

INFORME FINAL

Diseño detallado de una política pública
para prevenir la generación de residuos de
envases en Chile y análisis de impacto

Guillermo González
Maximiliano Frey
Daniel Vargas

2024



DISEÑO DETALLADO DE UNA POLÍTICA PÚBLICA PARA PREVENIR
LA GENERACIÓN DE RESIDUOS DE ENVASES EN CHILE Y ANÁLISIS
DE IMPACTO

AUTORES

Guillermo González, Maximiliano Frey, Daniel Vargas.

REVISORES

Alejandra Kopaitic, Antonia Biggs, Cristóbal Correa, José
Manuel Moller, Paulina Sandoval

DISEÑO

Francisca Villalón

ISBN

978-956-09179-7-3

Agradecemos a quienes compartieron sus visiones y experiencias durante la elaboración de este informe. En especial a Carolina Carrera (Mercado Circular), Paolo Mazza (Mercado Circular), Isabel Díaz-del Río (ConDevuelta), Gill German (Terracycle -Loop-), Emmanuelle Bautista (CITEO), Laurence Bouret (Francia) y Eliana Moreno (UNIBAG).

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| Introducción | 4 |
| 1. Propuesta detallada del mecanismo para prevenir la generación de residuos de envases | 6 |
| 1.1 Descripción general del mecanismo regulatorio | 7 |
| 1.2 Elementos fundamentales de la regulación | 7 |
| 1.2.1 Obligación de llevar a cabo medidas para la prevención en la generación de residuos | 8 |
| 1.2.2 Contribución para hacer efectiva la obligación | 9 |
| 1.2.3 Determinación de cómo la contribución se traspa a las tarifas | 10 |
| 1.3 Análisis de diversos aspectos de la propuesta regulatoria | 10 |
| 1.3.1 Incentivo a la prevención de la generación de residuos | 10 |
| 1.3.2 Contribución al cumplimiento de las metas de recolección y valorización | 10 |
| 1.3.3 Relación con el mecanismo actual de incentivo a la reducción | 11 |
| 1.3.4 Desafíos de reporte y fiscalización | 11 |
| 2. Análisis de la distribución de beneficios y costos potenciales para transitar hacia esquemas de reúso de envases. | 12 |
| 2.1 Categorías de producto y su potencial de reúso | 14 |
| 2.2 Diferencias en la cadena de suministro de las alternativas de un solo uso y de reúso | 19 |
| 2.2.1 Cuidado del hogar y cuidado personal | 19 |
| 2.2.2 Alimentos de despensa | 20 |
| 2.2.3 Lácteos y similares | 22 |
| 2.2.4 Industria vitivinícola y licores | 23 |
| 2.2.5 Cervecería | 24 |
| 2.2.6 Delivery de alimentos procesados | 25 |
| 2.2.7 Bebidas y alimentos preparados para llevar | 27 |
| 3. Análisis de impacto de la implementación de la política | 28 |
| 3.1 Metodología | 31 |
| 3.2 Resultados | 38 |
| 4. Conclusión | 42 |
| Referencias | 44 |
| Anexos | 48 |



© con devuelta

Introducción

La Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040 tiene como una de sus metas principales reducir la generación de residuos sólidos municipales per cápita en un 25% al 2040. A pesar de que el decreto que regula los envases y embalajes en la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) incorpora algunas medidas conducentes a este fin (excepción para los envases retornables, planes de prevención y proyectos de reducción)¹, no se vislumbra que éstas puedan generar un cambio masivo en los modos de producción y consumo y, por lo tanto, incidir en el indicador antes señalado. Tampoco existen otras exigencias que impulsen a los productores en esta dirección. Por tanto, es necesario avanzar con nuevos instrumentos de política pública que puedan promover la adopción generalizada de esquemas de reúso de envases.

En el informe “Instrumentos para promover el reúso de envase en Chile y disminuir la generación de residuos”² se identifican y analizan alternativas de política pública para promover la adopción generalizada de modelos de producción y consumo basadas en el reúso, y se cuantifica de forma general el impacto que podría tener una política de metas para los productores. Allí se identifican tres medidas complementarias que impulsarían la prevención de la generación de residuos:

1. Metas de reducción para los productores de envases.
2. Obligaciones para los comercializadores de disponer de cierta cantidad de espacio en las salas de venta para las soluciones de reúso.
3. La asignación de la responsabilidad sobre las condiciones del envase.

1. La responsabilidad extendida del productor (REP) para los envases y embalajes se inició en Chile en septiembre del año 2023.

2. González, G.; Raglianti, G.; Hincapié, B.; Martín, F. y Frey, M. (2023). Instrumentos para promover el reúso de envase en Chile y disminuir la generación de residuos. Algramo, Oceana y Anir. <https://chile.oceana.org/wp-content/uploads/sites/19/2023/05/Informe-Reuso-Plastico-2023-1.pdf>



© Algramo

Este informe busca elaborar una propuesta detallada de la primera de estas medidas, y profundizar en la estimación del impacto potencial que tendría implementarla. Considerando las restricciones legales y el limitado nivel de desarrollo de las medidas de reducción y reúso de envases, tanto en Chile como a nivel internacional, se ha acotado la propuesta de regulación contemplada originalmente al establecimiento de obligaciones para favorecer la prevención en la generación de residuos en el contexto de la REP. Esto, con el objetivo de establecer exigencias acordes con el nivel de madurez de esta transición en las formas de producción y consumo, que no impongan obligaciones que podrían ser imposibles o excesivamente costosas de cumplir.

Si bien el alcance de este trabajo no contempla profundizar en la segunda y tercera medida, la implementación en paralelo de estas dos acciones es imprescindible para la exitosa puesta en marcha de la primera.

Este informe contiene una propuesta detallada del mecanismo, junto con un análisis de los incentivos que éste genera y su interacción con las metas de recolección y valorización de la ley REP, así como de su aplicabilidad práctica y de los desafíos de reporte y fiscalización que supone. Asimismo, se presenta un panorama de la distribución de los beneficios y costos potenciales de transitar hacia esquemas de reúso de envases en Chile si se implementa el esquema regulatorio propuesto, así como una estimación de su impacto en la reducción de envases introducidos al mercado.



1.

Propuesta detallada del mecanismo para prevenir la generación de residuos de envases

1.1 Descripción general del mecanismo regulatorio

Se propone el siguiente esquema regulatorio para la prevención de la generación de residuos de envases en Chile al alero de la ley REP: Mandatar a los productores de envases y embalajes domiciliarios, a través de sus sistemas de gestión, al desarrollo de iniciativas que provean soluciones compartidas para la prevención en la generación de residuos, incluidas iniciativas de reúso de envases, para lo cual los sistemas de gestión deberán destinar cierta cantidad de recursos financieros determinada en la regulación. La contribución de cada productor de envases deberá ser proporcional a sus costos de cumplimiento de las metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas. La obligación solo aplicaría a los sistemas de gestión colectivos (SGC).

Dicha obligación se introduciría en el contexto de la revisión del D.S. N°12, de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece las metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de envases y embalajes (en adelante, “Decreto de Metas”) como una obligación asociada de aquellas a que se refiere el artículo 13 literal d) de la ley 20.920 relativa al “diseño e implementación de medidas de prevención en la generación de residuos”.

Cabe destacar que el Decreto de Metas ya contempla como parte de las obligaciones de los sistemas de gestión el incluir en su plan de gestión un plan para apoyar la prevención en la generación de residuos y reutilización de los envases del productor o productores que lo integran³. De esta forma, la obligación asociada propuesta tiene por finalidad dotar de contenido y precisar el alcance de una obligación que ya se encuentra contemplada en el Decreto y a la que los sistemas de gestión ya deberían estar dando cumplimiento.

1.2 Elementos fundamentales de la regulación

El esquema regulatorio propuesto tiene tres elementos fundamentales: (1) la obligación de los SGC de implementar medidas para la prevención en la generación de residuos, (2) el establecimiento de una contribución que los productores deben realizar para hacer efectiva dicha obligación, y (3) la definición de un mecanismo para traspasar dicha contribución a aumentos de tarifas REP. A continuación, se presenta un detalle de estos aspectos.

Cabe destacar que el alcance de la regulación se ha acotado a la categoría de envases domiciliarios, en vista de que, tal como se señala en González et al. (2023, p. 67), en el ámbito no domiciliario las soluciones de reúso son de uso más generalizado.

3. Artículo 13 literal i).

1.2.1 Obligación de llevar a cabo medidas para la prevención en la generación de residuos

Los productores, a través de sus respectivos SGC, deberán impulsar el desarrollo de iniciativas que contribuyan a la prevención en la generación de residuos mediante soluciones compartidas, tales como infraestructura y logística. En este sentido, será un requisito que dichas iniciativas incluyan a múltiples productores de envases y que se permita la participación de todo productor interesado en un proyecto dado. Los proyectos de productores individuales seguirán siendo incentivados por medio del mecanismo que ya existe en el Decreto de Metas (Artículo 31 proyectos de reducción en la generación de residuos).

La regulación puede ser más o menos restrictiva respecto al tipo de iniciativas a impulsar, pero resulta conveniente que sean los SGC los que determinen las distintas iniciativas a financiar de acuerdo con los distintos estados de avance en la materia. Por ejemplo, en una etapa inicial, podrían financiar estudios que le permitan al SGC determinar en qué áreas existen oportunidades para desarrollar infraestructura compartida o innovaciones con impacto amplio en la industria. En una etapa intermedia podrían financiar el desarrollo de pilotos, por ejemplo, un piloto de uso de envases reutilizables en donde una empresa retira los envases desde los hogares de los consumidores. En una etapa final, podrían impulsar el escalamiento de un piloto y permitir la operación de una logística permanente de recolección de envases reutilizables. A este respecto, es relevante considerar la experiencia de Francia con la ley de economía circular (ley 2020-105). La implementación de esta ley inició en 2023 y ha implicado que los sistemas colectivos de gestión de envases financien iniciativas de reúso de distinto tipo, desde estudios, escalamiento, análisis de viabilidad y campañas al público para generar cambios de comportamiento⁴.

Los SGC deberán tener cierto nivel de discrecionalidad para definir qué tipo de iniciativa desean financiar (un estudio, un piloto, etc.), pero deberían establecerse ciertos criterios mínimos, tales como (1) lineamientos fijados en la regulación que apunten a maximizar la prevención de la generación de residuos y que exijan que las soluciones a financiar no sean exclusivas para un único productor, (2) incluir la perspectiva de ciclo de vida en el proceso de evaluación de las iniciativas a financiar y, (3) formar parte del plan de gestión y, por lo tanto, requerir de la aprobación del Ministerio del Medio Ambiente. En el mediano plazo, podrían incluirse criterios de alcance geográfico, pero no sería recomendable incluirlas en un inicio. Esto puesto que Chile se encuentra en una fase muy temprana en lo que respecta a la reducción y reúso y el objetivo de la regulación es viabilizar el inicio de procesos de innovación, por lo que introducir un mayor número de exigencias arriesga reducir la efectividad de la propuesta regulatoria. Esto se vuelve aún más relevante al considerar que los potenciales proyectos que incluyan desafíos logísticos se pueden encarecer considerablemente si se vuelve necesario conducir los pilotos en distintas regiones del país. Ello resulta, asimismo, consistente con el hecho que las obligaciones asociadas pueden establecerse en base a consideraciones demográficas, geográficas y de conectividad, en aplicación del principio de gradualismo⁵.

4. Información recabada en entrevista con Emmanuelle Bautista, Directora de Asuntos Europeos e Internacionales del principal sistema de gestión colectivo de envases, CITEO, realizada el 24 de junio de 2024.

5. Artículo 20 del D.S. 8/2017, que establece el Reglamento que regula el Procedimiento de elaboración de los decretos supremos establecidos en la Ley N° 20.920.

Se propone que la contratación de las medidas a desarrollar se realice mediante mecanismos concursales con reglas claras que aseguren objetividad, imparcialidad y transparencia, las bases de los cuales deben ser incluidas en el plan de gestión a ser aprobado por el MMA.

Una ventaja de enfocar el financiamiento a soluciones compartidas es que se evita que los fondos del SGC beneficien a productores específicos. Si bien conceptualmente no es problemático que un productor subsidie a otro al que le resulta más económico prevenir la generación de residuos, consideramos que en la práctica es posible que ello genere tensiones entre los productores, lo que dificultaría la operación exitosa de los SGC. Asimismo, ello es consistente con el hecho que los productores individuales tienen la posibilidad de presentar sus propios proyectos de reducción en la generación de residuos, según lo ya expuesto.

Adicionalmente, el hecho de que los fondos se destinen a soluciones compartidas es la razón por la cual esta obligación se encuentra acotada a los SGC ya que estos son los que se encuentran en mejor posición regulatoria para implementar dicho tipo de soluciones. En efecto, los sistemas de gestión individuales que deben asegurar que gestionarán los mismos envases que introducen en el mercado se encuentran obligados a tener circuitos cerrados de entrega y retiro de sus envases, por lo que el desarrollo de soluciones compartidas no sería aplicable a estos⁶.

1.2.2 Contribución para hacer efectiva la obligación

Para asegurar un desarrollo efectivo de dichas medidas se considera necesario que el regulador establezca una contribución mínima, pues de lo contrario los SGC podrían destinar una cantidad insignificante de recursos a estas iniciativas. Se propone determinar dicha contribución como un porcentaje del presupuesto total del SGC. La lógica detrás de esta fórmula es que el esfuerzo en la prevención en la generación de residuos debe ir aumentando de forma proporcional al esfuerzo que estos deban realizar en materia de recolección y valorización.

