



DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

ANÁLISIS GENERAL DEL IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DEL PROYECTO DEFINITIVO DE LA REVISIÓN DE LA NORMA DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES EN FABRICACIÓN DE PULPA KRAFT O AL SULFATO QUE, EN FUNCIÓN DE SUS OLORES, GENERAN MOLESTIA Y CONSTITUYEN UN RIESGO A LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN

Octubre de 2024

Presentación

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) es el encargado de proponer, facilitar y coordinar el proceso de generación de las Normas de Emisión, según lo establece el Artículo 40 y la letra n) de la Ley N° 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Corresponde al MMA además, según lo establecido en 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) del Anteproyecto de Norma de Emisión, el cual debe realizar una comparación entre la situación actual (línea base) y la situación con la Normativa propuesta. En particular, el AGIES debe evaluar los costos y beneficios que implique el cumplimiento de la norma para la población, los titulares de las fuentes reguladas y el Estado.

El proceso de elaboración de una Norma de Emisión, desde el desarrollo del Anteproyecto hasta la aprobación del proyecto Definitivo, 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 (PAC), de tal forma de apoyar al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático (CMS) en la toma de decisión.

El presente documento corresponde a la actualización de los costos y beneficios para el Proyecto Definitivo (A-PD en rojo, Figura 1) de la norma de emisión de contaminantes en la fabricación de pulpa Kraft o al sulfato que, en función de sus olores generan molestia y constituyen un riesgo a la calidad de vida de la población.



Fuente: Elaboración propia.

Es importante señalar que estos documentos son un apoyo a la toma de decisión de la autoridad y sirven para nutrir los procesos de PAC, el Consejo Consultivo 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 solamente a uno de los múltiples antecedentes para la toma de decisión. Otros antecedentes corresponden, por ejemplo, a información geográfica y demográfica, datos históricos, situación política y la percepción pública respecto a la contaminación.

El análisis cuenta con limitaciones de información. Sin embargo, mediante supuestos se estiman los costos y beneficios, cuando corresponda, asociados al límite de emisión de olor para fuentes emisoras existentes, prácticas operacionales y entrada en vigor del decreto que establece la norma de emisión.

Resumen

El presente documento corresponde a la actualización de los costos y los beneficios del AGIES¹ del Proyecto Definitivo de la “Norma de emisión de contaminantes en la fabricación de pulpa Kraft o al sulfato que, en función de sus olores generan molestia y constituyen un riesgo a la calidad de vida de la población” a partir de la revisión del Decreto N° 37, de 2012, Ministerio del Medio Ambiente.

Los principales cambios entre el Anteproyecto y el Proyecto Definitivo y que conlleva una actualización de los costos y beneficios del Proyecto Definitivo radica en: I) Los límites de emisión de TRS² en el horno de cal se cambian de 10 a 15 ppmv y los otros límites de equipos de oxidación y emisión de TRS se mantienen, II) Los límites de emisión de olores provenientes de unidades emisoras de olor en la zona de RILes se eliminan a cambio de condiciones de operación de lagunas de emergencia o de regulación. III) Las condiciones de operación y tratamiento de gases de venteo, se modifican permitiéndose utilizar tecnología de embotellamiento y además se exige la medición de temperatura de salida de los gases de venteo. Estos cambios significan una disminución sustantiva de los costos y beneficios para el Proyecto Definitivo.

En consecuencia, el presente AGIES evalúa los costos y beneficios de los cambios asociados al proyecto definitivo. Los resultados indican lo siguiente:

- La norma mejoraría la calidad de vida de aproximadamente 32.300 personas.
- La regulación genera un beneficio anual aproximado de 526.000 USD³ (ver Tabla A).
- Se genera un costo anualizado (inversión, operación y mantención) de aproximadamente de 262.000 USD (ver Tabla B).
- La relación beneficio/costo es de 2,0 veces los beneficios sobre los costos.
- La norma genera beneficios asociados a la justicia ambiental, mejorando las condiciones ambientales en grupos vulnerables de la población.

Este análisis concluye que, junto con permitir el cumplimiento de las normas vigentes del Estado de Chile, la Norma es socialmente rentable por lo que se aconseja su implementación, adicionalmente es consistente con los compromisos del Ministerio del Medio Ambiente al crear instrumentos que disminuyen la contaminación y promueven la equidad entre sus habitantes.

