

# Economía circular en América Latina y el Caribe

Oportunidad para una  
recuperación transformadora



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

 [www.cepal.org/es/publications](http://www.cepal.org/es/publications)

 [www.cepal.org/apps](http://www.cepal.org/apps)

**Documentos de Proyectos**

## **Economía circular en América Latina y el Caribe**

**Oportunidad para una recuperación transformadora**



NACIONES UNIDAS

**C E P A L**

Este documento fue preparado por Carlos de Miguel, Karina Martínez, Mauricio Pereira y Martin Kohout, funcionarios de la Unidad de Políticas para el Desarrollo Sostenible de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), bajo la supervisión de Joseluis Samaniego, Director de dicha División, en el marco de las actividades del proyecto de la Cuenta de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Se agradecen los insumos de información proporcionados por David Barrio y Luiz Krieger, funcionarios de la Unidad de Políticas para el Desarrollo Sostenible.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

Publicación de las Naciones Unidas

LC/TS.2021/120

Distribución: L

Copyright © Naciones Unidas, 2021

Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas,

S.21-00423

Esta publicación debe citarse como: C. de Miguel, K. Martínez, M. Pereira y M. Kohout, "Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/120), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, [publicaciones.cepal@un.org](mailto:publicaciones.cepal@un.org). Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

## Índice

<b>Introducción .....</b>	<b>7</b>
<b>I. Transición hacia un modelo de producción y consumo circular .....</b>	<b>9</b>
A. Concepto de economía circular .....	10
B. La estrategia europea para la economía circular: oportunidades y desafíos .....	11
<b>II. El desafío de la gestión de los residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe.....</b>	<b>15</b>
A. Generación de residuos sólidos municipales .....	15
B. Aprovechamiento y disposición final .....	19
C. El papel de los recicladores de base .....	20
D. Residuos domiciliarios de rápido aumento .....	21
1. Residuos orgánicos .....	21
2. Plásticos .....	24
3. Papel y cartón y vidrio.....	28
E. Residuos especiales .....	30
1. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.....	30
2. Baterías de plomo y litio .....	35
3. Neumáticos .....	37
<b>III. La legislación para la gestión de residuos como elemento base de la economía circular en América Latina y el Caribe .....</b>	<b>41</b>
A. Leyes de responsabilidad extendida del productor .....	43
B. Eficacia de instrumentos legales para la gestión de plásticos .....	48
C. Eficacia de instrumentos legales para la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos .....	51

<b>IV. Potencialidades del sector de residuos en sus eslabonamientos productivos .....</b>	<b>55</b>
A. Análisis de encadenamientos .....	55
B. Potencialidad del sector .....	60
1. Aporte económico del sector .....	61
2. Escenarios para potenciar el sector de residuos y reciclado .....	61
3. Impactos productivos .....	62
4. Impactos en el valor agregado .....	62
5. Impactos en el empleo .....	63
<b>V. Fortalecimiento de las políticas vinculadas a la economía circular en América Latina y el Caribe.....</b>	<b>65</b>
A. Fortalecimiento de la gobernanza, las capacidades y el conocimiento .....	66
B. Aumento de las tasas de recolección, reciclaje, reutilización y remanufactura .....	67
C. Promoción y apoyo a la innovación y el diseño ecológico.....	68
D. Identificación de nuevos modelos de negocio .....	69
E. Instrumentos económicos y financieros.....	72
<b>Bibliografía.....</b>	<b>75</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>93</b>
<b>Cuadros</b>	
Cuadro 1	Unión Europea: sectores y áreas prioritarias de inversión para el programa de economía circular..... 12
Cuadro 2	Unión Europea: resumen de consecuencias en el empleo bajo un escenario ambicioso de economía circular hacia 2030..... 13
Cuadro 3	Canadá, Estados Unidos y México: efectos ambientales y socioeconómicos asociados a la pérdida y el desperdicio de alimentos .....
Cuadro 4	22 Categorías usuales para la clasificación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)..... 31
Cuadro 5	Reino Unido: nuevos empleos a partir del reciclaje de materiales .....
Cuadro 6	América Latina: países y productos con normativa relacionada con la responsabilidad extendida del productor .....
Cuadro 7	44 El Caribe anglófono (países seleccionados): legislación vinculada con el principio de la responsabilidad extendida del productor en el ámbito de los residuos sólidos .....
Cuadro 8	46 Unión Europea (28 Estados miembros): diagnóstico de esquemas de responsabilidad extendida del productor (REP), 2013 .....
Cuadro 9	47 América Latina y el Caribe: régimen jurídico de restricción de plásticos a 2020..... 49
Cuadro 10	49 Antigua y Barbuda, Chile y Colombia: resultados de la regulación jurídica sobre bolsas plásticas .....
Cuadro 11	52 Colombia, Japón y Suiza: comparación de montos de generación y sistemas de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) .....
Cuadro 12	56 Países seleccionados: consumo intermedio del sector de residuos .....
Cuadro 13	57 Países seleccionados: distribución del valor agregado del sector de residuos .....
Cuadro 14	58 Países seleccionados: encadenamientos directos del sector de gestión de residuos y reciclaje .....
Cuadro 15	59 Países seleccionados: encadenamientos directos e indirectos en elector de gestión de residuos y reciclaje .....
Cuadro 16	61 Países seleccionados: participación en el valor agregado del país.....

Cuadro 17	América Latina y el Caribe y países seleccionados: efectos en la producción de asimilar la estructura productiva de Alemania .....	62
Cuadro 18	América Latina y el Caribe y países seleccionados: efectos en producción de asimilar la estructura productiva y la tasa de reciclaje de Alemania .....	62
Cuadro 19	Chile, Colombia y México: estructura de valor agregado directo e indirecto .....	63
Cuadro 20	América Latina y el Caribe y países seleccionados: efectos en el valor agregado .....	63
Cuadro 21	Chile y México: efectos en el valor agregado .....	63
Cuadro 22	América Latina y el Caribe, Chile y México: efectos sobre el empleo de ambos escenarios .....	64
Cuadro 23	Algunos elementos para las políticas de economía circular .....	65
Cuadro A1	América Latina: instrumentos de economía circular, gestión de residuos y responsabilidad extendida del productor.....	94
Cuadro A2	Caribe anglófono (países seleccionados): instrumentos relacionados con la gestión de residuos y la responsabilidad extendida del productor.....	104

## Gráficos

Gráfico 1	América Latina y el Caribe y países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (32 países): generación de residuos municipales per cápita y PIB per cápita de 2016.....	16
Gráfico 2	Composición de los residuos municipales generados en el mundo por nivel de ingreso de los países, alrededor de 2016.....	17
Gráfico 3	América Latina y el Caribe: composición de los residuos, alrededor de 2016 .....	18
Gráfico 4	América Latina y el Caribe (28 países): tratamiento dado al total de residuos recolectados, alrededor de 2016 .....	19
Gráfico 5	Países seleccionados: residuos reciclados y PIB per cápita, alrededor de 2016.....	20
Gráfico 6	Países seleccionados: generación de residuos orgánicos y PIB per cápita, 2016.....	21
Gráfico 7	Impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero derivado de los diferentes enfoques de gestión de la pérdida y el desperdicio de alimentos .....	23
Gráfico 8	Distribución regional de la producción de plásticos de un solo uso, 2017 .....	24
Gráfico 9	América Latina y el Caribe: residuos plásticos generados y PIB per cápita, alrededor de 2016 .....	25
Gráfico 10	América Latina y el Caribe (30 países): residuos de papel y cartón generados y PIB per cápita, alrededor de 2016 .....	29
Gráfico 11	América Latina y el Caribe (30 países): residuos de vidrio generados y PIB per cápita, alrededor de 2016 .....	29
Gráfico 12	América Latina y el Caribe, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), China e India: generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y PIB per cápita, 2016.....	32
Gráfico 13	América Latina: composición del total de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos generados, 2014 .....	32
Gráfico 14	Demanda mundial de baterías de plomo, por aplicación y región, 2018, 2020, 2025 y 2030 .....	35
Gráfico 15	Demanda mundial de baterías de litio, por aplicación y región, 2018, 2020, 2025 y 2030 .....	36
Gráfico 16	Países seleccionados: tasas de recuperación de neumáticos, 2015 .....	38
Gráfico 17	Chile: bolsas plásticas consumidas, 2017-2019 .....	50
Gráfico 18	América Latina y el Caribe (países seleccionados): tasas de reciclaje .....	51
Gráfico 19	Unión Europea (países seleccionados): políticas e instrumentos aplicados en la gestión de residuos sólidos urbanos, 2001-2010, y tasas de reciclaje .....	68

**Recuadros**

Recuadro 1	Chile: la gestión de los residuos sólidos domiciliarios a nivel municipal .....	18
Recuadro 2	Los residuos sanitarios plásticos generados por la pandemia de COVID-19 podrían ocasionar problemas secundarios .....	26
Recuadro 3	Chile, Colombia y Perú: valoración del potencial de reciclaje de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.....	33
Recuadro 4	Las potencialidades del uso de cadenas de bloques en la economía circular.....	70
Recuadro 5	Las señales de precio y las preferencias individuales .....	73

**Diagrama**

Diagrama 1	La economía circular: un sistema industrial que es restaurativo por diseño .....	11
------------	--	----

## Introducción

Este documento presenta un resumen de los principales avances en materia de políticas públicas en la gestión de residuos en América Latina y el Caribe y los desafíos y oportunidades derivados de desarrollar un modelo de economía circular. Promover la economía circular ayuda a alcanzar el desarrollo sostenible, en línea con la Agenda 2030, al propiciar avances en todas sus dimensiones, social, económica y ambiental. Sin embargo, para ello se requiere cambiar el actual modelo de producción y diseño de los productos, hacer sostenibles los patrones de consumo e impulsar mejoras en la prevención, la reutilización, el reciclado, la recuperación de energía y la disposición final de los residuos.

Desde la perspectiva de diversos autores, la economía circular consiste en preservar el valor de los materiales y productos durante el mayor tiempo posible, evitando enviar de regreso a la naturaleza la mayor cantidad de desechos que sea posible y logrando que estos se reintegren al sistema productivo para su reutilización (Deckymn, 2018; Solórzano, 2018; Ellen MacArthur Foundation, 2013).

La generación de residuos sólidos domiciliarios por persona de la región está en torno a 1 kilogramo por día, cifra menor a las de los países desarrollados pero mayor que el promedio mundial. Sin embargo, las tasas de reciclaje en los países de la región son muy bajas y centradas en pocos productos (papel y cartón, chatarra, algunos plásticos y vidrio). Además, existe un déficit de infraestructura para la gestión de residuos. Lo anterior sugiere que existe un espacio de oportunidad para promover una menor generación de residuos y un mayor reciclaje, que potenciaría el desarrollo de actividades relacionadas con la economía circular sobre la base de cadenas productivas locales. Se sentarían así las bases para una recuperación sostenible, duradera y alineada con el cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, tras la pandemia causada por la enfermedad del coronavirus (COVID-19).

A nivel internacional, diversos países ya han puesto en marcha acciones en materia de economía circular que, dadas las interconexiones de la economía mundial, tendrán repercusiones en la región. Por lo tanto, es urgente que cada país identifique las áreas y los sectores en los que se deben concentrar los esfuerzos para crear una estrategia de crecimiento sostenible adecuada. Una selección de las ideas más destacadas de esta publicación —que ahora se amplían y actualizan— se utilizó para la elaboración del documento de posición de la CEPAL (2020a) Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad, presentado a los países en su trigésimo octavo periodo de sesiones.

Los avances en estrategias y normativas asociadas a la economía circular muestran el interés y compromiso de los países de la región. Son destacables las leyes de responsabilidad extendida del productor para envases y embalajes, pilas y baterías y neumáticos, entre otros productos, así como las prohibiciones de comercialización y distribución de plásticos de un solo uso. También existen iniciativas que promueven la reducción de generación de residuos orgánicos y su aprovechamiento energético y análisis del potencial de los beneficios económicos del aprovechamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. No obstante, expandir la economía circular requiere el trabajo conjunto de todos los actores involucrados, mejorar la información y una visión integral que conlleve cambios en las políticas públicas en los sistemas de gestión, inversión y financiamiento a lo largo del ciclo de vida de todos los productos.

El documento aborda en detalle los siguientes aspectos de la transición hacia la circularidad. En el capítulo I se presenta un resumen de la literatura sobre la economía circular y algunos de los beneficios y barreras que ha enfrentado la Unión Europea en su aplicación. El capítulo II se enfoca en identificar los principales desafíos de América Latina y el Caribe para implementar un modelo circular, centrándose principalmente en la gestión de los residuos sólidos municipales y algunos residuos especiales para los que se analizan los principales efectos ambientales y las posibles oportunidades de mejora. En el capítulo III se muestran los avances en el marco legislativo relacionado a la gestión de residuos en la región y se destacan algunos ejemplos de regulaciones efectivas. En el capítulo IV se plantea un análisis comparativo de las estructuras productivas del sector de residuos y sus potencialidades en algunos países seleccionados. Por último, en el capítulo V se identifican las principales áreas de política donde se deben emprender acciones a nivel regional y en los distintos países para transitar en los próximos años hacia un modelo de desarrollo circular en América Latina y el Caribe.

## I. Transición hacia un modelo de producción y consumo circular

Dos de los principales problemas que afectan el medio ambiente y limitan las posibilidades de un desarrollo sostenible tienen que ver con la creciente demanda de recursos naturales destinados a mantener el estilo de vida actual de la población mundial y con la capacidad del planeta para asimilar los desechos que esta demanda genera. Hay que considerar, además, que la población sigue aumentando y podría llegar a 9.600 millones de personas en 2050 (CEPAL, 2019a y 2019b). El calentamiento global e incluso el origen de la actual pandemia de COVID-19 son manifestaciones de que el sendero actual de desarrollo ha llegado a un punto que ha puesto en riesgo la sobrevivencia del sistema ecológico que lo sustenta, lo que coloca a los actuales patrones de producción y consumo en el centro de los cuestionamientos.

Por tanto, es necesario redireccionar acciones hacia un cambio de modelo donde la estructura productiva reduzca el uso de materiales, se enfoque en sectores intensivos en conocimientos, con altas tasas de crecimiento de la demanda, y se preserven los recursos naturales y el ambiente. Cada vez se vuelve más patente el llamado a que la etapa de la recuperación pospandemia se enfoque en medidas para avanzar hacia un modelo circular que permita disociar la actividad económica del uso de recursos y de la generación de desechos, al tiempo que se promueven nuevos modelos de negocios y empleos (Panel Internacional de Recursos, 2020; Schröder, 2020).

Lograr los cambios necesarios obliga a la sinergia de políticas y normativas en torno al desarrollo sostenible (OCDE/CEPAL, 2014 y 2016), así como a un nuevo paradigma cultural y una política industrial que promueva la creación de nuevas capacidades y el desarrollo de conocimientos locales a largo plazo (Compagnon, 2020). En esa línea, los esfuerzos públicos y privados para lograr la recuperación económica tras la pandemia, ejemplificados en paquetes de inversión pública e incentivos a la inversión privada, han de tener sinergias con los compromisos de acción climática (Bitrán y Rojas, 2020) y ser más estrictos en relación con el cumplimiento de los estándares ambientales, de modo de generar cambios a la velocidad necesaria para encarar las crisis actuales.

En América Latina y el Caribe, la economía circular ofrece una oportunidad de desarrollo, tanto por la creación de nuevas actividades económicas vinculadas con la provisión de bienes y servicios ambientales, como por la transformación de las actividades económicas que ya existen para aumentar su eficiencia

material y reducir su impacto ambiental. Este camino también facilitaría avanzar en toda la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y, en particular, en aquellos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y metas que hacen un seguimiento del cambio en los patrones de producción y consumo, entre ellos:

- Meta 8.4: Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados.
- Meta 11.6: De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo *per cápita* de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.
- Meta 12.3: De aquí a 2030, reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha.
- Meta 12.4: De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente, y
- Meta 12.5: De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización (Naciones Unidas, 2015, págs. 22, 25 y 26).

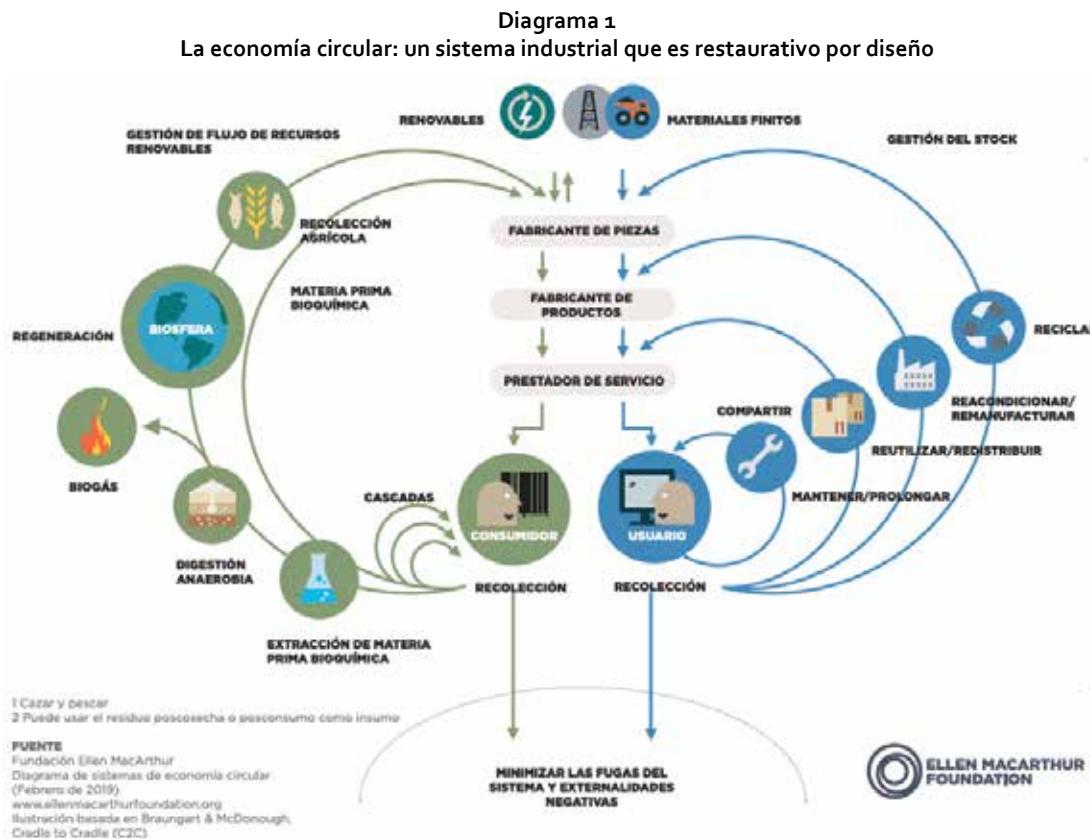
Además, esta transformación ha de ser universal y requiere de la cooperación internacional, tal y como se reconoce en los acuerdos adoptados en la Asamblea General de las Naciones Unidas, en cuya resolución A/RES/73/247 se recomienda que los países integren o apliquen conceptos como la economía circular y la Industria 4.0 con el fin de lograr una actividad industrial y sistemas de fabricación más sostenibles, de conformidad con los planes y prioridades nacionales (Naciones Unidas, 2019).

## A. Concepto de economía circular

El objetivo de la economía circular es preservar el valor de los materiales y productos durante el mayor tiempo posible, evitando enviar de regreso a la naturaleza la mayor cantidad de desechos que sea posible y logrando que estos se reintegren al sistema productivo para su reutilización (Deckymn, 2018; Solórzano, 2018; Ellen MacArthur Foundation, 2013). De esta forma, se reduce la generación de residuos al mínimo y se cierra su ciclo de vida, de modo tal que los residuos no sean vistos como desechos sino como recursos (Zaman, 2010).

Al evitar el ingreso de nuevo material y energía en los procesos, se reduce la presión ambiental en el ciclo de vida de los productos (AEMA, 2017). Todo esto es posible si se cuenta con una adecuada gestión de residuos, que implique su jerarquización en la totalidad del ciclo, desde la prevención hasta la reutilización, el reciclado, la recuperación de energía y la disposición final de los materiales que no sea posible usar (Lansink, 2018).

El modelo de economía circular propuesto por la Fundación Ellen MacArthur se concentra en círculos que varían según los beneficios de las acciones (véase el diagrama 1). Los mayores beneficios están en la reutilización, reparación, redistribución, restauración y remanufactura, más que en las actividades de reciclaje y recuperación de energía. Esto se debe a las pérdidas durante la recolección y el procesamiento, y a la degradación de la calidad de los materiales durante su reciclaje. El modelo sugiere que lo ideal es maximizar el número de veces que se pueden usar los materiales. Cada ciclo de vida prolongado evita material, energía y mano de obra necesarios para crear un nuevo producto.



**Fuente:** Ellen MacArthur Foundation, "Diagrama sistémico", 2019 [en línea] <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/diagrama-sistematico>.

En los procesos donde se utiliza la menor cantidad de nuevos materiales, incluidos aquellos que puedan reutilizarse o reciclarse, también se identifican grandes beneficios económicos y ambientales. Esto conlleva ahorros en los costos de materiales, energía y mano de obra, un menor impacto en el aire, la tierra y el agua, y reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero. Se sugieren, además, procesos en los que se recuperen materiales que puedan rediseñarse y tengan nuevos usos. Además, se puede identificar y recuperar materiales puros que no hayan sido contaminados y que mantengan su calidad y propiedades, por lo que pueden reutilizarse en la fabricación primaria, lo que prolonga la productividad del material (Ellen MacArthur Foundation, 2017b).

Este esquema de producción y consumo propone un cambio sistémico en el panorama industrial, particularmente en el diseño de productos, en los modelos de negocios, en los flujos de recursos y en la creación de valor (Ellen MacArthur Foundation, 2017b). Esto se contrapone al paradigma dominante de la economía lineal de producción-consumo-eliminación que tiene fuertes consecuencias ambientales.

## B. La estrategia europea para la economía circular: oportunidades y desafíos

Las acciones relativas a la economía circular han ganado terreno en los últimos años a nivel mundial. En Europa, por ejemplo, se ha adoptado un importante programa de economía circular con el propósito de convertirse en una economía eficiente en recursos y baja en carbono (Comisión Europea, 2015). El programa incluye propuestas legislativas sobre residuos y un plan de acción detallado con medidas para todo el ciclo de los materiales: desde la producción y el consumo hasta la gestión de residuos y el

mercado de materias primas secundarias. Estas acciones contribuirán a “cerrar el ciclo de vida” de los productos mediante un aumento del reciclaje y la reutilización, con beneficios para el medio ambiente y la economía (AEMA, 2017).

La economía circular ha ayudado a la Unión Europea en la creación de empleo, ha abierto nuevas oportunidades de negocio, impulsado nuevos modelos empresariales y desarrollado nuevos mercados. Para seguir consolidando su ventaja competitiva, al mismo tiempo que se restaura el capital natural, la Comisión Europea llama a impulsar diversas iniciativas para modernizar y adaptar los procesos industriales existentes, incluidas las pequeñas y medianas empresas (pymes), en torno al diseño y la producción circulares, capacitar a los consumidores, convertir los residuos en recursos y cerrar el círculo de los materiales recuperados. Además, para acelerar la transición se necesitan inversiones e innovaciones que permitan apoyar la adaptación industrial (Comisión Europea, 2019a).

Como se puede apreciar en el cuadro 1, escalar la economía circular en Europa ofrecería oportunidades de inversión por un valor de aproximadamente 320.000 millones de euros a 2025 en acciones concentradas en diez áreas. Para 2030 estas áreas podrían generar un 7% de crecimiento adicional del PIB, reducir el consumo de materias primas un 10% adicional y bajar las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> un 17% más de lo que se lograría siguiendo el patrón de desarrollo actual (Ellen MacArthur Foundation/SYSTEIQ, 2017).

**Cuadro 1**  
**Unión Europea: sectores y áreas prioritarias de inversión para el programa de economía circular**

Movilidad	Sistema alimentario	Construcción	320.000 millones de euros a 2025
<b>135.000 millones de euros</b>	<b>70.000 millones de euros</b>	<b>115.000 millones de euros</b>	
Creación de sistemas de movilidad compartida, integrando el sistema de transporte público y autos compartidos.	Prácticas agrícolas regenerativas del suelo que revitalicen los ecosistemas.	Diseño y construcción de edificios basados en principios circulares.	
Diseño y producción de automóviles con cero emisiones hechos con materiales duraderos y circulares.	Ampliación de la recuperación de nutrientes y energía.	Aumento del reciclado y la remanufactura de materiales de construcción y demolición de edificios.	
Aumento de la cadena de valor para los vehículos a través de la remanufactura de autopartes.	Ampliación de la agricultura urbana de alta productividad.	Desarrollo de ciudades circulares.	
	Desarrollo de nuevas fuentes de proteína.		

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Ellen MacArthur Foundation/SYSTEIQ, *Achieving 'Growth Within'*, Londres, 2017.

En la Unión Europea, la generación de empleo bajo un escenario de economía circular ambicioso podría llegar a 700.000 empleos adicionales netos en 2030<sup>1</sup>. Si bien los efectos netos en el empleo serían positivos a nivel general, resultaría particularmente positivo para los sectores de reciclaje y de reparaciones. Sin embargo, se observarían cambios en la composición sectorial del empleo, tanto entre sectores como entre distintas actividades en cada sector (véase el cuadro 2). Tal es el caso del sector agrícola, donde se esperaría una mayor demanda de productos orgánicos y, posiblemente, una reducción del desperdicio de alimentos. Habría posibles reducciones en sectores que producen y procesan materias primas y algunos bienes duraderos como electrónica, maquinaria y automóviles. En el sector de la construcción, el empleo se vería afectado por las nuevas técnicas de construcción, que serían más productivas<sup>2</sup>. En conclusión, las implicaciones laborales de la economía circular deberían verse en un contexto interconectado. Algunos empleos evolucionarán y los trabajadores deberán adaptarse, por lo que esta transición deberá ir acompañada de políticas de educación y capacitación enfocadas en las áreas y los sectores afectados. Se debe considerar, además, el análisis de los efectos de repunte del consumo sobre los diversos sectores como resultado de los beneficios por eficiencia y ahorros en costos asociados a las actividades de economía circular (Comisión Europea, 2018).

<sup>1</sup> Esta cifra incluye tanto las pérdidas de empleo como las ganancias en todos los sectores de la economía.

<sup>2</sup> El estudio no incluye el análisis de mejora de la eficiencia energética de las propiedades existentes, lo que podría compensar esta pérdida.

**Cuadro 2**  
**Unión Europea: resumen de consecuencias en el empleo bajo un escenario ambicioso**  
**de economía circular hacia 2030**

Sector	Impacto (en miles de empleos)	Impacto (en porcentajes)	Explicación del impacto	Línea base 2015-2030 (en porcentajes de cambio en el empleo)
Agricultura	1,0	0,0	Aumento de la demanda de productos orgánicos, fertilizantes y bioenergía, compensado por la pérdida de demanda por la reducción del desperdicio de alimentos.	-18
Forestal y productos de madera	-2,8	-0,1	Reducción de la demanda del sector de la construcción.	-6
Extracción energética y combustibles manufacturados	-4,8	-0,7	Reducción de la demanda del sector del transporte.	-26
Extracción no energética	-4,3	-1,5	Reducción de la demanda del sector de la construcción.	-20
Químicos	-4,7	-0,4	Reducción de la demanda del sector agrícola.	-5
Producción de alimentos	5,2	0,1	Aumento debido al repunte en el gasto de los consumidores y mayor demanda de desechos alimentarios en la producción, que compensa la pérdida en la demanda por la reducción del desperdicio de alimentos.	-17
Metales	-1,2	-0,1	Reducción de la demanda en la construcción, los vehículos automotores y la electrónica, aunque los efectos son mínimos, ya que una menor demanda reduce los volúmenes de importación.	-12
Plásticos	-8,6	-0,5	Reducción de la demanda de plástico de un solo uso y en productos electrónicos.	5
Electrónicos	-50,6	-2,1	Reducción de la demanda debido a un menor número de compras (a causa de una mayor vida útil del producto).	-14
Minerales no metálicos	-45,8	-4,0	Reducción de la demanda del sector de la construcción.	-11
Vehículos automotores (incluidas las ventas)	-26,7	-0,4	Reducción de la demanda debido al descenso de las compras y el aumento del intercambio.	4
Manejo de residuos	660,4	51,6	Gran aumento en la demanda de actividades de reciclaje y materiales reciclados (actividad más intensiva en mano de obra), lo que compensa la disminución de la demanda de vertederos tradicionales (menos intensiva en mano de obra).	0
Otras manufacturas	24,4	0,3	Aumento debido al repunte en el gasto y la inversión de las plantas en reciclaje, lo que supera la reducción de la demanda de otros sectores (a través de las cadenas de suministro).	-10
Reparación e instalación	60,6	4,7	Aumento debido a mayores actividades de reparación.	0
Servicios (gas, electricidad, y agua)	14,5	0,9	Aumento debido a la mayor demanda de electricidad para los automóviles eléctricos (cambio del petróleo).	-6

Cuadro 2 (conclusión)

Sector	Impacto (en miles de empleos)	Impacto (en porcentajes)	Explicación del impacto	Línea base 2015-2030 (en porcentajes de cambio en el empleo)
Construcción	-179,4	-1,2	Reducción del empleo debido a nuevas técnicas de construcción, como el diseño modular, con el que se necesita menos tiempo para construir. Descenso de la demanda de actividades colaborativas en el sector del alojamiento.	5
Transporte y almacenaje	-9,2	-0,1	Reducción debido a actividades colaborativas en el sector del transporte por carretera y a la menor demanda de distribución y almacenamiento de nuevos productos (compensa la mayor demanda de materiales reciclados).	-2
Servicios	267,6	0,2	Aumento debido a los repuntes en el gasto y la creciente demanda de proveedores de plataformas tecnológicas y de investigación y desarrollo (I+D).	7
Total	695,5	0,3		3

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Comisión Europea, *Impacts of Circular Economy Policies on the Labour Market*, Bruselas, 2018.

Otro estudio sobre los posibles efectos asociados a la economía circular en Europa destaca las posibles consecuencias en el gasto de los consumidores. La premisa del análisis es que si las industrias manufactureras aumentaran sus insumos a partir de materiales reciclados que fueran menos costosos, entonces los precios de sus productos serían más bajos para los consumidores (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Además, la circularidad ayudaría a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, ya que mediante la modificación de métodos de diseño, producción y consumo permitirían eliminar hasta 9.300 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en 2050, lo que representa casi la mitad de las emisiones provenientes de la producción de bienes. Esto equivale a reducir las emisiones actuales de todo el transporte mundial a cero (Ellen MacArthur Foundation, 2019a).

La principal barrera para la transición hacia la economía circular en la Unión Europea es la cultural, y a ella se suman la falta de interés y conciencia de los consumidores, y una cultura empresarial fluctuante (Kirchherr y otros, 2018). En esa línea, el nuevo Plan de acción para la economía circular, lanzado recientemente por la Comisión Europea como uno de los principales componentes del Pacto Verde Europeo, pone énfasis, además de en las acciones para el diseño sostenible de los productos, en el empoderamiento de los consumidores (Comisión Europea, 2020).

La aplicación de estas acciones en materia de economía circular tendrá repercusiones a nivel de la Unión Europea, pero también para los países con los que tiene estrecha cooperación. Por lo tanto, América Latina y el Caribe debe prepararse y diseñar y fortalecer su propia estrategia de crecimiento circular.

## **II. El desafío de la gestión de los residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe**

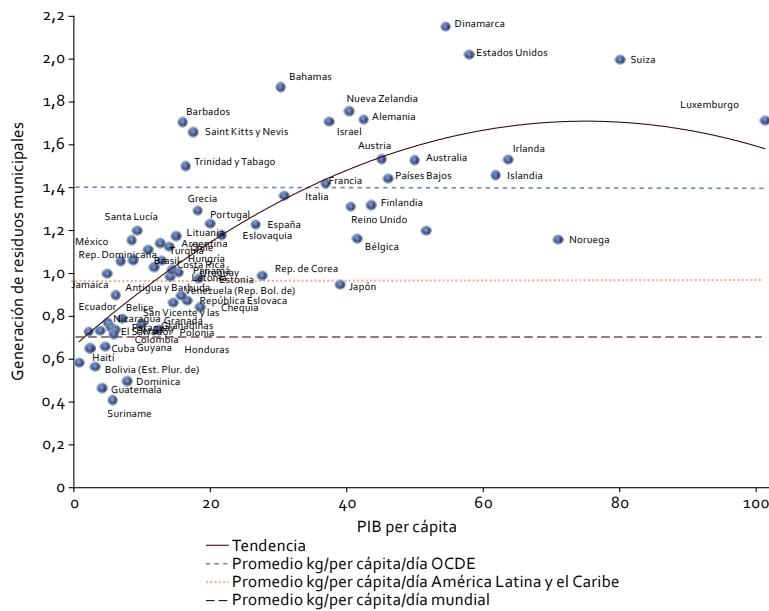
Lo primero que se necesita para poder avanzar en la implementación de acciones de economía circular que permitan el desarrollo de actividades existentes y el florecimiento de nuevos sectores es realizar un diagnóstico de la situación e identificar las potencialidades y los desafíos para transformar los sistemas de gestión de residuos en sistemas de gestión de recursos. A continuación, se presenta un breve análisis del contexto regional respecto de los residuos sólidos domiciliarios. Este resumen no es exhaustivo, ya que la información disponible en esta materia es limitada.

### **A. Generación de residuos sólidos municipales**

A nivel mundial, la producción de residuos pasó de 1.300 millones de toneladas por año en 2012 a más de 2.000 millones de toneladas en 2016. El promedio de generación de residuos para 2016 se estimó en 0,74 kilogramos per cápita por día (Kaza y otros, 2018) (véase el gráfico 1). Las proyecciones indican que hacia 2030 se producirán 2.590 millones de toneladas de residuos anualmente a nivel mundial y que esta cifra subirá a 3.400 millones de toneladas en 2050 (Kaza y otros, 2018). Las ciudades serán el origen de la mayoría de estos residuos (Ellen MacArthur Foundation, 2017b).

La generación promedio de residuos varía sustancialmente de un país a otro, de 0,11 kilogramos per cápita por día a 4,54 kilogramos per cápita por día, aunque la calidad de la información también es variable. Los países desarrollados por lo general presentan las cifras más altas. Por ejemplo, el Canadá y los Estados Unidos rondan los 2,2 kilogramos per cápita por día. En contraste, la menor cantidad se concentra en África Subsahariana (0,46 kg por día), Asia Meridional (0,52 kg por día) y Asia Oriental y el Pacífico (0,56 kg por día). En general, los países con más altos ingresos y más urbanizados generan más residuos en total y per cápita, aunque las tasas de generación aumentan rápidamente en los países con ingresos más bajos (Kaza y otros, 2018).

**Gráfico 1**  
**América Latina y el Caribe y países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (32 países):**  
**generación de residuos municipales per cápita y PIB per cápita de 2016<sup>a</sup>**  
*(En kg/habitante/día y miles de dólares corrientes)*



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial, "What a Waste Global Database", 2021 [en línea] <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/what-waste-global-database>, y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), "Waste: municipal waste", OECD Environment Statistics, 2021 [base de datos en línea] <https://doi.org/10.1787/data-00601-en>.

