión, según lo establecen el artículo 40 y el artículo 70, letra n), de la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

Además, corresponde al MMA, según el párrafo 4° del Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión (D.S. N° 38/2012), elaborar un Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) de las propuestas normativas, de tal forma que sirva como apoyo a la participación ciudadana (PAC) y a la toma de decisiones, enfocado principalmente en el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático (CMSyCC). Esta labor recae en el Departamento de Economía Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente.

Durante el proceso de elaboración de una Norma de Emisión, se contempla la elaboración de diversos documentos, entre los que cabe destacar los siguientes:

- AGIES del Anteproyecto (A-AP), para apoyar el proceso de participación ciudadana.
- Actualización de costos y beneficios para el Proyecto Definitivo (A-PD), que corresponde a una actualización de los valores del AGIES del Anteproyecto, según los cambios establecidos después del proceso de participación ciudadana.

Es importante señalar que estos documentos son un apoyo a la toma de decisión de la autoridad y sirven para nutrir los procesos de Participación Ciudadana, el Consejo Consultivo y el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, y en

⁽¹⁾ Profesional del Departamento de Economía Ambiental, Coordinador del AGIES.

consecuencia, no deben ser considerados como el único o definitivo instrumento de evaluación. Tanto el AGIES del Anteproyecto como la actualización de costos y beneficios para el Proyecto Definitivo, corresponden solamente a uno de los múltiples antecedentes para la toma de decisión. Otros antecedentes corresponden por ejemplo a antecedentes geográficos y demográficos, datos históricos, situación política y la percepción pública respecto a la contaminación.

El presente documento corresponde Actualización de costos y beneficios para el Proyecto Definitivo (A-PD) de la Norma de Emisión para Calderas. La Figura A muestra las etapas del proceso de elaboración de la Norma, donde se destaca la etapa actual del AGIES.

Figura A: Etapa Actual del AGIES



Fuente: Elaboración propia

En este análisis, según la información disponible por el MMA al momento de la evaluación, se evalúa el cumplimiento del Proyecto Definitivo de la Norma de Emisión para Calderas y se estiman los beneficios valorizables producto de la reducción de casos de mortalidad, morbilidad y actividad restringida en la población en relación al $MP_{2,5}$ y MP_{10} . Además, se estiman los costos que implica la implementación de la Norma (abatimiento), los costos de monitoreo y los sobrecostos por mayor fiscalización. Dentro de las limitaciones del análisis están los beneficios por reducción de MP que no son valorizados tales como la mejora en visibilidad, en materiales, efectos sobre ecosistemas, disminución de gases de efecto invernadero, beneficios para la agricultura y suelos, imagen país, externalidades positivas asociadas a la educación ambiental, efectos en la salud en otras comunas del país y beneficios derivados de la reducción de *Black Carbon*.

1333
STTC00

Resultados

Objeto Normativo

El objeto normativo de la Norma de Emisión corresponde a controlar las emisiones al aire de las calderas para los siguientes contaminantes: material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO₂) y mercurio (Hg).

El Estado, a través del Ministerio del Medio Ambiente, ha generado un conjunto de regulaciones y medidas para controlar las emisiones de fuentes fijas, entre las que se destacan:

- Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas (D.S. N° 13/2011 MMA).
- Norma de Emisión para Incineración, Coincineración y Coprocesamiento (D.S. N° 29/2013).
- Planes de Prevención y/o Descontaminación: Chillán-Chillán Viejo, Coyhaique, Curicó, Gran Concepción, Los Ángeles, Osorno, Concón-Quintero-Puchuncaví, Región Metropolitana, Talca-Maule, Temuco-Padre Las Casas, Valdivia y Valle Central de la VI Región.

Las calderas con una regulación vigente, es decir para las que aplican las normas de emisión mencionadas anteriormente, no son parte de la línea base debido a que, conforme lo indicado en el artículo 2° del Proyecto Definitivo, constituyen excepciones a la aplicación de la norma Asimismo, se excluyen las calderas cuyos límites de emisión de contaminantes se encuentren ya regulados en Planes de Prevención y Descontaminación.

Diseño Normativo

Respecto al diseño normativo, el Proyecto Definitivo establece límites de emisión que, en su conjunto, están orientados a responder al objeto normativo mencionado anteriormente. En particular, el Proyecto Definitivo diferencia los límites de emisión para calderas nuevas y calderas existentes. Además, la Norma establece la aplicación de sistemas de medición continua y discreta de las emisiones, en base a la potencia térmica de la caldera.

