

Análisis de flujo de materiales de envases de vidrio para producción, consumo y comercio en el Perú durante 2018

Glass Packaging Material Flow Analysis for Production, Consumption and Trade in Peru during 2018

Roxana Díaz¹ , Gabriela Velarde¹ , Gladys Lino^{2*} 

1 Asociación Civil Recicla Cumples con tu Planeta. Perú.
2 Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.



Citar como: Díaz, R., Velarde, G. y Lino, G. (2021). «Análisis de flujo de materiales de envases de vidrio para producción, consumo y comercio en el Perú durante 2018». *South Sustainability*, 2(1), e026
DOI: 10.21142/SS-0201-2021-026

Artículo recibido: 18/5/2021
Revisado por pares
Artículo aceptado: 21/07/2021



©Las autoras, 2021. Publicado por la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú)

*E-mail de correspondencia:
glino@cientifica.edu.pe

RESUMEN

Se realizó el diagnóstico de los flujos nacionales de los envases de vidrio mediante un análisis de flujo de materiales, y la validación de los resultados con los actores clave relacionados con la industria de envases de vidrio en el Perú. Se identificó que, en 2018, circularon 632 500 toneladas de envases de vidrio, de las cuales el 52,1 % (329 500 toneladas) correspondía a envases retornables; el 41,1 % (259 700 toneladas), a envases de fabricación nacional; el 3,6 % (22 900 toneladas), a importaciones, y el 3,2 % (20 400 toneladas), al mercado ilegal. Respecto a las salidas, el 83,5 % (528 000 toneladas) de los envases de vidrio fue retornado al productor o dispuesto como residuo en un periodo menor a un año; el 6,5 % (41 100 toneladas) permaneció en uso por un periodo mayor a un año, y el 10 % (63 400 toneladas) se exportó. Al centrarnos en los residuos de envases de vidrio posconsumo del mercado nacional formal (178 100 toneladas), el 73,9 % (131 500 toneladas) se perdió en rellenos sanitarios y en botaderos, en tanto que el 26,1 % (46 500 toneladas) se valorizó. Esta última cifra desciende a 23,4 % si también se considera el consumo de productos de procedencia ilegal. Se estima que alrededor de la mitad de los residuos de estos envases estaría en Lima.

Palabras clave: flujo de análisis de materiales, vidrio, envases, reciclaje, economía circular

ABSTRACT

A diagnosis of the domestic flows of glass packaging was developed employing a material flow analysis and the validation of the results in conjunction with the key business stakeholders associated with the glass packaging industry in Peru. It was identified that in 2018, 632,500 tons of glass containers circulated, with 52.1% (329,500 tons) corresponding to refillable packaging, 41.1% (259,700 tons) to domestically manufactured packaging, 3.6% (22,900 tons) to imports, and 3.2% (20,400 tons) to the illegal market. In terms of output, 83% (528,000 tons) of the glass packaging was returned or disposed of as waste in less than one year, 6.5% (41,100 tons) remained in use for more than one year, and 10.0% (63,400 tons) was exported. When focusing on post-consumer glass packaging waste from the formal domestic market (178,100 tons), we found that 73.9% (131,500 tons) was lost in landfills and dumps, while 26.1% (46,500 tons) was recovered. This last figure drops to 23.4% if the consumption of products of illegal origin is considered. It is estimated that about half of this packaging waste occurs in Lima.

Keywords: Material flow analysis, glass, packaging, recycling, circular economy



Introducción

El vidrio es un material inorgánico, homogéneo e isotrópico obtenido mediante la fusión de arena, piedra caliza y carbonato de sodio, principalmente. La masa fundida se enfría a una velocidad rápida y controlada: prácticamente sin cristalización en el caso del vidrio transparente incoloro o de color, y con cristalización o separación de fases en el caso del de vidrio opaco o translúcido (ISO 7348, 1992).

Las propiedades físicas y químicas del vidrio son diferentes a las propiedades de sus materiales constituyentes (ISO 7348, 1992). Este material es químicamente inerte, incoloro, inodoro e impermeable a los gases, vapores y líquidos. Sin embargo, su densidad es mayor a la de otros materiales, por lo que sus productos son más pesados y pueden romperse (AINIA, AIMPLAS y Ecoembes, 2016).

Debido a esas características, el vidrio ha sido ampliamente usado como envase de alimentos y bebidas (Geueke, Groh y Muncke, 2018; AINIA, AIMPLAS y Ecoembes, 2016), pero con el cambio a modelos descartables, ha sido sustituido por otros materiales de menor peso. Los envases de vidrio son fabricados con vidrio del tipo sodio-cálcico (AINIA, AIMPLAS y Ecoembes, 2016), en el que la sílice, soda y cal representan el 96 % de su composición (ISO 7348, 1992).

Los residuos de los envases de vidrio no son contaminantes, pero su producción genera impactos significativos relacionados con el consumo de energía (Äppelqvist, 2016; Beales, 2015; Darrouy, 2014; Martínez, 2014; Quintanilla, 2017; Vidal, 2014, citado en Carrasco, 2017). Por ello se prioriza su reutilización a través de sistemas de retornabilidad, así como su reciclaje para la elaboración del mismo producto o de productos similares, debido a que el vidrio es totalmente reciclable y no pierde su calidad (Geueke, Groh y Muncke, 2018). Además, el reciclaje de envases de vidrio reduce el consumo de materia prima, energía y reduce las emisiones de dióxido de carbono en la fabricación de nuevos envases de vidrio (Beerrens, Kers y Van Santen, 2011).

En el Perú no se cuenta con cifras oficiales del reciclaje de los envases de vidrio; sin embargo, es posible que este valor siga el mismo comportamiento que los residuos sólidos de origen municipal: el 1 % son valorizados, 52 % son dispuestos en rellenos sanitarios, el 47 % son vertidos en botaderos o al ambiente (Defensoría del Pueblo, 2019). Por otro lado, ECI y ALWA (2018b), en una consultoría realizada para el Ministerio del Ambiente del Perú (Minam), estimaron que en 2017 se produjo 11 790 t/año de vidrio, de las cuales el 28 % (3360 t/año) se valorizó y el 72 % restante se dispuso en rellenos sanitarios y botaderos.