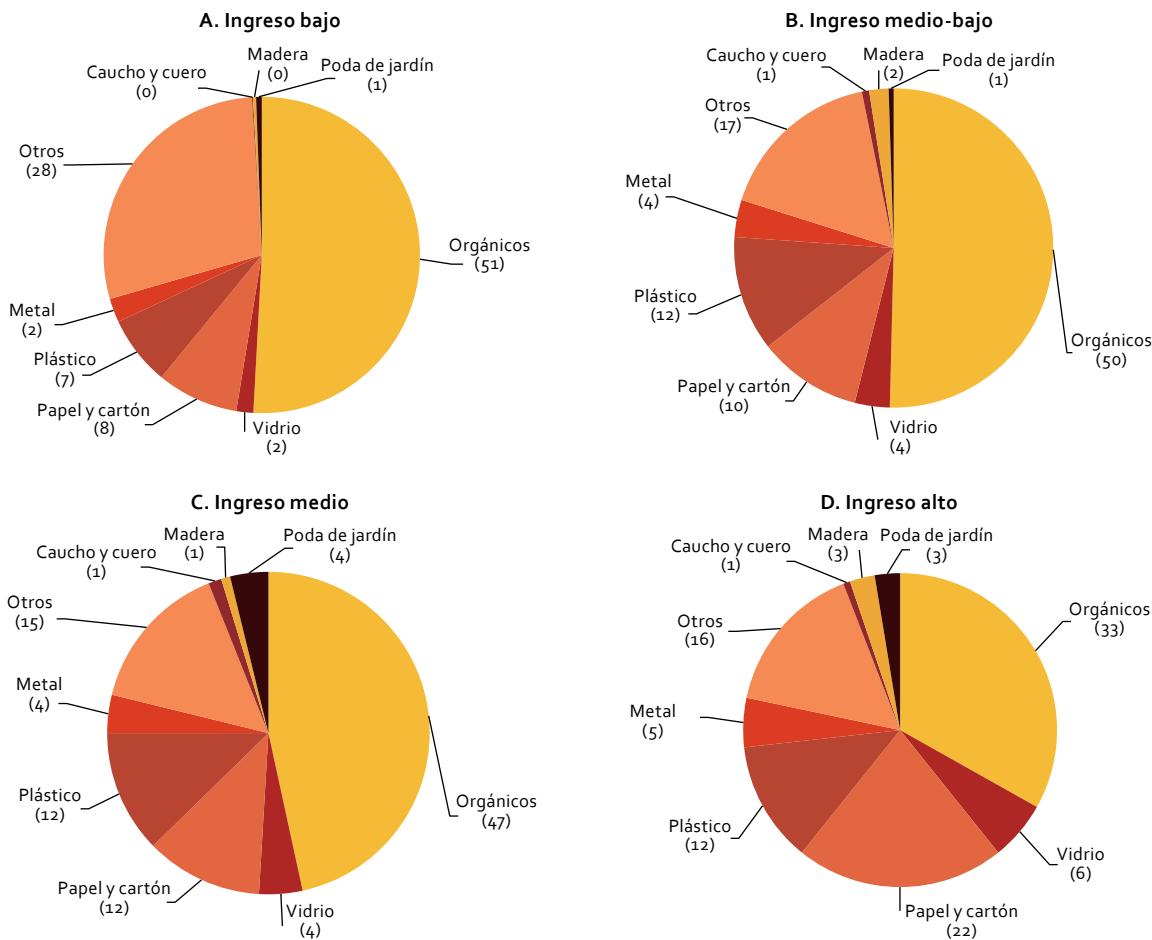
<sup>a</sup> Los datos de los países de América Latina y el Caribe fueron tomados de Banco Mundial (2021). Los años reportados son variables. La base no muestra datos de generación de residuos de la República Bolivariana de Venezuela. Los datos de los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) corresponden a 2014 y fueron tomados de OCDE (2021).

En 2016, en América Latina y el Caribe se generaron más de 605.000 toneladas de residuos al día, con un promedio de 0,97 kilogramos per cápita por día, y se estima que para 2050 esa cifra aumentaría hasta un 25%<sup>3</sup>. Los países caribeños muestran guarismos relativamente más altos a causa de la industria turística (PNUMA, 2018e).

La composición de los residuos mundiales varía considerablemente según el nivel de ingresos. Más del 50% de los residuos mundiales son de materia orgánica (véase el gráfico 2) y estos van disminuyendo en los países a medida que aumenta el nivel de ingresos (Kaza y otros, 2018). En América Latina y el Caribe la tendencia es similar a la que se observa a nivel mundial, por lo que, en promedio, los residuos orgánicos predominan en los residuos totales (véase el gráfico 3). En la región existe información de residuos sólidos urbanos para la mayoría de los países, pero hay escasos datos en lo que se refiere a residuos peligrosos, de establecimientos de salud, construcción y demolición, y alimentos. Por lo tanto, es complejo presentar un panorama integral y exhaustivo de la situación de todas las categorías de residuos a escala regional (PNUMA, 2018e).

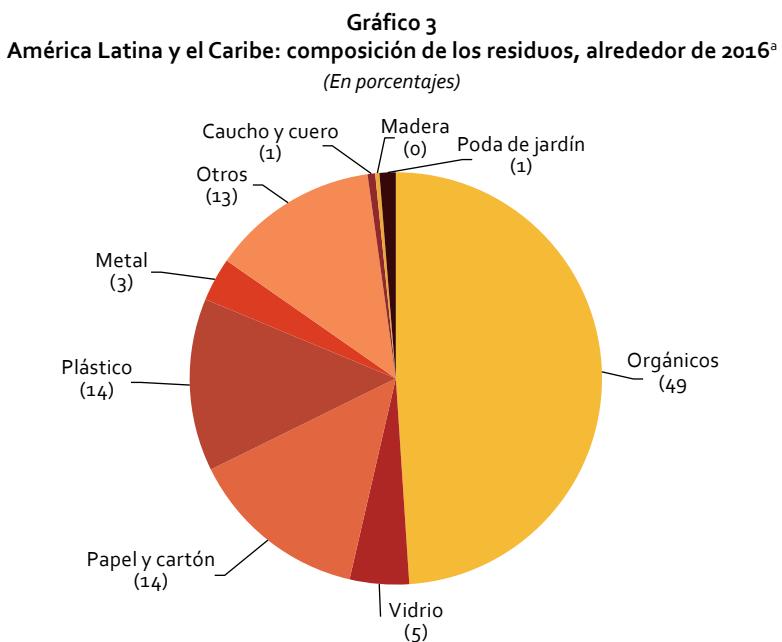
<sup>3</sup> Datos obtenidos a partir de la base de datos del Banco Mundial (2021b). Esta cifra considera el promedio para los países que se muestran en el gráfico 1. El informe de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2018e) indicaba que el promedio de la región fue de 1 kg/hab/día.

**Gráfico 2**  
**Composición de los residuos municipales generados en el mundo**  
**por nivel de ingreso de los países, alrededor de 2016<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes del total de residuos generados)*



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial, "What a Waste Global Database", 2021 [en línea] <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/what-waste-global-database>.

<sup>a</sup> Datos para 131 países. Los años reportados en la base de datos son variables. La categorización por nivel de ingreso es del Banco Mundial.



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial, "What a Waste Global Database", 2021 [en línea] <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/what-waste-global-database>.

<sup>a</sup> Datos de 30 países. Los años reportados en la base de datos son variables.

**Recuadro 1**  
**Chile: la gestión de los residuos sólidos domiciliarios a nivel municipal**

En Chile, actualmente se producen 1,2 kilogramos per cápita de residuos sólidos domiciliarios al día, cifra que presenta una tendencia creciente. Sin embargo, la legislación en esta área avanza con nuevos instrumentos legales que buscan reducir la generación de residuos y fomentar la reutilización, el reciclaje y la valorización.

**Chile: residuos sólidos domiciliarios generados per cápita en 1 día, 1 semana y 7 semanas**  
*(En kilogramos)*



La Encuesta sobre Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios 2019, en la que participaron un 80% del total de los municipios de Chile, muestra que casi la totalidad de estos municipios cuenta con al menos un área o departamento encargado de la gestión de los residuos sólidos domiciliarios y casi cuatro quintos tienen algún tipo de instrumento regulatorio, principalmente ordenanzas. Si bien las municipalidades cada vez cuentan con más puntos verdes y puntos limpios, la baja capacidad instalada de centros de acopio, infraestructura que permite reciclar y valorizar los residuos, limita las oportunidades para expandir la economía circular. Los materiales que más recuperan los municipios son los provenientes de envases y embalajes, entre los que se destaca el vidrio.

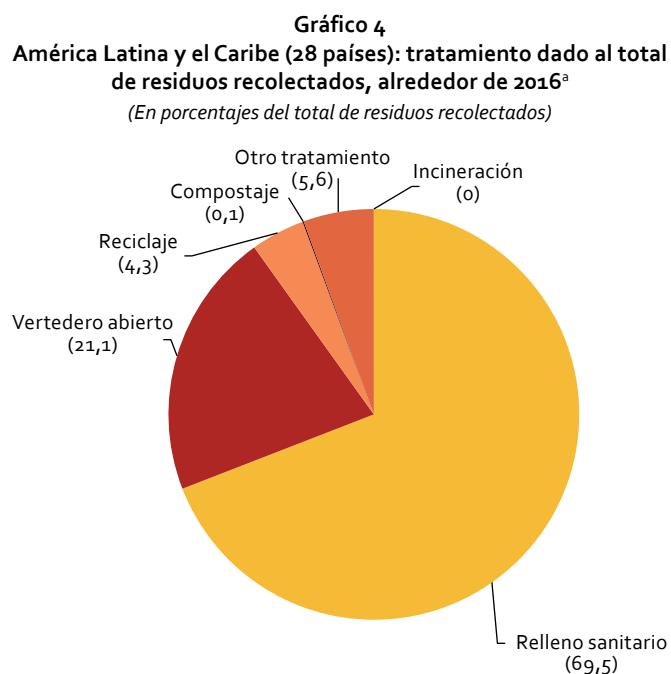
Por otra parte, entre los municipios existe una amplia diversidad respecto del presupuesto asignado para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios y el porcentaje que se dedica a la minimización de residuos en los centros de acopio es de apenas un 5% del presupuesto total. Además, solo un 36% del total de los municipios tenían registrados a los recicladores de base y un 25% informó que los incluían en sus programas de minimización.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Ministerio del Medio Ambiente/Compromiso Empresarial para el Reciclaje (CEMPRE), "Encuesta a municipios sobre gestión de residuos sólidos domiciliarios 2019", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2020/137), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020.

## B. Aprovechamiento y disposición final

La infraestructura necesaria para la gestión, el aprovechamiento y la disposición final de los residuos no crece a la misma velocidad que su generación. La cobertura de la recolección de residuos urbanos en América Latina y el Caribe es alta en comparación con la situación mundial, ya que llega al 85% del total de los residuos. Sin embargo, estas tasas no son homogéneas y varían de manera significativa: mientras que en ciudades de Colombia y el Uruguay se supera el 95%, en Puerto Príncipe apenas se alcanza el 12% (PNUMA, 2018e). Además, a nivel rural, la recolección apenas ronda el 30%, en promedio.

Por otra parte, menos del 70% del total de los residuos recolectados en la región se deposita en rellenos sanitarios y más del 20% tiene como destino vertederos abiertos (véase el gráfico 4). Cabe señalar que la mayor parte de la recolección se realiza puerta a puerta y que existe un sector informal muy activo.

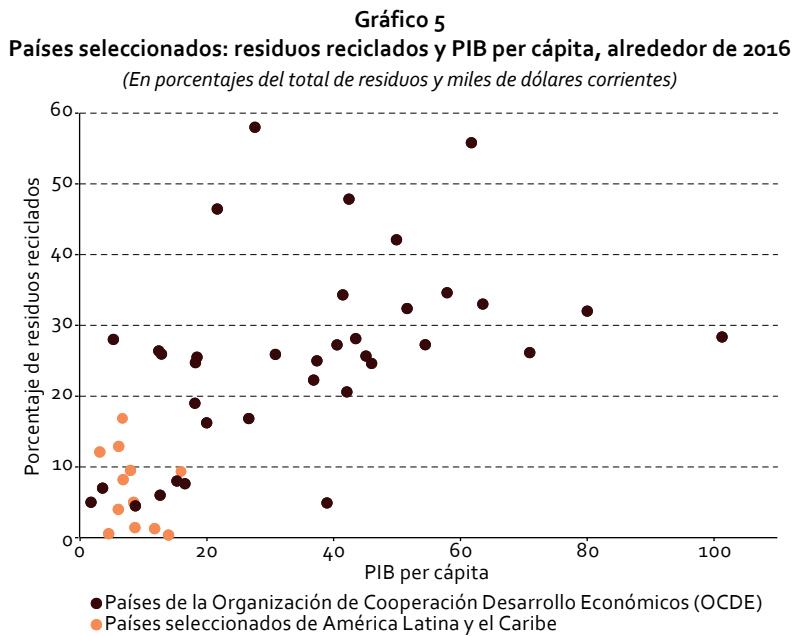


Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial, "What a Waste Global Database", 2021 [en línea] <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/what-waste-global-database>.

<sup>a</sup> Los años reportados en la base de datos son variables.

En la región solo se recicgó el 4% de los residuos sólidos urbanos, frente a un 20%, en promedio, en los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). En el gráfico 5 se da cuenta del porcentaje del total de residuos que se reciclan en países seleccionados de América Latina y el Caribe y de la OCDE demostrando que existe un gran potencial de reciclado y que no es necesario alcanzar altos niveles de PIB per cápita para aumentarlo, como muestran las grandes diferencias entre países de similar nivel de ingreso.

Los mercados nacionales de reciclaje en general se concentran en unos pocos productos. Países como Colombia, el Ecuador, Panamá y el Perú apuestan principalmente al aprovechamiento de papel, cartón, chatarra (metales ferrosos), algunos plásticos (politereftalato de etileno y polietileno de alta densidad) y vidrio. También existen ejemplos de incentivos fiscales para la logística reversa, como en el Brasil, que otorga una reducción del impuesto sobre circulación de mercaderías y de servicios para diversos insumos reciclados (Gramkow y Anger-Kraavi, 2018).



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial, "What a Waste Global Database", 2021 [en línea] <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/what-waste-global-database>.

## C. El papel de los recicladores de base

Gran parte de la recolección de materiales reciclables en América Latina y el Caribe la hacen los recicladores de base o recuperadores primarios: personas que se dedican en forma independiente a actividades de recolección, separación y comercialización de residuos que obtienen en la vía pública o en los sitios de disposición final para después venderlos a empresas, intermediarios o centros de reciclaje. Si bien algunos municipios trabajan de manera conjunta con organizaciones que los aglutan, en general no existen contratos o tarifas que permitan garantizarles un pago a sus miembros por los servicios prestados (Correa y Laguna, 2018). La Red Latinoamericana de Recicladores (Red LACRE) estima que aproximadamente 4 millones de personas trabajan en la recuperación de materiales reciclables, aunque en algunos países existe limitada información respecto de esta cifra, ya que las personas realizan esta tarea en la informalidad (ABCCHOY, 2020).

Los recicladores de base ofrecen un servicio indispensable para los ciudadanos y las empresas, que no es adecuadamente recompensado (EIU, 2017). Separan entre el 15% y el 20% de los materiales reciclables en las ciudades de países en desarrollo, con lo que se reduce el volumen de los residuos que, de otra forma, tendrían que ser recolectados y depositados en los rellenos sanitarios o sitios de disposición final (ONU-Hábitat, 2010).

En 2017 se analizaron los distintos esquemas de gestión del reciclaje inclusivo en ciudades de la región (EIU, 2017). Los casos de Bogotá, Buenos Aires, Lima, Quito y São Paulo se destacaban por su alto puntaje en cuanto a la implementación de normativas locales inclusivas. En tanto, Asunción, San José y Santiago, pese a no contar con normativas, tenían programas enfocados al fomento del reciclaje con recicladores. El cambio de autoridades locales fue uno de los riesgos identificados en cuanto a la vulnerabilidad de la aplicación de políticas públicas. Por otra parte, se identificó una gran ausencia de información pública y limitaciones de acceso a las licitaciones para las organizaciones de recicladores. También hay una relación entre los ingresos económicos de los recicladores de base y su incorporación formal a la cadena de valor de la gestión de residuos sólidos y al proceso de comercialización del material reciclabl.

En el marco de la Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo (IRR) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se analizaron los costos de recolección, transporte, clasificación y embalaje de materiales reciclables con distintos niveles de inclusión de las organizaciones de recicladores. El análisis de ocho ciudades latinoamericanas permitió mostrar que existía una gran subutilización de la capacidad instalada en los centros de acopio, así como de los equipos, bajas cantidades de residuos recuperados en relación con el personal

dedicado a la recolección y una débil planificación de las inversiones para la adquisición y reposición de los equipos, lo que incide en los costos de mantenimiento. En general, se observó que es necesario mejorar la infraestructura para el aprovechamiento y la valorización de los residuos (Correa y Laguna, 2018).

Como se verá más adelante, la gestión de residuos que se lleva a cabo actualmente en la región apunta a la necesidad de mejorar las políticas de formalización de los recicladores, así como a la aplicación de criterios de responsabilidad extendida del productor y de los sistemas de recolección, tratamiento y disposición final, que permita explorar oportunidades de empleo con beneficios sociales y ambientales (PNUMA, 2018e). Además, no es posible implementar un plan de acción circular sin mejorar el nivel socioeconómico de los recicladores de base o crear marcos de política pública que apoyen la integración de esta población (Schröder, 2020). También es necesario establecer metas específicas de reciclaje para los envases y empaques por tipo de materiales (por ejemplo, vidrio, cartones, compuestos y plásticos) en los países donde los índices de reciclaje no estén completos y capacitar en gestión de materiales y desarrollo de negocios, salud y seguridad a las empresas o cooperativas recicladoras a fin de que logren transformarse en un modelo de empresa autosuficiente (Stephenson y Faucher, 2018).

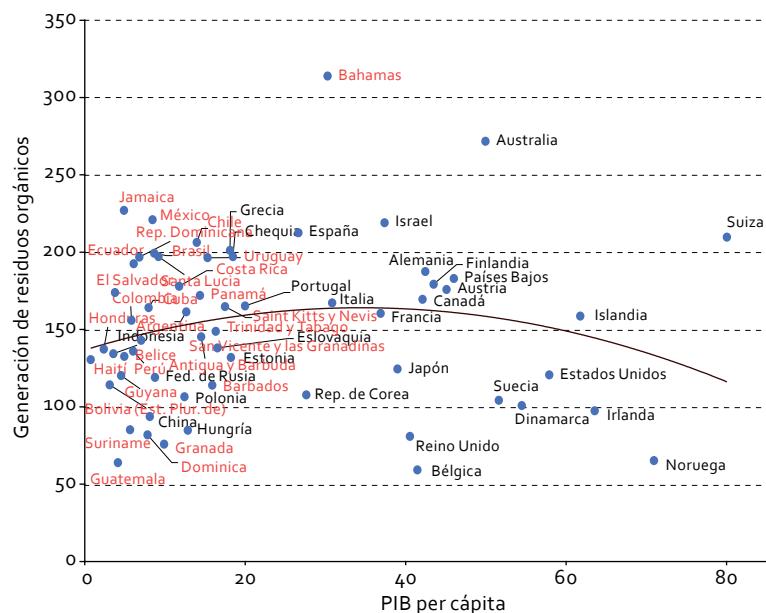
#### **D. Residuos domiciliarios de rápido aumento**

## 1. Residuos orgánicos

#### a) Situación e impactos

En promedio, más del 50% del total de los residuos per cápita generados en la región son de origen orgánico y provienen de alimentos y de poda y jardín. No obstante, el porcentaje por país es muy variable y en algunos llega al 70%. El Banco Mundial (Kaza y otros, 2018) sugiere que el porcentaje de materia orgánica en los residuos disminuye a medida que aumentan los niveles de ingresos (véase el gráfico 6).

**Gráfico 6**  
**Países seleccionados: generación de residuos orgánicos y PIB per cápita, 2016**  
(En kg/año per cápita y miles de dólares corrientes)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial, "What a Waste Global Database", 2021 [en línea] <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/what-waste-global-database>.

En los residuos orgánicos predominan los alimentarios. En el mundo, cada segundo se pierde o se desperdicia el equivalente a seis camiones de basura de alimentos comestibles (Ellen MacArthur Foundation, 2019b). Se estima que anualmente se desperdicia o se tira un 30% del total de los alimentos producidos

para el consumo humano, lo que equivale a un costo promedio anual de hasta 1 billón de dólares (FAO 2013, 2014 y 2015b). Estos alimentos podrían satisfacer las necesidades de 821 millones de personas que pasan hambre a nivel mundial, 39 millones de ellas en América Latina y el Caribe (FAO y otros, 2018).

En América Latina, las pérdidas de residuos alimentarios corresponden al 28% durante la producción, un 28% en el consumo, un 22% en el manejo y almacenamiento, un 17% en el mercado y la distribución, y un 6% durante el procesamiento (PNUMA, 2018e). En 2007, este desperdicio representó alrededor del 9% de las emisiones mundiales totales de gases de efecto invernadero, al menos 3,3 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente (PNUMA, 2019a). Para 2011 se estimó que esta cifra aumentó a 3,6 Gt de CO<sub>2</sub> eq. Si se consideran además las emisiones de 0,8 Gt de CO<sub>2</sub> eq causadas por la deforestación de los suelos orgánicos, se observa que en total se emitieron 4,4 Gt de CO<sub>2</sub> eq por año. De este modo, si las emisiones provenientes del desperdicio de alimentos se consideraran como un país, este ocuparía el tercer lugar como emisor a nivel mundial (FAO, 2015a).

Se debe profundizar más en el análisis y la cuantificación de la pérdida y el desperdicio de alimentos en la región, ya que existe poca información al respecto. Un análisis enfocado en América del Norte (CCA, 2017b) indica que, en términos per cápita, el desperdicio de alimentos en México es de 249 kg/persona/año, cifra que está muy por debajo de las del Canadá (396 kg/persona/año) y los Estados Unidos (415 kg/persona/año). Estos resultados muestran que el desperdicio de alimentos por persona es mayor en los países con ingresos medios a altos que en países de bajos ingresos.

El estudio especifica que las fuentes de datos son escasas y variables en esta área, por lo que las cifras deben considerarse estimaciones. En México, el desperdicio de alimentos fue de 28 toneladas anuales, equivalente a 49 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> eq al año, que se generaron en el ciclo de vida de los residuos depositados en rellenos sanitarios<sup>4</sup>. Se deben adicionar 2,7 miles de millones de m<sup>3</sup> al año de consumo de agua y 36.000 millones de dólares al año en valor de mercado de los productos que se desperdician, entre otros impactos que se muestran en el cuadro 3.

**Cuadro 3**  
**Canadá, Estados Unidos y México: efectos ambientales y socioeconómicos asociados a la pérdida y el desperdicio de alimentos**

Efecto <sup>a</sup>	Unidad de medida (al año)	Canadá	Estados Unidos	México
Emisiones producto de la pérdida y el desperdicio de alimentos depositados en rellenos sanitarios <sup>b</sup>	Millones de toneladas de CO <sub>2</sub> eq	21	123	49
Consumo de agua <sup>c</sup>	Miles de millones de m <sup>3</sup>	1,5	13,4	2,7
Tierras de cultivo desperdiciadas <sup>c</sup>	Millones de hectáreas	1,8	15,9	4,4
Uso de fertilizantes <sup>c</sup>	Millones de toneladas	0,33	2,97	0,63
Pérdida de biodiversidad <sup>c</sup>	Millones de dólares	26	229	64
Consumo de energía <sup>c</sup>	10 <sup>18</sup> Joules	1,0	8,9	3,4
Espacio desperdiciado en rellenos sanitarios <sup>b</sup>	Millones de m <sup>3</sup>	4,2	25,9	8,6
Tarifas por descarga de residuos producto de la pérdida y el desperdicio <sup>b</sup>	Millones de dólares	326	1 293	249
Valor de mercado de la pérdida y el desperdicio <sup>c</sup>	Miles de millones de dólares	24	218	36
Calorías desperdiciadas <sup>c</sup>	Billones de kcal	20	20	177

Fuente: Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), *Caracterización y gestión de la pérdida y el desperdicio de alimentos en América del Norte: informe sintético*, Montreal, 2017a, y *Characterization and Management of Food Loss and Waste in North America: Foundational Report*, Montreal, 2017b.

<sup>a</sup> Los supuestos y parámetros de cuantificación de los efectos ambientales y socioeconómicos se proporcionan en el informe de CCA (2017b) apartado 6 y apéndices 4 y 6.

<sup>b</sup> Las emisiones de gases de efecto invernadero en el ciclo de vida, el espacio desperdiciado en rellenos sanitarios y el gasto en tarifas de descarga se calcularon solo para los residuos producto de la pérdida y el desperdicio depositados en rellenos sanitarios; las estimaciones no incluyen residuos alimentarios eliminados de otra forma, ni cultivos no cosechados o alimentos perdidos por otras vías.

<sup>c</sup> Aunque no se indica de manera explícita para cada metodología, se presupone que las estimaciones incluyen la pérdida y el desperdicio en todas las etapas de la cadena de suministro alimentaria. Las estimaciones que se presentan en este cuadro solo incluyen el costo directo (valor de mercado) de la pérdida y el desperdicio; no se incluyen los costos indirectos (como mano de obra, transporte, almacenamiento y recursos desperdiciados).

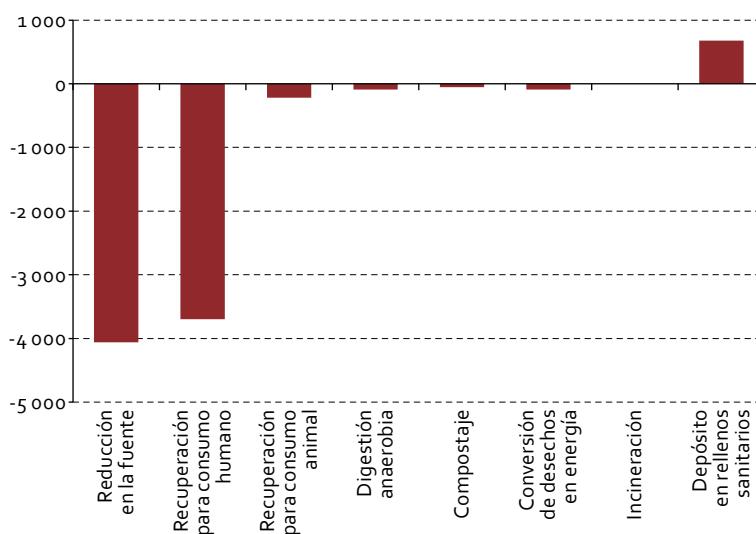
<sup>4</sup> Esta estimación abarca todas las etapas de la cadena de suministro alimentaria, precosecha y consumo.

### b) Oportunidad

Los residuos de origen orgánico representan una oportunidad significativa para disminuir los efectos mencionados y recuperar nutrientes y devolverlos al suelo. La recuperación del 100% del nitrógeno, el fósforo y el potasio en los flujos globales de residuos alimentarios, animales y humanos podría contribuir con casi 2,7 veces los nutrientes contenidos en el volumen de fertilizante químico utilizado actualmente (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

En la gestión de los residuos orgánicos se debe priorizar la reducción en la fuente y la recuperación para consumo humano; después vendría la recuperación para consumo animal, que a su vez es preferible al reciclaje (véase el gráfico 7). La disposición final es la opción menos recomendada, según los estudios disponibles (CCA, 2017a).

**Gráfico 7**  
**Impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero derivado de los diferentes enfoques de gestión de la pérdida y el desperdicio de alimentos<sup>a</sup>**  
(En kg de CO<sub>2</sub> eq por tonelada de pérdida de alimentos)



Fuente: Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), *Caracterización y gestión de la pérdida y el desperdicio de alimentos en América del Norte: informe sintético*, Montreal, 2017.

<sup>a</sup> Datos reunidos en 2016 por el Programa de Acción sobre Desperdicios y Recursos del Reino Unido para una tonelada de residuos de alimentos promedio. Se incluyen emisiones de gases de efecto invernadero incorporadas en los productos.

Los sistemas de gestión de residuos en muchas ciudades de la región están en proceso de modernización para promover la recolección y disposición de los residuos de manera correcta tanto desde el punto de vista sanitario como ambiental (Kaza y otros, 2018). En la Argentina, el Brasil, Chile y Colombia existen proyectos de aprovechamiento del biogás proveniente de los rellenos sanitarios. Paralelamente, se han explorado algunas tecnologías para aprovechar la energía a partir de los residuos. Es necesario evaluar las diferentes opciones que permitan reducir el volumen de los residuos, como la incineración de hasta un 80% o un 90% del volumen (Barberá, 2011) y la generación de energía a partir de materiales que ya no son reciclables (Porter y Roberts, 1985). Otra alternativa es la digestión anaerobia que produce biogás y fertilizante líquido o sólido, lo que incluso puede mejorar los suelos.

Los principales obstáculos para el desarrollo de estos proyectos han sido los altos costos de inversión, operación y mantenimiento; la elevada proporción de residuos orgánicos, donde la enorme concentración de humedad no facilita la implementación de tecnologías de conversión térmica, y el escaso desarrollo de los mercados energéticos (Tello y otros, 2011). Por lo tanto, es necesario evaluar la aplicabilidad y factibilidad de cada tecnología desde una visión integral, de acuerdo con las características locales.

Es urgente emprender una acción climática enfocada en el sector alimentario. A medida que la población urbana mundial crezca y los ingresos promedio aumenten también aumentarán las emisiones provenientes de la agricultura, la producción de alimentos, el procesamiento, el transporte y los residuos. Los cambios que se necesitan deberán centrarse en los hábitos de consumo a su máximo potencial y en el manejo de los residuos.

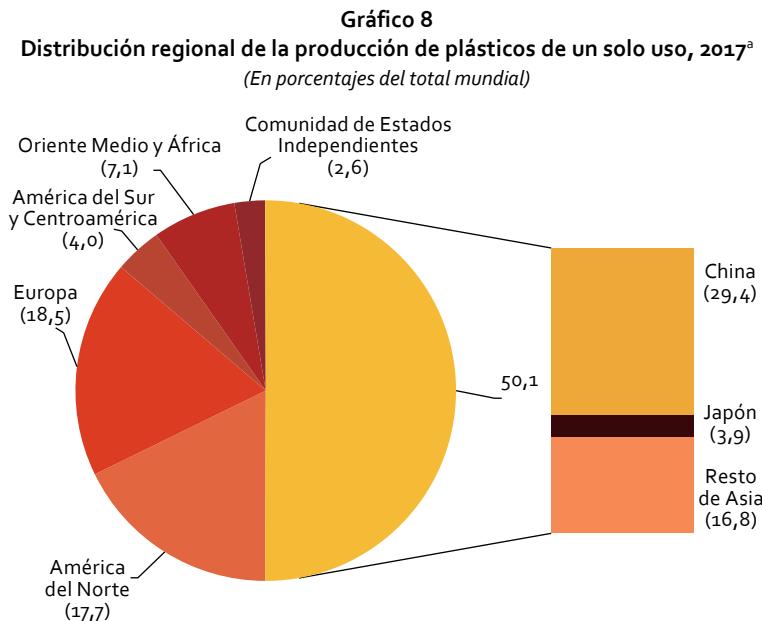
En cuanto a los hábitos de consumo, modificar la dieta y evitar el desperdicio de alimentos, ayudaría a reducir las emisiones relacionadas con este tipo de residuos. Evitar el desperdicio de alimentos a nivel domiciliario y en la cadena de suministro reduciría un 10% y un 5%, respectivamente, las emisiones relacionadas con los alimentos. Las emisiones de esta categoría podrían reducirse hasta un 60% para 2050. Las acciones en este rubro también se traducirían en posibles beneficios para los consumidores con ahorros anuales promedio en sus facturas de alimentos del 7%, o 112 dólares per cápita (Ciudades C40/Arup/Universidad de Leeds, 2019).

## 2. Plásticos

### a) Situación e impactos

Los plásticos incluyen tanto los gránulos de resina de plástico virgen, como las resinas mezcladas con numerosos aditivos para mejorar el rendimiento del material (GESAMP, 2015). El plástico es un material liviano, higiénico y resistente, que se puede moldear de diversas maneras y utilizar en una amplia gama de aplicaciones (PNUMA, 2018d). Debido a su bajo costo, versatilidad, durabilidad y alta resistencia, los plásticos se expandieron rápidamente en todo el mundo (Foro Económico Mundial/Ellen MacArthur Foundation/McKinsey & Company, 2016).

Como se muestra en el gráfico 8, América Latina tiene una participación mínima en la producción de resinas utilizadas para los plásticos de un solo uso (PNUMA, 2018d). En 2017, esta producción fue encabezada por Asia (China, Hong Kong (Región Administrativa Especial de China), Japón, provincia china de Taiwán y República de Corea), América del Norte, Oriente Medio y Europa.



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Plastics Europe, *Plastics: the Facts 2018. An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data*, Bruselas, 2019.

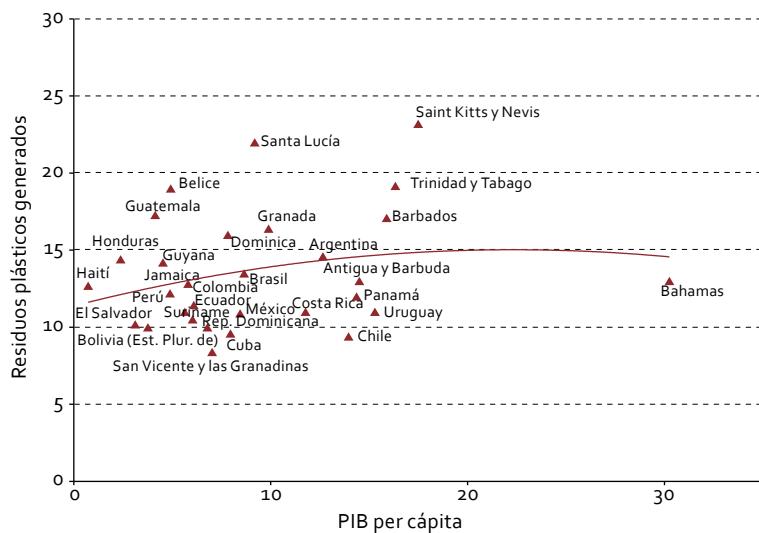
<sup>a</sup> Se incluyen datos sobre la producción de termoplásticos, poliuretanos, termoestables, elastómeros, adhesivos, recubrimientos y selladores y fibras de polipropileno. No se incluyen tereftalato de polietileno (PET), poliamidas ni fibras de poliacrilonitrilo.