La Tabla A describe los límites de emisión del Proyecto Definitivo de la Norma evaluado en el AGIES. Respecto del Anteproyecto, en el Proyecto Definitivo se excluyeron las calderas existentes de potencia térmica menor a 1 MWt. Asimismo, se modificó el límite de emisión de NOx para calderas nuevas a un valor de 100 mg/m³N y se aumentaron los plazos de cumplimiento según rango de potencia.

577000

000772 VTA

Evaluación Económica

Luego del proceso de participación ciudadana se elaboró un Proyecto Definitivo de la Norma de Emisión para Calderas con los cambios mencionados anteriormente, para lo cual se actualizaron los costos y beneficios. Además, en el proceso de consulta ciudadana se solicitó revisar el número de fuentes sujetas a monitoreo, por lo que se revisó el cálculo realizado y se reestimó el costo de monitoreo.

Del análisis se desprende lo siguiente:

- Los límites de emisión comienzan a aplicar entre los años 2018 y 2024 según los rangos de potencia térmica de las calderas.
- Respecto de los beneficios, se consideran los efectos tanto del MP_{2,5} como del MP₁₀ sobre la mortalidad, morbilidad y actividad perdida de la población expuesta a nivel nacional. La reducción de emisiones genera beneficios asociados a la reducción de casos de mortalidad y efectos en la salud humana con la consecuente disminución de costos en salud. Adicionalmente, la reducción de MP posee otros beneficios no cuantificados en este análisis como mejora en la visibilidad, disminución de efectos negativos en ecosistemas y mejoras en la vulnerabilidad ambiental de la zona, entre otros.
- Los beneficios valorizados se estiman en US\$295 millones en valor presente¹. Es importante destacar que la mayoría de estos beneficios son atribuibles a la disminución de casos de mortalidad.
- Los costos asociados a la implementación de la Norma se estiman en US\$134 millones de dólares en valor presente.
- La implementación de la Norma tiene una razón beneficio-costos de 2,21.

Finalmente, la última parte del documento presenta la ficha resumen del AGIES A-PD, donde se presentan antecedentes relevantes del documento, así como de su evaluación.

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 / Horizonte de evaluación=10 años, flujos entre años 2018 a 2028, llevados al año 2018. / Tipo cambio dólar: 666,2 CLP / Tipo cambio UF: 26,261 CLP.

000000
Figuras y tablas

 Tabla A: Resumen de los límites de emisión evaluados².