La información sobre los residuos de vidrio es fundamental para diseñar y desarrollar acciones e instrumentos legales que permitan transitar hacia una

economía del vidrio nacional más circular y sostenible. Sin embargo, resulta complejo establecer la situación actual de este material, porque la información disponible es agregada, limitada, dispersa, y no se encuentra fácilmente disponible.

Ante ello, el objetivo de esta investigación fue realizar un diagnóstico cualitativo y cuantitativo de los flujos nacionales de los envases de vidrio en todo su ciclo de vida en 2018, mediante el análisis del flujo de materiales de los envases de vidrio y la validación de los resultados con actores clave. Es decir, se buscó identificar los procesos y las interacciones que intervienen desde el inicio hasta el fin de la vida útil de los envases de vidrio en el país, para posteriormente cuantificar en cada uno de ellos la cantidad en peso de este material.

Materiales y métodos

Análisis de flujo de materiales (AFM)

Se realizó el AFM de las materias primas, semimanufacturas, manufacturas y residuos de envases de vidrio para el Perú en el periodo 2018, siguiendo la metodología descrita por Díaz Gómez y Silva (2015). El alcance espacial considerado para la elaboración del AFM fue el territorio nacional peruano, considerando que los residuos de envases de vidrio para reciclaje o exportación son dirigidos principalmente a la ciudad de Lima, donde se concentra la industria (ECI y ALWA, 2018a).

En primer lugar, se realizó el AFM de carácter cualitativo para identificar los procesos de producción de envases de vidrio en el país, así como su interacción, con un enfoque de ciclo de vida. Para ello, a partir del análisis e interpretación de la información secundaria y de las entrevistas a expertos y actores relevantes, se elaboró un modelo detallado del flujo nacional de los envases de vidrio (material suplementario 1).

En segundo lugar, se realizó el AFM de carácter cuantitativo para determinar la cantidad de vidrio que fluye de un proceso a otro. Para ello, se simplificó el diagrama base del modelo del flujo de los envases de vidrio, con el objeto de reducir el número de variables del sistema de ecuaciones generadas a partir de un balance de materia.

Para la elaboración del diagrama simplificado (figura 1), se agruparon los procesos de envasado y comercio en un solo proceso; también se agrupó la disposición final municipal y no municipal. No se consideraron las importaciones realizadas por el propio consumidor, y se diferenció la valorización de las mermas de vidrio realizada por la misma industria (residuos de vidrio preconsumo). Los criterios utilizados para la agrupación de los procesos fueron la relevancia del proceso en la determinación de los flujos y la disponibilidad de la información.

En la figura 1 los procesos están representados por la letra mayúscula P, seguida de un número, en tanto que

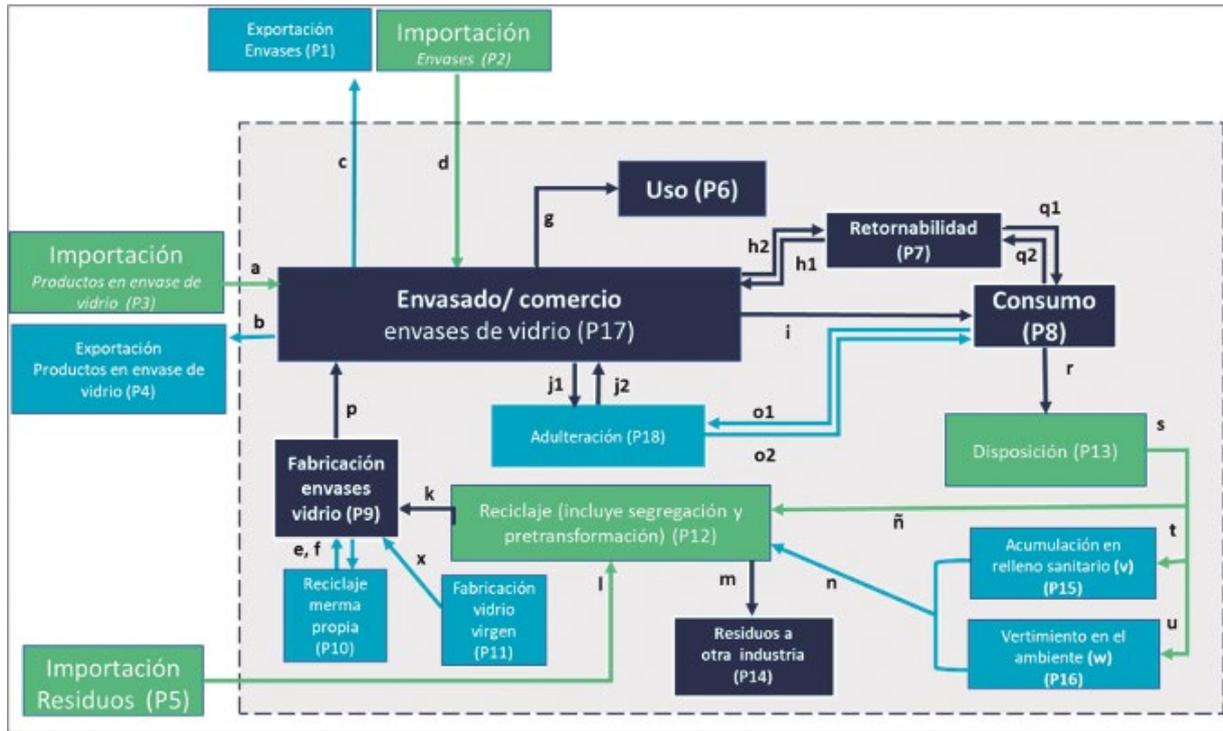


Figura 1. Diagrama simplificado descriptivo del modelo del flujo de los envases de vidrio en Perú durante 2018.

Tabla 1. Cantidades de vidrio en el Perú en 2018, por proceso y flujo, obtenidas a partir de información primaria y secundaria.