La producción de plástico a nivel mundial repuntó entre 1950 y 2017, al pasar de 2 millones de toneladas a 348 millones de toneladas anuales (Plastics Europe, 2019), y sigue en aumento (Foro Económico Mundial/Ellen MacArthur Foundation/McKinsey & Company, 2016; Geyer, Jambeck y Law, 2017)<sup>5</sup>. Las proyecciones indican que la producción alcanzará las 1.124 toneladas anuales en 2050, lo que triplicará lo que se produce actualmente y representaría el 20% del consumo total de petróleo del mundo (Foro Económico Mundial/Ellen MacArthur Foundation/McKinsey & Company, 2016). Se espera que el mercado mundial de envases de plástico alcance los 269.000 millones de dólares hacia 2025. Es probable que el crecimiento de esta industria se vea impulsado por el aumento del uso de envases de plástico en productos como alimentos y bebidas, productos de cuidado personal y de cuidado del hogar, electrónica de consumo y construcción (Grand View Research, 2018).

El plástico se usa como material desechable y más del 75% de todo el plástico producido se convierte en desperdicio (Fondo Mundial en favor de la Naturaleza, 2019). En 2015, este residuo alcanzó entre 60 millones de toneladas y 99 millones de toneladas y, sin una adecuada gestión, en 2060 podría triplicarse y llegar a un valor de entre 155 millones de toneladas y 265 millones de toneladas (Lebreton y Andrade, 2019).

Los plásticos representan aproximadamente el 13% del total de los residuos generados en América Latina y el Caribe (véase el gráfico 9). De seguir las tendencias de crecimiento y sin una adecuada gestión, este tipo de residuos continuará provocando impactos ambientales importantes. Los países de la región que han dado seguimiento a los residuos plásticos dan cuenta del grave problema que representa este tipo de residuos. Por ejemplo, Costa Rica identificó que en 2014 un 25% de sus residuos sólidos generados diariamente (de los cuales 110 toneladas eran residuos plásticos) terminaban en ríos y playas (Ministerio de Salud/MINAE/PNUD, 2017).

**Gráfico 9**  
**América Latina y el Caribe: residuos plásticos generados y PIB per cápita, alrededor de 2016**  
(En porcentajes del total y miles de dólares corrientes de 2016)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial, "What a Waste Global Database", 2021 [en línea] <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/what-waste-global-database>.

<sup>5</sup> La cifra de 348 millones de toneladas anuales se refiere a producción a partir de materia prima. Incluye termoplásticos, poliuretanos, termoestables, elastómeros, adhesivos, recubrimientos y selladores y fibras de polipropileno. No incluye tereftalato de polietileno (PET), poliamidas ni fibras de poliacrilonitrilo.

Los análisis de impactos ambientales existentes indican que, en general, los plásticos que se utilizan comúnmente no son biodegradables. En consecuencia, al no descomponerse, se van acumulando en vertederos o en el medio ambiente (Barnes y otros, 2009). La durabilidad, que es la característica común de casi todos los polímeros, implica que su fragmentación y biodegradación es extremadamente lenta o imposible; por lo tanto, es preocupante la acumulación de residuos plásticos en el medio terrestre y marino. Es complejo identificar la porción de plásticos que al final de su vida útil ha llegado a los océanos (PNUMA, 2018f). Algunas estimaciones sugieren que cada año se filtran al océano al menos 8 millones de toneladas de plásticos, lo que equivale a arrojar el contenido de un camión de basura al océano por minuto. De no tomar las medidas adecuadas, esta cifra aumentaría a dos camiones por minuto en 2030 y a cuatro camiones por minuto en 2050 (Foro Económico Mundial/Ellen MacArthur Foundation/McKinsey & Company, 2016). Otros estudios estiman que en 2010, a nivel mundial pudieron haberse arrastrado al océano desde los países costeros entre 4,8 y 12,7 millones de toneladas de plásticos (Jambeck y otros, 2015). La magnitud de residuos de plástico arrastrados al océano podría aumentar hacia 2025, con cifras entre 100 y 250 millones de toneladas. En general, existe una correlación entre las fuentes de basura marina con la eficiencia del manejo de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales (Schmidt, Krauth y Wagner, 2017).

#### Recuadro 2

##### **Los residuos sanitarios plásticos generados por la pandemia de COVID-19 podrían ocasionar problemas secundarios**

Otro de los problemas que ha generado la pandemia es una crisis en la gestión de los residuos hospitalarios. En la región, los servicios asociados a la gestión de este tipo de residuos han sido heterogéneos y dependen de la capacidad de cada país. Si bien la mayoría de los países cuentan con protocolos y guías de manejo de los residuos hospitalarios acordes con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se ha podido identificar que es necesario mejorar la infraestructura para su manejo. Además, debe reconocerse la labor crucial que han desempeñado los recolectores de residuos, recicladores y trabajadores de rellenos sanitarios durante la crisis.

Los residuos sanitarios son generados principalmente en hospitales, laboratorios y centros de investigación; servicios mortuorios; bancos de sangre y residencias de ancianos, entre otros. De la totalidad de los desechos generados en estos lugares, un 80%, en promedio, corresponde a desechos comunes y un 20% es material peligroso que puede ser infeccioso, tóxico o radiactivo (OMS, 2018). La pandemia de COVID-19 podría ocasionar diversos problemas secundarios en materia de la gestión de los residuos sanitarios y su gestión. El uso de equipo de protección personal (EPP) ha aumentado significativamente entre los trabajadores de la salud y el público en general, no siempre con acceso a servicios especializados de gestión de residuos. Al respecto, se emitió una guía global para el manejo de los residuos sanitarios asociados a la pandemia (OMS/UNICEF, 2020) y se enfatizó que el manejo de residuos era un servicio público esencial (PNUMA, 2020). A modo de seguimiento, los gobiernos nacionales y municipales emitieron los protocolos correspondientes.

Según la OMS y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) (OMS/UNICEF, 2019), existen pocos datos a nivel mundial sobre el estado de situación de los servicios de gestión de desechos con que cuentan los centros de atención médica, lo que dificulta tener un panorama global y regional. Por lo tanto, es urgente sensibilizar a la población sobre el uso y manejo responsable de residuos a partir de tapabocas y guantes. La clasificación intermedia de los residuos médicos podría aumentar las tasas de infección, además de generar un riesgo alto para los trabajadores del sector informal (BAD, 2020), ya que el COVID-19 podría llegar a vivir hasta siete días en la capa externa de una máscara quirúrgica (~0,1% del inóculo original) (Chin y otros, 2020), por lo tanto, puede representar un foco de contagio.

El incremento significativo de los residuos sanitarios originado por el COVID-19 dificulta su eliminación, particularmente en lugares donde existe una limitada infraestructura para el manejo de este tipo de residuos. En Wuhan (China), que fue el epicentro de la pandemia, se llegaron a generar hasta 256,5 toneladas diarias de desechos médicos en abril de 2020, cinco veces más de lo que se generaba antes de la pandemia (por lo que tuvieron que transferir parte de estos residuos a ciudades cercanas para su eliminación) (Jiangtao y Zheng, 2020). En algunas regiones de España se cuadruplicaron los residuos generados por los hospitales durante la pandemia (ARC, 2020), lo que hizo que se debieran enfrentar escenarios complejos respecto de qué tipo de eliminación utilizar (Agencia EFE, 2020). En tanto, se estima que con la pandemia los Estados Unidos producirían un volumen mensual de 2,5 millones de toneladas de desechos médicos, por lo que en dos meses se generaría lo equivalente a un año (Cutler, 2020). Cabe mencionar que en algunos hospitales de Europa y los Estados Unidos se han reutilizado los equipos de protección personal de un solo uso tras una estricta esterilización mediante autoclave o tratamientos químicos, lo que podría ayudar a reducir la cantidad de desechos médicos producidos.

## Recuadro 2 (conclusión)

Algunas estimaciones indican que, en promedio, una persona infectada con COVID-19 en los países asiáticos genera 3,4 kg de residuos médicos por día (BAD, 2020). En México una persona infectada genera, en promedio, de 2 kg a 2,2 kg por día de residuos biológico-infeciosos no anatómicos (guantes, batas, lentes y tapabocas) considerados como peligrosos (Méndez, 2020). Ante este incremento surge la duda respecto de qué tipo de tratamiento utilizar para la eliminación de estos desechos. El tratamiento y la evacuación de desechos sanitarios puede tener riesgos indirectos para la salud. Por ejemplo, para la incineración de desechos se debe considerar solo materiales que se prestan a este tipo de tratamiento, de lo contrario, se liberan a la atmósfera agentes contaminantes y se resalta que “si se someten a incineración productos que contienen cloro, estos pueden liberar dioxinas y furanos, sustancias que son cancerígenas para el ser humano y han sido asociadas a diversos efectos perjudiciales para la salud” (OMS, 2018).

Un problema adicional es que los residuos sanitarios contienen elementos plásticos que no son reciclables. Ante una mayor demanda de guantes y mascarillas, y considerando la emergencia sanitaria en diversos países europeos y en los Estados Unidos, se han generado presiones para que se retrase la entrada en vigor de las reglamentaciones de prohibición del plástico de un solo uso (Scaraboto, Joubert y Gonzalez-Arcos, 2020; McVeigh, 2020). A mediados de 2021, la crisis epidemiológica aún no termina y diversos países en América Latina y el Caribe atraviesan por las que podrían ser las peores semanas debido al aumento de contagios, por lo que aún no hay cifras oficiales de la cantidad de residuos sanitarios generados. Esta pandemia debería verse como una oportunidad para mirar la importancia del manejo de los residuos y la infraestructura hospitalaria y de salud, reforzar los instrumentos de responsabilidad extendida del productor y considerar el papel de la innovación para disminuir los volúmenes de desechos médicos.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Agencia de Residuos de Cataluña (ARC), “La Agencia de Residuos de Cataluña ha establecido diferentes opciones para tratar los residuos sanitarios en el periodo COVID-19”, Barcelona, 15 de abril de 2020 [en línea] <http://residus.gencat.cat/es/actualitat/noticies/detail/residus-sanitaris-COVID19-00001>; Agencia EFE, “Basura COVID, ¿quema o vertedero?”, Madrid, 6 de mayo de 2020 [en línea] <https://www.efe.com/efe/america/destacada/basura-covid-quema-o-vertedero/2000065-4239458>; Banco Asiático de Desarrollo (BAD), “Managing infectious medical waste during the COVID-19 pandemic”, Mandaluyong, 2020 [en línea] <https://events.development.asia/system/files/materials/2020/04/202004-managing-infectious-medical-waste-during-covid-19-pandemic.pdf>; A. Chin y otros, “Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions”, *The Lancet Microbe*, vol. 1, N° 1, Ámsterdam, Elsevier, mayo de 2020; S. Cutler, “Mounting medical waste from COVID-19 emphasizes the need for a sustainable waste management strategy”, Frost & Sullivan, Santa Clara, 16 de abril de 2020 [en línea] <https://ww2.frost.com/frost-perspectives/managing-the-growing-threat-of-covid-19-generated-medical-waste/>; S. Jiangtao y W. Zheng, “Coronavirus: China struggling to deal with mountain of medical waste created by epidemic”, *South China Morning Post*, Hong Kong, 5 de marzo de 2020 [en línea] <https://www.scmp.com/news/china/society/article/3065049/coronavirus-china-struggling-deal-mountain-medical-waste-created>; K. McVeigh, “Rightwing thinktanks use fear of Covid-19 to fight bans on plastic bags”, *The Guardian*, Londres, 27 de marzo de 2020 [en línea] <https://www.theguardian.com/environment/2020/mar/27/rightwing-thinktanks-use-fear-of-covid-19-to-fight-bans-on-plastic-bags>; E. Méndez, “COVID-19 genera 350 toneladas de desechos peligrosos; un paciente más de 2 kilos”, *Excelsior*, 27 de abril de 2020 [en línea] <https://www.excelsior.com.mx/nacional/covid-19-genera-350-toneladas-de-desechos-peligrosos-un-paciente-mas-de-2-kilos/1378449>; Organización Mundial de la Salud (OMS), “Desechos de las actividades de atención sanitaria”, 8 de febrero de 2018 [en línea] <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>; Organización Mundial de la Salud (OMS)/Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), “Agua, saneamiento, higiene y gestión de desechos en relación con el SARS-CoV-2, el virus causante de la COVID-19: orientaciones provisionales”, Ginebra, 29 de julio de 2020 [en línea] [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333807/WHO-2019-nCoV-IPC\\_WASH-2020.4-spa.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333807/WHO-2019-nCoV-IPC_WASH-2020.4-spa.pdf); Organización Mundial de la Salud (OMS)/Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), *WASH en los establecimientos de salud: informe de referencia internacional 2019*, Ginebra, 2019; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), “La gestión de residuos es un servicio público esencial para superar la emergencia de COVID-19”, Ginebra, 24 de marzo de 2020 [en línea] <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/la-gestion-de-residuos-es-un-servicio-publico-esencial>; D. Scaraboto, A. Joubert y C. Gonzalez-Arcos, “Single-use plastic in the pandemic: how to stay safe and sustainable”, Foro Económico Mundial, 29 de abril de 2020 [en línea] <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/plastic-packaging-coronavirus-crisis/>.

En diversos ecosistemas, tales como el fondo de la fosa de las Marianas (Geyer, Jambeck y Law, 2017), el hielo marino del Ártico (Peeken y otros, 2018) y el hielo de los Alpes suizos (con presencia de microplásticos) (Bergmann y otros, 2019), se ha identificado la existencia de residuos plásticos. Estos residuos se acumulan en los ecosistemas y pueden incluso trasladarse a otras partes del mundo por medio de los giros oceánicos (Halpern y otros, 2008). Recientemente se identificó el nivel de microplásticos localizados en el fondo marino, que alcanza hasta 1,9 millones de piezas por metro cuadrado (Kane y otros, 2020), lo que representa casi el 1% de los millones de toneladas de plástico que ingresan a los océanos del mundo cada año (Jambeck y otros, 2015). Este estudio da cuenta de que los puntos críticos de biodiversidad de las profundidades marinas también podrían ser puntos críticos de microplásticos. Se espera que la profundización de estos análisis permita predecir puntos críticos e investigar el impacto en la vida marina.

También se han encontrado rastros de residuos plásticos en alimentos y bebidas, por lo que una persona promedio podría ingerir unos 5 gramos de plástico a la semana, lo que equivale al contenido de una tarjeta de crédito (Senathirajah y Palanisami, 2019)<sup>6</sup>.

#### b) Oportunidad

Un 95% del valor del material de empaque de plástico (de 80.000 a 120.000 millones de dólares anuales) se pierde después de un breve primer uso. A nivel mundial, solo el 14% de los envases de plástico se recolectan para reciclar (Foro Económico Mundial/Ellen MacArthur Foundation/McKinsey & Company, 2016).

Respecto de las alternativas a los plásticos, la industria utiliza almidón o proteína de plantas como la caña de azúcar para generar los materiales básicos de hidrocarburos necesarios para crear bioplásticos. Sin embargo, la producción de bioplásticos es más costosa. Por ejemplo, una caja de hamburguesas hecha de caña de azúcar es casi dos veces más cara que una de poliestireno. Un tenedor desechable biodegradable hecho de fécula cuesta 3,5 veces más que uno de plástico blanco básico (Gray, 2018). Se estima que los costos ambientales serían cinco veces mayores para la industria de los refrescos si se usaran envases de vidrio, estaño o aluminio, por lo que estos costos se trasladarían a los consumidores. Por otra parte, se ha estudiado reducir un 30% la cantidad de plástico utilizada en los envases de alimentos y refrescos en América del Norte y Europa, lo que implicaría rebajas de 7.300 millones de dólares al año en costos ambientales totales, además de descensos de 28 toneladas por año en las emisiones de gases de efecto invernadero (Lord, 2016).

El Foro Económico Mundial/Ellen MacArthur Foundation/McKinsey & Company (2016) recomienda como necesarios el reciclaje y la reutilización para desacoplar el uso de envases de plástico del consumo de materias primas basadas en fósiles. Incluso si las tasas de reciclaje globales aumentaran más del 55%, la materia prima virgen para la producción de plásticos se duplicaría hacia 2050. Por lo tanto, se sugiere que la industria del plástico considere acciones concertadas respecto del rediseño y la convergencia de materiales, formatos y sistemas con posterioridad al uso a través de un protocolo global de plásticos, la habilitación de mercados secundarios y la innovación en tecnología y materiales podrían permitir capturar una parte significativa.

### 3. Papel y cartón y vidrio

#### a) Situación e impactos

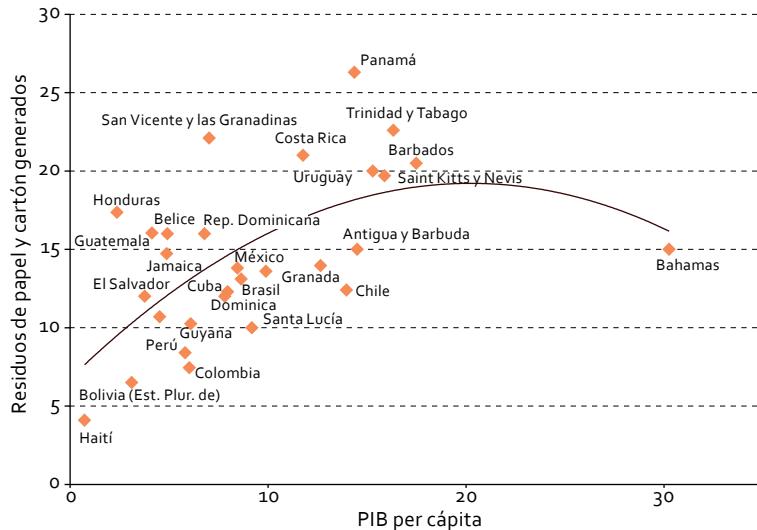
Dentro de la categoría de residuos reciclables secos están el plástico, el papel y el cartón, el metal y el vidrio, que a nivel mundial representan un 38% de los residuos (Kaza y otros, 2018). Estas son cifras muy similares a las que se presentan en los países de América Latina y el Caribe (véanse los gráficos 10 y 11).

La generación de residuos de papel y cartón en los países de la región también presenta un comportamiento relacionado con el ingreso de la población. Los residuos asociados al papel en la composición total de residuos ascienden al 5% en los países con un nivel de ingreso más bajo, al 23% en los países de alto ingreso, y oscila entre el 15% y el 16% en los países con un nivel de ingresos medio-bajo, respectivamente (PNUMA, 2018e).

En América Latina y el Caribe, el papel, el cartón y el vidrio son los materiales que más se reciclan después del plástico. Por lo tanto, dedicar más esfuerzos a su reciclaje podría permitir la recuperación de mayores cantidades.

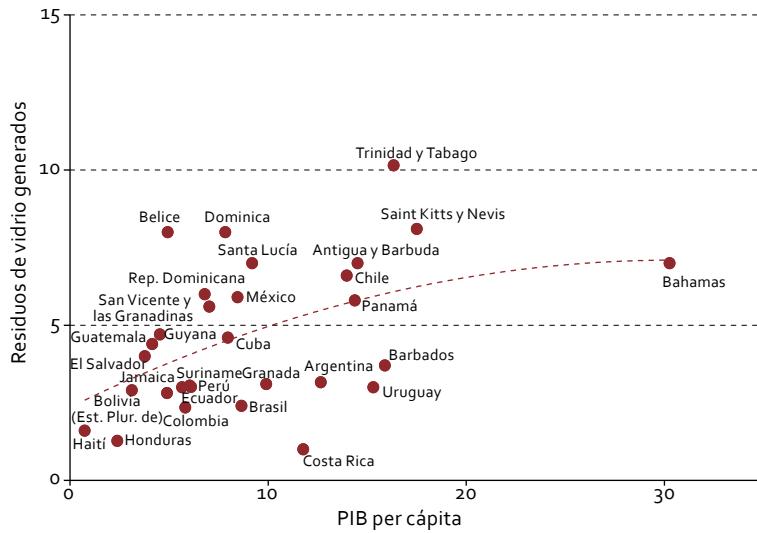
<sup>6</sup> De un total de 52 estudios, 33 analizaron el consumo de plástico a través de alimentos y bebidas. Estos estudios destacaron una lista de alimentos y bebidas comunes que contienen microplásticos, como agua potable (del grifo y embotellada), cerveza, mariscos y sal.

**Gráfico 10**  
**América Latina y el Caribe (30 países): residuos de papel y cartón generados y PIB per cápita, alrededor de 2016**  
*(En porcentajes del total de residuos y miles de dólares corrientes de 2016)*



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial, "What a Waste Global Database", 2021 [en línea] <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/what-waste-global-database>.

**Gráfico 11**  
**América Latina y el Caribe (30 países): residuos de vidrio generados y PIB per cápita, alrededor de 2016**  
*(En porcentajes del total de residuos y miles de dólares corrientes de 2016)*



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial, "What a Waste Global Database", 2021 [en línea] <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/what-waste-global-database>.

La producción de papel para escritura e impresión ha mostrado una tendencia creciente a nivel mundial, pero en 2018, como resultado del desarrollo de la tecnología digital, esta tasa se redujo un 4%, el nivel más bajo desde 1996 (FAO, 2020). Parte de los impactos ambientales de este tipo de residuos es que para la producción del papel y cartón se usan recursos renovables que están estrechamente vinculados

a la tala de árboles, lo que reduce la absorción de CO<sub>2</sub>. Por lo tanto, reciclar una tonelada de papel ahorra 4.100 kWh de energía, 1.720 litros de aceite, 32.000 litros de agua y la tala de 17 árboles, lo que evita la emisión de 27 kg de contaminantes del aire. Quemar una tonelada de papel generará 750 kg de dióxido de carbono (BIR, 2020; Magnaghi, 2015).

#### b) Oportunidad

En general, la industria de papel reciclado ha mejorado la clasificación y separación de impurezas mediante el uso de maquinaria, pero esto conlleva costos que en algunos casos pueden ser mayores que los beneficios. En tales circunstancias, y cuando los materiales originales tienen altos niveles de contaminación, estos deberían destinarse solo a recuperación térmica en plantas apropiadas y no introducirse en los flujos normales de reciclaje. Debe identificarse la introducción de algunos tipos de contaminantes, como tintas, adhesivos insolubles y sustancias resistentes a la humedad (Magnaghi, 2015).

La exportación de papel y cartón usado es un sector que se podría desarrollar en la región. En 2013, el total de papel recuperado fue del 1,1% en todo el sector.

## E. Residuos especiales

### 1. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos<sup>7</sup>

#### a) Situación e impactos

Además de los residuos sólidos domiciliarios existen otras categorías de residuos de los que hay pocos datos en la región. Este es el caso de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), cuya participación ha ido aumentando notoriamente entre los residuos sólidos. Sus tasas de crecimiento se deben a las continuas innovaciones tecnológicas, los ciclos cortos de vida de los aparatos y la creciente demanda de los consumidores (Johnson y Fitzpatrick, 2014)<sup>8</sup>.

A 2019 se generaron 53,6 millones de toneladas anuales de residuos electrónicos en el mundo, equivalentes a 7,3 kg/habitante, de los cuales se recicló solo el 17,4%. En 2030 se espera que el total de residuos electrónicos generados será de 74,7 millones de toneladas, o sea, 9 kg/habitante y con una tasa de crecimiento anual de 3,1% a nivel global variando en cada continente (Forti y otros, 2020). En particular, el creciente uso de equipos de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) lleva a una rápida proliferación de residuos electrónicos, ya que estos equipos se convierten en residuos después de un tiempo de uso o al final de su vida útil.

Los aparatos eléctricos y electrónicos tienen un alto impacto en el ambiente, debido a su ciclo de vida, ya sea durante su manufactura, distribución, uso y manejo posconsumo. Por ello, la gestión de sus residuos es una oportunidad para obtener mejoras ambientales y también económicas. Los RAEE suelen clasificarse en seis grandes categorías (véase el cuadro 4).

<sup>7</sup> Esta sección se basa en Clerc y otros (2021).

<sup>8</sup> En la literatura inglesa se encuentra el término e-waste (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos o desechos electrónicos) que incluye a todos los aparatos desecharados, tanto aparatos electrónicos descartados como susceptibles de ser reutilizados. Se considera importante distinguir los equipos destinados a eliminación o reciclaje de los reutilizables, ya que todo lo relacionado con la exportación aún está en discusión entre los firmantes del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación.

**Cuadro 4**  
**Categorías usuales para la clasificación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)**

Categoría	Ejemplos
Aparatos de refrigeración y congelación	Refrigeradores, congeladores, equipos de aire acondicionado, bombas de calor.
Monitores y pantallas	Televisores, monitores, computadores portátiles, tabletas.
Lámparas	Lámparas fluorescentes, descarga, LED.
Grandes aparatos	Lavadoras, secadoras, lavavajillas, cocinas eléctricas, fotocopiadoras, grandes impresoras, paneles fotovoltaicos.
Pequeños aparatos	Aspiradoras, hornos microondas, tostadoras, hervidores eléctricos, afeitadoras eléctricas, calculadoras, aparatos de radio, cámaras, juguetes eléctricos y electrónicos, pequeñas herramientas eléctricas y electrónicas, pequeños dispositivos médicos, pequeños instrumentos de supervisión y control.
Pequeños aparatos de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)	Teléfonos móviles, dispositivos del sistema mundial de determinación de posición (GPS), calculadoras de bolsillo, computadoras personales, impresoras, teléfonos.

Fuente: C. Baldé y otros, *The Global E-waste Monitor 2014: Quantities, Flows and Resources*, Bonn, Universidad de las Naciones Unidas (UNU), 2015.

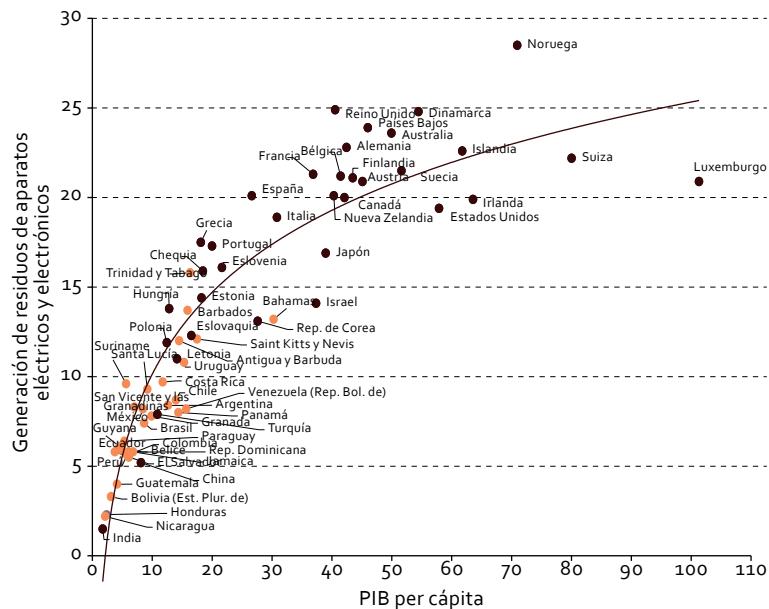
La contribución de cada grupo social y de cada país a la generación de residuos eléctricos y electrónicos está correlacionada con el nivel de ingreso. Los países de ingresos medios generan un volumen de residuos electrónicos cinco veces menor que los países con altos ingresos (Banco Mundial, 2021a). Europa es el segundo mayor generador de residuos electrónicos por habitante a nivel mundial, con un promedio de 16,6 kg/hab, pero tiene la tasa de recuperación más alta (35%). En América Latina se generaron 4.000 kilotoneladas (kt) de residuos electrónicos en 2014 y para 2018 se estima que se produjeron 4.800 kt (UNU-IAS, 2015). La región muestra un mayor crecimiento de los RAEE que el promedio mundial. Entre 2009 y 2018 se estimó un crecimiento del 70%, mientras que el crecimiento esperado en el mundo era del 55% (Schuster-Wallace, Wild y Metcalfe, 2015).

En 2019, el Estado Plurinacional de Bolivia fue el país con la menor cifra de generación de RAEE por persona, mientras que las Bahamas y otros países del Caribe fueron los que más produjeron este tipo de residuos en la región (Forti y otros, 2020). En promedio, en 2019 se generaron 8,8 kg de residuos electrónicos por persona en América Latina y el Caribe (Clerc y otros, 2021), cifra ligeramente superior a la media mundial que fue de 7,3 kg por persona (Forti y otros, 2020). El Uruguay, Chile y la Argentina también generan una importante cantidad de RAEE en términos per cápita (véase el gráfico 12).

La mayoría de los residuos electrónicos generados en la región en 2014 fueron equipos pequeños (1.175 kt) y equipos grandes (991 kt) (véase el gráfico 13). Cada componente de los RAEE incluye diversos metales como cobre, hierro, níquel, estaño, aluminio, zinc, oro, plata, paladio, litio o rutenio, que pueden utilizarse varias veces como materia prima en procesos productivos.

La creciente cantidad de residuos electrónicos, así como su potencial de contaminación ambiental y su reciclaje, deben ser temas a considerar por parte de los países en rápido desarrollo (Kaza y otros, 2018). En las zonas de disposición final se debe evaluar el reciclaje adecuado de los RAEE para disminuir su presencia y tener un menor riesgo de exposición de la población, así como también una contaminación más baja de los cursos de agua, el suelo y el aire. Esto permitiría, además, transformar la extracción tradicional de materias primas, aprovechando la valoración de estas materias presentes en los RAEE y reduciendo el impacto en el entorno, el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero.

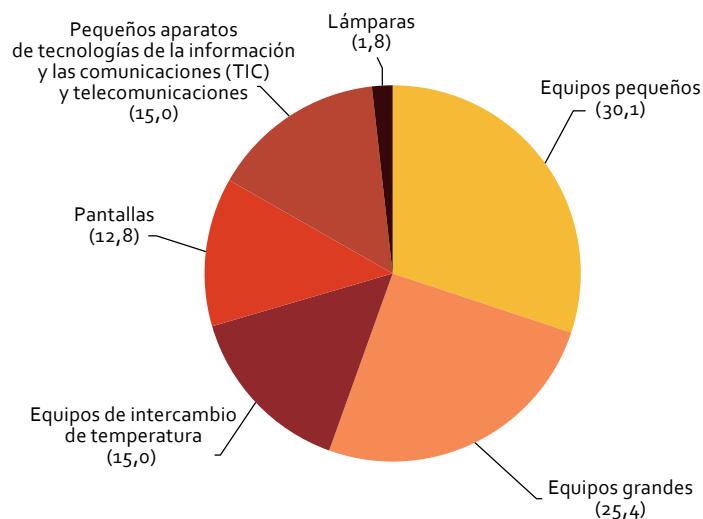
**Gráfico 12**  
**América Latina y el Caribe, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), China e India:**  
**generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y PIB per cápita, 2016**  
*(En kg/hab/año y miles de dólares a precios corrientes)*



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de C. Baldé y otros, *Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2017: cantidades, flujos, y recursos*, Tokio, Universidad de las Naciones Unidas (UNU), 2017; Banco Mundial, Indicadores del desarrollo mundial [base de datos en línea] <https://databank.bancomundial.org/reports.aspx?source=world-development-indicators>; Instituto de Estudios Avanzados de la Universidad de Naciones Unidas (UNU-IAS), *eWaste en América Latina: análisis estadístico y recomendaciones de política pública*, Tokio, 2015.

Nota: El dato de Haití está tomado de UNU-IAS (2015).

**Gráfico 13**  
**América Latina: composición del total de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos generados, 2014**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Instituto de Estudios Avanzados de la Universidad de Naciones Unidas (UNU-IAS), *eWaste en América Latina: análisis estadístico y recomendaciones de política pública*, Tokio, 2015.

En cada país, la valoración de los RAEE está estrechamente relacionada con el tipo de residuo y tecnología de tratamiento disponibles. Por ello, es relevante asegurar mínimos viables de material para garantizar la rentabilidad de las inversiones en estas tecnologías. En general, en 2016 se estimó, a nivel mundial, que el valor de las materias primas incluidas en los RAEE era de 55.000 millones de euros considerando plásticos y metales como oro, plata, cobre, platino y paladio, entre otros (Baldé y otros, 2017). Los RAEE son fuente de metales de alto valor, por lo que su reciclaje representa una oportunidad económica (véase el recuadro 3).

**Recuadro 3**  
**Chile, Colombia y Perú: valoración del potencial de reciclaje de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos**

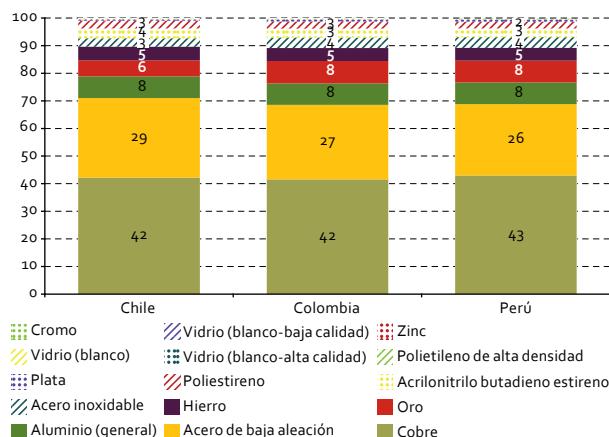
Un análisis de escenarios de generación y de metas de recolección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) permitió valorar el potencial de reciclaje de estos residuos en los casos de Chile, Colombia y el Perú.

Con respecto a las proyecciones de generación de RAEE, se estimó que para 2030 Colombia sería el país que más generaría (302.342 toneladas), seguido de Chile (232.901 toneladas) y el Perú (189.900 toneladas). Para el período 2020-2030 la tasa de crecimiento promedio anual de generación para los tres países sería del 3,4%, en línea con el rango del 3% al 4% proyectado en la literatura.

Además, para cada país se simularon tres escenarios con metas de recolección para 2030, de la más conservadora (escenario 1, con tasas de recolección como las de España y Grecia, en torno al 30%) a la más exigente (escenario 3, similar a la recolección de Finlandia (59,1%) y Suiza (61,2%)).

A partir del proceso de reciclaje de los RAEE, y sobre la base de los precios de venta de cada material, se determinan los insumos más rentables. Los beneficios agregados obtenidos del proceso de valoración de materiales (sin considerar los costos de procesamiento) provienen principalmente del cobre y el acero, seguidos del aluminio, el oro y el hierro (véase el gráfico).

**Chile, Colombia y Perú: beneficios económicos de valorizar materiales, escenario 1, 2020-2030**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de J. Clerc y otros, "Reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: valorización de metales y su relación con la actividad extractiva", serie *Medio Ambiente y Desarrollo*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021, en prensa.

Si a los beneficios antes señalados se agregan los costos totales para valorizar los RAEE (transporte, recolección, trituración, clasificación, reciclaje y recuperación, entre otros), se obtienen escenarios de recolección con costos netos positivos. En el cuadro se aprecian los costos netos para cada país y cada escenario de recolección (para Chile, por ejemplo, el reciclaje en el escenario 1 tiene un costo neto de 65,2 millones de dólares).

Sobre el empleo generado, en la literatura se estima que por cada 1.000 toneladas de RAEE reciclados por año, se generan 40 empleos relacionados con recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, medición y control, entre otras tareas. Para los escenarios evaluados, la generación de empleo estaría directamente relacionada a las metas establecidas. De este modo, hacia 2030, en un escenario óptimo, la cantidad de empleos generados en Chile, Colombia y el Perú podría llegar a 6.006, 7.442 y 4.448 puestos de trabajo, respectivamente.

