

Resumen

Un Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) corresponde a un análisis costo-beneficio (ACB), en el que se llevan a términos monetarios los efectos (costos y beneficios) de una política pública. La metodología de los AGIES indica que los costos considerados corresponden a costos incrementales asociados al cumplimiento de los nuevos valores normativos, correspondiendo a aquellos de inversión, operación y mantención (O&M) de medidas de abatimiento¹, y por su parte, los beneficios se consideran como los ahorros monetarios por reducciones de casos de morbilidad y mortalidad de la población debido a una mejora en las condiciones ambientales. Cabe destacar que no se produjeron cambios metodológicos entre el AGIES del Anteproyecto y la presente evaluación.

El presente resumen corresponde a los resultados obtenidos de la evaluación a través del AGIES del proyecto definitivo de la norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico (revisión del D.S 28 de 2013, del MMA). Esta evaluación incorpora los cambios realizados entre la versión del Anteproyecto² y la versión del Proyecto Definitivo.

Los principales cambios que refleja esta evaluación corresponden a aquellos derivados de modificaciones al Proyecto Definitivo y de información obtenida a través del proceso de Participación Ciudadana (PAC), estos cambios influyen en el resultado del AGIES y se presentan a continuación:

- El Proyecto Definitivo iguala el límite de emisión para la fundición Chagres a los valores incorporados en el PPDA para la provincia de Quillota y las comunas de Catemu, Panquehue y Llayllay. De modo que, en esta evaluación se ajustaron los costos para esta fundición, definiendo solo aquellos correspondientes al cumplimiento del artículo 6°, correspondientes al límite porcentual de captura y fijación anual.
- A través del proceso de la PAC, se entregó información asociada a costos de tecnologías de abatimiento para algunas fundiciones, esta información permitió complementar la presente evaluación.
- Se incorporaron costos de mediciones isocinéticas mensuales de Hg para medir la emisión en las plantas de tratamiento de gases

En base a estos cambios, los resultados del AGIES del Proyecto Definitivo indican que:

- Del análisis del cumplimiento de los límites normativos, se desprende que existirán superaciones de los límites de emisión total (Artículo N°4), porcentaje de captura total (Artículo N°6) y los límites de algunas chimeneas (Artículo N°7), la Figura A presenta un resumen de estos resultados.
- Los costos asociados al cumplimiento de los límites propuestos corresponden a 116,4 millones de USD anualizados y estos provienen de costos de inversión, operación y mantención; y medición de derivados de la implementación de medidas de captura y abatimiento, en Tabla A se presentan los valores por fundición.
- Por su parte los beneficios cuantifican la reducción de efectos de morbilidad y mortalidad prematura en la población afecta, al ser valorizados, estos beneficios corresponden a 1,52 millones de USD anualizados (Tabla B). los cuales se generarán en 9 localidades del país³.

¹ No se consideran costos de Fiscalización, dado que estos ya fueron considerados en el D.S N° 28 de 2013.

² AGIES del Anteproyecto, disponible en: https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2024/proyectos/AGIES_NE_FUNDICIONES.pdf

³ Las localidades corresponden a las localidades de; Calama, Chiu Chiu, La Negra, Antofagasta, El Salvador y Coya.

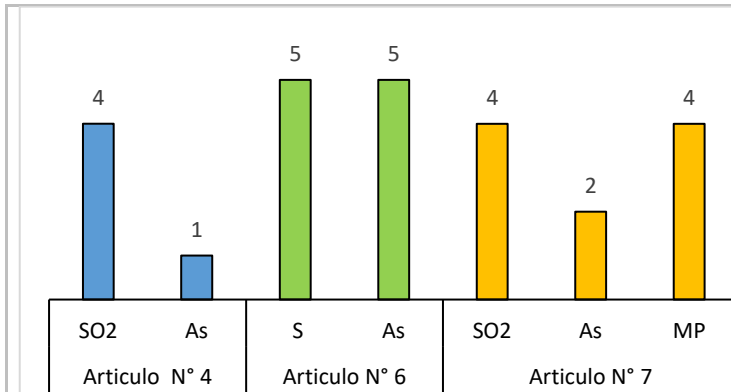


Figura A: Análisis de Incumplimientos normativo

Al comparar los datos de línea base con los límites normativos establecidos por el anteproyecto, se obtienen 25 incumplimientos, distribuidos en: 5 para el límite de emisión total (artículo N°4), 10 por el porcentaje de captura (artículo N° 6) y 10 para los límites de emisión en chimeneas (artículo N° 7).

Todos los incumplimientos se generan al finalizar el período de transición.

