



DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

ACTUALIZACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS PARA EL PROYECTO DEFINITIVO DE LA NORMA DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES EN PLANTELES PORCINOS QUE, EN FUNCIÓN DE SUS OLORES, GENERAN MOLESTIA Y CONSTITUYEN UN RIESGO A LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN

Noviembre 2021

Presentación

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 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), es el encargado de coordinar el diseño y establecimiento de estas. Además, 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 y Cambio Climático (CMS y CC), tarea que recae en el Departamento de Economía Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente.

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.
- **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, de tal forma de apoyar al CMS en la toma de decisión.

Es importante señalar que estos documentos son un apoyo a la toma de decisión por parte 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, por lo

cual no deben ser considerados como los únicos o definitivos instrumentos 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 pueden ser aspectos geográficos y/o demográficos, datos históricos, situación política y la percepción pública respecto a la contaminación, entre otros.

El presente documento corresponde a la actualización de costos y beneficios para el Proyecto Definitivo A-PD (en rojo, Figura A) de la “Norma de Emisión de Contaminantes en Planteles Porcinos que, en función de sus olores, generan molestia y constituyen un riesgo a la calidad de vida de la población” (en adelante, Norma de Emisión de Olores en Planteles Porcinos).

Figura A: Etapa actual del proceso regulatorio y la evaluación económica



Fuente: Elaboración propia

El proceso de participación ciudadana y otros antecedentes generaron modificaciones al Anteproyecto, por lo tanto, existen cambios en los resultados de la evaluación económica, lo que conlleva una actualización de los resultados de la evaluación de costos y beneficios para el Proyecto Definitivo.

El análisis evalúa el impacto de las medidas propuestas en la reducción de olores y estima los costos y beneficios valorizables producto de la aplicación de dichas medidas. Además, el análisis considera los cobeneficios asociados a la reducción de emisiones de metano y amoníaco, estando este último relacionado a casos de mortalidad y morbilidad en la población. Se estiman también beneficios cualitativos asociados a indicadores de calidad de vida rural.

Resumen

En este documento se presenta la actualización de costos y beneficios para el Proyecto Definitivo de la Norma de Emisión de Olores en Planteles Porcinos. Respecto del Anteproyecto, el Proyecto Definitivo realiza modificaciones que involucran cambios en los resultados del AGIES realizado anteriormente. Los cambios que inciden en la evaluación son los siguientes:

- Se modifica el número de animales que determina la definición de fuente emisora pequeña (750 a 25.000 animales), mediana (25.001 a 50.000) o grande (mayor a 50.000).
- Se determina el límite de emisión de olor para fuentes emisoras existentes en base al límite de emisión en Tasa de Emisión de Olor (TEO) [OU_E/t], según tamaño del plantel.
- Se modifica la entrada en vigencia al cuarto año en que las fuentes existentes deberán cumplir con el límite de emisión de olor.
- Se verifica el cumplimiento del límite de emisión de olor para fuentes existentes con mediciones de las TEO en laguna para planteles pequeños, lagunas y/o área de compostaje para planteles medianos, mientras que, para planteles grandes, con mediciones en todas las unidades emisoras de olor para obtener la TEO total. Esto se realiza al año 1 y durante los años de vigencia de la norma.
- Se considera monitoreo continuo de variables operacionales de tecnologías para planteles medianos y grandes con conexión en línea.
- Las fuentes emisoras existentes con límites de olor fijados en sus respectivas resoluciones de calificación ambiental (RCA), deberán dar cumplimiento al límite establecido en dicho instrumento si fuesen más exigentes que la norma.

Además, a partir de observaciones surgidas durante el proceso de participación ciudadana, así como de actualización de antecedentes disponibles para la evaluación, se realizaron modificaciones a la evaluación económica. Las modificaciones se describen a continuación.

- Se evalúan en total 83 planteles, 62 pequeños, 11 medianos y 10 grandes.
- Se consideran solamente las siguientes medidas para la reducción de TEO: túnel y ductos en pabellón, biodigestor, cobertura en laguna, cobertura rígida en laguna y trincheras en canchas de compostaje.
- Se incluyen costos de monitoreo asociados a medición de TEO para planteles pequeños, medianos y grandes. Además, se considera el costo por estudio de impacto odorífico para planteles grandes en el primer año de vigencia de la norma. También se incluye el costo de monitoreo continuo de parámetros operacionales de funcionamiento.
- Se consideran dos metodologías de beneficios por separado (disposición a pago y costos evitados). Para la estimación de beneficios por disposición a pago (DAP), se incluye el valor reportado por Vásquez y Cerda (1999) para obtener un nuevo valor promedio de DAP.
- El análisis de costos incluye incertidumbre, reportándose un rango de costos posibles, considerando para la evaluación el costo medio.
- En base a antecedentes surgidos durante el proceso de participación ciudadana, en la presente evaluación no se consideran cobeneficios asociados a emisiones evitadas de CO₂ equivalente (uso de biogás retenido) por el potencial de energía evitado del Sistema

Eléctrico Nacional (SEN), por no ser su implementación, una obligación emanada de la regulación.

Los resultados del AGIES indican que:

- La norma mejoraría la calidad de vida de aproximadamente 46.000 personas.
- Se reducirán las TEO de planteles pequeños, medianos y grandes.
- La regulación también traerá consigo otros beneficios que, por disponibilidad de datos o por su naturaleza, no son cuantificables ni valorizables. La reducción de malos olores asociada a planteles porcinos permitirá evitar o, a lo menos, ayudar a disminuir el efecto futuro de la carga de contaminación que reciben las comunas afectas, mejorando la calidad de vida y bienestar de sus habitantes. Lo anterior, también evita potenciales costos a las empresas por paralizar operaciones y/o reubicar sus activos, lo que puede traducirse en altos costos¹.
- En el horizonte temporal evaluado², el rango medio de los costos valorizados se estima en US\$ 29,6 millones en valor presente. Considerando la incertidumbre, los costos pueden variar entre US\$ 26,3 y US\$ 33 millones, en valor presente.
- La normativa provee beneficios valorizables según dos metodologías, de US\$ 12,8 y US\$ 30,8 millones en valor presente³ dados por DAP y costos sociales evitados.
- La implementación de esta Norma de Emisión, considerando el rango medio de costos y la metodología de costos sociales evitados, tiene una razón beneficio costo de 1,04.

En conclusión, el AGIES sugiere que la normativa posee una relación B/C positiva, siendo ésta socialmente rentable. La normativa mejora la calidad de vida de los habitantes expuestos a olores, además contribuye a la mitigación de otras externalidades negativas como la generación de gases de efecto invernadero y la contaminación atmosférica local.

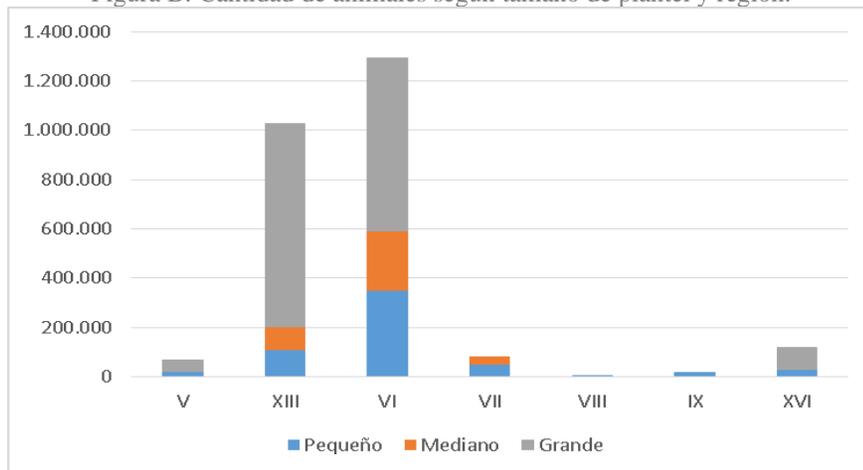
¹ Como fue el caso ocurrido en la comuna de Freirina, donde la empresa productora paralizó operaciones por años y reubicó sus activos, incurriendo en costos del orden de US\$58 millones.

² Horizonte temporal: 10 años; tasa de descuento: 6%)

³ Se considera un valor de UF correspondiente a \$28.648, promedio de abril 2020 y un dólar de \$746,41 promedio móvil de abril 2019 a abril 2020.

Figuras y tablas

Figura B: Cantidad de animales según tamaño de plantel y región.



Fuente: Elaboración propia

La Figura B muestra la cantidad de animales según tamaño de plantel y región. En total, 2,62 millones de cerdos entrarán en la regulación, correspondiente a los 83 planteles existentes regulados.

La mayor cantidad de animales está concentrada en las regiones Metropolitana (XIII) y Libertador Bernardo O'Higgins (VI), las cuales concentran un 89% del total de animales. Respecto al aporte por tamaño de plantel, los planteles grandes (10) concentran un 64% de los animales y los medianos (11) y pequeños (62) un 14% y 22%, respectivamente.

Para más detalle, ver sección 2.1.1.

Figura C. Costos y beneficios (MMUSD) asociados al Proyecto Definitivo.



Fuente: Elaboración propia

La Figura C muestra los costos y beneficios estimados, en valor presente.

Los **costos**, considerando incertidumbre, varían entre US\$26,3 y 33 millones, siendo el valor medio de US\$29,6. Estos costos corresponden a fiscalización por parte del Estado y por medidas de abatimiento y monitoreo para los titulares de las fuentes emisoras.

Los **beneficios**, calculados mediante dos metodologías diferentes, están entre US\$12,8 y US\$30,8 millones. Estos beneficios contemplan la reducción de olor y los cobeneficios por reducción de metano y amoníaco.

							Para más detalle, ver sección 3.4
Tabla A: Desglose de costos y beneficios (MMUSD) del Proyecto Definitivo.							
Tipo	Categoría Plantel	Costos (MMUSD)		Beneficios (MMUSD)			
		Inversión	Operación	Olor*	Metano	Amoniaco	
Tecnología y/o medida de Abatimiento	Grande	20,17	0,35	12,08	0,00	0,59	
	Mediano	2,07	0,31	4,27	1,99	0,33	
	Pequeño	4,57	0,00	11,08	0,00	0,48	
Monitoreo	Grande	0,56					
	Mediano	0,08					
	Pequeño	0,23					
Fiscalización por parte del Estado	NA	1,22					
TOTAL		29,6		30,8			
Razón B/C		1,04					

Nota: * Beneficios por Costos evitados.

La Tabla A detalla los resultados considerando un escenario de costos medios y los resultados de costos sociales evitados para los beneficios.

Los mayores costos se observan por la implementación de tecnología y/o medida de abatimiento y recaen sobre planteles grandes, seguidos de planteles pequeños y por último planteles medianos. Las consideraciones de la estimación de costos por tecnología se detallan en sección 2.4.

Los mayores beneficios valorizables se obtienen por la reducción de olores molestos producto de la regulación. También se reflejan beneficios por reducción de emisiones de metano y amoníaco.

La razón beneficio costo de 1,04 indica que la regulación es socialmente rentable.

Índice

1. ANTECEDENTES.....	8
1.1 DISEÑO NORMATIVO	8
1.2 ASPECTOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	14
2. METODOLOGÍA DEL AGIES	19
2.1 LÍNEA BASE	21
2.1.1 <i>Catastro actualizado de planteles</i>	<i>21</i>
2.1.2 <i>Emisiones de olor, amoníaco y metano</i>	<i>22</i>
2.1.3 <i>Eficiencia de reducción de emisiones de olor, amoníaco y metano</i>	<i>22</i>
2.2 ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN AFECTADA	23
2.3 CUMPLIMIENTO NORMATIVO	24
2.3.1 <i>Límite de Olor</i>	<i>24</i>
2.3.2 <i>Reducción de olor según unidad odorante</i>	<i>24</i>
2.4 ESTIMACIÓN DE COSTOS.....	25
2.4.1 <i>Límite de olor</i>	<i>25</i>
2.4.2 <i>Monitoreo y reportes</i>	<i>27</i>
2.4.3 <i>Fiscalización</i>	<i>28</i>
2.5 BENEFICIOS DE LA REGULACIÓN	30
2.5.1 <i>Estimación de Beneficios directos.....</i>	<i>30</i>
2.5.2 <i>Estimación de cobeneficios por reducción de Amoniaco y Metano</i>	<i>31</i>
2.6 AJUSTE DE INFLACIÓN Y PARIDAD DE PODER DE COMPRA	31
3. RESULTADOS	32
3.1 LÍNEA BASE Y REDUCCIÓN DE EMISIONES Y CONCENTRACIONES	32
3.2 POBLACIÓN AFECTADA POR OLORES	34
3.3 CUMPLIMIENTO NORMATIVO	34
3.4 COSTOS Y BENEFICIOS.....	36
4. CONCLUSIONES.....	37
5. ANEXO	38
5.1 TASA DE EMISIÓN DE OLOR	38
5.2 MATRIZ DE CUMPLIMIENTO NORMATIVO	40
6. FICHA RESUMEN DEL AGIES (A-PD)	43
7. BIBLIOGRAFÍA	44

1. Antecedentes

La actualización de costos y beneficios del Proyecto Definitivo de Norma de emisión de contaminantes en planteles porcinos presenta diferencias respecto al AGIES del Anteproyecto⁴, publicado el año 2020. El Proyecto Definitivo tiene modificaciones que impactan en el análisis, las cuales se detallan en este capítulo.