## Recuadro 3 (conclusión)

**Chile, Colombia y Perú: proyecciones de valorización, creación de empleos y tasas de recolección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) hacia 2030 en tres escenarios**

País/escenario	Tasas de recolección hacia 2030 (en porcentajes)			Valor presente de los costos netos de gestión de RAEE (en miles de dólares)			Creación de empleos directos e indirectos hacia 2030 (en número de empleados)		
	ESC 1	ESC 2	ESC 3	ESC 1	ESC 2	ESC 3	ESC 1	ESC 2	ESC 3
Chile	29,2	47,4	64,5	65 227	113 554	157 879	2 722	4 418	6 006
Colombia	27,9	45,0	61,5	88 358	149 877	199 813	3 369	5 437	7 442
Perú	26,4	42,5	58,6	50 123	85 639	118 893	2 008	3 226	4 448

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de J. Clerc y otros, "Reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: valorización de metales y su relación con la actividad extractiva", serie *Medio Ambiente y Desarrollo*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021, en prensa.

Al desglosar las categorías de RAEE evaluadas, se observa que únicamente los "pequeños equipos de informática y telecomunicaciones" presentan beneficios netos positivos, principalmente por su alto contenido de oro. Esto ocurre solo en esta categoría, por lo que la valorización de otro tipo de categoría requeriría de un financiamiento adicional.

Cabe destacar que para la correcta implementación de la gestión integral de RAEE se necesitan diversas condiciones, tales como: i) inclusión de la ley de responsabilidad extendida del productor (REP) en los marcos normativos, ii) responsabilidades de los actores involucrados, iii) definición y establecimiento de metas de recolección, y iv) mecanismos de financiamiento.

El desarrollo de sistemas de gestión de reciclaje de los RAEE genera la oportunidad de crear nuevas empresas y empleos, además de incrementar la concientización social. El establecimiento de metas de reciclaje de RAEE exige inversión para construir y habilitar plantas de pretratamiento.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de J. Clerc y otros, "Reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: valorización de metales y su relación con la actividad extractiva", serie *Medio Ambiente y Desarrollo*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021, en prensa.

Un alto porcentaje de los materiales valiosos en los RAEE se pierde por la imperfección de los procesos de separación y tratamiento, lo que se traduce en una menor disponibilidad de materiales reincorporados en nuevos ciclos productivos. Por lo tanto, uno de los mayores desafíos es crear y fortalecer sistemas nacionales de reciclaje. A su vez, es necesario promover el diseño óptimo de los aparatos eléctricos y electrónicos para facilitar los procesos de desarmado, reutilización y recuperación de los componentes (UNU-IAS, 2015).

### b) Oportunidad

El desarrollo de sistemas de gestión de reciclaje de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos genera la oportunidad de crear nuevas empresas y empleos, además de incrementar la concientización social. Es importante recalcar que el incumplimiento de las medidas de seguridad necesarias conllevaría a potenciales problemas de salud derivados del trabajo de manipulación y separación de elementos de los RAEE. En la literatura también se estima (véase el cuadro 5) que por cada 1.000 toneladas de RAEE reciclados por año se generan 40 empleos relacionados a labores de recolección, transporte, almacenamiento, pretratamiento, tratamiento, medición y control, entre otras (Gray, Jones y Percy, 2004).

En 2019, el 71% de la población mundial estaba al amparo de algún tipo de legislación nacional en materia de manejo de residuos eléctricos y electrónicos, pero esta cifra se debe tomar con cautela. Aunque estas políticas sean de carácter vinculante desde el punto de vista jurídico, deben aplicarse correctamente e ir acompañadas de metas factibles (Forti y otros, 2020). Por lo tanto, los sistemas de gestión deben incluir el apoyo de: i) una política de responsabilidad extendida del productor, ii) un marco normativo que define los actores involucrados y sus responsabilidades, iii) la definición de artefactos afectos a las leyes y normativas de reciclaje, y iv) el desarrollo de sistemas de gestión asociados con industrias específicas, entre otros.

**Cuadro 5**  
Reino Unido: nuevos empleos a partir del reciclaje de materiales

Material	Recolección y pretratamiento por 1.000 toneladas de residuos	Tratamiento por 1.000 toneladas de residuos	Nuevos empleos por 1.000 toneladas de residuos
Plástico	15,6	0	15,6
Papel	2,6	1,9	3,5
Vidrio (mezclado)	0,33	0,42	0,75
Vidrio (separado)	0,60	0,42	0,75
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	40,0	-	40,0
Muebles (no RAEE)	13,6	-	13,6
Aluminio	11,0	0	11,0
Acero	5,4	0	5,4

Fuente: A. Gray, A. Jones y A. Percy, *Jobs from Recycling: Report on Stage II of the Research*, Londres, South Bank University, 2004.

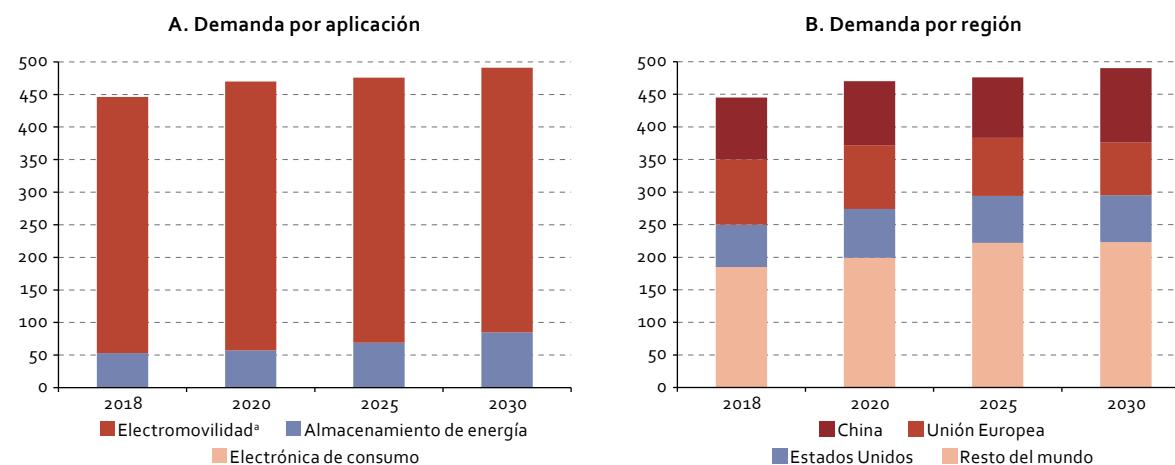
Además, se deben adoptar medidas para mejorar la tasa de reciclaje y aumentar la información disponible, ya que solo 41 países tienen estadísticas oficiales de residuos electrónicos (Baldé y otros, 2017). Por ello, es necesario dar seguimiento a la movilidad de los residuos a nivel internacional, ya que las estadísticas sobre importaciones y exportaciones de equipos usados y residuos electrónicos no existen o son de baja calidad en la mayoría de los países.

## 2. Baterías de plomo y litio

### a) Situación e impactos

Las baterías se ubican dentro del grupo de los residuos peligrosos domiciliarios. Este tipo de residuos y sus componentes varían, entre otros factores, en virtud del estrato social y de la ubicación y el tamaño de la localidad (PNUMA, 2018e). En 2018, la demanda mundial de baterías de plomo ácido provenía al menos en un 65% de la industria automotriz y el resto para otros usos industriales. Se estima que estas baterías seguirán empleándose en la manufactura de autos por más tiempo, incluso el mercado seguirá en aumento (véase el gráfico 14) pero a un ritmo menor en comparación al mercado de las baterías de litio (Foro Económico Mundial, 2019).

**Gráfico 14**  
Demanda mundial de baterías de plomo, por aplicación y región, 2018, 2020, 2025 y 2030  
(En GWh)

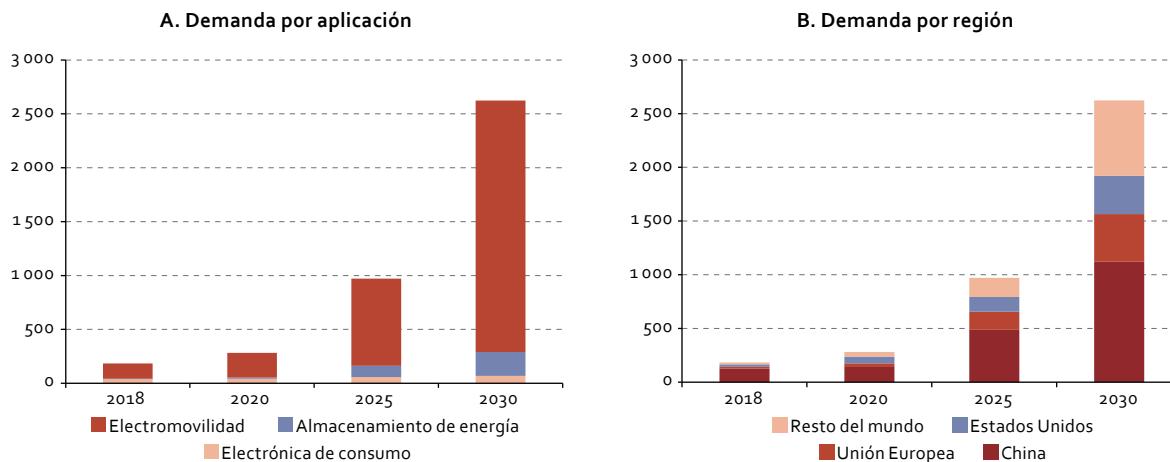


Fuente: Foro Económico Mundial, "A vision for a sustainable battery value chain in 2030: unlocking the full potential to power sustainable development and climate change mitigation", *Insight Report*, Ginebra, septiembre de 2019.

<sup>a</sup> La electromovilidad incluye aplicaciones industriales.

La demanda de baterías de litio, en tanto, aumentó un 30% anual entre 2010 y 2018 y se espera que siga creciendo a una tasa anual del 25% hacia 2030 (véase el gráfico 15). La electrificación del transporte y de las redes eléctricas serán los principales impulsores de estas proyecciones. A nivel mundial, en 2030 el 60% de la demanda de este tipo de baterías provendrá de los automóviles de pasajeros y un 23% vendrá de los vehículos comerciales. El consumo de baterías de litio es muy bajo en América Latina y el Caribe, mientras que China es —y seguirá siendo— el mercado más grande a nivel mundial, con un 43% del consumo (Foro Económico Mundial, 2019).

**Gráfico 15**  
**Demanda mundial de baterías de litio, por aplicación y región, 2018, 2020, 2025 y 2030**  
*(En GWh)*



Fuente: Foro Económico Mundial, "A vision for a sustainable battery value chain in 2030: unlocking the full potential to power sustainable development and climate change mitigation", *Insight Report*, Ginebra, septiembre de 2019.

Las proyecciones para 2030 indican que la demanda mundial incrementará hasta 14 veces la capacidad de las baterías para los vehículos eléctricos para satisfacer las demandas de los consumidores y la promesa de una economía baja en carbono. Con estas proyecciones se alcanzarían 2.600 Gw en 2030.

Debido al probable incremento de las baterías de litio y plomo en la región, es necesario profundizar el análisis de los materiales de este tipo de residuos y monitorear la implementación de sistemas adecuados de acopio y manejo de residuos peligrosos. Sin el debido manejo, estos residuos pueden ocasionar diversos problemas al mezclarse con otros materiales e incrementar el riesgo para los operadores de los sistemas de manejo de residuos (PNUMA, 2018e).

Los residuos de las baterías de plomo pueden provocar impactos ambientales y de salud derivados de la exposición a este elemento, lo que tiene consecuencias sobre el desarrollo neurocognitivo en los niños y se asocia a un mayor riesgo de hipertensión en los adultos. El plomo también tiene efectos tóxicos en los aparatos reproductor y endocrino (OMS, 2017). Estos impactos pueden generar altos costos, por ejemplo, el impacto en el desarrollo neurológico por exposición al plomo en la infancia representó el 1,2% del PIB mundial en 2011. A nivel regional, el costo estimado fue del 4,03% del PIB en América Latina y el Caribe, del 2,04% en África y del 1,88% en Asia (Attina y Trasande, 2013).

La legislación respecto del manejo de las baterías es variada en la región. Al mes de septiembre de 2019, se identificaron cuatro países (Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile y Paraguay) con leyes que contemplan la regulación de las baterías. En tanto, la Argentina, Guatemala y el Uruguay tienen proyectos de ley en consideración, y ocho países cuentan con decretos, normas o proyectos de ley en evaluación.

Además, un elemento crucial a considerar en el marco de la gestión de los residuos peligrosos, dentro de los que se identifican las baterías, es cuando estos residuos se exportan ilegalmente a otros países con menor desarrollo. En las últimas décadas, la escala de las exportaciones de residuos y las rutas utilizadas van en paralelo a las principales rutas de envío mundiales (PNUMA, 2019a).

La Organización Internacional de Policía Criminal (INTERPOL, 2017) identificó en América Latina al menos cuatro casos penales de residuos peligrosos enviados desde Europa al Brasil, Jamaica, México y la República Dominicana. También se descubrió que México exporta residuos peligrosos a los Estados Unidos, con 16 casos detectados a lo largo de la frontera entre México y el estado de California (Estados Unidos). En una ocasión, se impidió exportar ilegalmente baterías peligrosas desde la Guayana Francesa al Brasil. El informe concluyó que previo a esta investigación, no se disponía de información sobre delitos relacionados con los residuos en América Latina, por lo que es necesario realizar otras investigaciones.

#### b) Oportunidad

Se considera que las baterías en general podrían jugar un papel importante en la reducción de gases de efecto invernadero y facilitar el cumplimiento de las metas del Acuerdo de París. Desde una perspectiva de economía circular mundial, las baterías podrían facilitar las reducciones en torno a un 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero requeridas hacia 2030 en el sector de transporte y energía. Además, al transformar la cadena de valor de las baterías se podrían crear 10 millones de empleos nuevos y 150.000 millones de dólares en valor económico adicional. También se proporcionaría acceso a electricidad a 600 millones de personas, lo que reduciría un 70% la brecha de personas sin electricidad (Foro Económico Mundial, 2019).

Sin embargo, el Foro Económico Mundial (2019) ha expresado que para pasar de una cadena de valor lineal a una cadena de valor circular de las baterías se deben aprovechar más las baterías mientras están en uso y extraer el valor al final de su vida útil. Además, indica que es necesario prestar atención a cinco áreas prioritarias que habilitan las acciones clave de la economía circular: i) la movilidad eléctrica compartida; ii) estaciones de carga inteligentes y conexión de vehículos a la red; iii) reparación y rehabilitación; iv) reutilización (segunda vida), y v) reciclaje. También es necesario dar seguimiento a la trazabilidad de los datos y la tecnología digital, recuperar los materiales y transportarlos a través de las fronteras. La disponibilidad de datos también ayudará a verificar el cumplimiento de los derechos y las responsabilidades sociales y ambientales en toda la cadena de valor de la batería, y a facilitar su gestión óptima hasta el final de su vida útil.

## 3. Neumáticos

#### a) Situación e impactos

En general, un neumático de un auto de pasajeros contiene un 85% de hidrocarburos, entre un 10% y un 15% de hierro (en las cintas de alambre y acero) y una variedad de componentes químicos. En 1995 se usaba en los neumáticos un 2% de material reciclado, pero actualmente el uso de caucho reciclado ha disminuido, ya que algunos de sus componentes tienen un impacto negativo en el rendimiento (por ejemplo, en el consumo de combustible). El mayor impacto ambiental de los neumáticos se produce durante la fase de uso, ya sea en relación con el uso de combustible del vehículo o las emisiones de CO<sub>2</sub> debido a la resistencia a rodar. Otro impacto importante radica en la fabricación de neumáticos. Si bien el impacto ambiental es menor en las etapas de recuperación y reprocesamiento, al final de la vida útil de los neumáticos, no deja de ser preocupante. Un neumático alcanza el final de su vida útil cuando ya no se puede usar en vehículos después de haber sido recauchutado o reacondicionado (WBCSD, 2008).

Una de las grandes preocupaciones asociadas a los neumáticos como residuos en América Latina y el Caribe es el problema que pueden causar por la acumulación de agua de lluvia, lo que podría facilitar un entorno propicio para la reproducción de vectores como los de la fiebre amarilla, el dengue y chikungunya. También la acumulación de estos residuos en los cauces de ríos podría obstruir el flujo de corrientes y ocasionar posibles inundaciones (PNUMA, 2018e).

## b) Oportunidad

Un análisis con datos de 19 países muestra que en 2015 el total de residuos de neumáticos generados al final de su vida útil fue de 25,6 millones de toneladas. En tanto, de estos residuos solo se recuperaron 17,1 millones de toneladas por año y 17,7 toneladas por año considerando opciones de recuperación como ingeniería civil y relleno<sup>9</sup>. China, la India y los Estados Unidos son los países con los montos más altos de recuperación de este tipo (WBCSD, 2019). Como lo muestra el gráfico 16, China se destaca con una recuperación total y en América Latina, el Brasil reporta tasas de casi un 100%, México del 20% y la Argentina del 6% (WBCSD, 2018).



Fuente: Consejo Empresarial Mundial de Desarrollo Sostenible (WBCSD), *Global ELT Management: a Global State of Knowledge on Regulation, Management Systems, Impacts of Recovery and Technologies*, 2019 [en línea] <https://www.wbcsd.org/Sector-Projects/Tire-Industry-Project/End-of-Life-Tires-ELTs>.

<sup>a</sup> Países ETRMA: se refiere a los países que pertenecen a la Asociación Europea de Fabricantes de Neumáticos y Cauchó (ETRMA).

El Brasil cuenta con un sistema de responsabilidad extendida del productor (REP), lo que ha incrementado sus tasas de recuperación y facilitado el alcance de sus objetivos mediante la entrega a hornos de cemento y granuladores, sectores donde se recupera la energía y sus materiales (WBCSD, 2019). La Cámara de la Industria del Neumático de Chile (CINC) estima que la industria recicla el 5% de las 130.000 toneladas de residuos que se generan al año de neumáticos de bicicletas, autos, buses, camiones y camiones mineros, con un valor promedio de 250 dólares la tonelada (Maureira, 2017).

El Gobierno de México (SEMARNAT, 2016) considera que en el país la generación de neumáticos usados de desecho no se cuantifica como tal, y tampoco se identifica un sistema nacional de baja de vehículos que facilite el cálculo indirecto de las llantas que se desechan anualmente.

<sup>9</sup> Algunas formas para recuperar los neumáticos al final de su vida útil son la ingeniería civil y el relleno. En el último caso, los neumáticos se usan en la construcción de cuencas de retención de agua, para la construcción de carreteras, o bien para la rehabilitación de terrenos o relleno en sitios mineros. Es discutible si estas dos formas deben considerarse como un medio para reciclar neumáticos (especialmente cuando se refiere al relleno en sitios mineros), por lo tanto, se hace diferenciación en las cifras de recuperación y según el método.

Se considera que las asociaciones comerciales juegan un papel crucial como intermediario y punto de consolidación de la información de los neumáticos al final de su vida útil, tanto en la gestión del sistema como en la recopilación de datos. Esto facilita la correcta recopilación y distribución de datos (WBCSD, 2019).

Las opciones sostenibles para la recuperación de este tipo residuos se deben evaluar en lo particular. El uso de estos residuos en hornos de cemento y en rellenos de césped artificial son algunas opciones de recuperación que pueden tener beneficios considerables en términos de los impactos evitados del ciclo de vida de los neumáticos. Por otra parte, se debe considerar que los mercados de reciclaje de los neumáticos al final de su vida útil a nivel mundial están impulsados principalmente por el contexto regulatorio en cada país y estos mercados son aún muy recientes (WBCSD, 2018). Por lo tanto, es necesario ampliar los análisis de tasas de reciclaje y valoración de este tipo de residuos.



### **III. La legislación para la gestión de residuos como elemento base de la economía circular en América Latina y el Caribe**

Para concretar la transición hacia la economía circular es necesario reforzar la legislación y las políticas que faciliten su implementación. Algunos países de América Latina y el Caribe ya avanzan en esa dirección. Colombia, por ejemplo, lanzó en 2018 la Estrategia Nacional de Economía Circular, con la que se busca incentivar a productores, proveedores, consumidores y demás actores de los sistemas productivos a desarrollar nuevos modelos de negocio que incorporen la gestión de los residuos, el manejo eficiente de los materiales y el cambio en el estilo de vida de los ciudadanos. Con las metas fijadas se pretende aumentar la actual tasa de reciclaje y utilización de residuos, que es del 8,7%, para que en 2030 ascienda al 17,9%, y se prevé que en 2021 los productores de envases y empaques en el país deberían aprovechar el 10% de los residuos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2019a).

Al momento de la elaboración de este informe se habían suscrito 12 pactos regionales para la Estrategia Nacional de Economía Circular en Bolívar, Santander, Casanare, Valle del Cauca, Eje Cafetero, Bolívar, Antioquía, Bogotá, Cauca, Chocó, Meta y Putumayo. El más reciente es el Pacto Regional Amazonas, por la Estrategia Nacional de Economía Circular en Colombia 2018-2022, en virtud del cual se podrán generar servicios y productos sostenibles e innovadores para proteger la biodiversidad y la riqueza étnica de este valioso territorio (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2019b). Estos pactos regionales comprometen a actores estratégicos de la cadena productiva con la implementación de la economía circular en sus sistemas de producción y consumo. Según los cálculos hechos en la propuesta de la Estrategia Nacional de Economía Circular, se estima que el potencial de la economía circular en Colombia alcanza los 11.700 millones de dólares anuales en ahorros de materiales y oportunidades de nuevos negocios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2018).

En México se identifican algunos sectores que han avanzado en la circularidad, como la industria automotriz o la del papel, motivados por la competitividad y rentabilidad (Martínez Arroyo, Octaviano Villasana y Nieto Ruiz, 2020). Además, se está poniendo en marcha un plan con el que se busca concretar la formulación e implementación de políticas públicas, instrumentos, programas y planes para fortalecer la gestión de los residuos en el país (SEMARNAT, 2019). A nivel local, el gobierno de la Ciudad de México presentó en 2019 "Basura Cero", Plan de Acción de la Ciudad de México para una Economía Circular, en el

que se hará una inversión inicial de 300 millones de pesos (unos 14 millones de euros) para infraestructura y lograr transformar las 12.700 toneladas de residuos sólidos que se generan diariamente en la ciudad, a través de un proceso de reciclaje que permita reincorporarlos a obras y construcciones que emprenden las dependencias y alcaldías (Ciudad de México, 2019a).

El Perú aprobó en 2020 una Hoja de Ruta hacia una Economía Circular en el Sector Industria, refrendada en conjunto por el Ministerio de la Producción y el Ministerio del Ambiente (MINAM) (Ministerio de la Producción, 2020). Esta Hoja de Ruta comprende un conjunto de medidas relacionadas a la reutilización, la remanufacturación y el reciclaje en sectores tales como la industria, la pesca y la agricultura, que podrían iniciar una transición hacia una economía circular de manera progresiva.

Chile, por su parte, también ha elaborado una Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040, con lo que busca involucrar a todos los actores de la sociedad con metas y compromisos en esta materia. Además, cuenta con la Ley núm. 20920 que establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje (Ley REP), y obliga a los productores de neumáticos, pilas, baterías, envases y embalaje, aceites lubricantes y aparatos eléctricos y electrónicos, que son los seis productos prioritarios que establece esta ley para su primera etapa, a organizar y financiar la recolección y reciclaje o valorización de los residuos que estos originan. Para apoyar la implementación de la Ley núm. 20920, el Ministerio del Medio Ambiente cuenta con un Fondo para el Reciclaje, mecanismo que busca promover hábitos más sostenibles en el manejo de residuos, instalar conocimiento técnico y contar con infraestructura apta para la separación y reciclaje. El Fondo está destinado a municipalidades y asociaciones de municipalidades (Ministerio del Medio Ambiente, 2021d).

En el Ecuador se firmó el Pacto por la Economía Circular, iniciativa asociada al Acuerdo Nacional por la Competitividad, Empleo e Innovación, y puesta en marcha durante 2019. Dicho Pacto fue suscrito entre el Gobierno nacional y 161 representantes de diversos sectores productivos, organizaciones sociales y del mundo académico. El Pacto sirvió como base para la elaboración del Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador, documento que servirá de base para implementar en el país, propuestas y procesos de transición hacia modelos de producción y consumo responsables y sostenibles (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, 2021).

En la República Dominicana se aprobó en 2020 la Ley General de Gestión Integral y Coprocesamiento de Residuos Sólidos núm. 225-20, que será el marco legal para fomentar la reducción, la reutilización, el reciclaje, el aprovechamiento y la valorización de los residuos. Esta ley otorga al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales la labor rectora del Sistema Nacional para la Gestión Integral de los Residuos en el país. Además, se estipula un gravamen obligatorio para toda persona jurídica, entidad e institución pública, con el cual se creará un fondo para mitigar los efectos negativos de la actual disposición de residuos (República Dominicana, 2020).

En los países del Caribe, las políticas necesarias para mejorar la gestión de residuos requieren de un salto cuántico en el esfuerzo y de diversas estrategias para revertir parte de la degradación ambiental y el deterioro estético que se ha observado a lo largo de los años. Andrew (2018) indica que en los países del Caribe Oriental estos esfuerzos implican la introducción de prácticas y leyes sobre la separación de residuos. Específicamente, deben instituirse nuevas políticas para separar plásticos, botellas, productos químicos/residuos peligrosos y metales, e incluso promover políticas sobre la importación de vehículos e incentivos para la chatarra, y nuevas empresas de gestión y reciclaje de residuos.

En un análisis realizado por Diez y otros (2019) se establece que los países caribeños se beneficiaran de la economía azul, pero esto dependerá de su capacidad de gestionar los recursos y las actividades marinas de manera sostenible en el marco del derecho internacional. Este marco comprende una red compleja de acuerdos internacionales y regionales, organizaciones intergubernamentales y de la sociedad civil, y motores económicos basados en el mercado. Es necesario identificar los recursos críticos y los fondos para proporcionarlos. Los elementos antes descritos ayudarían a fomentar y reforzar acciones que promuevan la economía circular en los países de esta subregión.

## A. Leyes de responsabilidad extendida del productor

Uno de los instrumentos para avanzar en la economía circular son las leyes de responsabilidad extendida del productor (REP), a partir de las cuales los fabricantes se hacen cargo de recolectar sus productos al final de la vida útil y de clasificarlos antes de su tratamiento final, idealmente, mediante el reciclaje (OCDE, 2016). En este capítulo se muestran algunas experiencias en América Latina y el Caribe, donde la aplicación de las leyes de responsabilidad extendida del productor es reciente.

Existen distintos enfoques de responsabilidad extendida del productor para permitir a los productores ejercer su responsabilidad, ya sea que estos proporcionen los recursos financieros necesarios o que se hagan cargo de los aspectos operativos y organizativos del proceso en los municipios. Pueden hacerlo en forma individual o colectiva. La OCDE (2016) considera que el principio de quien contamina paga es coherente con la REP en la medida en que el costo del tratamiento de los productos al final de su vida útil se transfiera de los contribuyentes y los municipios a los productores, y, por último, a los consumidores. La política REP busca incentivar a los productores a rediseñar sus productos y empaques para facilitar su gestión al final de la vida útil.

La responsabilidad extendida del productor en los países de la región se ha incorporado como principio ya sea en la ley general de residuos o en alguna normativa específica. En los cuadros 6 y 7 se presentan los países de América Latina y el Caribe que están implementando o tienen en proceso leyes de responsabilidad extendida del productor y los productos que contemplan. Además, en los anexos 1 y 2 se detallan las legislaciones en esta materia de países seleccionados.

La Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile, Colombia, Costa Rica, el Ecuador, Honduras y el Perú son países que están implementando o tienen en proceso leyes de responsabilidad extendida del productor. En el Uruguay, el principio se ha implementado para distintos tipos de residuos mediante normas específicas, pero sin haber sido incluido de modo expreso en ninguna de ellas. Otro ejemplo es el del Estado Plurinacional de Bolivia, que mediante la Ley núm. 755, Ley de 28 de octubre de 2015, art. 38, indica que “los productores y distribuidores son responsables de la gestión integral de sus productos, hasta la fase de post consumo, cuando éstos se conviertan en residuos” (Bolivia, 2015). En el caso de Costa Rica, la Ley núm. 8839 de 2010 indica que “los productores o importadores tienen la responsabilidad del producto durante todo el ciclo de vida de este, incluyendo las fases posindustrial y posconsumo” (Costa Rica, 2010b, citado en PNUMA, 2018e, pág. 158).

El esquema de responsabilidad extendida de los países mencionados atribuye a los fabricantes, productores e importadores la gestión total de los residuos, pero no promueve uno de los principios fundamentales de la economía circular que es lograr un cambio en el diseño y la producción de los productos. Esta es la principal limitación de la responsabilidad extendida del productor en América Latina y el Caribe (PNUMA, 2018e).

La responsabilidad también puede ser compartida al integrar a otros actores, tales como consumidores, gestores de residuos y el propio Estado, lo que podría implicar hacerlos socios en el costo y la responsabilidad de la gestión, ya que estos actores deben o pueden modificar aspectos del diseño o la producción. El principio de responsabilidad compartida puede ser perfectamente aplicable a los residuos sólidos comunes donde cada actor en la cadena de la gestión integral tiene un deber específico, desde el generador, que separará en la fuente y pagará por el servicio de recolección y disposición, hasta el Estado en su papel de articulador del sistema y fiscalizador (PNUMA, 2018e). Sin embargo, esta lógica no es aplicable a los residuos de manejo especial, que habitualmente son alcanzados por la responsabilidad extendida del productor y cuyo costo de gestión corresponde al productor.

**Cuadro 6**  
**América Latina: países y productos con normativa relacionada con la responsabilidad extendida del productor**

País	Pilas y baterías	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Envases	Vehículos	Neumáticos	Aceites lubricantes	Otros productos
Argentina	Proyecto de ley S-2561/14 Proyecto de ley 1874-D-2019	Proyecto de ley S-0934/10 Proyecto de ley 2048-D-2014 Proyecto de ley S-3421/15	Ley núm. 27279 <sup>a,b</sup> Proyecto de ley S-3279/16		Resolución núm. 523/2013 Proyecto de ley 1874-D-2019	Proyecto de ley 1874-D-2019	Proyecto de ley 1874-D-2019
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Ley núm. 755 (2015)	Decreto supremo núm. 2954 (2016)	Ley núm. 755 (2015)		Ley núm. 755 (2015)		Ley núm. 755 (2015)
Brasil	Ley núm. 12305 (2010) <sup>a</sup>	Ley núm. 12305 (2010) <sup>a</sup>	Ley núm. 12305 (2010) <sup>a</sup> Decreto núm. 10240 (2020) <sup>a</sup>		Ley núm. 12305 (2010) <sup>a</sup>	Ley núm. 12305 (2010) <sup>a</sup>	Ley núm. 12305 (2010) <sup>a</sup>
Chile	Ley núm. 20920 (2016) <sup>a</sup> Resolución núm. 1422 exenta (2021)	Ley núm. 20920 (2016) <sup>a</sup>	Ley núm. 20920 (2016) <sup>a</sup> Decreto núm. 12 (2021)		Ley núm. 20.920 (2016) <sup>a</sup> Decreto núm. 8 (2021)	Ley núm. 20.920 (2016) <sup>a</sup> Resolución núm. 129 exenta (2020)	Ley núm. 20920 (2016) <sup>a</sup> Resolución núm. 425 exenta (2017) y resolución núm. 483 exenta (2017)
Colombia	Resolución núm. 0372 (2009) <sup>c</sup> Resolución núm. 1297 (2010) <sup>d</sup>	Resolución núm. 1512 (2010) Ley núm. 1672 (2013) Decreto núm. 1076 (2015) Decreto núm. 284 (2018)	Resolución núm. 1675 (2013) Resolución núm. 1407 (2018) Proyecto de ley núm. 106 (2017)		Resolución núm. 1457 (2010) Resolución núm. 1326 (2017)	Proyecto de ley núm. 106 (2017)	Decreto núm. 4741 (2005) Resolución núm. 0371 (2009) Resolución núm. 1511 (2010)
Costa Rica	Decreto núm. 38272-S (2014) <sup>e</sup>	Decreto núm. 35933-S (2010) Decreto núm. 38272-S (2014)	Ley núm. 8839 (2010) Decreto núm. 38272-S (2014)		Decreto núm. 33745-S (2007) Decreto núm. 38272-S (2014)	Decreto núm. 38272-S (2014)	Ley núm. 8839 (2010) Decreto núm. 38272 (2014)
Ecuador	Acuerdo Ministerial núm. 022 (2013) <sup>f</sup>	Acuerdo Ministerial núm. 190 (2013) Acuerdo Ministerial núm. 191 (2013) <sup>g</sup>	Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos del Estado (Registro Oficial, N° 583, 2011) Acuerdo Ministerial núm. 121 (2016)		Acuerdo Ministerial núm. 098 (2015)	Acuerdo Ministerial núm. 042 (2019)	Acuerdo Ministerial núm. 021 (2013) Acuerdo Ministerial núm. 191 (2013) Código Orgánico del Ambiente (2017)
El Salvador		Decreto núm. 527 (2020)			Decreto núm. 527 (2020)		Decreto núm. 527 (2020) Decreto núm. 41 (2000)
Guatemala	Iniciativa de ley núm. 5202 (2016)	Iniciativa de ley núm. 5202 (2016)	Iniciativa de ley núm. 5202 (2016)		Iniciativa de ley núm. 5202 (2016)	Iniciativa de ley núm. 5202 (2016)	Iniciativa de ley núm. 5202 (2016)

Cuadro 6 (conclusión)

País	Pilas y baterías	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Envases	Vehículos	Neumáticos	Aceites lubricantes	Otros productos
Honduras	Acuerdo Ejecutivo núm. 1567-2010						Acuerdo Ejecutivo núm. 1567-2010
México	Acuerdo por el que se modifica la Norma Oficial Mexicana NOM-161- SEMARNAT-2011 (2014) <sup>h,a</sup> Norma Oficial Mexicana NOM-052- SEMARNAT-2005 (2006) <sup>i</sup>	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2003) <sup>a</sup>	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2003) <sup>a</sup>	Norma Oficial Mexicana NOM-161- SEMARNAT-2011 (2013) <sup>a</sup>	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2003) <sup>a</sup>	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2003) <sup>a</sup>	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2003) <sup>a</sup> Norma Oficial Mexicana NOM-052- SEMARNAT-2005 (2006)
Panamá					Anteproyecto de ley núm. 089 (2019)		Proyecto de ley núm. 607 (2018)
Paraguay	Ley núm. 5882 (2017) <sup>j</sup>				Resolución núm. 627/16		
Perú	Decreto Supremo 009-2019- MINAM Decreto Supremo 014-2019-EM	Ley núm. 30884 (2018) Decreto Supremo núm. 014-2017- MINAM					
República Dominicana	Ley núm. 225-20	Ley núm. 225-20	Ley núm. 225-20		Ley núm. 225-20	Ley núm. 225-20	Ley núm. 225-20
Uruguay	Decreto núm. 373/003 <sup>k</sup> Ley núm. 19829 (2019)	Ley núm. 19829 (2019)	Ley núm. 19829 (2019) Ley núm. 17849 (2004)	Ley núm. 19829 (2019)	Ley núm. 19829 (2019) Decreto núm. 358/015	Ley núm. 19829 (2019)	Ley núm. 19829 (2019)

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de las legislaciones de los respectivos países.