Proceso	Flujo	Fuente	Descripción
P1, P2 y P5	c, d, l	Sunat (2019)	Pesos de los envases y residuos de vidrio importados y exportados, obtenidos directamente de la base de datos de subpartidas seleccionadas de la fuente.
P3 y P4	a, b	Sunat (2019), Heinz Glass (2019) y UNE 126102 (2011)	Pesos de los envases que contienen productos importados y exportados. Se consideró una relación entre el peso del envase y el peso del producto de 48,7 % para los productos no cosméticos (UNE 126102, 2011) y 62,3 % para los productos cosméticos y de higiene (Heinz Glass, 2019). Las investigadoras asumieron una relación del peso del embalaje respecto al peso bruto de la importación/exportación de 5 %.
P6	g	Ministerio de la Producción (Produce) (2017, 2019) y Reciclame (2020)	Peso de los envases que permanecen con el usuario por un periodo mayor a un año. Se consideró que equivale al 80 % de los envases de vidrio para contener alimentos fabricados en 2018.
P7	h1, h2, q1, q2	Minam (2019) y Sustain Consultoría e Ingeniería (2019)	Peso de los envases de vidrio retornables; se limitó a los envases retornables de cerveza (260 500 t/año) y de gaseosas (69 000 t/año). Asimismo, se asume que no hay pérdidas en el sistema de retornabilidad.
P9, P10, P11 y P14	p, e, f, x, m, (n + ñ)	Produce (2017, 2019, 2020), Heinz Glass (2019); y Reciclame (2020)	Peso de los envases fabricados en el Perú en 2018 (P9). Incluye datos de las mermas de vidrio reintroducidas durante su proceso (P10), el vidrio fabricado por primera vez, también conocido como «virgen» (P11), los residuos posconsumo utilizados en la industria (n + ñ) y los residuos de envases reciclados en productos de vidrio diferentes a los envases (P14). Los valores se basan en el análisis de la producción de Owens Illinois, Heinz Glass y Envisac.
P18	j1, j2, o1, o2	Euromonitor International, (2018), Sustain Consultoría e Ingeniería y Reciclame (2019), Reciclame (2020) y Unión Europea, citada por Mac Kee (2018)	Se limitó el alcance a los siguientes productos: cerveza, bebidas alcohólicas diferentes a la cerveza, bebidas no alcohólicas no retornables y productos de la industria cosmética e higiene. Los porcentajes de participación ilegal utilizados fueron 0,1 %, 26,2 %, 5,0 % y 40,0 %, respectivamente.
-	t, ñ	Minam (2018)	El peso de residuos de vidrio valorizados que provienen de los programas municipales (ñ). Se utilizó la proporción nacional de residuos que se dispone en rellenos sanitarios (51,8 %) para determinar el peso de residuos de vidrio que se dispone en el mismo lugar (t).

los flujos de las cantidades están representados por letras minúsculas. A partir de este diagrama, se determinaron las cantidades de los procesos y flujos mediante dos mecanismos: (1) la generación de información primaria y la revisión, análisis y sistematización de información secundaria (tabla 1); y (2) mediante el balance de materia donde no se contaba con información según el sistema de ecuaciones (tabla 2).

El valor de los residuos de los envases de vidrio generados luego de consumidos fue calculado mediante un balance de masas en lugar de utilizar la información del Minam (2019). Se optó por ello debido a que en el reporte de las municipalidades no se diferencian los residuos de vidrio provenientes de envases de los que corresponden a otros productos de vidrio, como vasos, jarrones, entre otros. Asimismo, el reporte se basa en estudios de caracterización, que no necesariamente se actualizan de manera periódica.

Tabla 2. Cantidades de vidrio en el Perú en 2018, por proceso y flujo, obtenidas a partir de balance de materia.

Flujos	Procesos
$-i = a - b - c + d - g - h2 + h1 + j1 - j2 + p$	$-P8 = q1 + i + o2 = r + q2 + o1$
$-k = (n + \tilde{n}) + l - m$	$-P12 = k + m = l + n + \tilde{n}$
$-n = (n + \tilde{n}) - \tilde{n}$	$-P13 = r = s$
$-r = s = i - q2 + q1 - o1 + o2$	$-P15 + P16 = v + w$
$-t = 0.518 * s$	$-P17 = a + d + h1 + j2 + p = b + c + g + h2 + i + j1$
$-u = s - \tilde{n} - t$	
$-v + w = t + u - n$	

Los valores de los procesos sin información fueron obtenidos a través de balances de materia. Para ello, sobre la base de la ley de conservación de masa, se igualó la masa de los flujos de entrada al proceso a la sumatoria de la masa acumulada en el proceso y la masa de los flujos de salida (Díaz Gómez y Silva, 2015).

Validación

Los resultados fueron validados con los principales productores de envases de vidrio y productos envasados en vidrio por medio de entrevistas, cuestionarios y reuniones gestionadas por Reciclame. Los actores que participaron en este proceso fueron: Owen Illinois, Diageo y Heinz Glass Perú (Reciclame, 2020).

Medición de circularidad

Se identificaron los flujos que mantuvieron el valor del material en la economía de los envases de vidrio en el alcance y periodo del estudio a partir de un enfoque de economía circular, el cual busca mantener los componentes técnicos y materias circulando y contribuyendo a la economía el mayor tiempo posible (Ellen Macarthur Foundation, 2012).

Por lo señalado, en la medición de circularidad del presente estudio solo se consideraron los flujos relacionados con los envases retornables, el reciclaje de residuos posconsumo en envases de vidrio y el reciclaje de las mermas también en envases.

