

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

---

**ACTUALIZACIÓN DEL ANÁLISIS GENERAL DE IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL (AGIES) PARA EL PROYECTO DEFINITIVO DE LA NORMA DE CALIDAD PRIMARIA POR DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)**

---

*Nicolás Trivelli<sup>(1)</sup>, Sandra Briceño<sup>(2)</sup>, Rodrigo Pizarro<sup>(2)</sup>  
2 de Marzo de 2017*

## **Presentación**

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) es el encargado de coordinar el diseño y establecimiento de Normas de Calidad y de Emisión, así como 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 Normas de Calidad Ambiental y de Emisión (D.S. N°93/1995 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la Republica), se requiere de un Análisis de Impacto Económico y Social (AGIES) de las propuestas normativas que sirva como apoyo a la participación ciudadana (PAC) y a la toma de decisiones enfocada principalmente en el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS), tarea que recae en el Departamento de Economía Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente.

El proceso de elaboración de una norma desde el desarrollo del anteproyecto hasta su aprobación, contempla la elaboración de dos documentos:

- 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. Para apoyar al CMS y CC en la toma de decisión.

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, por lo cual debe no debe ser considerado como el único o definitivo instrumento de evaluación, correspondiendo a uno de los múltiples antecedentes para la toma de decisión como antecedentes geográficos y demográficos, datos históricos, situación política y la más relevante es la percepción pública respecto a la contaminación.

El presente documento corresponde al Actualización de Costos y Beneficios para el Proyecto Definitivo A-PD (en rojo, Figura A), en el cual se actualizará la estimación de los beneficios cuantificables y los costos identificados según la información disponible por el MMA a la fecha de evaluación.

Figura A: Etapa Actual del AGIES



Fuente: Elaboración propia

El proceso de participación ciudadana y otros antecedentes, generaron modificaciones al anteproyecto de NCP para SO<sub>2</sub>, y por lo tanto implica un cambio a la evaluación económica, lo que requirió una actualización de los resultados de la evaluación de los cumplimientos normativos, los costos y los beneficios para el ahora Proyecto Definitivo. En el análisis se evaluó el cumplimiento de la norma propuesta y se analizaron los efectos de esta en los beneficios respecto a los potenciales efectos sobre los casos de mortalidad, algunos efectos en morbilidad en la población y también se estimaron los costos para las fuentes reguladas que deberán disminuir las emisiones. Con ello se desprende la coherencia regulatoria, es decir, si el escenario incorpora exigencias adicionales a las normas existentes.

La Tabla A, presenta los valores de concentración del proyecto definitivo de la NCP para SO<sub>2</sub>. La principal diferencia que existe entre la evaluación realizada en el A-PD y el A-AP corresponde a que en este último se incluyó nueva información de calidad de aire (SO<sub>2</sub>) entregada por el departamento de normas, y la inclusión de información proveniente de nuevos instrumentos regulatorios como es el caso del Plan de Descontaminación de Concón, Quintero y Puchuncaví, aprobado en Diciembre de 2016 por el Consejo de Ministros Para la Sustentabilidad y el Cambio Climático. Esta nueva información resulto crucial para la evaluación, ya que, a partir de la estimación de los resultados con esta nueva data, se constató que no existe evidencia de superaciones a nivel nacional, razón por la cual este instrumento regulatorio no posee costos asociados.



## Resultados

### Objeto normativo

Las emisiones de SO<sub>2</sub> a la atmósfera son generadas producto de las actividades de diferentes sectores económicos, entre los que destaca el transporte, la generación eléctrica y la gran minería del cobre, rubros con un gran nivel de actividad y una demanda creciente. Sin embargo, los beneficios generados por este desarrollo se contraponen con los efectos dañinos que este contaminante genera en la salud humana, especialmente en las vías respiratorias y oculares de niños y ancianos. Además, mediante reacciones químicas en la atmósfera, el SO<sub>2</sub> forma material particulado fino (MP<sub>2.5</sub>), conocido por incrementar los casos de mortalidad y otros efectos negativos en la población.