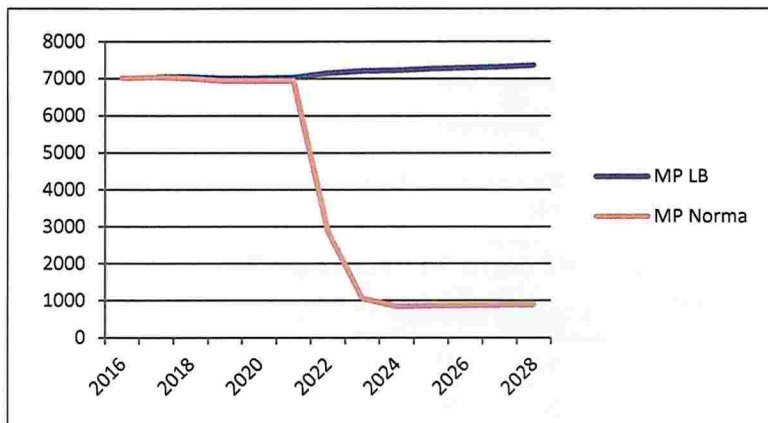
Nombre	Descripción																																																																			
Límites Máximos de emisión para calderas existentes	<p>Las calderas existentes deberán cumplir los siguientes límites, según potencia térmica, contaminante y estado del combustible:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Potencia (MWt)</th> <th colspan="2">MP (mg/m³N)</th> <th>SO₂ (mg/m³N)</th> </tr> <tr> <th>Líquido</th> <th>Sólido</th> <th>Sólido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≥ 1 - < 3</td> <td>50</td> <td>75</td> <td>N.A.</td> </tr> <tr> <td>≥ 3 - < 20</td> <td>50</td> <td>50</td> <td>N.A.</td> </tr> <tr> <td>≥ 20</td> <td>30</td> <td>50</td> <td>400</td> </tr> </tbody> </table>	Potencia (MWt)	MP (mg/m ³ N)		SO ₂ (mg/m ³ N)	Líquido	Sólido	Sólido	≥ 1 - < 3	50	75	N.A.	≥ 3 - < 20	50	50	N.A.	≥ 20	30	50	400																																																
Potencia (MWt)	MP (mg/m ³ N)		SO ₂ (mg/m ³ N)																																																																	
	Líquido	Sólido	Sólido																																																																	
≥ 1 - < 3	50	75	N.A.																																																																	
≥ 3 - < 20	50	50	N.A.																																																																	
≥ 20	30	50	400																																																																	
Límites Máximos de emisión para calderas nuevas	<p>Las calderas nuevas de potencia térmica mayor a 1MWt deberán cumplir los siguientes límites, según rango de potencia, contaminante y estado del combustible:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Potencia (MWt)</th> <th colspan="2">MP (mg/m³N)</th> <th colspan="3">SO₂ (mg/m³N)</th> <th colspan="3">NO_x (mg/m³N)</th> </tr> <tr> <th>Líquido</th> <th>Sólido</th> <th>Gas</th> <th>Líquido</th> <th>Sólido</th> <th>Gas</th> <th>Líquido</th> <th>Sólido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≥ 1 - < 3</td> <td>30</td> <td>50</td> <td>100</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>100</td> <td>200</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>≥ 3 - < 20</td> <td>30</td> <td>50</td> <td>100</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>100</td> <td>200</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>≥ 20</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>50</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>100</td> <td>200</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table> <p>Para calderas nuevas de potencia térmica mayor o igual a 75 kWt y menor a 1 MWt solamente se establecen límites de MP y CO, los que se indican a continuación:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Potencia (kWt)</th> <th colspan="2">MP (mg/m³N)</th> <th colspan="3">CO (mg/m³N)</th> </tr> <tr> <th>Líquido</th> <th>Sólido</th> <th>Gas</th> <th>Líquido</th> <th>Sólido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≥ 75 - < 300</td> <td>N.A.</td> <td>50</td> <td>N.A.</td> <td>N.A.</td> <td>N.A.</td> </tr> <tr> <td>≥ 300 - < 1000</td> <td>50</td> <td>50</td> <td>80</td> <td>80</td> <td>125</td> </tr> </tbody> </table>	Potencia (MWt)	MP (mg/m ³ N)		SO ₂ (mg/m ³ N)			NO _x (mg/m ³ N)			Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Sólido	≥ 1 - < 3	30	50	100	400	400	100	200	300	≥ 3 - < 20	30	50	100	400	400	100	200	300	≥ 20	20	30	50	400	400	100	200	300	Potencia (kWt)	MP (mg/m ³ N)		CO (mg/m ³ N)			Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Sólido	≥ 75 - < 300	N.A.	50	N.A.	N.A.	N.A.	≥ 300 - < 1000	50	50	80	80	125
Potencia (MWt)	MP (mg/m ³ N)		SO ₂ (mg/m ³ N)			NO _x (mg/m ³ N)																																																														
	Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Sólido																																																												
≥ 1 - < 3	30	50	100	400	400	100	200	300																																																												
≥ 3 - < 20	30	50	100	400	400	100	200	300																																																												
≥ 20	20	30	50	400	400	100	200	300																																																												
Potencia (kWt)	MP (mg/m ³ N)		CO (mg/m ³ N)																																																																	
	Líquido	Sólido	Gas	Líquido	Sólido																																																															
≥ 75 - < 300	N.A.	50	N.A.	N.A.	N.A.																																																															
≥ 300 - < 1000	50	50	80	80	125																																																															
Plazos de Cumplimiento	<p>Los plazos de cumplimiento de los límites de emisión de la norma para calderas existentes se detallan en la siguiente tabla. Para calderas nuevas los límites de emisión deben cumplirse desde el inicio de su operación.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Potencia (MWt)</th> <th>Plazo (años)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≥ 1 - < 3</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>≥ 3 - < 20</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>≥ 20</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Potencia (MWt)	Plazo (años)	≥ 1 - < 3	6	≥ 3 - < 20	5	≥ 20	4																																																											
Potencia (MWt)	Plazo (años)																																																																			
≥ 1 - < 3	6																																																																			
≥ 3 - < 20	5																																																																			
≥ 20	4																																																																			

² Se evaluó el cumplimiento del límite de emisión para mercurio, pero debido a que ninguna fuente incumplía no se incluye en este resumen.