Adicionalmente, dicha contribución mínima debería partir en un porcentaje bajo y aumentar progresivamente hasta alcanzar su valor de largo plazo. Esto se justifica por dos razones: (1) introducir un nuevo costo de forma progresiva facilitaría la implementación, en tanto reduce la fricción para los regulados y, (2) la necesidad de recursos irá en aumento a medida que se vayan escalando las soluciones compartidas, en tanto las primeras iniciativas corresponderán a estudios, posteriormente vendrían pilotos y por último el escalamiento de pilotos. De esta forma, se propone el siguiente esquema de incremento gradual de las contribuciones:

| PLAZO | CONTRIBUCIÓN MÍNIMA |
|-------------------------|--------------------------|
| A partir del primer año | 1% del presupuesto anual |
| A partir del tercer año | 3% del presupuesto anual |
| A partir del quinto año | 5% del presupuesto anual |

6. Si bien los SGC de menos de 20 miembros también deben operar en circuitos cerrados, para asegurar que están valorizando los residuos de los productos que ellos introdujeron al mercado, igualmente se podrían beneficiar de soluciones compartidas en el ámbito del reúso.

Cabe señalar que en Francia el monto de la contribución mínima es de 5% a partir del año 2023⁷. El principal sistema de gestión colectivo de envases de ese país (CITEO) no logró asignar todos los fondos en ese primer año, dada la falta de proyectos listos para ser ejecutados⁸, lo que refuerza la necesidad de introducir esta obligación de forma gradual.

Por último, y considerando la experiencia comparada, los fondos que no logren asignarse en un año determinado deberían ser acumulados para el ejercicio siguiente.

1.2.3 Determinación de cómo la contribución se traspa a las tarifas

El decreto debería establecer reglas sobre la forma en que el costo de esta nueva obligación asociada será traspasado a la tarifa a pagar por los productores. Establecer tales reglas permitiría un mejor funcionamiento de los SGC, puesto que resuelve el problema de coordinación que se genera al interior de los SGC al estar compuestos por múltiples empresas con intereses contrapuestos⁹.

En particular, se plantea establecer que el sobre costo se distribuya estableciendo el mismo X% adicional (señalado en el punto 2 anterior) sobre la tarifa de cada envase, de forma que todos paguen en función de los costos del cumplimiento de las metas y otras obligaciones asociadas. Es decir, esto sería consistente con que la tarifa que deben pagar los productores a un sistema colectivo de gestión debe relacionarse con el costo de cumplimiento de dichas metas y obligaciones asociadas (artículo 20° del Decreto de Metas).

1.3 Análisis de diversos aspectos de la propuesta regulatoria

1.3.1 Incentivo a la prevención de la generación de residuos

El mecanismo en cuestión incentiva la prevención en la generación de residuos a través de dos vías. En primer lugar, aumenta el costo de introducir un envase de un solo uso al mercado, puesto que para financiar las iniciativas en cuestión los SGC tendrían que aumentar los cobros que realizan a sus miembros. En segundo lugar, pondría a disposición recursos para el desarrollo de innovaciones que permitan reducir la cantidad de envases necesarios para la comercialización de los productos envasados.

1.3.2 Contribución al cumplimiento de las metas de recolección y valorización

Las metas de recolección y valorización del Decreto de Metas están definidas como un porcentaje del total de envases introducidos al mercado en un año determinado. Por su parte, la obligación asociada propuesta tiene por finalidad la implementación de medidas destinadas a prevenir la generación de residuos mediante reuso u otros mecanismos similares, por lo que implicarían una reducción de los envases introducidos al mercado. Por lo tanto, la obligación propuesta implica una reducción en la cantidad de toneladas que los SGC estarán obligados a recolectar y valorizar en el futuro. Lo anterior, facilita el cumplimiento de las metas de recolección y valorización puesto que:

7. Código Ambiental de Francia, Artículo L541-10-5.

8. Información recabada en entrevista con Emmanuelle Bautista, Directora de Asuntos Europeos e Internacionales de CITEO, realizada el 24 de junio de 2024.

9. A la luz de lo que ha ido sucediendo en los SGC a medida que se avanza en la implementación de la REP, sugerimos el MMA establecer lineamientos incluso para otros costos no directamente atribuibles a un determinado tipo de envase, como los costos generales de los SGC, incluyendo los asociados a la garantía.

1. Reduce la cantidad de residuos de envases que deben ser clasificados en plantas de separación. La operación y construcción de plantas de clasificación es costosa y, por lo tanto, evitar su uso facilita el cumplimiento de la meta.

2. Reduce la cantidad de residuos de envases que deben ser recolectados, pero a la vez reduce la cantidad de envases que están disponibles para ser recolectados desde los hogares. Por lo tanto, y si bien la reducción de los envases introducidos al mercado no implica una reducción de los puntos de recolección que deben ser cubiertos por los SGC, sí implica que la recolección desde los mismos puntos de generación puede realizarse con menos camiones recolectores o con camiones recolectores más pequeños.

1.3.3 Relación con el mecanismo actual de incentivo a la reducción

Como se señaló anteriormente, la propuesta regulatoria no solo puede convivir con los proyectos de reducción establecidos en el artículo 31 del Decreto de Metas, sino que los complementa al apuntar a soluciones compartidas que beneficien colectivamente a los productores y que difícilmente podrán ser desarrolladas por solo uno de estos¹⁰.

1.3.4 Desafíos de reporte y fiscalización

Los desafíos de reporte y fiscalización de la propuesta regulatoria son mínimos. Puesto que la obligación se monta sobre la normativa REP, usa la estructura de reporte y fiscalización sólida que ya está establecida y se requieren consideraciones menores para incluir estas nuevas obligaciones. En cuanto al reporte, se debería solo contemplar que los SGC deben incluir en sus planes de gestión y en sus informes de cumplimiento información respecto a cómo darán o dieron cumplimiento a la obligación. A su vez, la fiscalización es tan simple como mandar que, junto al informe de cumplimiento, los SGC presenten documentación que acredite que efectivamente destinaron los recursos que indican a los proyectos referidos, y que los proyectos seleccionados cumplen con los criterios establecidos en el plan de gestión.

10. Cabe señalar que el marco normativo nacional también contempla otros estímulos para proyectos de innovación, como los incentivos tributarios que establece la ley I+D (N° 20.241).



2.

Análisis de la distribución de beneficios y costos potenciales para transitar hacia esquemas de reúso de envases

En los últimos años los esquemas de reúso han empezado a ganar protagonismo como una alternativa más sostenible a los modelos de producción y consumo lineal (EMF, 2020; Feber & Nordigården, 2022). Múltiples estudios indican que los esquemas de reúso tienen un impacto ambiental menor a su alternativa de un solo uso (EMF, 2023; NCM, 2024; UNEP, 2021; ZWE, 2020) y se estima que “solo” reemplazar el 20% de los envases de plástico de un solo uso a nivel mundial representa una oportunidad de diez mil millones de dólares (EMF, 2016). En efecto, varias empresas multinacionales se encuentran ejecutando pilotos en búsqueda de refinar un modelo para sus productos y la cantidad de startups relacionadas se ha multiplicado en los últimos años.

No obstante, la magnitud de los costos y beneficios dependen del contexto. Es necesario cumplir con ciertos supuestos para obtener el beneficio de transitar hacia esquemas de reúso. La cantidad de veces que se vuelve a utilizar un envase (tasa de reúso), la duración de un producto o la existencia (o no) de un sistema de logística inversa son esenciales para el éxito. Estos elementos se combinan con la situación económica, cultural y legislativa de cada territorio, dificultando la generalización de los resultados. En otras palabras, no basta con que el envase se pueda reutilizar técnicamente¹¹, sino que debe existir un sistema que lo permita (e incentive) en la práctica.

Esta sección busca entregar un panorama de la distribución de los beneficios y costos potenciales de transitar hacia esquemas de reúso de envases en Chile si se implementa el esquema regulatorio propuesto en la sección 1. Para este informe, se seleccionaron 9 categorías de productos y se entrevistaron a 13 actores del mercado nacional¹² sobre su potencial de reúso en el contexto local, definido como la probabilidad de que una categoría de producto transite hacia un esquema de reúso. A partir de esto se identifican las diferencias que existen (o existirían) en la cadena de suministro entre la alternativa de un solo uso y la de reúso. Adicionalmente, se discute sobre dos tendencias fuera del ámbito del reúso que podrían ser impulsadas por esta regulación, pero que también significarían un aporte relevante a la prevención en la generación de residuos de envases.

11. Que soporte una cantidad determinada de usos, sin tener una falla de material.

12. Por confidencialidad no se puede indicar la personas y empresas entrevistadas, pero se han identificado productores y comercializadores que poseen una cuota relevante del mercado de las categorías seleccionadas o son empresas que están penetrando el mercado con modelos de reúso disruptivos para el contexto local.

2.1 Categorías de producto y su potencial de reúso

Las categorías de producto fueron seleccionadas en base a la literatura existente, priorizando aquellas donde fuera posible encontrar una alternativa de reúso y que agruparan una cantidad de envases y embalajes relevantes de cada subcategoría de material en Chile establecida en el Decreto de Metas (metal, vidrio, papeles y cartones, y plástico). En el caso de la subcategoría cartón para líquidos no fue posible encontrar una alternativa de reúso.

Cabe mencionar que se excluyen de esta selección las bebidas alcohólicas puesto que no se visualiza un impacto relevante de esta regulación en ellas. Esto porque los esquemas de reúso para esta categoría de producto se encuentran ampliamente adoptados en el mundo y en Chile hace décadas y, por tanto, los desarrollos tecnológicos y/o de procesos se encuentran bastante optimizados. En otras palabras, el beneficio marginal de una inversión sería acotado, por lo que los productores deberían optar por otras categorías. Además, la aplicación de la Ley de Plásticos de Un Solo Uso (Ley N°21.368), impulsará aún más este esquema en los próximos años a través de la obligatoriedad de ofrecer y vender botellas retornables.

La tabla 1 presenta las 9 categorías seleccionadas junto con una evaluación de su potencial de reúso en Chile. Para esto se describe la situación de cada categoría en cuatro ámbitos que habilitan e/o impulsan la adopción de esquemas de reúso¹³, estos son:

- Tecnología: ¿Existe una solución disponible hoy día?

Se señala si existen soluciones que habiliten un esquema de reúso y en qué nivel de madurez tecnológica (TRL, por sus siglas en inglés: Technology Readiness Levels) se encuentran. En la figura 1 se resumen los TRL. Además, si la solución ya se encuentra compitiendo en condiciones de mercado (TRL 9), se realiza una evaluación cualitativa de su posición respecto a las alternativas de un solo uso.

FIGURA 1: NIVELES DE MADUREZ TECNOLÓGICA.

| | |
|----------------|---|
| IMPLEMENTACIÓN | TRL 9: Sistema probado con éxito en entorno real |
| | TRL 8: Sistema completo y calificado a través de pruebas y demostraciones |
| | TRL 7: Demostración de sistema o prototipo en ambiente real |
| DESARROLLO | TRL 6: Tecnología demostrada en un ambiente real |
| | TRL 5: Tecnología validada en un ambiente relevante |
| | TRL 4: Tecnología validada en el laboratorio |
| INVESTIGACIÓN | TRL 3: Prueba de concepto experimental |
| | TRL 2: Formulación del concepto tecnológico |
| | TRL 1: Principios básicos observados y reportados |

13. Basado en PEW y SISTEMIQ (2020). Figura 23.

Fuente: elaboración propia en base a Manning (2023).

- Rendimiento: ¿Las soluciones satisfacen los requisitos sanitarios y de rendimiento establecidos?
- Conveniencia: ¿Es la intervención aceptable para el estilo de vida y la comodidad de las personas?
- Asequibilidad: ¿Son aceptables las implicancias económicas de la alternativa?

Los esquemas de reúso considerados se extraen del documento “Instrumentos para promover el reúso de envases en Chile y disminuir la generación de residuos” (González et al., 2023):

(i) Relleno en casa (“Refill at home”): el usuario rellena sus propios contenedores en casa. Por ejemplo: el relleno de detergente para ropa en casa utilizando una pastilla que se disuelve en agua.

(ii) Relleno fuera de casa (“Refill on the go”): el usuario rellena contenedores especiales fuera de casa. Por ejemplo: el relleno de envases en máquinas que dispensan detergente líquido sólo en envases especiales.

(iii) Compra a granel: Como variante del modelo anterior, también se distingue la opción en que el usuario rellena fuera de casa con envases propios, no necesariamente especiales. Por ejemplo: la compra de frutos secos a granel, usando un tupper o frasco cualquiera.

(iv) Retorno desde la casa (“Return from home”): el envase es recogido desde la casa por un servicio de recolección. Por ejemplo: el retiro y reposición de botellones por parte de empresas que dispensan agua purificada.

(v) Retorno fuera de casa (“Return on the go”): el usuario devuelve el envase en una tienda o punto de devolución. Por ejemplo: el uso que se hace en Chile de las botellas retornables de bebidas gaseosas.



