



**División de Información y Economía Ambiental  
Ministerio del Medio Ambiente**

1061

**MEMORÁNDUM N°73 /2019**

**DE :** **SANDRA BRICEÑO PEREZ**  
Jefa (S) División Información y Economía Ambiental

**A :** **GUILLERMO GONZÁLEZ CABALLERO**  
Jefe Oficina de Implementación Legislativa y Economía Circular

**Mat. :** Envío del documento "Análisis General de Impacto Económico y Social de Anteproyecto de Decreto Supremo que establece Metas de Recolección y Valorización y otras obligaciones asociadas a Envases y Embalajes".

**Fecha :** Santiago, 30 de Mayo de 2019

---

Junto con saludarlo, envío a usted el documento Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) de Anteproyecto de Decreto Supremo que establece Metas de Recolección y Valorización y otras obligaciones asociadas de Envases y Embalajes. Este fue elaborado en base al Anteproyecto de Decreto Supremo recibido el día 27 de mayo de 2019.

Esperando su comprensión, se despide atentamente,

  
**SANDRA BRICEÑO PEREZ**  
**JEFA (S) DIVISIÓN DE INFORMACIÓN Y ECONOMÍA AMBIENTAL**  
**MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE**



JCA/ptr

C.C:

- Archivo División de Información y Economía Ambiental.



DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

---

ANÁLISIS GENERAL DE IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DE METAS DE  
RECOLECCIÓN Y VALORIZACIÓN PARA EL PRODUCTO PRIORITARIO  
“ENVASES Y EMBALAJES” CONTENIDO EN LA LEY 20.920

---

29 de Mayo de 2019

## Presentación

El presente informe corresponde al Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) del Anteproyecto de metas de Recolección y Valorización para el producto prioritario “*Envases y Embalajes*” contenido en la *Ley 20.920 Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje*.

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) es el encargado de proponer políticas y formular normas, planes y programas en materia de residuos y otras sustancias que puedan afectar el medio ambiente, según lo establecido en la letra g) del Artículo 70 de la *Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente*. En este contexto, y en el marco de lo que contempla la *Ley 20.920*, es atribución del Ministerio el establecimiento, mediante la dictación de decretos supremos, de metas de recolección y valorización para los residuos de productos prioritarios predefinidos.

Corresponde al MMA además, según el Título Tercero, Párrafo 2°, Artículo 25 del Decreto Supremo N°8 *Reglamento que regula el Procedimiento de Elaboración de los Decretos Supremos establecidos en la Ley N° 20.920*, elaborar un análisis general de impacto económico y social (AGIES) del Anteproyecto de Decreto Supremo (DS) que establezca metas de recolección y valorización de residuos y otras obligaciones asociadas de los productos prioritarios establecidos en esta ley. En particular, el AGIES debe evaluar, considerando la situación actual y la situación con Anteproyecto, los costos que implique el cumplimiento del anteproyecto de metas, así como sus principales beneficios, y deberá ser realizado dentro del plazo de elaboración del Anteproyecto.

El proceso de elaboración de un Decreto Supremo que establezca metas de recolección y valorización, desde el desarrollo del Anteproyecto hasta su aprobación, contempla la elaboración de dos documentos:

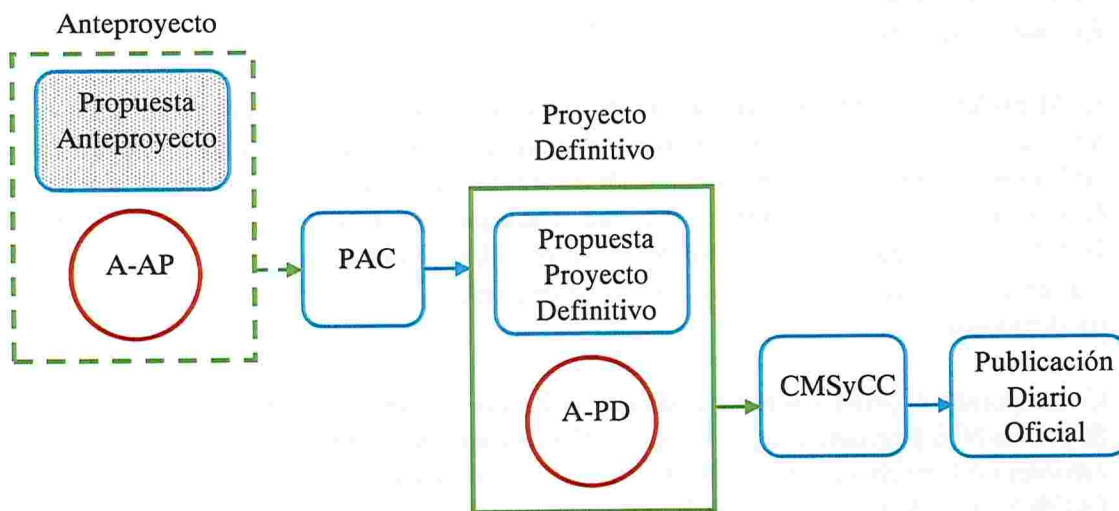
RN 1062

- 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 de Anteproyecto en base a antecedentes surgidos de la etapa de Participación Ciudadana (PAC), para apoyar al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y Cambio Climático (CMSyCC) en la toma de decisión, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 71, letra f), de la Ley 19.300.

Es importante señalar que estos documentos son un apoyo a la toma de decisión de la autoridad y sirven para nutrir los procesos de Participación Ciudadana, el Consejo Consultivo y el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, por lo que 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 solamente a uno de los múltiples antecedentes para la toma de decisión**; otros antecedentes corresponden, por ejemplo, a consideraciones geográficas y demográficas, datos históricos, situación política, entre otros.

El presente documento corresponde al AGIES del Anteproyecto (A-AP) de Decreto Supremo que establece metas de recolección y valorización del producto prioritario “*Envases y Embalajes*”; en línea con el proceso de elaboración del DS esquematizado en la Figura 1.

Figura 1: Etapa Actual del AGIES



Fuente: Elaboración propia

En este análisis, y según la mejor información disponible por el MMA, se evalúa el cumplimiento del Anteproyecto de metas de recolección, valorización y otras obligaciones asociadas para envases y embalajes. Se estiman los beneficios económicos, sociales y ambientales producto de la reducción en la cantidad de residuos que se destinan a eliminación y el aumento de las cantidades que se recolectan y valorizan. Además, se estiman los costos que implica el cumplimiento de las metas dadas por las mayores necesidades de recolección y valorización.

## Resumen

El presente documento muestra los resultados del Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) del Anteproyecto de Decreto Supremo que establece metas de recolección y valorización y otros aspectos regulatorios para el producto prioritario *Envases y Embalajes*, definido por la Oficina de Implementación Legislativa y Economía Circular del MMA.

La regulación evaluada considera metas graduales de recolección y valorización para envases y embalajes en un plazo de 8 años, diferenciando según categorías *domiciliarios y no domiciliarios*. Además, se definen metas específicas de recolección para las subcategorías *Cartón para líquidos, Metal, Papel y Cartón, Plástico y Vidrio*. Las metas se establecen en relación a la cantidad de envases y embalajes puestos en el mercado, mientras que los regulados corresponden a productores que enajenan o importan productos envasados y/o embalados.

El AGIES evalúa los beneficios y costos asociados al cumplimiento de las metas de recolección y valorización definidas en el Anteproyecto en un horizonte de 12 años (2019-2030). Los resultados indican lo siguiente<sup>1</sup>:

- Los beneficios cuantificados por reducción de la eliminación, aumento en recolección y valorización, y menores emisiones y desamenidades, se estiman en USD 1.897 millones en valor presente.
- Los costos monetizados por la recolección, transporte, pretratamiento, valorización, administración, fiscalización y garantía del Sistema de Gestión se estiman en USD 1.713 millones en valor presente.

La valoración de los beneficios y costos para la regulación propuesta indica que su implementación tiene asociada una razón beneficio-costos de 1,1

---

<sup>1</sup> Se considera el tipo de cambio promedio para mayo de 2019: CLP/USD 692 ([http://www.sii.cl/valores\\_y\\_fechas/dolar/dolar2019.htm](http://www.sii.cl/valores_y_fechas/dolar/dolar2019.htm))

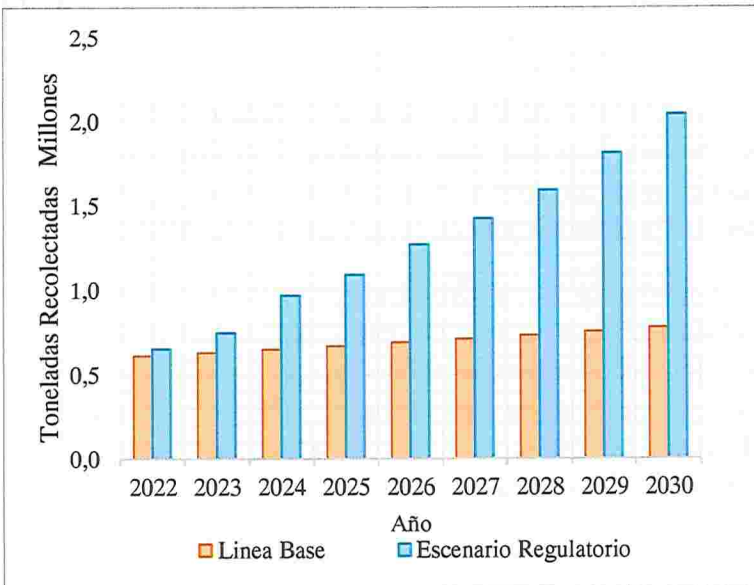


Figura A: Toneladas de envases y embalajes (en millones) recolectadas con escenario regulatorio

La Figura A muestra las toneladas de residuos de envases y embalajes recolectadas en el horizonte de evaluación considerando el escenario regulatorio y la línea base.

La línea base corresponde a la proyección de las cantidades de residuos de envases y embalajes recolectadas y valorizadas en el año base (2018). El escenario regulatorio muestra las cantidades totales recolectadas debido al cumplimiento de las metas.

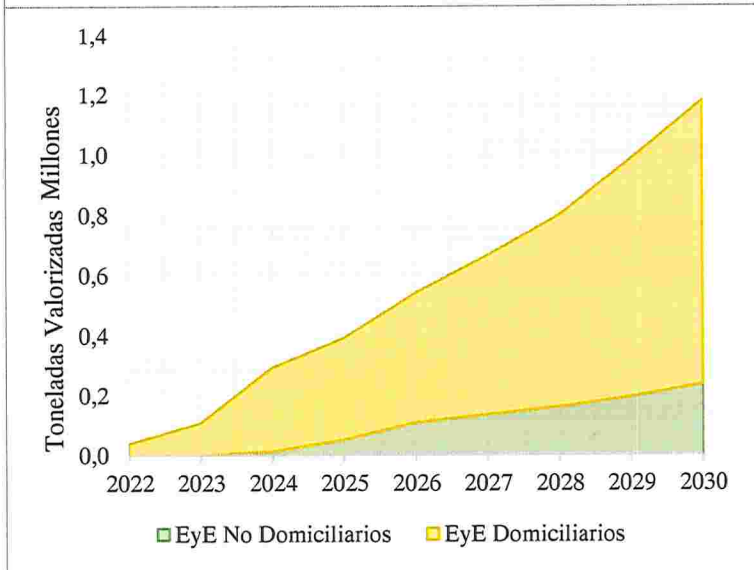


Figura B: Distribución de las categorías en el adicional valorizado debido a la regulación.

La figura B muestra el aporte al total adicional valorizado como consecuencia de la regulación de las dos categorías establecidas para envases y embalajes.

Indicador	Categoría de Envases y Embalajes		Total
	Domiciliario	No Domiciliario	
Valor Presente de Beneficios (MUSD)	1.321	576	1.897
Valor Presente de Costos (MUSD)	1.274	439	1.713
Razón B/C	1,04	1,31	1,1

Tabla A: Beneficios, costos y razón B/C.

La tabla A muestra los valores presentes en millones de dólares (VP MUSD) del beneficio y el costo del cumplimiento de las metas de recolección y valorización, así como costos administrativos y operativos de un sistema de gestión. Además, se muestra la razón beneficio-costos por categoría y total. El horizonte de evaluación corresponde a 2019-2030, donde el valor presente se calcula al año 2019 considerando una tasa de descuento de 6% (MIDESO, 2018).

## Contenido

Resumen .....	3
Índice de Figuras .....	6
Índice de Tablas.....	7
Acrónimos y Abreviaturas.....	9
1 Antecedentes .....	10
1.1 Regulación a Evaluar .....	10
1.1.1 Envases y Embalajes domiciliarios .....	11
1.1.2 Envases y Embalajes no domiciliarios .....	12
2 Metodología AGIES para metas REP .....	13
2.1 Metodología General .....	13
2.2 Metodología específica AGIES para envases y embalajes .....	14
2.2.1 Modelo de cumplimiento para metas domiciliarias.....	17
2.2.2 Modelo de cumplimiento para metas no domiciliarias.....	20
3 Línea Base .....	22
4 Resultados .....	25
4.1 Toneladas recolectadas y valorizadas .....	25
4.2 Costos asociados a las metas de recolección y valorización.....	28
4.3 Beneficios asociados a las metas de recolección y valorización .....	29
4.4 Indicadores económicos.....	31
4.5 Costos unitarios.....	32
5 Conclusiones .....	33
Referencias .....	34
Anexos Metodológicos .....	37
Anexo A Línea Base .....	38
Anexo B Participación potencial en los esquemas de recolección.....	45
Anexo C Modelación y estimación de costos.....	48
Anexo D Modelación y estimación de beneficios .....	60
Anexo E Parámetros comunales.....	66

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Etapa Actual del AGIES .....	2
<b>Figura 2-1:</b> Metodología general utilizada en el AGIES.....	13
<b>Figura 2-2:</b> Ciclo de vida del producto prioritario envases y embalajes .....	14
<b>Figura 2-3:</b> Trayectoria de la función de participación para un periodo de 20 años (promedio nacional) .....	19
<b>Figura 4-1:</b> Toneladas valorizadas escenario regulatorio y línea base (t/año) .....	25
<b>Figura 4-2:</b> Toneladas valorizadas por categoría (t/año).....	26
<b>Figura 4-3:</b> Distribución temporal de los costos de la regulación según categoría (MUSD/año) .....	28
<b>Figura 4-4:</b> Distribución temporal de los beneficios de la regulación según categoría (MUSD/año) .....	30
<b>Figura 4-5:</b> Costo unitario de recolección y valorización categoría <i>Domiciliario</i> (USD/t).....	32
<b>Figura 4-6:</b> Costo unitario de recolección y valorización categoría <i>No Domiciliario</i> (USD/t)	32

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1-1:</b> Metas de recolección y valorización de residuos de envases y embalajes domiciliarios (%/año) .....	11
<b>Tabla 1-2:</b> Metas de recolección y valorización de residuos de envases y embalajes no domiciliarios (%/año) .....	12
<b>Tabla 2-1:</b> Costos y Beneficios derivados del cumplimiento de la regulación para envases y embalajes .....	16
<b>Tabla 2-2:</b> Metas domiciliarias de recolección y valorización en toneladas por subcategoría (t/año) .....	18
<b>Tabla 2-3:</b> Delta de metas domiciliarias de recolección y valorización en toneladas por subcategoría (t/año) .....	18
<b>Tabla 2-4:</b> Meta no domiciliarias de recolección y valorización en toneladas por subcategoría (t/año) .....	21
<b>Tabla 2-5:</b> Delta de metas no domiciliarias de recolección y valorización en toneladas por subcategoría (t/año) .....	21
<b>Tabla 3-1:</b> Línea Base de envases y embalajes domiciliarios para 2018 (en toneladas) .....	22
<b>Tabla 3-2:</b> Línea Base de envases y embalajes no domiciliarios para 2018 (en toneladas) .....	23
<b>Tabla 3-3:</b> Distribución geográfica de los residuos de disponibles para cumplimiento en 2018 (en toneladas) .....	23
<b>Tabla 3-4:</b> Proyección temporal del total de envases y embalajes puestos en el mercado por categoría (t/año) .....	24
<b>Tabla 4-1:</b> Toneladas recolectadas y valorizadas con escenario regulatorio (en toneladas) .....	25
<b>Tabla 4-2:</b> Distribución de las toneladas adicionales valorizadas debido al escenario regulatorio (t/año) .....	26
<b>Tabla 4-3:</b> Cumplimiento de la obligación asociada de cobertura domiciliaria (%/año) .....	27
<b>Tabla 4-4:</b> Instalaciones de recepción necesarias para cumplir con la regulación .....	27
<b>Tabla 4-5:</b> Costos para cumplimiento de metas de recolección y valorización (MUSD-2019) .....	28
<b>Tabla 4-6:</b> Beneficios para cumplimiento de metas de recolección y valorización (MUSD-2019) .....	29
<b>Tabla 4-7:</b> Indicadores económicos de la regulación .....	31
<b>Tabla A-1:</b> Tasas de crecimiento anuales utilizadas para proyectar total puesto en el mercado (%/año) .....	39
<b>Tabla A-2:</b> Proyección de EyE domiciliarios puestos en el mercado por subcategoría (t/año) .....	39
<b>Tabla A-3:</b> Proyección de EyE no domiciliarios puestos en el mercado por subcategoría (t/año) .....	40
<b>Tabla A-4:</b> Tasas de valorización de línea base por subcategoría (%) .....	41
<b>Tabla A-5:</b> Fracciones de reciclables y EyE, según subcategoría, de los Residuos Sólidos Municipales (RSM) .....	42
<b>Tabla A-6:</b> Proyección de EyE domiciliarios dispuestos inadecuadamente por subcategoría (t/año) .....	42
<b>Tabla A-7:</b> Proyección de EyE domiciliarios eliminados por subcategoría (t/año) .....	43
<b>Tabla A-8:</b> Proyección de EyE no domiciliarios eliminados por subcategoría (t/año) .....	43



<b>Tabla A-9:</b> Distribución según material dentro de las subcategorías (%) .....	44
<b>Tabla B-1:</b> Estadística descriptiva de la participación en la recolección de las comunas en el año de inicio de la regulación.....	46
<b>Tabla C-1:</b> Descripción de ecuaciones que conforman el costo de recolección domiciliario ....	50
<b>Tabla C-2:</b> Descripción de parámetros y valores utilizados.....	51
<b>Tabla C-3:</b> Costos unitarios de pretratamiento (USD/t).....	53
<b>Tabla C-4:</b> Parámetros para estimación de variable combustible de camión representativo .....	54
<b>Tabla C-5:</b> Costos asociados al uso del camión (CLP/km).....	55
<b>Tabla C-6:</b> Tasas de rechazo post recolección por categoría, subcategoría y material (%) .....	55
<b>Tabla C-7:</b> Costos unitarios de valorización (USD/t) .....	56
<b>Tabla C-8:</b> Capacidad de valorización adicional necesaria para la subcategoría <i>Plástico</i> (t/año) .....	57
<b>Tabla C-9:</b> Costo anualizado por aumentar la capacidad de valorización para la subcategoría <i>Plástico</i> (MUSD/año).....	57
<b>Tabla C-10:</b> Costo de fiscalización (CLP/año) .....	58
<b>Tabla D-1:</b> Precio de compra de residuos EyE (USD/t).....	60
<b>Tabla D-2:</b> Precio de venta de residuos valorizados (USD/t).....	61
<b>Tabla D-3:</b> Costos de recolección y disposición final (CLP/t).....	62
<b>Tabla D-4:</b> Valores considerados para valorizar externalidad asociadas a eliminación de residuos (USD/t) .....	63
<b>Tabla D-5:</b> Beneficios asociados al reemplazo de material virgen (TonCO2 eq/t).....	64
<b>Tabla E-1:</b> Desglose comunal de parámetros y resultados.....	66

## Acrónimos y Abreviaturas

### Instituciones

MIDESO:	Ministerio de Desarrollo Social, Gobierno de Chile
MMA:	Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Chile
UE:	Unión Europea

### Monedas

CLP:	Pesos de Chile
EUR:	Euros
MUSD:	Millones de Dólares de Estados Unidos
USD:	Dólares de Estados Unidos

### Abreviaturas

ACB:	Análisis Costo Beneficio
AGIES:	Análisis General del Impacto Económico y Social
AP:	Anteproyecto
CMSyCC:	Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y Cambio Climático
CO <sub>2</sub> :	Dióxido de Carbono
CO <sub>2</sub> eq:	Dióxido de Carbono equivalente
DAP:	Disposición a Pagar
DS:	Decreto Supremo
EyE:	Envases y Embalajes
GEI:	Gases de Efecto Invernadero
LB:	Línea Base
OILEC:	Oficina de Implementación Legislativa y Economía Circular
PAC:	Participación Ciudadana
PD:	Proyecto Definitivo
PYMES:	Pequeñas y Medianas Empresas
REP:	Responsabilidad Extendida del Productor
t:	Toneladas
VP:	Valor Presente

### Tipo de Plásticos

1-PET:	Polietileno tereftalato
2-PEBD:	Polietileno de baja densidad
4-PEAD:	Polietileno de alta densidad
3-PVC:	Policloruro de vinilo
5-PP:	Polipropileno
6-PS:	Poliestireno
7	Otros Plásticos

### Formato

- "," separador decimal
- "." separador de miles

## 1 Antecedentes

El presente documento corresponde al AGIES del Anteproyecto de Decreto Supremo que establece Metas de Recolección y Valorización, además de otras obligaciones asociadas para el producto prioritario *Envases y Embalajes*<sup>2</sup>(EyE).

En primer lugar se describe la regulación evaluada y las obligaciones asociadas para los productores, que pongan el en mercado EyE de categoría *domiciliario* y *no domiciliario*; en la sección 2 se presenta la metodología general utilizada y, de manera específica, la metodología que permite establecer la comparación entre las situaciones base y con Anteproyecto.

La sección 3 muestra en detalle la línea base de envases y embalajes puestos en el mercado, valorizados, eliminados y dispuestos inadecuadamente, además de su distribución geográfica, mientras que en la sección 4 se describen los resultados obtenidos respecto de las toneladas recolectadas y recicladas, y los costos y beneficios asociados al cumplimiento de la regulación.

Los detalles metodológicos, supuestos, valores, fuentes de información, etc. se encuentran identificados y detallados en los anexos metodológicos.

### 1.1 Regulación a Evaluar

Según el lugar de generación, la regulación define dos categorías para los envases y embalajes: (1) domiciliarios y (2) no domiciliarios. Determina además las subcategorías reguladas en función de su composición material:

- a) Cartón para líquidos.
- b) Metal
- c) Papel y cartón
- d) Plástico
- e) Vidrio

Se regulan los envases y embalajes domiciliarios de cada una de las cinco subcategorías antes mencionadas, y los envases y embalajes no domiciliarios que pertenezcan únicamente a alguna de las subcategorías de las letras b), c) y d).

Los productores sujetos a la responsabilidad extendida del productor corresponderán a aquellos que pongan en el mercado bienes de consumo envasados o embalados compuestos por al menos uno de los cinco materiales indicados. Sin perjuicio de lo anterior, no estarán sujetos a la regulación los productores que califiquen como microempresas, según las define la Ley N°20.416.

<sup>2</sup> Se considera como envase y embalaje a todo producto fabricado con cualquier material y de cualquier naturaleza, con el objeto de ser usado como contención o protección, o para manipular, facilitar la entrega, almacenar, transportar o para mejorar la presentación de distintos productos, desde materias primas hasta artículos procesados (Resolución exenta 1.492/2017 Ministerio del Medio Ambiente)

### 1.1.1 Envases y Embalajes domiciliarios

#### Metas de recolección y valorización

Los artículos 29 y 30 del Anteproyecto establecen las metas de valorización y recolección de residuos de envases y embalajes domiciliarios, las que serán equivalentes y se entenderán cumplidas en el mismo momento, y se calculan sobre el total puesto en el mercado en el año inmediatamente anterior. Los productores de envases y embalajes domiciliarios, a través de un sistema de gestión (SIG), estarán obligados a cumplir con las siguientes metas de valorización de residuos:

**Tabla 1-1:** Metas de recolección y valorización de residuos de envases y embalajes domiciliarios (%/año)

Año	Meta general <sup>3</sup>	Subcategoría				
		Cartón para líquidos	Metal	Papel y cartón	Plástico	Vidrio
2022	10%	5%	6%	5%	3%	11%
2023	16%	8%	9%	9%	5%	18%
2024	n/a	23%	23%	25%	16%	25%
2025		29%	28%	33%	21%	31%
2026		35%	34%	40%	26%	38%
2027		41%	39%	48%	30%	45%
2028		48%	44%	55%	35%	52%
2029		54%	50%	63%	40%	58%
2030		60%	55%	70%	45%	65%

Fuente: Anteproyecto Decreto Supremo Metas Envases y Embalajes

El decreto define otras obligaciones asociadas, específicamente en el Artículo 44 señala que “...deberán instalar y operar al menos una instalación de recepción y almacenamiento de residuos en todos los centros urbanos, excluidos los de la Región Metropolitana, que tengan entre 40.000 y 119.999 habitantes. En los centros urbanos que tengan más de 120.000 habitantes, deberán instalar y operar, al menos, dos instalaciones de recepción y almacenamiento de residuos, debiendo sumar una instalación adicional a las dos referidas, por cada 80.000 habitantes en exceso de los 120.000.”