877000

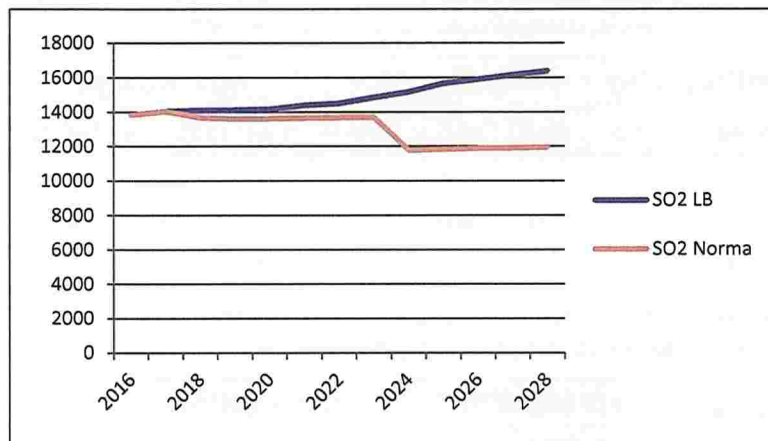
000773 NA

Figura B: Emisiones de MP proyectadas (ton) con el Proyecto Definitivo de Norma.



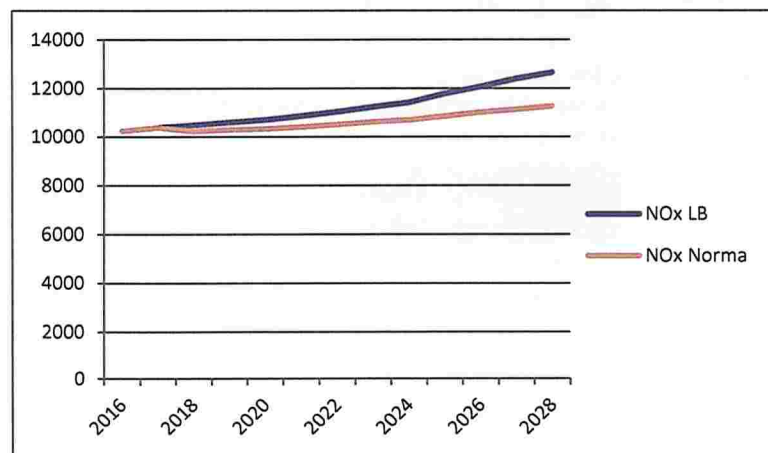
Fuente: Elaboración propia.

Figura C: Emisiones de SO₂ proyectadas (ton) con el Proyecto Definitivo de Norma.



Fuente: Elaboración propia.

Figura D: Emisiones de NO_x proyectadas (ton) con el Proyecto Definitivo de norma.



Fuente: Elaboración propia.

Las Figuras B, C y D muestran las emisiones proyectadas (toneladas) del parque de calderas (existentes y nuevas) afecto a la Norma para MP, SO₂ y NO_x, respectivamente.

En las Figuras B y C se aprecia que la Norma reduce las emisiones de las calderas para MP y SO₂. La mayor reducción ocurre para el MP, que aplica a una mayor cantidad de calderas existentes, a diferencia del SO₂, que aplica solo a las calderas de más de 20 MWt.

La Figura D muestra que para NO_x la Norma solamente reduce el crecimiento de las emisiones bajo las 12.000 toneladas. Esto último es debido a que solamente las calderas nuevas tienen exigencia de reducir NO_x.

375000

Tabla B: Casos evitados por la Norma.				
Evento	Contaminante	Tipo	Casos evitados 2018-2028 (p50)	Intervalo de confianza (IC) al 90%
Mortalidad	MP2.5	Cardiopulmonar largo plazo	618	[428 - 847]
	MP10	Todas las causas largo plazo	13	[7 - 18]
Admisiones hospitalarias	MP2.5	Asma (crónica)	20	[16 - 27]
	MP2.5	Cardiovascular	304	[256 - 351]
	MP2.5	Respiratorias crónicas	88	[-14 - 161]
	MP2.5	Neumonía	362	[186 - 504]
	MP10	Bronquitis	122	[14 - 229]
	MP10	Bronquitis crónica	384	[301 - 474]
Visitas Salas de Emergencia	MP2.5	Asma	10.967	[6.971 – 17.472]
Productividad perdida	MP2.5	Días laborales	87.287	[83.594 – 94.008]
	MP2.5	Días de actividad restringida	433.107	[403.081 – 450.686]
	MP2.5	Días de actividad restringida menor	814.035	[744.745 – 855.806]

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla B muestra el número de casos, en su percentil 50 (p50) evitados durante todo el período de evaluación de la norma (2018-2028). Los casos evitados son atribuibles a la reducción de contaminantes atmosféricos MP₁₀ y MP_{2,5} para el percentil 50. Así, se aprecia que se evitan casos por la implementación de la norma.