Por este motivo, el Estado, a través de diferentes organismos, ha generado un conjunto de regulaciones y medidas para controlar las emisiones de SO<sub>2</sub>, entre los que se destacan:

- La mejora en la calidad del combustible en el sector industrial y transporte,
- La incorporación de una Norma de Emisión para fuentes termoeléctricas y fundiciones.
- El establecimiento de un impuesto a las fuentes por la emisión de este contaminante.
- La implementación de diversos Planes de Prevención y Descontaminación Atmosféricos en zonas saturadas del país.

Solo la primera tiene ya varios años de aplicación, mientras las otras (Norma de emisiones a termoeléctricas y fundiciones e impuestos) están aún en fase de implementación, por lo que reflejarán significativas mejoras en la calidad del aire desde el año 2017 en adelante. Se desprende que la estrategia seguida ha sido regular directamente las fuentes emisoras; sin embargo, las normas de emisión no bastan para asegurar un nivel de exposición de la población, por lo que resulta necesario actualizar la norma de calidad primaria de SO<sub>2</sub> (NCP SO<sub>2</sub>) vigente desde el 2003, tanto por los nuevos antecedentes científicos y recomendaciones internacionales (OMS, OCDE<sup>1</sup>), como por la obligación que posee el MMA de generar una consistente protección a la salud de la población y los ecosistemas bajo el concepto de equidad ambiental.

### Diseño Normativo

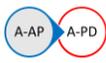
Respecto al diseño normativo, el proyecto definitivo en comparación a la norma actualmente vigente establece:

- La incorporación de una norma horaria de 500 µg/m<sup>3</sup>, inexistente en la NCP de SO<sub>2</sub> vigente, la cual permite proteger de efectos agudos a la población vulnerable, principalmente niños y ancianos.
- Disminuye los límites de concentración de la norma diaria y anual respecto de la NPC actualmente vigente. El valor de norma diaria disminuye de 250 µg/m<sup>3</sup> a 200 µg/m<sup>3</sup> y el valor de la norma anual disminuye de 80 µg/m<sup>3</sup> a un valor de 70 µg/m<sup>3</sup>, este cambio es de especial relevancia en zonas con numerosas fuentes emisoras dado que, la norma de calidad considera el efecto aditivo de ellas sobre el medio ambiente. Con ello, los proyectos evaluados mediante el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) se registrarán según esta nueva regulación, considerando los efectos sinérgicos sobre el medio ambiente.
- Considera esfuerzos adicionales de reducción para las fuentes emisoras para las cuales su operación (evaluada al ingresar al SEIA) produzca una superación de la norma de calidad.

---

<sup>1</sup> CENMA (2015) Análisis de Antecedentes y Evaluación Técnica-Económica para revisar la Norma Primaria de Calidad del Aire de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>). Chile.





Ahora bien, respecto a los cambios que se generan entre el A-AP y el A-PD los cuales surgen del proceso de participación ciudadana, el principal cambio corresponde a la incorporación de nuevos datos de calidad del aire para las comunas de Paipote, Concón, Quintero, Puchuncaví, Tierra Amarilla, Antofagasta, y la incorporación al análisis de la información del Plan de Descontaminación de Concón, Quinteros y Puchuncaví al análisis de la NPC. Otro cambio relevante es el que corresponde al cambio en el criterio de excedencia, en el A-AP se utilizaba como criterio el percentil 99.73 el cual supone 22 horas de superación en un año, mientras que en el A-PD se utiliza el percentil 99 el cual supone 88 superaciones en un año. En la Tabla A se presentan los escenarios evaluados para el Proyecto Definitivo de la NPC de SO<sub>2</sub>.