Además se contempla la obligación de realizar la recolección domiciliaria de los residuos, permitiendo la entrega separada de los mismos, abarcando, al término del primer año calendario de la entrada en vigencia de este decreto, un territorio que abarque una cantidad de viviendas donde habite, al menos, el 10% de la población total del país. Este porcentaje deberá

<sup>3</sup> Esta meta general deberá cumplirse mediante la suma total de las toneladas de cualquier subcategoría excluyendo vidrio.

incrementarse en 10 puntos porcentuales adicionales, anualmente, hasta cubrir el 85% de las viviendas del país.

### 1.1.2 Envases y Embalajes no domiciliarios

#### Metas de recolección y valorización

Los artículos 33 y 35 de la regulación establecen metas de valorización y recolección de residuos de envases y embalajes no domiciliarios, las cuales se calculan sobre el total puesto en el mercado en el año inmediatamente anterior. Estas, al igual que en el caso domiciliario, serán equivalentes y se entenderán cumplidas en el mismo momento.

Los productores de envases y embalajes no domiciliarios, a través de un sistema de gestión, estarán obligados a cumplir con las siguientes metas de valorización de residuos:

**Tabla 1-2:** Metas de recolección y valorización de residuos de envases y embalajes no domiciliarios (%/año)

Año	Meta general	Subcategoría		
		Metal	Papel y cartón	Plástico
2022	30%	n/a		
2023	40%			
2024	50%			
2025	53%			
2026	n/a	61%	71%	38%
2027		64%	74%	42%
2028		66%	78%	46%
2029		68%	81%	51%
2030		70%	85%	55%

Fuente: Anteproyecto Decreto Supremo Metas Envases y Embalajes

Además, el artículo 40 señala que las metas de valorización, para las 2 categorías consideradas, únicamente podrán cumplirse a través del reciclaje material de los residuos, salvo que el Ministerio autorice, a solicitud del gestor interesado, cumplirse mediante otras formas de valorización.

## 2 Metodología AGIES para metas REP

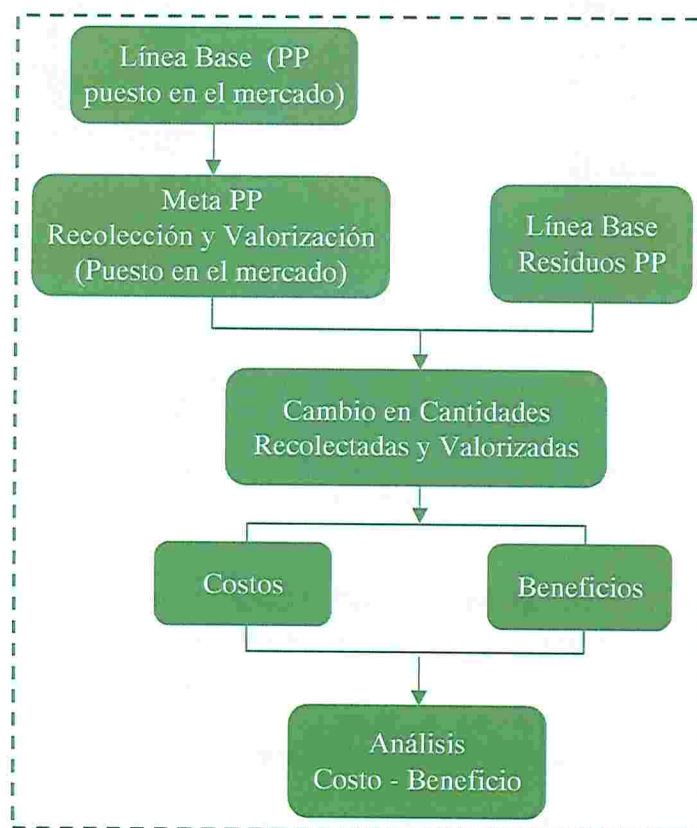
### 2.1 Metodología General

La metodología empleada en la elaboración del AGIES corresponde a un Análisis Costo-Beneficio (ACB) donde se generan diferentes indicadores que dan respuesta a los impactos de una política pública, proporcionando antecedentes que apunten a mejorar la toma de decisiones durante el proceso normativo.

En la Figura 2-1 se muestra un esquema de la metodología general para un ACB de metas de recolección y valorización. La definición de metas implica un cambio en la cantidad de residuo del producto prioritario destinada a recolección y valorización. El AGIES evalúa la diferencia entre lo que se ha denominado “línea base”, que consiste en la situación actual proyectada sin la implementación del Decreto que establece metas, con la situación al implementarse la regulación. Luego, los indicadores son elaborados utilizando una serie de análisis o modelos que permiten relacionar cambios en la cantidad de residuos recolectados y/o valorizados con los beneficios y costos percibidos por los diferentes agentes impactados por la regulación.

Esto implica que el análisis se realiza considerando el impacto adicional que genera la normativa respecto de la situación sin intervención (línea base).

Figura 2-1: Metodología general utilizada en el AGIES



Fuente: Elaboración propia

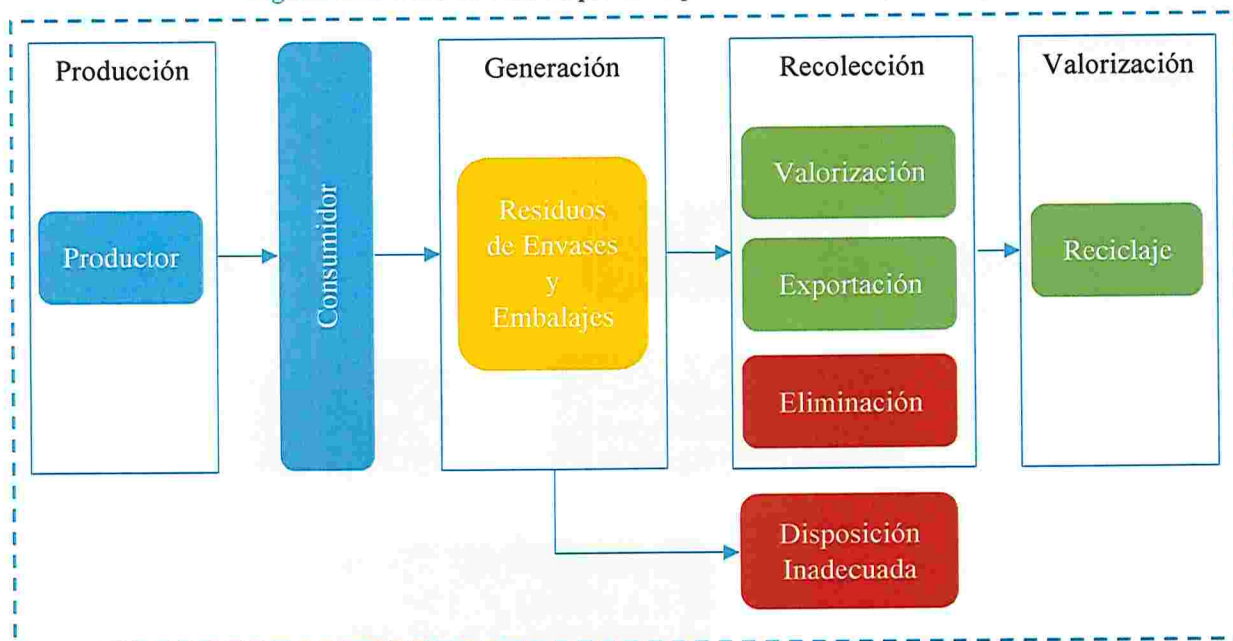
Las etapas secuenciales de un ACB consisten en identificación, cuantificación y valoración de los impactos (Lave and Gruenspecht 1991). De los impactos que pueden ser identificados, sólo algunos pueden ser cuantificados y de aquellos, pocos pueden ser valorados. La diferencia entre la cuantificación y la valoración de los impactos recae en que la valoración implica asignar un valor monetario al impacto cuantificado.

## 2.2 Metodología específica AGIES para envases y embalajes

Para llevar a cabo la evaluación se determina primero la situación actual, identificando todos aquellos aspectos de esta que se verán afectados por la regulación. Posteriormente se determinan los actores de los que depende el cumplimiento, y los aspectos que conciernen a cada uno de ellos, con lo que se plantea un modelo que permita determinar cuál será la situación con anteproyecto.

La determinación de la línea base se basa en la Figura 2-2, que muestra una representación del ciclo de vida de los envases y embalajes. En cada etapa se generarán impactos como consecuencia de la regulación.

Figura 2-2: Ciclo de vida del producto prioritario envases y embalajes



Fuente: Elaboración propia

Para determinar la situación actual se desarrolla una metodología para estimar la cantidad de envases y embalajes introducidos en el mercado, los residuos generados y las cantidades recolectadas y valorizadas. Además, debido a que los consumidores generarán residuos de envases y embalajes a lo largo del territorio nacional, la metodología permite determinar la situación actual considerando una distribución geográfica a nivel comunal.

Para simular la situación con regulación, se desarrolla un modelo que incluye a los actores relevantes y variables que dependen de cada uno.

El modelo considera entonces al regulador, quien determina el qué, cómo y cuándo de la regulación; el regulado, que se verá obligado a cumplir con lo dispuesto por el regulador y decidirá desde dónde recolectar; y el generador del residuo quien deberá responder a los esfuerzos del regulado por cumplir las metas.

Se asume que el regulado buscará cumplir incurriendo en el mínimo costo posible (enfoque costo eficiencia), es decir:

$$\min \text{Costo de cumplimiento (toneladas)}$$

Sujeto a :

$$\sum \text{toneladas valorizadas} = \text{Meta de valorización} - \text{Linea Base de valorización}$$

Específicamente, y dado que es función del AGIES comparar la situación actual con la situación con anteproyecto, el modelo de cumplimiento considera que las toneladas valorizadas deben igualar a la diferencia entre las toneladas a valorizar indicadas por la regulación y las que son valorizadas en la situación actual (tasa de valorización de línea base).

El modelo considera como exógenas (determinadas por el regulador) una serie de obligaciones que el regulado está forzado a cumplir en la forma planteada, lo que restringe las variables que puede modificar al minimizar los costos del cumplimiento.

Del modelo de cumplimiento planteado derivan los costos y beneficios que implicará la implementación de la regulación; en particular el problema de minimización determina los costos de recolección y transporte, mientras que los demás costos y la totalidad de los beneficios dependen directamente de la regulación planteada, es decir, del delta de toneladas a recolectar y valorizar.

Como señala la metodología general de AGIES, es posible identificar costos y beneficios económicos, ambientales y sociales, ligados a cada una de las cinco etapas al ciclo de vida del producto prioritario. Sin embargo, por ser el objeto del modelo el análisis de los impactos asociados a la regulación que establece metas de recolección y valorización, sólo se consideran como relevantes los directamente motivados por esta. Es decir, los únicamente los costos y beneficios asociados a las etapas de recolección y valorización.

La evaluación realizada identifica, cuantifica y valoriza, cuando es posible, los costos y beneficios detallados en la Tabla 2-1.



**Tabla 2-1:** Costos y Beneficios derivados del cumplimiento de la regulación para envases y embalajes

	Valorizados	No valorizados
Costos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos por mayor recolección</li> <li>• Costos por mayor monitoreo y fiscalización</li> <li>• Costos por mayor pretratamiento</li> <li>• Costos por mayor valorización</li> <li>• Costos por necesidad de nuevas instalaciones de valorización</li> <li>• Costos por mayor disposición de rechazos en rellenos</li> <li>• Costos por mayor transporte a valorización</li> <li>• Costos por mayor compra de residuos recolectados para valorización</li> <li>• Costos por difusión y educación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos por adaptación de contratos por parte de las municipalidades en la recolección de residuos sólidos domiciliarios</li> </ul>
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beneficios por mayor ingreso por venta de residuos recolectados</li> <li>• Beneficios por mayor ingreso por venta de residuos valorizados</li> <li>• Beneficios por mayor ahorro en recolección municipal</li> <li>• Beneficios por menor desamenidad asociada a la disposición de residuos en rellenos sanitarios</li> <li>• Beneficios por menores emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, dada la menor disposición de residuos en rellenos sanitarios</li> <li>• Beneficios por menores emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente asociadas a la extracción de materia prima virgen</li> <li>• Beneficios por mayor ahorro al reemplazar materia prima virgen por material reciclado dada la mayor disponibilidad de este último</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beneficios sociales por mayor generación de empleos</li> <li>• Beneficios ambientales por menor riesgo de incendios u otras contingencias en rellenos sanitarios</li> <li>• Beneficios sociales por incentivos a la innovación en el ecodiseño de envases y embalajes</li> <li>• Beneficios por disminución de microbasurales e impactos asociados</li> <li>• Aumento de la conciencia social respecto de la problemática ambiental</li> <li>• Disminución de la dependencia de residuos importados para las industrias de valorización</li> <li>• Beneficios por incentivos a la economía circular</li> <li>• Beneficios por relocalización de los recursos públicos liberados</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.1 Modelo de cumplimiento para metas domiciliarias

La regulación para los residuos domiciliarios de EyE define metas de valorización específicas y generales, gradualidad y cobertura mínima del sistema de recolección. La optimización específica para simular la situación con regulación domiciliaria considera que el regulado decide el lugar geográfico (comuna) desde donde recolectar los residuos y las subcategorías a valorizar para cumplir con las metas generales.

Matemáticamente, considerando el periodo regulatorio 2022-2030, el problema se expresa de la siguiente manera:

$$\min_{X_{c,t}} \sum_t^T Costos_t (CR_t + CT_t) \quad \text{Ecuación 1}^4$$

Sujeto a :

$$\sum_c X_{c,t} * NumV_{c,t} * GenDom_{c,k,t} * Part_{c,t} - Rechazo_{c,k,t} \geq \Delta meta Dom_{k,t}$$

$$\sum_c X_{c,t} * NumV_{c,t} * GenDom_{c,t} * Part_{c,t} - Rechazo_{c,t} \geq \Delta meta Dom general_t$$

$$\sum_c (X_{c,t} * NumV_{c,t}) \geq \sum_c NumV_{c,t} * obligación cobertura_t$$

$$0 \leq X_{c,t} \leq 1$$

$$X_{c,t} \leq X_{c,t+1}$$

Donde:

$X_{c,t}$ : Proporción de viviendas de la comuna  $c$  a las que se prestará el servicio de recolección durante el periodo  $t$

$CR_t$ : Costos de recolección en el periodo  $t$  (\$/año)

$CT_t$ : Costos de transporte a valorización en el periodo  $t$  (\$/año)

$NumV_{c,t}$ : Número de viviendas en la comuna  $c$  durante el periodo  $t$

$GenDom_{c,t}$ : Generación total de residuos de EyE de una vivienda en la comuna  $c$  en el periodo  $t$  (ton/viv/año)

$GenDom_{c,k,t}$ : Generación de residuos de EyE de subcategoría  $k$ , de una vivienda en la comuna  $c$  en el periodo  $t$  (ton/viv/año)

<sup>4</sup> Se considera que al atender una vivienda el regulado deberá recibir la totalidad de los residuos de EyE generados por esta, es decir, no es posible recolectar solo alguna(s) subcategoría(s).

$Part_{c,t}$ : Total de viviendas de la comuna  $c$  que, en el periodo  $t$ , participan del esquema de recolección (%)

$\Delta meta Dom_{k,t}$ : Toneladas de EyE de materialidad  $k$  adicionales a valorizar para cumplir con la obligación específica del periodo  $t$  (t/año)

$\Delta meta Dom general_t$ : Toneladas de EyE a adicionales a valorizar para cumplir con la obligación del periodo  $t$  (t/año)

$Rechazo_{k,t}$ : Toneladas de EyE de materialidad  $k$  recolectadas en el periodo  $t$  que no se valorizan (t/año)

La cuantificación en toneladas, de las metas para la categoría *Domiciliario* es:

**Tabla 2-2:** Metas domiciliarias de recolección y valorización en toneladas por subcategoría (t/año)

Subcategoría	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
General <sup>5</sup>	83.394	137.026	n/a						
Cartón para líquidos	1.296	2.164	6.489	8.534	10.744	13.128	16.032	18.814	21.805
Metal	5.780	8.688	22.250	27.145	33.032	37.970	42.929	48.887	53.890
Papel y Cartón	17.851	33.050	94.431	128.214	159.856	197.314	232.556	274.001	313.154
Plástico	10.640	18.280	60.301	81.587	104.128	123.853	148.952	175.481	203.505
Vidrio	60.267	102.599	148.248	191.245	243.888	300.469	361.218	419.154	488.695

Como se mencionó anteriormente la evaluación considera los costos y beneficios dados por la diferencia entre la línea base y las exigencias de la regulación. Específicamente el problema de optimización planteado tiene como restricción valorizar el total de toneladas detalladas en la Tabla 2-3.

**Tabla 2-3:** Delta de metas domiciliarias de recolección y valorización en toneladas por subcategoría (t/año)

Subcategoría	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
General <sup>6</sup>	0	47.232	n/a						
Cartón para líquidos	356	1.183	5.466	7.467	9.631	11.967	14.821	17.551	20.438
Metal	0	2.037	15.585	20.465	26.338	31.262	36.207	42.150	47.139
Papel y Cartón	0	0	27.017	58.872	88.531	123.949	157.092	196.379	233.311
Plástico	0	1.657	43.165	63.922	85.918	105.082	129.602	155.534	182.943
Vidrio	0	13.217	55.259	94.504	143.244	195.763	252.288	305.829	370.797

Se considera, además, que la prestación de un servicio de recolección a la población no es el único factor que influye en la cantidad de residuos que se pueden recolectar. Por circunstancias totalmente exógenas al regulado, el generador tiene una determinada disposición de responder a los esfuerzos por recolectar. Para efectos de la evaluación, esta disposición se denomina *tasa de participación potencial* o *participación* y corresponde al porcentaje de la población que, de

<sup>5</sup> Excluye la subcategoría *Vidrio*

<sup>6</sup> Excluye la subcategoría *Vidrio*

manera constante en el tiempo y en las mejores condiciones posibles, entrega la totalidad de residuos de EyE cuando su vivienda es atendida por un sistema de recolección selectiva de residuos puerta a puerta.

La participación restringe la cantidad de residuos que podrán recolectarse (Read A. 1999), de modo que las metas de recolección deberán acompañarse de estrategias para aumentar el interés de las personas en reciclar, de tal forma de alcanzar mayores niveles de participación.

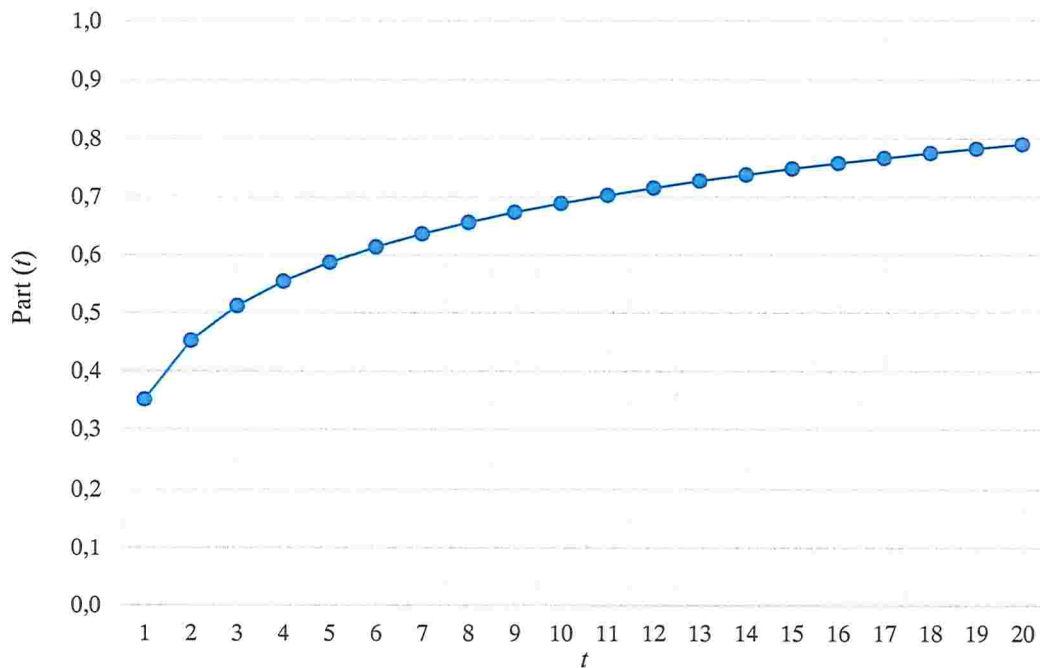
El modelo planteado considera una función de participación comunal, en razón del tiempo que, para el periodo considerado por la regulación, sigue la trayectoria logarítmica mostrada en la Figura 2-3, y que matemáticamente se expresa como:

$$Part_{c,t}(t) := 0,1498 * \ln(t) + Part_{c,t}(t = 0) \tag{Ecuación 2}$$

Donde:

$Part_{c,t}(t)$ : Tasa de participación de la comuna  $c$  en el periodo  $t$

**Figura 2-3:** Trayectoria de la función de participación para un periodo de 20 años (promedio nacional)



Fuente: Elaboración propia

Para la evaluación se considera un periodo de 8 años, con lo que se considera el intervalo de las función comprendido entre  $t=1$  y  $t=8$ .

La metodología específica para estimar la función de participación y las limitaciones de ésta, se describe en el Anexo B.

### 2.2.2 Modelo de cumplimiento para metas no domiciliarias

Para cumplir con la regulación específica para residuos de envases y embalajes no domiciliarios, se considera una generación de residuos a nivel comunal (acumulado del total de establecimientos generadores ubicados en esa comuna). Se considera que el regulado podrá optar por recolectar desde la comuna y la subcategoría de residuos que le permitan minimizar sus costos (esto último para los periodos en que no exista una meta específica), y que el costo relevante sólo dependerá de la distancia entre las comunas de recolección y las plantas de valorización<sup>7</sup>.

El problema del regulado se puede expresar de la siguiente manera:

$$\min_{Y_{c,k,t}} \sum_t^T Costos_t(CT_t) \tag{Ecuación 3}$$

Sujeto a :

$$\sum_c Y_{c,k,t} * GenNoDom_{c,k,t} - Rechazo_{c,k,t} \geq \Delta meta NoDom_{k,t}$$

$$\sum_c Y_{c,t} * GenNoDom_{c,t} - Rechazo_{c,t} \geq \Delta meta NoDom general_t$$

$$0 \leq Y_{c,k,t} \leq 1$$

Donde:

$Y_{c,k,t}$ : Proporción de los residuos de EyE no domiciliarios de subcategoría  $k$  generados en la comuna  $c$  que se recolectan durante el periodo  $t$

$Y_{c,t}$ : Proporción de la totalidad de residuos de EyE no domiciliarios generados en la comuna  $c$  que se recolectan durante el periodo  $t$

$CT_t$  : Costos de transporte a valorización en el periodo  $t$  (\$/año)

$GenNoDom_{c,t}$  : Generación total de residuos de EyE de una comuna  $c$  en el periodo  $t$  (t/año)

$GenNoDom_{c,k,t}$  : Generación de residuos de EyE de subcategoría  $k$  de una comuna  $c$  en el periodo  $t$  (t/año)

$\Delta meta NoDom_{k,t}$  : Toneladas de EyE de materialidad  $k$  adicionales a valorizar para cumplir con la obligación específica del periodo  $t$  (t/año)

$\Delta meta NoDom general_t$ : Toneladas de EyE adicionales a valorizar para cumplir con la obligación del periodo  $t$  (t/año)

$Rechazo_{k,t}$ : Toneladas de EyE de materialidad  $k$  recolectadas en el periodo  $t$  que no se valorizan (t/año)

<sup>7</sup> Se considera que los costos de recolección son independientes de la subcategoría o lugar de la recolección.

La Tabla 2-4 y 2-5 indican las equivalencias, en toneladas, de las metas evaluadas, específicamente la Tabla 2-5 señala los valores con conforman la restricción al problema de optimización antes descrito.