1.1 Diseño normativo

Las modificaciones del Proyecto Definitivo que inciden en la evaluación se detallan en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1: Cambios en el diseño regulatorio relevantes para la evaluación.

Aspecto	Anteproyecto	Proyecto Definitivo																
Fuentes emisoras	<ul style="list-style-type: none"> Art. 3 definiciones de Fuente Emisora: e) pequeña, f) mediana y g) grande <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fuente emisora</th> <th>N° de animales porcinos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pequeña</td> <td>750 a 12.500</td> </tr> <tr> <td>Mediana</td> <td>12.501 a 25.000</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>Mayor a 25.000</td> </tr> </tbody> </table>	Fuente emisora	N° de animales porcinos	Pequeña	750 a 12.500	Mediana	12.501 a 25.000	Grande	Mayor a 25.000	<ul style="list-style-type: none"> Art. 3 definiciones de Fuentes Emisora: c) pequeña, d) mediana y e) grande <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fuente emisora</th> <th>N° de animales porcinos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pequeña</td> <td>750 a 25.000</td> </tr> <tr> <td>Mediana</td> <td>25.001 a 50.000</td> </tr> <tr> <td>Grande</td> <td>Mayor a 50.000</td> </tr> </tbody> </table>	Fuente emisora	N° de animales porcinos	Pequeña	750 a 25.000	Mediana	25.001 a 50.000	Grande	Mayor a 50.000
Fuente emisora	N° de animales porcinos																	
Pequeña	750 a 12.500																	
Mediana	12.501 a 25.000																	
Grande	Mayor a 25.000																	
Fuente emisora	N° de animales porcinos																	
Pequeña	750 a 25.000																	
Mediana	25.001 a 50.000																	
Grande	Mayor a 50.000																	
Definición de receptor	<ul style="list-style-type: none"> Art. 3 r) Receptor: toda persona que habite, resida o permanezca en un recinto, ya sea en un domicilio particular o en un lugar de trabajo, que esté o pueda estar expuesta a olores generados por una fuente emisora. 	<ul style="list-style-type: none"> Art.3) Receptor: toda persona que habite, resida o permanezca en un recinto, ya sea en un domicilio particular o en un lugar de trabajo, ubicado fuera del perímetro de la fuente emisora y dentro del área de influencia de la misma, que esté o pueda estar expuesta a olores generados por dicha fuente. 																
Verificación del cumplimiento del límite de emisión de olor	<ul style="list-style-type: none"> Art. 8 Verificación del cumplimiento de límite de emisión. La verificación del cumplimiento de los límites dispuestos en los artículos 6° y 7°, se realizará a una distancia de 500 metros, medida como la proyección horizontal desde el perímetro del predio en que se encuentra ubicada la fuente emisora, si todos sus sectores se encuentran en el mismo predio. En caso que los sectores de la fuente emisora no se encuentren en un mismo 	<ul style="list-style-type: none"> Art. 6. Verificación del cumplimiento del límite de emisión de olor. De acuerdo a lo siguiente: Para fuentes emisoras pequeñas y medianas existentes: a.1) El titular de la fuente emisora deberá realizar, en el año 1, mediciones de las TEO LAGUNA y/o TEO ÁREA COMPOSTAJE, y reportar los resultados a la SMA, dentro del mismo plazo. a.2) La SMA verificará que la medición se haya efectuado de 																

⁴ Disponible en https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2020/proyectos/487-499_Resolucion_N_574_Anteproyecto_norma_olores_Foliado_.pdf

Aspecto	Anteproyecto	Proyecto Definitivo								
	<p>predio, la distancia de 500 metros será medida como la proyección horizontal desde el perímetro del predio en que se encuentre ubicado el referido sector.</p> <ul style="list-style-type: none"> Si existiesen receptores emplazados a una distancia menor a 500 mts, la verificación del cumplimiento del límite deberá realizarse en dicho receptor. 	<p>acuerdo con las metodologías autorizadas y establecerá, mediante resolución, la TEO en base a la que podrá calcularse el límite de emisión de olor para cada fuente emisora, conforme la Tabla 1.</p> <p>Para fuentes emisoras grandes existentes: b.1) El titular de la fuente emisora deberá realizar, durante el primer año de entrada en vigencia del presente decreto, la medición de la TEO total de dicha fuente, considerando las condiciones más desfavorables de operación.</p> <p>Adicionalmente, deberá realizar una modelación de todas las unidades emisoras de olor para determinar la TEO total que permita cumplir el impacto odorante máximo, considerando todos aquellos receptores que se encuentren dentro del área de influencia de la fuente emisora⁵.</p>								
<p>Valores límites de olor fijados en Resoluciones de Calificación Ambiental</p>	<ul style="list-style-type: none"> No se presenta artículo referido a Resolución de Calificación Ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Art. 7. Relación con valores límites de olor fijados en resoluciones de calificación ambiental. Las fuentes emisoras existentes y nuevas que cuenten con límites de olor fijados en sus respectivas resoluciones de calificación ambiental, que sean más exigentes a los indicados en la presente norma, deberán dar cumplimiento al límite establecido en dicha resolución. 								
<p>Límites de emisión de olor en receptor para fuentes emisoras grandes</p>	<ul style="list-style-type: none"> Art. 6 Límite de emisión para fuentes emisoras grandes existentes. <p>Tabla 2. Límite de emisión para fuentes emisoras grandes existentes.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Límite [ou_E/m³]</th> <th>Percentil promedio horario anual</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">95</td> </tr> </tbody> </table>	Límite [ou _E /m ³]	Percentil promedio horario anual	5	95	<ul style="list-style-type: none"> Art. 4 Límite de emisión para fuentes emisoras grandes existentes. <p>Tabla 2. Límite de emisión de olor para fuentes emisoras existentes grandes.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Tipo de fuente emisora</th> <th>Límite de emisión en TEO [OU_E/t]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de fuente emisora	Límite de emisión en TEO [OU _E /t]		
Límite [ou _E /m ³]	Percentil promedio horario anual									
5	95									
Tipo de fuente emisora	Límite de emisión en TEO [OU _E /t]									

⁵ Se define en Proyecto Definitivo, Art. 3 a) Área de influencia: es el área que se encuentra comprendida dentro del radio establecido por el alcance de la isodora de 1 ouE/m³, en el percentil que sea aplicable, determinada mediante modelación de olores, conforme las metodologías establecidas por la Superintendencia.

Aspecto	Anteproyecto	Proyecto Definitivo										
	<p>ou_E/m³ Unidades de olor europeas en un metro cúbico.</p> <ul style="list-style-type: none"> Art. 7. Límite de emisión para fuentes emisoras grandes nuevas <p>Tabla 3. Límite de emisión para fuentes emisoras grandes nuevas.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Límite [ou_E/m³]</th> <th>Percentil promedio horario anual</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>98</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> Los límites de fuentes existentes y nuevas deberán cumplirse a partir de la entrada en vigencia de la norma. 	Límite [ou _E /m ³]	Percentil promedio horario anual	3	98	<table border="1"> <tr> <td>Grandes</td> <td>TEO total que permita cumplir un impacto odorante máximo de 7 OU/m³ P95.</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> Los límites señalados deberán cumplirse en un plazo máximo de 4 años, contados desde la entrada en vigencia de la norma. Art. 5 Límite de emisión de olor para fuentes emisoras nuevas. <p>Tabla 3. Límite emisión de olor para fuentes emisoras nuevas</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de fuente emisora</th> <th>Límite de emisión en TEO [OU_E/t]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Todas</td> <td>TEO total que permita cumplir con un impacto odorante máximo de 5 OU_E/m³ P98.</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> Los límites deberán cumplirse a partir de la entrada en vigencia de la norma. 	Grandes	TEO total que permita cumplir un impacto odorante máximo de 7 OU/m ³ P95.	Tipo de fuente emisora	Límite de emisión en TEO [OU _E /t]	Todas	TEO total que permita cumplir con un impacto odorante máximo de 5 OU _E /m ³ P98.
Límite [ou _E /m ³]	Percentil promedio horario anual											
3	98											
Grandes	TEO total que permita cumplir un impacto odorante máximo de 7 OU/m ³ P95.											
Tipo de fuente emisora	Límite de emisión en TEO [OU _E /t]											
Todas	TEO total que permita cumplir con un impacto odorante máximo de 5 OU _E /m ³ P98.											
<p>Límites de eficiencia de reducción de olor en lagunas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Art. 4 Fuentes emisoras existentes. Las fuentes emisoras existentes que incluyan lagunas como parte de su proceso productivo, deben cumplir con una eficiencia de reducción de olor en laguna de: <p>Tabla 1. Límites máximos en laguna en fuentes emisoras existentes.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categorización de la fuente emisora</th> <th>Límites máximos de reducción de olor en laguna</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pequeñas</td> <td>Al menos un 70%</td> </tr> </tbody> </table>	Categorización de la fuente emisora	Límites máximos de reducción de olor en laguna	Pequeñas	Al menos un 70%	<ul style="list-style-type: none"> Art. 4. Límite de emisión de olor para fuentes emisoras existentes. Las fuentes deberán cumplir con el siguiente límite: <p>Tabla 1. Límite de emisión de olor para fuentes emisoras existentes.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de fuente emisora</th> <th>Límite de emisión en Tasa de Emisión de Olor (TEO) [OU_E/t]</th> <th>% de resolución asociado al límite de emisión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pequeña</td> <td>TEO LAGUNA medida año 1 *</td> <td>X_{LP} = 70% en Lagunas</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de fuente emisora	Límite de emisión en Tasa de Emisión de Olor (TEO) [OU _E /t]	% de resolución asociado al límite de emisión	Pequeña	TEO LAGUNA medida año 1 *	X _{LP} = 70% en Lagunas
Categorización de la fuente emisora	Límites máximos de reducción de olor en laguna											
Pequeñas	Al menos un 70%											
Tipo de fuente emisora	Límite de emisión en Tasa de Emisión de Olor (TEO) [OU _E /t]	% de resolución asociado al límite de emisión										
Pequeña	TEO LAGUNA medida año 1 *	X _{LP} = 70% en Lagunas										

Aspecto	Anteproyecto	Proyecto Definitivo				
	<p>Medianas y Grandes Al menos un 75%.</p> <p>Se encuentran exentas de cumplir la eficiencia de reducción señalada las fuentes emisoras que cuenten con método de crianza de camas calientes o con sistemas de tratamiento de purines consistentes en biodigestor, biofiltros, tratamiento aerobio o lodo activado.</p> <p>Los límites señalados en este artículo deberán cumplirse en un plazo de 3 años contado desde la entrada en vigencia de la presente norma.</p> <p>Se encuentran exentas de cumplir la eficiencia de reducción señalada las fuentes emisoras que cuenten con método de crianza de camas calientes o con sistemas de tratamiento de purines consistentes en biodigestor, biofiltros, tratamiento aerobio o lodo activado.</p>	<p>(1 - $X_{LP}^{6/100}$)</p> <p>Mediana TEO LAGUNA medida año 1 * (1 - $X_L^{7/100}$) $X_L = 75\%$ en Lagunas</p> <p>Los límites del presente artículo deberán cumplirse en un plazo de 4 años contado desde la entrada en vigencia de la norma.</p> <p>Las fuentes emisoras medianas y pequeñas podrán eximirse de cumplir lo indicado en la Tabla 1, si acreditan una TEO total que permita cumplir un impacto odorante máximo de 7 fu_e/m³ P95.</p>				
<p>Límites de eficiencia de reducción de olor en área de compostaje</p>	<ul style="list-style-type: none"> No regula explícitamente límite de emisión de olor en área de compostaje. 	<ul style="list-style-type: none"> Art.4. Límite de emisión de olor para fuentes emisoras existentes. Las fuentes deberán cumplir con el siguiente límite: Tabla 1 PD: Límite de emisión de olor para fuentes emisoras existentes. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de fuente emisora</th> <th>Límite de emisión en Tasa de Emisión de Olor (TEO) [OU_E/t]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Medianos</td> <td>TEO ÁREA COMPOSTAJE medida año 1 * (1 - $X_C^{8/100}$)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Donde, X_C:60% de reducción asociado al límite de emisión en área de compostaje.</p>	Tipo de fuente emisora	Límite de emisión en Tasa de Emisión de Olor (TEO) [OU _E /t]	Medianos	TEO ÁREA COMPOSTAJE medida año 1 * (1 - $X_C^{8/100}$)
Tipo de fuente emisora	Límite de emisión en Tasa de Emisión de Olor (TEO) [OU _E /t]					
Medianos	TEO ÁREA COMPOSTAJE medida año 1 * (1 - $X_C^{8/100}$)					

⁶ X_{lp} : % de reducción asociado a laguna para fuente emisora pequeña.

⁷ X_l : % de reducción asociado a laguna para fuente emisora mediana.