Fundición	Inversión	O&M	Mediciones	Total
Altonorte	4,03	0,32	0,15	4,51
Caletones	23,34	25,08	0,19	48,61
Chagres	5,52	2,11	0,09	7,72
Chuquicamata	8,67	13,86	0,26	22,78
Potrerrillos	15,74	16,95	0,09	32,79
Total	57,30	58,32	0,79	116,41

Tabla A: Costos de la normativa por contaminantes en MM USD/año

La tabla A presenta los costos por fundición de inversión para el cumplimiento de los límites regulatorios establecidos, considerando costos de detención para la instalación de las tecnologías, costos adicionales de operar y de mantención de estas tecnologías y nuevos costos de mediciones.

Efecto	Casos Evitados	Beneficios [USD/Año]
Mortalidad > 30 años+	19,3	1.514.381
Cáncer Respiratorio	0,001	80
AH -Cardiovascular < 64 años	2,7	1.209
AH -Cardiovascular > 65 años	3,9	1.399
AH -Efectos Respiratorios agudos	14,5	392
AH - Efectos Respiratorios Crónicos	0,17	8,4
AH -Asma	0,15	6,3
VSE- Asma 0-99 años	638,5	6.242
Días de Productividad perdidos	202,9	467
Total	-	1.524.204

Tabla B: N° de casos evitados y beneficios económicos.

La reducción de casos más importante corresponde a la reducción de mortalidad en mayores de 30 años, cuyo beneficio corresponde al 99,6% de los beneficios cuantificados por la evaluación.

Se estimó en 1,5 millones de USD los beneficios anualizados los cuales corresponden a las comunas de Calama, Chiu Chiu, Antofagasta, Antofagasta, El Salvador, Catemu, Panquehue, Llayllay y Coya.

AH= Admisiones Hospitalarias, VSE = Visita a la Sala de Emergencias

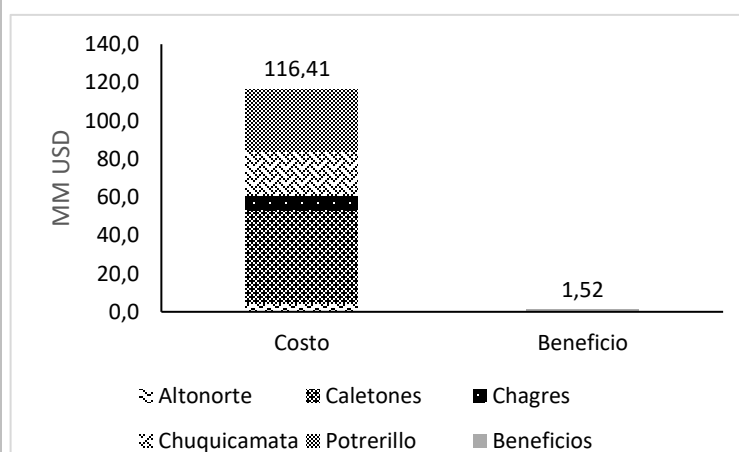
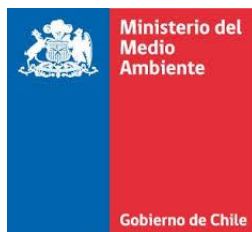


Figura B: Beneficios y Costos anualizados

Al comparar los beneficios (1,5 MM USD) y los costos (116,4 MM USD) de la regulación en USD anualizados, se obtiene una relación de 0,013 veces los beneficios versus los costos.

El detalle de los costos por fuente se puede observar en la tabla A del presente resumen.



DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

ANÁLISIS GENERAL DE IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DEL PROYECTO DEFINITIVO DE LA REVISIÓN DE LA NORMA DE EMISIÓN PARA FUNDICIONES DE COBRE Y FUENTES EMISORAS DE ARSÉNICO

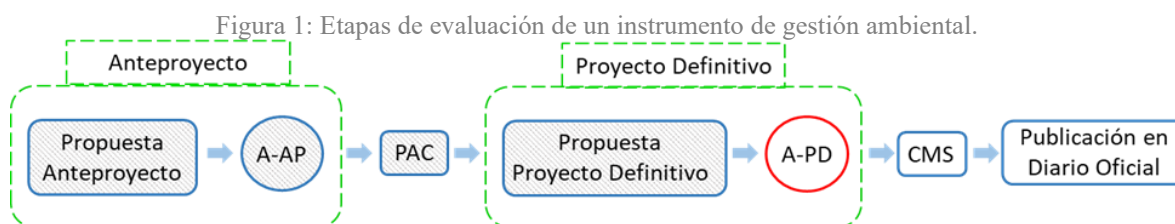
Julio de 2025

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/o prevención ambiental. De acuerdo con lo establecido en la ley N°19.300 sobre bases generales del medio ambiente y en el reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión (D.S. N°38/2012, del Ministerio del Medio Ambiente), se requiere de un Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) de la propuesta regulatoria, 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). Esta tarea recae en el Departamento de Economía Ambiental (DEA) del MMA.