¹ AGIES del Anteproyecto, disponible en https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2023/proyectos/AGIES_TRS_.pdf

² TRS: Corresponde a la sigla inglesa de "Total Reduced Sulphur" o "Azufre Total Reducido", y con él se representan los compuestos líquidos y gaseosos órgano sulfurados formados durante la etapa de cocción de la madera en el proceso de producción de celulosa Kraft.

³ Se considera un valor de UF correspondiente a \$36.197 (30 de septiembre 2023) y un dólar de \$843,9 correspondiente al promedio móvil de octubre 2022 a octubre 2023, manteniendo de esta manera los valores utilizados en el AGIES del Anteproyecto.

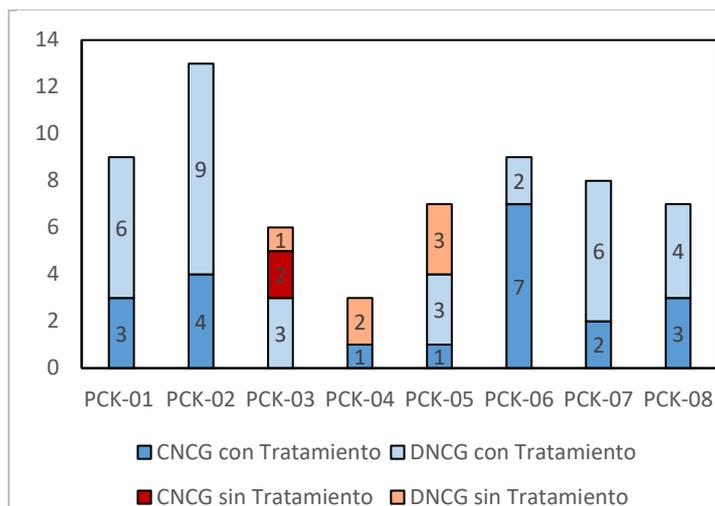


Figura A: Incumplimientos en tratamiento de venteo

La norma está en incumplimiento sólo en el caso del tratamiento de venteos. En total habría un total de 8 incumplimientos, 2 en gases concentrados (CNCG) y 6 de gases diluidos (DNGC).

De las 8 plantas evaluadas, 5 ya cumplen con las exigencias de tratamiento de gases de venteo.

PCK es la codificación de las plantas.

Variable	Valor Anualizado [USD]
Beneficio valorizable por reducción de emisiones de TRS provenientes de venteos.	525.833

Tabla A: Beneficios cuantificables del cumplimiento del escenario regulatorio

En la Tabla A se presentan los beneficios cuantificables y valorizados por reducción de emisión de TRS asociadas a venteos de las fuentes reguladas. Se estima un beneficio de USD 525.833 anuales.

Categoría costo	Costo Anualizado Total [USD]
Inversión	97.559
Operación	130.713
Mantenimiento	14.905
Medición	19.216
Total	262.392

Tabla B: Costos del cumplimiento del escenario regulatorio

En la Tabla B se muestran los costos anualizados desagregados por categoría en USD. Los costos totales son de 262.392 USD, dentro de estos, los costos de operación del tratamiento de venteos representan un 50%, seguido de la inversión con un 37%.

	Valor [USD]
Beneficios	525.833
Costos	262.392
Razón Beneficio-Costo	2,0

Tabla C: Análisis Costo-Beneficio del cumplimiento del escenario regulatorio

La Tabla C muestra la razón beneficio-costo de la regulación, la cual entrega una relación de 2 veces los beneficios sobre los costos.

1. Antecedentes

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 consulta ciudadana y de la incorporación de sus respectivas observaciones.

1.1. Cambios entre el Anteproyecto y el Proyecto Definitivo

Los cambios entre el documento del Anteproyecto y el Proyecto Definitivo y que conllevan a una actualización de los costos y beneficios del Proyecto Definitivo se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Cambios evaluados en el AGIES entre el Anteproyecto y el Proyecto Definitivo