Resultados

Mediante la validación del AFM se determinó que durante 2018 circularon 632 500 toneladas de envases de

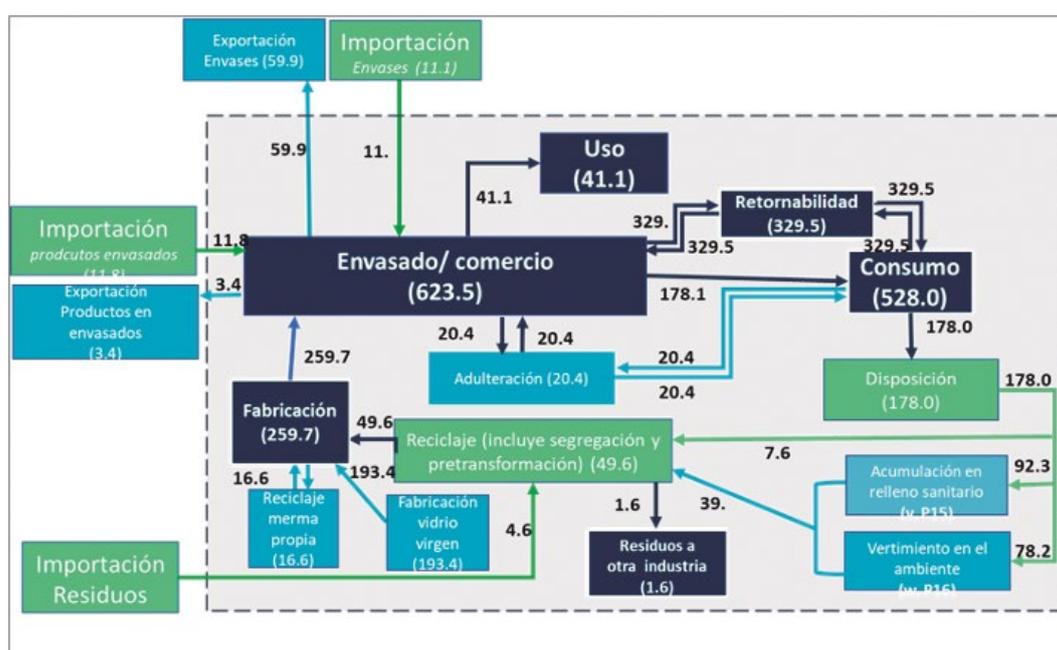


Figura 2. Diagrama simplificado cuantitativo del modelo de flujo de los envases de vidrio en el Perú durante 2018 (1000 t/año).

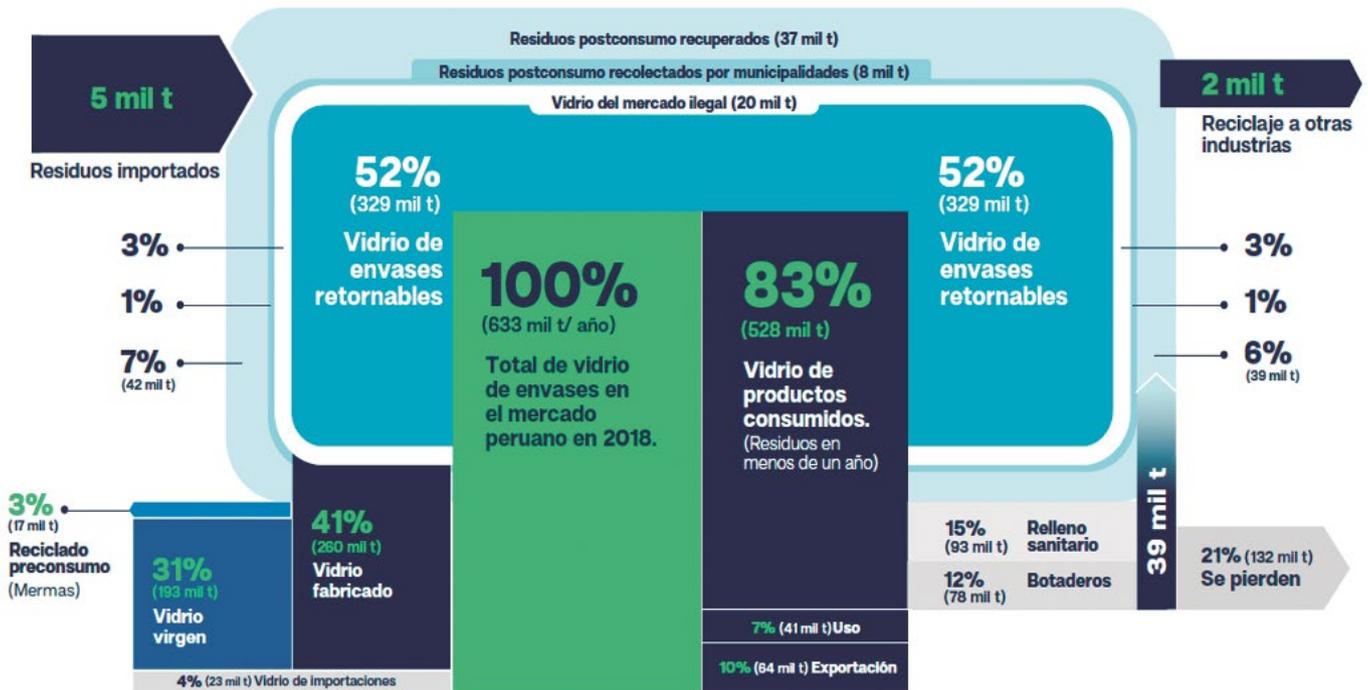


Figura 3. Diagrama tipo Sankey del flujo del balance de materia de los envases de vidrio en el Perú durante 2018 (1000 t/año).

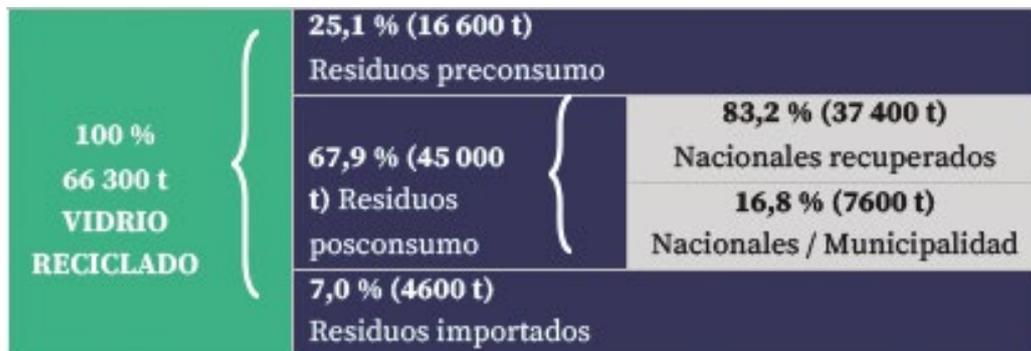


Figura 4. Peso y porcentaje del vidrio reciclado utilizado en la fabricación de envases, según fuente de procedencia en el Perú durante 2018.

vidrio en Perú, entendiéndose como circulación el total de vidrio en envases disponible en el mercado nacional durante ese periodo. Los resultados son mostrados en el diagrama cuantitativo simplificado del modelo de flujo de la figura 2 y en el diagrama tipo Sankey del flujo del balance de materia de la figura 3.