⁸ X_c : % de reducción asociado a área de compostaje para fuentes emisora mediana.

Aspecto	Anteproyecto	Proyecto Definitivo
		<p>Las fuentes emisoras medianas, podrán eximirse de cumplir Tabla 1, si acreditan el cumplimiento de impacto odorante máximo de 7 ouE/m3 P95.</p> <p>Los límites del presente artículo deberán cumplirse en un plazo de 4 años contado desde la entrada en vigencia de la norma.</p>
<p>Reporte de Inicio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Art.12 de reporte de inicio menciona en e) Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias conformidad con el artículo 10. • Art. 12. Todas las fuentes deben presentar Catastro de receptores. Se deberán incluir todos los receptores emplazados dentro del radio de la isodora 1 OUE/m3. • No incluye adicionales de art. 10 PD d), e) y f). • No incluye que posterior a la entrega de reporte de inicio SMA indica limite e emisión de olor para cada fuente emisora y para el monitoreo continuo con plazo de 6 meses desde la entrega para cada fuente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Art.8. Hace referencia a plan de Prevención de Contingencias y Emergencias. Un plan de contingencia de olor que tenga por objetivo comunicar inmediatamente cuando ocurra una contingencia a la Superintendencia del Medio Ambiente dentro de las 24 horas de ocurrida la contingencia, y al Municipio al que pertenece la fuente emisora, así como las acciones correctivas que se lleven a cabo. • Art.11. Se menciona que las fuentes emisoras según su tipo que deban cumplir con el artículo 4 deberán incluir en el reporte de inicio la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> - Para fuentes emisoras pequeñas: Resultado de las mediciones de las TEO_{LAGUNA}. - Para fuentes emisoras medianas: Resultado de las mediciones de las TEO_{LAGUNA} y/o TEO_{ÁREA COMPOSTAJE}, según corresponda. - Las fuentes emisoras que deban evaluar su impacto odorante máximo: Toda la información que permita reproducir la modelación, de acuerdo a lo indicado en Guía para el uso de modelos de Calidad del Aire del SEIA, o la que la reemplace o complemente.
<p>Reporte de Cumplimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Art. 13. Reporte de Cumplimiento. Este reporte deberá contener los antecedentes que permitan acreditar el cumplimiento de 	<ul style="list-style-type: none"> • Art. 12. Reporte de cumplimiento. Las fuentes emisoras deberán entregar un Reporte de cumplimiento con al menos, la siguiente información:

Aspecto	Anteproyecto	Proyecto Definitivo
	<p>los límites de emisión de olor en receptor, a que hacen referencia los artículos 6° y 7°.</p> <ul style="list-style-type: none"> Asimismo, y para el caso que sea aplicable. deberá incluir los antecedentes que permitan acreditar las eficiencias de reducción establecidas en los artículos 4° y 5°. 	<ul style="list-style-type: none"> Información relativa a los resultados de medición de las TEO, que permitan acreditar el cumplimiento de los límites de emisión, a que hacen referencia los artículos 4° y 5°. Las fuentes emisoras existentes deberán remitir este reporte, a la Superintendencia del Medio Ambiente, en el plazo de 6 meses contado desde el vencimiento del plazo de 4 años señalados en el artículo 4, o aquel que la Superintendencia fije de acuerdo a las condiciones más desfavorables. Posteriormente, serán remitidos de manera anual.
<p>Medición y verificación de cumplimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> Art. 16 Modelación continua de las emisiones de olor. Las fuentes emisoras que deban cumplir con los límites establecidos en los artículos 6° y 7°, deberán implementar un sistema de modelación continua de las emisiones de olor, que integre parámetros operacionales de los sistemas de abatimiento de olores instalados, con autorización de acceso en línea de la Superintendencia del Medio Ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> Art. 8 c). Monitoreo continuo de parámetros operacionales. II) Las fuentes emisoras medianas y grandes, deberán informar el programa de inspecciones que incluyan observaciones de la apariencia de los equipos, además de un monitoreo en línea de parámetros operacionales de funcionamiento. De conformidad con sus atribuciones y las instrucciones que al respecto imparta, la SMA podrá requerir el monitoreo en línea de gases trazadores tales como amoníaco, sulfhídrico y/o compuestos orgánicos volátiles totales o similar.

Fuente: Elaboración propia

1.2 Aspectos de la evaluación económica

Además de los cambios asociados al diseño regulatorio, se realizaron modificaciones a la evaluación económica de costos y beneficios que produciría el Proyecto Definitivo, según información disponible al momento de la evaluación. La Tabla 2 detalla los principales aspectos actualizados en la evaluación económica del Proyecto Definitivo.

Tabla 2. Cambios entre AGIES del Anteproyecto y actualización de costos y beneficios del Proyecto Definitivo.

Aspecto	Anteproyecto	Proyecto Definitivo
Línea base de emisiones	<ul style="list-style-type: none"> Catastro año 2018 de 99 planteles porcinos: 59 planteles pequeños, 14 planteles medianos y 26 planteles grandes en base a DICTUC (2019), (Envirometrika, 2019) y Departamento de Ruido, Lumínica y Olores (DRLO). Se estima el número de animales por plantel considerando recría⁹. 	<ul style="list-style-type: none"> Catastro actualizado el año 2021 por el Departamento de Ruido Lumínica y Olores de 83 planteles porcinos, desagregados en: 62 planteles pequeños, 11 planteles medianos y 10 planteles grandes. Se estima el número de animales por plantel descontando recría.
Costo de tecnologías y/o medidas de abatimiento	<ul style="list-style-type: none"> Estimación de costos para la implementación de tecnologías o medidas: Biodigestor, biofiltro en pabellón, cambiar sistema de limpieza a rastra, cobertura en laguna, nave (trinchera), biofiltro en cancha de compostaje, reducir área de laguna, rehacer lodos activados y túnel. <p>Información de costos en AGIES Anteproyecto (2020) sección 2.4.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Estimación de costos para la implementación de tecnologías o medidas: biodigestor, cobertura de laguna, cobertura rígida de laguna, túnel, trinchera y ductos (chimeneas). Se modifican los costos unitarios de biodigestor y se agregan costos para trinchera y ductos. El resto de los costos se mantienen iguales respecto al Anteproyecto. Para los costos de biodigestor y trinchera se considera incertidumbre. <p>Para más detalle, revisar sección 2.4.</p>

⁹ La recría es considerada la etapa de desarrollo del animal desde el destete hasta el momento del entore en las hembras o el ingreso a la invernada en los machos.
<http://inta.gob.uy>

Aspecto	Anteproyecto	Proyecto Definitivo
<p>Eficiencia de reducción de olor</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia de reducción de olor en AGIES Anteproyecto (2020) sección 2.3.2 Tabla 12. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencias de Reducción de Olor empleadas en la evaluación del PD, corresponden a las mismas del AGIES Anteproyecto excepto para tecnologías y/o medidas nuevas: trinchera y ductos (Chimeneas), las que fueron incorporadas para la presente evaluación.
<p>Costos de monitoreo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Para reporte de inicio (catastro información, solo información operacional y del plan de contingencias. Considera costo horas hombre de 45 horas por 4 semanas con grado 10 MMA (8.556 CLP/hora). • Para reporte de cumplimiento para cada plantel: Planteles pequeños monitorean Eficiencia de reducción de Olor (ERO con costo 58 UF /año) en laguna al año 4, Planteles medianos monitorean ERO (58 UF /año) en laguna al año 4 y, Planteles grandes monitorean Estudio de Impacto odorante (EIO que incluye modelación de olor con costo de 310 UF/año) y ERO de lagunas al año 4. • Monitoreo continuo solo para planteles grandes a partir del año 2 (500 UF/año). 	<ul style="list-style-type: none"> • Para reporte de inicio para cada plantel: Planteles pequeños monitorean TEO (23,3 UF/año) en laguna al año 1, Planteles medianos monitorean TEO (116,7 UF/año) en laguna o trinchera al año 1 y, Planteles grandes monitorean Estudio de Impacto Odorante (EIO que incluye modelación de olor por 550 UF/año¹⁰) total al año 1. • Para reporte de cumplimiento para cada plantel: planteles pequeños monitorean TEO (3 muestras a 23,3 UF/año¹¹) en laguna desde año 5, planteles medianos monitorean TEO en laguna o trinchera al desde año 5 (15 muestras a 116,7 UF/año¹²), planteles grandes monitorean TEO (45 muestras a 350 UF/año) total al año 5. • Monitoreo continuo planteles medianos y grandes: se considera monitoreo continuo de variables operacionales de tecnologías. Se asume que el costo de medición es parte de la implementación de tecnología, sin embargo, se considera la conexión a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) en línea. Para año 1, se supone un mes de trabajo de horas persona para la realización de conexión de monitoreo en línea con SMA.

¹⁰ Envirometrika (2019). “generación de antecedentes técnicos para la elaboración de la norma de emisión de olores para la crianza intensiva de animales”. (Tabla 52).

¹¹ Se estima en base a valor original 350 UF de Envirometrika (2019) para 45 muestras.

¹² Se estima en base a valor original 350 UF de Envirometrika (2019) para 45 muestras.

Aspecto	Anteproyecto	Proyecto Definitivo
		Se contemplan horas hombre de 45 horas semanales con grado 10 MMA (8.556 CLP/hora) ascendiendo a un total de 2.063,5 USD/mes (53,76 UF/mes).
Costo de Fiscalización	<p>Costos Fiscalización inicial y anual en base a AGIES Anteproyecto (sección 2.4.4 Tabla 14: Costos SMA).</p> <ul style="list-style-type: none"> Se contempla costo de fiscalización inicial (200.000.000 CLP) de sistematización para los años 1 y 2 de vigencia (la mitad para cada año 2022 y 2023). Se contempla el costo anual (166.200.000 CLP) desde la entrada en vigencia de las medidas (2024 al 2031). 	<p>Costos Fiscalización inicial y anual en base a AGIES Proyecto Definitivo (sección 2.4.3 Tabla 9: Costos SMA).</p> <ul style="list-style-type: none"> Se contempla un costo de fiscalización inicial total de 200.000.000 CLP por sistematización para año 1 (2022). Se contemplan costos de fiscalización anual de 166.200.000 CLP desde el año 4 a contar de la entrada en vigencia de la norma (año 2025 al 2031).
Beneficios Cuantitativos (DAP y costos evitados)	<p>Aproximaciones metodológicas cuantitativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Valoración a través de la Disposición a Pagar (DAP) por disminuir la exposición a olores molestos basado en tres estudios basados de metodologías de preferencias declaradas (Garrod & Willis, 1998; Lareau & Rae, 1989; Van Broeck et al., 2009)¹³, mientras que el resto de los costos sociales evitados que pudieron ser valorizados económicamente, fueron 	<p>Aproximaciones metodológicas cuantitativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Valoración a través de la Disposición a Pagar (DAP) por disminuir la exposición a olores molestos fundadas en cuatro estudios basados en metodologías de preferencias declaradas (Garrod & Willis, 1998; Lareau & Rae, 1989; Van Broeck et al., 2009; Vasquez and Cerda, 1999). En base a antecedentes surgidos durante el proceso de participación ciudadana, la presente actualización de AGIES

¹³ Garrod, G., Willis, K., 1998. Estimating lost amenity due to landfill waste disposal. *Resour. Conserv. Recycl.* 22, 83–95. [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(97\)00046-3](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(97)00046-3)
Lareau, T.J., Rae, D.A., 1989. Valuing WTP for Diesel Odor Reductions: An Application of Contingent Ranking Technique. *South. Econ. J.* 55, 728. <https://doi.org/10.2307/1059585>
Van Broeck, G., Bogaert, S., De Meyer, L., 2009. Monetary valuation of odour nuisance as a tool to evaluate cost effectiveness of possible odour reduction techniques, *Odours and VOCs: Measurement, Regulation and Control Techniques*. kassel university press Gmb

Aspecto	Anteproyecto	Proyecto Definitivo														
	<p>estimados utilizando metodologías de preferencias revads (Beloff et al., 2000)¹⁴.</p> <ul style="list-style-type: none"> El beneficio por DAP y el de costos evitados son aditivos. <table border="1"> <thead> <tr> <th>DAP</th> <th>Costos Social Evitados (CSE)</th> <th>DAP + Costos evitados</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>130,49</td> <td>389,63</td> <td>520,12</td> <td>US\$/hogar-año</td> </tr> </tbody> </table>	DAP	Costos Social Evitados (CSE)	DAP + Costos evitados	Unidad	130,49	389,63	520,12	US\$/hogar-año	<p>incorpora un estudio nacional, trabajo desarrollado por Vásquez and Cerda (1999).</p> <ul style="list-style-type: none"> Para la metodología de costos evitados, se mantuvieron las mismas referencias del Anteproyecto (ver AGIES Anteproyecto 2020¹⁵). El beneficio DAP y el de costos evitados son complementarios. <p>La estimación de estos costos evitados, luego de ser ajustados según PPC e inflación¹⁶ y la DAP se muestran en la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DAP</th> <th>Costos Social Evitados (CSE)</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>131,44</td> <td>389,63</td> <td>US\$/hogar-año</td> </tr> </tbody> </table>	DAP	Costos Social Evitados (CSE)	Unidad	131,44	389,63	US\$/hogar-año
DAP	Costos Social Evitados (CSE)	DAP + Costos evitados	Unidad													
130,49	389,63	520,12	US\$/hogar-año													
DAP	Costos Social Evitados (CSE)	Unidad														
131,44	389,63	US\$/hogar-año														
Beneficios Cuantitativos (DAP y costos evitados)	<ul style="list-style-type: none"> Estimación de cobeneficios por reducción de Amoniaco y Metano (ver AGIES Anteproyecto 2020). 	<ul style="list-style-type: none"> Se mantiene metodología de estimación de cobeneficios por reducción de Amoniaco y Metano (ver AGIES Anteproyecto 2020). 														