El proceso de elaboración de una norma de emisión, 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, y
- 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 en la toma de decisión.



Fuente: Elaboración propia.

El presente documento corresponde a una evaluación de costos y beneficios para el proyecto definitivo (A-PD) (en rojo, Figura 1) de la revisión de la norma de emisión fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico, la que tiene por objetivo establecer nuevos límites regulatorio a las emisiones al aire de *dióxido de azufre* (SO₂), *Arsénico* (As), *Mercurio* (Hg) y *Material Particulado* (MP).

Esta evaluación tiene como objetivo entregar información para la toma de decisión de la autoridad y sirven para nutrir los procesos de PAC, el Consejo Consultivo (CC) y el CMS, por lo cual no debe ser considerado 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 a uno de los múltiples antecedentes para la toma de decisión. Otros antecedentes corresponden a, por ejemplo, antecedentes geográficos y demográficos, datos históricos, situación política y la percepción pública respecto a la contaminación, entre otros.

Este análisis evalúa el impacto en la calidad del aire de la presente norma y estima los beneficios valorizables producto de la reducción de casos de mortalidad y morbilidad en la población. También se estiman los costos asociados al cumplimiento la norma propuesta.

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. ANTECEDENTES	6
1.1 CAMBIOS REALIZADOS ENTRE EL ANTEPROYECTO Y EL PROYECTO DEFINITIVO.	6
1.1.1 Nueva información disponible.....	8
2. RESULTADOS	9
2.1 EMISIONES	9
2.2 COSTOS	9
2.3 BENEFICIOS	9
2.4 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	11
3. BIBLIOGRAFÍA.....	12
4. ANEXOS.....	13
4.1 RESULTADOS DE COSTOS Y BENEFICIOS EN VALOR PRESENTE.	13
4.2 RELACIÓN FUNDICIÓN COMUNA.	13
4.3 MEDIDAS SELECCIONADAS POR FUNDICIÓN	14
4.4 MEDICIONES ISOCINÉTICAS CONSIDERADAS PARA LA EVALUACIÓN	15

1. **Antecedentes**

Dentro del proceso de diseño regulatorio es común que existan cambios en el proceso de elaboración de un decreto, esto debido principalmente a que durante el proceso de PAC y durante el proceso de elaboración del Proyecto Definitivo, se levanta información y observaciones que derivan en ajustes al articulado del decreto. Desde la perspectiva del AGIES, estos ajustes pueden considerar artículos evaluados que requieren una reevaluación sin cambiar la información base o las metodologías (por ejemplo; un cambio del límite normativo), o puede considerar la incorporación de nuevos artículos que requerirán la incorporación de información y de nuevas metodologías para el proyecto definitivo.

Respecto al Proyecto Definitivo evaluado en este AGIES, los ajustes realizados solo corresponden a aquellos que requieren una reevaluación, por consiguiente, se mantiene la información base y las metodologías empleadas y detalladas en el AGIES de Anteproyecto⁴.

A continuación, se describen los principales cambios generados entre el Anteproyecto y el Proyecto Definitivo de la norma, una vez analizados los antecedentes aportados en el proceso de PAC y de la incorporación de sus respectivas observaciones.

1.1 **Cambios realizados entre el anteproyecto y el proyecto definitivo.**

La Tabla 1 presenta aquellos artículos que sufrieron modificaciones a considerar en la evaluación del AGIES, se presenta el articulado original del anteproyecto –que dio paso al AGIES de Anteproyecto- y los artículos propuestos en el proyecto definitivo- que da paso a esta nueva evaluación.

⁴ AGIES del Anteproyecto, disponible en:
https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2024/proyectos/AGIES__NE_FUNDICIONES.pdf