Flujos de entrada

El 52,1 % (329 500 toneladas) de la circulación de envases de vidrio corresponde a los envases retornables; el 41,1 % (259 700 toneladas), a envases fabricados en el país; el 3,6 % (22 900 toneladas), a envases importados, y el 3,2 % (20 400 toneladas), a envases utilizados en el mercado ilegal.

Respecto a las importaciones, los envases ingresan por dos vías: como envase importado (11 100 toneladas)

o como envase que contiene un producto que se importa (11 800 toneladas); por ejemplo, bebidas envasadas en botellas de vidrio, perfumes, entre otros.

La fabricación de envases se realiza con 25,5 % de vidrio reciclado (66 300 toneladas) y 74,5 % de vidrio virgen (193 400 toneladas) o fabricado por primera vez en el país. Este vidrio reciclado puede proceder de tres fuentes, tal como se observa en la figura 4: (1) residuos nacionales preconsumo, que son las mermas generadas durante la operación de la industria, tanto de la fabricación de los envases, como del retiro del mercado de envases retornables al culminar su tiempo de vida útil; (2) residuos nacionales posconsumo, que son generados por los consumidores al disponer los envases de vidrio de sus productos; y (3) residuos importados.



Los residuos nacionales de envases de vidrio posconsumo provienen de dos fuentes: el 16,8 % (7600 toneladas) de los programas de recolección selectiva de residuos sólidos de las municipalidades; y el 83,2 % (37 400 toneladas), de actividades diversas, como los programas de acopio de empresas privadas, otros recicladores, empresas operadoras de residuos sólidos, entre otras.

Las principales empresas que reciclan vidrio de envases en el país señalaron que no han recibido directamente residuos de vidrio recolectados por las municipalidades (Reciclame, 2020). Ante ello, se supone que los residuos recolectados por los gobiernos locales serían acopiados por microempresas y empresas mayoristas, las que finalmente venderían estos residuos a la industria. La presencia de intermediarios en la cadena de valor del reciclaje ha sido también identificada en otros estudios nacionales (Zamora y Meza, 2017; ECI y ALWA, 2018a; Díaz y Alegre, 2020).

Respecto a la estructura de los envases de vidrio utilizados por productos en el mercado ilegal, este estuvo conformado en 57,1 % (11 700 toneladas) por bebidas no alcohólicas no retornables; en 34,6 % (7100 toneladas), por bebidas alcohólicas distintas a la cerveza; en 5,7 % (1200 toneladas), por productos de la industria cosmética e higiene, y en 2,5 % (500 toneladas), por cerveza. El estudio, como se mencionó en la metodología, se limitó a estos productos debido a la información disponible; sin embargo, el mercado ilegal podría estar conformado por más productos y, por lo tanto, la cantidad de vidrio que involucra podría también ser mayor.

Flujos de salida

La producción de los envases de vidrio en el país durante 2018 se clasificó en tres tipos: i) se destinó al consumo (se retornó o dispuso como residuo en un periodo menor a un año), ii) se usó (permaneció en uso por un periodo mayor a un año), o iii) se exportó.

El 83,5 % (528 000 toneladas) del total de envases de vidrio se consumió, el 6,5 % (41100 toneladas) permaneció en uso, y el 10 % (63 400 toneladas) se exportó. Las exportaciones se realizaron principalmente como envases (59 900 toneladas), seguidos de productos contenidos en envases de vidrio (3400 toneladas).

Respecto a los envases del proceso de consumo (528 000 toneladas), el 62,4 % (329 500 toneladas) corresponden a envases retornables; 3,9 % (20 400 toneladas), a envases captados por el mercado ilegal, y el 33,7 % (178 100 toneladas), a envases que son dispuestos como residuos.

Es importante señalar que la cantidad de residuos de vidrio dispuestos se determinó mediante balance de materia (178 100 toneladas) en lugar de asumir los valores del sector competente. El valor obtenido en el presente estudio se aproxima a los residuos declarados

por los gobiernos locales (201 700 toneladas) al Sistema de Gestión de Residuos Sólidos Municipales (Sigersol Municipal) (Minam, 2019), si se le adiciona los residuos captados por el mercado ilegal (20 400 toneladas).

La diferencia entre los valores señalados en el párrafo anterior (3200 t/año) representa el 2 % del valor obtenido en este estudio. Como se mencionó en la metodología, esta diferencia podría deberse a que las municipalidades no diferencian los residuos de vidrio de envases, de los que corresponden a otros productos de vidrio. Asimismo, el reporte se basa en estudios de caracterización, que no necesariamente se actualizan de manera periódica.

Sin embargo, es importante reflexionar sobre la necesidad de contar con sistemas de información que brinden indicadores reales que permitan identificar desviaciones y oportunidades de mejora para desarrollar políticas públicas basadas en evidencia que posibiliten transitar hacia modelos económicos circulares (Ellen Macarthur Foundation, 2012).

Los residuos posconsumo dispuestos se dirigen a dos destinos: el 26,1 % (46 500 toneladas) se dirige al reciclaje y el 73,9 % (131 500 toneladas) sale de la economía y se pierde en botaderos, rellenos sanitarios o se vierte directamente en el ambiente.