Sección del documento	Anteproyecto	Proyecto Definitivo
Límites de emisión de TRS	Acorde a Tabla N°1 del Art. 4 el límite de emisión de TRS del Horno de Cal para fuentes existentes es de 10 ppmv medido como concentración de Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S).	Acorde a Tabla N°1 del Art. 5 el límite de emisión de TRS del Horno de Cal para fuentes existentes es de 15 ppmv medido como concentración de Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S). Manteniendo el valor actual en DS 37/12 del MMA.
Límites de emisión de olor	Acorde a Tabla N°2 del Art. 12 se establecen límites de emisión de olor para fuentes emisoras existentes a unidades que se ubican en la zona de RILes, específicamente para: Laguna, Estanque de Neutralización y Torres de Enfriamiento.	Se elimina Tabla N°2 a cambio de condiciones de operación de lagunas de emergencia o de regulación.
Condiciones de Operación y Tratamiento de gases de venteos	Acorde al Art. 23 se exigen condiciones de información aplicable a venteos y el Art. 25 exige que los TRS provenientes de venteos deben tener un tratamiento.	Se agrega un Título III que especifica las condiciones de operación y exigencias de gases de venteo, mejorando la entrega de información e incluyendo como dentro de las alternativas de tratamiento el embotellamiento.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detallan los cambios evaluados en el AGIES entre el Anteproyecto y el Proyecto Definitivo:

A. Límites de emisión de TRS

En el Anteproyecto (Tabla N°1 del Art. 4) se proponía para el Horno de Cal en fuentes existentes un valor de 10 ppmv medido como concentración de Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) y en el proyecto definitivo se propone un valor de 15 ppmv medido como concentración de Sulfuro de Hidrógeno (H₂S), manteniendo los valores de TRS actuales del DS N°37 /12 del MMA. Este cambio surge a partir de las observaciones y antecedentes aportados en el proceso de consulta pública y del posterior análisis realizado durante elaboración de proyecto definitivo. Las razones para esta modificación fueron:

- a. El lavado de lodos propuesto para esta reducción de emisiones TRS, en Horno de Cal, es una tecnología que todas las plantas tienen implementado actualmente, por lo tanto, no sería una tecnología factible de evaluar como alternativa. Adicionalmente, no existe mayores antecedentes sobre otras tecnologías que pudieran cumplir esta misma función para la reducción de emisiones.
- b. El valor propuesto en el proyecto definitivo está acorde a los estándares internacionales.⁴

Respecto al cumplimiento de esta exigencia en el proyecto definitivo, todas las fuentes reguladas cumplen los valores actuales del DS N°37/12 del MMA en su Tabla N°1. Además, para la realización del AGIES del PD, se pudo actualizar la línea base de concentración de salida de emisiones TRS considerando los datos reportados en SNIFA, de este modo se añadió los datos del año 2022, lo que no produjo cambios de incumplimientos analizados.

Como consecuencia, esta modificación determina que ninguna de las plantas deberá realizar inversiones para el cumplimiento del límite de horno de cal, por lo que para la actualización de los costos y beneficios del Proyecto Definitivo en esta exigencia se disminuye el costo⁵ y los beneficios⁶ asociados a ella comparados con el Anteproyecto.

B. Límites de emisión de olor

En el Anteproyecto (Tabla N°2 Art. 12) se normaba la reducción de olores provenientes de la zona de RILes de las plantas de celulosa, esto es la Laguna, Estanque de Neutralización y Torres de enfriamiento. En el proyecto definitivo se elimina Tabla N°2 a cambio de condiciones de operación de lagunas de emergencia o de regulación. Este cambio surge a partir de las observaciones y antecedentes aportados en el proceso de consulta pública y del posterior análisis realizado durante elaboración de proyecto definitivo. Las razones para esta modificación fueron:

1. Laguna de Emergencia o de Regulación:
 - a) Dificultades técnicas para cubrir la laguna de emergencia con las tecnologías evaluadas, lo que conllevaba a dificultades para mantención de la loza y riesgo de acumulación de gases.
 - b) Adicionalmente, la laguna, tal como su nombre lo indica debe ser utilizada exclusivamente para emergencia, por lo tanto, su uso debe ser restringido y su control operacional aguas arriba es primordial, para tratar un RIL de mejor calidad y de olor menos ofensivo.
2. Torres de Enfriamiento:
 - a) La tecnología evaluada para la reducción de emisiones en el Anteproyecto corresponde a intercambiadores de calor, los cuales requieren de agua para su operación, y dada la escasez hídrica que se presenta en el país, todas las plantas no tienen posibilidad de mayor caudal de agua, además se deben

⁴ Véase capítulo 4 del estudio de DICTUC. (2023). Generación de Antecedentes Técnicos y Económicos para la Revisión de la Norma de Emisión de Compuestos TRS y Generadores de Olor, Asociados a la Fabricación de Pulpa Kraft. Solicitado por el Ministerio de Medio Ambiente.