**Tabla 2-4:** Meta no domiciliarias de recolección y valorización en toneladas por subcategoría (t/año)

Subcategoría	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
General	269.748	370.084	476.018	519.220	n/a				
Metal	n/a				340.414	364.945	395.675	422.645	456.202
Papel y Cartón					191.255	217.907	246.021	281.176	312.581
Plástico					15.460	16.255	16.799	17.345	17.893

**Tabla 2-5:** Delta de metas no domiciliarias de recolección y valorización en toneladas por subcategoría (t/año)

Subcategoría	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
General	0	0	10.914	40.845	n/a				
Metal	n/a				7.216	7.994	8.520	9.048	9.578
Papel y Cartón					0	0	0	0	13.699
Plástico					102.767	126.689	151.990	184.244	212.660

### 3 Línea Base

La metodología detallada en el Anexo A permite determinar un valor actual y proyectado para la situación actual al cuantificar cada uno de los términos de la Ecuación 4.

$$EyE_{k,t} = \sum_i Val_{i,k,t} + DI_{i,k,t} + Elim_{i,k,t} \tag{Ecuación 4}$$

Donde,

- $EyE_{k,t}$ : Total de envases y embalajes de subcategoría  $k$  puestos en el mercado en el periodo  $t$  (ton/año).
- $Val_{i,k,t}$ : Total de categoría  $i$  y subcategoría  $k$ , valorizado durante el periodo  $t$  (ton/año)
- $DI_{i,k,t}$ : Total de categoría  $i$  y subcategoría  $k$ , dispuesto inadecuadamente durante el periodo  $t$  (ton/año)
- $Elim_{i,k,t}$ : Total de categoría  $i$  y subcategoría  $k$ , eliminado durante el periodo  $t$  (ton/año)

Considerando la mejor información disponible se determina entonces la línea base de envases y embalajes puestos en el mercado para el año 2018 en 2.082.396 toneladas<sup>8</sup>, las que se consideran transformadas en residuos en durante el mismo periodo de tiempo.

De este total, aproximadamente el 60% es generado a nivel domiciliario mientras que el 40% restante a nivel no domiciliario.

La Tabla 3-1 detalla la composición de lo puesto en el mercado según subcategoría y destino final para los envases y embalajes domiciliarios regulados para el año 2018, mientras que la Tabla 3-2 desglosa la misma información para los envases y embalajes no domiciliarios.

**Tabla 3-1:** Línea Base de envases y embalajes domiciliarios para 2018 (en toneladas)

Subcategoría	Puesto en el Mercado	Disposición inadecuada	Eliminación	Valorización
Cartón para líquidos	22.844	2.392	19.624	828
Metal	95.719	7.247	81.876	6.595
Papel y Cartón	328.049	10.125	259.376	58.548
Plástico	323.776	30.501	278.554	14.721
Vidrio	486.576	14.066	396.209	76.301
<b>Total</b>	<b>1.256.964</b>	<b>64.331</b>	<b>1.035.639</b>	<b>156.993</b>

Fuente: Elaboración propia en base a ANIR 2017; ABENIS 2018; CENEM 2018; Huaiquilaf 2018 y ASIPLA 2019

<sup>8</sup> El total considera solo las subcategorías objeto de la regulación

**Tabla 3-2:** Línea Base de envases y embalajes no domiciliarios para 2018 (en toneladas)

Subcategoría	Puesto en el Mercado	Eliminación	Valorización
Metal	24.971	16.849	8.122
Papel y Cartón	393.566	69.080	324.486
Plástico	406.895	335.357	71.538
<b>Total</b>	<b>825.432</b>	<b>421.286</b>	<b>404.146</b>

Fuente: Elaboración propia en base a ANIR 2017; ABENIS 2018; CENEM 2018; Huaiquilaf 2018 y ASIPLA 2019

Adicionalmente se presenta en la Tabla 3-3 la distribución geográfica de los residuos de envases y embalajes que son eliminados o dispuestos inadecuadamente, y que son, por lo tanto, aquellos que disponibles para recolectarse y cumplir con la regulación.

**Tabla 3-3.** Distribución geográfica de los residuos de disponibles para cumplimiento en 2018 (en toneladas)

Región	Domiciliario	No Domiciliario
Arica y Parinacota	20.926	0
Tarapacá	24.788	7.593
Antofagasta	34.313	80.857
Atacama	15.529	3.848
Coquimbo	48.127	32.403
Valparaíso	119.493	101.312
Metropolitana de Santiago	461.496	46.083
Libertador General Bernardo O'Higgins	49.698	42.507
Maule	55.706	19.779
Ñuble	27.114	1.301
Biobío	77.263	55.561
La Araucanía	59.587	11.476
Los Ríos	28.458	0
Los Lagos	53.269	14.130
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	8.838	0
Magallanes y de la Antártica Chilena	15.365	4.434
<b>Total nacional</b>	<b>1.099.970</b>	<b>421.286</b>

Fuente: Elaboración propia en base a ANIR 2017; ABENIS 2018; CENEM 2018; Huaiquilaf 2018; ASIPLA 2019; CONAMA 2006 e IASA 2010

Es posible apreciar las diferencias de acuerdo a si la procedencia del residuo es domiciliario o no domiciliario. En el primer caso, la generación ocurre en cada una de las regiones ya que de acuerdo a la distribución de la población; en el segundo, la generación ocurre en las regiones



donde la actividad industrial se encuentre presente. La metodología utilizada para calcular esta distribución se detalla en el Anexo A.

Proyectando la línea base en el tiempo, específicamente para el periodo 2019-2030 es posible cuantificar las toneladas que se deberán recolectar y valorizar.

Las toneladas que se consideran como puestas en el mercado para la evaluación son:

**Tabla 3-4:** Proyección temporal del total de envases y embalajes puestos en el mercado por categoría (t/año)

<b>Año</b>	<b>Domiciliario</b>	<b>No Domiciliario</b>	<b>Total</b>
<b>2019</b>	1.297.155	849.292	2.146.447
<b>2020</b>	1.338.757	873.860	2.212.617
<b>2021</b>	1.381.822	899.159	2.280.981
<b>2022</b>	1.426.402	925.211	2.351.613
<b>2023</b>	1.472.552	952.036	2.424.588
<b>2024</b>	1.520.328	979.660	2.499.988
<b>2025</b>	1.569.791	1.008.105	2.577.896
<b>2026</b>	1.621.002	1.037.396	2.658.398
<b>2027</b>	1.674.022	1.067.557	2.741.579
<b>2028</b>	1.728.918	1.098.616	2.827.534
<b>2029</b>	1.785.759	1.130.598	2.916.357
<b>2030</b>	1.844.614	1.163.532	3.008.146

Fuente: Elaboración propia en base a ANIR (2017); ABENIS (2018); CENEM (2018); Huaiquilaf (2018); y ASIPLA (2019).

## 4 Resultados

Se presentan a continuación los resultados obtenidos utilizando la metodología anteriormente señalada. Los valores corresponden a la situación con regulación y representan la diferencia con la situación actual en toneladas recolectadas y valorizadas, y los costos y beneficios asociados al cumplimiento de las metas para el periodo 2022-2030.

### 4.1 Toneladas recolectadas y valorizadas

Para el periodo de 8 años evaluado, la regulación consigue aumentar en 80% las toneladas valorizadas tal como detalla la Tabla 4-1.

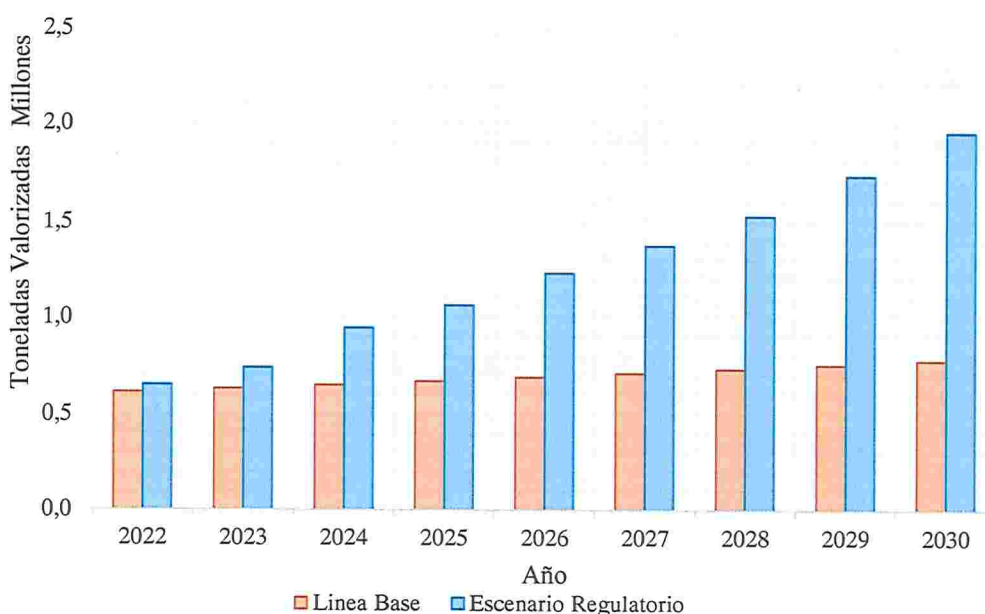
**Tabla 4-1:** Toneladas recolectadas y valorizadas con escenario regulatorio (en toneladas)

Destino	Línea Base	Escenario Regulatorio
Valorización	6.229.059	11.223.881
Eliminación por rechazo	0	384.664
<b>Total Recolectado</b>	6.229.059	11.608.546

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4-1 se comparan la situación actual con la situación con regulación a lo largo del tiempo:

**Figura 4-1:** Toneladas valorizadas escenario regulatorio y línea base (t/año)

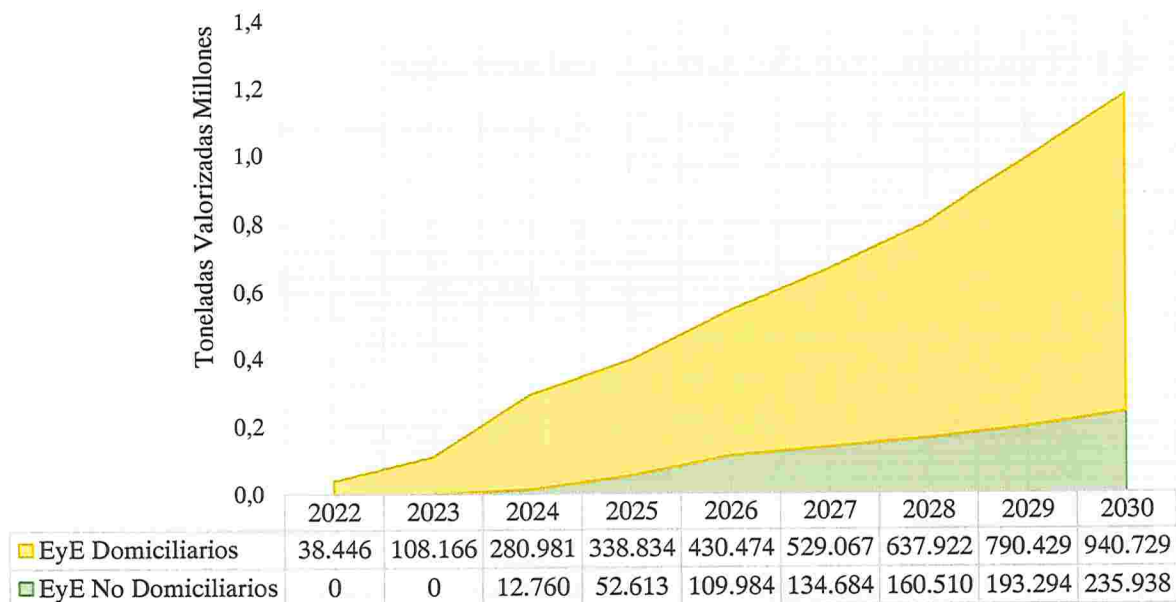


Fuente: Elaboración propia

Del total de residuos valorizados debido a la implementación de la regulación (delta), durante los años 2022 y 2023 la totalidad corresponden a la categoría *Domiciliario*, posteriormente se incorporan EyE no domiciliarios representado el 4,3% y el 20% del total en 2024 y 2030 respectivamente.

En detalle:

Figura 4-2: Toneladas valorizadas por categoría (t/año)



Fuente: Elaboración propia

A nivel de subcategoría la distribución de las toneladas valorizadas es la siguiente

Tabla 4-2: Distribución de las toneladas adicionales valorizadas debido al escenario regulatorio (t/año)

Categoría	Subcategoría	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Domiciliario</b>	Cartón para Líquidos	850	2.415	6.340	7.724	9.914	12.309	14.991	18.760	22.548
	Metal	2.930	8.002	20.178	23.619	29.123	34.737	40.644	48.865	56.425
	Papel y Cartón	9.833	27.567	71.351	85.723	108.495	132.826	159.518	196.852	233.311
	Plástico	9.170	25.764	66.831	80.468	102.066	125.228	150.721	186.400	221.406
	Vidrio	15.664	44.418	116.280	141.299	180.876	223.968	272.049	339.552	407.039
<b>No Domiciliario</b>	Metal	0	0	0	0	7.218	7.994	8.520	9.049	9.580
	Papel y Cartón	0	0	0	0	0	0	0	0	13.698
	Plástico	0	0	12.760	52.613	102.766	126.690	151.990	184.245	212.660

Fuente: Elaboración propia

La obligación asociada determina el número de viviendas que, para cada año, deben contar con el servicio de recolección selectiva puerta a puerta. El cumplimiento de esta obligación se muestra en la tabla siguiente, la que detalla el número de viviendas atendidas a nivel nacional y el porcentaje del total de viviendas para ese año. Los costos asociados se incluyen dentro de los costos de recolección domiciliarios.

**Tabla 4-3:** Cumplimiento de la obligación asociada de cobertura domiciliaria (%/año)

Año	Viviendas Atendidas	Total Viviendas	Cobertura
2022	708.003	7.080.032	10,0%
2023	1.429.438	7.147.192	20,0%
2024	2.740.892	7.215.981	38,0%
2025	3.028.641	7.286.502	41,6%
2026	3.730.145	7.358.758	50,7%
2027	4.514.744	7.432.865	60,7%
2028	5.279.105	7.508.839	70,3%
2029	6.384.836	7.586.818	84,2%
2030	7.334.154	7.666.812	95,7%

Fuente: Elaboración propia

La obligación especificada del Artículo 44 relativa a la instalación de lugares de recepción de residuos se traduce en:

**Tabla 4-4:** Instalaciones de recepción necesarias para cumplir con la regulación

Región	Número de instalaciones necesarias para cumplir con la regulación
Arica y Parinacota	4
Tarapacá	7
Antofagasta	9
Atacama	4
Coquimbo	9
Valparaíso	23
Metropolitana de Santiago	0
Libertador General Bernardo O'Higgins	7
Maule	10
Ñuble	3
Biobío	19
La Araucanía	7
Los Ríos	3
Los Lagos	7
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	1
Magallanes y de la Antártica Chilena	3
<b>Total nacional</b>	<b>116</b>

Considerando lo reportado en SUBDERE (2018), no existe diferencia entre la línea base y la obligación de instalaciones de recepción, luego no se considera que exista un costo asociado.

## 4.2 Costos asociados a las metas de recolección y valorización

El valor presente de los costos agregados dados por el cumplimiento de la regulación en el periodo evaluado asciende a MUSD \$1.713, que en un 74% se debe al cumplimiento de metas para envases y embalajes domiciliarios.

**Tabla 4-5:** Costos para cumplimiento de metas de recolección y valorización (MUSD-2019)<sup>9</sup>

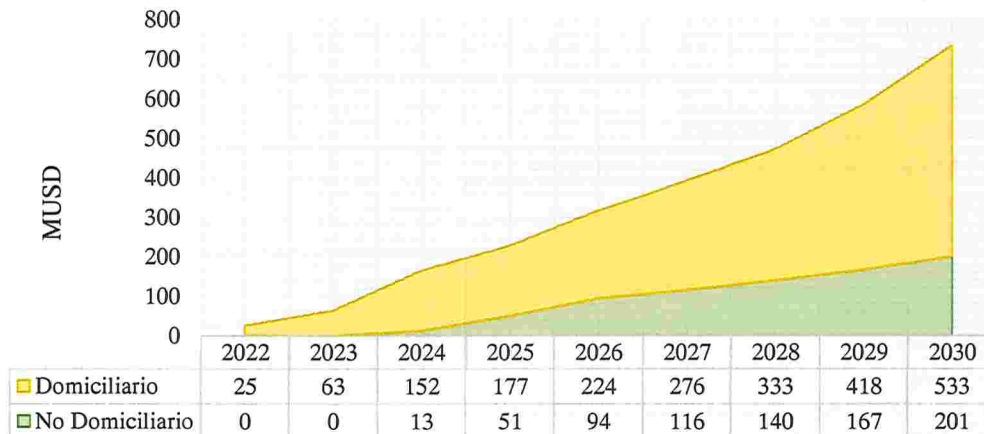
Componente del costo	Categoría		Total (MUSD-2019)
	Domiciliario	No domiciliario	
Recolección	287,53	8,57	296,10
Transporte	37,78	5,04	42,82
Pretratamiento	158,52	28,56	187,08
Valorización	399,44	246,23	645,67
Aumento capacidad valorización	25,79	11,62	37,41
Compra recolectado	281,81	135,86	417,66
Participación	68,52	0,00	68,52
Administración SG	8,86	1,6	10,45
Fiscalización SG	0,28		0,28
Garantía SG	5,67	1,02	6,69
<b>Costo Total</b>	<b>1.267,15</b>	<b>435,32</b>	<b>1.712,67</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 4-5, en ambas categorías el componente de costo más preponderante es el de proceso de tratamiento, alcanzando el 31% y 56% del total de costos para las categorías domiciliario y no domiciliario respectivamente.

Por otro lado, la distribución temporal de los costos es:

**Figura 4-3:** Distribución temporal de los costos de la regulación según categoría (MUSD/año)



Fuente: Elaboración propia

<sup>9</sup> Se considera una tasa de descuento social de 6%

Existen además costos no valorizados en esta evaluación, pero que pueden considerarse como derivados de la regulación. Un ejemplo de esto es el costo que pudiesen tener las municipalidades al verse en la necesidad de modificar los contratos de recolección de residuos domiciliarios dada la disminución de la necesidad de este servicio.

### 4.3 Beneficios asociados a las metas de recolección y valorización

Los beneficios en valor presente ascienden a MUSD 1.897; el 69% se asocia al cumplimiento de la regulación para la categoría domiciliario, mientras que el 31% restante se generan por el cumplimiento de la categoría no domiciliario. Para ambas categorías el mayor aporte al beneficio total es generado por la venta de residuos valorizados.

El detalle de los beneficios en valor presente es:

**Tabla 4-6:** Beneficios para cumplimiento de metas de recolección y valorización (MUSD-2019)<sup>10</sup>

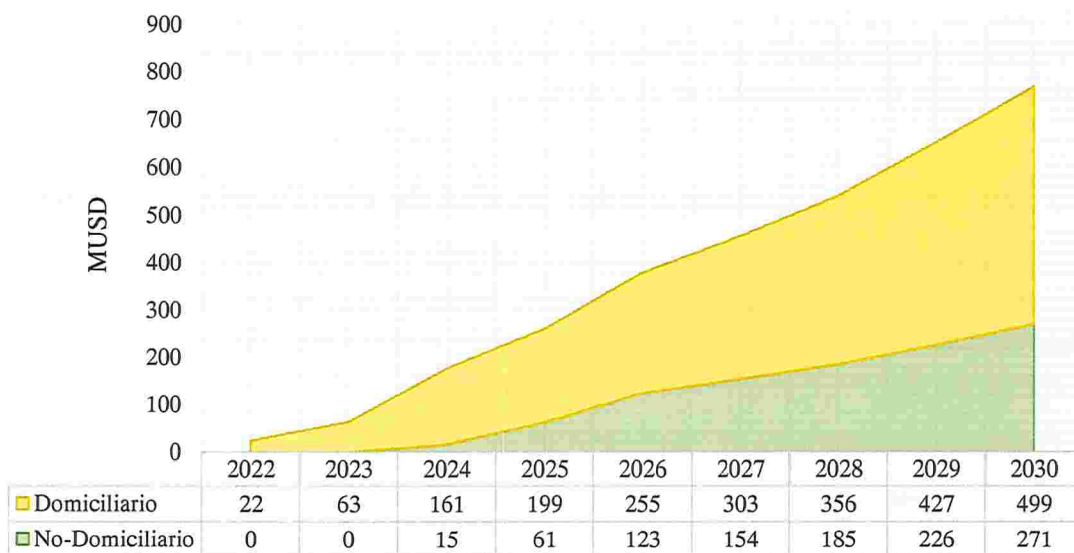
Componente del beneficio	Categoría		Total (MUSD-2019)
	Domiciliario	No domiciliario	
Ahorro en recolección y disposición municipal	129,03	n/a	129,03
Ahorro en eliminación	n/a	11,38	11,38
Menores emisiones por eliminación	117,75	19,16	136,91
Menores emisiones por extracción de material virgen	10,73	n/a	10,73
Menores desamenidades asociadas a eliminación	36,65	7,76	44,41
Ahorro por reemplazo de insumos productivos	48,51	n/a	48,51
Ingresos por ventas de residuos recolectados	322,14	145,01	467,16
Ingreso por ventas de residuos valorizados	656,36	393,00	1.049,36
<b>Beneficio Total</b>	<b>1.321</b>	<b>576,30</b>	<b>1.897</b>

Fuente: Elaboración propia

Del total de beneficios, los asociados a las metas domiciliarias representan el 92% del total para el año 2023 y el 65% para el año 2030. El detalle en la Figura 4-4.

<sup>10</sup> Se considera una tasa de descuento social de 6%

Figura 4-4: Distribución temporal de los beneficios de la regulación según categoría (MUSD/año)



Fuente: Elaboración propia

Como antes se indicó la inexistencia de metodologías validadas y la dificultad de cuantificar los impactos asociados, han impedido que para la evaluación del Anteproyecto se puedan valorizar todos los beneficios generados. Algunos de estos beneficios no valorizables son:

- Disminución en las cantidades de residuos que llegan a cursos de aguas: la implementación de un servicio de recolección de residuos domiciliarios puerta a puerta para más del 90% de las viviendas para el año 2030, asegura que los residuos que hoy son dispuestos de manera inadecuada disminuyan.
- Incentivos a la innovación en el ecodiseño de envases y embalajes generados ya que el costo al productor depende del gramaje del EyE que pone en el mercado.
- Incentivos a la economía circular por la mayor cantidad de materiales recolectados que permitirán se desarrollen nuevos negocios asociados, especialmente aquellos enfocados en la reincorporación de los residuos en nuevos procesos productivos, generando un impulso a esta forma de producción, incrementado los ingresos y los empleos asociados.
- Disminución de microbasurales, dados por la disminución de la mala disposición que genera un círculo vicioso atrayendo la acumulación de más residuos. Las metas de recolección evitaban que esto siga ocurriendo en la misma magnitud.
- Aumento de la conciencia social respecto de la problemática ambiental al acercar a cada vivienda las iniciativas de recolección y reducción de residuos. Esto es especialmente cierto para aquellos sectores en los que no existen alternativas que permitan disponer adecuadamente los residuos hoy en día.

- Aumento en mano de obra contratada: La implementación de nuevos servicios de recolección, pretratamiento y valorización acarrea una nueva necesidad de mano de obra con distintos niveles de calificación.
- Disminución de dependencia de residuos importados considerando que ciertas industrias, dada la baja tasa de recolección de línea base, necesitan importar residuos desde el extranjero. La implementación de las metas eliminará esta necesidad dando mayor autonomía a la industria nacional, la que también se verá menos dañada por las potenciales variaciones del tipo de cambio.
- Liberación de recursos públicos, pues la implementación de la regulación asegura que los gastos en que tanto las municipalidades como los gobiernos regionales incurren para financiar los servicios de recolección de residuos domiciliarios disminuyan, con lo que se liberan fondos que podrán ser usados en ámbitos como educación, salud, seguridad, etc. o cualquier otro con mayor rentabilidad más desde el punto de vista social.

#### 4.4 Indicadores económicos

La implementación del escenario regulatorio significa aumentos en costos y beneficios. Estos resultados se integran en la razón Beneficio Costo, que permite estimar si la regulación implica o no mayores beneficios en términos monetarios para la sociedad. Los indicadores económicos estimados se muestran en la Tabla 4-7, donde para la categoría no domiciliario el beneficio valorizado asociado a los beneficios mostrados en la Tabla 4-6 asciende a un Valor Presente de MUSD 576,3. El costo valorizado se estima en un valor Presente de MUSD 438,5. Esto implica una razón beneficio costo de 1,31.