Tabla 1 Cambios entre el documento del Anteproyecto y el Proyecto Definitivo

Sección del documento	Anteproyecto	Proyecto Definitivo																																										
Límites de emisión al aire y plazos de cumplimiento	Artículo 3º; Tabla N° 1: Límites máximos anuales de Emisión de SO ₂ y As (Ton/año) para fundiciones existentes durante el período de transición:	Artículo 3º; Tabla N° 1: Límites máximos anuales de Emisión de SO ₂ y As (Ton/año) para fundiciones existentes durante el período de transición:																																										
	<table><tr><th>Fuente emisora</th><th>SO₂ (ton/año)</th><th>As (ton/año)</th></tr><tr><td>Altonorte</td><td>24.000</td><td>126</td></tr><tr><td>Caletones</td><td>41.300</td><td>120</td></tr><tr><td>Chagres</td><td>14.400</td><td>30</td></tr><tr><td>Chuquicamata</td><td>35.300</td><td>476</td></tr><tr><td>Hernán Videla Lira</td><td>10.200</td><td>10</td></tr><tr><td>Potrerrillos</td><td>21.000</td><td>125</td></tr></table>	Fuente emisora	SO ₂ (ton/año)	As (ton/año)	Altonorte	24.000	126	Caletones	41.300	120	Chagres	14.400	30	Chuquicamata	35.300	476	Hernán Videla Lira	10.200	10	Potrerrillos	21.000	125	<table><tr><th>Fuente emisora</th><th>SO₂ (ton/año)</th><th>As (ton/año)</th></tr><tr><td>Altonorte</td><td>24.000</td><td>126</td></tr><tr><td>Caletones</td><td>41.300</td><td>120</td></tr><tr><td>Chagres</td><td>9.014</td><td>30</td></tr><tr><td>Chuquicamata</td><td>35.300</td><td>476</td></tr><tr><td>Hernán Videla Lira</td><td>10.200</td><td>10</td></tr><tr><td>Potrerrillos</td><td>21.000</td><td>125</td></tr></table>	Fuente emisora	SO ₂ (ton/año)	As (ton/año)	Altonorte	24.000	126	Caletones	41.300	120	Chagres	9.014	30	Chuquicamata	35.300	476	Hernán Videla Lira	10.200	10	Potrerrillos	21.000	125
	Fuente emisora	SO ₂ (ton/año)	As (ton/año)																																									
	Altonorte	24.000	126																																									
	Caletones	41.300	120																																									
	Chagres	14.400	30																																									
	Chuquicamata	35.300	476																																									
	Hernán Videla Lira	10.200	10																																									
	Potrerrillos	21.000	125																																									
	Fuente emisora	SO ₂ (ton/año)	As (ton/año)																																									
Altonorte	24.000	126																																										
Caletones	41.300	120																																										
Chagres	9.014	30																																										
Chuquicamata	35.300	476																																										
Hernán Videla Lira	10.200	10																																										
Potrerrillos	21.000	125																																										
Artículo 4: Tabla N° 2: Límites máximos anuales de emisión de SO ₂ y As para fundiciones existentes transcurrido el periodo de transición:	Artículo 4: Tabla N° 2: Límites máximos anuales de emisión de SO ₂ y As para fundiciones existentes transcurrido el periodo de transición:																																											
<table><tr><th>Fuente emisora</th><th>SO₂ (ton/año)</th><th>As (ton/año)</th></tr><tr><td>Altonorte</td><td>15.500</td><td>120</td></tr><tr><td>Caletones</td><td>18.500</td><td>70</td></tr><tr><td>Chagres</td><td>8.000</td><td>18</td></tr><tr><td>Chuquicamata</td><td>15.750</td><td>275</td></tr><tr><td>Hernán Videla Lira</td><td>4.100</td><td>4</td></tr><tr><td>Potrerrillos</td><td>9.500</td><td>68</td></tr></table>	Fuente emisora	SO ₂ (ton/año)	As (ton/año)	Altonorte	15.500	120	Caletones	18.500	70	Chagres	8.000	18	Chuquicamata	15.750	275	Hernán Videla Lira	4.100	4	Potrerrillos	9.500	68	<table><tr><th>Fuente emisora</th><th>SO₂ (ton/año)</th><th>As (ton/año)</th></tr><tr><td>Altonorte</td><td>15.500</td><td>120</td></tr><tr><td>Caletones</td><td>18.500</td><td>70</td></tr><tr><td>Chagres</td><td>7.662</td><td>18</td></tr><tr><td>Chuquicamata</td><td>15.750</td><td>275</td></tr><tr><td>Hernán Videla Lira</td><td>6.000</td><td>8,3</td></tr><tr><td>Potrerrillos</td><td>9.500</td><td>68</td></tr></table>	Fuente emisora	SO ₂ (ton/año)	As (ton/año)	Altonorte	15.500	120	Caletones	18.500	70	Chagres	7.662	18	Chuquicamata	15.750	275	Hernán Videla Lira	6.000	8,3	Potrerrillos	9.500	68	
Fuente emisora	SO ₂ (ton/año)	As (ton/año)																																										
Altonorte	15.500	120																																										
Caletones	18.500	70																																										
Chagres	8.000	18																																										
Chuquicamata	15.750	275																																										
Hernán Videla Lira	4.100	4																																										
Potrerrillos	9.500	68																																										
Fuente emisora	SO ₂ (ton/año)	As (ton/año)																																										
Altonorte	15.500	120																																										
Caletones	18.500	70																																										
Chagres	7.662	18																																										
Chuquicamata	15.750	275																																										
Hernán Videla Lira	6.000	8,3																																										
Potrerrillos	9.500	68																																										

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1 presenta cambios para la fundición Chagres específicamente en los límites de SO₂ (artículo 3º) y en para los límites de SO₂. Por su parte la fundición Hernan Videla Lira también presenta cambios en sus límites de SO₂ y As (artículo 4º).