<sup>a</sup> Ley de responsabilidad compartida.

<sup>b</sup> Envases fitosanitarios.

<sup>c</sup> Baterías usadas de plomo-ácido.

<sup>d</sup> Pilas o acumuladores.

<sup>e</sup> Baterías de ácido-plomo; pilas de reloj, pilas: carbón-manganeso, carbón-zinc, litio-cadmio, litio y zinc (entre los residuos declarados de manejo especial).

<sup>f</sup> Pilas con óxido de mercurio, pilas: níquel-cadmio, níquel-hidruro metálico, níquel-hierro, ion-litio.

<sup>g</sup> Específico sobre celulares.

<sup>h</sup> Pilas clasificadas como de manejo especial son las que contienen: litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc, entre otros.

<sup>i</sup> Baterías de vehículos, celdas y pilas.

<sup>j</sup> Responsabilidad extendida del productor no mencionada explícitamente.

<sup>k</sup> Baterías o acumuladores eléctricos de plomo-ácido.

**Cuadro 7**  
**El Caribe anglófono (países seleccionados): legislación vinculada con el principio de la responsabilidad extendida del productor en el ámbito de los residuos sólidos**

País	Principio de "el contaminador paga"	Ley de envases retornables	Responsabilidad sobre la gestión de los residuos sólidos
Antigua y Barbuda	Ley de Gestión y Protección Ambiental, núm. 10 (2019)		
Bahamas			Reglamento sobre servicios de salud ambiental (recogida y eliminación de desechos) (enmienda) (Environmental Health Services (Collection and Disposal of Waste) (Amendment) Regulations, 2013 (2013) y Reglamento sobre servicios de salud ambiental (recogida y eliminación de desechos) (Environmental Health Services (Collection and Disposal of Waste) Regulations), 2004 (2006)
Barbados		Ley de Envases Retornables (1986)	
Belice		Ley de Envases Retornables (2009)	
Dominica			Ley de Gestión de Residuos Sólidos núm. 1 (2002)
Granada			Ley de Gestión de Residuos núm. 16 (2001)
Guyana	Estrategia Nacional de Gestión de Residuos Sólidos 2013-2024		
Saint Kitts y Nevis			Ley de Gestión de Residuos Sólidos, núm. 11 (2009)
San Vicente y las Granadinas			Ley núm. 31 de 2000
Trinidad y Tabago	Ley de Gestión Ambiental, núm. 3 (2000)	Proyecto de ley de envases de bebidas núm. 5 (2012)	

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de las legislaciones de los respectivos países.

<sup>a</sup> Se enfoca en personas que realizan operaciones industriales, comerciales e institucionales (operaciones que generen residuos).

Para ampliar la referencia sobre los distintos tipos de esquemas de leyes de responsabilidad extendida del productor, en el cuadro 8 se presenta un resumen de las leyes adoptadas por los países de la Unión Europea y los productos a los que se aplican. En algunos países de la Unión Europea, la ley REP se manifiesta como una estrategia política en tres directivas: i) sobre vehículos al final de su vida útil (2000/53/CE), ii) sobre baterías (2006/66/CE) y iii) sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (2012/19/UE). También está la Directiva relativa a los envases y residuos de envases (94/62/CE) (modificada por la directiva 2004/12/CE), que es la primera ley europea sobre el tema que asigna responsabilidad a los productores en la etapa posterior al consumo (Monier y otros, 2014). La Directiva 94/62/CE hace referencia a sistemas de gestión de residuos que, en sustitución de los productores, se enfocan en la recolección y el reciclaje de los residuos de envases (Parlamento Europeo/Consejo de la Unión Europea, 1994). En la gestión de residuos, los productores generalmente ejercen su responsabilidad de forma colectiva agrupándose en organizaciones de responsabilidad del productor. Además de las directrices anteriores, en 2008 la Unión Europea adoptó la Directiva 2008/98/CE sobre la gestión de los residuos y sobre la implementación de la REP en los Estados miembros (Monier y otros, 2014; Parlamento Europeo, 2018)<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Cabe recalcar que en algunos países europeos existen sistemas de responsabilidad extendida del productor que cubren otros productos, como aceites usados, neumáticos usados, textiles, papel gráfico y medicamentos.

**Cuadro 8**  
**Unión Europea (28 Estados miembros): diagnóstico de esquemas de responsabilidad extendida del productor (REP), 2013**

País	Baterías	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Envases	Vehículos	Neumáticos	Papel gráfico	Aceites	Residuos médicos	Plasticultura <sup>a</sup>
Alemania	X	X	X	c			X		X
Austria	X	X	X	X	X	X	X	X	
Bélgica	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bulgaria	X	X	X	X	X				
Chequia	X	X	X	X					
Chipre	X	X	X	X	X	X	X		
Croacia	X	X	X	X	X		X		X
Dinamarca	X	X	b	X	X	X			
Eslovaquia	X	X	X	X	X	X			
Eslovenia	X	X	X	X	X		X	X	
España	X	X	X	X	X		X	X	X
Estonia	X	X	X	c	X			c	
Finlandia	X	X	X	X	X	X		X	X
Francia	X	X	X	X	X	X		X	X
Grecia	X	X	X	X					
Hungría	X	X	b	X	b				
Irlanda	X	X	X	X	X				X
Italia	X	X	X	X	X				X
Letonia	X	X	X	X	X	X	X		
Lituania	X	X	X	X	X	X			
Luxemburgo	X	X	X	X					
Malta	X	X	X	N/A					
Países Bajos	X	X	X	X	X	X			
Polonia	X	X	X	X	X		X		
Portugal	X	X	X	X	X		X		X
Reino Unido	X	X	X	X					
Rumania	X	X	X	c					
Suecia	X	X	X	X	X	X		X	X
Total de países con REP	28	28	26	24	20	11	10	9	8

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de V. Monier y otros, *Development of Guidance on Extended Producer Responsibility (EPR): Final Report*, Bio by Deloitte, 2014 [en línea] [https://ec.europa.eu/environment/archives/waste/eu\\_guidance/pdf/Guidance%20on%20EPR%20-%20Final%20Report.pdf](https://ec.europa.eu/environment/archives/waste/eu_guidance/pdf/Guidance%20on%20EPR%20-%20Final%20Report.pdf); Biblioteca Nacional de Agricultura de los Estados Unidos, “Plasticultura”, 2021 [en línea] <https://agclass.nal.usda.gov/mtwdk.exe?k=2007es&l=115&w=58748&s=5&t=2>.

<sup>a</sup> Se entiende por plasticultura el “uso de plásticos en la producción agrícola y la protección de cultivos, incluyendo material orgánico de cobertura, cubiertas de plástico, túneles e invernaderos” (Biblioteca Nacional de Agricultura de los Estados Unidos, 2021).

<sup>b</sup> Obligación de devolución, pero sin organización de responsabilidad del productor.

<sup>c</sup> Legislación sobre tarifas de productos/fondo gubernamental.

Nota: X indica la existencia de esquemas de responsabilidad extendida del productor.

## B. Eficacia de instrumentos legales para la gestión de plásticos

Recientemente, algunos países de América Latina y el Caribe han aprobado leyes y regulaciones para la fabricación, importación, venta, uso y eliminación de plásticos. Con estos mecanismos se avanza en la mejora de la gestión o el incremento de la tasa de recuperación o reciclaje posterior al consumo.

Cabe recordar que el Caribe es el segundo mar más contaminado con plásticos en el mundo. Es por ello que en la región existe una urgente necesidad de implementar acciones para reducir el consumo de los plásticos, como reducir drásticamente el consumo de plásticos desechables y erradicar el uso de microplásticos. Una de las iniciativas regionales es la campaña Mares Limpios, en la que participan 17 países (PNUMA, 2018a)<sup>11</sup>.

Además, durante la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación 2019, el Convenio se modificó para incluir los residuos plásticos en un marco legalmente vinculante que creará una mayor transparencia en el comercio mundial de estos residuos. Algunos plásticos se consideran “residuos peligrosos”, mientras que otros son “residuos domésticos” (Secretaría de los Convenios de Basilea, Estocolmo y Rotterdam, 2019). Las enmiendas están relacionadas principalmente con los lugares a donde los países pueden enviar sus residuos plásticos de diversos tipos (PNUMA, 2019b). Su implementación se inicia el 1 de enero de 2021.

Las leyes relativas a la regulación del plástico, incluidas la producción, distribución y eliminación después del uso, varían ampliamente en los 33 países de la región. Por ejemplo, Barbados, Belice, Bolivia (Estado Plurinacional de), el Brasil, el Paraguay, Saint Kitts y Nevis, San Vicente y las Granadinas, el Uruguay y Venezuela (República Bolivariana de) cuentan con sistemas de responsabilidad para plásticos de un solo uso. Chile aprobó en 2019 las metas al año 2030 de recolección y valorización de envases y embalajes de plástico como parte de su ley REP (Chile, 2019). Otros países han considerado la regulación o prohibición de las bolsas de plástico con exenciones solo para ciertas actividades y productos (PNUMA, 2018a y 2018c).

En varios países de América Latina y el Caribe se identifica la efectividad legal en cuanto a la prohibición de bolsas plásticas. Como se muestra en el cuadro 9, Haití prohibió las bolsas plásticas y el poliestireno en 2012 y 2013, respectivamente (Ministerio de Economía y Finanzas, 2014). El Paraguay, por su parte, recurrió a la ley en 2015 para regular el consumo de bolsas plásticas de polietileno de un solo uso (Paraguay, 2015). Antigua y Barbuda prohibió la importación, distribución, venta y uso de bolsas plásticas comerciales después del 30 de junio de 2016 (Ministerio de Comercio e Industria, Deportes, Cultura y Festivales Nacionales, 2017). Ya son varios los países de la región que han regulado jurídicamente la gestión y el uso de plásticos. Además, existen proyectos de ley o se están discutiendo la adopción de medidas jurídicas para la reducción de bolsas plásticas a nivel nacional en la Argentina<sup>12</sup>, las Bahamas, Bolivia (Estado Plurinacional de), Costa Rica, el Ecuador, Honduras<sup>13</sup>, El Salvador, México<sup>14</sup>, Nicaragua, la República Dominicana, Saint Kitts y Nevis y San Vicente y las Granadinas.

Chile fue el primer país de América del Sur en prohibir las bolsas plásticas de uso único en 2018<sup>15</sup>. La Ley núm. 21100, promulgada de 20 de julio de 2018, prohibió la entrega de bolsas plásticas de comercio en todo el territorio nacional. La reducción fue de 1.000 millones de bolsas plásticas en los primeros seis meses de vigencia de dicha ley (Ministerio del Medio Ambiente, 2019a) y de 2.200 millones de bolsas en el primer año de aplicación (Ministerio del Medio Ambiente, 2019b) (véanse el cuadro 10 y el gráfico 17)<sup>16</sup>. Quedaron excluidas de esta prohibición las bolsas que constituyan el envase primario de alimentos, que sea necesario por razones higiénicas o porque su uso ayude a prevenir el desperdicio de alimentos. La

<sup>11</sup> Los 17 países son: Argentina, Barbados, Belice, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Granada, Guatemala, Guyana, Honduras, Panamá, Perú, República Dominicana, Santa Lucía y Uruguay.

<sup>12</sup> Existen prohibiciones en algunas provincias, como Buenos Aires y Córdoba.

<sup>13</sup> Existen prohibiciones en algunas municipalidades, como las Islas de la Bahía.

<sup>14</sup> Existen prohibiciones en algunas municipalidades, como Ciudad de México y Querétaro.

<sup>15</sup> En 2017, se presentó un proyecto de ley para la prohibición de bolsas plásticas en 102 comunas del país. Véase Chile (2017).

<sup>16</sup> Véase Chile (2018).

fiscalización de esta ley recayó en las municipalidades, y se sanciona con una multa a beneficio municipal de hasta cinco unidades tributarias mensuales por cada bolsa plástica de comercio entregada. Junto con esta sanción, se estableció la obligación de llevar a cabo programas de educación ambiental dirigidos a la ciudadanía, sobre el impacto de las bolsas en circulación en los ecosistemas y sobre su reutilización y reciclaje. Se dio un plazo de seis meses desde la publicación de la norma para su entrada en vigor, y en ese lapso los comercios podían entregar dos bolsas por compra por consumidor. En un lapso de dos años, la prohibición se hará extensiva también a las microempresas y pequeñas y medianas empresas (mipymes). La ley también gozó de un amplio respaldo ciudadano. Según publicó la Pontificia Universidad Católica de Chile (2018) en el *Informe Final sobre la Encuesta Nacional de Medio Ambiente 2018* la aprobación era del 95%. Además, el 13 de agosto de 2021 se aprobó la Ley 21368, que regula la entrega de plásticos de un solo uso y las botellas plásticas, que desde febrero de 2022 prohibirá la entrega y el consumo de productos como envases de poliestireno, bombillas y revolvedores, entre otros. También establece definiciones para plástico certificado, productos de un solo uso, consumo dentro y fuera de establecimientos de expendio de alimentos, botella plástica desechable y retornable, entre otros.

**Cuadro 9**  
**América Latina y el Caribe: régimen jurídico de restricción de plásticos a 2020**

<b>Bolsas plásticas</b>		<b>Poliestireno</b>			
Fabricación, importación, distribución y uso	Importación, distribución y uso	Distribución y uso	Fabricación, importación, distribución y uso	Importación, distribución y uso	Distribución y uso
Haití (2012/2013)	Antigua y Barbuda (2016)	Chile (2018)	Haití (2012/2013)	Antigua y Barbuda (2017)	Guatemala (2019)
Jamaica (2018)	Barbados (2019)	Colombia (2017) <sup>a</sup>	Jamaica (2018)	Barbados (2019)	
Perú (2018) <sup>a</sup>	Belice (2019)	Guatemala (2019)	Perú (2018) <sup>a</sup>	Belice (2019)	
	Dominica (2019)	Panamá (2018)	San Vicente y las Granadinas (2017)	Dominica (2019)	
	Granada (2018)			Granada (2018)	
	Paraguay (2015) <sup>a</sup>			Guyana (2016)	
				Santa Lucía (2018)	

**Fuente:** Elaboración propia, sobre la base de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), "Report on the status of styrofoam and plastic bag bans in the wider Caribbean region", documento preparado para la Cuarta Reunión del Comité Asesor Científico y Técnico (STAC) al Protocolo relativo a la Contaminación Procedente de Fuentes y Actividades Terrestres (Protocolo FTCM) en la Región del Gran Caribe, 21 de mayo de 2019 [en línea] [http://gefcrew.org/carrcu/18IGM/4LBSCOP/Info-Docs/WG.39\\_INF.8-en.pdf](http://gefcrew.org/carrcu/18IGM/4LBSCOP/Info-Docs/WG.39_INF.8-en.pdf); Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), *Límites legales de los productos de plástico desechables y los microplásticos: examen a escala mundial de las leyes y los reglamentos nacionales*, Nairobi, diciembre de 2018; y normativa de los respectivos países.

<sup>a</sup> Indica el pago de tasa.

**Cuadro 10**  
**Antigua y Barbuda, Chile y Colombia: resultados de la regulación jurídica sobre bolsas plásticas**

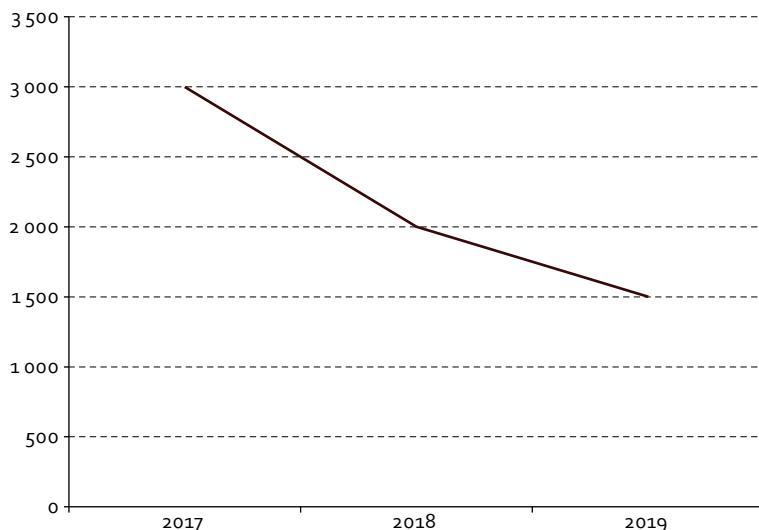
Antigua y Barbuda	Chile	Colombia
En el primer año de implementación, se redujo un 15,1% la cantidad de plástico que se depositó en vertederos.	En el primer año desde la entrada en vigor de la ley, se redujo el uso de 2.200 millones de bolsas plásticas.	Desde la prohibición, se ha reducido un 35% el consumo de bolsas de plástico y se ha recaudado un total de 10.460 millones de pesos colombianos (aproximadamente 3,6 millones de dólares).

**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), "Report on the status of styrofoam and plastic bag bans in the wider Caribbean region", documento preparado para la Cuarta Reunión del Comité Asesor Científico y Técnico (STAC) al Protocolo relativo a la Contaminación Procedente de Fuentes y Actividades Terrestres (Protocolo FTCM) en la Región del Gran Caribe, 21 de mayo de 2019 [en línea] [http://gefcrew.org/carrcu/18IGM/4LBSCOP/Info-Docs/WG.39\\_INF.8-en.pdf](http://gefcrew.org/carrcu/18IGM/4LBSCOP/Info-Docs/WG.39_INF.8-en.pdf).

Una de las iniciativas que se destaca a nivel mundial en esta área por su visión es la Nueva Economía del Plástico que lidera Ellen MacArthur Foundation (2017a). Chile fue el tercer país en sumarse a esta iniciativa, detrás del Reino Unido y Francia. La iniciativa promueve el intercambio de información entre países, lo que facilitaría la implementación de los compromisos adquiridos por grandes empresas en

coordinación con el Gobierno y, de este modo, la transición conjunta hacia una economía circular de los plásticos. A partir de este proyecto, Chile definió una hoja de ruta a nivel nacional para el uso de plásticos en la industria con lineamientos para todos los actores que participan en la cadena de valor de los plásticos (Fundación Chile/Ministerio del Medio Ambiente, 2020) (véase el gráfico 17).

**Gráfico 17**  
**Chile: bolsas plásticas consumidas, 2017-2019**  
*(En millones)*



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Ministerio del Medio Ambiente, *Cuenta Pública Participativa 2018*, mayo de 2019 [en línea] <https://cuentaspublicas.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/05/Informe-Cuenta-Publica-2018.pdf>; y “En el primer año de vigencia de la ley que prohíbe entregar bolsas plásticas se dejó de entregar 2.200 millones de éstas en el gran comercio”, 7 de agosto de 2019 [en línea] <https://mma.gob.cl/en-el-primer-ano-de-vigencia-de-la-ley-que-prohibe-entregar-bolsas-plasticas-se-dejo-de-entregar-2-200-millones-de-estas-en-el-gran-comercio/>.

A nivel local también existen regulaciones en la región. Estas incluyen prohibiciones de distribución gratuita de bolsas de plástico en São Paulo y Ciudad de México; prohibición y plan para eliminar gradualmente las bolsas de plástico en Río de Janeiro, y prohibición completa de bolsas de plástico en Buenos Aires.

Si bien en los países de América Latina y el Caribe no existen prohibiciones respecto de los microplásticos, el Brasil ha introducido un proyecto de ley (PL 6528/16) para prohibir su uso en artículos de cuidado personal<sup>17</sup>.

Además, algunos Estados han implementado impuestos sobre los productos de “uso único”. Tal es el caso de Dominica, Jamaica<sup>18</sup> y el Perú<sup>19</sup>, donde se grava la fabricación, producción e importación de bolsas de plástico. Colombia<sup>20</sup> y el Paraguay, por su parte, tienen mandatos legales para las bolsas reutilizables, además de un gravamen o tasa que se aplica a los consumidores por usar bolsas de plástico. Antigua y Barbuda, Saint Kitts y Nevis, San Vicente y las Granadinas y el Uruguay han gravado ciertos envases plásticos de bebidas. Varios países han aprobado o están en proceso de aprobar leyes sobre responsabilidad extendida del productor y cinco (Antigua y Barbuda, Bahamas, Bolivia (Estado Plurinacional de), Paraguay y Uruguay) usan esta responsabilidad extendida del productor como parte de sus regulaciones de bolsas de plástico.

<sup>17</sup> Véase Cámara de Diputados (2021).

<sup>18</sup> En 2020, se prohibió el uso de bolsas de plástico además de espuma de poliestireno y de pajillas. Además, se implementó un impuesto sobre los productos de uso único.

<sup>19</sup> Con la entrada en vigor de la Ley núm. 30884 se aplicará un impuesto a las bolsas plásticas que comenzará en 0,03 dólares e irá aumentando cada año hasta llegar a 0,15 dólares en 2023.

<sup>20</sup> Colombia cobra un impuesto al consumo y avanza en la discusión de un proyecto de ley para la prohibición de plásticos de un solo uso que, de aprobarse, entraría en vigor en 2024.

Los marcos legales de gestión de residuos mejoran las tasas de reciclaje. Como se aprecia en el gráfico 18, los países de la región con mayores tasas de reciclaje de residuos sólidos son también aquellos que cuentan con leyes de gestión de residuos o de reciclaje y que han potenciado la labor de los recicladores (tal es el caso de Colombia y el Perú).

**Gráfico 18**  
**América Latina y el Caribe (países seleccionados): tasas de reciclaje**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), *Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe*, Ciudad de Panamá, 2018.

Hay seis países de la región con mandatos de reciclaje de plástico: Barbados, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Cuba, Perú y Uruguay. El mandato del Perú recae sobre las entidades del sector público, que deben usar plásticos con un mínimo de contenido reciclado del 80%. Por su parte, Saint Kitts y Nevis anunció un plan para instituir un programa de reciclaje en toda la isla. Bolivia (Estado Plurinacional de), el Brasil, el Paraguay y el Uruguay tienen leyes nacionales que instruyen el reciclaje de bolsas de plástico (Flores y Loutfi, 2021).

El Foro Económico Mundial (Foro Económico Mundial/Ellen MacArthur Foundation/McKinsey & Company, 2016) recomienda que, para crear una economía efectiva de plásticos, la comunidad internacional debe aumentar radicalmente los recursos, la calidad y la absorción del reciclaje, ampliar la adopción de envases reutilizables en las aplicaciones de empresa a empresa como una prioridad, pero también en aplicaciones específicas de empresa a consumidor (como bolsas de plástico), y extender la adopción de envases plásticos compostables industrialmente para aplicaciones específicas. La Unión Europea está implementando pautas para regular los productos de plástico de uso único para 2021 que podrían servir de guía para otras regiones.

### C. Eficacia de instrumentos legales para la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos<sup>21</sup>

El Brasil, Chile y Colombia tienen leyes de responsabilidad extendida del productor que contemplan metas de reducción. En la región, 12 países cuentan con algún tipo de mecanismo legal para la gestión de RAEE. Colombia es un caso exitoso por la aplicación de su legislación en materia de RAEE, debido al contexto normativo que ha sido acompañado por Suiza mediante el programa *e-Waste Recycling Latin-America* (Proyecto Reciclaje de RAEE en América Latina). El programa de Colombia se implementó

<sup>21</sup> Esta sección se basa en el documento de Clerc y otros (2021).

entre 2009 y 2012 e incluyó el desarrollo de un marco legal para el diseño, la creación y operación de un sistema integrado de gestión de los RAEE (Méndez y otros, 2017). El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2010a y 2010b) promulgó dos resoluciones para la gestión de RAEE: i) Resolución núm. 1512 sobre Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos, y ii) Resolución núm. 1511 sobre Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas.

El decreto promulgado en 2018 (Decreto núm. 284) destaca las obligaciones de los actores involucrados en el sistema de recolección y gestión de RAEE (productores, comercializadores, usuarios y autoridades ambientales, entre otros), así como en la disposición final de los RAEE (Colombia, 2018b). En lo que respecta a la categorización de los RAEE, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia se encuentra elaborando los criterios para establecer una clasificación oficial, como lo determina el artículo 5 de la Ley núm. 1672 de 2013. En este contexto, el sistema de gestión de RAEE considera las categorías establecidas por la Unión Europea, en una directiva de 2002 y posteriormente en una directiva de 2012, que reemplazó la anterior (Parlamento Europeo/Consejo de la Unión Europea, 2003 y 2012).

Al analizar el contexto normativo de otros países fuera de América Latina y el Caribe, se identifica a Suiza que, con más de dos décadas de experiencia, se destaca como pionero en el desarrollo de la gestión de RAEE. La normativa aplicada por este país obliga a los productores y comerciantes a recoger y tratar los RAEE de forma gratuita, y a entregar los equipos fuera de uso a una empresa de reciclaje para su correcta gestión (Meijer y Guerrero, 2015).

En el Japón, la Ley de Reciclaje de Electrodomésticos define las responsabilidades entre consumidores, minoristas y fabricantes de electrodomésticos para el manejo de aparatos usados y desechados. En esta ley se establecen diversas sanciones que se aplican a aquellos minoristas y fabricantes que descuiden sus obligaciones de recolección y reciclaje, brinden información falsa o impongan cargos ilegales. Las sanciones monetarias van de 926 dólares a 4.630 dólares. Las personas que hacen un vertimiento ilegal están sujetas a una pena de hasta cinco años de prisión o una multa de hasta 92.604 dólares (o de 2.778.120 dólares si se trata de corporaciones), en virtud de la Ley de Gestión de Residuos y Limpieza Pública (Hotta, Santo y Tasaki, 2014). Las leyes de reciclaje del Japón han obligado a los fabricantes a modificar sus procesos para eliminar compuestos de los aparatos eléctricos y electrónicos como el plomo (Argentina, 2010). En el cuadro 11 se aprecian las principales leyes y montos vinculados con la generación y el reciclaje de RAEE.

**Cuadro 11**  
**Colombia, Japón y Suiza: comparación de montos de generación y sistemas de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)**

Parámetros	Suiza	Colombia	Japón
Año de inicio de la legislación	1998	2010	1998
Generación de RAEE (en miles de toneladas)	184	275	2 139
Generación de RAEE (en kg RAEE/hab)	22,2	5,6	16,9
Leyes asociadas	Decreto sobre la Devolución, la Recolección y la Disposición Final de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (VREG) (1998)	Resolución núm. 1512 (2010): computadores y periféricos Resolución núm. 1511 (2010): bombillas Ley núm. 1672 (2013) Decreto núm. 2143 (2017): IVA neveras	Ley de Reciclaje de Electrodomésticos (1998) Ley de Reciclaje de Pequeños Electrodomésticos (2012)

Cuadro 11 (conclusión)

Parámetros	Suiza	Colombia	Japón
Sistemas de gestión	SWICO Recycling SENS eRecycling SLRS (Fundación Suiza para el Reciclaje de Equipos de Alumbrado)	EcoCómputo Red Verde Lúmina	Grupo A: Matsushita, Panasonic Corporation, Electrolux y Toshiba Grupo B: Daewoo, Hitachi, Sony Corporation, otros
Categorías consideradas	Grandes electrodomésticos Refrigeradores, congeladores y aires acondicionados Pequeños equipos eléctricos Equipos electrónicos Pequeños dispositivos eléctricos y electrónicos Lámparas Otros equipos que no sean aparatos eléctricos y electrónicos	Computadores y periféricos Grandes electrodomésticos Lámparas	Grandes electrodomésticos Pequeños electrodomésticos y aparatos electrónicos
Tarifa	Tarifa incorporada al momento de la compra	Tarifa cobrada al momento de la recolección	Tarifa pagada al momento de la entrega del RAEE

Fuente: J. Clerc y otros, "Reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: valorización de metales y su relación con la actividad extractiva", serie *Medio Ambiente y Desarrollo*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021, en prensa.



## IV. Potencialidades del sector de residuos en sus eslabonamientos productivos

Las actividades de gestión de residuos y reciclado, además de ser clave para la prevención y el control de los impactos sobre el medio ambiente, presentan diversas características estructurales que las convierten en un sector con un alto potencial de generación de empleo y de desarrollo económico. En el presente capítulo se estudia su vinculación con el resto de la economía por medio de los encadenamientos, comparando diversos países de América Latina donde estas actividades se encuentran en expansión con países industrializados donde se aprecia un desarrollo más maduro. En segundo lugar, se presenta su potencial de generación de empleo y valor agregado en un escenario en que los países de la región desarrollaran una estructura productiva y un grado de reciclaje similar al de Alemania.

### A. Análisis de encadenamientos

En el marco de la economía circular, no solo los residuos pasan a ser recursos, sino que el sector productivo que los gestiona tiene un gran potencial para arrastrar a otros sectores de la economía. Al comparar las estructuras productivas del sector de residuos y reciclado, y analizar su potencial de arrastre económico en Alemania, Chile, Colombia, los Estados Unidos, México y el Japón, se manifiestan notables diferencias.

Para ello se utilizan matrices de insumo-producto nacional y la agregación sectorial más similar que permite la clasificación de cada país. De esta manera, en los Estados Unidos se estudia el sector de la gestión de residuos y servicios de remediación (código 562000 del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)) de la matriz de insumo-producto de 2019 publicada por la Oficina de Análisis Económico. Para Alemania se utiliza la matriz de 2017 que publica la Oficina Federal de Estadística y se considera el sector de emisiones, residuos y aguas residuales, y el sector de la recolección de residuos (códigos 85111 y 32111 de las cuentas nacionales de Alemania, respectivamente). En el caso del Japón se estudia el sector de reutilización y reciclaje (código nacional 3921) incluido en la matriz de 2015 que publica la oficina de estadísticas de dicho país (E-Stat). Para Chile se utiliza la matriz que publica el Banco Central de Chile con datos de 2017, que incluye el sector de gestión de desechos y reciclaje (sectores 3710 Reciclado de desperdicios y desechos metálicos y 3720 Reciclado de desperdicios y desechos no metálicos de la Clasificación Industrial Uniforme de Todas las Actividades Económicas

(CIIU)). En Colombia, con datos de la matriz de insumo producto de 2015, se agregan los sectores de servicios de alcantarillado, servicios de limpieza, tratamiento de aguas residuales y tanques sépticos; servicios de recolección, tratamiento y disposición de desechos; recuperación de materiales, y actividades de saneamiento ambiental y otros servicios de gestión de desechos (códigos 063, 064, 065 y 066 del Sistema de Cuentas Nacionales del país). En México, con la matriz de insumo-producto de 2013, se analiza el sector de Manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación (código 5621 del Sistema de Cuentas Nacionales de México).

En el cuadro 12 se muestra que el porcentaje de insumos intermedios importados que el sector de gestión de residuos y reciclaje utiliza en su proceso productivo es menor que el promedio de todos los sectores de cada país. Al usar una mayor proporción de insumos nacionales, este sector presenta un mayor grado de encadenamiento directo con industrias nacionales que el promedio de los sectores en cada país. Por esta razón podría tener un efecto dinamizador mediante sus compras directas de insumos. Al comparar los países de la región con los países más desarrollados se aprecia que este sector presenta en estos países un menor porcentaje de consumo de bienes nacionales que Alemania, los Estados Unidos y el Japón. Esto muestra que este sector presenta un importante potencial de expansión que se traduciría en un mayor arrastre de sectores nacionales. El caso del Japón es particularmente destacable, pues mientras el consumo intermedio importado del sector de reutilización y reciclaje es casi inexistente, el nacional representa el 67% del valor bruto de su producción, muy por encima del promedio de la economía, que ya de por sí es alto en comparación con los países estudiados.

**Cuadro 12**  
**Países seleccionados: consumo intermedio del sector de residuos**  
*(En porcentaje del valor bruto de la producción)*

Consumo intermedio	Gestión de residuos y servicios de remediación (Estados Unidos, 2019)	Manejo de aguas residuales, eliminación de residuos y recuperación de materiales (Alemania, 2017)	Reutilización y reciclaje (Japón, 2015)	Gestión de residuos y reciclaje (Chile, 2017)	Gestión de aguas residuales, eliminación de residuos y recuperación de materiales (Colombia, 2015)	Manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación (México, 2013)
Nacional (promedio ponderado/ promedio simple de todos los sectores)	45 (43/47)	45 (41/41)	67 (41/46)	39 (38/43)	41 (41/43)	34 (29/34)
Importado (promedio ponderado/ promedio simple de todos los sectores)	5 (4/5)	9 (10/12)	0,7 (7/10)	3 (8/12)	4 (7/9)	11 (14/12)

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Oficina de Análisis Económico de los Estados Unidos; Centro Nacional de Estadísticas, Portal Site of Official Statistics of Japan (e-Stat) [en línea] <https://www.e-stat.go.jp/en/>; Oficina Federal de Estadística de Alemania; Banco Central de Chile; Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México.

Al desagregar la estructura del valor agregado en remuneraciones, retorno al capital e impuestos a la producción también se aprecia que, en general, la participación de las remuneraciones en el sector de gestión de residuos y reciclaje es similar al promedio nacional de los países analizados. En los casos de Chile y el Japón, el pago a los trabajadores es mayor que el promedio simple de la economía, por lo que, en términos directos, un incremento en el nivel de actividad de este sector podría tener efectos positivos en la distribución de los ingresos (véase el cuadro 13).

**Cuadro 13**  
**Países seleccionados: distribución del valor agregado del sector de residuos**  
*(En porcentajes del valor bruto de la producción)*

	Gestión de residuos y servicios de remediación (Estados Unidos, 2019)	Manejo de aguas residuales, eliminación de residuos y recuperación de materiales (Alemania, 2017)	Reutilización y reciclaje (Japón, 2015)	Gestión de desechos y reciclaje (Chile, 2017)	Gestión de aguas residuales, eliminación de residuos y recuperación de materiales (Colombia, 2015)	Manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación (México, 2013)
Remuneraciones (promedio ponderado/ promedio simple de todos los sectores)	30 (31/31)	17 (27/28)	25 (28/23)	24 (23/18)	15 (19/18)	17 (16/19)
Retorno al capital (promedio ponderado/ promedio simple de todos los sectores)	22 (23/21)	26 (20/18)	2 (23/19)	33 (29/25)	40 (31/30)	38 (40/35)
Impuestos a la producción (promedio ponderado/ promedio simple de todos los sectores)	2 (2/2)	-0,6 (-0,04/-0,72)	7 (3/3)	0,4 (0,7/0,9)	0,8 (1,5/1,2)	0,2 (0,4/0,3)
Valor agregado (promedio ponderado/ promedio simple de todos los sectores)	54 (56/53)	43 (48/46)	33 (54/46)	58 (53/44)	55 (52/49)	55 (57/55)

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Oficina de Análisis Económico de los Estados Unidos; Centro Nacional de Estadísticas, Portal Site of Official Statistics of Japan (e-Stat) [en línea] <https://www.e-stat.go.jp/en/>; Oficina Federal de Estadística de Alemania; Banco Central de Chile; Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México.

El cuadro 14 muestra los encadenamientos directos hacia adelante y hacia atrás del sector de residuos. Estos superan el promedio de todos los sectores en la mayoría de los países desarrollados analizados. En el caso de los países de la región, los encadenamientos hacia atrás se encuentran en torno al promedio nacional y los encadenamientos hacia adelante superan el promedio de los otros sectores. Esto muestra que, en una primera ronda de compras y ventas, el sector de residuos está muy vinculado con el resto de las economías nacionales, por lo que, en general, presenta características de sector manufacturero y de consumo intermedio. A su vez, también se grafica el potencial que podría lograr este sector para aumentar sus encadenamientos al encontrarse más maduro, sobre todo los vinculados con las compras (encadenamientos hacia atrás).