Del total de residuos nacionales posconsumo reciclados, el 96,6 % (45 000 toneladas) se valoriza en la industria de envases de vidrio y el 3,4 % (1600 toneladas) se valoriza en otra industria, como la producción de vasos o jarras, saliendo de flujo de envases de vidrio. Cabe señalar que, gracias a la acción de los actores no municipales, 39 000 toneladas de residuos de envases de vidrio se recuperaron para el reciclaje en 2018. De lo contrario, un total de 170 500 toneladas de residuos de vidrio hubieran terminado en botaderos y rellenos sanitarios.

Por otro lado, respecto a las 131 500 toneladas de residuos de vidrio que son perdidas en los botaderos y rellenos sanitarios, a partir de las proporciones de fabricación, se estima que el 45 % (59 000 toneladas) corresponderían a botellas de cerveza no retornable y a las pérdidas del sistema de retornabilidad; el 18 % (23 000 toneladas), a envases para alimentos; el 17 % (22 000 toneladas), a botellas de bebidas alcohólicas diferentes a la cerveza; el 10 % (13 000 toneladas), a botellas de bebidas no alcohólicas no retornables; el 9 % (12 000 toneladas), a envases de productos cosméticos y de higiene; y el 2 % (2000 toneladas), a envases de productos farmacéuticos, entre otros.

Esas 131 500 toneladas de residuos pudieron ser captadas para su reciclaje, de las cuales se estima que el 50 % serían generadas en Lima si siguen la misma dinámica del total de residuos generados a nivel municipal (Defensoría del Pueblo, 2019). Sin embargo, la cantidad de residuos de envases de vidrio disponible en la capital podría ser mayor, porque estos son trasladados principalmente a

Lima y Arequipa para su valorización por la industria (ECI y ALWA, 2018a).

Los resultados evidencian un aprovechamiento de estos residuos por parte de la industria nacional, a pesar de que actualmente no se cuenta con una normativa que genere una obligación de recuperación del envase, como sucede en otros países en donde las tasas de valorización son superiores.

Discusión

Se han identificado medidas de reutilización, retornabilidad y reciclaje en la economía de envases de vidrio en el Perú durante el periodo 2018. Respecto a los flujos de entrada, se recicla 16 600 toneladas de mermas de vidrio de la fabricación nacional de envases, 45 000 toneladas de residuos posconsumo y 5000 toneladas de residuos importados. Así, el vidrio fabricado en el país contiene 25,5 % (66 300 toneladas) de material reciclado, cantidad que representa el 10,5 % de todo el vidrio producido en 2018.

Respecto a los flujos de salida, el 52,1 % (329 500 toneladas) del total de envases de vidrio que circularon pertenecía a botellas de sistemas de reutilización y retornabilidad de empresas que ofertan gaseosas y cervezas; el 6,5 % (41 100 toneladas) fueron envases reutilizados por los consumidores luego de consumir el producto que contenía; el 7,1 % (45 000 toneladas) fueron residuos posconsumo reciclados en la fabricación de nuevos envases de vidrio, y el 0,2 % (1600 toneladas) fueron residuos posconsumo reciclados en industrias que fabrican productos diferentes a los envases de vidrio.

El mercado ilegal también presenta un comportamiento cíclico; es decir, capta envases vacíos posconsumo para su reutilización al colocar productos adulterados o falsificados en el mercado. Sin embargo, en este estudio no se le considera un flujo cíclico por encontrarse fuera del ámbito legal. Se le ha considerado un flujo aislado, aunque en la práctica se interrelaciona con el consumo, el uso, el reciclaje y la disposición final.

Centrándonos en la generación de residuos de envases de vidrio posconsumo del mercado nacional formal (178 100 toneladas), el 73,9 % (131 500 toneladas) de estos residuos se perdió en rellenos sanitarios y en botaderos, en tanto que el 26,1 % (46 500 toneladas) se valorizó. Esta última cifra desciende a 23,4 % si también se considera el consumo de productos de procedencia ilegal.

La tasa de reciclaje de los envases de vidrio obtenida en el presente estudio es significativamente mayor a los valores de los residuos sólidos totales reciclados (1 %) señalados por el Ministerio del Ambiente del Perú (Defensoría del Pueblo, 2019) y a la cantidad de residuos de vidrio (3400 toneladas anuales) identificada por ECI y ALWA (2018b), aunque en términos relativos se encuentran cercanos, dado el 28 % de reciclaje obtenido

por los mismos autores. Se considera que los valores mostrados en este estudio son los más precisos por el análisis de los datos y la validación realizada con actores clave de la industria del vidrio en el país.

A partir de estos resultados se midió la circularidad de la economía de envases de vidrio en el Perú en 2018, lo que evidenció que el Perú presenta una mayor circularidad en comparación con otros envases. Sin embargo, el porcentaje de residuos posconsumo que son reciclados (26,1 %-23,4 %) aún es reducido, a pesar de que existe una demanda de residuos de vidrio no cubierta del 89 % en el país (ECI y ALWA, 2018a), ya que solo los departamentos de Lima, Arequipa, Cusco, Huánuco, Ica, Junín, Puno y Ucayali comercializan residuos de vidrio para su reciclaje (ECI y ALWA, 2018b).

En 2001 las tasas de reciclaje de residuos de vidrio variaban en el rango del 24 % en Turquía al 92 % en Suiza (Cocking, 2003). Las altas tasas se explican por el marco regulatorio (Directiva 94/62/CE y modificaciones), la formalidad y el dinamismo del mercado de reciclaje europeo, la estructura del mercado para la gestión de residuos sólidos; la participación de los consumidores y la presencia de empresas operadoras de residuos sólidos eficientes. De acuerdo con la Directiva 94/62/CE, los países de la Unión Europea debían alcanzar el 60 % en peso del reciclaje de vidrio en 2008, meta que logró, e incluso superó, la mayoría de los países. Por ello, la Unión Europea tiene planificado incrementar la valorización de envases de vidrio en 75 % para 2030 (Parlamento Europeo, 2018), meta que ya cumplen países como Suiza (con 95 %) o Suecia (con el 94 %).