⁵ Los costos de esta medida en el anteproyecto correspondían a 1,79 millones de dólares anualizados.

⁶ Esta exigencia representaba un 5,5% de la reducción de olores valorizados en el anteproyecto.

cumplir en algunos casos, metas institucionales para la reducción del consumo de agua.

- b) Adicionalmente, existiría posibles incrustamientos al interior del intercambiador de calor, dependiendo del tipo de materia prima que se utilice.

3) Estanque de Neutralización: La emisión de olores desde esta unidad, dependerá directamente de la calidad del RIL tratado, y también del diseño del estanque o cámara de neutralización.

Respecto a las exigencias planteadas en el Proyecto Definitivo, se considera condiciones de operación de lagunas de emergencia o de regulación, lo cual, al no contar con los antecedentes necesarios para su evaluación, por ejemplo, el uso actual de las lagunas, motivos del uso, etc., sus costos no fueron evaluados.

Dados los cambios en el proyecto definitivo, para las exigencias del área de RILes, no se solicitará la medición de la eficiencia de reducción de olor⁷. Así también los costos de Estudios de Impacto Odorante se eliminan⁸ centrándose en medidas preventivas para la reducción de eventos de olor.

Como consecuencia, para la actualización de los costos y beneficios del Proyecto Definitivo en esta exigencia se disminuye el costo⁹ y los beneficios¹⁰ asociados a ella comparados con el Anteproyecto.

c) Condiciones de Operación y Tratamiento de gases de venteos

Acorde al Art. 23 del Anteproyecto, se exigen condiciones de información aplicable a venteos y el Art. 25 exige que los TRS provenientes de venteos deben tener un tratamiento. En el proyecto definitivo se agrega un Título III que especifica las condiciones operacionales y exigencias para gases de venteo, mejorando la entrega de información e incluyendo como dentro de las alternativas de tratamiento el embotellamiento. Este cambio surge a partir de las observaciones y antecedentes aportados en el proceso de consulta pública y del posterior análisis realizado durante elaboración de proyecto definitivo.

De acuerdo con el Art 10 del proyecto definitivo toda fuente emisora, deberá contar con un sistema de medición continua de temperatura a la salida del ducto de venteo que cuente con comunicación en línea con la Superintendencia del Medio Ambiente.

Por otra parte, el Art. 12, del proyecto definitivo, exige el tratamiento de los gases TRS provenientes de venteos o la posibilidad de utilizar la tecnología de embotellamiento de venteos, que impide que estos lleguen a la atmósfera directamente. Esta última tecnología no había sido considerada en el anteproyecto (Art. 23) por lo que las plantas que ya cuentan con esta tecnología no necesitarían tratar puntos de venteo con embotellamiento o con algún otro tratamiento. Además, por medio de entrevistas con los regulados, se

⁷ Los costos de esta medida en el AP eran de 48.000 USD anuales.

⁸ Los costos de esta medida en el AP implicaban 257.000 USD realizados una sola vez.

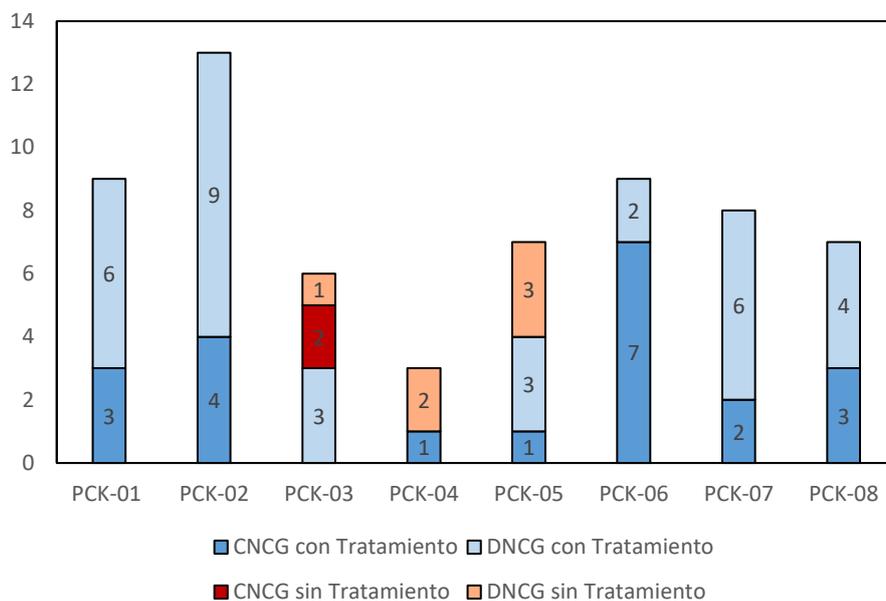
⁹ Los costos asociados a la reducción de olores estaban estimados en 500.000 USD anuales.