**Cuadro 14**  
**Países seleccionados: encadenamientos directos del sector de gestión de residuos y reciclaje**  
*(En porcentajes del valor bruto de la producción)*

	Gestión de residuos y servicios de remediación (Estados Unidos, 2019)	Manejo de aguas residuales, eliminación de residuos y recuperación de materiales (Alemania, 2017)	Reutilización y reciclaje (Japón, 2015)	Gestión de residuos y reciclaje (Chile, 2017)	Gestión de aguas residuales, eliminación de residuos y recuperación de materiales (Colombia, 2015)	Manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación (México, 2013)
Encadenamientos hacia atrás <sup>a</sup> (promedio ponderado/ promedio simple de todos los sectores)	45 (43/47)	45 (41/41)	67 (41/46)	39 38/43)	41 (41/43)	34 (29/34)
Encadenamientos hacia adelante <sup>b</sup> (promedio ponderado/ promedio simple de todos los sectores)	83 (43/ 53)	60 45/46)	90 (39/53)	72 38/47)	35 41/47)	56 (29/40)

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Oficina de Análisis Económico de los Estados Unidos; Centro Nacional de Estadísticas, Portal Site of Official Statistics of Japan (e-Stat) [en línea] <https://www.e-stat.go.jp/en/>; Oficina Federal de Estadística de Alemania; Banco Central de Chile; Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México.

<sup>a</sup> Relación entre las compras intermedias del país y el valor bruto de la producción.

<sup>b</sup> Relación entre las ventas intermedias del país y el valor bruto de la producción.

Los efectos multiplicadores, incluidos los efectos directos e indirectos sobre otros sectores, son dispares entre los países seleccionados (véase el cuadro 15). En Alemania hay efectos directos e indirectos mayores al promedio del país, tanto a causa de las compras como de las ventas, lo que lo clasifica como un sector clave para el impulso productivo. En los Estados Unidos se verifican efectos directos e indirectos menores que el promedio; es decir, es un sector aislado. En el Japón, el sector es considerado impulsor por el importante efecto multiplicador de sus compras. A su vez, en Chile y Colombia este sector se considera independiente por los efectos directos e indirectos por debajo del promedio nacional tanto en las ventas como en las compras. En México, posee efectos multiplicadores en sus compras ligeramente superiores al promedio de los sectores nacionales y efectos multiplicadores en sus ventas por debajo del promedio, por lo que se puede considerar un sector impulsor. Esta comparación ejemplifica el potencial que este sector podría tener en la región de no situarse aislado y si se produjeran todas las conexiones propias de la economía circular.

Si bien la estructura de insumo-producto del sector de residuos y reciclado de los países de América Latina y el Caribe puede considerarse poco encadenada con el resto de la economía, esto no impide que en el futuro pueda vincularse con mayor intensidad con otros sectores nacionales.

El sector de gestión de residuos y reciclaje de Chile, por ejemplo, demanda principalmente insumos o servicios de los siguientes sectores: i) reparación de maquinaria y equipo, y otras industrias manufactureras; ii) transporte de carga por carretera; iii) gestión de desechos y reciclaje (su mismo sector); iv) minería del cobre, y v) actividades de servicios jurídicos y contables. En cuanto a los sectores que demandan los bienes y servicios entregados por este sector, se destacan: i) administración pública; ii) suministro de agua; iii) celulosa y fabricación de otros artículos de papel y cartón; iv) minería del cobre, y v) fabricación de productos de plástico.

**Cuadro 15**  
**Países seleccionados: encadenamientos directos e indirectos en elector de gestión de residuos y reciclaje**

	Gestión de residuos y servicios de remediación (Estados Unidos, 2019)	Manejo de aguas residuales, eliminación de residuos y recuperación de materiales (Alemania, 2017)	Reutilización y reciclaje (Japón, 2015)	Gestión de residuos y reciclaje (Chile, 2017)	Gestión de aguas residuales, eliminación de residuos y recuperación de materiales (Colombia, 2015)	Manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación (México, 2013)
Multiplicador del producto <sup>a</sup> (promedio de todos los sectores)	1,87 (1,92)	1,76 (1,73)	1,96 (1,80)	1,61 (1,71)	1,84 (2,02)	1,49 (1,49)
Multiplicador de la demanda <sup>b</sup> (promedio de todos los sectores)	1,41 (1,92)	2,00 (1,73)	1,45 (1,80)	1,41 (1,71)	1,36 (2,02)	1,03 (1,49)
Clasificación	Sector independiente	Sector clave	Sector impulsor	Sector independiente	Sector independiente	Sector impulsor

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Oficina de Análisis Económico de los Estados Unidos; Centro Nacional de Estadísticas, Portal Site of Official Statistics of Japan (e-Stat) [en línea] <https://www.e-stat.go.jp/en/>; Oficina Federal de Estadística de Alemania; Banco Central de Chile; Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México.

<sup>a</sup> Señala cuántas veces aumenta la producción de la economía debido al aumento en una unidad de producción de un sector (incluye los efectos directos e indirectos que generan las compras relacionadas con la mayor producción de un sector).

<sup>b</sup> Señala cuántas veces aumenta la producción de la economía debido al aumento en una unidad de las ventas en el país de un sector (incluye los efectos directos e indirectos que generan las ventas que entran en la cadena productiva de toda la economía).

En Colombia, los sectores que entregan más insumos al sector de gestión de residuos y reciclaje son: i) generación de energía eléctrica, transmisión de energía eléctrica y distribución y comercialización de energía eléctrica; ii) actividades de servicios administrativos y de apoyo; iii) gestión de aguas residuales, eliminación de residuos y recuperación de materiales; iv) actividades especializadas para la construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil, y v) transporte terrestre y transporte por tuberías. A su vez, los productos y servicios que brinda este sector se destinan a: i) fabricación de productos metalúrgicos básicos y de productos elaborados de metal (excepto maquinaria y equipo); ii) gestión de aguas residuales, eliminación de residuos y recuperación de materiales; iii) fabricación de aparatos y equipo eléctrico y de productos informáticos, electrónicos y ópticos; iv) transporte acuático, y v) fabricación de papel, cartón y productos de papel y de cartón, actividades de impresión y producción de copias a partir de grabaciones originales.

En México, los sectores que entregan más insumos al sector de residuos son: i) industria química; ii) industria del plástico y del hule; iii) servicios de apoyo a los negocios; iv) fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón, y v) comercio al por mayor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco. A su vez, los sectores que demandan más productos y servicios de gestión de residuos y reciclado son: i) actividades legislativas, gubernamentales y de impartición de justicia; ii) hospitalares; iii) industria química; iv) instituciones de intermediación crediticia y financiera no bursátil, y v) extracción de petróleo y gas.

Al analizar el sector de residuos de Alemania, los Estados Unidos y el Japón es posible identificar otros sectores con los que se podrían establecer potenciales encadenamientos productivos hacia atrás debido a una estructura productiva nacional más madura y también a una escala distinta del sector de residuos, que ya cuenta con condiciones habilitantes para llevar adelante su actividad. En esta línea, los países con este sector más maduro potenciarían el relacionamiento con sectores enfocados hacia la ingeniería y las tecnologías.

De esta forma, en Alemania resaltan las compras del sector de residuos de: i) actividades de la construcción, ii) servicios de tecnologías de la información y iii) servicios de arquitectura e ingeniería. Los principales demandantes de servicios del sector son: i) administración pública y defensa; ii) comida, alimentos para animales, bebidas y productos de tabaco; iii) papel, cartón y subproductos; iv) artículos de caucho y plástico, y v) acero y productos de hierro y acero.

En los Estados Unidos, el sector de residuos utiliza insumos de los sectores de: i) bienes raíces y servicios de la vivienda; ii) fabricación de productos metálicos; iii) reparación y mantenimiento de maquinaria y equipos, y iv) servicios de arquitectura e ingeniería. A su vez, el principal destino de los servicios de gestión de residuos y remediación son: i) servicios del gobierno estatal y local; ii) bienes raíces y servicios de la vivienda; iii) servicios de empresas gubernamentales, estatales y locales, y iv) hospitalares.

En el Japón, los encadenamientos hacia atrás de residuos se dan sobre todo con los siguientes sectores: i) transporte, ii) servicios de instalaciones de almacenamiento y iii) servicios de alquiler y arrendamiento de bienes. En tanto, la demanda de servicios de reutilización y reciclaje se origina en los sectores de: i) arrabio y acero bruto, ii) productos de plástico, iii) productos de metales no ferrosos, iv) productos de acero y v) metales no ferrosos.

A partir de esto es posible esperar que una política pública que busque incentivar el crecimiento y la formalización del sector de residuos en los países de la región tenga un efecto de arrastre en otros sectores productivos, creando un impulso económico que generaría más producción y mayor diversificación productiva nacional. Si bien la intensidad de los sectores que demandan servicios del sector de residuos va a depender tanto de la estructura como de la escala de los sectores que componen la malla productiva de cada país, cabe destacar que el sector de administración pública suele ser uno de los principales demandantes de los servicios de gestión de residuos y reciclaje.

Hay que notar que al alcanzar un mayor grado de desarrollo sectorial y de industrialización, aumenta la competitividad internacional del sector de residuos y se abren posibilidades de exportaciones a otros mercados. En particular, Alemania exporta el 15% de la producción del sector de residuos, mientras que Colombia exporta el 6% de la producción del sector. Al estudiar, para este último, únicamente el subsector de recuperación de materiales, se aprecia que las exportaciones corresponden al 34% de esta actividad. Por otra parte, Chile registra exportaciones de solo el 0,05% de la producción sectorial y México no registra exportaciones. Por todo lo expuesto, se puede añadir que un mayor desarrollo de este sector, además de traducirse en mayores encadenamientos, puede ofrecer opciones para alcanzar niveles interesantes de competitividad internacional, gatillando sus exportaciones y la generación de divisas, y aportando al cierre de déficit comerciales.

## B. Potencialidad del sector

Como se ha mostrado en la sección IV.A, el sector de residuos puede ser un elemento generador de mayor actividad económica en los países de la región. Para analizar las potencialidades de este sector se compara la estructura productiva de algunos países de América Latina, como Chile, Colombia y México, con la estructura de un país con elevadas tasas de reciclaje y un sector de gestión de residuos más maduro como el de Alemania. Esta comparación se realiza para el sector de residuos y reciclado utilizando las matrices de insumo-producto de estos países (ya explicadas en la sección IV.A). Hay que destacar que cada país cuenta con una clasificación nacional que no es necesariamente comparable en su totalidad con la de los demás países, pero que representa, de manera coherente y robusta, la estructura nacional de acuerdo con el Sistema de Cuentas Nacionales<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> Para este cálculo se usaron las matrices de insumo-producto de Alemania y de algunos países seleccionados de la región que tenían una clasificación sectorial equivalente, además de los diferenciales de las tasas de reciclaje que hay entre ellos.

## 1. Aporte económico del sector

El peso relativo del sector de residuos en la región es heterogéneo. En los países analizados, varía entre un 0,04% y un 0,74% del valor agregado en México y Colombia, respectivamente. Esto depende tanto del grado de madurez sectorial como de los servicios que existen y que se contabilizan en el Sistema de Cuentas Nacionales. En el caso de Alemania, los servicios de alcantarillado, eliminación y recuperación de residuos suman el 0,85% del valor agregado del país, lo que da cuenta de la relevancia de este sector en la generación del PIB del país (solo similar a la participación de Colombia en el valor agregado nacional) (véase el cuadro 16).

**Cuadro 16**  
**Países seleccionados: participación en el valor agregado del país**  
*(En porcentajes del valor agregado nacional)*

	Chile	Colombia	México	Alemania
Gestión de desechos y reciclaje	0,28			
Servicios de alcantarillado, servicios de limpieza, tratamiento de aguas residuales y tanques sépticos		0,25		
Servicios de recolección, tratamiento y disposición de desechos		0,27		
Recuperación de materiales		0,18		
Actividades de saneamiento ambiental y otros servicios de gestión de desechos		0,04		
Manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación			0,04	
Alcantarillado, eliminación y recuperación de residuos				0,85
Sector de residuos y reciclado	0,28	0,74	0,04	0,85

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Central de Chile; Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia; Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México y Oficina Federal de Estadística de Alemania.

## 2. Escenarios para potenciar el sector de residuos y reciclado

En este apartado se señalan los supuestos empleados para cuantificar la potencialidad de generación de empleo y valor agregado del sector de gestión de residuos y reciclado. En particular, se simula que este sector ya ha madurado en la región y que se comporta con una estructura productiva y un grado de reciclaje similar al de Alemania, para ello se han incluido los siguientes escenarios:

- **El primer escenario** consiste en asumir que los países estudiados aumentan su grado de encadenamiento del sector de residuos y se comportan con una estructura de producción similar a la de Alemania. En suma, se asume que cada país presenta un multiplicador de la producción igual al de Alemania. En este sentido, si se sigue el ejemplo de Alemania, los países de la región podrían aumentar sus niveles de arrastre productivo incluso más allá del promedio de las respectivas economías. Destaca también el caso de Colombia, con multiplicadores productivos aún más elevados que Alemania (1,84 frente a 1,76). Con esto se puede deducir que países como Chile (1,61) o México (1,49) tienen un elevado potencial para poder aumentar los efectos multiplicadores de la producción en términos absolutos.
- **El segundo escenario** considera que los países de la región, además de tener la estructura productiva del sector de residuos como la de Alemania, tienen tasas de reciclaje similares, lo que aumentaría el nivel de actividad de estos países en la misma proporción. En particular, se asume que las tasas de reciclaje domiciliario de Chile (11,8%), Colombia (17,2%) y México (9,6%) llegan a los mismos niveles que los de Alemania (67,2%).

A partir de los cálculos, incluidos los supuestos antes explicados, se realiza una extrapolación de los resultados de estos tres países para América Latina y el Caribe tomando en cuenta su participación en el PIB regional, la generación de residuos per cápita y la población.

### 3. Impactos productivos

En el cuadro 17 se muestran los efectos productivos vinculados a la aplicación del primer escenario. Tanto Chile como México muestran aumentos en su producción anual, al considerar efectos directos e indirectos, equivalentes al 0,07% del PIB y al 0,02% del PIB, respectivamente. Colombia, al poseer un mayor multiplicador del producto que Alemania, no tendría ganancias por este cambio en la composición productiva. La extrapolación para América Latina y el Caribe a partir de estos tres países muestra un aumento en la producción que varía entre el 0,02% y el 0,03% del PIB regional.

**Cuadro 17**  
**América Latina y el Caribe y países seleccionados: efectos en la producción de asimilar la estructura productiva de Alemania**  
*(En millones de dólares y porcentajes del PIB de 2017)*

	Chile	Colombia	México	América Latina y el Caribe
Aumento en la producción	182	-	260	865 - 1 474
Aumento en la producción con respecto al PIB	(0,07)		(0,02)	(0,02-0,03)

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Central de Chile; Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia; Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México y Oficina Federal de Estadística de Alemania.

Al incluir ambos escenarios, con una estructura productiva con más encadenamientos y mayores tasas de reciclaje en Chile, Colombia y México, se suma el rango potencial de crecimiento económico vinculado también con una mayor escala. En el cuadro 18 se muestran los efectos productivos asociados para los tres países de la región, los que presentan aumentos en su producción anual, al considerar efectos directos e indirectos, que varían entre el 0,53% y el 1,1% del PIB de cada país. La extrapolación para América Latina y el Caribe a partir de estos tres países estudiados muestra un aumento en la producción que varía entre el 0,19% y el 0,35% del PIB regional.

**Cuadro 18**  
**América Latina y el Caribe y países seleccionados: efectos en producción de asimilar la estructura productiva y la tasa de reciclaje de Alemania**  
*(En millones de dólares y porcentajes del PIB de 2017)*

	Chile	Colombia	México	América Latina y el Caribe
Aumento en la producción	1 472	3 428	1 242	10 502 – 19 756
Aumento en la producción con respecto al PIB	(0,53)	(1,1)	(0,11)	(0,19 - 0,35)

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Central de Chile; Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia; Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México y Oficina Federal de Estadística de Alemania.

### 4. Impactos en el valor agregado

Para estimar los impactos de ambos escenarios sobre el valor agregado (considerando remuneraciones, excedente bruto de explotación e impuestos a la producción, entre otros factores) se ha considerado el valor agregado que genera el sector de residuos en cada uno de los países estudiados por unidad de producción. Además, por medio de la matriz inversa de Leontief se ha estimado el valor agregado que genera en forma indirecta este sector en la economía de cada país. Por ejemplo, en el cuadro 19 se aprecia que por cada dólar producido en Chile se generan 0,58 dólares de valor agregado en forma directa y 0,16 dólares en forma indirecta.

**Cuadro 19**  
**Chile, Colombia y México: estructura de valor agregado directo e indirecto**

	Gestión de residuos y reciclaje (Chile, 2017)	Gestión de aguas residuales, eliminación de residuos y recuperación de materiales (Colombia, 2015)	Manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación (México, 2013)
Valor agregado directo por unidad de producción	0,58	0,55	0,55
Valor agregado indirecto por unidad de producción	0,16	0,16	0,02

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Central de Chile; Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia, e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México.

Por medio de los valores unitarios presentados en el cuadro 19, y considerando los escenarios donde se simula un mayor desarrollo del sector de residuos, se obtienen los resultados para los países en estudio y para la región que se presentan en el cuadro 20. Por medio del valor agregado directo e indirecto de cada país se estima que, dependiendo del escenario, el valor agregado regional aumentaría entre un 0,04% y un 0,18% cada año.

**Cuadro 20**  
**América Latina y el Caribe y países seleccionados: efectos en el valor agregado**  
*(En millones de dólares y porcentajes del PIB de 2017)*

	Chile	Colombia	México	América Latina y el Caribe
Aumento en el valor agregado asumiendo la estructura productiva de Alemania	81 0,03	334 0,11	225 0,02	2 060 0,04
Aumento en el valor agregado asumiendo la estructura productiva y la tasa de reciclaje de Alemania	657 0,24	1 831 0,59	669 0,06	10 156 0,18

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Central de Chile; Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia; Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México y Oficina Federal de Estadística de Alemania.

## 5. Impactos en el empleo

El análisis de los impactos en el empleo se estima a partir del empleo directo e indirecto calculado para Chile y México. En el cuadro 21 se muestra cuántos empleos directos e indirectos se generan por millón de dólares de producción. Estos factores permiten calcular el efecto multiplicador del empleo que genera el sector de residuos e inferir su impacto para toda la región.

**Cuadro 21**  
**Chile y México: efectos en el valor agregado**  
*(En personas por millón de dólares)*

	Chile (2017)		México (2013)	
	Gestión de residuos y reciclaje	Promedio nacional	Manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	Promedio nacional
Empleo directo	28	18	44	39
Empleo indirecto	5	11	1	16
Empleo directo más empleo indirecto	33	29	45	55

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Central de Chile e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México.

Por ejemplo, para México el sector de manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación contrata 44 empleos en forma directa por millón de dólares de producción, y, a causa de sus efectos multiplicadores, se contrata en forma indirecta 1 empleo por el mismo millón de producción. Por ello, dado su nivel de actividad, este sector contrataría alrededor de 39.000 empleos en forma directa y generaría en la economía de México otros 780 empleos en forma indirecta. En Chile, en tanto, se contratarían 33.000 empleos directos y se generarían 6.000 empleos indirectos.

Al aplicar los coeficientes ya presentados a los escenarios de mayor madurez del sector de residuos se obtienen los resultados del cuadro 22. En cuanto al empleo, estos escenarios originarían para la región alrededor de 85.000 empleos directos e indirectos para el primer escenario y casi 460.000 empleos directos e indirectos para el segundo escenario.

**Cuadro 22**  
**América Latina y el Caribe, Chile y México: efectos sobre el empleo de ambos escenarios**  
*(En número de empleos)*

	Chile	México	América Latina y el Caribe
Aumento en el empleo asumiendo la estructura productiva de Alemania	5 664	14 424	84 806
Aumento en el empleo asumiendo la estructura productiva y la tasa de reciclaje de Alemania	45 158	62 971	456 467

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Banco Central de Chile; Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México y Oficina Federal de Estadística de Alemania.

En conclusión, se aprecia que el sector de residuos tiene un gran potencial para impulsar la reactivación económica. Si bien se han estimado los efectos directos e indirectos de cambios estructurales y de mayores niveles de reciclaje, estos resultados son una cota inferior, ya que no se han considerado los efectos reactivadores relacionados con las inversiones necesarias para que estos cambios se materialicen. En particular, aún falta considerar los efectos adicionales de diversas obras de infraestructura y la creación de condiciones habilitantes para brindar un impulso a este sector.

## V. Fortalecimiento de las políticas vinculadas a la economía circular en América Latina y el Caribe

La transición hacia una economía circular que desligue el crecimiento económico del uso de los recursos y facilite la desmaterialización de la economía se vuelve imprescindible a la hora de alinear los límites ecológicos con el crecimiento económico en la región. La economía circular ofrece una oportunidad de desarrollo productivo endógeno con beneficios sociales y ambientales. Para ello se requiere una serie de cambios en las políticas públicas, la regulación, los sistemas de gestión, las finanzas públicas, las inversiones, los sistemas de financiamiento y las capacidades en todos los países, que deben abordar desde las etapas productivas, pasando por el consumo hasta llegar a la fase de disposición final de los residuos (véase el cuadro 23).

**Cuadro 23**  
Algunos elementos para las políticas de economía circular

Producción sostenible y ecodiseño	Consumo	Residuos
Crear estándares mínimos para el uso de insumos a lo largo del ciclo de producción (eficiencia, compatibilidad, reciclabilidad y demás), incluida la prohibición de sustancias tóxicas y de baja potencialidad de reutilización o uso secundario	Sensibilizar a los consumidores en el ámbito del impacto medioambiental en sus pautas actuales de consumo y de desecho.	Reforzar sistemas de recolección y de clasificación de los flujos de residuos
Promover la responsabilidad extendida del productor y combatir la obsolescencia programada	Introducir esquemas de ecoetiquetado claros y confiables	Impulsar inversiones en los sistemas de gestión de residuos
Fomentar la innovación y la participación de distintos actores	Actualizar las leyes del consumidor y fomentar el uso compartido de los aparatos y productos	Formalizar el sector de recolección de residuos

Aplicar una política fiscal que esté en sintonía con los objetivos de producción y consumo sostenibles  
Considerar los aspectos sociales a la hora de aplicar el principio de que quien contamina paga

Facilitar cadenas de valor transparentes nacionales, regionales y mundiales mediante la incorporación de los sistemas de gestión, tratamiento y disposición final de residuos

Revisar la política urbana, de transporte y energética para facilitar la transición

Incorporar la economía circular en el programa académico general y desarrollar especializaciones (ecodiseño, ingenierías de procesos y ambientales, innovación social y otras)

Fomentar alianzas y pactos regionales y subregionales que faciliten la escala y el impacto de las acciones

No debe olvidarse, en cualquier caso, que la región cuenta con escasa infraestructura de disposición final de residuos y existen numerosos vertederos ilegales y abandonados, además de rellenos sanitarios utilizados por encima de su capacidad. Enfrentar esta situación ofrece una oportunidad de inversiones que no debe estar exenta de las consideraciones sociales.

Como ya se indicó en el capítulo III, en América Latina y el Caribe se han dado algunos avances en materia de legislación e instrumentos específicos para la economía circular<sup>23</sup>. Sin embargo, la mayoría de las iniciativas están asociadas a la gestión tradicional de residuos y pueden reforzarse para darles una visión más integral que aborde el desarrollo de todos los sectores que intervienen en la economía circular.

## A. Fortalecimiento de la gobernanza, las capacidades y el conocimiento

La transición a la economía circular necesita un marco legal e institucional acorde, así como capacidades y conocimiento del tema que faciliten y promuevan la innovación tecnológica, el emprendimiento y la inversión. Además de adecuar la normativa vigente, el marco legal debe facilitar la distribución de responsabilidades para la participación e interacción entre actores (como, por ejemplo, a través de leyes de responsabilidad extendida del productor). También se debe considerar reforzar la protección de los consumidores frente a prácticas de obsolescencia programada ofreciendo oportunidades de recurso individual y colectivo contra prácticas comerciales desleales. Asimismo, es necesario contar con instrumentos que permitan identificar y especificar, desde el diseño, los materiales recuperables, subproductos y residuos finales, entre otros, con el fin de facilitar la reutilización y el reciclado y minimizar los residuos.

El marco regulatorio debe asegurar la prohibición de determinados productos que sean particularmente dañinos para el medio ambiente, como se ha hecho con algunos productos plásticos, así como la sustitución de sustancias peligrosas en productos y procesos, en cumplimiento con los acuerdos internacionales (como el Convenio de Basilea y el Convenio de Minamata sobre el Mercurio).

Para dar seguimiento a los flujos de materiales y residuos es necesario crear conjuntos de indicadores. El sistema de economía circular de la Unión Europea incluye indicadores para el suministro de materias primas, la reparación y reutilización, la generación y gestión de residuos, el comercio de materias primas secundarias en la región y con otros países, el uso de materiales reciclados en productos y el compromiso cívico (Comisión Europea, 2015 y 2019a). En esta materia, el Gobierno de Colombia reconoce que para dar seguimiento a la Estrategia Nacional de Economía Circular es necesario contar con una secretaría técnica que actualice e integre la información sobre los indicadores, iniciativas, emprendimientos, programas y proyectos enmarcados en la economía circular. El seguimiento a los avances de la transición hacia la economía circular incluye el desarrollo de un sistema de monitoreo no solo de flujos de materiales y residuos, sino también de agua y energía (Colombia, 2018a).

El conjunto de leyes e indicadores deberá ir acompañado de acciones de capacitación en los distintos niveles, orientadas tanto a los profesionales de las agencias encargadas de su control y seguimiento, como a los encargados de los gobiernos locales (incluso aquellos que no se ocupan de temas medioambientales) y a los recolectores y recicladores de base. La sensibilización de la población respecto de la rebaja en la generación de residuos, la segregación en el origen, la reutilización de materiales, el reciclado y demás debe ir acompañada de programas de educación formal. En ese sentido, para el desarrollo del sector será esencial impulsar la producción científica en la región en temas relacionados a la economía circular mediante la promoción de cursos especializados sobre tecnologías y valoración de materiales en los distintos niveles de formación académica (Colombia, 2018a). Actualmente, solo el Brasil tiene una presencia relevante, con 77 publicaciones en el ámbito (Martínez Cerna y otros, 2019).

<sup>23</sup> Además, el Pacto por la Economía Circular en el Ecuador y la Estrategia Nacional de Economía Circular en Colombia son ejemplos de instrumentos con los que se pretende aumentar el aprovechamiento de los recursos y la eficiencia de los procesos productivos con una visión amplia.

Una de las iniciativas a nivel mundial donde algunos países de la región tienen un papel importante es la Plataforma para Acelerar la Economía Circular (PACE)<sup>24</sup>. En esta comunidad global participan líderes de todos los sectores con el propósito de acelerar la transición hacia un modelo circular. Anualmente analizan el avance de la economía circular y el informe de 2020 indica que solo el 8,6% de la economía mundial es circular, por lo que hacen un llamado urgente a la comunidad internacional para reescribir las reglas del modelo actual. Sus recomendaciones incluyen alinear impuestos con la implementación de la Agenda 2030 y la acción climática, así como desarrollar estándares internacionales para el diseño de productos a partir de recursos secundarios, entre otros.

Una de las iniciativas regionales recientes es la Coalición de Economía Circular de América Latina y el Caribe, coordinada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y encabezada por un comité directivo integrado en el período 2021-2022 por representantes gubernamentales de Colombia, Costa Rica, el Perú y la República Dominicana. La Coalición es una plataforma abierta a miembros de distintos sectores y tiene como objetivo principal aumentar el conocimiento y la comprensión sobre la economía circular, así como apoyar a los Gobiernos y a las pequeñas y medianas empresas para que accedan a financiamiento adecuado que facilite la innovación y la implementación de proyectos específicos en la región<sup>25</sup>.

Se espera que los consumidores sigan impulsando los cambios de patrones de consumo más sostenibles demandando mayor educación ambiental y etiquetados ecológicos confiables. Esto alentaría a los productores a invertir en opciones más competitivas y de menor huella ambiental.

La cooperación y el alineamiento internacional pueden empujar modelos de economía circular transfronterizos potenciados por estándares y sellos comunes, y respaldados por el comercio internacional, que a su vez permitan economías de escala y ahorro de costos, y faciliten el establecimiento de plataformas de intercambio de información y de conocimiento. Mejorar el control en fronteras (puertos y aduanas) para una adecuada gestión y vigilancia del ingreso de productos importados, particularmente aquellos que puedan contener sustancias peligrosas, no solo contribuirá al cumplimiento de las normas vigentes y los acuerdos internacionales, sino que facilitará el desarrollo de las alternativas de economía circular.

## B. Aumento de las tasas de recolección, reciclaje, reutilización y remanufactura

Un adecuado sistema de gestión de residuos donde se respete su jerarquización (véase el capítulo III) permitirá aumentar las tasas de reciclaje y mejorar la reutilización de materiales reciclados como materias primas secundarias, además de promover los mercados que usan este tipo de insumos. Para ello se deben reforzar los sistemas de seguimiento y monitoreo de flujos de residuos a fin de evitar la mezcla y la contaminación de materiales (AEMA, 2017). En este proceso juegan un papel clave los gestores, al recolectar los productos, y los ciudadanos, que tienen la responsabilidad de separar estos productos del resto para facilitar su recolección. Al mismo tiempo, es imprescindible optimizar la trazabilidad y la información disponible sobre la generación y gestión de los residuos municipales, de la construcción y electrónicos, y, en especial, de residuos industriales de carácter peligroso (OCDE/CEPAL, 2017).

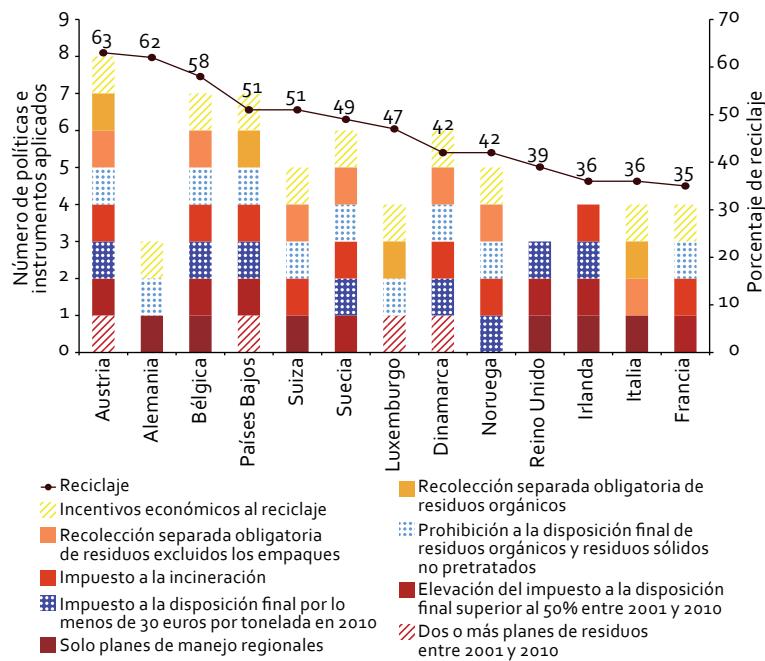
Más allá de los sistemas de reciclaje, se debe aumentar la eficiencia en la producción para utilizar la menor cantidad de nuevos materiales en los productos fabricados, procurando reutilizar o reciclar materiales secundarios. Esto permitiría maximizar el uso posterior de los materiales recuperados fabricando con ellos otros productos y extendiendo así su ciclo de vida, con lo que se contribuye a la desmaterialización y la reducción de la contaminación. También es imprescindible analizar las opciones para el aprovechamiento de la energía a partir de los residuos, incluida la perspectiva socioambiental.

<sup>24</sup> Véase mayor información referente a esta iniciativa [en línea] <https://pacecircular.org/>.

<sup>25</sup> Véase mayor información referente a esta iniciativa [en línea] <https://www.coalicioneconomiacircular.org/>.

Por último, cabe mencionar que la combinación de diversos instrumentos de gestión de residuos debe ir de la mano de la legislación, como se ha hecho en varios países de la Unión Europea, donde estas medidas facilitaron la reducción de la generación de los residuos sólidos y ayudaron al logro de las metas de reciclaje<sup>26</sup>. En el gráfico 19 se distinguen los países que obtuvieron los mejores resultados como consecuencia de la implementación de varios de los instrumentos de gestión, lo que muestra la importancia de hacerlos efectivos. Se observa que no influye solo el número de instrumentos empleados, sino que probablemente también tienen incidencia la eficiencia y la eficacia con que se aplican.

**Gráfico 19**  
**Unión Europea (países seleccionados): políticas e instrumentos aplicados en la gestión de residuos sólidos urbanos, 2001-2010, y tasas de reciclaje**



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), "Managing municipal solid waste: a review of achievements in 32 European countries", *EEA Report*, N° 2, Luxemburgo, 2013.

El análisis por país apunta a la evidencia de una correlación entre el costo de la disposición final en rellenos sanitarios y la proporción de residuos municipales reciclados en los Estados miembros de la Unión Europea, lo que sugiere que los impuestos aplicados a la disposición final contribuyen a incentivar la aplicación de la jerarquía de los residuos. También las tarifas de ingreso a los rellenos sanitarios y las restricciones implantadas al respecto juegan un papel importante en las decisiones para dar forma a la gestión de residuos.

## C. Promoción y apoyo a la innovación y el diseño ecológico

Producir de manera circular exige un cambio radical en el diseño y la innovación. La innovación debe acompañar la política ambiental, porque ayuda a alcanzar los objetivos a costos más bajos. En Alemania, por ejemplo, se ha podido comprobar el vínculo entre las políticas ambientales y la actividad innovadora mediante las estadísticas de patentes para el manejo de residuos y los instrumentos de regulación en esta área (Haščić y Migotto, 2015).

Es urgente apoyar los programas y proyectos de innovación tecnológica para diseñar y fabricar productos con una vida útil más larga, que puedan actualizarse, reutilizarse, reacondicionarse o remanufacturarse (AEMA, 2017). La tecnología puede ser una gran aliada para digitalizar los programas

<sup>26</sup> Véase AEMA (2013).

de recolección de residuos y reciclaje. Esto permitiría comprender los patrones de la generación y el almacenamiento de residuos, así como optimizar la recuperación de costos y recursos, entre otras cosas, e impulsaría políticas de ecodiseño (uso mínimo de recursos, aprovechamiento de recursos secundarios y reciclaje de materiales de alta calidad). Para la transición es esencial combatir la obsolescencia programada y homogeneizar ciertos elementos de diseño, como los cargadores universales para autos eléctricos y aparatos electrónicos.