En la región destacan Chile y Colombia, ambos países OCDE, que ya han aprobado normas sobre la responsabilidad extendida del productor (REP) en envases y embalajes en 2020 y 2018, respectivamente, a fin de promover una mayor tasa de recuperación de envases en comparación con el Perú, que aún no cuenta con una normativa REP. En este sentido, Chile tiene como meta la recolección y valorización de 11 % de residuos de vidrio en el primer año de vigencia de la norma, y el incremento al 65 % en el año duodécimo y siguientes (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2020). Colombia, por su parte, inicia con una meta de aprovechamiento de residuos de envases y empaques en general del 10 % en 2021 al 30 % en 2030 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2018).

El fortalecimiento del sistema de reciclaje en el Perú es fundamental para incrementar la cantidad de residuos de envases posconsumo reciclados. Para ello, es necesario emprender acciones relacionadas con la formalización de los recicladores y microempresas, la articulación con el gobierno local, así como la generación de incentivos económicos y no económicos que impulsen a las empresas a transitar hacia modelos de negocio más circulares.



ECI y ALWA (2018a) señalan que en el país existe un alto nivel de informalidad en los centros de acopio dedicados a la comercialización de los residuos sólidos aprovechables. En el ámbito de Lima y Callao identificaron que los centros de acopio informales representan el 83 % del total de centros de acopio. Asimismo, indicaron que los segregadores y tricicleros proveen más del 90 % de los residuos sólidos aprovechables en este sector.

De igual modo, se observa que algunas organizaciones han incluido el ecodiseño y la logística inversa como parte de sus operaciones para fortalecer el atributo de sostenibilidad de sus productos; por ejemplo, bajo el marco de un Acuerdo de Producción Más Limpia (Ministerio del Ambiente, 2016). Sin embargo, estas acciones no se encuentran articuladas ni obedecen a un rediseño del mercado de envases de vidrio en el país con un enfoque integral de economía circular, sino que están sustentadas principalmente en las acciones del sector privado (Reciclame, 2020).

Las iniciativas para la gestión adecuada de envases de vidrio en el Perú, aparte de Owen Illinois, son reducidas por dos motivos. En primer lugar, porque el mercado de envases ha sustituido paulatinamente el vidrio por el plástico, y, en segundo lugar, porque el vidrio Flint es reciclado principalmente por una sola empresa (Zamora y Meza, 2017).

Las causas de las ineficiencias responden tanto a la oferta como a la demanda de los envases de vidrio posconsumo, así como el impacto de un marco legal insuficiente, la ausencia de incentivos, la deficiente gestión de los residuos sólidos y la estructura insuficiente del mercado del reciclaje nacional en acuerdo con Díaz *et al.* (2020).

Conclusiones

La economía de los envases de vidrio en el Perú presenta una mayor circularidad en comparación con los envases de otros materiales, debido principalmente a los sistemas de reutilización y retornabilidad de bebidas gaseosas y cervezas. Sin embargo, el porcentaje de residuos posconsumo que son reciclados es reducido.

Existe la posibilidad de captar 131 500 toneladas de residuos de envases de vidrio posconsumo para su reciclaje, que podría incrementarse en 15 % si se incluye a los envases de vidrios captados por el mercado ilegal. Se estima que la mitad sería generada en Lima, aunque la cantidad disponible en la capital podría ser mayor porque los residuos son trasladados a este lugar para su reciclaje por la industria. A pesar de la baja tasa de reciclaje nacional de envases de vidrio, existe una alta demanda de estos residuos por parte de la industria nacional.

Por otro lado, la información sobre la dinámica de los materiales y residuos es fundamental para diseñar y desarrollar acciones e instrumentos legales que permitan

transitar hacia un modelo de economía más circular y sostenible. Sin embargo, la información disponible es agregada, limitada, dispersa y sistematizada bajo diferentes metodologías y estándares de calidad.

Recomendaciones

Se requiere optimizar la gestión de la información nacional, así como la trazabilidad y accesibilidad. Asimismo, es necesario profundizar el análisis de la cadena de valor y estandarizar metodologías que permitan comparaciones futuras.

Se espera que la información generada en este estudio aporte al desarrollo de negocios e instrumentos legales que incrementen la eficiencia de la economía de envases de vidrio en el país, lo cual solo será posible mediante el fortalecimiento del sistema de reciclaje, la colaboración y la acción conjunta del sector público, privado y la sociedad civil, así como el desarrollo de políticas basadas en evidencias e inspiradas en la transición hacia una economía circular.

Agradecimientos

Se agradecen las recomendaciones e información brindada por Berend Raaijen, Julissa Santa Cruz, Marco Mejía, Karla Rosas, Darla Osvald y Renzo Gomero. De igual manera, a las instituciones de las cuales son colaboradores, Owen-Illinois, Heinz Glass Perú, Diageo y Reciclame.

Finalmente, se agradece la colaboración del Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Producción del Perú, por la información brindada sobre la gestión de residuos en el país.

Contribución de autoría

RD contribuyó en el procesamiento de la información, el análisis de los resultados y la redacción del artículo. GV contribuyó en la gestión de la información y la redacción del artículo. GL contribuyó en la redacción del artículo. Todas las autoras aprobaron la versión final del texto.

Fuente de financiamiento

El presente estudio fue ejecutado y financiado por Reciclame, con el objetivo de generar información para el desarrollo del sector.

Potenciales conflictos de interés

Reciclame es una asociación civil sin fines de lucro que agrupa diferentes empresas privadas con el interés común en el desarrollo de estrategias sostenibles en pro del ambiente y el reciclaje en el Perú. Las empresas que agrupa Reciclame son: Coca-Cola, San Miguel Industrias PET - SMI, Owen-Illinois, Tetra Pak®, Diageo, Backus, Heinz-Glas Perú, Industrias del Envase, Natura Perú, Peruana de Moldeados - Pamolsa, Corporación Peruana de Productos Químicos - Qroma y Nestlé.