¹⁴ Beloff, B.R., Beaver, E.R., Massin, H., 2000. Assessing societal costs associated with environmental impacts. Environ. Qual. Manag. 10, 67–82.

[https://doi.org/10.1002/1520-6483\(200024\)10:2<67::AID-TQEM8>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/1520-6483(200024)10:2<67::AID-TQEM8>3.0.CO;2-B)

¹⁵ Véase en [https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2020/proyectos/f51_443 - 486 Informe Agies Olores Porcinos Foliado .pdf](https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2020/proyectos/f51_443_-_486_Informe_Agies_Olores_Porcinos_Foliado_.pdf)

¹⁶ Todos los valores de costos y beneficios fueron ajustados por Paridad de Poder de Compra (PPC) publicados por el banco Mundial, inflación e indicador de valor de mercado del Banco Central, según correspondiera al año 2020 (Ver Sección 2.6).

Aspecto	Anteproyecto	Proyecto Definitivo
		<ul style="list-style-type: none"> • Se evalúa eficiencia de reducción de biodigestor, cobertura de laguna y cobertura rígida de laguna con la información AGIES Anteproyecto (2020). • Se asume que eficiencia de reducción de amoníaco para trinchera y Ductos es cero, por falta de información.
<p>Población beneficiada</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación de la población afectada por olores en los planteles grandes se realizó a través de geovisualización de imágenes satelitales en Google Earth. En esta plataforma, se seleccionó el área entre la curva de línea base en 1 unidad de olor y la de 5 unidades de olor en el escenario de cumplimiento, ambos valores en percentil 95, y se contabilizó la cantidad de hogares • Para 73 planteles, medianos y pequeños, se utilizaron los resultados de la modelación de penacho gaussiano y de CALPUFF realizada por DICTUC (ver detalle en DICTUC, 2019). • Para los planteles pequeños que no tenían información, se calculó una población proporcional dentro de los pequeños que sí tenían información. 	<ul style="list-style-type: none"> • El Departamento de ruido Lumínica y Olores (DRLO) actualizó los valores de número de hogares mediante geovisualización de imágenes satelitales de Google Earth. • Para planteles medianos y grandes se consideró a aquellos receptores que se encuentran dentro del área entre la curva de línea base en 1 unidad de olor y la del escenario de cumplimiento, ambos valores en percentil 95. • Para contabilizar los beneficiarios de planteles pequeños con Google Earth, se estimó que los posibles beneficiados por esta regulación estarían dentro de un radio de 1.000 metros desde el perímetro de las unidades emisoras. Se toma este supuesto de 1.000 metros en base a información de normativa internacional (e.g. Holanda¹⁷). <p>Ver detalle en sección 2.2.</p>

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada por el Departamento de Ruido Lumínica y Olores.

¹⁷ Holanda Guideline Livestock Production and Odour Annoyance (1996) en Presentación Besten Chile (sin fecha) Regulación a nivel Internacional, Distancias.

2. Metodología del AGIES

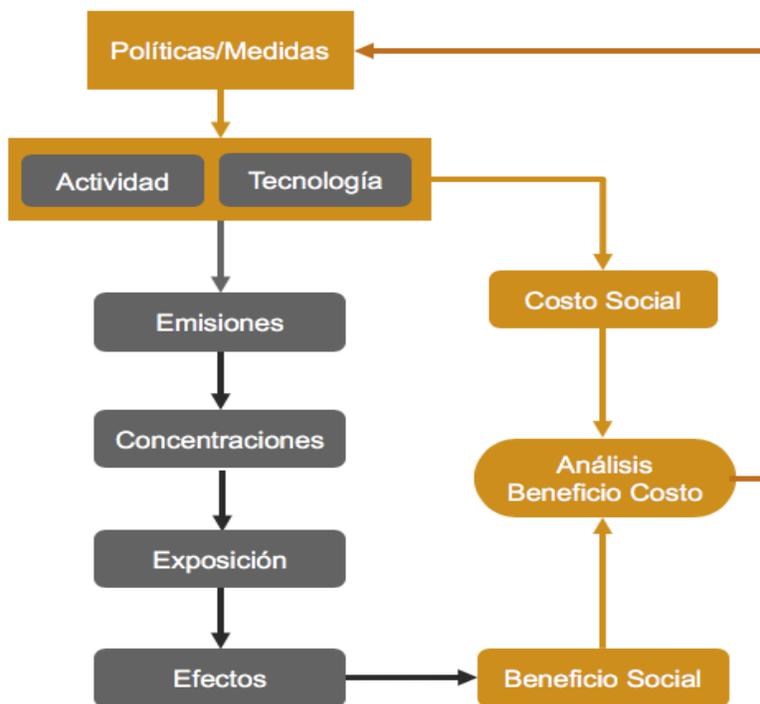
La metodología general de evaluación utilizada para actualizar la estimación de costos y beneficios corresponde a la misma empleada en el AGIES del Anteproyecto del 2020, por lo tanto, no se profundizará mayormente y se sugiere revisar el detalle en la sección de metodología general en el documento antes mencionado¹⁸.

La metodología empleada para el AGIES es el Análisis Costo-Beneficio. Esta metodología tiene fortalezas y debilidades (Parks & Gowdy, 2013; Wegner & Pascual, 2011), sin embargo, es ampliamente utilizada y recomendada en la literatura para la evaluación de proyectos sociales (Arrow et al., 1996; Boardman et al., 2017).

La reducción de emisiones asociada a la regulación ambiental tiene efectos económicos, sociales y medioambientales que se resumen en beneficios para los receptores de las emisiones y costos para el regulado y el Estado. El AGIES se elabora utilizando una secuencia de análisis o modelos que permiten relacionar cambios en las emisiones de línea base con los beneficios y costos percibidos por los diferentes agentes impactados de la regulación. Para ello, el presente análisis considera un modelo de emisión que evalúa el cumplimiento de las exigencias establecidas por la norma, el cual define tanto las medidas y actividades requeridas para cumplir, como los receptores impactados y la verificación. Con esta información, se evalúan los costos, que dependen de las tecnologías y actividades; y los beneficios, que dependen de la cantidad de personas que presentan mejoras en su calidad de vida (ver Figura 1).

¹⁸ Disponible en https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2020/proyectos/487-499_Resolucion_N_574_Anteproyecto_norma_olores_Foliado_.pdf

Figura 1 : Diagrama de metodología utilizada para la evaluación del AGIES de la Norma de Emisión de Olor. Análisis Costo- Beneficio.



Fuente: (DICTUC, 2019)

En relación a los costos, se incorporan los relacionados a inversión y operación de los sistemas a instalar para cumplir con la normativa, los de monitoreo de variables operacionales en línea, los de elaboración de planes de prevención y contingencia y los costos de fiscalización de la normativa.

Los beneficios directos valorizados de la norma se evaluaron a través de dos metodologías, que corresponden a la Disposición a Pagar (DAP) por reducir exposición al olor, y a costos sociales evitados de prevenir judicializaciones, depreciación de viviendas y otros malestares.

Además, se consideran dos tipos de cobeneficios asociados la normativa: primero, la disminución en los impactos negativos en la salud de la población afectada por la regulación, a causa de la reducción de emisiones amoniaco (NH_3), el cual es precursor de $\text{MP}_{2,5}$ ¹⁹. Específicamente se valoran los eventos evitados de mortalidad prematura por la mejora en la calidad del aire. En segundo término, se valoran los beneficios sociales asociados a la reducción en emisiones de metano (CH_4), correspondiente a un Gas de Efecto Invernadero (GEI).

Dentro de las limitaciones del análisis se menciona que no todos los beneficios de la normativa pueden ser valorizados monetariamente, dado que algunos son de naturaleza inconmensurable (Martinez-Alier, 2003) y/o no se transan en los mercados, ya sean estos

¹⁹ Material Particulado suspendido en el aire con un diámetro menor a 2,5 μm .

mercados reales, sustitutos o hipotéticos. Por ende, cualquier metodología de valoración, ya sea de preferencias reveladas o declaradas no puede capturar todas las dimensiones del beneficio normativo.

Finalmente es importante recalcar que los resultados del AGIES intentan orientar a los tomadores de decisiones mediante el uso de la metodología aquí planteada, sin embargo, no debe ser considerado como el único criterio para la aprobación de una política pública (Arrow et al., 1996; Lave & Gruenspecht, 1991). Ésta debe tener una visión integral que incorpore otras variables tales como el riesgo de la población expuesta, consideraciones culturales de la zona regulada, aspectos sociales, entre otras²⁰.

2.1 Línea base

2.1.1 Catastro actualizado de planteles

De acuerdo con la categorización de planteles porcinos según tamaño (Tabla 1), se considera un catastro de planteles actualizados según la mejor información disponible. La Tabla 3 a continuación detalla la cantidad de planteles según tamaño y región.

Tabla 3. Cantidad de planteles considerados, según tamaño y región.

Tamaño Plantel	Región	Cantidad de Planteles
Grande	Valparaíso	1
	Libertador General Bernardo O'Higgins	3
	Metropolitana de Santiago	5
	Ñuble	1
	<i>Subtotal grandes</i>	<i>10</i>
Mediano	Libertador General Bernardo O'Higgins	7
	Maule	1
	Metropolitana de Santiago	3
	<i>Subtotal medianos</i>	<i>11</i>
Pequeño	Valparaíso	1
	Libertador General Bernardo O'Higgins	34
	Maule	6
	Biobío	1
	La Araucanía	1
	Metropolitana de Santiago	15
	Ñuble	4
	<i>Subtotal pequeños</i>	<i>62</i>
Total		83

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 4 detalla la cantidad de animales según tamaño de plantel y ubicación geográfica.

²⁰ D.S.38 y 39/2012 del MMA incorporan, entre otras cosas, la generación de comités, la Participación Ciudadana y el Consejo de Ministros por la Sustentabilidad los cuales intentan incorporar los aspectos mencionados.

Tabla 4. Cantidad de animales según tamaño de plantel y región.

Tamaño plantel	Cantidad de animales según región							Total
	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XVI	
Pequeño	17.000	105.001	347.292	47.146	7.560	16.217	25.831	566.047
Mediano	0	95.845	242.618	36.000	0	0	0	374.463
Grande	52.800	829.205	703.940	0	0	0	96.000	1.681.945
Total	69.800	1.030.051	1.293.850	83.146	7.560	16.217	121.831	2.622.455

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Emisiones de olor, amoníaco y metano

Se mantuvieron los mismos supuestos detallados en las secciones 2.1.3 y 2.1.4 del AGIES de Anteproyecto (2020), a excepción de las emisiones evitadas de CO₂ equivalente por el potencial de energía evitado del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), las cuales no fueron consideradas en la presente evaluación, por no ser su implementación, una obligación emanada de la regulación.

2.1.3 Eficiencia de reducción de emisiones de olor, amoníaco y metano

Respecto a la eficiencia de reducción de olor, se mantuvieron los mismos supuestos detallados en la tabla 13 de la sección 2.3.2 del AGIES de Anteproyecto (2020) para las tecnologías que se mantienen, incorporándose en el Proyecto Definitivo las medidas de trinchera y ductos. La Tabla 5 a continuación presenta una descripción de las medidas consideradas en la presente evaluación.

Tabla 5. Eficiencia y descripción de medidas.

Medida	Eficiencia de reducción de olor	Descripción	Fuente
Biodigestor	77%	Sistema de tratamiento anaerobio de olores y otros gases sobre la laguna, en que los microorganismos del medio transforman la materia orgánica y los nutrientes contenidos en una mezcla de gases, principalmente CH ₄ y CO ₂	DICTUC (2019)
Túnel	43%	Sistema de ventilación continua tipo túnel. Permite un número de renovaciones de aire interior que junto con “diluir” el aire oloroso ambiente, minimiza la carga odorante del pabellón	DICTUC (2019)
Cobertura laguna flotante	70%	Cubrir la laguna con cobertura flotante	DICTUC (2019)



Cobertura rígida laguna	85%	Cubrir la laguna con cobertura rígida	European Commission (2015)
Trinchera	70%	Sistema de compostaje en galpón hermético con trincheras para compostaje.	Envirometrika (2021)
Ductos	75%	Chimenea	Ohio State University (2014)

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la reducción de amoníaco y metano, se mantienen los mismos supuestos detallados en las secciones 2.1.4 y 2.1.6 del AGIES de Anteproyecto (2020), a excepción de las emisiones evitadas de CO₂ equivalente²¹ por el potencial de energía evitado del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), las cuales no fueron consideradas en la presente evaluación. Se asume que trinchera y ductos no involucran reducciones de estos contaminantes.