Para la categoría domiciliario los beneficios agrupados ascienden a un Valor Presente de MUSD 1.321, mientras que la suma en valor presente de los costos se estiman en MUSD 1.273,9 con lo que la razón beneficio costo es de 1,04.

Si se consideran ambas categorías de manera agregada, se obtiene una razón beneficio costo de 1,1 para la regulación evaluada.

**Tabla 4-7:** Indicadores económicos de la regulación

Indicador	Categoría		Total (MUSD-2019)
	Domiciliario	No domiciliario	
VP Beneficio (MUSD-2019)	1.321,2	576,3	1.897
VP Costo (MUSD-2019)	1.273,9	438,5	1.713
Razón B/C	<b>1,04</b>	<b>1,31</b>	<b>1,11</b>

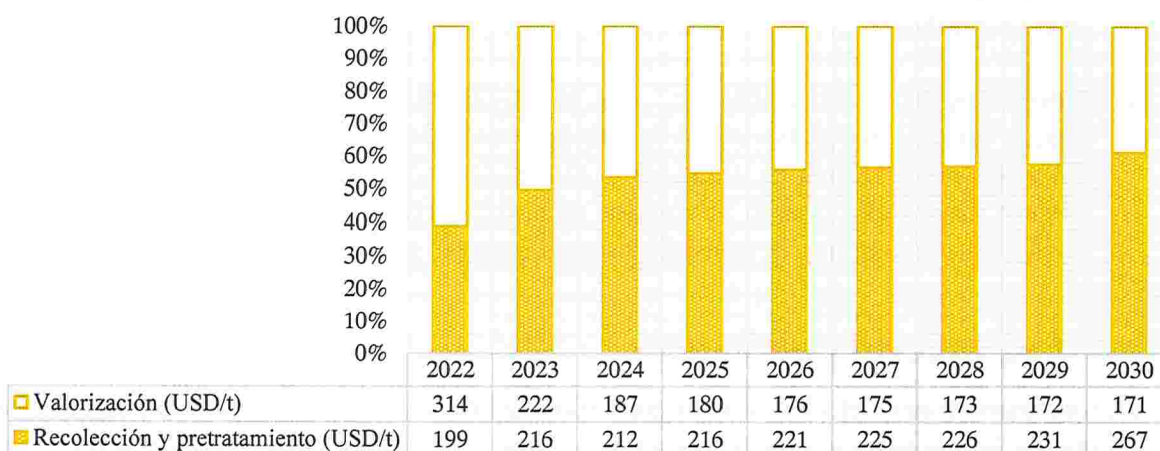
Fuente: Elaboración propia



### 4.5 Costos unitarios

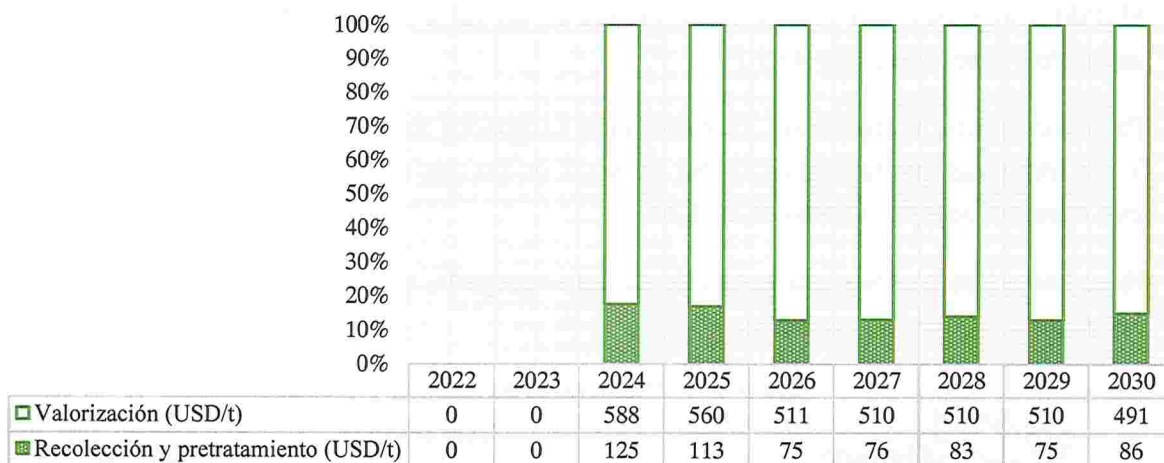
Considerando los costos y las cantidades de residuos recolectadas en el horizonte de evaluación, es posible obtener un costo unitario de recolección (que considera el proceso de recolección, el pretratamiento y la difusión) y de valorización (que incluye el costos operativo y las necesidades de instalar capacidades adicionales) por categoría, detallados en las Figuras 4-5 y 4-6.

Figura 4-5: Costo unitario de recolección y valorización categoría *Domiciliario* (USD/t)



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-6: Costo unitario de recolección y valorización categoría *No Domiciliario* (USD/t)



Fuente: Elaboración propia

Los costos unitarios de recolección y pretratamiento obtenidos se mueven en los rangos de los costos por tonelada en países europeos donde los sistemas de gestión reportan para este ítem valores de entre EUR 9,9 y EUR 367 por tonelada al 2017 (EXPRA 2018).

## 5 Conclusiones

El AGIES evaluó los beneficios y costos de las metas de recolección, valorización y otras obligaciones asociadas para envases y embalajes, definidas en el Anteproyecto correspondiente, en un horizonte de 12 años (2019-2030).

Los resultados indican que los beneficios valorizables por la reducción de la eliminación, aumento en recolección y valorización, y menores emisiones y desamenidades, ascienden a USD 1.897 millones en valor presente. Por otro lado, los costos monetizados por la recolección, transporte, pretratamiento, valorización, administración, fiscalización y garantía del Sistema de Gestión se estiman en USD 1.713 millones en valor presente.

La valoración de los beneficios y costos del escenario regulatorio propuesto indica que la implementación de las metas es rentable desde la perspectiva social con una razón beneficio-costos de 1,1.

Si bien el mayor aporte a los beneficios netos se genera desde la categoría No Domiciliario, es importante considerar que la categoría Domiciliario tiene aparejada una obligación de recolección selectiva puerta a puerta y exigencias de cobertura nacional, lo que sin dudas genera que los costos se acerquen más, en términos comparativos a los beneficios valorizados, pero también que aumenten los beneficios no valorizables que se han descrito en la evaluación.

Finalmente, es de relevancia señalar que los resultados obtenidos en esta evaluación obedecen a la metodología y supuestos establecidos y deben ser considerados como un antecedente más para la toma de decisiones, a la cual se deben incorporar otros elementos importantes para la discusión del instrumento.

## Referencias

ABENIS (2018). "Informe metodológico para la determinación de importaciones y exportaciones indirectas del producto prioritario Envases y Embalajes, contenido en la Ley 20.920."

Abenis (2018). Sistema de información para la determinación de importaciones y exportaciones indirectas del producto prioritario envases y embalajes, contenido en la Ley 20.920. Santiago de Chile, Ministerio del Medio Ambiente.

ANIR (2017). "Diagnóstico y propuesta de Acuerdo de Producción Limpia. Sector industria del Reciclaje en Chile."

ASIPLA (2019). Estudio sobre reciclaje de plásticos en Chile.

CENEM (2017). Piloto de Gestión Integral de Residuos de Envases y Embalajes Pos Consumo Domiciliario, Centro de Envases y Embalajes de Chile.

CENEM (2018). "Anuario estadístico 2018. Industria chilena del Envase y Embalaje - ejercicio 2017."

Cimpan C. and Wenzel H. (2015). "Insight into economies of scale for waste packaging sorting plants."

Coggins, P. C. (1994). "Who is the recycler?" Journal of Waste Management and Resource recovery 11(2): 69-75.

CONAMA (2006). Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana, Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Deloitte (2015). "Increased EU plastics recycling targets: Environmental, economic and social impacts assessment."

Do Valle P., R. E., Menezes J., y Rebelo E. (2004). "Behavioral determinants of household recycling participation. The Portuguese Case." Environment and Behavior 36, N°4 505-540.

European Commission (2000). A study on the economic valuation of environmental externalities from landfill disposal and incineration of waste.

European Commission (2014). Development of a modelling tool on Waste generation and management, European Commission.

EXPRA (2018). Inspiring Packaging Recycling.

FoE (2001). "Recycling in action. Leading case studies across England and Wales." Publications team at the Community Recycling Network. Friends of Earth.

Grodzinska-Jurczak M., Tomal P., et al. (2006). "Effects of an educational campaign on public environmental attitudes and behavior in Poland. ." Resources, Conservation and Recycling 46: 182-197.

Huaiquilaf (2018). Catastro nacional de instalaciones de recepción y almacenamiento, e instalaciones de valorización de residuos en Chile.

IASA (2010). "Estudio de factibilidad técnico ambiental, social y económica para la implementación del Plan de Acción "Santiago Recicla"."

Jenkins R., M. S., Palmer K. y Podolsky M. (2003). "The determinants of household recycling: a material-specific analysis of recycling program features and unit pricing. ." Journal of Environmental economics and management 45: 294-318.

KDM (2017). "Piloto de recolección selectiva de reciclables, resultados 2015-2016."

Lave, L. and H. Gruenspecht (1991). "Increasing the Efficiency and Effectiveness of Environmental Decisions: BenefitCost Analysis and Effluent Fees." Journal of Air and Waste Management 41: 680-690.

MIDESO (2016). "Metodología de medición de pobreza multidimensional con entorno y redes. CASEN 2015. ." Serie Documentos Metodológicos CASEN 32.

MIDESO (2018). "Precios sociales." Depto Metodologías y Estudios - División de Evaluación Social de Inversiones.

Ministerio de Hacienda (2019). Bonos vigentes Tesorería de la República de Chile.

MMA (2018). Análisis general de impacto económico y social de Anteproyecto de Decreto Supremo que establece metas y obligaciones asociadas de residuos de Neumáticos.

Perrin D. and Barton J. (2001). "Issues associated with transforming household attitudes and opinions into material recovery: a review of two kerbside recycling schemes. ." Resources, Conservation and Recycling 33: 61-74.

Read A. (1999). "A Weekly doorstep recycling collection, I had no idea we could! Overcoming the local barriers to participation." Resources, Conservation and Recycling 26: 217-224.

Read A. and Robinson G. (2005). "Recycling behaviour in a London Borough: Results from large-scale household surveys." Resources, Conservation and Recycling 45: 70-83.

SEIA (2011). "Declaración de impacto ambiental - planta de reciclado de plásticos RECIPET S.A.". Retrieved Mayo, 2019, from [http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id\\_expediente=6385449](http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id_expediente=6385449).

Steer Davies Gleave (2011). Análisis de costos y competitividad de modos de transporte terrestre de carga interurbana. Informe Final., Subsecretaría de Transporte.

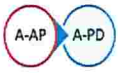
SUBDERE (2018). Diagnóstico y Catastro de RSD año 2017.

Thomas, C. (2001). "Public understanding and its effect on recycling performance in Hampshire and Milton Keynes. ." Resources Conservation and Recycling 32: 259–274.

Timlett R. and Williams I. (2008). "Public participation and recycling performance in England: A comparison of tools for behavior change." Resources, Conservation and Recycling 52: 622-634.

Woodard M., Bench M., et al. (2005a). "Participation in curbside recycling schemes and its variation with materials types. ." Waste management 26: 914-919.

Woodard M., Bench M., et al. (2005b). "The development of a UK kerbside scheme using known practice." Journal of Environmental Management 75: 115-127.



## Anexos Metodológicos

## Anexo A Línea Base

La estimación de la línea base se basa en la Ecuación 4. Para cuantificar cada uno de los términos de esta expresión se utilizó una metodología específica, detallada a continuación.

### a) Envases y embalajes puestos en el mercado

Para determinar la cantidad del producto prioritario envases y embalajes que se pone en el mercado durante un periodo determinado se utiliza el supuesto de que la generación de residuos en un año es igual al total de envases y embalajes disponibles en el país durante el mismo periodo de tiempo.

La cantidad total de envases y embalajes disponibles en el mercado nacional, estará dada por la cantidad producida en Chile más las importaciones menos las exportaciones, además de los envases y embalajes que ingresan o dejan el país como parte integrante de algún otro tipo de producto (importaciones y exportaciones indirectas de envases y embalajes).

Asumiendo que no hay acumulación de *stock* en el periodo considerado (año), es posible expresar esta relación de manera matemática como:

$$EyE_{k,t} = PF_{k,t} + ImpD_{k,t} - ExpD_{k,t} + Impl_{k,t} - Expl_{k,t} \quad \text{Ecuación A-1}$$

Donde:

$EyE_{k,t}$ :	Total de EyE de materialidad $k$ puestos en el mercado en el periodo $t$ (ton/año).
$PF_{k,t}$ :	Producción física de EyE en año $t$ , de materialidad $k$ (ton/año)
$ImpD_{k,t}$ :	Importaciones directas de EyE en año $t$ , de materialidad $k$ (ton/año)
$ExpD_{k,t}$ :	Exportaciones directas de EyE en año $t$ , de materialidad $k$ (ton/año)
$Impl_{k,t}$ :	Importaciones indirectas de EyE en año $t$ , de materialidad $k$ (ton/año)
$Expl_{k,t}$ :	Exportaciones indirectas de EyE en año $t$ , de materialidad $k$ (ton/año)

### Producción Física, Importaciones y Exportaciones Directas

La producción física corresponde a los envases y embalajes vacíos fabricados en Chile. Estos están destinados tanto para uso interno (industria nacional) como para uso externo (exportación directa), además existen envases y embalajes vacíos que se importan (importación directa). Por lo tanto, la cantidad disponible a nivel nacional de envases y embalajes “vacíos” corresponde a lo producido en Chile, restando aquello que se exporta y sumando lo que se importa.

La información relativa a las cantidades de producción física e importaciones y exportaciones directas se obtiene del Anuario Estadístico del Centro de Envases y Embalajes de Chile (CENEM 2018), el cual reporta respecto del ejercicio del año 2017 de la industria chilena de envases y embalajes.

Este anuario reporta de manera separada los flujos de producción física nacional, importaciones y exportaciones para envases y embalajes de vidrio, madera, plástico, papel y cartón, y plástico. Dentro de cada una de estas categorías establecidas según el material del que está fabricado el envase o embalaje, se reportan diferentes tipologías relativas, por ejemplo, a los productos que contienen.

A fin de establecer una correspondencia entre la información publicada por CENEM y las categorías considerar en el AGIES se estableció una tabla de paridad entre los diferentes envases y embalajes identificados en el anuario y la categorización establecida por el MMA.

#### Importaciones y Exportaciones Indirectas

La determinación de importaciones y exportaciones indirectas se realizó utilizando información de los registros del *Servicio Nacional de Aduanas*, de las importaciones y exportaciones de productos. Se seleccionó el grupo de códigos arancelarios más representativos en términos de cantidades transadas y luego se estimaron parámetros que asignan cantidades de envases y embalajes según categoría de estos, a cada uno de los productos antes seleccionados (Abenis 2018).

Es importante señalar que, para ciertos productos, dada la similitud en sus características de tamaño, volumen y/o peso, se utilizaron supuestos idénticos; por ejemplo, para la categoría “Bebidas y Licores”, compuesta por Alcohol etílico, Whisky, Los demás licores, Ron y aguardiente de caña, Vodka, y las demás bebidas no alcohólicas, (todos reportados en litros) se asumió una presentación en botellas de vidrio de 750 centímetros cúbicos. Considerando que cada una de estas botellas pesa 600 gramos, es posible calcular el total de kilogramos de vidrio que ingresan al país como envases correspondientes a la categoría antes señalada.

#### Proyecciones de Crecimiento

El crecimiento del consumo aparente se determina en base a la tasa de crecimiento que ha tenido la producción física de envases y embalajes durante los últimos 10 años utilizando para eso la información reportada por CENEM.

El consumo aparente de 2017 se proyecta para los próximos 14 años (año 2030) utilizando para cada material y año la misma tasa de crecimiento. Esta tasa se calcula como un promedio simple y los valores utilizados son:

**Tabla A-1:** Tasas de crecimiento anuales utilizadas para proyectar total puesto en el mercado (%/año)

Subcategoría	Tasa de crecimiento anual
Vidrio	0,0403
Papel y Cartón	0,0286
Cartón para líquidos	0,0431
Plástico	0,0308
Metal	0,0021

Fuente: Elaboración propia en base a (CENEM 2018)

Los valores calculados para el total de envases y embalajes puestos en el mercado proyectados en el tiempo se muestran en las tablas A-2 y A-3 para las categorías *domiciliario* y *no domiciliario* respectivamente.

**Tabla A-2:** Proyección de EyE domiciliarios puestos en el mercado por subcategoría (t/año)

Año	Cartón para líquidos	Metal	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio	Total
2018	22.844	95.719	328.049	323.776	486.576	1.256.964
2019	23.829	95.922	337.432	333.763	506.209	1.297.155
2020	24.856	96.126	347.083	344.057	526.635	1.338.757



Año	Cartón para líquidos	Metal	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio	Total
2021	25.928	96.330	357.010	354.669	547.885	1.381.822
2022	27.046	96.535	367.221	365.608	569.992	1.426.402
2023	28.212	96.740	377.725	376.884	592.991	1.472.552
2024	29.428	96.946	388.528	388.508	616.918	1.520.328
2025	30.696	97.152	399.641	400.491	641.811	1.569.791
2026	32.020	97.359	411.072	412.843	667.708	1.621.002
2027	33.400	97.566	422.829	425.577	694.650	1.674.022
2028	34.840	97.773	434.923	438.703	722.679	1.728.918
2029	36.342	97.981	447.363	452.234	751.839	1.785.759
2030	37.909	98.189	460.158	466.182	782.176	1.844.614

**Tabla A-3:** Proyección de EyE no domiciliarios puestos en el mercado por subcategoría (t/año)

Año	Metal	Papel y cartón	Plástico	Total
2018	24.971	393.566	406.895	825.432
2019	25.024	404.823	419.445	849.292
2020	25.077	416.401	432.382	873.860
2021	25.130	428.311	445.718	899.159
2022	25.184	440.562	459.465	925.211
2023	25.237	453.163	473.636	952.036
2024	25.291	466.124	488.245	979.660
2025	25.345	479.456	503.304	1.008.105
2026	25.399	493.170	518.827	1.037.396
2027	25.453	507.275	534.829	1.067.557
2028	25.507	521.784	551.325	1.098.616
2029	25.561	536.708	568.329	1.130.598
2030	25.615	552.059	585.858	1.163.532

### *b) Envases y Embalajes valorizados*

La línea base de residuos de envases y embalajes valorizados (reciclados) considera información de diversos estudios, tanto públicos como privados, que han intentado estimar cuál es la situación actual.

En razón de la poca exactitud y alta variabilidad de los datos disponibles, y la dificultad para contrastar este tipo de información, se consideró criterio experto (OILEC) para determinar cuáles de los valores analizados representan mejor la realidad.

Con la información disponible se estimaron toneladas y tasas de valorización de línea base, usando el total puesto en el mercado. Las tasas en el escenario sin regulación se asumen como fijas en el tiempo.

Los valores a considerados como tasas de valorización de línea base son:

**Tabla A-4:** Tasas de valorización de línea base por subcategoría (%)

Subcategoría	Toneladas valorizadas Línea Base		Tasa valorización Línea Base	
	Domiciliario	No Domiciliario	Domiciliario	No Domiciliario
Cartón para líquidos	828	-	3.63%	-
Metal	6.595	8.122	6.89%	32.53%
Papel y Cartón	58.548	324.486	17.68%	82.45%
Plástico	14.721	71.538	4.55%	17.58%
Vidrio	76.301	-	15.68%	-
<b>Total</b>	156.994	404.147		

Elaboración propia en base a (ANIR 2017; ABENIS 2018; CENEM 2018; Huaiquilaf 2018; ASIPLA 2019)

### c) Envases y Embalajes dispuestos inadecuadamente

En base a SUBDERE (2018) se conoce las toneladas de RSM que son dispuestas en cada una de las comunas del país, así como el porcentaje de la población que es atendida por los servicios de recolección provistos por las municipalidades. Se asume que todas aquellas personas que no cuentan con el servicio de recogida de sus residuos disponen estos de manera inadecuada, esto es, fuera de un lugar destinado única y exclusivamente para esto (relleno sanitario, vertedero o basural).

Utilizando factores de generación de residuos de envases y embalajes por persona a nivel comunal, es posible aproximar la cantidad de EyE que son dispuestos inadecuadamente:

$$DI_{c,t} = Pob_{c,t} * (1 - Cob_c) * FG_c \quad \text{Ecuación A-2}$$

Donde:

- $DI_{c,t}$ : Disposición inadecuada de EyE en la comuna  $c$  durante el periodo  $t$  (ton/año)
- $Pob_c$ : Población de la comuna  $c$  en el periodo  $t$  (hab/año)
- $Cob_c$ : Cobertura dado por los servicios de recolección municipal de residuos en la comuna  $c$  (%)
- $FG_c$ : Factor de generación de residuos de EyE para la comuna  $c$  (t/hab/año)

El factor de generación de EyE por persona se determina en base a la disposición final de RSM por comuna, la fracción de los RSM que corresponde a reciclables, la fracción de los reciclables que corresponde a envases y embalajes y la población de la comuna. Esto se representa en la Ecuación A-3.

$$FG_c = \frac{F_{EyE_k} \cdot F_{R_k} \cdot RSM_{c,t}}{Pob_c} \quad \text{Ecuación A-3}$$

Donde:

- $FG_c$ : Factor de generación de RSM para la comuna  $c$  (t/hab/año).
- $F_{R_k}$ : Fracción de reciclables, de subcategoría  $k$ , que conforman los RSM (%).
- $F_{EyE_k}$ : Fracción de envases y embalajes, de subcategoría  $k$ , que son parte de los reciclables (%)
- $RSM_{c,t}$ : Cantidad generada de RSM en la comuna  $c$  el año  $t$  (ton/año)

$Pob_{c,t}$ : Población de la comuna c para el año t (hab/año)

Las fracciones de reciclables, según las diferentes fuentes se muestran en la Tabla A-5, donde además se detalla la fracción de envases y embalajes que compone cada subcategoría reciclable.

Ambas fracciones se asumen iguales para cada comuna.

**Tabla A-5:** Fracciones de reciclables y EyE, según subcategoría, de los Residuos Sólidos Municipales (RSM).

Subcategoría	Fracción de Reciclables $F_{Rk}$ (%)		Promedio	$F_{EyEk}$ (%)
	CONAMA (2006)	IASA (2010)		
Papel y Cartón	17,12%	12,15%	15,27%	20%
Vidrio	4,12%	3,53%	4,70%	100%
Metal	3,72%	1,13%	2,02%	81,30%
Plástico	9,72%	11,43%	9,32%	78,40%
Cartón para líquidos	0%	0,60%	0,45%	100%
Restante RSM	65,32%	71,18%	68,25%	n/a
Total	100%	100%	100%	n/a

Fuente: Elaboración propia en base a (CONAMA 2006; IASA 2010)

De acuerdo a las regulaciones vigentes, los generadores no domiciliarios deben disponer adecuadamente sus residuos, luego se considera que no hay disposición inadecuada de esta categoría de residuos.