La innovación tiene que enfocarse también a los ámbitos social y organizacional, alineando las políticas de gestión y manejo de residuos con acciones sociales que permitan la incorporación de recolectores y recicladores de base, formalicen la economía informal del sector y aprovechen el conocimiento existente y las buenas prácticas. Un modelo circular debería dar paso a la incorporación de agentes de mercado que por ahora están en la informalidad en muchos países de la región.

A estas políticas se pueden sumar prácticas de adquisiciones públicas que promuevan cadenas de suministro con adquisición de productos, materiales y servicios circulares.

## D. Identificación de nuevos modelos de negocio

Los nuevos modelos de negocio de la economía circular funcionarán con una mayor interdependencia entre todos los actores involucrados (suministradores, productores, distribuidores, universidades y consumidores). Las políticas de desarrollo productivo y de colaboración industrial entre las empresas y sus socios han de facilitar que los residuos o subproductos de uno se conviertan en un recurso para otro (sectores de arrastre) y exista transparencia a lo largo de la cadena de valor (AEMA, 2017). Conocer los potenciales para extraer recursos y energía a partir de los residuos facilitará el desarrollo y la aplicación de distintas opciones tecnológicas (véase el capítulo III).

Por otra parte, fomentar pautas de consumo responsable mediante sistemas de ecoetiquetado transparentes y comprensibles y facilitar el consumo compartido (preferencia por servicios en vez de la tenencia de los productos que otorgan los servicios) son aspectos que contribuyen al desarrollo de nuevos modelos de negocio<sup>27</sup>. Como se indica en el artículo 6.3 del Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe (Acuerdo de Escazú), “cada parte deberá garantizar que los sistemas de información ambiental se encuentren debidamente organizados [y] sean accesibles para todas las personas” (CEPAL, 2018, pág. 22).

Es importante mencionar que los modelos de negocio circulares se basan en el supuesto de que tanto las empresas como los consumidores tienen acceso a información certera y confiable sobre los productos, su proceso de producción y contenido. También el Acuerdo de Escazú indica en el artículo 6.10 que tanto los consumidores como los usuarios deberán contar con “información oficial, pertinente y clara sobre las cualidades ambientales de bienes y servicios y sus efectos en la salud, favoreciendo patrones de consumo y producción sostenibles” (CEPAL, 2018, pág. 23). Sin embargo, la opacidad de muchos eslabones de las cadenas de valor—que involucran fabricantes, intermediarios y distribuidores con sede en distintos países y sometidos a diferentes regímenes regulatorios—obstaculiza la correcta percepción de los procesos productivos de las empresas (Egels-Zandén, 2007) y los consumidores finales. Las cadenas de bloques, tal vez en combinación con otras tecnologías modernas, como los sensores inalámbricos y las etiquetas de identificación por radiofrecuencia, permiten crear plataformas tecnológicas con toda la información crítica que acrecentaría la transparencia de las cadenas de suministro y permitiría rastrear la trazabilidad de los productos de manera económica e inmediata (Allen y otros, 2019; Banerjee, 2019)<sup>28</sup>. De ese modo, se empoderaría a los productores y los consumidores para adoptar actitudes más favorables al medio ambiente (Mol, 2015; Loop, 2017; Probst, 2020) (véase el recuadro 4).

<sup>27</sup> Estas nuevas iniciativas han de ir acompañadas de marcos regulatorios adecuados y cambios en las leyes de protección al consumidor (Mak y Terryn, 2020).

<sup>28</sup> Véase evidencia empírica en Zelbst y otros (2019).

**Recuadro 4**  
**Las potencialidades del uso de cadenas de bloques en la economía circular**

En las cadenas de bloques, cada nueva transacción es verificada por (la mayoría de) los demás participantes en el sistema mediante el uso de un protocolo de consenso, sin la necesidad del aval de una autoridad central, antes de que esta se añada a la red existente con una marca de tiempo. La descentralización del registro entre los usuarios individuales aumenta la confianza del usuario (Kamble, Gunasekaran y Sharma, 2020) y proporciona al sistema un nivel más alto de seguridad contra fallos y fraudes (Ølnes, Janssen y Ubacht, 2017).

Los contratos inteligentes se presentan como complementarios a las cadenas de bloques. Son herramientas que permiten la ejecución automática de una acción definida siempre que se hayan cumplido los requisitos preestablecidos (Szabo, 1994), así como el pago del detallista por el suministro de productos (Nikolakis, John y Krishnan, 2018) o la certificación de productos y productores (Saberí y otros, 2019). Aunque son más rígidos que los contratos tradicionales (Cuccuru, 2017), los contratos inteligentes los pueden imitar o sustituir en muchas instancias, lo que puede traducirse en mejoras de eficiencias y ahorro de costos y tiempo por automatización y optimización (Wang y otros, 2019), de manera segura y transparente (Zhang, 2019).

En función de la gestión de acceso, se distinguen dos tipos fundamentales de cadenas de bloques (Mougayar, 2018): públicos y con permiso. Los sistemas de cadenas de bloques públicos, como la criptomoneda bitcoin, no necesitan permiso de los usuarios para adherirse al sistema, acceder al registro compartido y efectuar transacciones. Mientras que cada transacción es visible a los otros participantes, la identidad de estos puede permanecer anónima. Los sistemas de cadenas de bloques con permiso, en cambio, son gestionados por un consorcio (o una sola entidad en el caso de cadenas de bloques privadas) y solamente los participantes designados pueden acceder, hacer o auditar transacciones. Los diseñadores de los sistemas privados pueden establecer varios niveles de acceso a información por cada (grupo de) usuarios en función de sus necesidades (por ejemplo, verificación del cumplimiento de los estándares medioambientales y sociales en la producción por parte de la sociedad civil) sin perjudicar los secretos de negocios de las empresas (Gabison, 2016).

#### **Desde cadenas hacia espirales de bloques**

La bibliografía existente indica que las cadenas de bloques pueden mejorar el desempeño ambiental de las cadenas de valor (Park y Li, 2021). Además, las cadenas de bloques pueden acompañar durante todo el ciclo de vida de los productos registrando su origen, método de producción y transporte (véase el diagrama que aparece a continuación). Los fabricantes pueden averiguar y auditar la calidad del insumo y los cambios que se le han efectuado a lo largo del proceso productivo (Underwood, 2016) y llevar a cabo adquisiciones ecológicas (Rane y Thakker, 2020), escogiendo tanto insumos con baja huella ambiental (Kouhizadeh y Sarkis, 2018) como proveedores convenientes (Le Sèvre, Mason y Nassiry, 2018; Nikolakis, John y Krishnan, 2018), y el desarrollo de programas de fortalecimiento. Al analizar una muestra de 24 empresas que hicieron frente a las vicisitudes del entorno económico marcado por la crisis sanitaria causada por la enfermedad por coronavirus (COVID-19), Nandi y otros (2020) señalan una relación positiva entre las habilidades vinculadas con la aptitud para reaccionar a bruscos cambios en las cadenas logísticas y la adopción de medidas que apoyan la economía circular y las cadenas de bloques. Por su parte, los consumidores tendrán las herramientas necesarias para adoptar modelos de consumo responsables (PwC, 2018; Lancelott, Chrysochou y Archard, s/f; Parung, 2019) instruyéndose sobre la historia del producto (Casado-Vara y otros, 2018), confiando en las declaraciones medioambientales de las empresas y, potencialmente, viéndose recompensados por los productos utilizados (Kouhizadeh y Sarkis, 2018). Los flujos de información en tiempo real mermarán para todas las partes interesadas los costos de transacción (Kshetri, 2017b), que problematizan la gestación de patrones de producción y consumo circulares (Kottmeyer, 2021).

Las cadenas de bloques podrían ayudar a los reguladores a velar por el cumplimiento de las normativas (Ølnes, Janssen y Ubacht, 2017; Allen y otros, 2019). Por su parte, las autoridades, las comunidades locales y las partes interesadas tendrían a su disposición un panorama de la situación actual que les sería de utilidad en sus reflexiones. Debido al alto nivel de coordinación entre varios actores, necesario para el buen funcionamiento de las "espirales" de bloques apoyando los modelos de producción y de consumo circulares, se necesitarán estándares, instituciones y mecanismos para fomentar una visión práctica y compartida.

En América Latina y el Caribe, las cadenas de bloques ya apoyan varias iniciativas sociales y ambientales. Entre los proyectos se destaca el proyecto ecolon, lanzado en 2018, mediante el cual a los consumidores costarricenses que llevan materiales reciclables, tales como vidrio, cartón y plásticos, a centros de acopio que participan en el esquema se les entrega la moneda digital. Los ecolon se pueden utilizar como medio de pago en tiendas, hoteles y otros proveedores de servicios.

Recuadro 4 (continuación)

**La aplicación potencial de las cadenas de bloques en la economía circular**



Fuente: Elaboración propia.

La aplicación de las cadenas de bloques se ve entorpecida por un conjunto de barreras normativas, institucionales, tecnológicas y culturales (Mougaray, 2018; Hastig y Sodhi, 2020; Ghode y otros, 2020). La investigación relacionada con las cadenas de bloques se encuentra todavía en una fase temprana, focalizándose en conceptualizaciones con estudios empíricos insuficientes (Dobrovnik y otros, 2018; Queiroz, Telles y Bonilla, 2020; Moosavi y otros, 2021). Se presta escasa atención a las implicaciones societales (Kottmeyer, 2021) que deben estar acompañadas por ajustes en las políticas económicas, sociales y de mercado (UNCTAD, 2021). Aún se carece de marcos regulatorios y estándares comunes (Mougaray, 2018; Porxas y Conejero, 2018; Sulkowski, 2018), y los debates acerca de la privacidad se intensifican por la inmutabilidad y transparencia de los registros (Kshetri, 2017a). Otros desafíos por superar incluyen la escalabilidad de las plataformas de cadenas de bloques (Min, 2019; Zhang, 2019), su interoperabilidad (Al-Saqaf y Seidler, 2017; CEPA, 2017; PwC, 2018) y el consumo energético (Wu y Tran, 2018). No obstante, Chopra (2020) señala que varios proyectos exitosos de interconexión de sistemas de trazabilidad demuestran que al recordar transacciones en vez de valores fijos, las cadenas de bloques se prestan mejor a la interoperabilidad que las alternativas electrónicas tradicionales. La adaptabilidad cualitativa y cuantitativa de los sistemas resulta particularmente importante en el contexto de los modelos de consumo y producción circulares en constante evolución, que involucrarán un número grande y variable de actores heterogéneos de varios rubros económicos. El tema de la seguridad de los sistemas (Rane y Thakker, 2020) se ha visto intensificado por el logro anunciado por Google (y seguido por otras empresas) respecto de la computación cuántica con un poder computacional que podría abrumar los protocolos de criptografía (Pollock, 2019). Además, la introducción de la tecnología puede conllevar cambios en los actores que se ven afectados (Galvez, Mejuto y Simal-Gandara, 2018; Saberi y otros, 2019) y enfrentarse con resistencia (Mougaray, 2018).

En la región, el despliegue de la tecnología también podría verse frenado por un acceso desigual o deficiente a Internet (Le Sèvre, Mason y Nassiry, 2018) y la electricidad (Zwitter y Boisse-Despiaux, 2018), sobre todo en las zonas rurales y en hogares de bajos ingresos (Rojas y Poveda, 2018; Iorio y Sanin, 2019). Tales factores estructurales podrían incluso desembocar en una desigualdad de conocimientos acerca de la tecnología y el surgimiento de marcos técnicos y culturales foráneos dominantes que no se adapten a los contextos locales (Al-Saqaf y Seidler, 2017), lo que, por consecuencia, socavaría la confianza en la tecnología (Kottmeyer, 2021).

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de D. Allen y otros, "International policy coordination for blockchain supply chains", *Asia and the Pacific Policy Studies*, vol. 6, N° 3, mayo de 2019; W. Al-Saqaf y N. Seidler, "Blockchain technology for social impact: opportunities and challenges ahead", *Journal of Cyber Policy*, vol. 2, N° 3, noviembre de 2017; R. Casado-Vara y otros, "How blockchain improves the supply chain: case study alimentary supply chain", *Procedia Computer Science*, vol. 134, 2018; A. Chopra, "Blockchain technology in food industry ecosystem", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 872, junio de 2020; Comisión Económica para África (CEPA), "Blockchain technology in Africa: draft report", Addis Abeba, noviembre de 2017 [en línea] [https://archive.uneca.org/sites/default/files/images/blockchain\\_technology\\_in\\_africa\\_draft\\_report\\_19-nov-2017-final\\_edited.pdf](https://archive.uneca.org/sites/default/files/images/blockchain_technology_in_africa_draft_report_19-nov-2017-final_edited.pdf); Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), *Technology and Innovation Report 2021*, Ginebra, 2021; P. Cuccuru, "Beyond bitcoin: an early overview on smart contracts", *International Journal of Law and Information Technology*, vol. 25, N° 3, 2017; M. Dobrovnik y otros, "Blockchain for and in logistics: what to adopt and where to start", *Logistics*, vol. 2, N° 3, septiembre de 2018; G. Gabison, "Policy considerations for the blockchain technology public and private applications", *Science and*

## Recuadro 4 (conclusión)

*Technology Law Review*, vol. 19, N° 3, 2016; D. Ghode y otros, "Adoption of blockchain in supply chain: an analysis of influencing factors", *Journal of Enterprise Information Management*, vol. 33, N° 3, marzo de 2020; G. Hastig y M. Sodhi, "Blockchain for supply chain traceability: business requirements and critical success factors", *Production and Operations Management*, vol. 29, N° 4, abril de 2020; P. Iorio y M. Sanin, "Acceso y asequibilidad a la energía eléctrica en América Latina y El Caribe", Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2019 [en línea] <https://publications.iadb.org/es/acceso-y-asequibilidad-la-energia-electrica-en-america-latina-y-el-caribe>; J. Galvez, J. Mejuto y J. Simal-Gandara, "Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis", *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, vol. 107, octubre de 2018; S. Kamble, A. Gunasekaran y R. Sharma, "Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain", *International Journal of Information Management*, vol. 52, junio de 2020; B. Kottmeyer, "Digitisation and sustainable development: the opportunities and risks of using digital technologies for the implementation of a circular economy", *Journal of Entrepreneurship and Innovation in Emerging Economies*, vol. 7, N° 1, enero de 2021; M. Kouhizadeh y J. Sarkis, "Blockchain practices, potentials, and perspectives in greening supply chains", *Sustainability*, vol. 10, N° 10, octubre de 2018; N. Kshetri, "Blockchain's roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy", *Telecommunications Policy*, vol. 41, N° 10, noviembre, 2017a; N. Kshetri, "Will blockchain emerge as a tool to break the poverty chain in the Global South?", *Third World Quarterly*, vol. 38, N° 8, 2017b; M. Lancelott, N. Chrysochou y P. Archard, "Blockchain can drive the circular economy", PA, s/f [en línea], <https://www.paconsulting.com/insights/blockchain-can-drive-the-circular-economy/>; M. Le Sèvre, N. Mason y D. Nassiry, "Delivering blockchain's potential for environmental sustainability", *Briefing Note*, Londres, Overseas Development Institute (ODI), octubre de 2018 [en línea] <https://cdn.odi.org/media/documents/12439.pdf>; H. Min, "Blockchain technology for enhancing supply chain resilience", *Business Horizons*, vol. 62, N° 1, enero-febrero de 2019; J. Moosavi y otros, "Blockchain in supply chain management: a review, bibliometric, and network analysis", *Environmental Science and Pollution Research*, febrero de 2021 [en línea] <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-13094-3>; W. Mougayar, *La tecnología blockchain en los negocios: perspectivas, práctica y aplicación en internet*, Madrid, Anaya Multimedia, 2018; S. Nandi y otros, "Do blockchain and circular economy practices improve post COVID-19 supply chains? A resource-based and resource dependence perspective", *Industrial Management & Data Systems*, vol. 121, N° 2, diciembre de 2020; W. Nikolakis, L. John y H. Krishnan, "How blockchain can shape sustainable global value chains: an evidence, verifiability, and enforceability (EVE) framework", *Sustainability*, vol. 10, N° 11, 2018; S. Ølnes, M. Janssen y J. Ubach, "Blockchain in government: benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing", *Government Information Quarterly*, vol. 34, N° 3, septiembre de 2017; A. Park y H. Li, "The effect of blockchain technology on supply chain sustainability performances", *Sustainability*, vol. 13, N° 4, febrero de 2021; J. Parung, "The use of blockchain to support sustainable supply chain strategy", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 703, noviembre de 2019; D. Pollock, "Google's quantum computing breakthrough brings blockchain resistance into the spotlight again", *Forbes*, 24 de septiembre de 2019 [en línea] <https://www.forbes.com/sites/darrynpollock/2019/09/24/googles-quantum-computing-breakthrough-brings-blockchain-resistance-into-the-spotlight-again/#61f82d84504>; N. Porxas y M. Conejero, "Tecnología blockchain: funcionamiento, aplicaciones y retos jurídicos relacionados", *Actualidad Jurídica Uria Menéndez*, N° 48, 2018; PwC, "Building block(chain)s for a better planet", *Fourth Industrial Revolution for the Earth series*, septiembre de 2018 [en línea] <https://www.pwc.com/gx/en/sustainability/assets/blockchain-for-a-better-planet.pdf>; M. Queiroz, R. Telles y S. Bonilla, "Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature", *Supply Chain Management: an International Journal*, vol. 25, N° 2, agosto de 2020; S. Rane y V. Thakker, "Green procurement process model based on blockchain–IoT integrated architecture for a sustainable business", *Management of Environmental Quality: an International Journal*, vol. 31, N° 3, 2020; E. Rojas y L. Poveda, "Estado de la banda ancha en América Latina y el Caribe", *Documentos de Proyectos*, (LC/TS.2018/11), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), marzo de 2018; S. Saberi y otros, "Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management", *International Journal of Production Research*, vol. 57, N° 7, 2019; A. Sulkowski, "Blockchain, business supply chains, sustainability, and law: the future of governance, legal frameworks, and lawyers?", *Delaware Journal of Corporate Law*, vol. 43, N° 2, 2018; N. Szabo, "Smart contracts", Universidad de Ámsterdam, 1994 [en línea] <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smарт.contracts.html>; S. Underwood, "Blockchain beyond bitcoin", *Communications of the ACM*, vol. 59, N° 11, noviembre de 2016; Y. Wang y otros, "Making sense of blockchain technology: how will it transform supply chains?", *International Journal of Production Economics*, vol. 211, mayo de 2019; J. Wu y N. Tran, "Application of blockchain technology in sustainable energy systems: an overview", *Sustainability*, vol. 10, N° 9, 2018; J. Zhang, "Deploying blockchain technology in the supply chain", *Computer Security Threats*, C. Thomas (ed.), Londres, IntechOpen, 2019; A. Zwitter y M. Boisse-Despiau, "Blockchain for humanitarian action and development aid", *Journal of International Humanitarian Action*, vol. 3, octubre de 2018.

## E. Instrumentos económicos y financieros

Todo lo que se ha mencionado deberá ir acompañado de una estrategia global de inversión y de mecanismos económicos y financieros que apoyen los enfoques de economía circular (véase el recuadro 5). Entre las medidas se destacan las siguientes:

- Reformar o **ampliar los instrumentos económicos** y financieros con el fin de fomentar modelos de producción y consumo circulares, evitando que estos instrumentos tengan efectos negativos sobre los grupos más vulnerables.
- Aumentar y **estimular la inversión en infraestructura** para el tratamiento de residuos y su correcta disposición final (incluidos depósitos de seguridad para los residuos peligrosos).

- Diseñar **tasas de usuarios que cubran el costo total** real de la prestación del servicio de recogida, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos.
- Integrar en la contratación pública requisitos relacionados con la economía circular (compras públicas sostenibles) y el uso eficiente de las materias primas (por ejemplo, en el sector de la construcción).

**Recuadro 5**  
**Las señales de precio y las preferencias individuales**

La economía circular debe estar respaldada por estructuras de precios adecuadas en los mercados de insumos y productos (nuevos o usados), que reflejen los costos totales, incluidas las externalidades.

Las preferencias y los precios relativos median el mercado de los nuevos productos y servicios que surgen de la economía circular. Por ejemplo, los consumidores pueden opinar que los productos remanufacturados son de inferior calidad (Newman, Gorlin y Dhar, 2014; Hazen, Mollenkopf y Wang, 2017) o valorar positivamente sus beneficios medioambientales (Hazen, Mollenkopf y Wang, 2017). De manera análoga, las empresas, cuando decidan si usar insumos nuevos o reciclados, se verán influenciadas por su estrategia de negocios y las señales de precios.

Las autoridades disponen de varias opciones de política pública para influir sobre los precios relativos, o bien, sobre las preferencias individuales (ambos elementos pueden retroalimentarse), que se presentan en el siguiente cuadro. En su diseño es importante incorporar consideraciones sociales y fomentar la competitividad de las empresas.

**Políticas e incentivos para la economía circular**

Tipo de política	Estructura de precios	Cambio de preferencias de los agentes económicos (consumidores y empresas)
Política tributaria (cargas y tasas)	Reajuste en los precios absolutos (y relativos)	Señal en torno a la importancia de la protección medioambiental (incentivos sobre externalidades)
Estandarización y certificación	Reducción del costo de transacción para los compradores/productores	Más confianza en los productos finales y en las cadenas de suministro Certificaciones verdes pueden convertirse en estándares de referencia
Apoyo a la innovación	Cambio dinámico en los precios absolutos (y relativos)	Historias de éxito que pueden animar a los socios y competidores a que se involucren con los objetivos de la economía circular
Contratación pública	Incremento del costo de oportunidad para las empresas que no cumplen con los requisitos orientados a facilitar el surgimiento de la economía circular	Motivación a las empresas para buscar métodos de producción adecuados y generación de economías de escala
Campañas de sensibilización y capacitación	Disminución del costo de transacción asociado a la búsqueda de información y la toma de decisiones relacionadas con las pautas de la economía circular	Toma de conciencia de los agentes económicos sobre los impactos medioambientales de las pautas de producción y consumo Suministro de herramientas para tomar decisiones conscientes e informadas

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de G. Newman, M. Gorlin y R. Dhar, "When going green backfires: how firm intentions shape the evaluation of socially beneficial product enhancements", *Journal of Consumer Research*, vol. 41, N° 3, octubre de 2014, y B. Hazen, D. Mollenkopf y. Wang, "Remanufacturing for the circular economy: an examination of consumer switching behavior", *Business Strategy and the Environment*, vol. 26, N° 4, mayo de 2017.

Si bien el nivel de inversión para la gestión de residuos y el reciclado varía significativamente de un país a otro, en general esta es muy limitada en América Latina y el Caribe. Aunque se cuenta con subsidios gubernamentales y exenciones de impuestos, así como con financiamiento procedente de la banca de desarrollo y programas de ayuda y asistencia bilateral, es necesario crear las condiciones para incrementar la participación privada. La clave para desarrollar y mantener un sistema de gestión de residuos y reciclado funcional es asegurar financiamiento permanente para sus actividades y el desarrollo de un conjunto de políticas e incentivos a la economía circular que alinee las señales de precios y las preferencias individuales.



## Bibliografía

- ABCHOY (2020), "Recicladores latinoamericanos en tiempos de pandemia", 15 de abril [en línea] [http://www.abchoy.com.ar/leerturismo.php?id=164666&t=recicladores\\_latinoamericanos\\_en\\_tiempos\\_pandemia](http://www.abchoy.com.ar/leerturismo.php?id=164666&t=recicladores_latinoamericanos_en_tiempos_pandemia).
- AEMA (Agencia Europea de Medio Ambiente) (2017), "Circular by design: products in the circular economy", *EEA Report*, Nº 6, Luxemburgo.
- \_\_\_\_\_(2016), "Circular economy in Europe: developing the knowledge base", *EEA Report*, Nº 2, Luxemburgo.
- \_\_\_\_\_(2013), "Managing municipal solid waste: a review of achievements in 32 European countries", *EEA Report*, Nº 2, Luxemburgo.
- Agencia EFE (2020), "Basura COVID, ¿quema o vertedero?", Madrid, 6 de mayo [en línea] <https://www.efe.com/efe/america/destacada/basura-covid-quema-o-vertedero/20000065-4239458>.
- Antigua y Barbuda (2019a), "Environmental Protection and Management Act, 2019", *Official Gazette*, vol. 39, Nº 37, 6 de junio.
- \_\_\_\_\_(2019b), "Litter Control and Prevention Act, 2019", *Official Gazette*, vol. 39, Nº 20, 18 de abril.
- \_\_\_\_\_(2005), "The National Solid Waste Management Authority Act, 2005", *Official Gazette*, vol. 25, Nº 35, 2 de junio.
- \_\_\_\_\_(1995), "The National Solid Waste Management Authority Act 1995", 9 de noviembre [en línea] <http://laws.gov.ag/wp-content/uploads/2018/08/a1995-10.pdf>.
- Allen, D. y otros (2019), "International policy coordination for blockchain supply chains", *Asia and the Pacific Policy Studies*, vol. 6, Nº 3, mayo.
- Al-Saqaf, W. y N. Seidler (2017), "Blockchain technology for social impact: opportunities and challenges ahead", *Journal of Cyber Policy*, vol. 2, Nº 3, noviembre.
- Andrew, M. (2018), "Exploring opportunities for transformation to inclusive, sustainable and resilient economies in the Eastern Caribbean", *Technical Report*, Nº 404, Puerto España, Instituto Caribeño de Recursos Naturales.
- ARC(Agencia de Residuos de Cataluña)(2020), "La Agencia de Residuos de Cataluña ha establecido diferentes opciones para tratar los residuos sanitarios en el periodo COVID-19", Barcelona, 15 de abril [en línea] <http://residus.gencat.cat/es/actualitat/noticies/detall/residus-sanitaris-COVID19-00001>.
- Argentina (2019), "Proyecto de ley de presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de residuos mediante la responsabilidad extendida del productor (REP)", 16 de abril [en línea] <https://www.hcdn.gob.ar/proyectos/proyecto.jsp?exp=1874-D-2019>.
- \_\_\_\_\_(2016a), "Ley 27.279", Buenos Aires, 6 de octubre [en línea] <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/265000-269999/266332/norma.htm>.

- \_\_\_\_\_(2016b), "(S-3279/16) proyecto de ley" [en línea] <https://www.senado.gob.ar/parlamentario/comisiones/verExp/3279.16/S/PL>.
- \_\_\_\_\_(2015), "(S-3421/15) proyecto de ley" [en línea] <http://www.senado.gov.ar/parlamentario/comisiones/verExp/3421.15/S/PL>.
- \_\_\_\_\_(2014a), "Gestión integral de residuos eléctricos y electrónicos", 4 de abril [en línea] <https://www.hcdn.gob.ar/proyectos/proyecto.jsp?exp=2048-D-2014>.
- \_\_\_\_\_(2014b), "(S-2561/14) proyecto de ley" [en línea] <https://www.senado.gob.ar/parlamentario/comisiones/verExp/2561.14/S/PL>.
- \_\_\_\_\_(2010), "Proyecto de ley gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos" [en línea] [http://www.residuoselectronicos.net/archivos/marco\\_legal/Proyecto%20de%20Ley%20Argentina%20GESTION%20DE%20RESIDUOS%20DE%20APARATOS%20ELECTRICOS%20Y%20ELECTRONICOS.pdf](http://www.residuoselectronicos.net/archivos/marco_legal/Proyecto%20de%20Ley%20Argentina%20GESTION%20DE%20RESIDUOS%20DE%20APARATOS%20ELECTRICOS%20Y%20ELECTRONICOS.pdf).
- \_\_\_\_\_(2004), "Ley 25.916", *Boletín Oficial*, N° 30479, Buenos Aires, 7 de septiembre.
- \_\_\_\_\_(1992), "Ley N° 24.051", *Boletín Oficial*, N° 27307, Buenos Aires, 17 de enero.
- Attina, T. y L. Trasande (2013), "Economic costs of childhood lead exposure in low- and middle-income countries", *Environmental Health Perspectives*, vol. 121, N° 9, septiembre.
- BAD (Banco Asiático de Desarrollo) (2020), "Managing infectious medical waste during the COVID-19 pandemic", Mandaluyong [en línea] <https://events.development.asia/system/files/materials/2020/04/202004-managing-infectious-medical-waste-during-covid-19-pandemic.pdf>.
- Bahamas (2013), "Environmental Health Services (Collection and Disposal of Waste) (Amendment) Regulations, 2013", 1 de enero [en línea] <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/bha137371.pdf>.
- \_\_\_\_\_(2006), "Environmental Health Services (Collection and Disposal of Waste) Regulations, 2004", *Statute Law of The Bahamas*, 1 de abril [en línea] <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/bha78758.pdf>.
- Baldé, C. y otros (2017), *Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2017: cantidades, flujos, y recursos*, Tokio, Universidad de las Naciones Unidas (UNU).
- \_\_\_\_\_(2015), *The Global E-waste Monitor 2014: Quantities, Flows and Resources*, Bonn, Universidad de las Naciones Unidas (UNU).
- Banco Mundial (2021a), Indicadores del desarrollo mundial [base de datos en línea] <https://databank.bancomundial.org/source/world-development-indicators>.
- \_\_\_\_\_(2021b), "What a Waste Global Database" [en línea] <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/what-waste-global-database>.
- Banerjee, A. (2019), "Blockchain with IOT: applications and use cases for a new paradigm of supply chain driving efficiency and cost", *Advances in Computers*, vol. N° 115, Cambridge, Elsevier.
- Barbados (2019), "Control of Disposable Plastics Act, 2019-11", *Extraordinary Gazette*, 29 de marzo [en línea] <https://www.barbadosparliament.com/uploads/document/8dfda40c3ffafeb35aaaee98691f50536.pdf>.
- \_\_\_\_\_(1986), "Returnable Containers Act", 1 de junio [en línea] <http://104.238.85.55/en/showdoc/cs/395A>.
- Barberá, L. (2011), *Biometanización en plantas industriales avanzadas: generación de energía a partir de residuos sólidos urbanos*, Madrid, Bellisco Ediciones.
- Barnes, D. y otros (2009), "Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments", *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, vol. 364, N° 1526, julio.
- Belize (2011), "Returnable Containers Act chapter 328:01", *The Substantive Laws of Belize, Revised Edition 2011* [en línea] <https://www.belizejudiciary.org/download/LAWS%20of%20Belize%20rev2011/Laws-of-Belize-Update-2011/BelizeLaws/VOLUME%2015B/Cap%20328.01%20Returnable%20Containers%20Act.pdf>.
- \_\_\_\_\_(2009a), "Returnable Containers Act, 2009" [en línea] <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/blz176495.pdf>.
- \_\_\_\_\_(2009b), "The Environmental Protection (Amendment) Act, 2009", 25 de abril [en línea] <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/blz129029.pdf>.
- \_\_\_\_\_(2000), "Solid Waste Management Authority Act, chapter 224", *The Substantive Laws of Belize, Revised Edition 2000* [en línea] <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/blz33194.pdf>.
- Bergmann, M. y otros (2019), "White and wonderful? Microplastics prevail in snow from the Alps to the Arctic", *Science Advances*, vol. 5, N° 8, agosto.
- BIR (Oficina Internacional de Reciclaje) (2020), "Paper and board recycling in 2018: overview of world statistics", *BIR Global Facts & Figures: Recovered Paper*, Bruselas.

- Bitrán, E. y M. Rojas (2020), "Una recuperación resiliente", *La Tercera*, 13 de mayo.
- Bolivia (2016), "Bolivia: Reglamento General Gestión integral de residuos, 19 de octubre de 2016" [en línea] <https://www.lexivox.org/norms/BO-RE-DSN2954.html>.
- \_\_\_\_\_(2015), "Ley N° 755", *Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia*, La Paz, 28 de octubre.
- Brasil (2020), "Decreto N° 10.240, de 12 de fevereiro de 2020", *Diário Oficial da União*, vol. 31, Brasilia, 13 de febrero.
- \_\_\_\_\_(2017), "Projeto de Lei N° 7535, 2017: dispõe sobre incentivos para fomentar a industria da reciclagem - cria o Fundo de Apoio para Ações Voltadas à Reciclagem - FAVORECICLE e o Fundo de Investimento para projetos de Reciclagem - PRORECICLE" [en línea] <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2132782>.
- \_\_\_\_\_(2010a), "Decreto N° 7.404, de 23 de dezembro de 2010", *Diário Oficial da União*, Brasilia, 23 de diciembre [en línea] [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm).
- \_\_\_\_\_(2010b), "Lei N° 12.305, de 2 de agosto de 2010", *Diário Oficial da União*, Brasilia, 3 de agosto [en línea] [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm).
- Cámara de Diputados (2021), "PL 6528/2016 Projeto de lei" [en línea] <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2117806>.
- Casado-Vara, R. y otros (2018), "How blockchain improves the supply chain: case study alimentary supply chain", *Procedia Computer Science*, vol. 134.
- CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental) (2017a), *Caracterización y gestión de la pérdida y el desperdicio de alimentos en América del Norte: informe sintético*, Montreal.
- \_\_\_\_\_(2017b), *Characterization and Management of Food Loss and Waste in North America: Foundational Report*, Montreal.
- CEPA (Comisión Económica para África) (2017), "Blockchain technology in Africa: draft report", Addis Abeba, noviembre [en línea] [https://archive.uneca.org/sites/default/files/images/blockchain\\_technology\\_in\\_africa\\_draft\\_report\\_19-nov-2017-final\\_edited.pdf](https://archive.uneca.org/sites/default/files/images/blockchain_technology_in_africa_draft_report_19-nov-2017-final_edited.pdf).
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2020a), *Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad* (LC/SES.38/3-P/Rev.1), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2020b), "América Latina y el Caribe ante la pandemia del COVID-19: efectos económicos y sociales", *Informe Especial COVID-19*, N° 1. Santiago, 3 de abril.
- \_\_\_\_\_(2019a), *Informe de avance cuatrienal sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe* (LC/FDS.3/3/Rev.1), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2019b), "ODS 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles en América Latina y el Caribe" [en línea] [https://www.cepal.org/sites/default/files/static/files/ods12\\_c1900731\\_press.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/static/files/ods12_c1900731_press.pdf).
- \_\_\_\_\_(2018), *Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe* (LC/PUB.2018/8), Santiago.
- CEPAL/DNP/CEMPRE (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Departamento Nacional de Planeación/Compromiso Empresarial para el Reciclaje) (2021), "Encuesta a municipios sobre gestión de residuos sólidos domiciliarios 2019-Colombia", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/67), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- CEPAL/Ministerio del Medio Ambiente/CEMPRE (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/ Compromiso Empresarial para el Reciclaje) (2020), "Encuesta a municipios sobre gestión de residuos sólidos domiciliarios 2019", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2020/137), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Chile (2019), "Anteproyecto de decreto supremo que establece metas de recolección y valorización y obligaciones asociadas de envases y embalajes", *Diario Oficial de la República de Chile*, N° 42.375, 10 de junio.
- \_\_\_\_\_(2018), "Ley n.º 21.100: prohíbe la entrega de bolsas plásticas de comercio en todo el territorio nacional", *Diario Oficial*, Santiago, 3 de agosto.
- \_\_\_\_\_(2017), "Proyecto de ley que prohíbe bolsas plásticas en zonas costeras es inédito en América Latina", 26 de octubre [en línea] <https://www.gob.cl/noticias/proyecto-de-ley-que-prohibe-bolsas-plasticas-en-zonas-costeras-es-inedito-en-america-latina/>.
- Chin, A. y otros (2020), "Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions", *The Lancet Microbe*, vol. 1, N° 1, Ámsterdam, Elsevier, mayo.
- Chopra, A. (2020), "Blockchain technology in food industry ecosystem", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 872, junio.