2.2 Estimación de la población afectada

La estimación de la población afectada por olores se realizó a través de geovisualización de imágenes satelitales en Google Earth. Para planteles medianos y grandes se consideró a aquellos receptores que se encuentran dentro del área entre la curva de línea base en 1 unidad de olor y la del escenario de cumplimiento, ambos valores en percentil 95.

En el caso de planteles pequeños se consideró a aquellos receptores que se encuentran dentro de un área de influencia de 1.000 metros. Para establecer dicha distancia, se realizó una relación con las distancias que se maneja en normativas internacionales que hablan de distancias, por ejemplo, la de Holanda²²; al considerar que los planteles pequeños tienen entre 750 animales y 25.000 animales, se consideran distancias entre 562 y 1.875 metros, o en promedio 1.218 metros. Por lo tanto, de manera conservadora se estimó que los posibles beneficiados por esta regulación en los planteles pequeños estarían dentro de un radio de 1.000 metros desde el perímetro de las unidades emisoras. Para generar el área de influencia, se trazó un área de 1.000 metros alrededor de las fuentes emisoras con el software QGIS, el cual fue exportado a un formato KMZ, compatible con el programa Google Earth.

La metodología de contabilización de hogares excluye los techos de menor tamaño que podrían ser quinchos, o galpones de almacenamiento. Una vez cargadas las áreas de cada plantel en Google Earth, se utilizó la herramienta “Agregar ruta” en donde cada vértice de la ruta dibujada representara un potencial afectado (una potencial vivienda) y cuyo nombre indica el plantel más cercano asociado (Ej. PP-4, PP-37, etc.). La información de las líneas creadas (elemento ruta) es almacenada en formato KMZ y luego cargado en el programa QGIS, con el cual se extraen los vértices de cada una de las líneas creadas con su respectivo nombre. Los datos de vértices son exportados a formato CSV, en donde cada fila representa un vértice y contiene información del plantel asociado. Utilizando Excel, se cargan los datos

²¹ Se considera como precio social del carbono 32,5 US\$/ ton CO₂ (DICTUC, 2019)

²² Brochure Hinderwet en Veehoudeij, 1996.

del CSV, en donde se cuanta la cantidad de repeticiones del identificador del plantel (Ej. PP-4, PP-37, etc). La cantidad de ocurrencias de esa palabra es igual a la cantidad de potenciales afectados (potenciales viviendas).

2.3 Cumplimiento Normativo

A continuación, en Tabla 6, se sintetizan los requerimientos normativos por tamaño de plantel.

Tabla 6: Requerimientos normativos por tamaño de plantel.

Requerimiento	Pequeños	Medianos	Grandes
Límite de Olor	No aplica		TEO para Límite de 7ou _E P95
Reducción de Olor según unidad odorante	70% de reducción en laguna	75% de reducción en laguna 60% en área de compostaje	No aplica
Monitoreo y Reporte	Reporte de inicio y cumplimiento	Reporte de inicio y cumplimiento Monitoreo on-line de parámetros operacionales	

Fuente: Elaboración propia.

2.3.1 Límite de Olor

De acuerdo con las observaciones y antecedentes recibidos en el proceso de consulta pública se modificó la forma de expresión del límite de olor, expresándose como Tasa de Emisión de Olor (TEO) que permita cumplir un impacto odorante máximo de 7UO_E/m³ P95. De esta forma, los planteles grandes deberán reducir sus emisiones para alcanzar dicho impacto odorante. Para el cumplimiento de esta exigencia los planteles deberán, por única vez y dentro del primer año de vigencia de la normativa, evaluar su impacto odorante considerando los receptores dentro del área de influencia que se identifiquen en ese momento. Posteriormente, el límite de olor se centra en las tasas de emisión de olor medidas²³ en las unidades emisoras de olor y que permitan cumplir el valor establecido en la normativa.

En Tabla 7 se presenta una descripción de las tecnologías consideradas para alcanzar el cumplimiento. La matriz de cumplimiento de este límite, que identifica las medidas que debe aplicar cada plantel, se presenta en Anexos (Tabla 16). Los resultados de cumplimiento de olor se presentan en sección 3.1 y 3.3.

2.3.2 Reducción de olor según unidad odorante

a. Laguna

²³ Las mediciones de olor se realizan bajo estándares de medición homologados a través del Instituto Nacional de Normalización (INN)

El cumplimiento de reducción de olor en laguna fue evaluado para los planteles pequeños y medianos. Para los planteles pequeños se consideró como cumplimiento cubrir la laguna con cobertura flotante (ver Tabla 13), mientras que para los planteles medianos se consideró la implementación de tecnología, considerando como supuesto la implementación de biodigestor (ver Tabla 13). La información de línea de base para cada plantel fue levantada según se describe en sección 2.1. Luego, se identificó el número de planteles que requieren cubrir laguna o implementar tecnología utilizando como supuesto el uso de biodigestor.

b. Área de compostaje

El cumplimiento de reducción de olor en área de compostaje fue evaluado para planteles medianos. Para esta categorización de planteles se consideró el uso de trinchera (ver Tabla 13). La información de línea de base para cada plantel fue levantada según se describe en sección 2.1. Luego, se identificó el número de planteles que requieren implementar trinchera.

2.4 Estimación de Costos

2.4.1 Límite de olor

La estimación de costos para el AGIES de Proyecto Definitivo (PD) incluyó costos por tecnologías de abatimiento para alcanzar el cumplimiento normativo para un grupo reducido de tecnologías en comparación con el Anteproyecto²⁴. Los costos se evalúan considerando la misma metodología y supuestos del AGIES del Anteproyecto (2020), capítulo 2.4, exceptuando el biodigestor y trinchera, donde se considera un nuevo costo unitario. Además, se incluyen los costos asociados a la medida ductos. La Tabla 7 detalla los costos y supuestos para las medidas mencionadas anteriormente. Para esto se emplearon valores estimados desde la literatura, cotizaciones y/o informados por ASPROCER (Asociación de Productores de Cerdos) durante el proceso de participación ciudadana.

Tabla 7: Tecnologías de abatimiento y supuestos para evaluación de costos

Medida	Unidad	Inversión	Operación	Vida útil (años)	Fuente
Biodigestor	CLP/cerdo	27.939*	664	10	ASPROCER (2021)
Túnel	US\$/ cerdo	18,90	-	15	DICTUC (2019)
Trinchera	CLP/m2 cancha	116.924**	742***	50	ASPROCER (2021), RCA 247/2016 ²⁵ .
Cobertura flotante en laguna	US\$/m ²	26,18	-	10	DICTUC (2019)

²⁴ AGIES Anteproyecto consideró la implementación de Biodigestor, Túnel, Biofiltro Pabellón, Cobertura Laguna, Nave en cancha de compostaje, Biofiltro en Cancha de Compostaje, Reducir laguna, Cambiar sistema de Limpieza, Cambiar Lombifiltro, Eliminar wetland, Cobertura rígida laguna y Rehacer lodos activados.

²⁵ https://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=normal&id_expediente=2131239521



Cobertura rígida en laguna	CLP/m ²	32.050	-	10	European Commission, 2015)
Ductos en algunos pabellones	CLP/chimenea	22.094.500	-	25	Agrícola Coexa (2021)

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

* Costo de biodigestor representa al valor promedio de los valores originales reportados por ASPROCER que corresponden a: 10.023, 27.939 y 45.855 CLP/cerdo para inversión y 664 CLP/cerdo para operación.

** Costo de inversión trinchera representa el rango medio, se estimó que los costos varían entre 60.627 y 173.220 CLP/m².

*** Costo de operación de trincheras corresponde al 10% del costo de inversión anualizado, costo que también corresponde al rango medio.

Para las tecnologías túnel, cobertura de laguna y cobertura rígida de laguna, se emplearon los mismos costos unitarios del AGIES Anteproyecto. En cuanto a los costos de los ductos en pabellones, la información proviene de Agrícola Coexa (2021) y quienes la facilitaron al Departamento de Ruido, Lumínica y Olores (DRLO).

Del informe “Análisis crítico al AGIES”, realizado para ASPROCER (2021) y recibido en su versión final durante periodo de consulta pública de la norma, se relevó la necesidad de reflejar la incertidumbre en la evaluación de costos.

Por lo anterior, para la tecnología biodigestores, se emplearon los costos de tres valores reportados en archivos complementarios del informe crítico de ASPROCER: bajo (10.023), medio (27.939) y alto (48.855), todos en CLP/cerdo de inversión. ASPROCER estima dichos rangos con información del programa PyME Porcina, el cual cuenta con costos de inversión de biodigestores para 22 empresas, con rangos de inversión por animal entre 8,189 y 79,546 CLP. Dada esta gran dispersión, ASPROCER propuso trabajar con los tres costos de inversión mencionados en las notas de Tabla 7²⁶.

Respecto a la estimación de costos de operación de la trinchera, ASPROCER reportó los siguientes costos: inversión de 173.220 CLP/m² cancha y operación de 132.686 CLP/m² cancha. De acuerdo a lo reportado por ASPROCER, los costos de operación corresponderían a un 70% de los costos de inversión²⁷, por lo que se buscó en literatura otros reportes del porcentaje asociado a costos de operación de plantas de compostaje, considerándose a Vigneswaran et al (2015), quienes sostienen que los costos anuales de operación están en un rango de entre un 10-15% del costo total de inversión. Además, considerando que el compost es un producto que tiene un valor de mercado²⁸ se estima que los costos de operación podrían ser menores, ya que los ingresos por la venta de compost pueden incluso superar el costo de operación (Comisión Europea, 2015). Por lo tanto, se asume un costo de operación de 5%, 10% y 15% del costo anualizado de inversión para rangos de costos bajo, medio y alto, respectivamente.

²⁶ Es importante destacar que los valores que considera el AGIES (10.023 - 45.855 CLP/cerdo para inversión) se obtienen de información complementaria al análisis crítico entregada por ASPROCER, luego del proceso de consulta pública. En el informe crítico, ASPROCER utiliza otro rango de valores (17.916-32.150 CLP/cerdo).

²⁷ Además, se conoce por información disponible, que existiría un regulado que extraería y vendería compost, valor que, aunque no fue incluido en la evaluación, indica las posibilidades de rentabilizar y disminuir los costos reportados.

²⁸ El precio referencial de venta de guano de pavo es de 4.800 CLP/m³.

Respecto al costo de inversión de trincheras, el costo reportado por ASPROCER es equivalente al valor total del proyecto del plantel PP-26 (aprobado por RCA 247/2016). El costo reportado para este proyecto asciende a 4 MMUSD, con una vida útil de 50 años y contempla 2 galpones de compostaje *indoor*, reemplazo de 4 lagunas, construcción de caminos y otros. En total, el área a intervenir por el proyecto corresponde a 1,6 ha para el galpón, 9 para almacenamiento y acopio y 5,7 de caminos. El costo unitario reportado por ASPROCER estaría considerando solo el área de 1,6 hectáreas, y no el total de hectáreas del proyecto, por lo que se estaría imputando todo el costo asociado solo a esa componente específica del proyecto. Por lo tanto, se buscó reflejar un rango de costos en base a valores reportados por la literatura, donde el valor reportado por ASPROCER se considera como el máximo (rango alto) equivalente a 173.220 CLP/ m². El documento de la Comisión Europea (2015), *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs*, reporta que los costos de inversión de una planta de compostaje varían entre 35.000 y 100.000 EUR dependiendo del tipo de edificación y coberturas utilizadas²⁹. Considerando lo anterior, se asume que el rango máximo o el 100% del costo es el reportado por ASPROCER y de acuerdo a la información entregada por el documento de la Comisión Europea (2015), es posible que exista una variación de hasta 65% respecto de este valor en el costo de inversión de las instalaciones. La Tabla 8, muestra los 3 los tres escenarios de inversión mencionados.

Tabla 8: Rango de costos de inversión para trincheras

Rango	Valor (CLP/ m2)
100%	\$173.220
35%	$\$173.220 * 0.35 = \60.627
Punto medio (100%-35%) /2	$(\$173.220 * 0.675) = \116.924

Fuente: Elaboración propia.

2.4.2 Monitoreo y reportes

Para reporte de inicio para cada plantel:

- Planteles pequeños monitorean TEO (23,3 UF/año) en laguna al año 1.
- Planteles medianos monitorean TEO (116, 7 UF/año) en laguna o trinchera al año 1.
- Planteles grandes monitorean Estudio de Impacto Odorante (EIO que incluye modelación de olor por 550 UF/año³⁰) total al año 1.

Para reporte de cumplimiento para cada plantel:

- Planteles pequeños monitorean TEO (3 muestras a 23,3 UF/año³¹) en laguna desde año 5.

²⁹ Para una planta de capacidad de 2.000 toneladas por año de purín.