TABLA 1: Potencial de reúso de las categorías seleccionadas.

| Nº | CATEGORÍA | DESCRIPCIÓN | TECNOLOGÍA | RENDIMIENTO | CONVENIENCIA | ASEQUIBILIDAD | EJEMPLOS EN CHILE |
|----|----------------------------------|--|--|--|--|---|--|
| 1 | Cuidado del hogar | Esta categoría incluye productos destinados a la limpieza, desinfección, y mantenimiento del hogar. Por ejemplo: lavalozas y detergentes. Se excluyen aerosoles. | Existen soluciones disponibles en el país en TRL 9 para modelos de reúso del 1-5 y se encuentran compitiendo a la par con las alternativas de un solo uso. | Sí. | Sí. La frecuencia de compra es de entre 3-5 meses por lo que no representa una incomodidad permanente para el consumidor. | Sí. Se estima que los esquemas reutilizables permiten ahorrar entre un 10-20% del costo de su alternativa de un solo uso en esta categoría. | Algramo, Eco-carga (Mercado Circular), Freemet y alternativas diluibles de marcas tradicionales. |
| 2 | Cuidado personal | Esta categoría abarca productos que se utilizan para la higiene y el cuidado del cuerpo. Por ejemplo: Shampoo, bálsamo y cremas. Se excluyen aerosoles. | Existen soluciones disponibles en el país TRL 9 para "relleno fuera de casa" y fuera del país en fase piloto (TRL 5-8) para la venta "a granel". | Sí, pero hay una limitación regulatoria para la venta a granel de productos de cuidado personal (Decreto 239). | Sí. La frecuencia de compra es de entre 3-5 meses por lo que no representa una incomodidad permanente para el consumidor. | Sí. Se estima un ahorro similar a los productos de cuidado del hogar. | Zao |
| 3 | Alimentos de despensa | Esta categoría incluye alimentos no perecederos que se almacenan en la despensa. Por ejemplo: pastas, cereales y legumbres. Se excluyen conservas. | Existen soluciones disponibles en el país TRL 9 de alternativas a los empaques flexibles, especialmente para cereales y legumbres en esquemas "a granel". No hay experiencia en empaques flexibles reutilizables y no se vislumbra en un futuro cercano. | Parcialmente. Aún existe un desafío en asegurar la inocuidad del producto, especialmente porque no existe una forma de asegurar su inviolabilidad en envases reutilizables (polillas, hongos, etc. son una amenaza para este tipo de productos). | Sí, especialmente en el modelo "a granel" que ha vuelto a generar tracción en los consumidores debido a su precio y flexibilidad en la administración de las cantidades. No obstante, existe cierta incomodidad por llevar envases reutilizables de forma frecuente. De hecho, los esquemas de granel no siempre terminan siendo de reúso, dado que la gente utiliza bolsas de papel o plástico de un solo uso a raíz de la incomodidad. | Sí. Se estima que se genera un ahorro de hasta 40%, pues permite acceder a costos similares a los de un mayorista. | La Casa del Granel, Espacio Granel, Sustenta Granel, Amada Granel, Sin Envasa, entre otros. |
| 4 | Lácteos y similares | Esta categoría incluye productos derivados de la leche (yogurt, queso) y productos refrigerados relacionados (mantequilla, crema de leche, postres lácteos). | Existen soluciones para sectores puntuales del país que se encuentran cerca de los productores de leche, específicamente para la entrega de leche fresca en envases retornables (retorno fuera de casa). Internacionalmente se destaca el caso de Danlac para leche y yogures. | No, los esquemas de reúso para lácteos y similares no permiten tener las mismas condiciones que los envases de un solo uso. Lo más complejo es la inocuidad y la vida útil de los productos debido a la manipulación. | Parcialmente, tienen una frecuencia alta de compra, lo que hace incómodo el uso de alternativas reutilizables para el consumidor. Además, algunos productos en esta categoría requieren de mantener una cadena de frío que dificulta "trasladarlo" a otro envase, lo que limita su potencial a opciones de "retorno". | Parcialmente, enfocado en nichos de consumidores que están dispuestos a pagar un adicional por un producto más sostenible. | Fresca Rebeca |
| 5 | Industria vitivinícola y licores | Esta categoría incluye variedad de bebidas alcohólicas: vino, pisco, whisky, vodka, ron, tequila, etc. | No existen soluciones en el país, pero se han realizado pruebas de laboratorio (TRL 4). A nivel internacional destaca el caso de reWine y Loop. | Sí, la logística es similar a la de las bebidas, pero con el desafío de tener mayores resguardos en la apariencia del envase. Es en este punto donde puede existir una brecha en el diseño. | Sí, aunque hay un factor cultural que exige mayor diferenciación en el envase, lo que va en contra de las "buenas prácticas" para escalar esquemas de reúso. En efecto, la EMF (2023) señala que para escalar los sistemas de retorno es necesario impulsar la "estandarización y agrupación de envases". | Sí, aunque si se mantiene la lógica actual, los costos serían mayores debido a que habría que tener líneas distintas de reúso para cada tipo de envase. | No disponible |

| | | | | | | | |
|---|--|---|--|--|---|---|---|
| 6 | Cervecería | Esta categoría incluye la producción y comercialización de cervezas. | Existen soluciones disponibles en el país en TRL 9 para el esquema "retorno desde la casa" y "retorno fuera de casa". | Sí. | Sí. Las personas están acostumbradas al formato retornable para bebidas analcohólicas y debería ocurrir una adopción parecida con las cervezas bajo los incentivos correctos. | Sí, pero depende de la zona de distribución, puesto que el costo (económico y ambiental) es muy sensible a la distancia de los centros de la cadena de suministro. | La Barra (CCU), Budweiser y cervezas locales como algunas del sur del país. |
| 7 | Delivery de alimentos preparados | Esta categoría abarca el servicio de entrega a domicilio de comidas listas para consumir. Generalmente ofrecidos por restaurantes o cadenas de comida rápida. | Existen algunas soluciones disponibles en el país en TRL 9, pero acotados en magnitud y su escalabilidad está en desarrollo todavía. Sin embargo, en el plano internacional, es posible ver múltiples empresas impulsando modelos de reuso con éxito (DeliverZero, Planted Table). | Sí, pero requiere de un esfuerzo adicional para lograr la inocuidad del alimento. En particular, por los procesos de sanitización intensivo de los envases que se necesitan. | Parcialmente. El gran valor de los servicios de delivery es que evitan que el consumidor se mueva de su casa. Al incorporar un envase reutilizable se suma fricción al proceso, puesto que el consumidor será responsable de volver a entregarlo. Sumado a ello, la mayoría de los repartidores son operados por terceros (distintos al comercializador y consumidor) lo que dificulta el uso de esquemas de reuso. | Parcialmente. Se estima que los costos serán mayores hasta alcanzar una escala de venta importante. Un factor clave es asegurar la retornabilidad del envase en buenas condiciones. | ConDevuelta |
| 8 | Bebidas y alimentos preparados para llevar | Incluye alimentos y bebidas listos para consumir, diseñados para llevar y consumir en cualquier lugar. Por ejemplo, café, té, gaseosas, papas fritas, etc. | Existen algunas soluciones disponibles en el país en TRL 9, pero acotados en magnitud y su escalabilidad está en desarrollo todavía. Sin embargo, a nivel internacional, es posible ver múltiples empresas impulsando modelos de reuso con éxito (ClubZero, Muuse, Caulibox). | Sí. | Parcialmente. Es aceptable en la medida que retornar el envase sea un proceso sencillo para el consumidor. Por ejemplo, a través de múltiples puntos de devolución. También existe la opción "a granel" para evitar devolver el envase, pero se añade el desafío de acarrearlo constantemente y lavarlo. | Sí. Se estima que deberían generarse ahorros marginales (por el envase desechable) al usar esquemas de reuso. | ConDevuelta, Algramo |

Fuente: elaboración propia. Los datos numéricos provienen directamente de las entrevistas. Por confidencialidad no se puede indicar la persona o empresa de origen de la información.



2.2 Diferencias en la cadena de suministro de las alternativas de un solo uso y de reúso

Debido a la gran cantidad de tipos de envases dentro de una misma categoría de producto se decidió analizar las diferencias en la cadena de suministro a partir de “envases de referencia” de un solo uso y su alternativa reutilizable. Estos envases buscan ser lo más representativos posible en cuanto a los desafíos y oportunidades que tiene la transición a esquemas de reúso para su categoría de producto. En paralelo, fue necesario elegir hacia qué tipo de esquema de reúso migraría (principalmente) el producto. A continuación, se presenta el caso de cada envase, excluyendo la categoría cartón para líquidos ya que no se encontró una alternativa de modelo de reúso.



2.2.1 Cuidado del hogar y cuidado personal

Debido a la similitud de su cadena de suministro, se decidió agrupar ambas categorías, las que tienen el “Relleno fuera de casa” como esquema de reúso más probable. La gran diferencia es que los productos de cuidado personal deben pasar por un control más estricto en términos de inocuidad y, en general, poseen tamaños más pequeños de sus envases. No obstante, incluso la frecuencia de compra de los productos es similar. El envase de referencia, tanto para su alternativa de un solo uso como reutilizable, corresponde a una botella PET (cuidado del hogar) y una botella HDPE (cuidado personal).

Producción

El envase en el esquema de reúso es el mismo que para su alternativa de un solo uso. Por tanto, las líneas de producción y llenado no varían. Hay empresas que han agregado valor al envase reutilizable incorporando alguna tecnología (por ejemplo, chips RFID¹⁴ o códigos QR) que permite dar seguimiento a la cantidad de usos e inclusive utilizarlo como medio de pago.

Venta

Por el lado de la industria existe un costo por tener que destinar un espacio para las máquinas de recarga (además de la adquisición o préstamo de la mis-

14. Identificación por radiofrecuencia.

ma), en desmedro de la tradicional góndola. Esto es especialmente relevante dado que los estantes han servido como una herramienta de negociación (se cobra más a un producto por una mejor ubicación dentro de la góndola) que es fácil de gestionar por parte de los comercializadores, a diferencia de lo que ocurre con la máquina de recarga que es difícil de relocalizar. El aspecto positivo es que existe un ahorro de mano de obra, dado que no es necesario reponer los productos diariamente (como ocurre cuando se tienen en góndola). En efecto, dependiendo de la frecuencia de uso y tamaño, se estima que el recambio del contenedor ocurre cada 15 días. Por el lado del consumidor hay una experiencia distinta de compra, donde una vez en la máquina tiene la facilidad de elegir el tipo y cantidad de producto que desea. Sin embargo, hay una carga adicional de llevar el envase reutilizable.

Consumo y final de vida

La forma de consumir se mantiene igual en el modelo de un solo uso y el de reuso. Sin embargo, el fin de vida es distinto. Los envases reutilizables deben ser almacenados en un espacio dentro del hogar, lo que es complejo para familias con espacios reducidos, mientras que los envases de un solo uso son dispuestos directamente en el basurero (o en el mejor de los casos, un contenedor de reciclaje). Esto es particularmente difícil en los envases de aseo del hogar, ya que tienen un tamaño considerable.



2.2.2 Alimentos de despensa

Para esta categoría se visualiza que el esquema “A granel” sería el de adopción más rápida. Este tiene la ventaja de que no necesita un envase reutilizable específico (por ejemplo, de la marca del productor) para implementar el reuso, sino que depende del consumidor en qué formato desea adquirir el producto. El envase de referencia de un solo uso sería uno flexible de PP, mientras que la alternativa reutilizable sería un envase rígido de PP.

Producción

Habría que adaptar una línea de llenado para grandes empaques del producto (de hasta 20 kilos). Estos empaques se utilizarían para el traslado del producto entre la fábrica y el lugar de comercialización. El gran desafío es mantener la inocuidad del producto en esta nueva cadena logística, puesto que no es lo mismo transportar productos alimenticios en envases individuales y en envases grandes que después se tienen que fraccionar en el local comercial (o “a granel”). En ese sentido, hay que invertir en medidas adicionales que aseguren una buena trazabilidad de los alimentos y los protejan de patógenos externos, lo que ya se ha logrado para una diversidad importante de productos.

Venta

Para el productor es conveniente el formato granel, ya que puede trasladar de forma simultánea una mayor cantidad del producto a las tiendas (al no tener envases, hay más espacio en los medios de transporte). No obstante, hay productos más delicados con los que habría que tener precaución adicional para que no se vean afectados negativamente (por ejemplo, la harina, azúcar y productos granulares que están más expuestos a patógenos al cambiar de envasado). Por otro lado, se debe invertir en máquinas dispensadoras y el retorno de la inversión es más lento que en el caso de las categorías de hogar y personal¹⁵. De hecho, se necesita de un volumen importante para que sea rentable el negocio de venta de alimentos a granel. La principal inquietud por parte de los productores es la pérdida de la identidad de marca debido al uso de cualquier envase para llevar el producto.

Consumo y fin de vida

En el caso del modelo de reúso, el consumidor tiene la responsabilidad de asegurar que el envase en que se compra el producto a granel se encuentre en buenas condiciones para almacenar un alimento. Esto significa que el consumidor debería realizar un proceso de lavado del envase. Este es un punto crítico y que no está del todo resuelto en la legislación nacional, ya que la responsabilidad sobre la conservación del envase no se encuentra tipificada¹⁶.

15. El motivo es que el margen de ganancia de un producto de la categoría de alimentos de despensa suele ser menor al margen de los productos de cuidado del hogar y personal (Comunicación personal. Por confidencialidad no se puede indicar la persona o empresa de origen de la información).

16. Esto se describe en detalle en González et al. (2023).



2.2.3 Lácteos y similares

El mantenimiento de los productos lácteos requiere cierto cuidado para garantizar que se mantengan frescos y seguros para el consumo. Por ende, se considera que el modelo de reúso de “Retorno fuera de casa” es la alternativa más indicada. Esto debido a que permite que sea el productor quién selle correctamente el envase y asegure su inocuidad. El envase de referencia de un solo uso sería una lámina de PS rígido (por ejemplo, para elaborar un envase de yogurt o mantequilla), mientras que el reutilizable sería PP rígido.

Producción

La mayoría de los productos de esta categoría en Chile se producen a partir de láminas de PS rígido o cartón para líquidos que se ensamblan en la línea de llenado. Por tanto, migrar hacia envases reutilizables implicaría un cambio en la línea completa de producción, es decir, una inversión alta de los productores. El punto clave es la etapa de sellado, donde se necesita asegurar un cierre hermético del producto.

Venta

En primera instancia, no se visualiza una diferencia en la venta del producto, es decir, se seguirían vendiendo desde vitrinas refrigeradas. Sin embargo, no se descarta que ello pudiera variar a futuro, especialmente por la falta de experimentos y literatura asociada a esta categoría. La única distinción sería que, en el caso del modelo de reúso, el consumidor debe traer de vuelta su envase. Esto abre la posibilidad de crear una experiencia distinta a través de la instalación de un esquema de depósito.

Consumo y fin de vida

Para lograr este esquema de reúso es necesario establecer un proceso de logística inversa. Esto quiere decir que será necesario invertir en puntos de retornabilidad de los envases, traslado y sistemas de clasificación y lavado. Esto hace que sea un proceso más intensivo en mano de obra y en consumo de agua,

especialmente porque el lavado de plástico para consumo alimentario necesita pasar por un proceso sanitario más minucioso que, por ejemplo, el vidrio.