Esto cambio conlleva que exista un ajuste al AGIES del Proyecto Definitivo, los cuales específicamente afectan a los resultados por las siguientes razones:

- Debido a que los límites propuestos en el artículo 4º del proyecto definitivo, se ajustan a los valores exigidos para la fundición Chagres en el Plan de Prevención y Descontaminación Ambiental (PPDA) para la provincia de Quillota, y las comunas de Catemu, Panquehue y LLayllay, y en base a las consideraciones de un correcto Análisis de Costo, se establece que, los costos y beneficios de cumplir con este límite ya se encuentran evaluados en dicho PPDA, por lo que no es correcto considerar estos efectos en esta evaluación ya que forman parte de la línea base de esta Norma.

De este modo, el ajuste a los límites evaluados para la Fundición Chagres implica que para cumplir con el Artículo 4º se requiere una reducción de 389 toneladas anuales de SO₂. Esta estimación se basa en que, durante el año 2023, las emisiones de SO₂ alcanzaron las 8.051 toneladas, y que el límite establecido por el artículo 4º es de 7.662 toneladas. Esta disminución se considera que es parte de la línea base ya que independiente de la aprobación de esta normativa, estas reducciones existirán. Por otra parte, para cumplir con el límite de captura del 98% (Artículo 6º) con los actuales niveles de producción, es necesaria la reducción aproximadamente de 2.109 [ton/año]. De esta forma el 18,4% de la disminución de emisión de SO₂ total corresponderá a al PDA y el restante 81,6% corresponde a disminución debido a la norma. Esta proporción será la considerada para el cálculo de los costos de la norma para el ajuste en los límites de esta fundición.

- Respecto a los ajustes del Artículo 4° para la fundición Hernan Videla Lira, debido a que está se encuentra en un proceso de cierre y reconversión, se mantiene el supuesto del Anteproyecto en el cual deja fuera de la evaluación dicha fundición, por los motivos que ahí se esgrimen.
- En esta evaluación se incorporaron costo de mediciones isocinéticas mensuales de Hg en la planta de tratamiento de gases, MP y As en los hornos de refino. Se consideró un costo de medición de Hg y As de 50 UF y de 20 UF para MP. La cantidad de mediciones anuales se encuentran en el anexo 4.4.
- Otros cambios entre el Anteproyecto y el Proyecto Definitivo no han sido considerados en la presente evaluación debido a que no generan cambios en los costos y beneficios evaluables, no generan cambios a las metodologías de evaluación o no consideran un cambio en la información base que se deba considerar.

1.1.1 Nueva información disponible

Durante la PAC, se levantaron numerosas observaciones tanto al Anteproyecto como al AGIES que evaluó ese decreto, específicamente para este proyecto definitivo se incorporó información precisa sobre las tecnologías de abatimiento que pueden o no pueden implementarse específicamente respecto al límite de emisión total y de captura (Artículos N°4 y 6) en las fundiciones de Chuquicamata, Potrerillos y Caletones- información entregada por la Corporación Nacional del Cobre (CODELCO).

De la información entregada se ajustaron en el AGIES:

- Las tecnologías de captura y abatimiento definidas en el anteproyecto incorporando aquellas que debieran ser implementadas o modificadas para estas tres plantas, según CODELCO;
- Se excluyeron algunas de las tecnologías de captura y abatimiento definidas en el anteproyecto según las exclusiones técnicas definidas por CODELCO;
- Se incorporaron los costos para estas modificaciones considerando tanto los costos directos e indirectos entregados por CODELCO. Dentro de este ajuste no se consideraron costos de contingencia ni costos del dueño, debido a que metodológicamente el AGIES no puede asumir esta incertidumbre, ya que la información entregada no es lo suficientemente detallada para definir los porcentajes empleados para su cálculo. Además, al tratarse de costos específicos para cada proyecto no permite su replicabilidad para otras fuentes, impidiendo tener resultados comparables y bajo una metodología única. También hay que considerar que, al tratarse de información privada que no es de carácter pública-no es de libre acceso- no es posible obtener esta información y replicarla en futuras evaluaciones.

Considerando esta información se procedió a elaborar el AGIES del Proyecto Definitivo, cuyos resultados consideran todas las modificaciones planteada en este capítulo.

2. Resultados

La evaluación del AGIES considera un periodo de 10 años, desde el año que entra en plena vigencia la norma (fin del período de transición). Se estima que el periodo de transición terminaría el año 2034, por lo que la norma entraría en plena vigencia el 2035. De este modo la evaluación realizada va entre los años 2035 a 2044.

2.1 Emisiones

Se considera que no hay cambios en la proyección de emisiones, ni en la reducción de estas entre el AP y PD. El cambio de límite de emisiones (Artículo N°4) de la fundición Chagres, no cambiaría las reducciones consideradas, debido a que el límite es menos exigente que el límite de captura del 98% (Artículo N°6) con los actuales niveles de producción de la fundición.