³⁰ Envirometrika (2019). “Generación de antecedentes técnicos para la elaboración de la norma de emisión de olores para la crianza intensiva de animales”. (Tabla 52).

³¹ Se estima en base a valor original 350 UF de Envirometrika (2019) para 45 muestras.



- Planteles medianos monitorean TEO en laguna o trinchera al desde año 5 (15 muestras a 116,7 UF/año³²).
- Planteles grandes monitorean TEO (45 muestras a 350 UF/año) total al año 5.

Finalmente, se considera monitoreo continuo de variables operacionales de tecnologías para planteles medianos y grandes. Se asume que el costo de medición es parte de la implementación de tecnología, sin embargo, se considera el costo de la conexión en línea a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA). Para el año 1, se supone un mes de trabajo de horas persona para la realización de conexión de monitoreo en línea con SMA, se contemplan 45 horas persona/ semanales³³ (8.556 CLP/hora) ascendiendo a un total de 2.063,5 USD/mes (53,76 UF/mes).

2.4.3 Fiscalización

A partir del oficio N°3810 recibido de la Superintendencia de Medio Ambiente, se indica que para la implementación de la normativa se deberá incurrir en la contratación de personal adicional, así como también la generación de un sistema informático para el reporte que deberán realizar anualmente los titulares. Los costos desglosados se presentan en la Tabla 9.

En resumen, se contempla un costo de fiscalización inicial total de 200.000.000 CLP por sistematización para año 1 (2022) y costos de fiscalización anual de 166.200.000 CLP desde el año 4 desde la entrada en vigencia de la norma (año 2025).

³² Se estima en base a valor original 350 UF de Envirometrika (2019) para 45 muestras.

³³ Se estima en base a remuneración de un profesional con grado 10 MMA.

Tabla 9: Costos Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

Cantidad	Estamento	Lugar de desempeño	Grado	Costo Anual (CLP)	Productos
1	Fiscalizador Nivel Central	División de fiscalización, Nivel Central	11	\$30.300.000	Encargado de la fiscalización (inspecciones y examen de información), coordinación con la División de Sanción y Cumplimiento, y asistencia al cumplimiento. Además de apoyo al desarrollo de los sistemas de gestión de información, necesarios para la implementación de la norma. Desde la entrada en vigencia de la norma.
3	Fiscalizador Regional (3 regiones distintas)	División de fiscalización, Oficina Regional	12	\$75.300.000	Encargado de la fiscalización (inspecciones y examen de información) en la región, además de la asistencia al cumplimiento. Desde la entrada en vigencia de la norma.
2	Profesional DSC	División Sanción y Cumplimiento, Nivel Central	11	\$60.600.000	Encargado de la coordinación con la División de Fiscalización, y de los procedimientos sancionatorios, planes de cumplimiento y asistencia al cumplimiento. Desde la entrada en vigencia de la norma.
3	Sistema informático	Nivel Central, SMA	No aplica	\$200.000.000	1 jefe de proyecto, 2 programadores, mantención 1 año. Desde la entrada en vigencia de la norma.

Fuente: SMA oficio N°3810

2.5 Beneficios de la regulación

2.5.1 Estimación de Beneficios directos

La metodología de evaluación de beneficios cambia solo en el aspecto que se consideran los valores de Costos Sociales Evitados y DAP como independientes, no adicionales. Por lo tanto, se elimina el doble conteo y se estiman beneficios considerando DAP y costo social evitado de manera separada. La Tabla 10, muestra una síntesis de valores promedio DAP y Costos Social Evitado.

Tabla 10: Síntesis de valores promedio DAP agregados a año por norma y costos sociales evitados (US\$/hogar- año).

DAP	Costos Sociales Evitados (CSE)
131,4	389,6

Fuente: Elaboración propia.

En base a antecedentes surgidos durante el proceso de Participación Ciudadana de la norma, se incluye en esta evaluación el valor reportado a través de un estudio nacional (Vázquez & Cerda, 1999) para estimar un nuevo promedio con las DAP. Con esta información, en la Tabla 11 se presentan los estudios de preferencias declaradas que se consideran en la evaluación.

Tabla 11: Valores de Disposición a Pagar (DAP), en US\$ (2020), estandarizados por día de olor evitado hogar-año

Referencia	Tipo de olor	País	US\$/día de olor evitado-hogar-año
Lareau & Rae (1989)	Diésel	Estados Unidos	0,308
Garrod & Willis (1998)	Relleno	Reino Unido	0,427
Van Broeck et al. (2009)	PTAs	Países Bajos	0,395
Vázquez & Cerda (1999)	Procesadoras de Pescado	Chile	0,387

Fuente: Elaboración propia.

El estudio de valoración contingente de Vázquez & Cerda (1999) mide la DAP por reducir el daño ambiental provocado por olores de pesqueras en Concepción y Talcahuano. Entre las características que respaldan su transferencia de beneficios están:

- Vázquez and Cerda (1999) estima DAP para una muestra de gran tamaño, (>1000 encuestas) e incluye el efecto de 13 plantas procesadoras de pescado.
- Supone analizar preferencias en Chile similares a las del presente AGIES.
- El estudio comprende el área de los alimentos, la cual tendría efectos similares a los de la industria porcina.

- El estudio se realiza en un área urbana, por ende, con mayor densidad poblacional que áreas rurales, lo que conlleva a estimar una cota superior de DAP.

2.5.2 Estimación de cobeneficios por reducción de Amoníaco y Metano

Se mantiene la misma metodología y supuestos detallados en la sección 2.5.2 del AGIES de Anteproyecto. No se consideran eficiencias de remoción para las medidas nuevas (trincheras y ductos). Particularmente para metano, se elimina beneficio asociado a CO₂ equivalente evitado por reemplazo de uso en la matriz energética.

2.6 Ajuste de inflación y Paridad de Poder de Compra

Todos los valores de costos y beneficios fueron ajustados por Paridad de Poder de Compra (PPC), inflación e indicador de valor de mercado, según correspondiera.

El primer ajuste corresponde al ajuste por paridad de poder de compra (PPC). Este ajuste es aplicable en los casos en los que se ocupen estudios de diferentes países ya que en cada país la capacidad de compra es distinta (i.e. con un dólar en un país no necesariamente se puede comprar lo mismo que en otro país). Por lo tanto, para poder comparar el poder adquisitivo de una moneda en dos países distintos se requiere ajustar el valor mediante el tipo de cambio PPC. En la presente evaluación se utilizan los datos de PPC publicados por el Banco Mundial³⁴.

En segundo lugar, se realiza un ajuste por la inflación del periodo para llevar todos a su valor correspondiente al año actual, según el año de la referencia original hasta el año 2020. La inflación es ajustada con datos anuales de inflación, según el Índice de Precios del Consumidor (IPC) del Banco Central³⁵.

Finalmente, los valores de costos y beneficios son presentados en US\$, utilizando el promedio móvil de los últimos doce meses para el dólar observado, según datos de la base estadística del Banco Central.

³⁴ <https://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PRVT.PP>

³⁵ <https://www.bcentral.cl/areas/estadisticas>

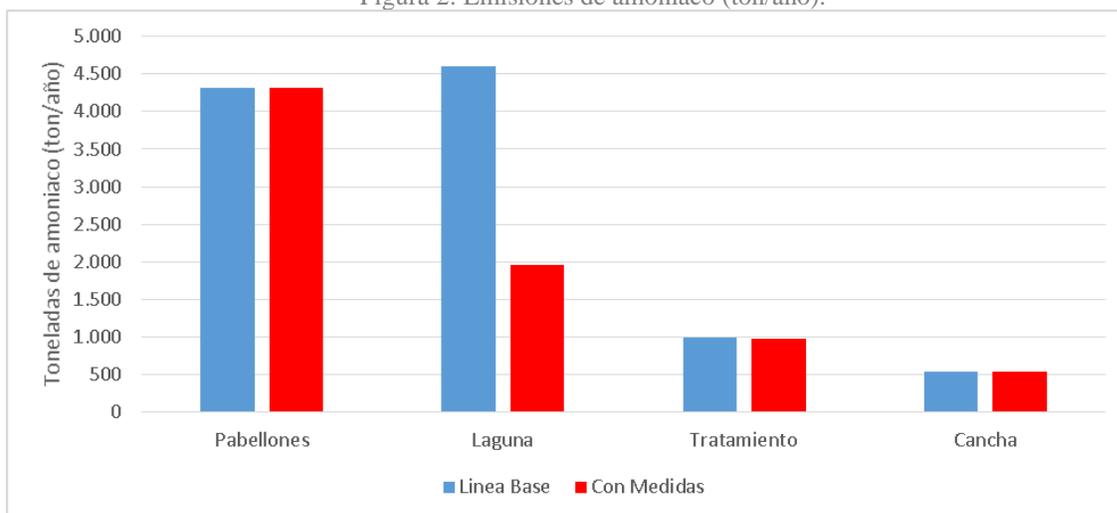
3. Resultados

3.1 Línea base y reducción de emisiones y concentraciones

La Figura 2 presenta las emisiones de amoníaco (ton/año) para el conjunto de los planteles evaluados en la actualización de costos y beneficios para AGIES. En columnas azules se observan las emisiones de este gas en Línea Base (LB), mientras que en rojo se muestran las emisiones luego de aplicadas las medidas de cumplimiento normativo. Los valores además se presentan diferenciados según la etapa del proceso productivo en la que se aplican las medidas, es decir, pabellones, lagunas, tratamiento y canchas de compostaje.

La laguna es el único lugar donde se reduce amoníaco debido a la implementación de tecnologías y/o medidas para el Proyecto Definitivo. Esto se debe a que es allí donde existen eficiencias de reducción de amoníaco para las medidas biodigestor, cobertura y cobertura rígida.

Figura 2: Emisiones de amoníaco (ton/año).

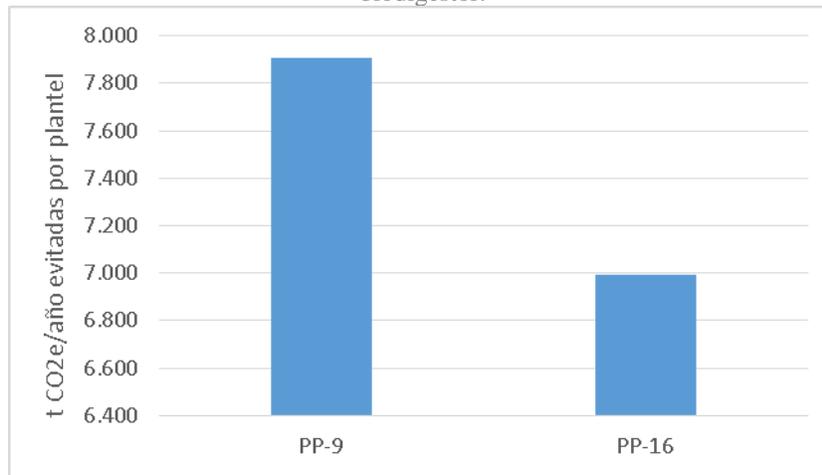


Fuente: Elaboración propia.

En situación de línea base (LB), aproximadamente 10.463 toneladas de amoníaco son emitidas a la atmósfera al año, mientras que en el escenario con medidas de cumplimiento normativo serían 7.797 toneladas. La diferencia entre ambos escenarios, LB v/s Normativo, se traduce en un delta de aproximadamente 2.666 ton/año de amoníaco evitadas. Utilizando el FEC considerado en sección 2.5.2 del AGIES Anteproyecto (2020), lo anterior implica una disminución de $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentración de $\text{MP}_{2.5}$ al año.

Respecto a la reducción de metano, la Figura 3, muestra el potencial de toneladas de CO_2e que se evitaría por plantel, ascendiendo a un total de 14.899 toneladas anuales de CO_2e . Solo se presentan reducciones para los planteles PP-9 y PP-16, considerando la implementación de la tecnología de abatimiento biodigestor. Estas reducciones de CO_2 equivalente representan una mejora ambiental y contribución a la disminución de GEI.