Los valores de disposición inadecuada, proyectados por subcategoría para los EyE domiciliarios son:

**Tabla A-6:** Proyección de EyE domiciliarios dispuestos inadecuadamente por subcategoría (t/año)

Año	Cartón para líquidos	Metal	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio	Total
2018	2.392	7.247	10.125	30.501	14.066	64.331
2019	2.401	7.275	10.163	30.616	14.119	64.574
2020	2.409	7.299	10.197	30.717	14.166	64.788
2021	2.417	7.323	10.231	30.822	14.214	65.007
2022	2.425	7.349	10.267	30.929	14.263	65.233
2023	2.434	7.375	10.304	31.040	14.314	65.467
2024	2.443	7.402	10.342	31.153	14.367	65.707
2025	2.452	7.430	10.380	31.271	14.421	65.954
2026	2.462	7.459	10.420	31.391	14.476	66.208
2027	2.471	7.488	10.462	31.515	14.533	66.469
2028	2.481	7.518	10.504	31.642	14.592	66.737
2029	2.492	7.550	10.547	31.773	14.653	67.015
2030	2.502	7.582	10.592	31.908	14.715	67.298

#### d) Envases y Embalajes eliminados

Las toneladas de EyE eliminadas se estiman por diferencia entre lo puesto en el mercado y los valorizado y dispuesto inadecuadamente. Los valores para el periodo 2018-2030 son:

**Tabla A-7:** Proyección de EyE domiciliarios eliminados por subcategoría (t/año)

Año	Cartón para líquidos	Metal	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio	Total
2018	19.624	81.876	259.376	278.554	396.209	1.035.639
2019	20.564	82.038	267.046	287.971	412.710	1.070.329
2020	21.546	82.204	274.941	297.696	429.886	1.106.273
2021	22.571	82.370	283.062	307.721	447.756	1.143.480
2022	23.640	82.535	291.415	318.055	466.346	1.181.991
2023	24.755	82.700	300.007	328.708	485.688	1.221.858
2024	25.918	82.864	308.845	339.690	505.811	1.263.128
2025	27.131	83.028	317.935	351.011	526.746	1.305.851
2026	28.397	83.192	327.286	362.681	548.526	1.350.082
2027	29.718	83.355	336.904	374.712	571.187	1.395.876
2028	31.096	83.518	346.797	387.114	594.762	1.443.287
2029	32.533	83.681	356.973	399.898	619.289	1.492.374
2030	34.032	83.842	367.440	413.078	644.806	1.543.198

**Tabla A-8:** Proyección de EyE no domiciliarios eliminados por subcategoría (t/año)

Año	Metal	Papel y cartón	Plástico	Total
2018	16.849	69.080	335.357	421.286
2019	16.884	71.056	345.700	433.640
2020	16.920	73.088	356.362	446.370
2021	16.956	75.179	367.354	459.489
2022	16.992	77.329	378.684	473.005
2023	17.028	79.541	390.364	486.933
2024	17.065	81.816	402.404	501.285
2025	17.101	84.156	414.815	516.072
2026	17.137	86.563	427.609	531.309
2027	17.174	89.039	440.798	547.011
2028	17.210	91.585	454.393	563.188
2029	17.247	94.205	468.408	579.860
2030	17.283	96.899	482.855	597.037

### e) Distribución geográfica de la eliminación de residuos

Para distribuir geográficamente los residuos de envases y embalajes de origen domiciliario, se utiliza información de SUBDERE (2018), que reporta el número total de residuos sólidos domiciliarios que se dispusieron en los sitios de eliminación de cada una de las comunas, mientras que la distribución de los residuos de envases y embalajes no domiciliarios considera la información reportada por los generadores industriales al sistema RETC, específicamente las toneladas declaradas como eliminadas en las categorías LER correspondientes a envases y embalajes, durante el año 2017 a nivel comunal.

El total de EyE eliminados a nivel nacional se distribuye a nivel comunal mediante la expresión:

$$Elim_{i,k,c,t} = \left( \frac{Tons_{i,c}}{Total\ Tons_i} \right) * Elim_{i,k,t} \tag{Ecuación A-4}$$

Donde:

- $Elim_{i,k,c,t}$ : Toneladas de EyE de categoría  $i$  y subcategoría  $k$ , que se eliminan en la comuna  $c$  durante el periodo  $t$  (ton/año)
- $Elim_{i,k,t}$ : Total de EyE de categoría  $i$  y subcategoría  $k$ , eliminado a nivel nacional durante el periodo  $t$  (ton/año)
- $Tons_{i,c}$ : Toneladas totales de residuos de categoría  $i$  eliminados en la comuna  $c$  en el periodo  $t$  (ton/año)
- $Total\ Tons_i$ : Total de toneladas de residuos de categoría  $i$  eliminados a nivel nacional en el periodo  $t$  (ton/año)

### f) Composición a nivel de subcategoría

Si bien es cierto las metas se han determinado a nivel de subcategoría, los costos y beneficios diferirán dependiente del material exacto del que esté compuesto los EyE. Estas diferencias se dan específicamente para las subcategorías *Plástico* y *Metal*, las que contienen distintos tipos de materiales.

Para determinar la proporción de cada material específico que conforma las subcategorías se consideran parámetros de distribución provenientes de pilotos de recolección selectiva puerta a puerta que han caracterizado los residuos de EyE generados en los hogares de acuerdo al tipo de material que los componen en el caso de los residuos domiciliarios (CENEM 2017; KDM 2017), y dada la falta de información, se asume, para la categoría *no domiciliario*, los valores indicados en la Tabla A-9.

**Tabla A-9:** Distribución según material dentro de las subcategorías (%)

Subcategoría	Material	Domiciliario	No Domiciliario
Metal	Aluminio	34,5%	50%
	Hojalata	65,5%	50%
Plástico	1-PET	44,4%	20%
	2-HDPE	12,6%	40%
	3-PVC	0,5%	0%
	4-LDPE	18,8%	40%
	5-PP	5,4%	0%
	6-PS	8,1%	0%
	7-Otros	10,2%	0%

## Anexo B Participación potencial en los esquemas de recolección

Dependiendo de diversas características socioeconómicas, los hogares tendrán una probabilidad de participación mayor o menor en los esquemas de recolección de residuos. La evidencia internacional muestra la relevancia de variables como el ingreso del hogar y el nivel educación (Do Valle P. 2004);(Jenkins R. 2003).

Para el AGIES de EyE se estima una función que modela el cambio en los niveles de participación en el tiempo según las características socioeconómicas de cada una de las comunas de Chile.

Los pilotos de recolección selectiva de residuos en comunas específicas han encontrado diferentes niveles de participación de acuerdo a características socioeconómicas. En el año 2015, la empresa KDM desarrolló un piloto de recolección selectiva de reciclables en las comunas de Colina, Pudahuel, Quilicura y Vitacura, donde se obtuvieron niveles de participación superiores en las comunas de mayores ingresos respecto a las de menor ingreso. Resultados en la misma dirección está registrando el piloto que se encuentra desarrollando GESCAM, en las comunas de Independencia, Macul, María Pinto y Vitacura. En los primeros 6 meses de operación, registra niveles de participación mayores en las comunas de mayores ingresos relativos a las de menores ingresos.

De acuerdo a lo anterior, se estima una participación inicial (año 0) en la recolección para cada comuna, esto es, la participación que se obtendría al primer momento de la implementación de los servicios de recolección selectiva, en función de las características socioeconómicas de los hogares que conforman la población de la comuna en cuestión.

Matemáticamente:

$$Part_{c,t=0} = \sum_i NSE_i * proporción_{i,c} * F_c \quad \text{Ecuación B-1}$$

Donde:

- $Part_{c,t=0}$ : Participación en la comuna c en el tiempo 0 ( $0 \leq Part_c \leq 1$ )
- $NSE_i$ : Participación fija de cada nivel socioeconómico (con  $i$  igual a ABC1, C2, C3, D y E)
- $proporción_{i,c}$ : Proporción de nivel socioeconómico  $i$  en el total de viviendas de la comuna  $c$
- $F_c$ : Factor de ajuste cuando el nivel de privación de la comuna  $c$  sea mayor al promedio nacional.

La participación fija de cada estrato socioeconómico ( $NSE_i$ ) corresponde al promedio de la participación obtenida en las comunas representativas de esos niveles socioeconómicos en los pilotos de KDM y GESCAM. Cada comuna tiene una composición socioeconómica diferente ( $proporción_{i,c}$ ). Esta se obtiene de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) del año 2015<sup>11</sup>, esto permite estimar para cada comuna un nivel de participación de acuerdo a su distribución de los ingresos.

Considerando la relevancia que la literatura entrega a otras dimensiones sociales como la educación en la participación (Coggins 1994), es que se incluye el factor  $F_c$ , el cual tiene por objeto ajustar la participación de acuerdo a los niveles de privación que presente la comuna  $c$ , es decir, si ésta presenta mayores niveles de privación en dimensiones relevantes como la educación, entonces la probabilidad de participación de los hogares disminuirá.

<sup>11</sup> Se utiliza la encuesta CASEN 2015 y no la versión más actualizada (2017) por la falta de representatividad a nivel comunal de esta última.

Se utiliza el índice de pobreza multidimensional como *proxy* al nivel de privación, el cual mide el nivel de carencias de las comunas en las dimensiones educación, vivienda y entorno, trabajo y seguridad social, salud y redes y cohesión social (MIDESO 2016). Si las privaciones de una comuna son mayores a las encontradas en el promedio nacional, entonces se asume que tendrá una menor participación en la recolección.

Considerando la Ecuación B-1 se obtiene un valor para  $Part_{c,t=0}$ , de manera individual para cada una de las 346 comunas.

**Tabla B-1:** Estadística descriptiva de la participación en la recolección de las comunas en el año de inicio de la regulación.

Estadígrafo	Valor
Media	31,3%
Mediana	30,7%
Moda	31,3%
Desviación estándar	1,9%
Curtosis	2,57
Coefficiente de asimetría	1,25
Rango	0,13
Mínimo	28,5%
Máximo	41,0%
Observaciones	346

Debido a los esfuerzos del regulado por cumplir las metas de recolección y valorización impuestas, existirá una variación (aumento) de los niveles de participación en el tiempo debido a los esfuerzos comunicacionales que realicen los regulados (se consideran acciones como educación, difusión, etc). Existe evidencia internacional del aumento en la participación de los hogares en los esquemas de recolección puerta a puerta de EyE como consecuencia de programas comunicacionales efectivos (Read A. and Robinson G. 2005); (Grodzinska-Jurczak M., Tomal P. et al. 2006).

Para la evolución de la función participación en el AGIES, se considera en un comienzo un crecimiento cercano al 10% anual, de acuerdo a la experiencia de las ciudades de Kensington y Chelsea en Londres con el programa *Recycling Roadshow* (Read A. and Robinson G. 2005). Este crecimiento anual se reduce porcentualmente de acuerdo a lo que se espera en los cambios conductuales: mientras más viviendas participen, será más difícil incentivar la participación de más personas, es decir, la curva de participación tendrá tasas de crecimientos anuales a tasas decrecientes.

El AGIES considera que la tasa de participación, al cabo de 20 años, llegará a un tope equivalente a la tasa promedio de participación disponible en la evidencia internacional. Este aumento ocurre de forma gradual, ya que los cambios conductuales de los hogares requieren de tiempo para gestarse.

Existe un conjunto de estudios internacionales en la que se estiman tasas de participación de los hogares en la recolección de residuos sólidos domiciliarios. (Woodard M., Bench M. et al. 2005a) recopila la participación de los hogares en diversos mecanismos de recolección en 13 comunas del Reino Unido. En ellas se observa una dispersión considerable, encontrándose valores entre el 28% hasta 92%, y un

promedio simple del 58,8%, eso sí, cada comuna presenta diversidad en los materiales recolectados, en el sistema de recolección y en el detalle metodológico de la estimación.

La organización Friends of the Earth (FoE), en el año 2001, analizó sistemas de recolección selectiva de residuos puerta a puerta de 15 comunas en el Reino Unido, de cuales 8 cuentan con tasas de participación (FoE 2001). Al igual que en el estudio anterior, existen diversidad en tasa, materiales recolectados e información difusa respecto a la metodología de estimación. Aquí, la tasa de participación promedia 80%, con un mínimo y máximo de 52% y 99%.

Existen estudios específicos que buscan estimar tasas de participación, utilizando métodos como encuestas a los hogares que reciben la recolección puerta a puerta (Thomas 2001), entrega de mecanismos de educación ambiental en algunos casos para analizar cuánto mejora la participación (Perrin D. and Barton J. 2001); (Timlett R. and Williams I. 2008), y uso de métodos de evaluación de impacto, configurando grupos de hogares tratados y de control para verificar diferencias en el comportamiento de los hogares (Woodard M., Bench M. et al. 2005b).

En base a la evidencia, se estima el tope de participación al cabo de 20 años posible de alcanzar. Para esto se consideran estudios que cumplan con al menos tres criterios: se recolecten 3 o más categorías de EyE contempladas en la presente regulación, cuenten con una estrategia de medición de la tasa de participación, y tengan un método de recolección selectiva puerta a puerta. Cumplen con estos requisitos los siguientes cuatro estudios: (Perrin D. and Barton J. 2001); (Thomas 2001); (Timlett R. and Williams I. 2008); (Woodard M., Bench M. et al. 2005b) <sup>12</sup>. Así, la tasa de participación promedio máxima posible de alcanzar al año 20, corresponderá al promedio simple de estas experiencias, equivalente a 79%.

Luego, considerando los valores estimados para  $Part_{c,t=0}$  y  $Part_{c,t=20}=0.79$ , y los crecimientos anuales crecientes a tasas decrecientes, es posible definir la función de variación de participación en función del tiempo, para una comuna cualquiera como:

$$Part_{c,t} = 0,1498 * \ln(t) + Part_{c,t=0} \tag{Ecuación B-2}$$

La curva de participación implica un límite sobre el cual los hogares participarán de los esquemas de recolección, es decir, gracias a los costos en comunicación y educación ambiental que realice el regulado, se tendrá una cantidad de hogares que participará de la recolección con un límite establecido por esta curva.

La estimación de la participación de los hogares en la recolección de EyE, junto con sus costos, posee algunas debilidades. La participación se basa en experiencias de pilotos en comunas específicas, con características que podrían eventualmente no ser extrapolables del todo a otras comunas. Este mismo argumento aplica para el cálculo de los costos de participación, también provenientes de la experiencia de un piloto. No obstante, a favor de estos datos está que provienen de experiencias del mismo país, no teniendo que transferir estos datos de evidencias internacionales.

<sup>12</sup> Al respecto, Thomas (2001) obtuvo una tasa de participación del 71%, Woodward et al (2005) 76%, Timlett y Williams (2008) 78% y Perrin y BarT (2001) 92%.



## Anexo C Modelación y estimación de costos

### a) Costos de recolección

Se considera que la recolección de los residuos se realizará desde el lugar de generación, en el caso de los residuos de origen domiciliario, directamente desde cada una de las viviendas, mediante un servicio de recolección selectivo de residuos que recogerá directamente desde la puerta de las viviendas.

El costo de recolección no domiciliario varía en función de las toneladas recolectadas y se considera igual a un 30% del costo de pretratamiento (ver Tabla C-3). Es importante señalar que este costo de recolección solo considera el movimiento de las toneladas generadas desde la comuna de origen al lugar donde se realizara el pretratamiento, ubicado en la capital provincial más cercana y, que además, se considera igual para todas las subcategorías.

El costo de recolección domiciliario total anual dependerá del número de viviendas a las que se presta el servicio de recolección domiciliaria (cobertura) y el número de veces que se repite en un periodo de tiempo (frecuencia), esto es:

$$CRDom_t = \sum_c^c (NumViv_{c,t} * Cobertura_{c,t} * Costo\ x\ viv\ x\ vez_{c,t}) \quad \text{Ecuación C-1}$$

Donde:

$CRDom_t$ : Costo total de recolección domiciliaria para el periodo  $t$  (\$/año)

$NumViv_{c,t}$ : Número de viviendas en la comuna  $c$  en el periodo  $t$

$Cobertura_{c,t}$ : Proporción de las viviendas totales de la comuna  $c$  a las que se decide prestar el servicio de recolección domiciliaria en el periodo  $t$

$Costo\ x\ viv\ x\ vez_{c,t}$ : Costo unitario de recolección en la comuna  $c$  y periodo  $t$

El costo unitario de recolección definido como el costo de atender 1 vivienda 1 vez se construye de la siguiente manera:

$$Costo\ x\ viv\ x\ vez = \frac{Costo\ Sueldo\ sem + Costo\ Comb\ sem + Costo\ Arriendo\ sem}{Viv.\ x\ Vehi\ x\ semana} + \frac{Costo\ Cont.}{frec.\ anual}$$

$Costo\ x\ viv\ x\ vez$ : Costo de atender una vivienda cada vez (\$/vez)

$Costo\ Arriendo\ sem$ : Costo del arriendo semanal del vehículo recolector (\$/semana)

$Costo\ MO\ sem$ : Costo de sueldos pagados a los operarios asociados al funcionamiento de 1 vehículo recolector (\$/semana)

$Costo\ Comb\ sem$ : Costo semanal en combustible (\$/semana)

$Viv.\ x\ Vehi\ x\ semana$ : Viviendas atendidas por un vehículo recolector en una semana

$Costo\ Cont.$ : Costo del contenedor que se entrega a la vivienda para depositar los residuos

En base a (European Commission 2014) se considera que el principal factor a la hora de terminar los costos de recolección es el número de viviendas que un vehículo puede atender durante un día; luego el costo de recolección, de manera simplificada, depende principalmente de la densidad poblacional es decir, mientras más cercanas estén las viviendas entre sí, más eficiente será el servicio de recolección, y menor será el costo de recolectar una tonelada de residuos.

Para determinar el número de viviendas que se pueden atender en un día y los costos de mano de obra, combustible y arriendo asociados, se utilizan las ecuaciones detalladas en Tabla C-1, mientras que los valores utilizados para los parámetros fijos y los supuestos considerados se muestran en la Tabla C-2.

Es importante señalar que, para incluir en el análisis la diversidad geográfica del país, se considera de manera diferenciada las viviendas ubicadas en áreas urbanas de las ubicadas en áreas rurales, esto dado que las últimas zonas son bajamente pobladas lo que genera que los costos de recolección sea más altos.

**Tabla C-1:** Descripción de ecuaciones que conforman el costo de recolección domiciliario

Variable	Formula	Descripción
$Viv. \times Vehi \times semana$	$\frac{Viv. \times Vehi \times Día \times Dias \text{ lab.}}{frecuencia}$	Viviendas que puede atender un vehículo recolector en una semana
$Viv. \times Vehi \times Día$	$\frac{T \text{ disp. recolección}}{Viajes \text{ al } Cda \times T. Cda + T. viv + T. rec}$	Número de viviendas que puede atender un vehículo recolector en un día laboral
$Viajes \text{ al } Cda$	$\left( \frac{Gen. \text{ diaria } viv \times 7 \times Part}{frecuencia \text{ rec}} \right) \times \frac{1}{Cap. \text{ camión}}$	Número de viajes al centro de acopio que debe realizar un camión recolector durante una semana (viajes/semana) considerando la generación semanal de residuos de una vivienda y el nivel de participación de estas en el esquema de recolección
$T. viv$	$\left( \frac{Dist. \text{ viv}}{1000} \right) \times \frac{1}{Vel_{rec}}$	Tiempo de viaje entre viviendas (hora). Varía dependiendo de la velocidad del camión recolector durante este proceso y la distancia entre las viviendas atendidas.
$T. rec$	$\left( \frac{\text{duración recolección}}{3600} \right) \times Part$	Tiempo que se necesita para vaciar al camión los residuos (hora) considerando la duración del proceso de tomar el contenedor y vaciarlo en el camión y el número de viviendas participantes, es decir, que las que efectivamente entregaran su contenedor al sistema
$T. Cda$	$Dist. \text{ Cda} \times \frac{1}{Vel_{Cda}}$	Tiempo de viaje al centro de acopio (horas), considerando la distancia desde el lugar de recolección al centro de pretratamiento y la velocidad a la que se recorre esta distancia.
$T \text{ disp. recolección}$	$Jornada \text{ lab.} \times Turnos \text{ diarios}$	Tiempo disponible para recolectar durante un día (horas), considera la duración de la jornada laboral de un grupo de operarios y el número de turnos en los que opera un camión recolector.
$Costo \text{ Comb sem}$	$Litros \text{ comb sem.} \times Precio \text{ Diessel}$	Costo semanal asociado al gasto de combustible
$Litros \text{ comb sem.}$	$\frac{km \times Vehi \times Día}{rend. \text{ vehiculo}} \times Dias \text{ lab}$	Litros de combustible utilizados por 1 vehículo recolector durante 1 semana
$km \times Vehi \times Día$	$\frac{Viv. \times Vehi \times Día \times Dist. \text{ viv}}{1000} + Viajes \text{ al } Cda \times 2 \times Dist. \text{ Cda}$	Kilómetros recorridos al día por un camión recolector (km/día), considera los kilómetros productos del proceso de recolección más los viajes que debe realizar al centro de pretratamiento (CDA)

**Tabla C-2:** Descripción de parámetros y valores utilizados

Parámetro	Descripción	Valor considerado												
<i>Costo Arriendo sem</i>	Pago por el uso semanal de un camión para recolectar (considera la depreciación del vehículo y los costos asociados al movimiento de este a excepción del combustible y salarios)	CLP 120.000												
<i>Costo MO sem</i>	Pago en salarios semanales para los operarios de 1 turno para 1 camión recolector. Considera el número de operarios por turno y el número de turnos semanales.	Los valores que se consideran son: <table border="1" data-bbox="451 205 732 936"> <thead> <tr> <th>Labor</th> <th>Trabajadores por turno por camión</th> <th>Salario semanal por trabajador</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Chofer</td> <td>1</td> <td>CLP 187.500</td> </tr> <tr> <td>Cargador</td> <td>2</td> <td>CLP 125.000</td> </tr> <tr> <td>Supervisor</td> <td>0,2 (se considera un supervisor cada 5 camiones recolectores)</td> <td>CLP 125.000</td> </tr> </tbody> </table>	Labor	Trabajadores por turno por camión	Salario semanal por trabajador	Chofer	1	CLP 187.500	Cargador	2	CLP 125.000	Supervisor	0,2 (se considera un supervisor cada 5 camiones recolectores)	CLP 125.000
Labor	Trabajadores por turno por camión	Salario semanal por trabajador												
Chofer	1	CLP 187.500												
Cargador	2	CLP 125.000												
Supervisor	0,2 (se considera un supervisor cada 5 camiones recolectores)	CLP 125.000												
<i>Dias lab.</i>	Días laborales en la semana (días/semana)	6												
<i>frec</i>	Número de veces en la semana que se retiran los residuos	1												
<i>Jornada lab.</i>	Duración de la jornada laboral (hr/día)	8												
<i>Turnos diarios</i>	Numero de turnos al día	2												
<i>Cap. camión</i>	Capacidad del camión recolector (m <sup>3</sup> )	30												
<i>Dist. viv</i>	Distancia entre las viviendas (metros)	Información georreferenciada de población para Censo 2017 (INE), desagregada a nivel de manzana (urbana) y entidad (rural). Considerando los perímetros de las manzanas y el número de viviendas en cada una se obtiene un valor promedio de distancia entre viviendas para zonas urbanas. Para las zonas rurales se considera que la distancia entre las viviendas será igual a 10 veces la distancia a nivel urbano.												
<i>Dist. Cda</i>	Distancia desde la comuna al centro de acopio (km)	Distancia desde la comuna en la que se recolecta al centro de acopio. Como supuesto se asume que este se ubicará en la capital provincial. Si la comuna de recolección corresponde a la capital provincial se asume una distancia de 30 kilómetros (datos de Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas)												
<i>Vel_rec</i>	Velocidad del camión durante la recolección (km/hora)	10												
<i>Vel_Cda</i>	Velocidad del camión durante el viaje al Cda	50												
<i>duración recolección</i>	Tiempo necesario para vaciar los residuos de 1 vivienda (seg)	30 (European Commission 2014)												

Parámetro	Descripción	Valor considerado												
<i>Part</i>	Porcentaje de las viviendas que separan y entregan sus residuos (%) al servicio de recolección	Valor por comuna en función del tiempo. Estimación propia detallada en Anexo B												
<i>rend. vehiculo</i>	Distancia que el vehículo puede recorrer consumiendo 1 litro de combustible (km/litro)	3,5												
<i>Precio Diessel</i>	Costo de 1 litro de combustible (\$/litro)	El precio de Diésel considerado corresponde al precio mayorista sin impuesto establecido por la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP) en su Tabla de Precios de Paridad en la primera semana del año 2019: USD 473,10 por tonelada, Clp 326,2 por litro.												
<i>Gen. diaria viv</i>	Generación de residuos por vivienda al día (m <sup>3</sup> )	<p>Generación ton/año: Estimación propia, detalle metodológico en Anexo A                      Para transformar la generación de residuos de EyE desde toneladas anuales por vivienda se consideran las siguientes densidades: (European Commission 2014)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Subcategoría</th> <th>Densidad sin compactar (Kg/m<sup>3</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cartón para líquidos</td> <td>294</td> </tr> <tr> <td>Metal</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Papel y Cartón</td> <td>294</td> </tr> <tr> <td>Plástico</td> <td>108</td> </tr> <tr> <td>Vidrio</td> <td>456</td> </tr> </tbody> </table>	Subcategoría	Densidad sin compactar (Kg/m <sup>3</sup> )	Cartón para líquidos	294	Metal	23	Papel y Cartón	294	Plástico	108	Vidrio	456
Subcategoría	Densidad sin compactar (Kg/m <sup>3</sup> )													
Cartón para líquidos	294													
Metal	23													
Papel y Cartón	294													
Plástico	108													
Vidrio	456													
<i>frec. anual</i>	Frecuencia anual de recolección (frecuencia mensual por el número de semanas)	52												
<i>Costo Cont.</i>	Costo del contenedor que se entrega a cada vivienda para depositar los residuos	CLP 10.000 (se considera que el contenedor se repondrá anualmente)												

### b) Costos de pretratamiento

Los costos de pretratamiento consideran los costos operacionales (mano de obra, energía, combustible) y de instalación de un centro de almacenamiento y pretratamiento de residuos. Como parte del modelo se asume la ubicación de una de estas instalaciones en cada capital provincial con un tamaño en función de las toneladas anuales de EyE que reciba, luego los valores dependen de la cantidad recolectada.