Un punto a favor es que las principales empresas lácteas en Chile (Nestlé, Sopro, Watts y Colún) tienen, en conjunto, fábricas productivas en 7 regiones del país, lo que permitiría tener un sistema de logística inversa compartida de la zona centro al sur¹⁷ con menores costos de instalación. De todas formas, es importante destacar que estos nuevos procesos también representan un costo adicional en la operación diaria.



2.2.4 Industria vitivinícola y licores

Esta categoría de productos podría tener un sistema de reúso similar al de las bebidas analcohólicas en Chile, es decir, “Retorno fuera de casa”. El desafío se encuentra asociado a un tema cultural donde el vino (a diferencia de las bebidas gaseosas) se le exige un estándar estético distinto, donde muchas veces se asocia a un elemento de sofisticación. Este tema dificulta la estandarización de los envases, que ha sido un factor clave en el éxito de los esquemas de reúso de bebidas, ya que genera una resistencia al cambio por parte de la industria. El envase de referencia seleccionado corresponde al vidrio, tanto para el esquema de un solo uso como de reúso.

Producción

Las botellas de vidrio en el esquema reutilizable deberían ser más gruesas que las tradicionales para lograr más ciclos de uso. Lo positivo es que no se necesitan cambios importantes en las líneas de producción para lograr este objetivo.

Venta

Al migrar a un esquema de “retorno desde la casa”, la única diferencia determinante entre el modelo de un solo uso y el de reúso es que el consumidor debe traer de vuelta al comercio su envase reutilizable. Sin embargo, la devolución del envase abre la posibilidad de crear una experiencia distinta a través de, por ejemplo, esquemas de depósitos.

17. Las regiones con plantas productivas de lácteos son: Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío, Los Ríos y Los Lagos (ver anexo 1).

Consumo y fin de vida

Para lograr este esquema de reúso es necesario establecer un proceso de logística inversa con todos los costos asociados que esto implica. No obstante, ya hay empresas del rubro que tienen procesos instalados para gestionar el reciclaje de vidrio y que podrían ser aprovechados para impulsar los esquemas de reúso en esta categoría. En la cadena de reciclaje de la industria se clasifican las botellas para separar las que tienen sustancias nocivas para el producto y la salud de las personas (como aceite o detergente). Además, ya se realiza un lavado industrial del material a reciclar lo que facilitaría la adopción de algunos de estos procesos en un potencial esquema de reúso.

Lo anterior significa que, a pesar de tener que elaborar nuevas líneas de producción y lavado para las botellas reutilizables, ya se cuenta con el conocimiento, la experiencia y la tecnología para realizar el proceso. Además, es posible que se puedan generar sinergias entre las líneas de reciclaje y reúso, lo que ayudaría a la adopción del sistema. Un tema a considerar es el alto descarte que puede existir en el proceso de clasificación de los envases a reusar, especialmente por mantener la buena imagen de la botella. Por último, se debe tener en cuenta que la logística de reciclaje del vidrio está cambiando debido a la implementación de la REP, por lo que es una situación que se debe estar monitoreando.



2.2.5 Cervecería

Esta categoría tuvo un sistema de reúso consolidado en el país décadas atrás, pero hoy día no supera el 4% y su consumo se concentra en restaurantes, bares y similares¹⁸. El principal motivo es que hay una diferencia de costos relevantes entre el esquema de reúso y sus símiles de un solo uso. No obstante, la ley REP le ha dado un nuevo impulso que si se combina con el esquema regulatorio propuesto podrían reimpulsar esta alternativa. El envase de referencia seleccionado corresponde al vidrio, tanto para el esquema de un solo uso como de reúso en su formato “Retorno fuera de casa”.

Producción

Técnicamente se pueden ocupar los mismos envases que se tienen hoy en esquemas de reúso. Sin embargo, hay que realizar pruebas de materialidad para

18. Comunicación personal. Por confidencialidad no se puede indicar la persona o empresa de origen de la información.

evaluar la cantidad de ciclos que pueden dar y, dependiendo de ese resultado, definir si es necesario reforzar el envase. Independientemente de lo anterior, no se estiman cambios relevantes en las líneas de producción.

Venta

Al igual que los casos anteriores, la diferencia radica en la devolución del envase reutilizable y la oportunidad de cambiar la experiencia del consumidor a través de innovaciones en la forma de venta.

Consumo y fin de vida

Para lograr este esquema de reuso es necesario establecer un proceso de logística inversa con todos los costos asociados que esto implica. Dado que los principales comercializadores ya tienen establecidos sistemas de retorno para los bebestibles alcohólicos, se podrían generar sinergias entre ambas categorías en los procesos de recolección, categorización y lavado. Sin embargo, la capacidad instalada es limitada y será necesario establecer nuevas plantas que acompañen esta logística, lo que requerirá inversión y tiempo¹⁹.



2.2.6 Delivery de alimentos procesados

Para el éxito de los esquemas de reuso en esta categoría es esencial resguardar la comodidad del consumidor, quién probablemente optó por el delivery debido a la facilidad de recibir el alimento en su hogar. Por este motivo, se propone que la opción de mayor adopción sería un esquema de reuso “Retorno desde la casa”. Uno de los desafíos adicionales para esta categoría es que parte importante de la demanda del productor se encuentra externalizada a través de servicios como Rappi, Uber Eats y PedidosYa!. Por lo tanto, la devolución del envase no es trivial y probablemente, para que funcione a gran escala, deberá hacerse a través de puntos de recolección compartidos entre restaurantes. El envase de referencia de un solo uso es el envase de cartulina (que ha reemplazado en Chile al poliestireno expandido debido a la Ley PUSU), mientras que para el esquema de reuso se propone un envase rígido de PP.

19. En las entrevistas se mencionó explícitamente que hay poco margen para aumentar la producción (o crear líneas alternativas de productos) sin la construcción de nuevas plantas, lo que tardaría tiempo en ser implementado.

Producción

Los envases reutilizables son completamente distintos a los de un solo uso e implican mayores costos. No obstante, existen múltiples alternativas disponibles en el mercado en Chile por lo que no es necesario infraestructura adicional para su producción. Para que el modelo sea rentable y tenga un impacto ambiental positivo será necesario obtener una alta tasa de retorno.

Venta

Se mantiene igual en el modelo de un solo uso y el de reúso, aunque podría existir un costo adicional asociado a un esquema de depósito y reembolso para asegurar la retornabilidad de los envases. Además, se necesita de la inversión inicial para adquirir los envases reutilizables.

Consumo y fin de vida

Para lograr este esquema de reúso es necesario establecer un proceso de logística inversa con todos los costos asociados, aunque existe incertidumbre de cuál podría ser la opción óptima para la recolección de los envases. Es fundamental que, en primera instancia, no se le exija al consumidor lavar el envase, sino que debe ser el comercializador el responsable de este proceso. De lo contrario, existirá un desincentivo a usar este tipo de envase por el esfuerzo adicional que tiene que realizar el consumidor para lavarlo. Esto implica que los comercializadores (locales de expendio de alimentos) deberán invertir en espacio y maquinaria para el lavado de los envases o contratar a un externo que pueda realizar este servicio.





2.2.7 Bebidas y alimentos preparados para llevar

Para esta categoría es fundamental entender el momento de consumo de la persona, quien necesita movilizar su bebida y/o alimento del lugar de preparación a otro lugar. Además, muchas veces no es un consumo planificado, por lo que exigir un envase sería una limitación en su adopción. Por ello, se opta por el esquema “Retorno fuera de casa” que se ha difundido ampliamente en otros países. El envase de referencia de un solo uso es cartón con una lámina de LDPE certificada²⁰ (esto puede entenderse como un plato preparado o un vaso de café), mientras que la opción de reúso es un envase rígido de PP.

Producción

Al igual que en el caso de la categoría delivery de alimentos procesados, los envases reutilizables son completamente distintos a los de un solo uso e implican mayores costos. No obstante, existen múltiples alternativas disponibles en el mercado en Chile por lo que no es necesario infraestructura adicional para su producción. Para que el modelo sea rentable y tenga un impacto ambiental positivo será necesario obtener una alta tasa de retorno.

Venta

Se mantiene igual en el modelo de un solo uso y el de reúso, aunque podría existir un costo adicional asociado a un esquema de depósito y reembolso para asegurar la retornabilidad de los envases. Además, se necesita de la inversión inicial para adquirir los envases reutilizables.

Consumo y fin de vida

Para lograr este esquema de reúso es necesario establecer un proceso de logística inversa con todos los costos asociados. La literatura muestra que mientras más puntos de devolución se tengan, mejor será la tasa de retorno y la participación de las personas. Con esto en mente, la escalabilidad del sistema es fundamental para que sea rentable, siendo un factor clave el uso de envases genéricos entre distintos locales. Los comercializadores (locales de expendio de alimentos) deberán invertir en espacio y maquinaria para el lavado de los envases o contratar a un externo que pueda realizar este servicio.

20. De acuerdo a la Ley PUSU, el cartón con lámina plástica se considera un plástico de un solo uso y, por tanto, estaría prohibida su entrega a menos que fuera plástico certificado. El reglamento que establece los requisitos para los plásticos certificados no se encuentra disponible todavía, pero probablemente se haga referencia a plásticos compostables y/o biodegradables de origen biobasado como aquellos “certificados”.

3.

Análisis de impacto de la implementación de la política

En esta sección se realiza un análisis del efecto en reducción de toneladas de envases que tendría la implementación de la política. Para esto se presentan soluciones compartidas con foco en la habilitación de esquemas de reuso para las categorías seleccionadas y se realiza una simulación de las inversiones que se podrían realizar cada año con el presupuesto disponible de los Gransic.

Para realizar el análisis se consideran los cinco modelos de reuso descritos en la sección anterior, como se observa en la figura 2 la solución compartida que se propone para los modelos de relleno y a granel es la adquisición de máquinas que permitan al consumidor recargar su envase con el producto deseado de manera autónoma (“máquina de relleno”). Esto debido a que hoy no existen los incentivos suficientes para que el comercializador habilite estos espacios por su cuenta. En estos casos, la higiene del envase sería responsabilidad del consumidor, por lo que no es necesario habilitar un sistema de logística inversa para la recolección y lavado por parte de la empresa.

FIGURA 2: INFRAESTRUCTURA NECESARIA PARA HABILITAR MODELOS DE REÚSO



Fuente: elaboración propia. Íconos de thenountproject.

Caso contrario es el de los modelos de retorno donde es el productor el responsable de limpiar y sanitizar el envase para rellenarlo y ponerlo nuevamente en el mercado. Para lograr esto, se identifica que es necesario invertir en “Centros de almacenamiento”, “Centros de lavado y sanitización” y “Puntos de retorno” de forma de crear un sistema que facilite la devolución de los envases por parte de los consumidores, incentivándolo a utilizar la alternativa de reuso. En la tabla 2 se muestra el valor estimado de las máquinas e infraestructura consideradas para las distintas categorías de producto. Es importante señalar que parte fundamental de la política es incentivar la investigación y desarrollo de nuevas soluciones, por lo que estos costos son solo referencias para medir la magnitud del impacto en la reducción de los envases, y se espera que la innovación permita que estos bajen en el futuro.

TABLA 2: Valor estimado de las máquinas e infraestructura para habilitar esquemas de reúso en las categorías seleccionadas.

| PROYECTO | DESCRIPCIÓN | VALOR (\$ CLP) | REFERENCIA |
|---|---|----------------------|--|
| Máquina de rellenado para productos de cuidado del hogar | Tiene la capacidad de dispensar hasta 3 productos. | \$10.695.000 | Directo del sitio web de Mercado Circular. Según expertos entrevistados, valor sería congruente con el rango superior de una estimación. |
| Máquina de rellenado para productos de cuidado personal | Tiene la capacidad de dispensar hasta 3 productos. | \$16.740.000 | Directo del sitio web de Mercado Circular. Según expertos entrevistados, valor sería congruente con el rango superior de una estimación. |
| Estación de llenado para alimentos de despensa | Considera la habilitación de un espacio para tipos y marcas de legumbres, cereales y pastas (10 dispensadores verticales, 10 dispensadores de pala, 5 contenedores horizontales plásticos y | | |
| la infraestructura para presentarlos en tienda). | \$5.489.900 | Cotización en línea. | |
| Sistema de retorno en tienda con tecnología para botellas | Se asume que es necesario tener a lo menos dos máquinas expendedoras inversa para habilitar este punto de retorno correctamente. | \$11.532.000 | Cotización en línea de máquinas. Se agrega un sobre costo por tener una mayor complejidad tecnológica respecto a las botellas. |
| Sistema de retorno en tienda para envases plásticos | Sistema de retorno formato punto limpio, pero con mecanismos para reconocer y registrar el envase depositado. | \$7.140.200 | Cotización en línea y entrevistas |
| Sistema de retorno al paso para envases plásticos | Sistema de retorno formato punto verde, pero con mecanismos para reconocer y registrar el envase depositado. | \$1.064.000 | Cotización en línea y entrevistas |
| Línea de lavado y sanitización para botellas retornables de vidrio | Estimación para una línea de botellas de 330 ml con capacidad de procesamiento de 60.000 botellas la hora. | \$8.548.056.000 | Estudio técnico de The Coca-Cola Company (2021) |
| Línea de lavado y sanitización de botellas retornables de vidrio para vinos y licores | La estética del envase es más relevante que en otras categorías. Por tanto, se debe tener un cuidado adicional en su proceso de lavado y sanitización que se refleja en un aumento del valor de la línea. | \$9.300.000.000 | Entrevistas |
| Línea de lavado y sanitización de envases retornables de plástico | Estimación para una línea de botellas de 500 ml con capacidad de procesamiento de 39.000 botellas la hora. | \$10.836.674.000 | Estudio técnico de The Coca-Cola Company (2021) |
| Centro de almacenamiento y espacio para líneas | Edificio en el que se alojan las líneas de clasificación y limpieza con espacio de almacenamiento y oficinas. Superficie estimada de 2.000 m2. | \$803.200.000 | Anexo técnico de EMF (2023) |

Fuente: elaboración propia. En el anexo B se agregan las referencias de las cotizaciones realizadas.