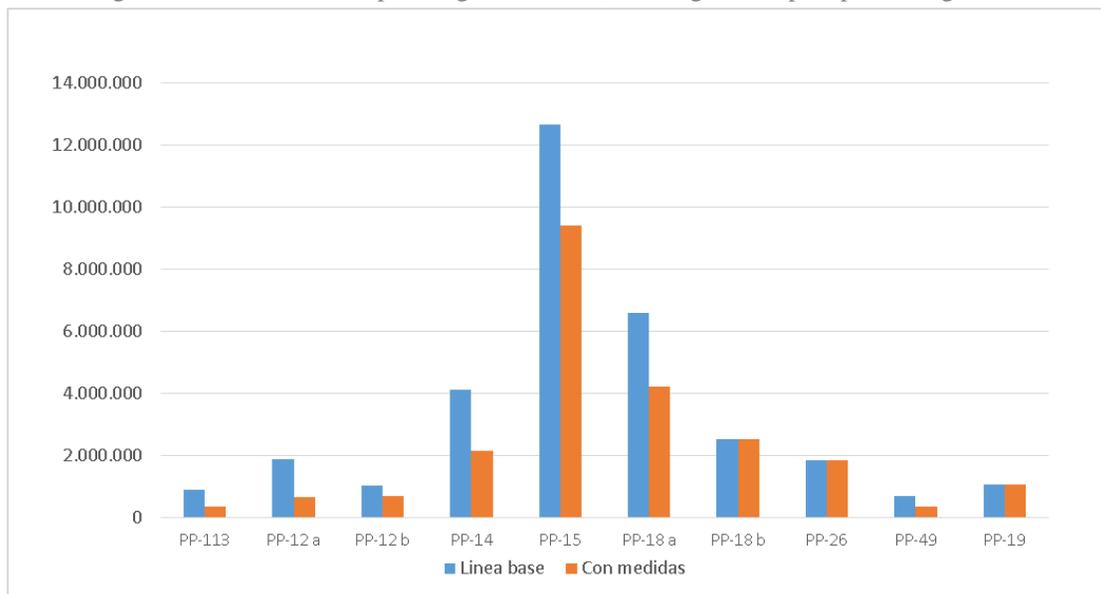
Figura 3: Toneladas anuales de CO2e evitadas, para planteles que aplican tecnología de abatimiento biodigestor.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, respecto a la reducción de olor, la Figura 4, muestra Tasa de emisión TEO para la línea base y bajo cumplimiento normativo luego de aplicar las medidas necesarias para llegar al límite de olor (7 oue/m³), particularmente para planteles grandes. Se observa que existen 3 planteles PP-18b, PP-26 y PP19 que cumplen en línea base (no tienen reducción por medidas). La Figura 4 evidencia el potencial de reducción de TEO existente, destacándose que es de entre un 30% a un 70% para todos los planteles evaluados.

Figura 4: Tasa de Emisión para llegar a las 7 uo_e de la regulación para planteles grandes.



Fuente: Elaboración propia

Más detalle de la reducción de TEO para todos los planteles porcinos que deben implementar medidas de abatimiento en Anexo 5.1.

3.2 Población afectada por olores

El Departamento de Ruido Lumínica y Olores del MMA actualizó los valores de número de hogares, mediante geovisualización de imágenes satelitales de Google Earth, según se explica en la sección 2.2. A continuación, la Tabla 12, detalla el número de personas beneficiadas según tamaño de plantel para el año 2021. Como resultado, se obtiene que 46.482 personas se verán beneficiadas por esta normativa.

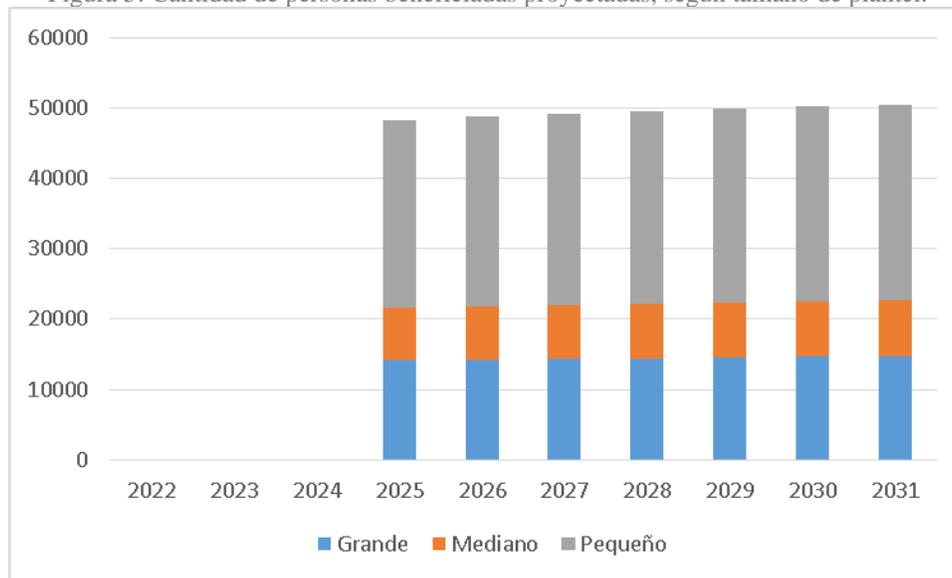
Tabla 12: Cantidad de personas beneficiadas por la normativa (2021).

Tamaño del Plantel	Beneficiarios (N° personas)
Grande	20.398
Mediano	7.177
Pequeño	18.907
Total	46.482

Fuente: Elaboración propia.

Además, la Figura 5, muestra la proyección de personas que se verán beneficiadas dentro del horizonte de evaluación, diferenciando según tamaño de plantel.

Figura 5: Cantidad de personas beneficiadas proyectadas, según tamaño de plantel.



Fuente: Elaboración propia

3.3 Cumplimiento Normativo

Respecto a la implementación de medidas para el cumplimiento normativo, la Tabla 13 a continuación presenta la cantidad de medidas implementadas según tamaño de plantel y tipo de medida.

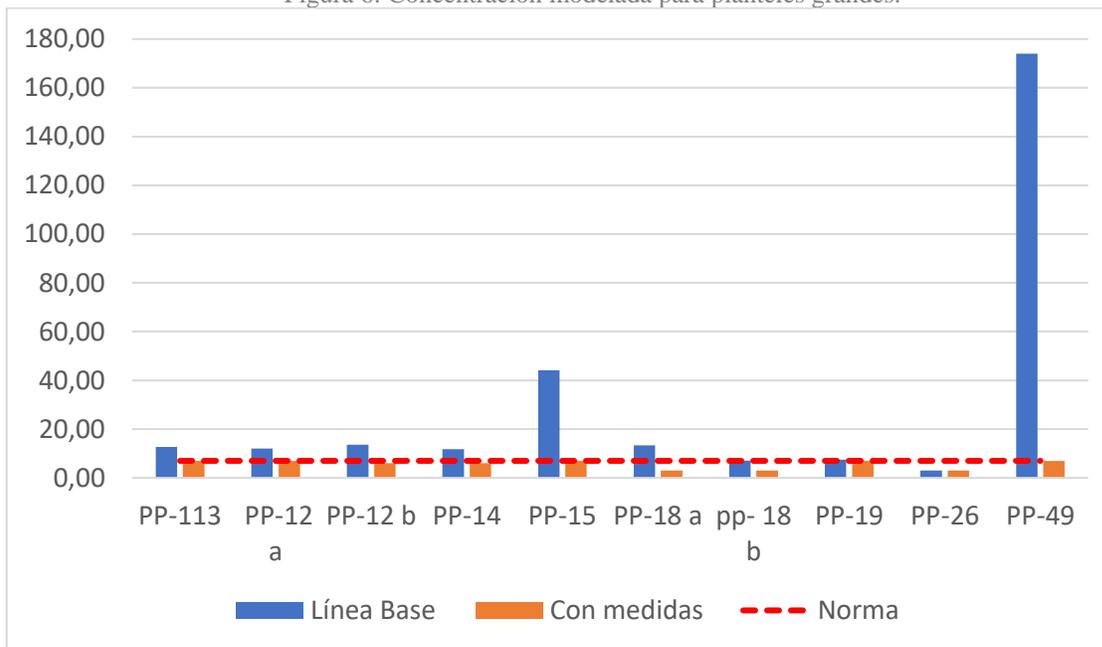
Tabla 13: Cantidad de medidas según tamaño de plantel

Medidas	Tamaño Plantel			Total
	Pequeño	Mediano	Grande	
Biodigestor	0	2	0	2
Túnel	0	0	7	7
Cobertura laguna	48	0	1	49
Cobertura rígida laguna	0	2	4	6
Trincheras	0	1	2	3
Ductos	0	0	2	2
Total	48	5	16	69

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los planteles grandes, se simuló que con las medidas se cumpliera la concentración exigida por la norma. La Figura 6, muestra estos resultados.

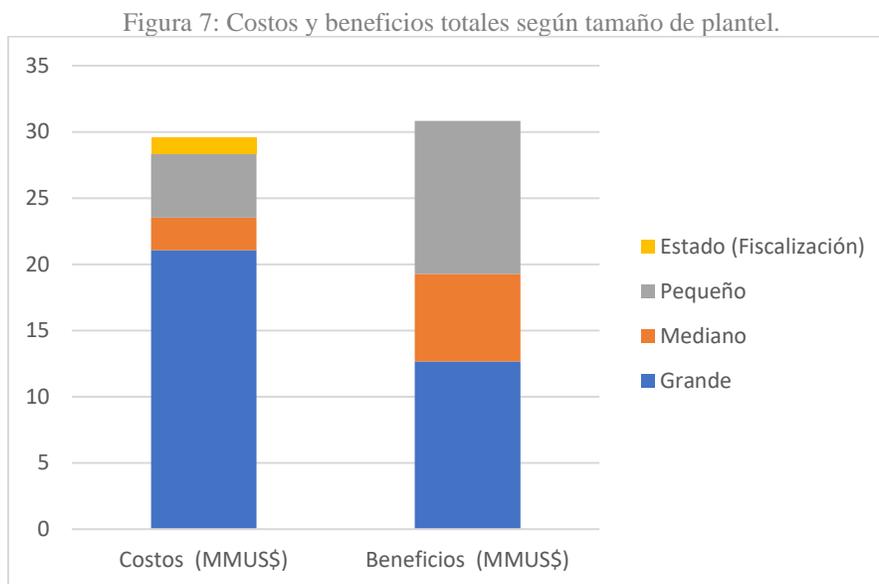
Figura 6: Concentración modelada para planteles grandes.



Fuente: Elaboración propia

3.4 Costos y beneficios

Los costos y beneficios totales estimados por el AGIES según tamaño de plantel se muestran en Valor Presente (VP) en la Figura 7. En ella se observa que los costos totales ascienden a US\$29,6 millones mientras que los beneficios se estiman en US\$30,8 millones. Adicionalmente se observa que la mayoría de los costos y beneficios son atribuibles a medidas que deben implementar los planteles grandes, y que los costos de fiscalización representan una parte menor (4,1%) de los costos totales.



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 14 desglosa los costos de implementación de medidas, monitoreo, fiscalización y beneficios. Para los planteles grandes, los costos ascienden a MMUS\$ 21,08 y los beneficios a MMUS\$12,7. Para los planteles medianos, los costos ascienden a MMUS\$2,45 y los beneficios a MMUS\$6,59. Finalmente, para los planteles pequeños los costos representan MMUS\$4,8 y los beneficios a MMUS\$11,56. La razón beneficio costo total es de 1,04.

Tabla 14: Costos y beneficios según tamaño de plantel.

Tipo de Medida	Costos (MMUS\$)			Beneficios (MMUS\$)			Razón B/C
	Inversión	Operación	Monitoreo	Olor	Metano	Amoniaco	
Grande	20,17	0,35	0,56	12,08	0,00	0,59	1,04
Mediano	2,07	0,31	0,08	4,27	1,99	0,33	
Pequeño	4,57	0,00	0,23	11,08	0,00	0,48	
Fiscalización	1,22						
TOTAL	29,56			30,82			

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

La presente evaluación determina que, de acuerdo a la razón beneficio costo de 1,04, la norma es socialmente rentable. Los beneficios y costos valorizables ascienden a US\$30,8 y US\$29,6 millones en valor presente, respectivamente.

Sin embargo, incluso más allá de la rentabilidad social positiva de la norma, aun así, hay beneficios que no pueden ser valorizados en términos monetarios. Por ejemplo, la dignidad con la que viven las personas o el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, son dimensiones de los beneficios y valores deontológicos que difícilmente pueden ser valorizados en términos monetarios, incluso a pesar de la existencia de técnicas de valoración especializadas. Debido a la naturaleza abstracta e inconmensurable de la dignidad humana (Martínez Alier, 2002), estos beneficios normativos escapan de la evaluación técnica realizada y están más allá del alcance del presente AGIES.

Por otro lado, existen beneficios no cuantificados, como ahorros en procesos productivos, posibilidades de venta de guano, consumo de agua, electricidad, entre otros.

Por lo tanto, es de suma relevancia señalar que la evaluación y sus resultados corresponden a uno de los múltiples antecedentes para la toma de decisión. Existen otros elementos que se debieran considerar para la toma de decisión como son la justicia ambiental, calidad de vida, evitar conflictos socioambientales y la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.



5. Anexo

5.1 Tasa de Emisión de olor

La Tabla 15 muestra la reducción de Tasa de Emisión de Olor (TEO) línea base y con la implementación de medidas para planteles porcinos que deben implementar medidas de abatimiento³⁶. Se observa que planteles pequeños presentan reducciones que alcanzan al 80% de la emisión total de línea base.