Matemáticamente:

$$C_{pret_t} = \sum_p^P C_{Pret_{u,p}} * \sum_c^C EyE\_Rec_c \quad \text{Ecuación C-2}$$

Donde:

- $C_{pret_t}$ : Costo total de pretratamiento para el periodo  $t$  (\$/año)
- $C_{Pret_{u,p}}$ : Costo unitario pretratamiento en la capital provincial  $p$  (\$/ton)
- $EyE\_Rec_c$ : Toneladas de envases y embalajes recolectados en la comuna  $c$  y recibido en el la capital provincial  $p$  (ton/año)

Los valores de pretratamiento considerados, dependiendo de la capacidad de la instalación son:

**Tabla C-3:** Costos unitarios de pretratamiento (USD/t)

Tipo de instalación	Capacidad (T/año)	Costo operacional USD/t (OPEX)	Costo de capital USD/t (CAPEX)	Costo USD/t
Básica	≤25.000	46	25	72
Media	≤50.000	39	24	63
Avanzada	≤100.000	31	18	49

Fuente Elaboración propia a partir de (Cimpan C. and Wenzel H. 2015)

Tanto los valores de *CAPEX* como *OPEX* se calculan en base a (Cimpan C. and Wenzel H. 2015)) adaptados a la realidad nacional. Específicamente para el cálculo del CAPEX que considera los valores las instalaciones y equipos se consideran los valores de vida útil para activos genéricos del SII y la tasa social de descuento de 6%.

La adecuación del OPEX en tanto se realiza ajustando los valores de los salarios por hora considerando un valor promedio líquido para Chile de CLP 600.000 (equivalente aproximadamente a un cuarto de los salarios reportados en el estudio).

Luego, los valores utilizados en USD/t consideran la instalación y operación de las nuevas instalaciones de almacenamiento y pretratamiento.

### c) Costos de transporte al punto de valorización

El costo de transporte al punto de valorización considera el movimiento de los residuos desde la ubicación del centro de acopio o instalación de pretratamiento, al lugar donde se ubica la planta de valorización, considerando las distancias entre las comunas obtenidas de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas.

Para estimar los costos de transporte se considera que este se realiza utilizando alguno de tres camiones representativos: pequeño, mediano o grande, los que varían en capacidad y rendimiento.

En función de la distancia y las toneladas de residuos a transportar se determina el gasto en combustible, al que se suman los costos adicionales por su uso del camión, a saber, costo de circulación, mantención, honorarios de tripulación, depreciación de la máquina, costos de gestión y administración, peajes y otros gastos de operación (Steer Davies Gleave 2011).

Matemáticamente:

$$CT_t = Dist_{p-v} * \left( \sum_c E_y E_{Rec_c} * (1 - tasaR) \right) * Comb * PD + CA \quad \text{Ecuación C-3}$$

Donde:

- $CT_t$ : Costo de transporte a valorización para el periodo t (\$/año)
- $Dist_{p-v}$ : Distancia entre capital provincial de origen  $p$  a la comuna de destino  $v$  (kilómetros).
- $PD$ : Precio de Diésel (CLP/lit).
- $CA$ : Costos adicionales por uso del camión (CLP/km)
- $Comb$ : Litros de combustibles necesarios para transportar 1 tonelada de residuos por 1 kilómetro, se calcula de la forma  $\frac{\text{Volumen del camión representativo}}{\text{Rendimiento del camión} \cdot \text{Densidad del residuo}}$
- $tasaR$ : Tasa de rechazo por calidad o materialidad del residuo.

El camión pequeño se utiliza cuando las distancias que requieren transportarse son menores a 150 kilómetros. El mediano se utiliza para distancias entre 150 y 500 kilómetros, y el grande se utiliza para transportar a distancias mayores a 500 kilómetros. Lo que cambia según las distancias entonces son los costos vinculados a la circulación.

Los valores considerados para el valor de combustible necesario se presentan en la Tabla C-4.

**Tabla C-4:** Parámetros para estimación de variable combustible de camión representativo

Variables	Tipo Camión		
	Pequeño	Mediano	Grande
Volumen del camión representativo (m <sup>3</sup> )	15	30	45
Rendimiento del camión (km/lit)	6,6	3,5	1,25
Precio de Diésel (CLP/lit) <sup>13</sup>	326,2		

Fuente: Elaboración propia.

<sup>13</sup> El precio de Diésel considerado corresponde al precio mayorista sin impuesto establecido por ENAP en su Tabla de Precios de Paridad en la primera semana del año 2019; USD 473,10 por m<sup>3</sup>

Por otro lado, los valores de los costos adicionales por uso del camión se presentan en la Tabla C-5.

**Tabla C-5:** Costos asociados al uso del camión (CLP/km)

Ítem	Costo (CLP/km)
Costos de circulación	31
Mantenición	77
Honorarios de tripulación	111
Depreciación maquinaria	40
Costos de gestión y administración	31
Peajes	50,7
Otros gastos de operación	21
Total costos asociados	361,7

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Steer Davies Gleave (2011)

Las tasas de rechazo consideran un rechazo por la calidad del residuo, la que impide su valorización, y un rechazo por el material que compone el residuo; se considera que 3 materiales que conforman la subcategoría *plástico* no pueden ser valorizados y son 100% destinadas a eliminación.

En detalle:

**Tabla C-6:** Tasas de rechazo post recolección por categoría, subcategoría y material (%)

Subcategoría	Material	Domiciliario	No Domiciliario
Cartón para líquidos	n/a	3%	2%
Metal	Aluminio	3%	2%
	Hojalata	3%	2%
Papel y Cartón	n/a	3%	2%
Plástico	1-PET	3%	2%
	2-HDPE	3%	2%
	3-PVC	100%	n/a
	4-LDPE	3%	2%
	5-PP	3%	n/a
	6-PS	100%	n/a
	7-Otros	100%	n/a
Vidrio	n/a	3%	2%



#### d) Costos de valorización

Se consideran los costos operativos del proceso de valorización de manera diferenciada para las subcategorías evaluadas, en razón de si existe un mercado establecido para el residuo valorizado o este pasa a formar parte de un nuevo proceso productivo de manera inmediata.

El primero de los casos se da para la subcategoría *plástico*, donde existe un mercado de *flakes* y *pellets* de postconsumo, y para *papel* y *cartón* donde existe el mercado de este producto fabricado exclusivamente con material recolectado; en el caso de las restantes subcategorías, a nivel nacional, no existe un mercado similar y, por ejemplo, para *vidrio* y *metal (hojalata)* son las mismas empresas fabricantes de productos de vidrio, cartón o fundiciones, las que valorizan estos residuos al mismo momento en que realizan sus procesos productivos habituales.

Para las subcategorías sin mercado como tal, no fue posible determinar un costo operativo de valorización pues este proceso conlleva la inclusión de insumos adicionales, instalaciones destinadas a otros procesos (no particularmente a valorización) y los productos finales que se obtienen son imposibles de clasificar como exclusivamente resultantes de un proceso de valorización, en estos casos se supone un porcentaje del valor de compra del residuo recolectado como *proxy* equivalente al 20%, luego los valores a considerar como costos operativos del proceso de valorización son:

Tabla C-7: Costos unitarios de valorización (USD/t)

Subcategoría	Material	Costo tratamiento (USD/t)
Cartón para líquidos	n/a	200
Metal	Aluminio	n/a
	Hojalata	20% precio de compra del residuo recolectado
Papel y Cartón	n/a	200
Plástico	1-PET	444
	2-HDPE	499
	3-PVC	-
	4-LDPE	550
	5-PP	500
	6-PS	-
	7-Otros	-
Vidrio	n/a	20% precio de compra del residuo recolectado

Fuente: Elaboración propia en base a (Deloitte 2015).

En el caso particular del material *Aluminio*, dado que se considera que, posterior al pretratamiento es exportado para su valorización fuera del país no se estima un costo de tratamiento.

### e) Costos de aumentar la capacidad de valorización

Se considera que la implementación de las metas de recolección y valorización generara necesidades de aumentos en capacidades de valorización únicamente para la subcategoría *Plástico*, esto considerando que las instalaciones que valorizan las demás categorías se dedican a otros rubros y sus capacidades de procesamiento no están determinadas por las cantidades recolectadas de residuos.

Para la subcategoría plástico se considera una capacidad disponible actual de 122.485 t/año (ASIPLA, 2019), la cual con escenario regulatorio, se vería superada en el año 2026.

**Tabla C-8:** Capacidad de valorización adicional necesaria para la subcategoría *Plástico* (t/año)

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
T/año	0	0	0	0	82.347	129.433	180.226	248.160	311.581

Fuente: Elaboración propia

Si se considera que instalar una planta valorizadora que procesa 13.620 t/año tiene un costo de 2.865.614 USD (SEIA, 2011) y que la vida útil de estas instalaciones es de 20 años, se obtiene un costo anualizado de inversión<sup>14</sup> de 5.500.000 USD. Distribuyendo este valor de manera proporcional a lo valorizado en las categorías *Domiciliario* y *No Domiciliario* se tiene:

**Tabla C-9:** Costo anualizado por aumentar la capacidad de valorización para la subcategoría *Plástico* (MUSD/año)

Categoría	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Domiciliario	5,50	5,50	4,62	3,33	2,74	2,73	2,74	2,77	2,81
No Domiciliario	0,00	0,00	0,88	2,17	2,76	2,77	2,76	2,73	2,69

Fuente: Elaboración propia

### f) Costos de disponer rechazos

Considerando que durante la recolección selectiva de residuos se recibirán todos los materiales que la vivienda entregue, existirá una cantidad de residuos que llegaran a los centros de pretratamiento pero que deberán ser descartados por no ser valorizables (ya sea por su materialidad o calidad).

La totalidad de estos será eliminada en el sitio de disposición final más cercano, es decir, ubicado en la misma comuna donde se ubica en centro de acopio al que fueron trasladados post recolección.

Matemáticamente:

$$CDispR_t = CUD_p * \sum_p Rechazo \quad \text{Ecuación C-4}$$

Donde:

$CDispR_t$ :	Costo de disponer el rechazo para el periodo t (\$/año)
$CUD_p$ :	Costo unitario de disposición final en la comuna p
Rechazo:	Total de toneladas recolectadas y rechazadas

El costo por tonelada eliminada (CLP/ton) se obtiene de SUBDERE (2018) para cada una de las capitales provinciales donde se realiza el proceso de pretratamiento.

<sup>14</sup> Tasa de descuento de 6%

*g) Costos de monitoreo y fiscalización*

El funcionamiento de la responsabilidad extendida del productor implica también establecer procesos de fiscalización al o los sistemas de gestión que operen, con el propósito de verificar el cumplimiento de las metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas establecidas en el Decreto Supremo. La Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) es la encargada del proceso de fiscalización.

El modelo de fiscalización se encuentra principalmente basado en la figura de autorregulación de los sistemas de gestión. No obstante, en los casos de la fiscalización que tengan alta complejidad, la SMA es quien asumirá esa labor. Los costos vinculados a esta fiscalización están relacionados a las horas de trabajo de profesionales (abogados y técnicos para las Divisiones de Fiscalización y de Sanción y Cumplimiento), además del establecimiento de sistemas informáticos.

El sistema de fiscalización para EyE formará parte de un único sistema encargado de fiscalizar los productos prioritarios neumáticos y envases y embalajes, cuyos costos se detallan en MMA (2018). De acuerdo a lo informado por la SMA, la inclusión del nuevo PP significará la adición de un nuevo profesional que se suma a los 4 Profesionales ya considerados para la División de Fiscalización (DFZ), la mantención de los 4 profesionales DSC y Fiscalía, y dar continuidad a la compra de servicios para Desarrollo de Sistemas Informáticos, señalados en el ORD N° 2175/2018.

Luego, se considera que el costo de fiscalización asociado al anteproyecto evaluado corresponde a la contratación del nuevo profesional de DFZ, esto es:

**Tabla C-10:** Costo de fiscalización (CLP/año)

ITEM <sup>15</sup>	CLP/año
1 Profesional DFZ	28.432.848

*h) Costos de aumentar la participación en los esquemas de recolección*

La participación en el año de inicio es acompañada por un costo por concepto de difusión y comunicación de la recolección de los EyE en los hogares. Este costo por difusión es obtenido de la experiencia piloto realizada por CENEM, quienes realizaron campañas comunicacionales para lograr la participación de los hogares.

El valor a considerar es a CLP 4.036 anual por vivienda, este valor se encuentra en línea con el estudio de (Timlett R. and Williams I. 2008), quienes mediante tres tipos de estrategias de campañas educativas y difusión (información puerta a puerta, a través de incentivos y mediante retroalimentación) se obtuvo en promedio un costo de CLP 4.379 por vivienda<sup>16</sup>.

Se considera que cada año se realizara un gasto de CLP 4.036 por cada vivienda que no se ha sumado al sistema de recolección, una vez que la vivienda decide participar se deberá mantener un gasto igual a 1/3 de este valor para asegurarse de que esta vivienda continúe participando en la forma requerida.

Matemáticamente:

<sup>15</sup> Considera remuneración bruta mensual para el año 2019 para un profesional grado 11: \$ 2.369.404.

<sup>16</sup> El tipo de estrategia de información puerta a puerta tuvo un costo de £11.4 por vivienda, el esquema de incentivos fue de £2,78 y el de retroalimentación fue de £0,5. Se consideró un tipo de cambio Libra-CLP de 895.

$$CPart_t = \sum_c^{c} Viv_{c,t} * (Part_{c,t} * Costo_a + (1 - Part_{c,t}) * Costo_b) \quad \text{Ecuación C-5}$$

Donde:

$CPart_t$ :	Costo de aumentar la participación en el periodo t (\$/año)
$Viv_{c,t}$ :	Número de viviendas en la comuna c para el periodo t
$Part_{c,t}$ :	Tasa de participación en la comuna c durante el periodo t (%)
$Costo_a$ :	Costo para mantener a una vivienda dentro del esquema de recolección (\$/año/vivienda)
$Costo_b$ :	Costo para incorporar a una vivienda al esquema de recolección (\$/año/vivienda)

### i) Costo de garantía y administración del sistema de gestión

El regulado, con el fin de asegurar el cumplimiento de las metas y obligaciones asociadas, incurre en una garantía. Esta consiste en certificados de depósitos a la vista, boletas bancarias de garantía a la vista, certificados de depósitos de menos de trescientos sesenta días, carta de crédito *stand by* emitidas por un banco, pólizas de garantía o cauciones a primer requerimiento. La garantía se calcula según la siguiente ecuación:

$$G_i = IT * F_{BC} \quad \text{Ecuación C-6}$$

Dónde:

$IT$ :	Total de ingresos anuales del sistema de gestión proveniente de aportes de los productores
$F_{BC}$ :	Factor de buen cumplimiento, cuyo valor depende del número de años consecutivos en que el regulado ha cumplido con sus metas de recolección. Este valor puede moverse entre 0 y 1.

Para efectos del AGIES,  $IT$  se asume equivalente a los costos netos de recolectar, pretratar y asegurar la participación, y  $F_{BC}$  toma el valor de 1.

Este monto, al ser una garantía, requiere quedar inmovilizado hasta el cumplimiento de las metas, de modo que se considera el costo de oportunidad de no estar invirtiendo ese dinero en el sistema financiero, particularmente en bonos locales de la Tesorería General de la República, que rentan a una tasa del 3,2% en el plazo de la regulación (Ministerio de Hacienda 2019).

El costo de administración se considera igual al 5% de los costos netos antes mencionados, esto considerando un valor similar al reportado por el sistema de gestión español ECOEMBES.

## Anexo D Modelación y estimación de beneficios

A continuación, se explicita la metodología que permite estimar los beneficios identificados en la Tabla 2-1. Por disponibilidad de información, no todos pueden ser estimados, en esos casos se consideran beneficios no cuantificables.

### a) Beneficios por mayor venta de residuos recolectados

Los residuos de EyE recolectados por el regulado son entregados, a cambio de un pago, a un valorizador<sup>17</sup>,

El beneficio asociado puede escribirse como:

$$BRec_{k,t} = PUr_{k,t} * \sum_c^c (EyE_{k,c,t} * (1 - tasaR)) \quad \text{Ecuación D-1}$$

Donde:

- $BRec_{k,t}$ : Ingresos totales recibidos en la comuna  $c$  durante el año  $t$  por la venta de los residuos recolectados de categoría  $k$  (\$/ton)
- $PUr_{k,t}$ : Precio de venta al valorizador del residuo  $k$  recolectado durante el año  $t$  en la comuna  $c$
- $EyE_{k,c,t}$ : EyE de categoría  $k$  recolectados en la comuna  $c$  durante el año  $t$
- $tasaR$ : Tasa de rechazo

Los precios considerados para cada subcategoría de EyE son los siguientes:

**Tabla D-1:** Precio de compra de residuos EyE (USD/t)

Subcategoría	Material	Precio de Compra (USD/t)
Cartón para líquidos	n/a	0
Metal	Aluminio	953
	Hojalata	103
Papel y Cartón	n/a	137
Plástico	1-PET	340
	2-HDPE	299
	3-PVC	0
	4-LDPE	228
	5-PP	187
	6-PS	0
	7-Otros	0
Vidrio	n/a	48

Fuente: Elaboración propia en base a (Deloitte 2015)

<sup>17</sup> Los EyE en la actualidad tienen precios de mercado, por lo que el valorizador está dispuesto a comprarlas para recibirlos. Eventualmente, ante la obligación de la regulación, esta relación podría cambiar. Independiente de cómo se configure esta relación económica, este ingreso o costo por venta de los residuos recolectados del regulado tendrá su contrapartida como costo o ingreso por parte del valorizador.

Los precios de compra/venta de residuos recolectados a valorizadores y/o centros de acopio de mayor tamaño se obtuvieron de fuentes de información primaria para cada categoría de residuos de envases y embalajes, se considera un valor promedio a nivel nacional.

### b) Beneficios por venta de residuos valorizados

Los residuos valorizados son transados en el mercado para su inclusión en nuevos procesos productivos, generando un beneficio por el aumento de las cantidades vendidas.

Matemáticamente:

$$BVal_{k,t} = PUV_{k,t} * Rend. E_k * \sum_c^c (EyE_{k,c,t} * (1 - tasaR)) \quad \text{Ecuación D-2}$$

Donde:

$BVal_{k,t}$ :	Ingresos totales generados por la venta de los residuos de categoría $k$ valorizados durante el año $t$ (\$/año)
$PUV_{k,t}$ :	Precio unitario de venta de los productos valorizados de categoría $k$ durante el año $t$ (\$/ton)
$Rend. E_k$ :	Rendimiento del proceso de valorización que se aplica al residuo de subcategoría $k$ . $0 \leq Rend. E_k \leq 1$
$EyE_{k,c,t}$ :	EyE de categoría $k$ recolectados en la comuna $c$ durante el año $t$
$tasaR$ :	Tasa de rechazo

Por la dificultad de diferenciar en ciertas subcategorías el mercado final, solo se valorizan estos beneficios en aquellas subcategorías en las que sí existe el mercado.

Los precios unitarios considerados son:

**Tabla D-2:** Precio de venta de residuos valorizados (USD/t)

Subcategoría	Material	Precio de Venta (USD/t)
Papel y Cartón	n/a	550
Plástico	1-PET	721
	2-HDPE	888
	3-PVC	-
	4-LDPE	776
	5-PP	999
	6-PS	-
	7-Otros	-

Fuente: Elaboración propia en base a (Deloitte 2015).

Es relevante señalar que sin bien la regulación permite recolectar una mayor cantidad de envases y embalajes de la subcategoría plástico, fomentando su reciclaje y disminuyendo los daños tanto sociales como ambientales de la mala disposición, en un escenario conservador esta mayor oferta de plástico reciclado tendrá un límite de absorción por parte del mercado, esto dado por las limitantes de incluir material reciclado, por ejemplos, en productos que estén en contacto con alimentos, o por la baja tasa de sustitución que existe considerando las tecnologías actuales entre plásticos reciclados y plásticos vírgenes.

Para reflejar esto en el análisis, a partir de la información de CENEM, se analizaron los potenciales materiales de consumo domiciliario que, en su producción, podría sustituirse materia prima por plástico reciclado, consideran temas como exigencias en la calidad del producto, necesidad de limpiezas, límites tecnológicos, entre otras y se estima un límite máximo de demanda por el plástico reciclado de origen domiciliario en un 30% del total puesto en el mercado.

En el caso de la categoría no domiciliario, a diferencia del anterior, se considera que no posee limitantes en potencial de sustituir plástico virgen respecto al reciclado, considerando los altos niveles de limpieza y calidad de estos productos.

*c) Beneficios por menor recolección y disposición municipal*

Se considera que el menor gasto que tendrán que realizar las municipalidades en recolección y disposición final es uno de los beneficios asociados a la implementación de las metas de recolección y valorización de envases y embalajes domiciliarios.

Matemáticamente:

$$B \text{ Rec Mun}_t = \text{Costo } M_t * \sum_c^c (E_y E_{c,t}) \tag{Ecuación D-3}$$

Donde:

- B Rec Mun<sub>t</sub>*: Ahorro en recolección y eliminación municipal en el periodo t (\$/año)
- Costo A M<sub>t</sub>*: Costo promedio nacional de recolectar y disponer una tonelada de residuos (\$/ton)
- E<sub>y</sub>E<sub>c,t</sub>*: E<sub>y</sub>E de categoría *k* recolectados en la comuna *c* durante el año *t*

De SUBDERE (2018), se obtienen los costos de recolección y disposición final de residuos para cada comuna. Debido a la gran dispersión de estos valores y la influencia que la forma en que las municipalidades prestan este servicio (a través de terceros o de manera directa), se ajusta el valor considerando un promedio nacional que solo considera valores mayores a CLP 0.

**Tabla D-3:** Costos de recolección y disposición final (CLP/t)

Ítem	Costo promedio (CLP/t)
Recolección	42.249
Disposición final	12.937

*d) Beneficios por menor desamenidad asociada a la disposición de residuos en rellenos sanitarios*

En términos generales la responsabilidad extendida del productor busca internalizar las externalidades ambientales asociadas a la eliminación o disposición inadecuada de ciertos residuos prioritarios, específicamente, las metas de recolección y valorización evaluadas lograrían disminuir las externalidades asociadas a los residuos de envases y embalajes.

Estas externalidades se asocian a los efectos del sitio de disposición final: malos olores, riesgos a la salud, impacto visual, riesgo de incendio, entre otros. A lo anterior, se denomina desamenidades.

Para estimar beneficio asociado a las menores desamenidades producto de la regulación, se recurre al método de transferencia de beneficios de valores usados en estudios internacionales. La Comisión Europea en el año 2000 desarrolló una investigación en la que se evaluaron distintos estudios que estimaban las desamenidades generadas por rellenos sanitarios (European Commission 2000).

Se obtuvieron valores, asociados a dos tipos de disposición final: rellenos sanitarios modernos que cuentan con sistemas de manejo de lixiviación y de tratamiento y; rellenos sanitarios en sitios descuidados sin ningún tipo de control de gases ni otros; a estos últimos el AGIES los asocia a rellenos manuales, vertederos y/o basurales. El estudio, además de la desamenidad, incorpora otras externalidades como daños por lixiviación y daños por polución en el aire.

Los valores utilizados, del estudio de la Comisión Europea y corregidos por inflación y tipo de cambio se señalan a continuación, para rellenos sanitarios con buen control y sin control:

**Tabla D-4:** Valores considerados para valorizar externalidad asociadas a eliminación de residuos (USD/t)

Ítem	Relleno sanitario con buen control		Relleno sin prácticas de control	
	Euro =2000/ton	US=2018/ton	Euro =2000/ton	US=2018/ton
Daños por desamenidad	10	15	10	15
Daños por lixiviación	0	0	1,5	2
Daños por polución del aire	0,1	0,2	0	0
Valor total	10,1	15,2	10,5	17

Fuente: Elaboración propia en base a European Commission, 2000

### e) Beneficios por menores emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente, dada la menor disposición de residuos en rellenos sanitarios

Los residuos que se destinan a sitios de disposición final generan emisiones debido al proceso de descomposición de los materiales a lo largo del tiempo. Considerando los valores del *IPCC waste model* se calculan las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) evitadas por las toneladas de residuos de envases y embalajes (tanto domiciliarios como no domiciliarios) que no se degradaran en sitios de disposición final como resultado de la implementación de las metas REP.