3.1 Metodología

El impacto en reducción de toneladas de envases por la implementación de la política (R) se encuentra dado por la diferencia entre las toneladas de envases de un solo uso evitados ($U_{i,t}$) y las toneladas de envases reutilizables introducidos al mercado para suplir la demanda ($V_{i,t}$). Esto se estima para cada categoría de producto i y año t , y luego se suma tal como muestra la siguiente ecuación:

$$R = \sum_t \sum_i U_{i,t} - V_{i,t} \quad (1)$$

Las toneladas de envases de un solo uso evitados se estiman a partir de la cantidad de personas que deja de consumir productos en dicho tipo de envase debido a la disponibilidad de productos en envases reutilizables asequibles y convenientes. Esto significa que el precio de venta a público sea al menos similar a la alternativa de un solo uso y que existan procesos compatibles con el estilo de vida de las personas y su comodidad. Para la modelación, los dos puntos críticos para lograr esta experiencia de consumo son el lugar de venta y el de relleno (para los modelos de relleno fuera de casa o a granel) o retorno (para los modelos de retorno fuera de casa). La logística inversa de recolección desde los puntos de retorno, lavado y sanitizado es un aspecto clave del sistema, pero se considera que no influye en la decisión del usuario de adoptar el modelo de reúso, pues es algo que no afecta su experiencia de consumo. Por lo anterior, se utiliza la siguiente ecuación:

$$U(P_{i,t}, C_{i,t}, \rho_i, E_{i,t}, M) = \begin{cases} P_{i,t} \times Q_i \times E_{i,t} \\ P_{i,t} \times C_{i,t} \times \rho_i \times E_{i,t} \end{cases} \quad (2)$$

Donde:

$U_{i,t}$: Toneladas de envases de un solo uso evitados por categoría de producto i en el año t .

$P_{i,t}$: Porcentaje de supermercados y/o establecimiento de expendio de alimentos que cuentan con un punto de relleno o de retorno en (o cerca) de sus instalaciones para la categoría de producto i en el año t .

Q_i : Porcentaje de la población que adoptaría el esquema de reúso para la categoría de producto i si se habilita un sistema asequible y conveniente.

$E_{i,t}$: Toneladas de envases de un solo uso de la categoría i introducidos en el mercado el año t en un escenario *Business As Usual* (BAU)

$C_{i,t}$: Variable binaria que toma el valor 1 si existe capacidad instalada para lavar y sanitizar los envases reutilizables de la categoría de producto i en el año t . De lo contrario, toma el valor 0.

M : Indica si el modelo evaluado es de relleno ($P_{i,t} \times \rho_i \times E_{i,t}$) o de retorno ($P_{i,t} \times C_{i,t} \times \rho_i \times E_{i,t}$).

Las variables $P_{i,t}$ y $C_{i,t}$ dependen directamente de las inversiones en infraestructura compartida, las que se realizan en base al presupuesto disponible en cada año y la costo-efectividad de las alternativas de reúso. Esto, considerando que la fórmula conceptual que determina el orden en el que se ejecutan los proyectos de inversión es la siguiente:

$$\text{Máx } R_t$$

Sujeto a:

$$\sum p_j \leq P_t + W_t \quad \forall i, t$$

Donde:

R_t : Toneladas de envases reducidas el año t.

p_j : Costo del proyecto de inversión j.

P_t : Presupuesto para soluciones compartidas para el año t proveniente del porcentaje de los costos totales de cumplimiento de la REP de envases por parte de los sistemas colectivos de gestión domiciliaria.

W_t : Presupuesto para soluciones compartidas para el año t traspasado del año anterior.

P_t incluye costos operacionales (costos de recolección, clasificación, traslado, entre otros), costos no operacionales (contingencias, comunicaciones, administración del SIG) y fondos de reservas establecidos por los sistemas de gestión para dar cumplimiento a la REP. Es importante señalar que, en ocasiones el presupuesto no alcanzará para implementar las soluciones compartidas en el orden establecido. En estos casos el presupuesto restante (W_t) se traspasará para el siguiente año, conforme se establece en la propuesta de regulación.

Para la estimación del presupuesto disponible se utiliza como referencia los valores indicados en el Plan de Gestión del Gransic ReSimple (2023). Las empresas que conforman este sistema de gestión introducen alrededor del 70% de los envases domiciliarios del país²¹, por lo que los valores indicados se asumen como representativos y se ajustan al total. En la tabla 3 se presentan los costos y el presupuesto para soluciones compartidas consideradas en la simulación. El presupuesto del Plan de Gestión de ReSimple corresponde al período 2023-2027, por lo que para proyectar los años posteriores se realiza una estimación proporcional a las metas de recolección y valorización establecidas en la Ley REP, tal como se muestra en la siguiente ecuación.

$$C_t = C_{t-1} \times \frac{\text{Meta REP}_t}{\text{Meta REP}_{t-1}} \quad \forall t \in [2028, 2037]$$

21. No es trivial estimar qué a que porción del total introducido en el mercado (TIM) corresponde lo de los productores de ReSimple, dado que no existe un dato público sobre el TIM de este sistema de gestión, pero considerando que este reúne a las principales empresas productoras de envases en el país, se estima que corresponde a un valor de 70%.

Donde:

C_t : Costo de implementación de la Ley REP el año t.

$Meta_{REP_t}$: Meta de recolección y valorización para el total de envases domiciliarios introducidos el mercado el año t. Ver anexo C para conocer los porcentajes exactos para cada año.

Notar que se asume una relación lineal entre los costos y las metas establecidas en la REP. No obstante, se debe tener en mente que existe una cuota de incertidumbre asociada a la dificultad creciente de gestionar los materiales reciclables. En esa línea existe una alta probabilidad que la tasa de crecimiento de los costos de gestión (costo marginal) sea mayor a la de crecimiento de las metas de la REP, debido a que cada vez será más complejo recolectar y valorizar el material²². En contrapartida, también deberían generarse efectos que permitan disminuir en parte ese costo marginal, tanto por la experiencia acumulada de los sistemas como por una mayor propensión de la población al reciclaje.

TABLA 3: Presupuesto de los SGC para soluciones compartidas para la prevención en la generación de residuos.

| AÑO | COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN LEY REP (\$MM PESOS) | % DE LOS COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA LEY REP QUE DEBEN APORTAR LOS SGC PARA SOLUCIONES COMPARTIDAS DE ACUERDO A LA PROPUESTA. | PRESUPUESTO PARA SOLUCIONES COMPARTIDAS PARA ESE AÑO (\$MM PESOS) |
|------|---|--|---|
| 2027 | \$354.971 | 1% | \$3.550 |
| 2028 | \$442.579 | 1% | \$4.426 |
| 2029 | \$546.054 | 3% | \$16.382 |
| 2030 | \$644.922 | 3% | \$19.348 |
| 2031 | \$760.976 | 5% | \$38.049 |
| 2032 | \$872.268 | 5% | \$43.613 |
| 2033 | \$1.061.096 | 5% | \$53.055 |
| 2034 | \$1.276.886 | 5% | \$63.844 |
| 2035 | \$1.318.388 | 5% | \$65.919 |
| 2036 | \$1.361.333 | 5% | \$68.067 |
| 2037 | \$1.405.771 | 5% | \$70.289 |

22. En la práctica los sistemas se están estableciendo en las grandes urbes del país y en el futuro tendrán que hacerlo en zonas del país con menor conexión.

Fuente: elaboración propia.

El resultado de la optimización realizada, como se ha indicado, es que el orden de ingreso de los proyectos de inversión está determinado conforme a la costo-efectividad actual de las alternativas de reúso en Chile. No obstante, el establecimiento de un sistema de retorno de envases se encuentra sujeto a que exista infraestructura para procesar dichos envases, es decir, para esta categoría el orden de las inversiones siempre debe ser: i) centro de almacenamiento, ii) línea de lavado y sanitizado y iii) sistema de retorno (figura 3). Esto debido a que no es razonable realizar la recolección de los envases sin tener las otras estructuras que permitan preparar el producto para introducirlo nuevamente en el mercado. Dado que la modelación considera el mismo centro de almacenamiento para todos los tipos de modelos de retorno, para priorizar entre ellos se utiliza solo el valor de la línea de lavado y sanitizado para la evaluación de la costo-eficiencia.

La tabla 4 muestra el orden de inversión de los proyectos considerados. La segunda columna “envases procesados al año (Toneladas)” indica la cantidad de envases de un solo uso evitados por el proyecto, debido al relleno o lavado²³. De esta forma, el costo por tonelada (tercera columna) se obtiene de la división del valor de inversión del proyecto (tabla 2) por este valor. La figura 3 muestra esta situación gráficamente.

TABLA 4: Orden de inversión para los proyectos asociados a modelos de reúso

| PROYECTO | ENVASES PROCESADOS AL AÑO (TONELADAS) | COSTO POR TONELADA (UNIDAD MONETARIA) | REFERENCIA |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| Máquina de relleno para productos de cuidado del hogar | 19.272 | \$555 | Estimación realizada por los autores en base a la información del Brochure de Mercado Circular (2024), el anexo técnico de EMF (2023) y entrevistas. |
| Máquina de relleno para productos de cuidado personal | 17.940 | \$933 | Estimación realizada por los autores en base a la información del Brochure de Mercado Circular (2024), el anexo técnico de EMF (2023) y entrevistas. |
| Estación de llenado para alimentos de despensa | 3.115 | \$1.763 | Estimación realizada por los autores en base al anexo técnico de EMF (2023) y entrevistas. |
| Línea de lavado y sanitización para botellas retornables de vidrio | 155.928 | \$5.482 | Estudio técnico de The Coca Cola Company (2021) y entrevistas. |
| Línea de lavado y sanitización de botellas retornables de vidrio para vinos y licores | 121.764 | \$7.638 | La capacidad productiva de la línea es menor a la de botellas de vidrio genérica debido al tamaño de la botella y las consideraciones especiales de cuidado para la categoría vinícola y licores. Estudio técnico de The Coca Cola Company (2021), anexo técnico de EMF (2023) y entrevistas. |
| Línea de lavado y sanitización de envases retornables de plástico para bebidas y alimentos preparados | 8.017 | \$135.169 | Dado que este tipo de envases tiene un cuello abierto, será más fácil y rápido de lavar y secar que las botellas. Esto se traduce en una mejora en su capacidad de procesamiento de un 10% respecto a la línea de las botellas. Estudio técnico de The Coca Cola Company (2021), anexo técnico de EMF (2023) y entrevistas. |
| Línea de lavado y sanitización de envases retornables de plástico para la categoría lácteos y similares | 2.733 | \$396.495 | Es probable que los alimentos se fijen en los envases, lo que requerirá más tiempo y, potencialmente, más energía para limpiarlos. Esto se traduce en una reducción en la capacidad de procesamiento de un 15% respecto a la línea de las botellas. Estudio técnico de The Coca Cola Company (2021), anexo técnico de EMF (2023) y entrevistas. |

23. Corresponde a la cantidad de envases que pueden ser llenados en un año (en el caso de las máquinas de relleno o la estación) o la cantidad de envases que pueden ser lavados y sanitizados en un año (en el caso de dichas líneas).

Fuente: elaboración propia. En el anexo D se presenta el detalle de los parámetros.

FIGURA 3: ORDEN DE INVERSIÓN PARA LOS PROYECTOS ASOCIADOS A MODELOS DE RETORNO DENTRO DE UNA CATEGORÍA.



Fuente: elaboración propia.

Para los sistemas de retorno se considera alcanzar un 80% de los potenciales puntos de recolección (supermercados y locales de expendio de alimento), puesto que el restante 20% correspondería a zonas rurales o aisladas donde el costo por tonelada aumentaría considerablemente por temas logísticos. Luego, este dato se multiplica por el porcentaje de la población que está dispuesta a adoptar esquemas de reúso (ver tabla 6) y se obtiene la cuota de mercado de los reutilizables de dicha categoría para cada año. En el caso de los modelos de relleno y los sistemas de retorno suponemos que una vez que se realiza la inversión la infraestructura entra en funcionamiento de forma inmediata, sin embargo, para los centros de almacenamiento y las líneas de lavado y sanitización se consideran tres años entre la inversión y el inicio de las operaciones.

La modelación considera que, en los dos años iniciales de la implementación de la política, los Gransic destinen el presupuesto a investigar y pilotear alternativas de reúso para las distintas categorías de producto. Esto permitirá obtener mejor información para la implementación de los modelos de reúso por parte de los Gransic y potencialmente reordenar las inversiones, pero no se prevé reducciones en la cantidad de envases introducidos al mercado en estos primeros dos años.

Para estimar la cantidad de envases introducidos en el mercado se utiliza la información de los Estudios de Material Disponible País (MDP) y el reciclado de los Envases y Embalajes de Chile de ANIR 2022 y la Hoja de Ruta del Pacto Chileno de los Plásticos (FCh et al., 2020). Con estos documentos se crea la línea base (ver anexo E) y luego se realiza una proyección utilizando las tasas de crecimiento de las subcategorías de envases dadas por el MMA (2019).