2.2 Costos

Los cambios anteriormente definidos, impactan directamente en los costos estimados por el AGIES para el Proyecto Definitivo, estos costos se resumen en la Tabla 2, con un valor anualizado⁵ de 116,4 millones de dólares. Las fundiciones con mayores costos para poder cumplir con la norma serían Caletones (41,4%), Potrerillos (28,4%) y Chuquicamata (19,60%). El anexo 4.1 presenta estos resultados en valor presente.

Tabla 2. Costos anualizados en millones de USD de las medidas seleccionadas para cumplir con norma de emisión.

Fundición	Inversión Artículo 6	Inversión Artículo 7	O&M	Mediciones	Total
Altonorte	2,60	1,42	0,32	0,15	4,51
Caletones	13,85	9,49	25,08	0,19	48,61
Chagres	4,36	1,16	2,11	0,09	7,72
Chuquicamata	7,24	1,43	13,86	0,26	22,78
Potrerillo	12,21	3,53	16,95	0,09	32,79
Total	40,26	17,04	58,32	0,79	116,41

Fuente: Elaboración propia

El detalle de las medidas evaluadas se presenta en el Anexo 4.3. Cabe destacar que los costos de las medidas propuestas en el Artículo 11 no fueron evaluados al no tener antecedentes disponibles para evaluar sus costos.

2.3 Beneficios

Los beneficios consisten en la valoración económica de la reducción de los efectos en salud (casos evitados) a causa de la mejora en la calidad del aire, la cual se genera por la reducción de las emisiones.

El cálculo de los beneficios se realizó siguiendo la metodología presentada en el AGIES del anteproyecto, de este modo se obtiene que estos son de 1.524.204 USD/año, representados principalmente por una disminución de muertes y valorización de casos de morbilidad asociados

⁵ Valores anualizados según metodología descrita en AGIES del anteproyecto.

principalmente a la disminución de MP. La Tabla 3 presenta el número de casos y los beneficios totales valorizados para cada uno de los efectos considerados.

Tabla 3 Delta de casos evitados y beneficios anualizados valorizados por el cumplimiento normativo

Efecto	Casos Evitados	Beneficios [USD/Año]
Mortalidad>30 años+	19,3	1.514.381
Cáncer Respiratorio	0,001	80
AH -Cardiovascular < 64 años	2,7	1.209
AH -Cardiovascular > 65 años	3,9	1.399
AH -Efectos Respiratorios agudos	14,5	392
AH - Efectos Respiratorios Crónicos	0,17	8,4
AH -Asma	0,15	6,3
VSE- Asma 0-99 años	638,5	6.242
Días de Productividad perdidos	202,9	467
Total	-	1.524.204

Fuente: Elaboración propia.

AH= admisiones hospitalarias, VSE = visitas a sala de urgencias

Al cuantificar los beneficios por comuna se obtienen los resultados indicados en Tabla 4, la mayoría de los beneficios valorizados se encuentran en la ciudad de Calama.

Tabla 4 Beneficios USD por comuna

Localidades	Beneficios [USD/año]	Porcentaje
Calama	1.515.848	99,45%
ChiuChiu	217	0,01%
Antofagasta	4.803	0,32%
El Salvador	1.888	0,12%
Catemu	972	0,06%
Llaillay	1	0,00%
Coya	462	0,03%
Total	1.524.204	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