Considerando lo anteriormente expuesto, el análisis de calidad de aire realizado arroja que no existen superaciones a nivel nacional para ninguna de las tres normas horaria (Figura A), diaria (Figura B) y anual (Figura C), razón por la cual se estima que las fuentes emisoras no deberán realizar esfuerzos adicionales para el cumplimiento de la NPC.

### **Evaluación Económica**

El resultado del AGIES determinó que la NPC de SO<sub>2</sub> analizada no genera incumplimientos en ninguna de las estaciones a nivel nacional, por esta razón fuentes potencialmente afectas no deberán realizar esfuerzos adicionales para su cumplimiento, en consecuencia no se pueden atribuir costos a la implementación de la misma. Las fuentes ya han realizado inversiones debido a la aplicación de otros instrumentos de gestión ambiental tales como la norma de emisión para termoeléctricas, la norma de emisión para fundiciones de cobre, la reducción del azufre en los combustibles utilizados en el sector transporte e industria y la implementación de planes de prevención y descontaminación de zonas específicas<sup>2</sup>.

Debido a que la norma no implica un cambio inmediato en procesos productivos e inversiones a nivel de establecimiento no existen beneficios inmediatos cuantificables. Ello se debe a la metodología del análisis costo beneficio, pero esto no significa que la implementación de la norma no tenga beneficios, por el contrario la norma es central para entregar coherencia a los diversos instrumentos de gestión ambiental vigentes relevantes, como los antes mencionados. Además el análisis de impacto económico y social identificó múltiples beneficios directos e indirectos no cuantificables por la implementación de la norma horaria y por la reducción de los valores límites de concentración diarios y anuales. Los principales beneficios identificados se detallan en la Tabla E.

Es importante señalar que existen beneficios indirectos los cuales tienen relación con la mejora de la imagen país al implementar una norma coherente con regulaciones de países OCDE y cumpliendo las recomendaciones de la OMS. Así como el cumpliendo con el criterio de equidad ambiental que reconoce un nivel de calidad ambiental para todo las comunidades independientemente de su ingreso, al establecer un límite de concentración para todo el país.

---

<sup>2</sup> Si bien los Planes de descontaminación han sido aplicados para Material Particulado, existen evidencia en la reducción de SO<sub>2</sub> debido a su calidad de precursor.



## Figuras y tablas

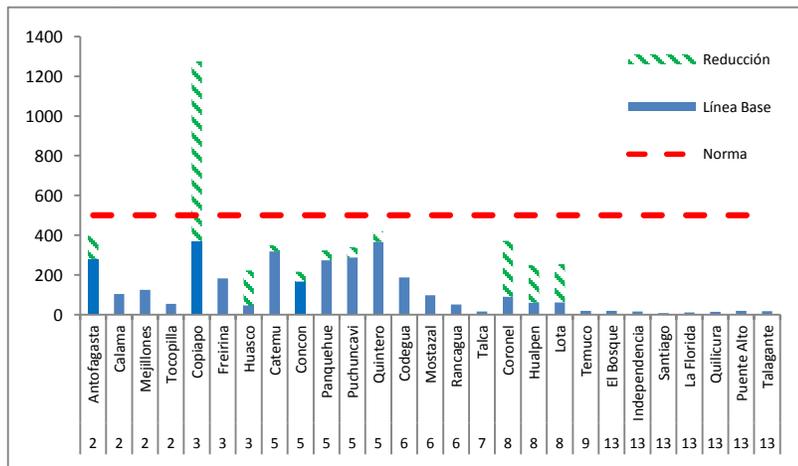
Tabla A: Escenario de Concentración Evaluado.

Tipo Norma	Concentración [µg/m <sup>3</sup> ]	Criterio de Excedencia
Horaria	500	Percentil 99 del promedio de tres años consecutivos
Diaria	200	Promedio del percentil 99 de tres años consecutivos
Anual	70	Promedio tri-anual

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla A muestra los niveles de calidad permisibles de la norma evaluada. Estos límites corresponden a límites horarios, diarios y anuales para la concentración de SO<sub>2</sub>, con sus correspondientes criterios de excedencia.