TABLA 5: Proyección de EyE domiciliarios introducidos en el mercado para el período 2027-2037 (toneladas)

| AÑO | CARTÓN PARA LÍQUIDOS | METAL | PAPEL Y CARTÓN | PLÁSTICO | VIDRIO | TOTAL |
|------|----------------------|---------|----------------|----------|---------|-----------|
| 2027 | 31.860 | 109.350 | 448.095 | 634.435 | 549.960 | 1.773.701 |
| 2028 | 33.233 | 109.580 | 460.911 | 653.975 | 572.124 | 1.829.823 |
| 2029 | 34.666 | 109.810 | 474.093 | 674.118 | 595.180 | 1.887.867 |
| 2030 | 36.160 | 110.040 | 487.652 | 694.880 | 619.166 | 1.947.899 |
| 2031 | 37.718 | 110.271 | 501.599 | 716.283 | 644.119 | 2.009.990 |
| 2032 | 39.344 | 110.503 | 515.945 | 738.344 | 670.077 | 2.074.213 |
| 2033 | 41.040 | 110.735 | 530.701 | 761.085 | 697.081 | 2.140.641 |
| 2034 | 42.809 | 110.968 | 545.879 | 784.527 | 725.173 | 2.209.355 |
| 2035 | 44.654 | 111.201 | 561.491 | 808.690 | 754.398 | 2.280.433 |
| 2036 | 46.578 | 111.434 | 577.549 | 833.598 | 784.800 | 2.353.959 |
| 2037 | 48.586 | 111.668 | 594.067 | 859.273 | 816.427 | 2.430.021 |

Fuente: elaboración propia.

Por último, la tabla 6 presenta los valores de la población que adoptaría el esquema de reúso (ρ_i). Ante la incertidumbre de este valor, se ha optado por evaluar tres escenarios con distintos niveles de optimismo.

TABLA 6: Porcentaje de la población que adoptaría el esquema de reúso para la categoría de producto si se habilita un sistema asequible y conveniente.

| CATEGORÍA | ESCENARIO | | |
|--|-------------|----------|-----------|
| | CONSERVADOR | MODERADO | OPTIMISTA |
| Cuidado del hogar | 10% | 25% | 50% |
| Cuidado personal | 10% | 25% | 50% |
| Alimentos de despensa | 5% | 15% | 35% |
| Lácteos y similares | 5% | 10% | 25% |
| Industria vitivinícola y licores | 5% | 10% | 20% |
| Cervecería | 10% | 25% | 40% |
| Delivery de alimentos preparados | 5% | 10% | 25% |
| Bebidas y alimentos preparados para llevar | 5% | 20% | 35% |

Fuente: elaboración propia en a base a los potenciales escenarios de reúso del estudio "El futuro de los modelos de consumo reutilizables" (WEF, 2021) y la propuesta de Reglamento de envases y residuos de envases del Parlamento Europeo (Almeida & Carlson, 2023).

Por otro lado, las toneladas de envases reutilizables introducidos al mercado para suplir la demanda se estiman a partir de la cantidad de envases reutilizables necesarios para cumplir la misma función que los envases de un solo uso. Esto se grafica en la siguiente ecuación:

$$V_{i,t} (U_{i,t}, M_p, N_p, W_i) = \left(\frac{U_{i,t}}{M_i} \right) \times W_i \quad (3)$$

Donde:

$U_{i,t}$: Toneladas de envases de un solo uso evitados por categoría de producto i en el año t .

M_i : Masa de un envase de un solo uso de la categoría i .

N_i : Número de ciclos efectivos de un envase reutilizable de la categoría i .

W_i : Masa de un envase reutilizable de la categoría i .



Los parámetros utilizados se presentan en la tabla 7. Se debe notar que para cada categoría i se considera la masa de un envase de referencia de un solo uso y reutilizable. El número de ciclos efectivos corresponde a las rotaciones que realiza un envase en la práctica y considera la tasa de retorno (porcentaje de envases que vuelven al punto de partida al final de un ciclo de uso) y la tasa de pérdida de calidad (porcentaje de envases que deben ser retirados del mercado porque se encuentran muy dañados o han alcanzado el número máximo de usos seguros).

TABLA 7: Parámetros de masa y ciclos efectivos para los envases de referencia de las categorías seleccionadas.

| CATEGORÍA | EMPAQUE PRIMARIO DE REFERENCIA | | | |
|--|--------------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------|
| | DESCRIPCIÓN MATERIAL | NÚMERO DE CICLOS EFECTIVOS | MASA (KILOGRAMOS) | TAMAÑO (LITROS) |
| Cuidado del hogar | Botella PET | 1 | 0,026 | 3 |
| | Botella PET reutilizable | 25 | 0,055 | |
| Cuidado personal | Botella HDPE de un solo uso | 1 | 0,019 | 0,25 |
| | Botella HDPE reutilizable | 25 | 0,040 | |
| Alimentos de despensa | Flexible PP de un solo uso | 1 | 0,006 | 0,4 |
| | Rígido PP reutilizable | 25 | 0,013 | |
| Lácteos y similares | Lámina PS rígido | 1 | 0,008 | 0,5 |
| | Rígido PP reutilizable | 15 | 0,016 | |
| Industria vitivinícola y licores | Botella de vidrio | 1 | 0,400 | 0,75 |
| | Botella de vidrio reutilizable | 8 | 0,695 | |
| Cervecería | Botella de vidrio | 1 | 0,235 | 0,33 |
| | Botella de vidrio reutilizable | 30 | 0,445 | |
| Delivery de alimentos preparados | Envase de cartulina | 1 | 0,016 | 1 |
| | Rígido PP reutilizable | 15 | 0,032 | |
| Bebidas y alimentos preparados para llevar | Cartón con LDPE para envase | 1 | 0,020 | 1 |
| | Rígido PP reutilizable | 15 | 0,060 | |

Fuente: elaboración propia en a EMF (2023), The Coca-Cola Company (2021), ZWE (2021) y entrevistas.

3.2 Resultados

En esta sección se presentan los resultados de la simulación de las inversiones que se realizarían cada año haciendo uso óptimo del presupuesto disponible para soluciones compartidas de reúso. La tabla 8 describe qué proyectos se realizaron cada año siguiendo el orden establecido en la metodología y la tabla 9 presenta los valores asociados.

TABLA 8: Proyectos de soluciones compartidas realizados cada año en el período 2027-2037.

| AÑO | INVERSIONES REALIZADAS (\$MM) |
|------|--|
| 2027 | Investigación y pilotaje de alternativas de reúso. |
| 2028 | Investigación y pilotaje de alternativas de reúso. |
| 2029 | Máquinas de rellenado para el 80% de los supermercados en Chile en las categorías de cuidado del hogar Máquinas de rellenado para el 18% de los supermercados en Chile en las categoría de cuidado personal |
| 2030 | Máquinas de rellenado para el 62% de los supermercados en Chile en las categoría de cuidado personal Estaciones de llenado para el 65% de los supermercados en Chile en la categoría de alimentos de despensa. |
| 2031 | Estaciones de llenado para el 15% de los supermercados en Chile en la categoría de alimentos de despensa. Centro de almacenamiento y línea de lavado y sanitización para la categoría cervecería. 3 Centros de almacenamiento y 2 líneas de lavado y sanitización para la categoría industria vitivinícola y licores. |
| 2032 | Una línea de lavado y sanitización para la categoría industria vitivinícola y licores. 7 centros de almacenamiento y 1 línea de lavado y sanitización para la categoría delivery de alimentos preparados. 7 centros de almacenamiento y 1 línea de lavado y sanitización para la categoría de bebidas y alimentos preparados para llevar. |
| 2033 | Punto de retorno en tienda con tecnología para el 80% de los supermercados en Chile de la categoría cervecería. Punto de retorno en tienda con tecnología para el 53% de los supermercados en Chile de la categoría industria vitivinícola y licores. 2 líneas de lavado y sanitización para la categoría delivery de alimentos preparados. Una línea de lavado y sanitización para la categoría de bebidas y alimentos preparados para llevar. |
| 2034 | Punto de retorno en tienda con tecnología para el 27% de los supermercados en Chile de la categoría industria vitivinícola y licores. 2 líneas de lavado y sanitización y puntos de retorno al paso cercanos al 36% de los locales de expendio de alimentos de Chile para la categoría delivery de alimentos preparados. 3 líneas de lavado y sanitización y puntos de retorno al paso cercanos al 24% de los locales de expendio de alimentos de Chile para la categoría de bebidas y alimentos preparados para llevar. |
| 2035 | 2 líneas de lavado y sanitización y puntos de retorno al paso cercanos al 24% de los locales de expendio de alimentos de Chile para la categoría delivery de alimentos preparados. 2 líneas de lavado y sanitización y puntos de retorno al paso cercanos al 36% de los locales de expendio de alimentos de Chile para la categoría de bebidas y alimentos preparados para llevar. |
| 2036 | Puntos de retorno al paso cercanos al 20% de los locales de expendio de alimentos de Chile para la categoría delivery de alimentos preparados. Puntos de retorno al paso cercanos al 20% de los locales de expendio de alimentos de Chile para la categoría de bebidas y alimentos preparados para llevar. 6 centros de almacenamiento y 6 líneas de lavado y sanitización para la categoría lácteos y similares |
| 2037 | Infraestructura para categorías emergentes |

Fuente: elaboración propia.

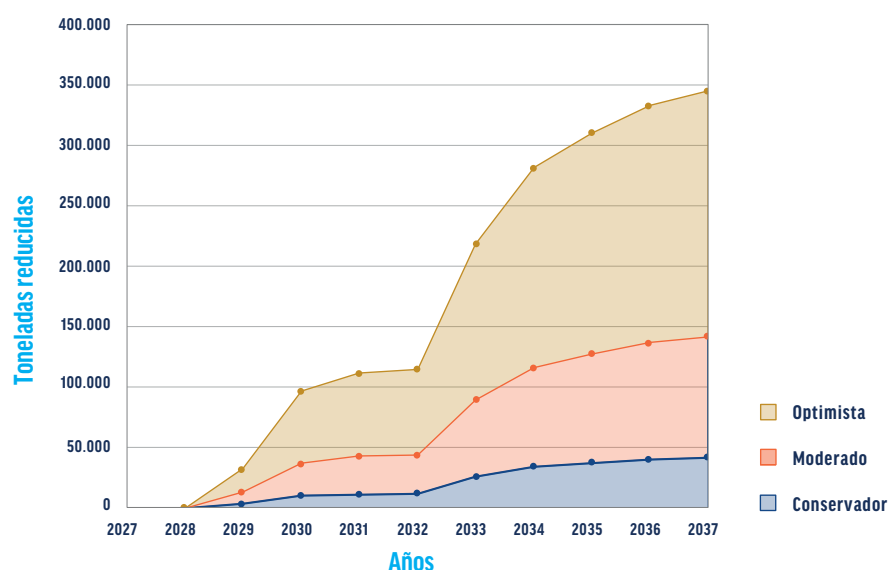
TABLA 9: Valor de los proyectos de soluciones compartidas realizados cada año en el período 2027-2037 para las categorías de productos seleccionadas (\$ MM).

| AÑO | TRANSVERSAL | CUIDADO DEL HOGAR | CUIDADO PERSONAL | ALIMENTOS DE DESPENSA | CERVECERÍA | INDUSTRIA VITIVINÍCOLA Y LICORES | DELIVERY DE ALIMENTOS PREPARADOS | BEBIDAS Y ALIMENTOS PREPARADOS PARA LLEVAR | LÁCTEOS Y SIMILARES |
|------|-------------|-------------------|------------------|-----------------------|------------|----------------------------------|----------------------------------|--|---------------------|
| 2027 | \$3.550 | | | | | | | | |
| 2028 | \$4.426 | | | | | | | | |
| 2029 | | \$11.978 | \$4.218 | | | | | | |
| 2030 | | | \$14.530 | \$4.996 | | | | | |
| 2031 | | | | \$1.153 | \$9.351 | \$21.010 | | | |
| 2032 | | | | | | \$9.300 | \$16.459 | \$16.459 | |
| 2033 | | | | | \$12.916 | \$8.611 | \$21.673 | \$10.837 | |
| 2034 | | | | | | \$4.305 | \$27.610 | \$36.468 | |
| 2035 | | | | | | | \$25.631 | \$27.610 | |
| 2036 | | | | | | | \$3.298 | \$3.298 | \$69.839 |
| 2037 | \$77.012 | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia. La columna "Transversal" hace referencia a los proyectos de investigación y pilotaje, junto con proyectos para otras categorías de producto emergentes. Notar que para invertir en un sistema de retorno, debe estar operativo el centro de almacenamiento y la línea de limpieza y sanitizado, por ello se espera un año para seguir invirtiendo en la categoría Industria vitivinícola y licores (2030-2031).

La figura 4 muestra las toneladas reducidas de envases por la implementación de la política en los tres escenarios propuestos: conservador, moderado y optimista. En la tabla 9 se muestra la reducción en porcentaje respecto a la cantidad de envases introducidos al mercado en un escenario BAU.

FIGURA 4: TONELADAS REDUCIDAS DE ENVASES EN LOS TRES ESCENARIOS PROPUESTOS: CONSERVADOR, MODERADO Y OPTIMISTA.