Tabla 15. TEO ouE/m³ en línea base y con reducción por implementación de medidas *

Planteles	Línea base	Con medidas	Delta	Porcentaje de reducción (%)
PP-1	65.313,2	45.719,2	19.594,0	0,3
PP-10 a	535.070,5	374.549,4	160.521,2	0,3
PP-10 b	779.812,9	545.869,0	233.943,9	0,3
PP-10 c	388.297,9	271.808,5	116.489,4	0,3
PP-100	490.273,9	343.191,7	147.082,2	0,3
PP-101	54.447,9	38.113,5	16.334,4	0,3
PP-109	75.571,5	52.900,1	22.671,5	0,3
PP-111	3.423,5	2.396,4	1.027,0	0,3
PP-113	885.762,0	332.686,7	553.075,3	0,6
PP-115	449.604,9	314.723,4	134.881,5	0,3
PP-119	351.453,0	246.017,1	105.435,9	0,3
PP-12 a	1.862.674,4	651.904,1	1.210.770,3	0,7
PP-12 b	1.038.980,0	683.249,7	355.730,3	0,3
PP-120	1.778,5	1.245,0	533,6	0,3
PP-121	1.417.102,2	991.971,5	425.130,7	0,3
PP-122	737.140,8	515.998,6	221.142,2	0,3
PP-123	90.807,2	63.565,0	27.242,2	0,3
PP-14	4.104.307,3	2.156.257,8	1.948.049,5	0,5
PP-15	12.659.833,9	9.406.076,0	3.253.757,9	0,3
PP-16	2.306.097,9	1.525.599,4	780.498,5	0,3
PP-17	3.477.988,6	2.434.592,0	1.043.396,6	0,3

³⁶ Cabe señalar que, el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA RM) ya exige medidas asociadas a la reducción de emisiones de amoníaco en planteles porcinos, por lo que se consideran como parte de la línea base de esta evaluación. En otras palabras, de las acciones ya demandadas por el PPDA RM no se derivan ni costos ni beneficios asociados a esta normativa porque estos son atribuibles a dicho instrumento.



Planteles	Línea base	Con medidas	Delta	Porcentaje de reducción (%)
PP-18 a	6.574.804,6	4.223.416,6	2.351.388,0	0,4
PP-2	254.333,0	178.033,1	76.299,9	0,3
PP-21 a	583.569,8	408.498,9	175.070,9	0,3
PP-21 b	758.507,2	530.955,0	227.552,2	0,3
PP-21 c	388.844,2	272.190,9	116.653,3	0,3
PP-21 d	530.700,1	371.490,1	159.210,0	0,3
PP-21 e	213.724,7	149.607,3	64.117,4	0,3
PP-22 a	728.885,6	510.219,9	218.665,7	0,3
PP-22 b	621.507,3	435.055,1	186.452,2	0,3
PP-22 c	423.746,7	296.622,7	127.124,0	0,3
PP-25	5.516.047,9	3.322.468,6	2.193.579,3	0,4
PP-29	197.214,3	41.415,0	155.799,3	0,8
PP-3	311.269,6	217.888,7	93.380,9	0,3
PP-31	166.925,0	116.847,5	50.077,5	0,3
PP-37	15.296,4	10.707,5	4.588,9	0,3
PP-4	26.465,2	18.525,6	7.939,6	0,3
PP-40	1.760,3	1.232,2	528,1	0,3
PP-41	1.760,3	1.232,2	528,1	0,3
PP-42	139.792,1	97.854,5	41.937,6	0,3
PP-43	8.740,8	6.118,6	2.622,2	0,3
PP-48	158.487,7	110.941,4	47.546,3	0,3
PP-49	683.215,0	333.269,1	349.945,9	0,5
PP-55	185.468,9	129.828,2	55.640,7	0,3
PP-59	195.696,8	41.096,3	154.600,5	0,8
PP-6	188.655,6	132.058,9	56.596,7	0,3
PP-60	1.760,3	1.232,2	528,1	0,3
PP-62	2.488,7	1.742,1	746,6	0,3
PP-64	976.056,0	683.239,2	292.816,8	0,3
PP-65	219.794,7	153.856,3	65.938,4	0,3
PP-81	179.065,0	37.603,7	141.461,4	0,8
PP-86	383.563,3	268.494,3	115.069,0	0,3
PP-89	96.634,4	67.644,1	28.990,3	0,3

Planteles	Línea base	Con medidas	Delta	Porcentaje de reducción (%)
PP-9	1.126.557,9	584.483,8	542.074,1	0,5
PP-96	195.636,1	136.945,3	58.690,8	0,3
PP-97	383.563,3	268.494,3	115.069,0	0,3

Fuente: Elaboración propia.

Nota: (*) Aquellos planteles no incluidos en esta tabla ya presentan las mejoras necesarias y no necesitaran implementar medidas de reducción.

5.2 Matriz de cumplimiento normativo

Tabla 16. Matriz de cumplimiento normativo PD por plantel, medida y tamaño. Los 1 representan la necesidad de implementar la medida que indica, los 0 la no necesidad.

Planteles	Biodigestor	Túnel	Cobertura laguna	Cobertura rígida laguna	Trinchera	Ductos
PP-1	0	0	1	0	0	0
PP-10 a	0	0	1	0	0	0
PP-10 b	0	0	1	0	0	0
PP-10 c	0	0	1	0	0	0
PP-100	0	0	1	0	0	0
PP-101	0	0	1	0	0	0
PP-109	0	0	1	0	0	0
PP-110	0	0	1	0	0	0
PP-111	0	0	1	0	0	0
PP-113	0	0	0	0	0	0
PP-114	0	0	0	0	0	0
PP-115	0	0	1	0	0	0
PP-117	0	0	1	0	0	0
PP-118	0	0	0	0	0	0
PP-119	0	0	1	0	0	0
PP-12 a	0	1	0	0	0	0
PP-12 b	0	1	0	1	0	0
PP-120	0	0	1	0	0	0
PP-121	0	0	1	0	0	0
PP-122	0	0	1	0	0	0
PP-123	0	0	1	0	0	0
PP-13	0	0	0	0	0	0

Planteles	Biodigestor	Túnel	Cobertura laguna	Cobertura rígida laguna	Trinchera	Ductos
PP-14	0	1	1	0	0	0
PP-15	0	1	0	1	1	1
PP-16	1	0	0	1	0	0
PP-17	0	0	1	0	0	0
PP-18 a	0	1	0	1	1	0
PP-18 b	0	0	0	0	0	0
PP-19	0	0	0	0	0	0
PP-2	0	0	1	0	0	0
PP-20	0	0	0	0	0	0
PP-21 a	0	0	1	0	0	0
PP-21 b	0	0	1	0	0	0
PP-21 c	0	0	1	0	0	0
PP-21 d	0	0	1	0	0	0
PP-21 e	0	0	1	0	0	0
PP-22 a	0	0	1	0	0	0
PP-22 b	0	0	1	0	0	0
PP-22 c	0	0	1	0	0	0
PP-23	0	0	0	0	0	0
PP-24	0	0	0	0	0	0
PP-25	0	0	0	0	1	0
PP-26	0	0	0	0	0	0
PP-29	0	0	1	0	0	0
PP-3	0	0	1	0	0	0
PP-30	0	0	0	0	0	0
PP-31	0	0	1	0	0	0
PP-32	0	0	0	0	0	0
PP-34	0	0	0	0	0	0
PP-37	0	0	1	0	0	0
PP-39	0	0	0	0	0	0
PP-4	0	0	1	0	0	0
PP-40	0	0	1	0	0	0
PP-41	0	0	1	0	0	0
PP-42	0	0	1	0	0	0

Planteles	Biodigestor	Túnel	Cobertura laguna	Cobertura rígida laguna	Trinchera	Ductos
PP-43	0	0	1	0	0	0
PP-44	0	0	0	0	0	0
PP-47	0	0	0	0	0	0
PP-48	0	0	1	0	0	0
PP-49	0	0	0	0	0	0
PP-55	0	0	1	0	0	0
PP-59	0	0	1	0	0	0
PP-6	0	0	1	0	0	0
PP-60	0	0	1	0	0	0
PP-62	0	0	1	0	0	0
PP-64	0	0	1	0	0	0
PP-65	0	0	1	0	0	0
PP-68	0	0	0	0	0	0
PP-7	0	0	0	0	0	0
PP-77	0	0	0	0	0	0
PP-78	0	0	0	0	0	0
PP-79	0	0	0	0	0	0
PP-8	0	0	0	0	0	0
PP-80	0	0	0	0	0	0
PP-81	0	0	1	0	0	0
PP-82	0	0	0	0	0	0
PP-86	0	0	1	0	0	0
PP-89	0	0	1	0	0	0
PP-9	1	0	0	1	0	0
PP-91	0	0	0	0	0	0
PP-96	0	0	1	0	0	0
PP-97	0	0	1	0	0	0
PP-98	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

6. Ficha Resumen del AGIES (A-PD)

ÍTEM	GLOSA	DESCRIPCIÓN
Identificación	Nombre AGIES	Actualización de Costos y Beneficios para el Proyecto Definitivo de la Norma de Emisión de Olores en Planteles Porcinos
	Nombre instrumento normativo que da origen al AGIES	Norma de Emisión de Contaminantes en Planteles Porcinos 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 olor
	Fecha de término del AGIES	17 de noviembre de 2021
	Alcance geográfico	Nacional
	Instrumento nuevo o revisión	Nuevo
	Área de aplicación	Asuntos Atmosféricos
Metodología	Metodología	Análisis Costo-Beneficio
	Normativas consideradas de línea base	Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica Región Metropolitana
	Nivel de evaluación de beneficios	Se valoraron beneficios por reducción de olores molestos, y cobeneficios por reducción de amoniaco (precursor de MP _{2,5}) y de metano (gas de efecto invernadero).
	Tasa de descuento	6%
	Beta	0,0131
	Tasas de incidencia	(GreenLabUC, 2015) ³⁷
	Valor de la vida estadística	17.260 UF al año 2019, proyectado según poder de paridad de compra y crecimiento de la población.
	Horizonte de evaluación	2021-2031 (10 años)
Parámetros	Valor del dólar	746,41 pesos/dólar
	Valor de la UF	28.648 pesos/UF
Resultados	Costos estimados en MMUS\$ (valor presente)	US\$29,6 millones
	Beneficios estimados en MM US\$ (valor presente) por Costos evitados, reducción de emisiones de metano y amoniaco.	US\$30,8 millones

³⁷ GreenLabUC, 2015. Actualización de tasas de incidencia base, valores unitarios por eventos de morbilidad y análisis de funciones dosis – respuesta para contaminación atmosférica. Preparado para Ministerio del Medio Ambiente, ID licitación 608897-148-LE14.

7. Bibliografía

Agrícola Coexa, 2021. Evaluación económica Proyecto ventilación forzada Plantel San Agustín.

ASPROCER, 2021. ANÁLISIS INFORME AGIES. Anteproyecto Norma de Emisión de Olores en Planteles Porcinos, Análisis Crítico Informe AGIES, Informe Final. Informe Preparado por Consultoría y Estudios Económicos y Ambientales Ltda.

Beloff, B.R., Beaver, E.R., Massin, H., 2000. Assessing societal costs associated with environmental impacts. *Environ. Qual. Manag.* 10, 67–82. [https://doi.org/10.1002/1520-6483\(200024\)10:2<67::AID-TQEM8>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/1520-6483(200024)10:2<67::AID-TQEM8>3.0.CO;2-B)

Boutilier R. (2018). A measure of the Social License to Operate for Infrastructure and Extractive Projects. Veáse en: <http://sociallicense.com/publications/A%20dozen%20statement%20for%20measuring%20the%20social%20license.pdf>

DICTUC, 2019. Antecedentes para la elaboración de análisis económico de la norma de emisión de olores para sector porcino.

Dorset, 2019. Aircleaning factsheet.

Envirometrika, 2019. Generación de antecedentes técnicos para la elaboración de la norma de emisión de olores para la crianza intensiva de animales.

Envirometrika, 2021. P6206 Estudio Anteproyecto Norma. Versión Final para ASPROCER European Commission, 2015. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs.

Garrod, G., Willis, K., 1998. Estimating lost amenity due to landfill waste disposal. *Resour. Conserv. Recycl.* 22, 83–95. [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(97\)00046-3](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(97)00046-3)

Lareau, T.J., Rae, D.A., 1989. Valuing WTP for Diesel Odor Reductions: An Application of Contingent Ranking Technique. *South. Econ. J.* 55, 728. <https://doi.org/10.2307/1059585>

Martinez-Alier, J., 2003. *The Environmentalism of the poor: a study of ecological conflicts and valuation.* Edward Elgar Publishing.

Ohio State University (2014) Animal Housing - Chimney Overview. Chimneys Application: used for building ventilation air. Véase en: <https://www.extension.iastate.edu/ampat/chimneys>

Van Broeck, G., Bogaert, S., De Meyer, L., 2009. Monetary valuation of odour nuisance as a tool to evaluate cost effectiveness of possible odour reduction techniques, Odours and VOCs: Measurement, Regulation and Control Techniques. kassel university press GmbH.



Vasquez, F., & Cerda, A. (1999). Diagnóstico de Requerimientos de Información Económico Ambiental como Apoyo a los Análisis Generales del Impacto Económico y Social de los Planes de Prevención y Descontaminación y de las Normas de Calidad Ambiental y de Emisiones.

Vigneswaran, S., Kandasamy, J., Johir, M.A.H., 2016. Sustainable Operation of Composting in Solid Waste Management, *Procedia Environmental Sciences*, Volumen 35, páginas 408-415. ISSN 1878-0296. Véase en: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.022>.