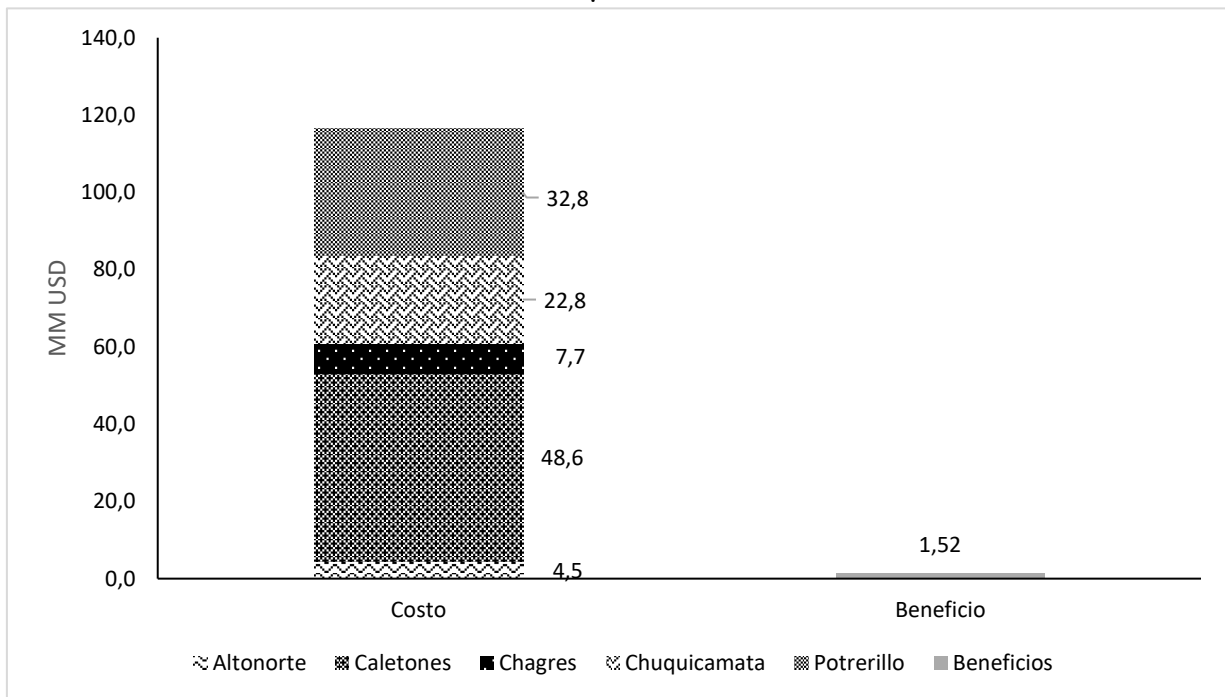
Este beneficio esta dado en mayor medida por la reducción de casos de mortalidad en personas mayores de 30 años. Los beneficios consideran una reducción del riesgo en la población debido a mejoras en la calidad del aire derivadas de reducciones de las emisiones de las fundiciones a través de la implementación de medidas de abatimiento de reducción de As, SO₂ y MP.

Los beneficios en valor presente del 2025, son presentados en el anexo 4.1 para un período de 10 años una vez la norma se encuentre en plena implementación, esto es una vez que todas las fundiciones hubiesen logrado el cumplimiento de los límites impuestos por el decreto evaluado, y cuando las reducciones de emisiones representen mejoras en la calidad ambiental de las comunas beneficiadas.

2.4 Análisis costo beneficio

Al comparar los costos sociales de la norma con los beneficios sociales de esta, se genera una razón beneficio/costo de 0,013 es decir los beneficios sociales estimados serían un 1,3% de los costos estimados. Los costos totales son de 116,4 millones de dólares anuales, en cambio los beneficios valorizados serían de 1,52 millones de dólares anuales. Los valores presentes de estos costos y beneficios se encuentran en el anexo 4.1.

Figura 2 Costos y beneficios anualizados



Fuente: Elaboración propia

La metodología utilizada para la evaluación de beneficios considera los efectos sobre la población de la comuna en la que se encuentra ubicada la fuente puntual. Por esta razón, una reducción en la concentración de contaminantes tendrá efectos directos sobre dicha población. No obstante, la cuantificación de estos efectos —expresada en número de casos— está directamente asociada al tamaño de la población afectada, es decir, a la población de la comuna.

En escenarios donde la población expuesta es reducida, los beneficios cuantificados y valorados tenderán a ser bajos. En estos casos extremos, el análisis costo-beneficio puede reflejar resultados desfavorables, como ocurre con la presente norma, mostrando beneficios inferiores a los costos. En tales situaciones, la metodología empleada no logra capturar adecuadamente el impacto real de la política, cuando se deben ponderar otro tipo de información para la toma de decisión.

3. Bibliografía

- Arrow, K. J., M. L. Cropper, et al. 1996. "Is there a role for benefit-cost analysis in environmental, health, and safety regulation?". Science, 272(5259): 221-222.
- Fisher, A. 1991. "Increasing the Efficiency and Effectiveness of Environmental Decisions: Benefit-Cost Analysis and Effluent Fees."
- MIDESO, 2018. Precios Sociales 2018.
- 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. Disponible en <http://sinia.mma.gob.cl/>
- 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. Disponible en <http://sinia.mma.gob.cl/>
- MMA (2022) Antecedentes para la elaboración de una Norma Primaria de Calidad del Aire para Arsénico y revisión de la Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico, preparado por DICTUC para Ministerio del Medio Ambiente

4. Anexos

4.1 Resultados de costos y beneficios en Valor Presente.

Los valores presentes de tanto los costos como beneficios fueron estimados en dólares al año 2025. Cabe destacar que las medidas consideradas en la evaluación comenzarán a regir a partir del año 2035. Estos fueron evaluados utilizando una tasa de descuento del 5,5% y un período de 10 años (2035-2044). De este modo el valor presente de los costos es de 676,1 millones de dólares y el de los beneficios fue de 7,096 millones de dólares. A continuación se presenta el valor presente de los costos por fundición.