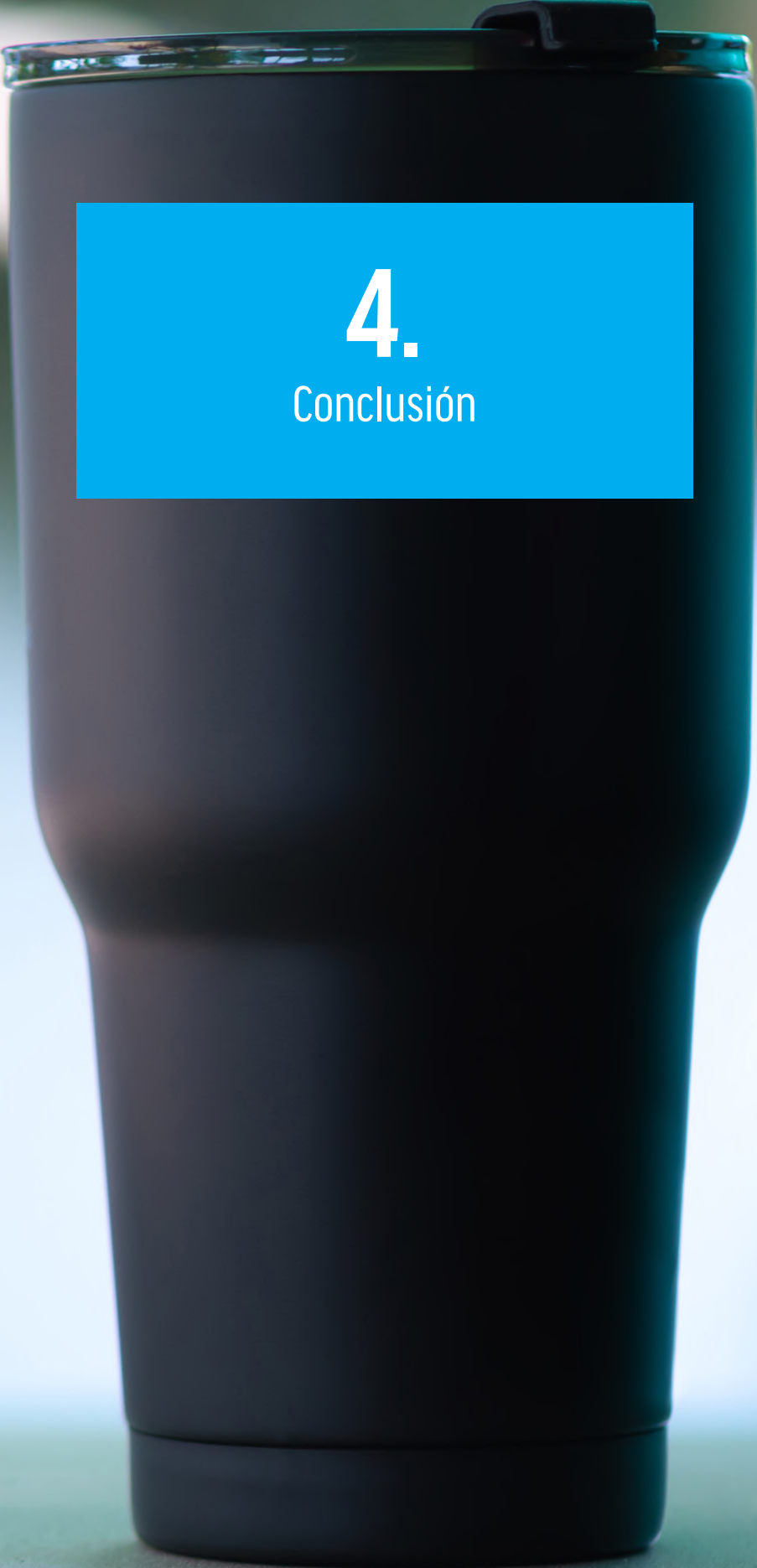


Fuente: elaboración propia. En el anexo F se presenta el detalle de los valores para $R_{i,t}$, $U_{i,t}$, $V_{i,t}$ de cada año.

TABLA 10: Porcentaje de los envases reducidos respecto al total introducido para los tres escenarios propuestos: conservador, moderado y optimista en relación con el escenario BAU.

| AÑO | CONSERVADOR | MODERADO | OPTIMISTA |
|------|-------------|----------|-----------|
| 2027 | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| 2028 | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| 2029 | 0,2% | 0,5% | 1,1% |
| 2030 | 0,6% | 1,5% | 3,2% |
| 2031 | 0,6% | 1,7% | 3,6% |
| 2032 | 0,6% | 1,7% | 3,6% |
| 2033 | 1,3% | 3,1% | 6,4% |
| 2034 | 1,7% | 3,9% | 8,0% |
| 2035 | 1,8% | 4,2% | 8,5% |
| 2036 | 1,8% | 4,4% | 8,9% |
| 2037 | 1,8% | 4,4% | 8,9% |

Fuente: elaboración propia. El porcentaje del año 2037 se mantiene constante respecto al 2036 debido a que no es posible cuantificar las reducciones adicionales que entregaría la inversión en infraestructura de categorías emergentes.

A black insulated travel mug with a black lid is centered in the frame. A bright blue rectangular box is overlaid on the upper part of the mug, containing the text '4. Conclusión'. The background is a blurred outdoor scene with green foliage and a blue sky.

4.

Conclusión

Los resultados muestran que se logra una prevención en la generación de residuos de entre el 1,8% y el 8,9% del total de envases introducidos al mercado al año por la vía del reúso. De esta forma, la implementación de la política generará una reducción de entre 270.079 toneladas (escenario conservador) a 1.095.630 toneladas (escenario optimista) de envases introducidos al mercado durante los primeros 10 años. Es importante mencionar que aún existe una brecha de información relevante respecto a los esquemas de reúso, lo que genera un alto grado de incertidumbre en las estimaciones. Por ello, se espera que la regulación empuje la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y modelos de reúso, que deberían permitir ampliar y acelerar este impacto.

Por otro lado, los órdenes de magnitud del presupuesto destinado por los SGC son consistentes con el nivel de inversiones que deben realizarse. Sin embargo, recién al año cinco se tienen fondos suficientes para la construcción de grandes proyectos como lo son las líneas de lavado y sanitización. Antes de ello, los esfuerzos solo se podrían concentrar en máquinas de relleno e iniciativas de investigación. Por tanto, si se desea acelerar los esfuerzos en la reducción de envases de un solo uso, se debería aumentar el monto destinado por los SGC.

En síntesis, si bien se trata de una política pública que solamente exige un determinado nivel de esfuerzo, sin fijar metas en toneladas de reducción, igualmente los productores deberán estar explorando y desarrollando nuevas soluciones que les permitan aprovechar estas instalaciones compartidas. Por ello, se puede señalar la política generaría un resultado relevante, especialmente a la hora de alinear los incentivos de los SGC y los productores hacia la prevención en la generación de envases.



Referencias

Almeida, T. & Carlson, C. (September 21, 2023). How businesses and NGOs are collaborating to develop measurement standards for reusable packaging. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2023/09/how-businesses-and-ngos-are-collaborating-to-develop-standards-for-reusable-packaging/>

Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje [ANIR]. (2023a). Estudios de Material Disponible País (MDP) y el reciclado de los Envases y Embalajes de Aluminio en Chile. <https://anir.cl/#documentos-y-publicaciones>

Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje [ANIR]. (2023b). Estudios de Material Disponible País (MDP) y el reciclado de los Envases y Embalajes de Cartón en Chile. <https://anir.cl/#documentos-y-publicaciones>

Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje [ANIR]. (2023c). Estudios de Material Disponible País (MDP) y el reciclado de los Envases y Embalajes de Cartón para bebidas en Chile. <https://anir.cl/#documentos-y-publicaciones>

Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje [ANIR]. (2023d). Estudios de Material Disponible País (MDP) y el reciclado de los Envases y Embalajes de Hojalata en Chile. <https://anir.cl/#documentos-y-publicaciones>

Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje [ANIR]. (2023e). Estudios de Material Disponible País (MDP) y el reciclado de los Envases y Embalajes de PE en Chile. <https://anir.cl/#documentos-y-publicaciones>

Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje [ANIR]. (2023f). Estudios de Material Disponible País (MDP) y el reciclado de los Envases y Embalajes de PET en Chile. <https://anir.cl/#documentos-y-publicaciones>

Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje [ANIR]. (2023g). Estudios de Material Disponible País (MDP) y el reciclado de los Envases y Embalajes de PP en Chile. <https://anir.cl/#documentos-y-publicaciones>

Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje [ANIR]. (2023h). Estudios de Material Disponible País (MDP) y el reciclado de los Envases y Embalajes de Vidrio en Chile. <https://anir.cl/#documentos-y-publicaciones>

Ellen MacArthur Foundation [EMF]. (2016). The New Plastics Economy. Rethinking The Future Of Plastics. https://emf.thirdlight.com/file/24/_A-BkCs_skP18l_Am1g_JWxFrX/The%20New%20Plastics%20Economy%3A%20Rethinking%20the%20future%20of%20plastics.pdf

Ellen MacArthur Foundation [EMF]. (2020). Upstream Innovation: A guide to packaging solutions. https://emf.thirdlight.com/file/24/h_Pf1MahttEqT6h_OwchCrKU2/Upstream%20Innovation.pdf

Ellen MacArthur Foundation [EMF]. (2023). Unlocking a reuse revolution: scaling returnable packaging. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/scaling-returnable-packaging/overview>

Feber, D. & Nordigården, D. (2022). Reusable packaging: Key enablers for scaling. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/packaging-and-paper/our-insights/reusable-packaging-key-enablers-for-scaling>

Fundación Chile [FCh], Ministerio de Medio Ambiente [MMA] y Pacto chileno de los Plásticos [PCP]. (2020). Hoja de Ruta: Pacto Chileno de los Plásticos. <https://eadn-wc04-6524493.nxedge.io/wp-content/uploads/2020/01/road-map-pacto-chileno-de-los-plasticos.pdf>

González, G.; Raglianti, G.; Hincapié, B.; Martín, F. y Frey, M. (2023). Instrumentos para promover el reúso de envases en Chile y disminuir la generación de residuos. Fundación Oceana, Algramo y ANIR. <https://chile.oceana.org/wp-content/uploads/sites/19/2023/05/Informe-Reuso-Plastico-2023-1.pdf>

Maldonado, C. (28 de marzo de 2024). Ley que regula los plásticos de un solo uso: quedan dos semanas para hacer observaciones al anteproyecto de reglamento. <https://www.paiscircular.cl/economia-circular/ley-que-regula-los-plasticos-de-un-solo-uso-quedan-dos-semanas-para-hacer-observaciones-al-anteproyecto-de-reglamento/#:~:text=Cerca%20de%2023%20mil%20toneladas,productos%20de%20un%20solo%20uso.>

Manning, C. (2023). Technology Readiness Levels. National Aeronautics and Space Administration. [https://www.nasa.gov/directorates/somd/space-communications-navigation-program/technology-readiness-levels/#:~:text=Technology%20Readiness%20Levels%20\(TRL\)%20are,based%20on%20the%20projects%20progress.](https://www.nasa.gov/directorates/somd/space-communications-navigation-program/technology-readiness-levels/#:~:text=Technology%20Readiness%20Levels%20(TRL)%20are,based%20on%20the%20projects%20progress.)

Mercado Circular. (7 de septiembre de 2024). Brochure. <https://www.mercadocircular.com/nuestro-brochure/>

Ministerio de Medio Ambiente [MMA]. (2019). 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. <https://rechile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/06/60-AGIES-ENVASES-Y-EMBALAJES-2.pdf>

Nordic Council Ministers [NCM]. (2024). LCA on reuse of packaging in the Nordics: A case of comparing reusable alternatives to current disposable packaging. <https://www.norden.org/en/publication/lca-reuse-packaging-nordics>

PEW Charitable Trusts [PEW] y SISTEMIQ. (2020). Breaking The Plastic Wave Report: A Comprehensive Assessment Of Pathways Towards Stopping Ocean Plastic Pollution. https://www.pewtrusts.org/-/media/assets/2020/07/breakingtheplasticwave_report.pdf

ReSimple. (2023). Plan de Gestión Residuos de envases y embalajes domiciliarios. <https://www.resimple.cl/Plan%20de%20Gestion%20Digital%20010623.pdf>

The Coca-Cola Company. (2021). Returnable Packaging Technical Playbook Version 5. https://returnables.ko.com/vendor/download/The%20Returnable%20Packaging%20Playbook_Version%205.0.pdf

United Nations Environment Programme [UNEP]. (2021). Addressing Single-use Plastic Products Pollution Using a Life Cycle Approach. Nairobi, Kenia. https://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2021/02/Addressing-SUP-Products-using-LCA_UNEP-2021_FINAL-Report-sml.pdf

World Economic Forum. (2021). Future of Reusable Consumption Models Platform for Shaping the Future of Consumption: Insights Report July 2021. https://www3.weforum.org/docs/WEF_IR_Future_of_Reusable_Consumption_2021.pdf

Zero Waste Europe [ZWE]. (2020). Reusable vs single-use packaging a review of environmental impact. <https://zerowasteurope.eu/library/reusable-vs-single-use-packaging-a-review-of-environmental-impact/>

Zero Waste Europe [ZWE]. (2021). La Historia de ReWine. https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2021/10/8_Case-Study_Consumption-and-Production_reWINE_ES.pdf

Zero Waste Europe [ZWE] and Searious Business. (2023). The economics of reuse systems. A study into what makes a financially viable reusable packaging system. <https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2023/06/2023-SB-ZWE-The-economics-of-reuse-systems.pdf>

A close-up photograph of a hand holding a stainless steel bottle. A copper wire brush is being used to clean the neck of the bottle. The background is a blurred kitchen sink area with a faucet and a blue container. A blue rectangular box with the word "Anexos" is overlaid on the image.

Anexos

Anexo A

TABLA A1: Plantas productivas de las principales empresas lácteas en Chile.

| EMPRESAS LÁCTEAS | PLANTAS PRODUCTIVAS | FUENTE |
|------------------|---|---|
| Soprole | 3 plantas productivas: Santiago, Los Lagos y Osorno. | https://www.linkedin.com/company/soprole/?original-Subdomain=cl |
| Watts | 5 plantas productivas: Santiago, Buin, Linares, Chillán y Osorno. | https://www.watts.cl/nuestra-empresa/nuestro-negocio |
| Nestlé | 8 plantas productivas: Macul, Maipú, Graneros, Los Ángeles, Teno, San Fernando, Osorno, Llanquihue. | https://www.nestle.cl/aboutus/nuestras-fabricas |
| Colún | 2 plantas productivas: La Unión y Río Bueno | https://www.colun.cl/oficinas-salaventas |

Fuente: elaboración propia. Notar que las regiones con plantas productivas de lácteos son: Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Bio Bio, Los Ríos y Los Lagos.