¹⁰ Las medidas asociadas a la reducción de olores representaban el 94,5% de la reducción de olores considerada.

obtuvieron nuevos antecedentes sobre sistemas de tratamiento o embotellamiento de venteos ya instalados en las plantas, la mayoría de los venteos ya estarían siendo tratados según los nuevos antecedentes.

La Figura 2 señala el número de venteos con y sin tratar. Debido a la inclusión de embotellamiento como tecnología, existen 8 puntos de venteos a tratar (2 venteos desde CNCG y 6 desde DNCG). Se asumió el porcentaje de puntos de venteo sin tratamiento es igual al porcentaje de gases TRS de venteos no tratados, a modo de ejemplo si una planta tiene 1 de 4 (25%) puntos de venteos CNCG sin tratar entonces se asume entonces que un 25% de los gases de venteo no son tratados y por lo tanto requerirán tratamiento.

Figura 2 Puntos de venteo con y sin tratamiento.



Fuente: Elaboración propia.

PCK Indica la codificación de las plantas, CNCG son puntos de venteo de gases concentrados y DNCG puntos de venteo de gases diluidos (por sus siglas en inglés)

Consideraciones para la realización del AGIES - Planta Licancel

Durante el desarrollo del proyecto se cerró de manera indefinida la planta de celulosa Licancel, sin embargo, para los efectos del presente AGIES se utiliza una aproximación conservadora que considerará como que está planta funcionaría cumpliendo con la normativa actual.

2. Resultados

2.1. Costos

A. Límites de emisión de TRS

Debido a que no hay incumplimientos en los límites de emisión de TRS, no se consideran costos asociados a estos límites

B. Límites de emisión de Olor

En el proyecto definitivo se elimina Tabla N°2 respecto a límites de emisión de olor, a cambio de condiciones de operación en la laguna de emergencia o de regulación, lo cual, al no contar con los antecedentes necesarios para su evaluación, por ejemplo por ejemplo, el uso actual de las lagunas, motivos del uso, etc., sus costos no fueron evaluados.

C. Condiciones de Operación y Tratamiento de gases de venteos

Los costos considerados para cumplir la normativa asociada al tratamiento de venteo son los siguientes:

- 1. Medición en línea:** Se considera un costo de 7 UF anuales por punto de venteo en el que se medirá la temperatura. De modo que se considera un costo anual de 448 UF anuales o 19.216 dólares anuales.
- 2. Costos de tratamiento de venteos:** Se consideran los costos asociados a los puntos de venteo sin tratamiento, de acuerdo con la Figura 2 Los costos de cada uno de estos puntos de venteo son los descritos en el anexo 7.1 del AGIES del AP, estos son, considerando los costos de inversión por 2.143 [UF/punto de venteo], operación de 38,19 [UF/min de venteo] y de mantención de 264.2 [UF/punto de venteo]. De este modo los costos anualizados son de 97.559 USD en inversión, 130.713 USD en operación y 14.904 USD en mantención.

De este modo los costos totales se pueden resumir según la siguiente tabla:

Tabla 2: Resumen costos según área regulada

Sección Documento	Tipo	Costo anualizado [USD]
Condiciones de Operación y Tratamiento de gases de venteos	Medición en Línea	19.216
	Inversión Tratamiento Venteos	97.559
	Operación Tratamiento Venteos	130.713
	Mantenimiento Tratamiento Venteos	14.904
Total	-	263.392

Fuente: Elaboración propia.

A nivel de planta los costos se distribuyen de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 3: Distribución de costos según planta

Planta	Inversión [USD/Año]	Operación y Mantenimiento [USD/Año]	Medidas Operacionales [USD/Año]	Total [USD/Año]
PCK-01			2.702	2.702
PCK-02			3.903	3.903
PCK-03	36.584	16.593	2.402	55.580
PCK-04	24.390	108.480	901	133.770
PCK-05	36.584	20.545	2.102	59.231
PCK-06			2.702	2.702
PCK-07			2.402	2.402
PCK-08			2.102	2.102
Total	97.559	145.618	19.216	262.392

Fuente: Elaboración propia.