Figura B: Concentración Horaria de Línea Base de SO<sub>2</sub> por Sector.

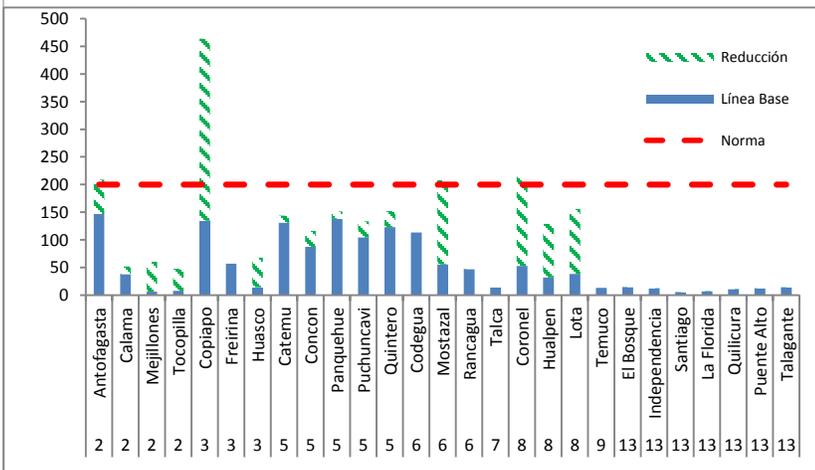


Fuente: Elaboración propia en base a datos de calidad de aire de red SINCA y a datos de estudio de CENMA "Análisis de Antecedentes y Evaluación Técnica-Económica para Revisar la Norma Primaria de Calidad de Aire de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>).

La Figura B representa las concentraciones horarias de SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) a nivel comunal de estaciones representativas poblacionalmente. La barra completa representa la concentración actual de la comuna analizada, donde una fracción de ella (zona achurada) corresponde a reducciones asociadas a otros instrumentos de norma (Norma de Emisión para Fundiciones). Estas reducciones no se consideran en la evaluación debido a que la NCP de SO<sub>2</sub> considera una entrada en vigencia posterior.

No existen superaciones a nivel nacional para la norma horaria.

Figura C: Concentración Diaria de Línea Base de SO<sub>2</sub> por Sector.

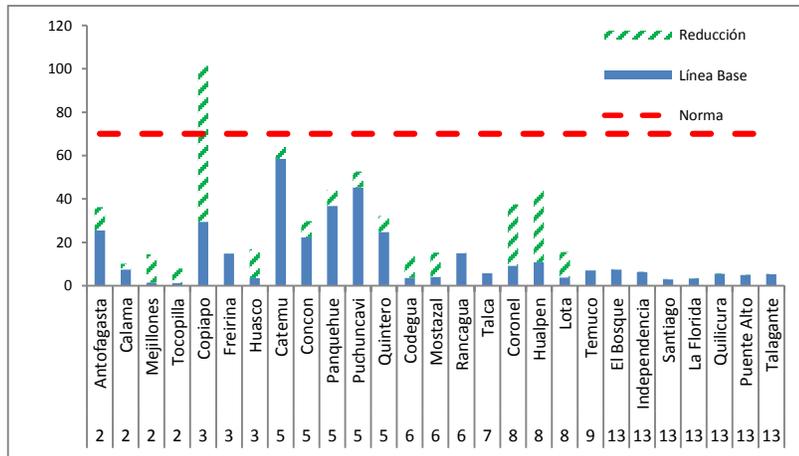


Fuente: Elaboración propia en base a datos de calidad de aire de red SINCA y a datos de estudio de CENMA "Análisis de Antecedentes y Evaluación Técnica-Económica para Revisar la Norma Primaria de Calidad de Aire de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>).