Referencias bibliográficas

- Centro Tecnológico Agroalimentario (AINIA), Instituto Tecnológico del Plástico (AIMPLAS) y Ecoembes. (2016).** «La correcta especificación de los envases». Disponible en: https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos_publicaciones_empresas/la-correcta-especificacion-de-los-envases.pdf
- Asociación Civil Reciclame (Reciclame). (2020).** «Entrevistas realizadas a principales productores de envases de vidrio en el marco de la investigación». Lima.
- Beerkens, R., Kers, G. y Van Santen, E. (2011).** «Recycling of post-consumer glass: Energy savings, CO2 emission reduction, effects on glass quality and glass melting». *Ceramic Engineering and Science Proceedings*, 32(1), pp. 167-194. doi: 10.1002/9781118095348.ch16.
- Carrasco, T. (2017).** «El reciclaje de vidrio y su impacto en la conservación del medio ambiente». *Explorador Digital*, 1(4), pp. 22-31. doi: 10.33262/exploradordigital.v1i2.319.
- Cocking, C. (2003).** «The challenge for glass recycling». En: Dhir, E. R., Newlands, M. y Telford, T. (Eds.). *Sustainable Waste Management*. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=Z5j1H7gTdlC&printsec=frontcover&hl=es&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0
- Defensoría del Pueblo. (2019).** «Informe Defensorial N.º 181 ¿Dónde va nuestra basura? Recomendaciones para mejorar la gestión de los residuos sólidos municipales». Disponible en: <https://www.defensoria.gob.pe/informes/informe-defensorial-no-181-donde-va-nuestra-basura/>
- Díaz Gómez, J. y Silva, J. (2015).** «Análisis de flujo de materiales en sistemas humanos: Una revisión». *Revista EIA*, (23), pp. 149-161. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149240051014>
- Díaz, R. et al. (2020).** «Diagnóstico situacional e identificación de vías de recuperación de envases postconsumo de la industria cosmética». Lima: Asociación Civil Reciclame.
- Díaz, R. y Alegre, M. (2020).** «Informe final del proyecto “Acelerando el cambio hacia una economía circular en plástico en Lima Metropolitana y el Callao”» [en revisión]. Lima: Grupo Gea, Reciclame Perú y British Embassy Lima.
- ECI y ALWA. (2018a).** «Evaluación del potencial de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) producto del aprovechamiento de residuos sólidos. Producto 1: Diagnóstico del ciclo de residuos aprovechables de plástico, vidrio, papel y cartón por departamentos». Lima.
- ECI y ALWA. (2018b).** «Evaluación del potencial de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) producto del aprovechamiento de residuos sólidos. Producto 2: Balance de masa para la gestión de residuos aprovechables». Lima.
- Ellen MacArthur Foundation (2012).** «Hacia una economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada». Disponible en: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Executive_summary_SP.pdf
- Euromonitor International. (2018).** «Mercado de bebidas alcohólicas ilegales en Colombia, Ecuador y Perú». Disponible en: https://www.tracit.org/uploads/1/0/2/2/102238034/illegal_alcohol_in_copec_final_report_2018.pdf
- Geecke, B., Groh, K. y Muncke, J. (2018).** «Food packaging in the circular economy: Overview of chemical safety aspects for commonly used materials». *Journal of Cleaner Production*, 193, pp. 491-505. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.05.005.
- Heinz Glass. (2019).** «Información brindada a través de la respuesta al cuestionario elaborado para el estudio “Diagnóstico situacional e identificación de vías de recuperación de envases postconsumo de la industria cosmética” de Reciclame». Lima: Asociación Civil Reciclame.
- ISO 7348. (1992).** «Glass containers — Manufacture — Vocabulary». Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:7348:ed-1:v1:en>
- Mac Kee, F. (2018).** «Lo barato sale caro: Piratería siempre al acecho». Diario Oficial *El Peruano*. Disponible en: <https://elperuano.pe/suplementosflipping/economika/272/web/pagina03.html>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Colombia]. (2018).** «Resolución N.º 1407 por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones». doi: F-A-DOC-03.
- Ministerio de la Producción. (2017).** Resolución Directoral 380-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI. Disponible en: https://www.produce.gob.pe/produce/descarga/dispositivos-legales/78976_1.pdf
- Ministerio de la Producción. (2019).** Resolución Directoral 0341-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/311569/Resolución_Directoral_N_0341-2019-PRODUCEDGAAMI20190502-9903-1vm8rna.pdf
- Ministerio de la Producción. (2020).** Resolución Directoral 00223-2020-PRODUCE/DGAAMI. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/910773/rd_0223-2020-produce-dgaami.pdf
- Ministerio del Ambiente [Perú] (2018).** «Valores validados de composición de residuos correspondientes al año 2016». Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente [Perú] (2019).** «Base Integrada de Residuos Sólidos del periodo 2018». Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2016).** Decreto Legislativo 1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-gestion-integral-residuos-solidos>
- Ministerio del Ambiente. (2019).** «Minam y empresa Backus firman Acuerdo de Producción Limpia para minimizar la generación de residuos sólidos». Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/28584-ucayali-minam-y-empresa-backus-firman-acuerdo-de-produccion-limpia-para-minimizar-la-generacion-de-residuos-solidos>
- Ministerio del Medio Ambiente [Chile]. (2020).** «Aprueba propuesta de Decreto Supremo que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de envases y embalajes». Disponible en: <https://rechile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/05/68-Resolucion-379-propuesta-DS-REP-envases.pdf>
- Parlamento Europeo. (2018).** «Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 1994 relativa a los envases y residuos de envases y modificatorias».
- Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (Sunat). (2019).** «Declaraciones de importación para el consumo y exportación definitiva registradas en el Sistema de Sunat. Cifras al 26 de junio de 2019». Lima.
- Sustant Consultoría e Ingeniería para Reciclame. (2019) Informe técnico: Modelo de gestión de residuos de envases de vidrio de bebidas alcohólicas.** Lima.
- UNE 126102. (2011).** «Envases de vidrio. Dimensiones de un recipiente de vidrio». Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0048169>
- Zamora, S. y Meza, V. (2017).** «Percepción de la formalidad de la cadena de reciclaje de vidrio en Lima Zona Norte». *Anales Científicos de la Universidad Nacional Agraria La Molina*, 78(2), p. 216. doi: 10.21704/ac.v78i2.1059.