Para cuantificar este beneficio se transforman las emisiones de CH<sub>4</sub> evitadas en toneladas de Dióxido de Carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) y se valorizan considerando el precio social del CO<sub>2</sub>:

$$BCO_{2,t} = P. social CO_2 * IPCC \left[ \sum_c^c (EyE_{c,t}) \right] \quad \text{Ecuación D-4}$$

Donde:

- $BCO_{2,t}$ : Beneficio por menores emisiones por eliminación en el periodo t (\$/año)
- $P. social CO_2$ : Precio social del CO<sub>2</sub> (\$/ton)
- $IPCC[\sum_c^c (EyE_{c,t})]$ : Toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente evitadas por la menor eliminación de los EyE durante el año t



f) *Beneficios por menores emisiones asociadas a la extracción de materia prima virgen*

Los mayores niveles de reciclaje generan beneficios en cambio climático por los ahorros en impactos ambientales que se generan al extraerse y procesarse menores cantidades de materias primas virgen.

Para cada subcategoría de envases y embalajes existen ahorros de emisiones que se generan en diferentes etapas del proceso de extracción y procesamiento de insumos vírgenes, asociados al reemplazo de material:

**Tabla D-5:** Beneficios asociados al reemplazo de material virgen (TonCO2 eq/t)

Subcategoría	Impactos	TonCO2 eq
Papel y cartón	Evitar blanqueamiento de pulpa Mantenimiento de los árboles y la absorción de co2 asociado	-0,073
Vidrio	Menor uso de energía para fundir	-0,333
Metal	Energía necesaria para la extracción primaria	-11,36
Plásticos	Varios	-1,173

Fuente: Elaboración propia en base a European Commission, 2014

Dado que este AGIES se limita a un análisis nacional, dejando fuera posibles beneficios y costos ambientales ocurridos en países vecinos, solo se consideran beneficios atribuibles a la regulación evaluada, las emisiones evitadas por menor extracción y procesamiento de materia prima virgen que ocurren dentro del territorio como resultado de la mayor disponibilidad de material recolectado y utilizado para reemplazar los insumos primarios.

Se valorizan entonces solo los ahorros asociados a la subcategoría *Vidrio*, esto ya que los demás procesos extractivos ocurren en el extranjero o bien, el material recolectado no logra reemplazar el insumo productivo virgen (*papel y cartón*).

Luego:

$$BMP_t = P. social CO_2 * \sum_c^c (EyE_{k=vidrio,c,t}) * 0,33 \quad \text{Ecuación D-5}$$

Donde:

- $BMP_t$ : Beneficio por menores emisiones asociadas a la extracción de materia prima virgen en el periodo t (\$/año)
- $P. social CO_2$ : Precio social del CO<sub>2</sub> (\$/t)
- $EyE_{k=vidrio,c,t}$  Toneladas de vidrio recolectadas durante el año t

*g) Beneficios por mayor ahorro al reemplazar materia prima virgen por material reciclado dada la mayor disponibilidad de este último*

En la realidad nacional de hoy en día, existen diferencias entre los precios que los valorizadores pagan por el material recolectado y el precio que tendrían que pagar por material virgen para poder elaborar los productos finales objeto de sus negocios, siendo más bajo el primero y significando un ahorro en costos.

Se contabiliza luego, este mayor ahorro, como un beneficio de la regulación al generar una mayor disponibilidad de material recolectado de post consumo, y un mayor ahorro por reemplazo de materia prima virgen.

Tal como se indicó anteriormente, se considera que la subcategoría *Vidrio* es la única para la cual se puede reemplazar en proporción 1:1 material de postconsumo por material virgen, luego el beneficio se define como:

$$BAMP_t = (P_{IVV} - P_{VR}) * \sum_c (E_{yE_{k=vidrio,c,t}}) \tag{Ecuación D-6}$$

Donde:

- $BAMP_t$ : Beneficio por ahorro en compra de materia prima virgen en el periodo t (\$/año)
- $P_{IVV}$ : Precio insumos vírgenes para producir vidrio (\$/ton)
- $P_{VR}$ : Precio insumos post consumo para producir vidrio  $t$
- $E_{yE_{k=vidrio,c,t}}$ : Toneladas de vidrio recolectadas durante el año  $t$

Se estima que el precio de insumos vírgenes para producir una tonelada de vidrio es de USD 120 por tonelada<sup>18</sup>.

<sup>18</sup> <https://prd-wret.s3-us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/atoms/files/mcs-2019-sodaa.pdf>  
[http://www.tvrl.lth.se/fileadmin/tvrl/files/Landfill/Glass\\_waste\\_and\\_Mining.pdf](http://www.tvrl.lth.se/fileadmin/tvrl/files/Landfill/Glass_waste_and_Mining.pdf)  
<https://tradingeconomics.com/commodity/soda-ash>

## Anexo E Parámetros comunales

Se presentan en detalle los valores de los parámetros utilizados y los resultados asociados a cobertura y participación de recolección domiciliaria.

Tabla E-1: Desglose comunal de parámetros y resultados

Comuna <sup>19</sup>	N Viv U <sup>20</sup>	N Viv R <sup>21</sup>	Dist VU <sup>22</sup>	Dist VR <sup>23</sup>	Gen D LB <sup>24</sup>	Gen ND LB <sup>25</sup>	Part. t=0 <sup>26</sup>	Part. t=8 <sup>27</sup>	CobU 2030 <sup>28</sup>	CobR 2030 <sup>29</sup>	Costo R VU <sup>30</sup>	Costo R VR <sup>31</sup>
1101	69.083	1.570	10,4	104,0	18.059	0	0,3523	0,6814	1	1	50,0	162,1
1107	40.154	107	14,2	142,0	5.481	6.895	0,3314	0,6605	1	1	49,4	202,5
1401	3.121	5.152	29,7	297,0	605	0	0,2990	0,6282	0	1	64,0	384,2
1402	0	1.111	0,0	330,4	142	0	0,3096	0,6387	1	0	28,1	423,8
1403	0	1.976	0,0	330,4	70	0	0,3135	0,6426	0	0	28,4	424,2
1404	593	2.545	35,8	358,0	164	0	0,3154	0,6445	0	1	72,5	458,4
1405	1.479	472	61,0	610,0	276	0	0,3300	0,6592	0	1	106,0	763,5
2101	122.122	764	13,3	133,0	16.495	67.813	0,3509	0,6800	1	1	50,6	193,9
2102	3.237	512	19,6	196,0	594	4.479	0,3592	0,6883	1	1	59,4	270,7
2103	0	182	0,0	330,4	324	4.079	0,3354	0,6646	1	0	30,4	426,2
2104	3.928	692	25,9	259,0	1.112	0	0,3420	0,6711	1	1	67,1	346,3
2201	59.066	4.746	16,9	169,0	8.245	1.859	0,3624	0,6916	1	1	55,9	238,1
2202	0	418	0,0	330,4	18	0	0,3577	0,6869	0	0	32,4	428,2
2203	1.449	1.585	38,2	382,0	5.538	0	0,3530	0,6822	1	1	114,6	526,5
2301	10.232	1.706	20,8	208,0	1.367	1.787	0,3262	0,6554	1	1	56,8	281,0
2302	1.300	120	28,9	289,0	358	0	0,3440	0,6731	1	1	72,1	383,6
3101	63.406	2.275	18,6	186,0	8.330	1.695	0,2966	0,6258	1	1	51,4	251,9
3102	7.635	8.645	28,5	285,0	1.467	2.031	0,2955	0,6246	1	1	62,5	369,7

<sup>19</sup> Comuna según Código Único Territorial INE

<sup>20</sup> Número de viviendas urbanas (línea base)

<sup>21</sup> Número de viviendas rurales (línea base)

<sup>22</sup> Distancia entre viviendas urbanas (metros)

<sup>23</sup> Distancia entre viviendas rurales (metros)

<sup>24</sup> Generación de residuos de EyE domiciliarios disponibles para recolectar en línea base (t/año)

<sup>25</sup> Generación de residuos de EyE no domiciliarios disponibles para recolectar en línea base (t/año)

<sup>26</sup> Participación potencial en la recolección para t=0

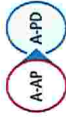
<sup>27</sup> Participación potencial en la recolección para t=8

<sup>28</sup> Cobertura a nivel urbano en 2030 (%)

<sup>29</sup> Cobertura a nivel rural en 2030 (%)

<sup>30</sup> Costo de recolección domiciliario puerta a puerta en zona urbana (CLP/viv/vez)

<sup>31</sup> Costo de recolección domiciliario puerta a puerta en zona rural (CLP/viv/vez)



Comuna <sup>19</sup>	N Viv U <sup>20</sup>	N Viv R <sup>21</sup>	Dist VU <sup>22</sup>	Dist VR <sup>23</sup>	Gen D LB <sup>24</sup>	Gen ND LB <sup>25</sup>	Part. t=0 <sup>26</sup>	Part. t=8 <sup>27</sup>	CobU 2030 <sup>28</sup>	CobR 2030 <sup>29</sup>	Costo R VU <sup>30</sup>	Costo R VR <sup>31</sup>
3103	4.225	1.932	31,0	310,0	649	0	0,2984	0,6275	1	1	66,1	400,2
3201	4.740	2.119	32,1	321,0	637	0	0,2980	0,6271	1	1	67,3	413,3
3202	6.410	720	27,4	274,0	950	0	0,2905	0,6196	1	1	61,8	357,2
3301	16.788	3.298	26,1	261,0	2.628	0	0,3325	0,6617	1	1	64,1	345,5
3302	0	3.659	0,0	330,4	155	0	0,3052	0,6343	0	0	27,7	423,4
3303	1.788	1.782	52,3	523,0	276	0	0,2996	0,6288	0	1	91,2	655,0
3304	3.996	2.610	35,6	356,0	451	0	0,2966	0,6258	0	1	70,8	454,5
4101	81.732	9.001	19,7	197,0	9.890	22.075	0,3429	0,6720	1	1	56,9	269,2
4102	89.146	8.078	23,2	232,0	13.717	6.530	0,2981	0,6272	1	1	57,3	307,3
4103	4.005	735	39,6	396,0	465	0	0,3270	0,6562	0	1	79,1	505,9
4104	629	2.377	74,1	741,0	335	0	0,3162	0,6453	0	1	119,6	918,3
4105	0	2.378	0,0	330,4	1.202	0	0,3129	0,6421	1	0	28,4	424,1
4106	6.018	4.442	29,6	296,0	2.314	0	0,3290	0,6582	1	1	69,9	388,9
4201	8.430	4.731	28,4	284,0	2.639	0	0,3018	0,6310	1	1	65,2	371,3
4202	1.098	4.645	73,5	735,0	1.146	0	0,3229	0,6521	1	1	121,4	913,7
4203	10.129	2.616	38,5	385,0	3.346	0	0,3250	0,6541	1	1	80,9	495,9
4204	5.685	4.377	33,6	336,0	743	2.197	0,3324	0,6615	0	1	71,9	434,1
4301	34.677	12.443	23,1	231,0	7.339	1.076	0,3011	0,6303	1	1	57,8	306,8
4302	3.095	5.063	35,2	352,0	1.561	0	0,3200	0,6491	1	1	75,0	454,4
4303	6.134	8.398	42,8	428,0	2.416	0	0,3149	0,6441	1	1	83,1	544,5
4304	2.431	2.385	47,4	474,0	806	0	0,3105	0,6397	1	1	88,2	599,1
4305	0	3.216	0,0	330,4	156	0	0,2984	0,6275	0	0	27,1	422,8
5101	115.716	1.223	20,8	208,0	14.775	56.421	0,3269	0,6560	1	1	57,2	281,4
5102	7.059	6.037	28,2	282,0	108	12.654	0,3271	0,6563	0	0	63,6	367,6
5103	24.148	1.334	21,1	211,0	2.471	1.718	0,3604	0,6896	1	1	60,0	287,4
5104	0	423	0,0	330,4	66	0	0,3366	0,6657	1	0	30,5	426,3
5105	15.779	1.951	51,8	518,0	2.802	857	0,3303	0,6595	1	1	95,1	653,4
5107	13.599	2.265	24,6	246,0	4.076	785	0,3320	0,6612	1	1	64,7	329,8
5109	144.473	0	17,4	174,0	21.994	2.356	0,3427	0,6719	0	1	55,2	242,7
5201	2.589	275	68,9	689,0	453	0	0,3269	0,6560	0	1	150,3	1114,6
5301	22.906	1.585	20,8	208,0	3.655	675	0,3379	0,6671	1	1	58,7	282,9
5302	4.056	1.615	38,6	386,0	652	0	0,3281	0,6573	1	1	78,2	494,3
5303	3.115	925	41,0	410,0	587	0	0,3295	0,6587	1	1	81,7	523,6
5304	4.151	3.353	31,2	312,0	812	0	0,3212	0,6504	1	1	68,6	404,9
5401	9.603	6.960	33,2	332,0	326	10.168	0,3212	0,6504	0	1	69,3	427,2
5402	4.476	2.858	34,6	346,0	1.389	0	0,3260	0,6552	1	1	74,9	447,9
5403	4.555	363	26,9	269,0	458	0	0,3291	0,6582	1	1	64,0	353,9
5404	1.916	2.792	61,7	617,0	440	0	0,3166	0,6458	0	1	104,5	769,6
5405	4.399	1.535	63,9	639,0	961	0	0,3202	0,6493	0	1	108,8	797,6
5501	30.625	4.845	20,3	203,0	8.912	639	0,3281	0,6572	1	1	59,1	277,9

Comuna <sup>19</sup>	N Viv U <sup>20</sup>	N Viv R <sup>21</sup>	Dist VU <sup>22</sup>	Dist VR <sup>23</sup>	Gen D LB <sup>24</sup>	Gen ND LB <sup>25</sup>	Part. t=0 <sup>26</sup>	Part. t=8 <sup>27</sup>	CobU 2030 <sup>28</sup>	CobR 2030 <sup>29</sup>	Costo R VU <sup>30</sup>	Costo R VR <sup>31</sup>
5502	19.203	763	21,4	214,0	2.839	0	0,3206	0,6497	1	1	57,6	288,2
5503	4.093	2.609	42,8	428,0	3.129	0	0,3202	0,6494	1	1	89,6	551,0
5504	6.643	919	30,2	302,0	1.102	0	0,3227	0,6519	1	1	68,1	393,7
5506	6.849	1.489	34,5	345,0	1.089	0	0,3330	0,6622	1	1	74,3	446,1
5601	32.177	2.603	23,8	238,0	5.578	0	0,3325	0,6616	1	1	62,0	318,5
5602	13.244	2.384	31,1	311,0	2.342	8.127	0,3317	0,6608	1	1	70,4	405,6
5603	13.635	751	26,9	269,0	2.764	0	0,3302	0,6593	1	1	66,1	356,0
5604	15.115	858	32,1	321,0	1.729	568	0,3277	0,6568	1	1	70,2	416,3
5605	15.939	864	33,7	337,0	2.242	0	0,3209	0,6501	1	1	71,9	435,2
5606	3.891	3.056	46,5	465,0	874	0	0,3448	0,6739	0,95	1	89,6	590,8
5701	24.627	2.509	22,5	225,0	4.690	0	0,3259	0,6550	1	1	60,0	302,5
5702	2.701	2.555	39,9	399,0	682	0	0,3096	0,6388	1	1	78,4	508,4
5703	6.501	2.602	28,6	286,0	1.263	0	0,3226	0,6517	1	1	66,3	374,6
5704	1.340	1.221	56,9	569,0	148	7.445	0,3216	0,6507	0	1	98,5	711,8
5706	3.692	3.836	42,6	426,0	644	0	0,3182	0,6473	0	1	81,9	541,1
5801	64.437	1.659	40,8	408,0	1.101	0	0,3179	0,6471	1	1	81,3	521,1
5802	13.966	2.816	23,6	236,0	7.303	0	0,3389	0,6680	1	1	61,2	315,6
5803	5.432	2.996	31,0	310,0	2.516	0	0,3000	0,6291	1	1	67,1	401,3
5804	52.180	633	53,8	538,0	1.435	0	0,3213	0,6505	1	1	97,0	676,9
6101	85.608	1.995	21,1	211,0	10.858	0	0,3383	0,6675	1	1	60,0	287,4
6102	2.691	2.320	18,0	180,0	12.634	15.361	0,3400	0,6691	1	1	55,5	249,5
6103	1.228	1.542	37,8	378,0	534	480	0,3330	0,6622	1	1	77,6	485,1
6104	4.210	3.610	77,7	777,0	231	476	0,3007	0,6298	0	1	121,9	959,4
6105	5.920	1.800	55,2	552,0	713	0	0,3004	0,6295	0	1	95,0	690,0
6106	10.682	1.284	38,2	382,0	1.057	0	0,2986	0,6277	1	1	75,4	487,1
6107	3.569	8.232	20,0	200,0	1.808	925	0,3364	0,6655	1	1	57,5	273,1
6108	20.354	595	47,4	474,0	1.410	0	0,3001	0,6293	0	1	86,2	597,2
6109	1.942	3.293	38,6	386,0	2.944	0	0,2964	0,6256	1	1	75,6	491,6
6110	7.741	2.010	59,7	597,0	566	0	0,3041	0,6333	0	1	101,2	744,7
6111	3.685	1.672	34,8	348,0	1.233	894	0,2988	0,6279	1	1	71,1	446,2
6112	4.684	947	44,4	444,0	684	0	0,3024	0,6316	0	1	82,9	561,5
6113	3.461	4.110	45,1	451,0	668	0	0,3018	0,6310	0	1	83,6	569,8
6114	2.701	2.217	61,1	611,0	930	0	0,3254	0,6546	0	1	105,2	763,8
6115	17.233	5.034	42,7	427,0	601	0	0,3002	0,6294	1	1	80,7	540,9
6116	6.799	5.226	26,1	261,0	2.140	6.768	0,3005	0,6297	1	1	60,3	341,6
6117	9.703	8.297	38,0	380,0	1.251	924	0,3001	0,6293	0	1	74,3	483,9
6201	8.322	2.463	37,6	376,0	2.193	0	0,2996	0,6287	1	1	74,5	479,8
6202	589	1.495	36,5	365,0	3.971	0	0,3042	0,6334	1	1	78,3	471,7
6203	1.462	2.092	63,9	639,0	90	392	0,3039	0,6331	0	1	104,9	793,7
			50,6	506,0	238	0	0,2978	0,6270	0	1	88,9	634,3

Comuna <sup>19</sup>	N Viv U <sup>20</sup>	N Viv R <sup>21</sup>	Dist VU <sup>22</sup>	Dist VR <sup>23</sup>	Gen D LB <sup>24</sup>	Gen ND LB <sup>25</sup>	Part. t=0 <sup>26</sup>	Part. t=8 <sup>27</sup>	CobU 2030 <sup>28</sup>	CobR 2030 <sup>29</sup>	Costo R VU <sup>30</sup>	Costo R VR <sup>31</sup>
6204	1.570	2.009	55,6	556,0	300	0	0,3017	0,6309	0	1	95,6	694,9
6205	0	4.997	0,0	330,4	2.538	0	0,3009	0,6301	1	0	27,3	423,0
6206	840	3.067	56,5	565,0	237	0	0,3001	0,6292	0	1	96,1	705,1
6301	24.541	4.511	25,1	251,0	4.171	0	0,3312	0,6603	1	1	63,1	333,6
6302	3.545	2.701	53,6	536,0	628	0	0,2991	0,6282	0	1	93,2	671,0
6303	7.989	5.908	41,7	417,0	1.104	11.127	0,3017	0,6309	0	1	78,8	528,3
6304	1.053	2.043	64,9	649,0	297	0	0,3011	0,6303	0	1	106,9	806,4
6305	3.930	2.372	33,1	331,0	898	0	0,3016	0,6308	1	1	69,7	426,5
6306	1.338	3.608	49,3	493,0	302	5.284	0,3006	0,6297	0	1	87,4	618,9
6307	2.798	2.027	43,1	431,0	480	0	0,2981	0,6273	0	1	80,5	545,1
6308	902	2.495	57,1	571,0	361	0	0,3003	0,6294	0	1	97,6	713,1
6309	0	1.685	0,0	330,4	115	0	0,3005	0,6297	0	0	27,3	423,0
6310	8.484	5.989	25,5	255,0	2.319	0	0,3009	0,6301	1	1	60,8	335,7
7101	83.322	3.696	21,8	218,0	13.190	12.214	0,3314	0,6605	1	1	59,3	294,3
7102	16.784	4.028	25,2	252,0	3.215	337	0,3178	0,6470	1	1	62,1	333,7
7103	1.677	3.471	44,0	440,0	341	0	0,3305	0,6596	0	1	84,1	558,4
7104	1.213	575	48,9	489,0	176	0	0,3051	0,6342	0	1	88,2	615,3
7105	18.017	5.236	25,6	256,0	2.098	0	0,3189	0,6481	0	1	60,9	336,9
7106	870	2.232	42,7	427,0	357	0	0,3167	0,6459	1	1	82,2	542,4
7107	1.340	2.459	68,1	681,0	287	0	0,3229	0,6521	0	1	112,4	846,5
7108	1.545	3.791	42,5	425,0	409	0	0,3192	0,6484	0	1	81,4	539,5
7109	7.504	10.373	31,4	314,0	2.226	0	0,3003	0,6295	1	1	67,2	405,7
7110	1.972	2.004	45,2	452,0	434	0	0,3186	0,6478	0	1	85,1	572,4
7201	13.545	4.089	24,6	246,0	2.190	0	0,3127	0,6419	1	1	60,4	325,5
7202	1.599	2.082	34,7	347,0	561	0	0,3227	0,6519	1	1	74,1	448,1
7203	3.607	2.360	58,0	580,0	770	0	0,3245	0,6536	0	1	101,5	726,7
7301	47.699	6.417	24,0	240,0	9.131	645	0,3255	0,6547	1	1	61,6	320,3
7302	2.558	2.007	52,6	526,0	444	0	0,3110	0,6401	0	1	93,1	660,1
7303	3.458	842	66,6	666,0	528	0	0,3146	0,6437	0	1	110,8	828,7
7304	12.585	3.492	26,5	265,0	2.072	0	0,3171	0,6463	1	1	63,1	348,7
7305	1.982	2.083	39,0	390,0	482	375	0,3112	0,6404	1	1	77,2	497,6
7306	2.274	3.537	30,8	308,0	23	4.553	0,3201	0,6493	0	0	66,0	398,0
7307	3.084	4.183	50,7	507,0	605	881	0,3241	0,6532	0	1	91,8	638,3
7308	3.417	7.318	32,7	327,0	1.081	290	0,3229	0,6520	1	1	70,5	423,0
7309	665	3.421	78,8	788,0	328	0	0,3075	0,6366	0	1	123,9	973,3
7401	27.640	7.188	23,5	235,0	5.202	283	0,3238	0,6530	1	1	60,6	313,9
7402	3.505	4.993	39,7	397,0	1.149	0	0,3203	0,6494	1	1	79,3	507,3
7403	3.215	8.211	51,0	510,0	1.557	0	0,3212	0,6503	1	1	93,0	642,8
7404	11.123	4.896	24,2	242,0	2.375	0	0,3023	0,6315	1	1	59,3	320,2
7405	2.775	5.355	43,0	430,0	797	0	0,3152	0,6443	0	1	82,1	545,6