De este modo el PD tiene un costo total de 262.392 dólares anuales. Cabe destacar que a diferencia del anteproyecto no se consideraron costos de fiscalización, ya que se consideró que el estado ya tiene la capacidad instalada para fiscalizar la norma.

2.2. Beneficios

Los beneficios considerados en el PD son los beneficios de la reducción de olores debido a venteos, descrito en la sección de metodología 3.4.3 del AP. En el PD no se consideró beneficios asociados a la reducción de olores provenientes de RILes descrita en la sección 3.4.2 del AP por no considerarse medidas de abatimiento de olores; y tampoco se consideraron beneficios asociados a casos de salud directos [bronquitis, bronquiolitis] debido a que sus resultados se consideraron marginales para la evaluación de beneficios (menores a un 0,1%).

De este modo se consideran los beneficios por reducción de venteos asociados a solo 3 plantas (PCK-03, PCK-04 y PCK-05) las cuales deberán tomar medidas de mitigación, beneficiando ahora a un total de 32.306 personas, llegando a un total de 525.833 USD anuales.

Tabla 4 Beneficios según planta

Planta	Beneficios [USD/Año]
PCK-01	
PCK-02	
PCK-03	5.888
PCK-04	500.067
PCK-05	19.878
PCK-06	
PCK-07	
PCK-08	
Total	525.833

Fuente: Elaboración propia.

Además de estos beneficios se detectan beneficios, que no han podido ser evaluados, como los beneficios asociados a la justicia ambiental, mejorando las condiciones ambientales en grupos vulnerables de la población.

2.3. Análisis Costo Beneficio

El proyecto definitivo tiene razón beneficio/costo de 2,0. En comparación con el resultado previo del Anteproyecto, se obtuvo una relación de la implementación de la norma de 1,07 veces los beneficios sobre los costos. Los beneficios netos (beneficios-costos) del proyecto definitivo alcanzan los 263.441 USD anuales. Con este resultado, se concluye que la regulación se mantiene siendo socialmente rentable.

Tabla 5 Resumen de resultados del AGIES

Tipo de Medida	Costos [USD/Año]	Beneficios [USD/Año]
Condiciones de Operación y Tratamiento de Gases de Venteos	262.392	525.833
Razón B/C	2,0	

Fuente: Elaboración propia.

Ficha resumen AGIES

ÍTEM	GLOSA	DESCRIPCIÓN
Identificación	Nombre AGIES	Análisis General del Impacto Económico y Social del Proyecto Definitivo de la Revisión de la Norma de Emisión de Contaminantes en Fabricación de Pulpa Kraft o al Sulfato que, en Función de sus Olores, Generan Molestia y Constituyen un Riesgo a la Calidad de Vida de la Población
	Nombre del instrumento normativo que da origen al AGIES	Norma de Emisión de Contaminantes en Fabricación de Pulpa Kraft o al Sulfato que, en Función de sus Olores, Generan Molestia y Constituyen un Riesgo a la Calidad de Vida de la Población
	Tipo de regulación	Norma de emisión de gases
	Fecha de término del AGIES	Octubre de 2024
	Alcance geográfico	Nacional
	Instrumento nuevo o revisión	Revisión de norma
	Área de aplicación	Asuntos atmosféricos
Metodología	Metodología	Análisis Costo-Beneficio. Beneficios para la salud en base a MMA (2013).
	Nivel de evaluación de costos	Se valoraron costos por tecnologías de abatimiento, costos de reporte y monitoreo y costos de fiscalización.
	Nivel de evaluación de beneficios	Se valoraron beneficios monetarios por reducción de días de olor por venteos.
	Tasa de descuento	5,5%
	Años de evaluación	2026-2034
Parámetros	Valor del dólar	843,9 pesos/dólar (promedio móvil de octubre 2022 a octubre 2023)
	Valor de la UF	36.197,53 pesos/UF (30 de septiembre 2022)
Resultados	Costos estimados en USD/año	0,26 millones
	Beneficios estimados en USD/año	0,53 millones
	Razón beneficio-costos	2,0

Fuente: Elaboración propia.