Tabla C: Valor presente de los costos (MMUSD) asociados a la Norma.

Tipo Costo	AP Norma
Costo Abatimiento	54
Costo Monitoreo	79
Costo Fiscalización	0,16
Costo Total	133,5

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla C muestra el valor presente de los costos (MMUSD) asociados a la implementación del Proyecto Definitivo de Norma. Los costos valorizados corresponden a implementar medidas de abatimiento para cumplir con los límites de emisión, a realizar monitoreo discreto y continuo y a fiscalizar el cumplimiento de la Norma. Los dos primeros costos corresponden a los regulados, mientras que el costo adicional de fiscalización que implica la Norma corresponde al Estado.

357000

000774 VTA

Tabla D: Indicadores económicos.

Indicador	AP Norma
Beneficio valorizado (MMUSD)	295
Costo valorizado (MMUSD)	134
Razón Beneficio-Costo	2,21

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla D detalla los valores presente de los beneficios y costos valorizados en relación al cumplimiento de los límites del Proyecto Definitivo de la Norma para Calderas, así como su monitoreo y fiscalización. Además, se muestra la razón beneficio-costo, la cual indica que el Proyecto Definitivo de Norma es socialmente rentable.

Ficha Resumen del AGIES (A-PD)

ÍTEM	GLOSA	DESCRIPCIÓN
Identificación	Nombre AGIES	Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) del Proyecto Definitivo de la Norma de Emisión para Calderas.
	Versión de AGIES	Versión 1, "Corresponde a la primera evaluación del Proyecto Definitivo".
	Nombre instrumento normativo que da origen al AGIES	Declaración de zona saturada: Decreto Supremo N° 10 de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente.
	Tipo de regulación	Norma de Emisión.
	Fecha de término del AGIES	30 de enero de 2018 Última corrección: 7 de marzo de 2018, según indica Memorandum N° 77/2018 División Jurídica.
	Alcance geográfico	Nacional
	Instrumento nuevo o revisión	Nuevo
	Área de aplicación	Asuntos Atmosféricos.
Metodología	Metodología	Análisis Costo-Beneficio, Beneficios salud en base a (MMA, 2013) ⁱ
	Normativas consideradas de línea base	Norma de Emisión Termoeléctricas (DS 13/2011) Norma de Emisión para Incineración, Coincineración y Coprocesamiento (D.S. N° 29/2013). Planes de Prevención y/o Descontaminación: Chillán-Chillán Viejo, Coyhaique, Curicó, Gran Concepción, Los Ángeles, Osorno, Concón-Quintero-Puchuncaví, Región Metropolitana, Talca-Maule, Temuco-Padre Las Casas, Valdivia y Valle Central de la VI Región.
	Nivel de evaluación de beneficios	Valorados beneficios en salud (mortalidad, morbilidad y actividad restringida).
	Tasa de descuento	6%
	Valor de la vida estadística	16.765 UF al año 2018, proyectado según poder de paridad de compra y crecimiento de la población
	Beneficios marginales por concentración de MP _{2,5}	Valores Recomendados (MMA, 2011) ⁱⁱ
Resultados	Costos estimados en MM USD (valor presente)	US\$134 millones
	Beneficios estimados en MM USD (valor presente)	US\$295 millones
	Razón Beneficio Costo	2,21

ⁱ MMA (2013). Guía metodológica para la elaboración de un análisis general de impacto económico y social (AGIES) para instrumentos de gestión de calidad del aire. Departamento de Economía Ambiental. Chile, Ministerio del Medio Ambiente.

ⁱⁱ MMA (2011). Valores Recomendados a Utilizar en la Realización de un AGIES que incorpore un Análisis Costo Beneficio - Salud -. Santiago, Preparado por DICTUC para Ministerio del Medio Ambiente.