Comuna <sup>19</sup>	N Viv U <sup>20</sup>	N Viv R <sup>21</sup>	Dist VU <sup>22</sup>	Dist VR <sup>23</sup>	Gen D LB <sup>24</sup>	Gen ND LB <sup>25</sup>	Part. t=0 <sup>26</sup>	Part. t=8 <sup>27</sup>	CobU 2030 <sup>28</sup>	CobR 2030 <sup>29</sup>	Costo R VU <sup>30</sup>	Costo R VR <sup>31</sup>
7406	10.893	5.293	30,6	306,0	2.198	0	0,3023	0,6314	1	1	66,7	396,5
7407	3.816	2.600	33,3	333,0	939	0	0,3026	0,6317	1	1	70,2	429,1
7408	2.344	4.608	70,2	702,0	543	0	0,2996	0,6288	0	1	112,7	869,4
8101	86.022	1.754	15,7	157,0	12.412	11.842	0,3316	0,6607	1	1	51,9	221,1
8102	40.524	1.462	24,1	241,0	3.563	11.693	0,3236	0,6528	1	1	59,9	319,7
8103	34.442	38	20,0	200,0	3.772	6.733	0,3304	0,6596	0,24	1	56,1	271,7
8104	1.428	2.777	43,2	432,0	468	0	0,3003	0,6295	0	1	81,2	546,9
8105	7.697	2.218	32,9	329,0	1.071	0	0,3010	0,6301	1	1	68,6	423,3
8106	16.576	116	27,0	270,0	2.488	0	0,3154	0,6446	1	1	64,0	355,1
8107	17.233	255	22,5	225,0	3.316	0	0,3188	0,6479	1	1	59,6	302,2
8108	51.913	49	21,1	211,0	6.204	3.509	0,3350	0,6641	0,34	1	57,9	285,3
8109	3.587	2.629	28,6	286,0	597	0	0,3042	0,6334	1	1	63,7	372,0
8110	59.597	157	21,8	218,0	7.661	10.541	0,3246	0,6537	1	1	58,2	293,2
8111	20.574	3.116	28,0	280,0	2.900	0	0,3225	0,6516	1	1	65,3	367,1
8112	37.253	303	17,2	172,0	5.063	2.932	0,3285	0,6576	1	1	53,1	238,5
8201	8.623	1.096	32,4	324,0	929	2.880	0,2974	0,6265	1	1	67,6	416,8
8202	10.121	3.947	36,7	367,0	1.586	0	0,3126	0,6418	1	1	74,5	470,1
8203	7.073	5.688	27,8	278,0	2.795	0	0,2981	0,6272	1	1	64,5	364,2
8204	1.110	1.324	49,5	495,0	158	0	0,2969	0,6260	0	1	87,5	621,0
8205	11.195	1.088	26,7	267,0	1.306	2.802	0,3130	0,6422	1	1	62,5	350,3
8206	7.963	1.060	43,9	439,0	1.362	0	0,3045	0,6336	1	1	83,0	556,2
8207	1.623	2.463	44,1	441,0	332	0	0,3035	0,6326	0	1	81,9	557,3
8301	54.241	19.634	21,5	215,0	9.318	438	0,3151	0,6443	1	1	56,8	288,5
8302	822	1.096	47,1	471,0	226	0	0,2989	0,6280	0	1	85,8	593,5
8303	8.155	3.357	29,2	292,0	1.401	0	0,2952	0,6243	1	1	64,0	378,7
8304	6.470	2.941	30,4	304,0	1.009	0	0,3034	0,6326	1	1	66,0	393,7
8305	8.496	2.485	24,3	243,0	2.611	367	0,3082	0,6373	1	1	61,7	323,7
8306	8.906	2.106	27,2	272,0	1.174	0	0,3124	0,6415	1	1	63,0	356,2
8307	2.280	1.533	38,6	386,0	339	0	0,2985	0,6276	0	1	74,9	491,0
8308	776	1.199	54,6	546,0	131	0	0,2997	0,6289	0	1	93,9	682,4
8309	2.143	1.828	50,7	507,0	394	0	0,2998	0,6290	0	1	89,9	636,4
8310	1.285	421	48,3	483,0	207	0	0,3065	0,6356	0	1	88,1	608,7
8311	2.741	2.308	26,5	265,0	571	0	0,2962	0,6253	1	1	60,8	346,4
8312	5.376	1.340	42,2	422,0	568	0	0,3000	0,6292	0	1	79,3	534,2
8313	4.988	5.440	39,8	398,0	629	2.549	0,2981	0,6272	0	1	75,8	504,9
8314	0	2.124	0,0	330,4	577	0	0,2971	0,6262	1	0	27,0	422,7
16101	60.316	6.392	22,0	220,0	10.780	524	0,2947	0,6238	1	1	56,1	293,2
16102	5.250	3.741	35,5	355,0	1.054	0	0,2960	0,6251	1	1	71,5	454,2
16103	10.950	1.757	73,3	733,0	1.398	165	0,2949	0,6241	0	1	116,4	906,5
16104	2.001	3.197	52,9	529,0	603	165	0,2981	0,6272	0	1	92,6	662,8

Comuna <sup>19</sup>	N Viv U <sup>20</sup>	N Viv R <sup>21</sup>	Dist VU <sup>22</sup>	Dist VR <sup>23</sup>	Gen D LB <sup>24</sup>	Gen ND LB <sup>25</sup>	Part. t=0 <sup>26</sup>	Part. t=8 <sup>27</sup>	CobU 2030 <sup>28</sup>	CobR 2030 <sup>29</sup>	Costo R VU <sup>30</sup>	Costo R VR <sup>31</sup>
16105	1.696	2.079	29,2	292,0	264	164	0,2972	0,6263	0	1	63,2	378,0
16106	2.687	3.075	43,1	431,0	687	0	0,2974	0,6265	0,45	1	80,8	545,4
16107	5.342	5.121	57,6	576,0	1.119	0	0,2971	0,6262	0	1	97,9	718,8
16108	2.625	3.906	31,1	311,0	547	0	0,3050	0,6342	0,63	1	66,6	401,8
16109	5.841	2.707	49,6	496,0	796	0	0,2956	0,6248	0	1	88,0	622,6
16201	4.861	1.360	55,8	558,0	415	0	0,3022	0,6314	0	1	95,5	697,0
16202	920	2.698	23,9	239,0	343	0	0,3011	0,6302	1	1	57,8	315,4
16203	4.247	2.311	46,3	463,0	746	0	0,2948	0,6239	0	1	84,3	583,4
16204	682	1.868	54,8	548,0	707	0	0,3001	0,6293	1	1	98,2	688,9
16205	838	1.548	40,2	402,0	297	0	0,3006	0,6297	1	1	77,8	511,1
16206	713	2.274	51,4	514,0	315	0	0,2977	0,6269	0	1	90,5	644,6
16207	717	1.740	64,5	645,0	184	0	0,2958	0,6250	0	1	105,5	800,8
16301	12.899	8.288	65,1	651,0	2.515	164	0,2964	0,6256	0	1	107,1	808,8
16302	3.069	6.677	43,4	434,0	2.798	0	0,2976	0,6268	1	1	84,3	552,2
16303	543	4.484	48,7	487,0	658	0	0,2985	0,6277	1	1	87,9	612,9
16304	865	1.341	23,6	236,0	242	0	0,2975	0,6267	1	1	57,3	311,7
16305	1.803	2.974	51,3	513,0	681	0	0,2945	0,6237	0,05	1	90,7	643,7
1101	69.083	1.570	10,4	104,0	18.059	0	0,3523	0,6814	1	1	50,0	162,1
1107	40.154	107	14,2	142,0	5.481	6.895	0,3314	0,6605	1	1	49,4	202,5
1401	3.121	5.152	29,7	297,0	605	0	0,2990	0,6282	0	1	64,0	384,2
1402	0	1.111	0,0	330,4	142	0	0,3096	0,6387	1	0	28,1	423,8
1403	0	1.976	0,0	330,4	70	0	0,3135	0,6426	0	0	28,4	424,2
1404	593	2.545	35,8	358,0	164	0	0,3154	0,6445	0	1	72,5	458,4
1405	1.479	472	61,0	610,0	276	0	0,3300	0,6592	0	1	106,0	763,5
2101	122.122	764	13,3	133,0	16.495	67.813	0,3509	0,6800	1	1	50,6	193,9
2102	3.237	512	19,6	196,0	594	4.479	0,3592	0,6883	1	1	59,4	270,7
2103	0	182	0,0	330,4	324	4.079	0,3354	0,6646	1	0	30,4	426,2
2104	3.928	692	25,9	259,0	1.112	0	0,3420	0,6711	1	1	67,1	346,3
2201	59.066	4.746	16,9	169,0	8.245	1.859	0,3624	0,6916	1	1	55,9	238,1
2202	0	418	0,0	330,4	18	0	0,3577	0,6869	0	0	32,4	428,2
2203	1.449	1.585	38,2	382,0	5.538	0	0,3530	0,6822	1	1	114,6	526,5
2301	10.232	1.706	20,8	208,0	1.367	1.787	0,3262	0,6554	1	1	56,8	281,0
2302	1.300	120	28,9	289,0	358	0	0,3440	0,6731	1	1	72,1	383,6
3101	63.406	2.275	18,6	186,0	8.330	1.695	0,2966	0,6258	1	1	51,4	251,9
3102	7.635	8.645	28,5	285,0	1.467	2.031	0,2955	0,6246	1	1	62,5	369,7
3103	4.225	1.932	31,0	310,0	649	0	0,2984	0,6275	1	1	66,1	400,2
3201	4.740	2.119	32,1	321,0	637	0	0,2980	0,6271	1	1	67,3	413,3
3202	6.410	720	27,4	274,0	950	0	0,2905	0,6196	1	1	61,8	357,2
3301	16.788	3.298	26,1	261,0	2.628	0	0,3325	0,6617	1	1	64,1	345,5
3302	0	3.659	0,0	330,4	155	0	0,3052	0,6343	0	0	27,7	423,4



Comuna <sup>19</sup>	N Viv U <sup>20</sup>	N Viv R <sup>21</sup>	Dist VU <sup>22</sup>	Dist VR <sup>23</sup>	Gen D LB <sup>24</sup>	Gen ND LB <sup>25</sup>	Part. t=0 <sup>26</sup>	Part. t=8 <sup>27</sup>	CobU 2030 <sup>28</sup>	CobR 2030 <sup>29</sup>	Costo R VU <sup>30</sup>	Costo R VR <sup>31</sup>
3303	1.788	1.782	52,3	523,0	276	0	0,2996	0,6288	0	1	91,2	655,0
3304	3.996	2.610	35,6	356,0	451	0	0,2966	0,6258	0	1	70,8	454,5
4101	81.732	9.001	19,7	197,0	9.890	22.075	0,3429	0,6720	1	1	56,9	269,2
4102	89.146	8.078	23,2	232,0	13.717	6.530	0,2981	0,6272	1	1	57,3	307,3
4103	4.005	735	39,6	396,0	465	0	0,3270	0,6562	0	1	79,1	505,9
4104	629	2.377	74,1	741,0	335	0	0,3162	0,6453	0	1	119,6	918,3
4105	0	2.378	0,0	330,4	1.202	0	0,3129	0,6421	1	0	28,4	424,1
4106	6.018	4.442	29,6	296,0	2.314	0	0,3290	0,6582	1	1	69,9	388,9
4201	8.430	4.731	28,4	284,0	2.639	0	0,3018	0,6310	1	1	65,2	371,3
4202	1.098	4.645	73,5	735,0	1.146	0	0,3229	0,6521	1	1	121,4	913,7
4203	10.129	2.616	38,5	385,0	3.346	0	0,3250	0,6541	1	1	80,9	495,9
4204	5.685	4.377	33,6	336,0	743	2.197	0,3324	0,6615	0	1	71,9	434,1
4301	34.677	12.443	23,1	231,0	7.339	1.076	0,3011	0,6303	1	1	57,8	306,8
4302	3.095	5.063	35,2	352,0	1.561	0	0,3200	0,6491	1	1	75,0	454,4
4303	6.134	8.398	42,8	428,0	2.416	0	0,3149	0,6441	1	1	83,1	544,5
4304	2.431	2.385	47,4	474,0	806	0	0,3105	0,6397	1	1	88,2	599,1
4305	0	3.216	0,0	330,4	156	0	0,2984	0,6275	0	0	27,1	422,8
5101	115.716	1.223	20,8	208,0	14.775	56.421	0,3269	0,6560	1	1	57,2	281,4
5102	7.059	6.037	28,2	282,0	108	12.654	0,3271	0,6563	0	0	63,6	367,6
5103	24.148	1.334	21,1	211,0	2.471	1.718	0,3604	0,6896	1	1	60,0	287,4
5104	0	423	0,0	330,4	66	0	0,3366	0,6657	1	0	30,5	426,3
5105	15.779	1.951	51,8	518,0	2.802	857	0,3303	0,6595	1	1	95,1	653,4
5107	13.599	2.265	24,6	246,0	4.076	785	0,3320	0,6612	1	1	64,7	329,8
5109	144.473	0	17,4	174,0	21.994	2.356	0,3427	0,6719	0	1	55,2	242,7
5201	2.589	275	68,9	689,0	453	0	0,3269	0,6560	0	1	150,3	1114,6
5301	22.906	1.585	20,8	208,0	3.655	675	0,3379	0,6671	1	1	58,7	282,9
5302	4.056	1.615	38,6	386,0	652	0	0,3281	0,6573	1	1	78,2	494,3
5303	3.115	925	41,0	410,0	587	0	0,3295	0,6587	1	1	81,7	523,6
5304	4.151	3.353	31,2	312,0	812	0	0,3212	0,6504	1	1	68,6	404,9
5401	9.603	6.960	33,2	332,0	326	10.168	0,3212	0,6504	0	1	69,3	427,2
5402	4.476	2.858	34,6	346,0	1.389	0	0,3260	0,6552	1	1	74,9	447,9
5403	4.555	363	26,9	269,0	458	0	0,3291	0,6582	1	1	64,0	353,9
5404	1.916	2.792	61,7	617,0	440	0	0,3166	0,6458	0	1	104,5	769,6
5405	4.399	1.535	63,9	639,0	961	0	0,3202	0,6493	0	1	108,8	797,6
5501	30.625	4.845	20,3	203,0	8.912	639	0,3281	0,6572	1	1	59,1	277,9
5502	19.203	763	21,4	214,0	2.839	0	0,3206	0,6497	1	1	57,6	288,2
5503	4.093	2.609	42,8	428,0	3.129	0	0,3202	0,6494	1	1	89,6	551,0
5504	6.643	919	30,2	302,0	1.102	0	0,3227	0,6519	1	1	68,1	393,7
5506	6.849	1.489	34,5	345,0	1.089	0	0,3330	0,6622	1	1	74,3	446,1
5601	32.177	2.603	23,8	238,0	5.578	0	0,3325	0,6616	1	1	62,0	318,5

Comuna <sup>19</sup>	N Viv U <sup>20</sup>	N Viv R <sup>21</sup>	Dist VU <sup>22</sup>	Dist VR <sup>23</sup>	Gen D LB <sup>24</sup>	Gen ND LB <sup>25</sup>	Part. t=0 <sup>26</sup>	Part. t=8 <sup>27</sup>	CobU 2030 <sup>28</sup>	CobR 2030 <sup>29</sup>	Costo R VU <sup>30</sup>	Costo R VR <sup>31</sup>
5602	13.244	2.384	31,1	311,0	2.342	8.127	0,3317	0,6608	1	1	70,4	405,6
5603	13.635	751	26,9	269,0	2.764	0	0,3302	0,6593	1	1	66,1	356,0
5604	15.115	858	32,1	321,0	1.729	568	0,3277	0,6568	1	1	70,2	416,3
5605	15.939	864	33,7	337,0	2.242	0	0,3209	0,6501	1	1	71,9	435,2
5606	3.891	3.056	46,5	465,0	874	0	0,3448	0,6739	0,95	1	89,6	590,8
5701	24.627	2.509	22,5	225,0	4.690	0	0,3259	0,6550	1	1	60,0	302,5
5702	2.701	2.555	39,9	399,0	682	0	0,3096	0,6388	1	1	78,4	508,4
5703	6.501	2.602	28,6	286,0	1.263	0	0,3226	0,6517	1	1	66,3	374,6
5704	1.340	1.221	56,9	569,0	148	7.445	0,3216	0,6507	0	1	98,5	711,8
5705	2.440	3.836	42,6	426,0	644	0	0,3182	0,6473	0	1	81,9	541,1
5706	3.692	2.236	40,8	408,0	1.101	0	0,3179	0,6471	1	1	81,3	521,1
5801	64.437	1.659	23,6	236,0	7.303	0	0,3389	0,6680	1	1	61,2	315,6
5802	13.966	2.816	31,0	310,0	2.516	0	0,3000	0,6291	1	1	67,1	401,3
5803	5.432	2.996	53,8	538,0	1.435	0	0,3213	0,6505	1	1	97,0	676,9
5804	52.180	633	21,1	211,0	10.858	0	0,3383	0,6675	1	1	60,0	287,4
6101	85.608	1.995	18,0	180,0	12.634	15.361	0,3400	0,6691	1	1	55,5	249,5
6102	2.691	2.320	37,8	378,0	534	480	0,3330	0,6622	1	1	77,6	485,1
6103	1.228	1.542	77,7	777,0	231	476	0,3007	0,6298	0	1	121,9	959,4
6104	4.210	3.610	55,2	552,0	713	0	0,3004	0,6295	0	1	95,0	690,0
6105	5.920	1.800	38,2	382,0	1.057	0	0,2986	0,6277	1	1	75,4	487,1
6106	10.682	1.284	20,0	200,0	1.808	925	0,3364	0,6655	1	1	57,5	273,1
6107	3.569	8.232	47,4	474,0	1.410	0	0,3001	0,6293	0	1	86,2	597,2
6108	20.354	595	38,6	386,0	2.944	0	0,2964	0,6256	1	1	75,6	491,6
6109	1.942	3.293	59,7	597,0	566	0	0,3041	0,6333	0	1	101,2	744,7
6110	7.741	2.010	34,8	348,0	1.233	894	0,2988	0,6279	1	1	71,1	446,2
6111	3.685	1.672	44,4	444,0	684	0	0,3024	0,6316	0	1	82,9	561,5
6112	4.684	947	45,1	451,0	668	0	0,3018	0,6310	0	1	83,6	569,8
6113	3.461	4.110	61,1	611,0	930	0	0,3254	0,6546	0	1	105,2	763,8
6114	2.701	2.217	42,7	427,0	601	0	0,3002	0,6294	1	1	80,7	540,9
6115	17.233	5.034	26,1	261,0	2.140	6.768	0,3005	0,6297	1	1	60,3	341,6
6116	6.799	5.226	38,0	380,0	1.251	924	0,3001	0,6293	0	1	74,3	483,9
6117	9.703	8.297	37,6	376,0	2.193	0	0,2996	0,6287	1	1	74,5	479,8
6201	8.322	2.463	36,5	365,0	3.971	0	0,3042	0,6334	1	1	78,3	471,7
6202	589	1.495	63,9	639,0	90	392	0,3039	0,6331	0	1	104,9	793,7
6203	1.462	2.092	50,6	506,0	238	0	0,2978	0,6270	0	1	88,9	634,3
6204	1.570	2.009	55,6	556,0	300	0	0,3017	0,6309	0	1	95,6	694,9
6205	0	4.997	0,0	330,4	2.538	0	0,3009	0,6301	1	0	27,3	423,0
6206	840	3.067	56,5	565,0	237	0	0,3001	0,6292	0	1	96,1	705,1
6301	24.541	4.511	25,1	251,0	4.171	0	0,3312	0,6603	1	1	63,1	333,6
6302	3.545	2.701	53,6	536,0	628	0	0,2991	0,6282	0	1	93,2	671,0

Comuna <sup>19</sup>	N Viv U <sup>20</sup>	N Viv R <sup>21</sup>	Dist VU <sup>22</sup>	Dist VR <sup>23</sup>	Gen D LB <sup>24</sup>	Gen ND LB <sup>25</sup>	Part. t=0 <sup>26</sup>	Part. t=8 <sup>27</sup>	CobU 2030 <sup>28</sup>	CobR 2030 <sup>29</sup>	Costo R VU <sup>30</sup>	Costo R VR <sup>31</sup>
6303	7.989	5.908	41,7	417,0	1.104	11.127	0,3017	0,6309	0	1	78,8	528,3
6304	1.053	2.043	64,9	649,0	297	0	0,3011	0,6303	0	1	106,9	806,4
6305	3.930	2.372	33,1	331,0	898	0	0,3016	0,6308	1	1	69,7	426,5
6306	1.338	3.608	49,3	493,0	302	5.284	0,3006	0,6297	0	1	87,4	618,9
6307	2.798	2.027	43,1	431,0	480	0	0,2981	0,6273	0	1	80,5	545,1
6308	902	2.495	57,1	571,0	361	0	0,3003	0,6294	0	1	97,6	713,1
6309	0	1.685	0,0	330,4	115	0	0,3005	0,6297	0	0	27,3	423,0
6310	8.484	5.989	25,5	255,0	2.319	0	0,3009	0,6301	1	1	60,8	335,7
7101	83.322	3.696	21,8	218,0	13.190	12.214	0,3314	0,6605	1	1	59,3	294,3
7102	16.784	4.028	25,2	252,0	3.215	337	0,3178	0,6470	1	1	62,1	333,7
7103	1.677	3.471	44,0	440,0	341	0	0,3305	0,6596	0	1	84,1	558,4
7104	1.213	575	48,9	489,0	176	0	0,3051	0,6342	0	1	88,2	615,3
7105	18.017	5.236	25,6	256,0	2.098	0	0,3189	0,6481	0	1	60,9	336,9
7106	870	2.232	42,7	427,0	357	0	0,3167	0,6459	1	1	82,2	542,4
7107	1.340	2.459	68,1	681,0	287	0	0,3229	0,6521	0	1	112,4	846,5
7108	1.545	3.791	42,5	425,0	409	0	0,3192	0,6484	0	1	81,4	539,5
7109	7.504	10.373	31,4	314,0	2.226	0	0,3003	0,6295	1	1	67,2	405,7
7110	1.972	2.004	45,2	452,0	434	0	0,3186	0,6478	0	1	85,1	572,4
7201	13.545	4.089	24,6	246,0	2.190	0	0,3127	0,6419	1	1	60,4	325,5
7202	1.599	2.082	34,7	347,0	561	0	0,3227	0,6519	1	1	74,1	448,1
7203	3.607	2.360	58,0	580,0	770	0	0,3245	0,6536	0	1	101,5	726,7
7301	47.699	6.417	24,0	240,0	9.131	645	0,3255	0,6547	1	1	61,6	320,3
7302	2.558	2.007	52,6	526,0	444	0	0,3110	0,6401	0	1	93,1	660,1
7303	3.458	842	66,6	666,0	528	0	0,3146	0,6437	0	1	110,8	828,7
7304	12.585	3.492	26,5	265,0	2.072	0	0,3171	0,6463	1	1	63,1	348,7
7305	1.982	2.083	39,0	390,0	482	375	0,3112	0,6404	1	1	77,2	497,6
7306	2.274	3.537	30,8	308,0	23	4.553	0,3201	0,6493	0	0	66,0	398,0
7307	3.084	4.183	50,7	507,0	605	881	0,3241	0,6532	0	1	91,8	638,3
7308	3.417	7.318	32,7	327,0	1.081	290	0,3229	0,6520	1	1	70,5	423,0
7309	665	3.421	78,8	788,0	328	0	0,3075	0,6366	0	1	123,9	973,3
7401	27.640	7.188	23,5	235,0	5.202	283	0,3238	0,6530	1	1	60,6	313,9
7402	3.505	4.993	39,7	397,0	1.149	0	0,3203	0,6494	1	1	79,3	507,3
7403	3.215	8.211	51,0	510,0	1.557	0	0,3212	0,6503	1	1	93,0	642,8
7404	11.123	4.896	24,2	242,0	2.375	0	0,3023	0,6315	1	1	59,3	320,2
7405	2.775	5.355	43,0	430,0	797	0	0,3152	0,6443	0	1	82,1	545,6
7406	10.893	5.293	30,6	306,0	2.198	0	0,3023	0,6314	1	1	66,7	396,5
7407	3.816	2.600	33,3	333,0	939	0	0,3026	0,6317	1	1	70,2	429,1
7408	2.344	4.608	70,2	702,0	543	0	0,2996	0,6288	0	1	112,7	869,4
8101	86.022	1.754	15,7	157,0	12.412	11.842	0,3316	0,6607	1	1	51,9	221,1
8102	40.524	1.462	24,1	241,0	3.563	11.693	0,3236	0,6528	1	1	59,9	319,7

Comuna <sup>19</sup>	N Viv U <sup>20</sup>	N Viv R <sup>21</sup>	Dist VU <sup>22</sup>	Dist VR <sup>23</sup>	Gen D LB <sup>24</sup>	Gen ND LB <sup>25</sup>	Part. t=0 <sup>26</sup>	Part. t=8 <sup>27</sup>	CobU 2030 <sup>28</sup>	CobR 2030 <sup>29</sup>	Costo R VU <sup>30</sup>	Costo R VR <sup>31</sup>
8103	34.442	38	20,0	200,0	3.772	6.733	0,3304	0,6596	0,24	1	56,1	271,7
8104	1.428	2.777	43,2	432,0	468	0	0,3003	0,6295	0	1	81,2	546,9
8105	7.697	2.218	32,9	329,0	1.071	0	0,3010	0,6301	1	1	68,6	423,3
8106	16.576	116	27,0	270,0	2.488	0	0,3154	0,6446	1	1	64,0	355,1
8107	17.233	255	22,5	225,0	3.316	0	0,3188	0,6479	1	1	59,6	302,2
8108	51.913	49	21,1	211,0	6.204	3.509	0,3350	0,6641	0,34	1	57,9	285,3
8109	3.587	2.629	28,6	286,0	597	0	0,3042	0,6334	1	1	63,7	372,0
8110	59.597	157	21,8	218,0	7.661	10.541	0,3246	0,6537	1	1	58,2	293,2

1099

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

Mayo - 2019