Figura C: Para el caso de la norma diaria propuestas, ninguna de las comunas supera los niveles propuestos de 200 µg/m<sup>3</sup> por lo que las fuentes asociadas no deben incurrir en costos adicionales de reducción, como tampoco considera beneficios cuantificables.



Figura D: Concentración Anual de Línea Base de SO<sub>2</sub> por Sector.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de calidad de aire de red SINCA y a datos de estudio de CENMA "Análisis de Antecedentes y Evaluación Técnica-Económica para Revisar la Norma Primaria de Calidad de Aire de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>).

Figura D: La norma anual propuesta no posee superaciones para ninguna de las comunas evaluadas, los niveles propuestos de 70 µg/m<sup>3</sup> no son sobrepasados por lo que las fuentes asociadas no deben incurrir en costos adicionales de reducción, como tampoco considera beneficios cuantificables.

Tabla E. Beneficios Identificados

Beneficios
Mortalidad Prematura (MP)
Morbilidad (MP, SO <sub>2</sub> )
<i>Admisiones Hospitalarias Asma</i>
<i>Admisiones Hospitalarias Cardiovasculares</i>
<i>Consultas de urgencia por asma</i>
<i>Restricción de actividad diaria menor</i>
<i>Días de trabajo perdidos</i>
Ausentismo Escolar (MP, SO <sub>2</sub> )
Productividad perdida (MP)
Actividad restringida (MP)
Visibilidad (MP)
Corrosión materiales (SO <sub>2</sub> )
Producción agrícola (MP, SO <sub>2</sub> )
Efectos en ecosistemas (SO <sub>2</sub> )
Imagen país (recomendaciones OCDE y OMS)
Mejora potencial de calidad del aire
Co-beneficios en reducción de <i>Black Carbon</i> (MP)
Efectos sociales: equidad ambiental
Convergencia económica internacional (MP, SO <sub>2</sub> )
Coherencia regulatoria a nivel nacional

Los beneficios asociados a la incorporación de la NPC son identificados como reducciones de casos de mortalidad, morbilidad y a diferentes efectos sobre la restricción al desarrollo normal de actividades a causa de enfermedades y al incremento de condiciones asociadas principalmente a visibilidad, producción y diferentes efectos que tienen repercusión en la economía nacional.



## 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 Calidad Primaria por Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ).
	Versión de AGIES	Versión 2, “Corresponde a la segunda evaluación del Proyecto Definitivo”.
	Nombre instrumento normativo que da origen al AGIES	Declaración de zona saturada: Decreto Supremo N° 53 de 2016, del Ministerio del Medio Ambiente.
	Tipo de regulación	Norma Primaria de Calidad del Aire.
	Fecha de término del AGIES	2 de Marzo de 2016
	Alcance geográfico	Nivel Nacional
	Instrumento nuevo o revisión	Revisión de la Norma Nacional de Calidad del Aire para Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) del 6 de marzo de 2003.
	Área de aplicación	Asuntos Atmosféricos.
Metodología	Metodología	Análisis Costo-Beneficio, Beneficios salud en base a (MMA 2013) <sup>3</sup>
	Normativas consideradas de línea base	Norma de Emisión Termoeléctricas (D.S. N°13/2011) Norma de Emisión Fundiciones (D.S. N°28/2013)
	Nivel de evaluación de beneficios	Valorados beneficios en salud (mortalidad, morbilidad y actividad restringida)
	Tasa de descuento	6%
	Valor de la vida estadística	Proveniente de la Norma de Fundiciones. (Valor de la Vida Estadística (VSL) igual a 390.500 USD/caso (Hojman, Ortúzar et al. 2005) proyectada 3% anual producto del aumento del poder adquisitivo).
	Beneficios marginales por concentración de MP <sub>2,5</sub>	Valores Recomendados (MMA 2011) <sup>4</sup>
Resultados	Costos estimados en MM USD (valor presente)	0
	Beneficios estimados en MM USD (valor presente)	0 (análisis descriptivo)
	Razón Beneficio Costo	0

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> 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.