Tabla 5 Valor presente de la norma al año 2025 en millones de USD

Fundición	Costos [Valor Presente]	Beneficios [Valor Presente]
Altonorte	30,4	0,022
Caletones	281,0	0,002
Chagres	48,9	0,005
Chuquicamata	126,3	7,058
Potreriño	189,5	0,009
Total	676,1	7,096

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Relación fundición Comuna.

Tabla 6: Relación fundición/Comuna

Comunas	CHU	ALT	POT	CHA	CAL	MH
Calama	1	-	-	-	-	1
ChiuChiu	1	-	-	-	-	1
La Negra	-	1	-	-	-	-
Antofagasta	-	1	-	-	-	-
El Salvador	-	-	1	-	-	-
Potreriño	-	-	1	-	-	-
Panquehue	-	-	-	1	-	-
Llailay	-	-	-	1	-	-
Coya	-	-	-	-	1	-

Fuente: Elaboración propia en base a (MMA, 2022)

4.3 Medidas seleccionadas por fundición

Para seleccionar las medidas de chimeneas se buscaron las alternativas de abatimiento más costo-eficiente que permitieran reducir la concentración de salida de las chimeneas que incumplirían con la nueva normativa.

Las medidas consideradas para cumplir con el artículo N°7, corresponden a:

Tabla 7. Medidas seleccionadas para cumplimiento de artículo 7 por chimenea.

Fundición	Unidad Fiscalizable	Medida
Altonorte	Planta de Ácido 3	Scrubber
Caletones	Planta de Tratamiento de Gases 1	Scrubber
Caletones	Planta de Tratamiento de Gases 2	Scrubber
Caletones	Secador 2	Filtro de manga
Caletones	Secador 3	Filtro de manga
Chagres	Horno de Limpieza de Escorias	Filtro de manga
Chuquicamata	Secador	Filtro de manga
Potrerrillos	Planta de Ácido	Scrubber
Potrerrillos	Secador	Filtro de manga

Fuente: Elaboración propia.

Las medidas consideradas para cumplir con el Artículo N°6, corresponden a:

Tabla 8. Medidas seleccionadas por fundición para cumplir con Artículo 3 en donde un 1 significa que la medida fue seleccionada.

Medida de mitigación	Altonorte	Caletones	Chagres	Chuquicamata	Potrerrillos
Captura y tratamiento gases secundarios CPS	0	1	1	1	1
Captura y tratamiento sangrado reactor	1	0	0	0	0
Captura techo y filtro de manga reactor	0	0	1	0	0
Captura terciaria en CPS	1	0	0	0	0
Captura gases secundarios CT	0	1	0	0	1
Mejoramiento Sistema de captura de gases fugitivos del Horno Flash	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia en base a MMA, 2022

4.4 Mediciones isocinéticas consideradas para la evaluación

Se consideró que en los hornos de refino se deberán realizar mediciones isocinéticas 1 vez al mes por horno, además de esto se debe considerar mediciones de Hg en los sistemas de tratamiento de gases.

Tabla 9 Número de mediciones anuales consideradas en los costos.

Fundición	Horno de Refino		Sistemas de Tratamiento de gases
	Mediciones MP	Mediciones As	Mediciones Hg
Altonorte	36	36	24
Caletones	48	48	24
Chagres	24	24	12
Chuquicamata	72	72	24
Potrerrillo	24	24	12
Total	204	204	96

Fuente: Elaboración propia.

Ficha Resumen AGIES

ÍTEM	GLOSA	DESCRIPCIÓN
Identificación	Nombre AGIES	Análisis General de impacto Económico y Social del Proyecto Definitivo de la revisión de la Norma de Emisión Fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico.
	Nombre instrumento normativo que da origen al AGIES	Proyecto definitivo de norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico
	Tipo de regulación	Norma de emisión
	Fecha de término del AGIES	Julio 2025
	Alcance geográfico	Nacional
	Instrumento nuevo o revisión	Revisión
	Área de aplicación	Asuntos Atmosféricos
Metodología	Metodología	Análisis Costo-Beneficio, Beneficios salud en base a (<u>MMA 2013</u>)
	Normativas consideradas de línea base	Decreto Supremo N° 28 de 2013, que establece norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes emisoras de Arsénico.
	Nivel de evaluación de beneficios	Identificación de beneficios
	Tasa de descuento	5,5%
	Años de evaluación	2035-2044
	Año del Valor Presente	2025
	Valor del Dólar	943,7 promedio julio 2024- julio 2025
	Valor de la UF	39.229 valor 6 de junio de 2024
Resultados	Costos valor presente	676,1 MM USD de 2025
	Beneficios en valor presente	7,1 MM USD de 2025
	Costos anualizados	116,4 MM USD/Año
	Beneficios anualizado	1,52 MM USD/Año