Anexo B

TABLA B1: Cotizaciones de máquinas e infraestructura

| PARÁMETRO | CATEGORIA | VALOR | UNIDAD | REFERENCIA | COMENTARIO |
|--|-----------------------|--------------|--------|---|--|
| Máquina Refill | Cuidado del hogar | \$11.500,00 | USD | https://www.mercadocircular.com/nuestro-brochure/ | Máquina Refill Media. Capacidad de almacenaje 6 a 20 lt y Dispensa hasta 3 productos |
| Máquina Refill | Cuidado del hogar | \$5.000,00 | USD | Recogido de entrevistas a expertos/as | El valor hace referencia al costo y Algramo señala que puede bajar a mayor escala |
| Dispensador de Detergentes autónomo | Cuidado del hogar | \$4.470.000 | CLP | https://www.dispensadorescresped.cl/producto.php?pageNum_Recordset4=0&totalRows_Recordset4=18 | dispensa 4 productos |
| Máquina Refill | Cuidado personal | \$18.000,00 | USD | https://www.mercadocircular.com/nuestro-brochure/ | Máquina Refill Media. Capacidad de almacenaje 6 a 20 lt y Dispensa hasta 3 productos |
| Dispensador Gravitacional GB 19 litros | Alimentos de despensa | \$138.990 | CLP | https://dispensadoresgranel.cl/productos/ | |
| Dispensador de Pala SB 13 litros | Alimentos de despensa | \$60.000 | CLP | https://dispensadoresgranel.cl/productos/ | |
| Dispensador Vertical de 10 Litros | Alimentos de despensa | \$105.400 | CLP | https://www.dispensadorescresped.cl/producto.php?pageNum_Recordset4=0&totalRows_Recordset4=18 | |
| Máquina expendedora inversa | Transversal | \$15.490.547 | CLP | https://es.aliexpress.com/item/1005006159919214.html | Máquina expendedora inversa para reciclar botellas de bebidas, KGRVM-2000 |

| | | | | | |
|---|-------------|-------------|------|---|--|
| Máquina expendedora inversa | Transversal | \$6.200,00 | USD | https://machinerymakeslifebetter.myshopify.com/es/products/pet-bottle-recycling-machine | Máquina expendedora inversa inteligente de la máquina de reciclaje de la botella del animal doméstico 4G/Wifi |
| Máquina expendedora inversa | Transversal | 2.550,00 € | EURO | https://spanish.alibaba.com/g/reverse-vending-machine-for-recycling.html | Límite inferior. RVM -Vendedora inversa para botellas de plástico y latas de aluminio Recompensas para reciclaje sin compactador, escáner, impresora, IA |
| Máquina expendedora inversa | Transversal | 6.630,00 € | EURO | https://spanish.alibaba.com/g/reverse-vending-machine-for-recycling.html | Límite superior. Máquina Inteligente de reciclaje de botellas de plástico, máquina expendedora inversa de botellas de vidrio, cartón, Wast. |
| Punto de retorno tipo basurero bandeja mall | Transversal | \$470.000 | CLP | https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-1364602965-basureros-mall-abricacion-_JM | Material Acero Galvanizado. Dimensiones 140x80x70 |
| Punto de retorno tipo basurero bandeja mall | Transversal | \$410.000 | CLP | https://kamais.cl/bandejero-de-mall | Material Acero. Dimensiones 140x80x70 |
| Punto de retorno tipo punto verde | Transversal | \$7.649.990 | CLP | https://gert.cl/producto/basurero-ecologico-patio-de-comidas/ | Material Acero Inoxidable. Capacidad 240L x 4. Precio promedio. |
| Punto de retorno tipo punto limpio | Transversal | \$5.533.500 | CLP | https://tiendarevalora.cl/producto/punto-limpio-grande-contenedor-ecobotellas/ | Material Ecomadera. Dimensiones 560x146x240 |
| Punto de retorno tipo punto verde | Transversal | \$428.400 | CLP | https://www.creatividadpositiva.cl/web/index.php/punto-verde-de-4-contenedores-3/ | Material soporte metálico y cuerpo plástico. 53L x 4. |
| Punto de retorno tipo punto limpio móvil | Transversal | \$8.553.720 | CLP | https://www.multienvasesonline.com/tienda/punto-limpio-movil/?srsltid=AfmBOopQmwF1SoA-jjispawKzvxfRNWSQDS-F5NZSVrKI9oRJYGey5AvQ-HOk | Material Acero. Dimensiones 600x250 |

Fuente: elaboración propia.

Anexo C

TABLA C2: Proyección de EyE domiciliarios reciclados con la Ley REP para el período 2025-2035 (toneladas)

| AÑO | CARTÓN PARA LÍQUIDOS | METAL | PAPEL Y CARTÓN | PLÁSTICO | VIDRIO | TOTAL | % EyE RECICLADOS RESPECTO DEL TOTAL INTRODUCIDO |
|------|----------------------|--------|----------------|----------|---------|-----------|---|
| 2025 | 3.221 | 13.067 | 59.293 | 47.767 | 96.553 | 219.902 | 13,2% |
| 2026 | 4.582 | 16.368 | 78.415 | 67.703 | 116.304 | 283.371 | 16,5% |
| 2027 | 6.053 | 18.589 | 103.062 | 88.821 | 142.990 | 359.515 | 20,3% |
| 2028 | 7.644 | 23.012 | 129.055 | 111.176 | 177.358 | 448.245 | 24,5% |
| 2029 | 9.360 | 27.452 | 161.192 | 134.824 | 220.217 | 553.044 | 29,3% |
| 2030 | 11.210 | 31.912 | 190.184 | 159.823 | 260.050 | 653.178 | 33,5% |
| 2031 | 13.579 | 35.287 | 225.719 | 193.396 | 302.736 | 770.717 | 38,3% |
| 2032 | 15.738 | 39.781 | 257.972 | 221.503 | 348.440 | 883.434 | 42,6% |
| 2033 | 20.520 | 49.831 | 318.420 | 281.602 | 404.307 | 1.074.679 | 50,2% |
| 2034 | 25.685 | 61.032 | 382.115 | 353.037 | 471.362 | 1.293.232 | 58,5% |
| 2035 | 26.792 | 61.160 | 393.044 | 363.911 | 490.358 | 1.335.265 | 58,6% |

Fuente: elaboración propia en base a la proyección de EyE domiciliario introducidos al mercado (tabla 3). Se asume que cada año se cumplen las metas establecidas en la ley REP para cada subcategoría y en el año 2035 se replican las metas del año 2034 (tabla B3).

TABLA C3: Metas de recolección y valorización EyE domiciliarios (toneladas)

| PROYECTO | CAUDAL DE DISPENSACIÓN (L/MIN) | MASA ENVASE (KG) | TONELADAS PROCESADAS AL AÑO |
|--|--------------------------------|------------------|-----------------------------|
| Máquina de rellenado para productos de cuidado del hogar | 3 | 0,165 | 19.272 |
| Máquina de rellenado para productos de cuidado personal | 0,96 | 0,04 | 17.940 |
| Estación de llenado para alimentos de despensa | 1 | 0,04 | 3.115 |

Fuente: elaboración propia en base a Mercado Circular (2024), EMF (2023) y entrevistas. Para el cálculo de las toneladas procesadas se considera que las líneas se encuentran funcionando 16 horas por día, durante los 365 días del año (5.840 horas de funcionamiento al año). Además, de tener una vida útil de 10 años.

TABLA D2: Parámetros utilizados para la estimación de las toneladas procesadas por cada línea de lavado y sanitizado

| PROYECTO | CAPACIDAD ENVASE (L) | MASA BOTELLA (Kg) | CAPACIDAD PROCESAMIENTO DE LA LÍNEA (UNIDADES X HORA) | TONELADAS PROCESADAS AL AÑO |
|---|----------------------|-------------------|---|-----------------------------|
| Línea de lavado y sanitización para botellas retornables de vidrio | 0,330 | 0,445 | 60.000 | 155.928 |
| Línea de lavado y sanitización de botellas retornables de vidrio para la industria vinícola y licores | 0,750 | 0,695 | 30.000 | 121.764 |
| Línea de lavado y sanitización de envases retornables de plástico para bebidas y alimentos preparados | 1,000 | 0,032 | 42.900 | 8.017 |
| Línea de lavado y sanitización de envases retornables de plástico para la categoría lácteos y similares | 0,500 | 0,016 | 29.250 | 2.733 |

Fuente: elaboración propia en base a The Coca Cola Company (2021), EMF (2023) y entrevistas. Para el cálculo de las toneladas procesadas se considera que las líneas se encuentran funcionando 16 horas por día, durante los 365 días del año (5.840 horas de funcionamiento al año). Además, de tener una vida útil de 10 años.

Anexo E

TABLA E1: Línea base para las subcategorías de envases domiciliarios.

| AÑO | CARTÓN PARA LÍQUIDOS | METAL | PAPEL Y CARTÓN | PLÁSTICO | VIDRIO | TOTAL |
|------|----------------------|---------|----------------|----------|---------|-----------|
| 2022 | 25.800 | 108.209 | 389.169 | 545.148 | 451.376 | 1.519.702 |

Fuente:

- Cartón para líquidos viene directo de ANIR (2023c).
- Metal es la suma entre el MDP de aluminio y hojalata (2023a, 2023d).
- Papel y Cartón viene de ANIR (2023b), pero se ajusta a solo envases domiciliarios con la información de MMA (2019).
- Plástico viene de ANIR (2023e, 2023f, 2023g). No obstante, solo corresponde a PET, PE y PP, por tanto, el valor se divide por el porcentaje del portafolio de plásticos introducidos al mercado chileno obtenido de FCh et al. (2020).
- Vidrio viene de ANIR (2023h).

Anexo F

TABLA F1: Toneladas reducidas de envases en los tres escenarios propuestos: conservador, moderado y optimista.

| AÑO | CONSERVADOR | | | MODERADO | | | OPTIMISTA | | |
|------|--|---|--|--|---|--|--|---|--|
| | U: TONELADAS DE ENVASES DE UN SOLO USO EVITADOS | V: TONELADAS DE ENVASES REUTILIZABLES INTRODUCIDOS AL MERCADO | R: TONELADAS DE ENVASES REDUCIDAS | U: TONELADAS DE ENVASES DE UN SOLO USO EVITADOS | V: TONELADAS DE ENVASES REUTILIZABLES INTRODUCIDOS AL MERCADO | R: TONELADAS DE ENVASES REDUCIDAS | U: TONELADAS DE ENVASES DE UN SOLO USO EVITADOS | V: TONELADAS DE ENVASES REUTILIZABLES INTRODUCIDOS AL MERCADO | R: TONELADAS DE ENVASES REDUCIDAS |
| 2025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2026 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2027 | 3.037 | 257 | 2.780 | 7.593 | 643 | 6.951 | 15.187 | 1.285 | 13.902 |
| 2028 | 4.534 | 383 | 4.151 | 11.335 | 958 | 10.377 | 22.669 | 1.915 | 20.754 |
| 2029 | 11.758 | 967 | 10.791 | 32.274 | 2.649 | 29.625 | 70.304 | 5.758 | 64.546 |
| 2030 | 12.121 | 997 | 11.123 | 33.268 | 2.730 | 30.538 | 72.470 | 5.936 | 66.534 |
| 2031 | 15.954 | 1.246 | 14.708 | 42.943 | 3.361 | 39.583 | 88.543 | 6.992 | 81.551 |
| 2032 | 35.946 | 5.515 | 30.431 | 83.282 | 11.925 | 71.357 | 169.270 | 24.128 | 145.142 |
| 2033 | 38.093 | 5.864 | 32.229 | 88.768 | 12.817 | 75.951 | 180.290 | 25.889 | 154.401 |
| 2034 | 40.338 | 6.229 | 34.109 | 94.506 | 13.750 | 80.756 | 191.815 | 27.734 | 164.081 |
| 2035 | 43.987 | 6.814 | 37.173 | 103.984 | 15.308 | 88.676 | 211.255 | 30.854 | 180.400 |

Fuente: elaboración propia.

Anexo G

Propuesta de redacción de obligación asociada relativa a la prevención en la generación de residuos

Artículo [X]. Obligación de diseño e implementación de medidas de prevención en la generación de residuos de envases domiciliarios. Los sistemas colectivos de gestión deberán diseñar e implementar medidas para la prevención en la generación de residuos de envases domiciliarios, incluyendo la reutilización.

Para el financiamiento de dichas medidas, el sistema colectivo de gestión deberá destinar un porcentaje de su presupuesto anual, el que deberá cumplir con los siguientes plazos:

| PLAZO | CONTRIBUCIÓN MÍNIMA |
|-------------------------|--------------------------|
| A partir del primer año | 1% del presupuesto anual |
| A partir del tercer año | 3% del presupuesto anual |
| A partir del quinto año | 5% del presupuesto anual |
| 4.534 | 383 |
| 11.758 | 967 |

Los plazos para dar cumplimiento a la obligación señalada en la tabla anterior se contarán desde la entrada en vigencia de este título de conformidad con el artículo (...).

El sistema colectivo de gestión determinará las medidas de prevención en la generación de residuos de envases domiciliarios cuya implementación financiará considerando, al menos, los siguientes criterios generales:

(i) Las medidas a implementar deben maximizar la prevención en la generación de residuos de envases domiciliarios.

(ii) Las medidas a implementar no deberán ceder en beneficio exclusivo de un productor y se deberá permitir la participación de todos los productores interesados en base a criterios objetivos establecidos en el plan de gestión.

(iii) La evaluación de las medidas a implementar debe incluir la perspectiva de ciclo de vida de los residuos cuya generación se busca prevenir.

Los sistemas colectivos de gestión podrán considerar criterios adicionales a los ya señalados, los que deberán incluirse en el plan de gestión respectivo y ser aprobados por el Ministerio.

Para la selección de las referidas medidas, el sistema colectivo de gestión deberá implementar un mecanismo de asignación de fondos de carácter concursal, cuyas reglas deben asegurar la objetividad, imparcialidad y transparencia en la asignación de recursos. Las bases de dichos concursos formarán parte del plan de gestión y deberán ser aprobadas por el Ministerio.

En caso que el sistema colectivo de gestión no logre asignar los fondos necesarios para dar cumplimiento a esta obligación en un año determinado, estos se acumularán para el siguiente año.

Los costos asociados al cumplimiento de esta obligación se distribuirán entre los productores que forman parte del sistema colectivo de gestión de forma proporcional al costo de cumplimiento de las metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas.