- Ciudad de Buenos Aires (2019), "Resolución N.º 816/MAYEPGC/19", *Boletín Oficial*, N° 5622, 22 de mayo.
- \_\_\_\_\_(2008), "Ley N° 2.807", *Boletín Oficial*, N° 2994, 15 de agosto.
- \_\_\_\_\_(2006), "Ley N° 1.854: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos", *Boletín Oficial*, N° 2357, 12 de enero.
- Ciudad de México (2019a), "Ahorrará Gobierno de la Ciudad de México para 2024, 8 mil 500 mdp con estrategia 'Basura Cero'", 26 de mayo [en línea] <https://www.jefaturadegobierno.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/ahorrara-gobierno-de-la-ciudad-de-mexico-para-2024-8-mil-500-mdp-con-estrategia-basura-cero>.
- \_\_\_\_\_(2019b), "Decreto por el que se adicionan las fracciones IV BIS, VIII BIS, XXIII BIS, XXVI BIS, XXVII TER, XXVI QUATER al artículo 3 y una fracción XI BIS al artículo 6; asimismo, se reforman las fracciones VI del artículo 3, XI del artículo 6 y XI BIS del artículo 25, todas en la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal", *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*, N° 120 bis, 25 de junio.
- Ciudades C40/Arup/Universidad de Leeds (2019), *Addressing Food-Related Consumption-Based Emissions in C40 Cities: in Focus*, Londres.
- Clerc J. y otros (2021), "Reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: valorización de metales y su relación con la actividad extractiva", serie *Medio Ambiente y Desarrollo*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en prensa.
- Colombia (2018a), "Estrategia Nacional de Economía Circular: nuevos modelos de negocio, transformación productiva y cierre de ciclos de materiales", noviembre [en línea] <https://www.economiacircularcolombia.com/wp-content/uploads/2021/04/Estrategia-Nacional-para-la-Economia-Circular.pdf>.
- \_\_\_\_\_(2018b), "Decreto No. 284, por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE y se dictan otras disposiciones", *Diario Oficial*, N° 50.808, Bogotá, 15 de febrero.
- \_\_\_\_\_(2017), "Proyecto de ley N° 106 de 2017 por medio del cual se establece el principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) para aceites lubricantes usados, envases de vidrio, envases de metal, envases de aluminio, envases de papel y envases de cartón" [en línea] <http://www.camara.gov.co/principio-de-responsabilidad-del-productor-rep-aceites>.
- \_\_\_\_\_(2015), "Decreto No. 1076, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible", *Diario Oficial*, N° 49.523, Bogotá, 26 de mayo.
- \_\_\_\_\_(2013), "Ley No. 1672, por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones", *Diario Oficial*, N° 48.856, Bogotá, 19 de julio.
- Comisión Europea (2020), "Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva", Bruselas, 15 de julio [en línea] <https://www.ccoo.es/3b829cf93001d666d8d69e79e8c5e3cf000001.pdf>.
- \_\_\_\_\_(2019a), "Informe de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones sobre la aplicación del Plan de acción para la Economía Circular", Bruselas, 4 de marzo [en línea] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019DC0190&from=ES>.
- \_\_\_\_\_(2019b), "Sustainable products in a circular economy: towards an EU product policy framework contributing to the circular economy", *Commission Staff Working Document*, Bruselas, 4 de marzo [en línea] [https://ec.europa.eu/environment/pdf/circular-economy/sustainable\\_products\\_circular\\_economy.pdf](https://ec.europa.eu/environment/pdf/circular-economy/sustainable_products_circular_economy.pdf).
- \_\_\_\_\_(2018), *Impacts of Circular Economy Policies on the Labour Market: Final Report and Annexes*, Bruselas.
- \_\_\_\_\_(2015), "Cerrar el círculo: la Comisión adopta un ambicioso paquete de nuevas medidas sobre la economía circular para impulsar la competitividad, crear empleo y generar crecimiento sostenible", Bruselas, 2 de diciembre [en línea] [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP\\_15\\_6203](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_15_6203).
- Compagnon, J. (2020), "Ondas expansivas REP", *País Circular*, 19 de mayo [en línea] <https://www.paiscircular.cl/industria/ondas-expansivas-rep/>.
- CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social) (2016), "Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos", *Documento CONPES*, N° 3874. Bogotá, 21 de noviembre [en línea] <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/conpes/f-Conpes%20No.%203874-2016.pdf>.
- Correa, M. y A. Laguna (2018), "Estimación de costos de recolección selectiva y clasificación de residuos con inclusión de organizaciones de recicladores: herramienta de cálculo y estudios de caso en América Latina y el Caribe", *Nota Técnica*, N° 1433, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID), mayo.

- Costa Rica (2019a), *Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050* [en línea] <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/11/PLAN-NACIONAL-DESCARBONIZACION.pdf?x41288>.
- \_\_\_\_\_(2019b), "Decreto ejecutivo N° 41527-S-MINAE", *La Gaceta*, N° 15, San José, 22 de enero.
- \_\_\_\_\_(2018), "N° 41032-PLAN-MINAE-RE", *La Gaceta*, N° 77, San José, 3 de mayo.
- \_\_\_\_\_(2016), "Decreto Ejecutivo N° 39742-S", *La Gaceta*, N° 105, San José, 27 de junio.
- \_\_\_\_\_(2014), "N° 38272-S", *La Gaceta*, N° 58, San José, 24 de marzo.
- \_\_\_\_\_(2013), "N° 37567-S-MINAET-H", *La Gaceta*, N° 55, San José, 19 de marzo.
- \_\_\_\_\_(2010a), "N° 35993-S", *La Gaceta*, N° 86, San José, 5 de mayo.
- \_\_\_\_\_(2010b), "Ley N° 8839", *La Gaceta*, N° 135, San José, 13 de julio.
- \_\_\_\_\_(2007), "N° 33745-S", *La Gaceta*, N° 92, San José, 15 de mayo.
- Cuba (1975), "Ley No. 1288", La Habana, 2 de enero [en línea] <https://www.mindus.gob.cu/sites/default/files/Documentos/Ley%201288%20%201975%20%20Ley%20de%20Materias%20Primas.pdf>.
- Cuccuru, P. (2017), "Beyond bitcoin: an early overview on smart contracts", *International Journal of Law and Information Technology*, vol. 25, N° 3.
- Cutler, S. (2020), "Mounting medical waste from COVID-19 emphasizes the need for a sustainable waste management strategy", Frost & Sullivan, Santa Clara, 16 de abril [en línea] <https://ww2.frost.com/frost-perspectives/managing-the-growing-threat-of-covid-19-generated-medical-waste/>.
- Deckymn, S. (2018), "Circular Flanders: adaptive policy for a circular economy", *Factor X: Challenges, Implementation Strategies and Examples for a Sustainable Use of Natural Resources*, H. Lehmann (ed.), Cham, Springer.
- Diez, S. y otros (2019), *Marine Pollution in the Caribbean: Not a Minute to Waste*, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Dillon Consulting (2003), "National Waste Management Strategy for Grenada: final draft" [en línea] [http://www.gswma.com/download/National\\_Waste\\_Management\\_Strategy\\_Grenada.pdf](http://www.gswma.com/download/National_Waste_Management_Strategy_Grenada.pdf).
- Dobrovnik, M. y otros (2018), "Blockchain for and in logistics: what to adopt and where to start", *Logistics*, vol. 2, N° 3, septiembre.
- Dominica (2002), "Solid Waste Management Act 1", 31 de enero [en línea] <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/dmi111817.pdf>.
- \_\_\_\_\_(1995), "Litter Act, chapter 40:61", *Laws of Dominica* [en línea] <http://www.dominica.gov.dm/laws/chapters/chap40-61.pdf>.
- Ecuador (2017), "Código Orgánico del Ambiente", *Registro Oficial*, N° 983, suplemento, Quito, 12 de abril.
- \_\_\_\_\_(2011), "Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos del Estado", *Registro Oficial*, N° 583, suplemento, 24 de noviembre.
- EGARR & Associates (2013), "An Integrated Solid Waste/Resource Management Policy for Trinidad and Tobago: final document" [en línea] <https://rdlg.gov.tt/wp-content/uploads/TT-MOLG-SWM-Policy-Final-Document-12-04-233-with-revisions-7.pdf>.
- Egels-Zandén, N. (2007), "Suppliers' compliance with MNCs' Codes of Conduct: behind the scenes at Chinese toy suppliers", *Journal of Business Ethics*, vol. 75, N° 1, septiembre.
- EIU (The Economist Intelligence Unit) (2017), *Avances y desafíos para el reciclaje inclusivo: evaluación de 12 ciudades de América Latina y el Caribe*, Nueva York.
- Ellen MacArthur Foundation (2019a), *Completando la imagen: cómo la economía circular ayuda a afrontar el cambio climático*, Cowes, 26 de septiembre.
- \_\_\_\_\_(2019b), *Cities and Circular Economy for Food*, Cowes, 24 de enero.
- \_\_\_\_\_(2017a), "Plastics Pact: a network of national or regional initiatives working towards a circular economy for plastics" [en línea] <https://www.newplasticseconomy.org/projects/plastics-pact>.
- \_\_\_\_\_(2017b), *Urban Biocycles*, Cowes, 28 de marzo.
- \_\_\_\_\_(2015), *Growth Within: a Circular Economy Vision for a Competitive Europe*, Cowes, 25 de junio.
- \_\_\_\_\_(2013), *Towards the Circular Economy*, vol. 2, Cowes, 25 de enero.
- Ellen MacArthur Foundation/SYSTEMIQ (2017), *Achieving 'Growth Within'*, Londres.
- El Salvador (2010), "Programa Nacional para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos: plan para el mejoramiento del manejo de desechos sólidos en El Salvador", mayo [en línea] <https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/programa-nacional-para-el-manejo-integral-de-los-desechos-solidos-plan-para-el-mejoramiento-del-manejo-de-desechos-solidos-en-el-salvador/>.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2020), "Datos y cifras globales de productos forestales 2018", Roma [en línea] <http://www.fao.org/3/ca7415es/ca7415es.pdf>.
- \_\_\_\_\_(2015a), "Food wastage footprint and climate change", Roma [en línea] <http://www.fao.org/3/a-bb144e.pdf>.
- \_\_\_\_\_(2015b), "Iniciativa mundial sobre la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos", Roma [en línea] <http://www.fao.org/3/i4068s/i4068s.pdf>.
- \_\_\_\_\_(2014), *Food Wastage Footprint: Full-Cost Accounting. Final Report*, Roma.
- \_\_\_\_\_(2013), *Food Wastage Footprint: Impacts on Natural Resources. Summary Report*, Roma.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y otros (2018), *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo: fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición*, Roma.
- Flores, A. y F. Loutfi (2021), "Mecanismos de política para disminuir los residuos plásticos de un solo uso: revisión de las opciones disponibles y su aplicabilidad en México", *Hojas Factuales*, Ciudad de México, Instituto de Recursos Mundiales, enero.
- Fondo Mundial en favor de la Naturaleza (2019), *No Plastic in Nature: Assessing Plastic Ingestion from Nature to People*, Gland.
- Foro Económico Mundial (2019), "A vision for a sustainable battery value chain in 2030: unlocking the full potential to power sustainable development and climate change mitigation", *Insight Report*, Ginebra, septiembre.
- Foro Económico Mundial/Ellen MacArthur Foundation/McKinsey & Company (2016), *The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics* [en línea] <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics>.
- Forti, V. y otros (2020), *Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2020: cantidades, flujos y potencial de la economía circular*, Bonn, Universidad de las Naciones Unidas (UNU)/Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR)/Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).
- Fundación Chile/Ministerio del Medio Ambiente (2020), *Hoja de ruta: Pacto Chileno de los Plásticos*, Santiago.
- Gabison, G. (2016), "Policy considerations for the blockchain technology public and private applications", *Science and Technology Law Review*, vol. 19, Nº 3.
- Galvez, J., J. Mejuto y J. Simal-Gandara (2018), "Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis", *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, vol. 107, octubre.
- GESAMP (Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino) (2015), "Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment", *Reports and Studies*, Nº 90, Londres, Organización Marítima Internacional (OMI).
- Geyer, R., J. Jambeck y K. Law (2017), "Production, use, and fate of all plastics ever made", *Science Advances*, vol. 3, Nº 7, julio.
- Ghode, D. y otros (2020), "Adoption of blockchain in supply chain: an analysis of influencing factors", *Journal of Enterprise Information Management*, vol. 33, Nº 3, marzo.
- Gramkow, C. y A. Anger-Kraavi (2018), "Could fiscal policies induce green innovation in developing countries? The case of Brazilian manufacturing sectors", *Climate Policy*, vol. 18, Nº 2.
- Grand View Research (2018), *Plastic Packaging Market Size, Share & Trends Analysis Report by Product (Bottles, Bags, Wraps & Films), by Type (Rigid, Flexible), by Application (Food & Beverages, Industrial), and Segment Forecasts, 2018-2025*, San Francisco.
- Gray, R. (2018), "What's the real price of getting rid of plastic packaging?", BBC, 5 de julio [en línea] <https://www.bbc.com/worklife/article/20180705-whats-the-real-price-of-getting-rid-of-plastic-packaging>.
- Gray, A., A. Jones y A. Percy (2004), *Jobs from Recycling: Report on Stage II of the Research*, Londres, South Bank University.
- Guatemala (2016), "Iniciativa que dispone aprobar Ley de Reciclaje y Manejo Sostenible de Desechos Residuos Contaminantes Sólidos y Líquidos para la Defensa de la Vida, la Economía y el Medio Ambiente", 22 de noviembre [en línea] [https://www.congreso.gob.gt/busador\\_iniciativas/5202](https://www.congreso.gob.gt/busador_iniciativas/5202).
- Guyana (1996), "Act No. 11 of 1996", 5 de junio [en línea] <https://parliament.gov gy/publications/acts-of-parliament/environmental-protection-act-1996/>.
- Halpern, B. y otros (2008), "A global map of human impact on marine ecosystems", *Science*, vol. 319, Nº 5865, febrero.

- Haščić, I. y M. Migotto (2015), "Measuring environmental innovation using patent data", *OECD Environment Working Paper*, Nº 89, París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).
- Hastig, G. y M. Sodhi (2020), "Blockchain for supply chain traceability: business requirements and critical success factors", *Production and Operations Management*, vol. 29, Nº 4, abril.
- Hazen, B., D. Mollenkopf y. Wang (2017), "Remanufacturing for the circular economy: an examination of consumer switching behavior", *Business Strategy and the Environment*, vol. 26, Nº 4, mayo.
- Honduras (2011), "Acuerdo ejecutivo número 1567-2010", *La Gaceta*, Nº 32,449, Tegucigalpa, 22 de febrero.
- Hotta, Y., A. Santo y T. Tasaki (2014), "EPR-based electronic home appliance recycling system under Home Appliance Recycling Act of Japan", documento preparado para la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), 14 de enero [en línea] [https://www.oecd.org/environment/waste/EPR\\_Japan\\_HomeAppliance.pdf](https://www.oecd.org/environment/waste/EPR_Japan_HomeAppliance.pdf).
- IBNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad) (2012), "Norma Boliviana NB-69019: residuos sólidos - residuos de aparatos eléctricos y/o electrónicos - manejo de residuos de aparatos eléctricos y/o electrónicos", La Paz [en línea] <https://www.ibnorca.org/tienda/catalogo/detalle-norma/nb-69019:2012-nid=2779-6#scrollSlider>.
- INTERPOL (Organización Internacional de Policía Criminal) (2017), *Operation 30 Days of Action: Final Report*, Lyon, diciembre.
- Iorio, P. y M. Sanin (2019), "Acceso y asequibilidad a la energía eléctrica en América Latina y El Caribe", Banco Interamericano de Desarrollo (BID) [en línea] <https://publications.iadb.org/es/acceso-y-asequibilidad-la-energia-electrica-en-america-latina-y-el-caribe>.
- Jambeck, J. y otros (2015), "Plastic waste inputs from land into the ocean", *Science*, vol. 347, Nº 6223, febrero.
- Jiangtao, S. y W. Zheng (2020), "Coronavirus: China struggling to deal with mountain of medical waste created by epidemic", *South China Morning Post*, Hong Kong, 5 de marzo [en línea] <https://www.scmp.com/news/china/society/article/3065049/coronavirus-china-struggling-deal-mountain-medical-waste-created>.
- Johnson, M. y C. Fitzpatrick (2014), "The development of a model to ascertain future levels of historic WEEE arising (historic WEEE)", *EPA Research Report*, Nº 186, Wexford, Environmental Protection Agency (EPA), septiembre.
- Kamble, S., A. Gunasekaran y R. Sharma (2020), "Modeling the blockchain enabled traceability in agriculture supply chain", *International Journal of Information Management*, vol. 52, junio.
- Kane, I. y otros (2020), "Seafloor microplastic hotspots controlled by deep-sea circulation", *Science*, vol. 368, Nº 6495, junio.
- Kaza, S. y otros (2018), *What a Waste 2.0: a Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, Urban Development, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Kirchherr, J. y otros (2018), "Barriers to the circular economy: evidence from the European Union (EU)", *Ecological Economics*, vol. 150, agosto.
- Kottmeyer, B. (2021), "Digitisation and sustainable development: the opportunities and risks of using digital technologies for the implementation of a circular economy", *Journal of Entrepreneurship and Innovation in Emerging Economies*, vol. 7, Nº 1, enero.
- Kouhizadeh, M. y J. Sarkis (2018), "Blockchain practices, potentials, and perspectives in greening supply chains", *Sustainability*, vol. 10, Nº 10, octubre.
- Kshetri, N. (2017a), "Blockchain's roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy", *Telecommunications Policy*, vol. 41, Nº 10, noviembre.
- \_\_\_\_\_(2017b), "Will blockchain emerge as a tool to break the poverty chain in the Global South?", *Third World Quarterly*, vol. 38, Nº 8.
- Lancelott, M., N. Chrysochou y P. Archard (s/f), "Blockchain can drive the circular economy", PA [en línea], <https://www.paconsulting.com/insights/blockchain-can-drive-the-circular-economy/>.
- Lansink, A. (2018), "Challenging changes: connecting waste hierarchy and circular economy", *Waste Management & Research: the Journal for a Sustainable Circular Economy*, vol. 36, Nº 10.
- Lebreton, L. y A. Andrade (2019), "Future scenarios of global plastic waste generation and disposal", *Palgrave Communications*, vol. 5, Londres, Springer Nature.
- Le Sèvre, M., N. Mason y D. Nassiry (2018), "Delivering blockchain's potential for environmental sustainability", *Briefing Note*, Londres, Overseas Development Institute (ODI), octubre [en línea] <https://cdn.odi.org/media/documents/12439.pdf>.

- Loop, P. (2017), "Blockchain: the next evolution of supply chains", *IndustryWeek*, 13 de enero [en línea] <https://www.industryweek.com/supply-chain/blockchain-next-evolution-supply-chains>.
- Lord, R. (2016), "Plastics and sustainability: a valuation of environmental benefits, costs and opportunities for continuous improvement", documento preparado para American Chemistry Council (ACC), Trucost, julio [en línea] <https://plastics.americanchemistry.com/Plastics-and-Sustainability.pdf>.
- MADES/PNUD/FMAM (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo/Fondo para el Medio Ambiente Mundial) (2020), *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos: proyecto "Asunción ciudad verde de las Américas–vías a la sustentabilidad"*, Asunción.
- Magnaghi, G. (2015), "Recovered paper market in 2013", *BIR Global Facts & Figures: Recovered Paper*, Bruselas, Oficina Internacional de Reciclaje (BIR).
- Mak, V. y E. Terryn (2020), "Circular economy and consumer protection: the consumer as a citizen and the limits of empowerment through Consumer Law", *Journal of Consumer Policy*, vol. 43, Nº 1, marzo.
- MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales) (2020), "MARENA trabaja plan especial para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos", 10 de diciembre [en línea] <http://www.marena.gob.ni/2020/12/10/marena-trabaja-plan-especial-para-el-manejo-de-residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos/>.
- \_\_\_\_\_(2004), *Política Nacional sobre Gestión Integral de los Residuos Sólidos (2004-2023)*, Managua, junio.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2020a), "Decreto No. 527: Ley de Gestión Integral de Residuos y Fomento al Reciclaje", *Diario Oficial*, vol. 426, No. 40, San Salvador, 27 de febrero.
- \_\_\_\_\_(2020b), "El Salvador elaborará hoja de ruta sobre economía circular", 2 de octubre [en línea] <https://marn.gob.sv/el-salvador-elaborara-hoja-de-ruta-sobre-economia-circular/>.
- \_\_\_\_\_(2000), Decreto Nº 41: Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos, *Diario Oficial*, vol. 347, Nº 101, San Salvador, 1 de junio.
- Martínez Arroyo, A., C. Octaviano Villasana y J. Nieto Ruiz (2020), "Evaluación de la situación actual de la economía circular para el desarrollo de una hoja de ruta para Brasil, Chile, México y Uruguay", Ciudad de México, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), diciembre.
- Martínez Cerna, L. y otros (2019), *Economía circular y políticas públicas: estado del arte y desafíos para la construcción de un marco político de promoción de economía circular en América Latina*, Lima, Fundación Konrad Adenauer.
- Maureira, C. (2017), "Preocupación y dudas en la industria por la nueva ley de reciclaje", *La Tercera*, 12 de febrero [en línea] <http://www2.latercera.com/noticia/preocupacion-dudas-la-industria-la-nueva-ley-reciclaje/>.
- McVeigh, K. (2020), "Rightwing thinktanks use fear of Covid-19 to fight bans on plastic bags", *The Guardian*, Londres, 27 de marzo [en línea] <https://www.theguardian.com/environment/2020/mar/27/rightwing-thinktanks-use-fear-of-covid-19-to-fight-bans-on-plastic-bags>.
- Meijer, J. y C. Guerrero (coords.) (2015), "Evaluación de los impactos ambientales, sociales y económicos de la implementación de la responsabilidad extendida del productor en Chile aplicada a los aparatos eléctricos", Ministerio del Medio Ambiente, febrero [en línea] <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/07/Impactos-aparatos-electricos-2014.pdf>.
- Méndez, E. (2020), "COVID-19 genera 350 toneladas de desechos peligrosos; un paciente más de 2 kilos", *Excélsior*, 27 de abril [en línea] <https://www.excelsior.com.mx/nacional/covid-19-genera-350-toneladas-de-desechos-peligrosos-un-paciente-mas-de-2-kilos/1378449>.
- Méndez, S. y otros (2017), *Guía práctica para el diseño sistémico de políticas para la gestión de RAEE en países en vía de desarrollo*, San Galo, Industrias Sostenibles de Reciclaje (SRI).
- Méjico (2006), "Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos", *Diario Oficial de la Federación*, Ciudad de México, 30 de noviembre.
- Min, H. (2019), "Blockchain technology for enhancing supply chain resilience", *Business Horizons*, vol. 62, Nº 1, enero-febrero.
- MINAM (Ministerio del Ambiente) (2019), "Aprueban el Régimen Especial de Gestión y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos: Decreto Supremo Nº 009-2019-MINAM", *El Peruano*, Lima, 8 de noviembre.
- \_\_\_\_\_(2017a), "Aprueban Reglamento del Decreto Legislativo Nº 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos: Decreto Supremo Nº 014-2017-MINAM", *El Peruano*, 21 de diciembre.

- \_\_\_\_\_ (2017b), *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024*, Lima [en línea] <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-gestion-integral-residuos-solidos-2016-2024>.
- MINDUS (Ministerio de Industrias) (2018), "Política para el incremento del reciclaje de materias primas" [en línea] <https://www.mindus.gob.cu/es/node/236>.
- MINEM (Ministerio de Energía y Minas) (2019), "Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas: Decreto Supremo N° 014-2019-EM", *El Peruano*, Lima, 7 de julio.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2019a), "Gobierno Nacional transforma su economía de manera circular", Medellín, 14 de junio [en línea] <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/4337-gobierno-nacional-transforma-su-economia-de-maneira-circular>.
- \_\_\_\_\_ (2019b), "La economía circular contribuirá con la protección de la región amazónica": Ministro Ricardo Lozano", Leticia, 25 de septiembre [en línea] <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4464-la-economia-circular-contribuira-con-la-proteccion-de-la-region-amazonica-ministro-ricardo-lozano>.
- \_\_\_\_\_ (2019c), "Resolución número 2184 de 2019, por la cual se modifica la resolución 668 de 2016 sobre uso racional de bolsas plásticas y se adoptan otras disposiciones", *Diario Oficial*, N° 51.179, Bogotá, 27 de diciembre.
- \_\_\_\_\_ (2018), "Resolución número 1407 de 2018, 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", *Diario Oficial*, N° 50.673, Bogotá, 2 de agosto.
- \_\_\_\_\_ (2017), "Resolución número 1326 de 2017, por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas y se dictan otras disposiciones", *Diario Oficial*, N° 50.287, Bogotá, 7 de julio.
- \_\_\_\_\_ (2014), "Resolución número 1675 de 2013, por la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas", *Diario Oficial*, N° 49.022, Bogotá, 3 de enero.
- \_\_\_\_\_ (2010a), "Resolución número 1511 de 2010, por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas y se adoptan otras disposiciones", *Diario Oficial*, N° 47.797, Bogotá, 10 de agosto.
- \_\_\_\_\_ (2010b), "Resolución número 1512 de 2010, por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos y se adoptan otras disposiciones", *Diario Oficial*, N° 47.797, Bogotá, 10 de agosto.
- \_\_\_\_\_ (2010c), "Resolución número 1297 de 2010, por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores y se adoptan otras disposiciones", *Diario Oficial*, N° 47.769, Bogotá, 13 de julio.
- \_\_\_\_\_ (2009a), "Resolución número 0371 de 2009, por la cual se establecen los elementos que deben ser considerados en los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Fármacos o Medicamentos Vencidos", *Diario Oficial*, N° 47.281, Bogotá, 4 de marzo.
- \_\_\_\_\_ (2009b), "Resolución número 0372 de 2009, por la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Baterías Usadas Plomo Ácido, y se adoptan otras disposiciones", *Diario Oficial*, N° 47.282, Bogotá, 5 de marzo.
- \_\_\_\_\_ (2005), "Decreto número 004741, por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral", *Diario Oficial*, N° 46.137, Bogotá, 30 de diciembre.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Argentina (2019), "Resolución 189/2019", *Boletín Nacional*, Buenos Aires, 21 de mayo.
- \_\_\_\_\_ (2016), "Plan Nacional de Economía Circular de Residuos: formulación de un Plan Estratégico Provincial de Gestión de Residuos hacia la Economía Circular" [en línea] <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ambiente-plan-estrategico-provincial-gestion-residuos.pdf>.
- \_\_\_\_\_ (2013), "Resolución 523/2013", *Boletín Nacional*, Buenos Aires, 17 de mayo.
- \_\_\_\_\_ (2005), *Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU)*, septiembre [en línea] <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/control/estrategia-nacional>.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2015), *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos: Acuerdo Gubernativo 281-2015*, Ciudad de Guatemala.

- Ministerio de Comercio e Industria, Deportes, Cultura y Festivales Nacionales (2017), "The External Trade (Shopping Plastic Bags Prohibition) Order, 2017", 28 de noviembre [en línea] [https://www.environment.gov.ag/assets/uploads/attachments/09b9a-external\\_trade\\_prohibition\\_of\\_plastic\\_bags\\_order\\_2017-003.pdf](https://www.environment.gov.ag/assets/uploads/attachments/09b9a-external_trade_prohibition_of_plastic_bags_order_2017-003.pdf).
- Ministerio de Comunicación (2018), 755: *Ley de Gestión Integral de Residuos, Decreto Supremo 2954*, La Paz, noviembre [en línea] [https://comunicacion.gob.bo/sites/default/files/dale\\_vida\\_a\\_tus\\_derechos/archivos/LEY%20755%20ACTUALIZACION%202018%20WEB.pdf](https://comunicacion.gob.bo/sites/default/files/dale_vida_a_tus_derechos/archivos/LEY%20755%20ACTUALIZACION%202018%20WEB.pdf).
- Ministerio de Economía y Finanzas (2014), "Plan de gestion environnementale et sociale pour la réhabilitation de la route Choiseul-Milot" [en línea] [http://www.ute.gouv.ht/bm/documents/Documents\\_projets/PAST/pges-past.pdf](http://www.ute.gouv.ht/bm/documents/Documents_projets/PAST/pges-past.pdf).
- Ministerio de Gobierno Local y Desarrollo Regional (2013), "Putting waste in its place: a National Solid Waste Management Strategy for the Cooperative Republic of Guyana 2013-2024" [en línea] <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/guy177811.pdf>.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2019), "Acuerdo 042: expídense el 'Instructivo para la aplicación de la responsabilidad extendida en la gestión integral de aceites lubricantes usados y envases vacíos'", *Registro Oficial*, N° 498, Quito, 30 de mayo.
- \_\_\_\_\_, "Acuerdo 121: expídense la regulación para la gestión de residuos de botellas de vidrio en el Ecuador", *Registro Oficial*, N° 903, Quito, 15 de diciembre.
- \_\_\_\_\_, "Acuerdo No. 061: reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria", *Registro Oficial*, N° 316, Quito, 4 de mayo.
- \_\_\_\_\_, "Acuerdo 098: sustítúyese el Instructivo para la Gestión Integral de Neumáticos Usados vigente expedido mediante Acuerdo Ministerial Nro. 020 de 20 de febrero de 2013, publicado en el Registro Oficial Nro. 937 del 19 de abril de 2013 y reformado parcialmente mediante Acuerdo Ministerial 129 de 21 de enero de 2014", *Registro Oficial*, N° 598, Quito, 30 de septiembre.
- \_\_\_\_\_, "Acuerdo 21: expídense el Instructivo para la gestión integral de desechos plásticos de uso agrícola", *Registro Oficial*, N° 943, Quito, 29 de abril.
- \_\_\_\_\_, "Acuerdo 22: expídense el Instructivo para la gestión integral de pilas usadas", *Registro Oficial*, N° 943, Quito, 29 de abril.
- \_\_\_\_\_, "Acuerdo 190: expídense la Política Nacional de Post-consumo de Equipos Eléctricos y Electrónicos en Desuso", *Registro Oficial*, N° 881, Quito, 29 de enero.
- \_\_\_\_\_, "Acuerdo 191: expídense el Instructivo de aplicación del principio de responsabilidad extendida establecido en el Reglamento para la prevención y control de la contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales, para equipos celulares en desuso", *Registro Oficial*, N° 881, Quito, 29 de enero.
- \_\_\_\_\_, "Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos: PNGIDS Ecuador" [en línea] <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu183188anx.pdf>.
- Ministerio de la Producción (2020), "Decreto Supremo que aprueba la Hoja de Ruta hacia una Economía Circular en el Sector Industria: Decreto Supremo N° 003-2020-PRODUCE", *El Peruano*, Lima, 19 de febrero.
- Ministerio del Medio Ambiente (2021a), "Decreto 8: establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de neumáticos", Santiago, 20 de enero [en línea] <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1154847>.
- \_\_\_\_\_, "Decreto 12: establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de envases y embalajes", Santiago, 16 de marzo [en línea] <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1157019>.
- \_\_\_\_\_, "Resolución 1422 exenta: da inicio al proceso de elaboración del decreto supremo que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de pilas", Santiago, 28 de mayo [en línea] <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1154165>.
- \_\_\_\_\_, "Bienvenido al Fondo para el Reciclaje" [en línea] <http://fondoreciclaje.mma.gob.cl/>.
- \_\_\_\_\_, "Propuesta Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos 2020-2040", Santiago [en línea] [https://chilecircularsimpasura.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/10/propuesta\\_Estrategia-Nacional-Residuos-Organicos-2020-2040.pdf](https://chilecircularsimpasura.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/10/propuesta_Estrategia-Nacional-Residuos-Organicos-2020-2040.pdf).
- \_\_\_\_\_, "Propuesta Hoja de Ruta Nacional a la Economía Circular para un Chile sin Basura 2020-2040", Santiago [en línea] <https://economiacircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/12/Propuesta-Hoja-de-Ruta-Nacional-a-la-Economia-Circular-para-un-Chile-sin-Basura-2020-2040.pdf>.

- \_\_\_\_\_(2020c), "Resolución 1296 exenta: anteproyecto de decreto supremo que establece metas de recolección y valorización y obligaciones asociadas de aceites lubricantes", Santiago, 3 de diciembre [en línea] <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1152809>.
- \_\_\_\_\_(2019a), "Cuenta Pública Participativa 2018" [en línea] <https://cuentaspublicas.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/05/Informe-Cuenta-Publica-2018.pdf>.
- \_\_\_\_\_(2019b), "En el primer año de vigencia de la ley que prohíbe entregar bolsas plásticas se dejó de entregar 2.200 millones de éstas en el gran comercio", 7 de agosto [en línea] <https://mma.gob.cl/en-el-primer-ano-de-vigencia-de-la-ley-que-prohibe-entregar-bolsas-plasticas-se-dejo-de-entregar-2-200-millones-de-estas-en-el-gran-comercio/>.
- \_\_\_\_\_(2018a) "Ley 21.100: prohíbe la entrega de bolsas plásticas de comercio en todo el territorio nacional", 3 de agosto [en línea] <http://bcn.cl/2fck6>.
- \_\_\_\_\_(2018b), "Decreto 31: modifica decreto supremo Nº 1, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba el Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes", Santiago, 11 de diciembre [en línea] <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1126528&idParte=9975842>.
- \_\_\_\_\_(2017a), "Decreto 7: reglamento del Fondo para el Reciclaje", Santiago, 17 de octubre [en línea] <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1109335>.
- \_\_\_\_\_(2017b), "Resolución 425 exenta: realiza primer requerimiento de información a los productores de productos prioritarios que indica", Santiago, 17 de mayo [en línea] <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1103256>.
- \_\_\_\_\_(2017c), "Resolución 483 exenta: realiza segundo requerimiento de información a los productores de productos prioritarios que indica", Santiago, 14 de junio [en línea] <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1103955>.
- \_\_\_\_\_(2016), "Ley 20.920: establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje", 1 de junio [en línea] <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1090894>.
- \_\_\_\_\_(2013), "Decreto 1: aprueba Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC", Santiago, 2 de mayo [en línea] <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1050536>.
- \_\_\_\_\_(s/f), "Economía circular" [en línea] <https://mma.gob.cl/economia-circular/>.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2019), "Guía de baja para disposición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en instituciones públicas y privadas" [en línea] <http://www.energea.com.bo/wp-content/uploads/2019/05/Gu%C3%A1A-de-Baja-RAEE-FINAL-1.pdf>.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014), "Política para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales (RSM)", Santo Domingo, febrero [en línea] <https://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2016/12/Politica-Residuos-Solidos-Municipales.pdf>.
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (2021), "Fue presentado oficialmente Libro Blanco de Economía Circular, herramienta sustancial para alcanzar producción y consumo responsable" [en línea] <https://www.produccion.gob.ec/fue-presentado-oficialmente-libro-blanco-de-economia-circular-herramienta-sustancial-para-alcanzar-produccion-y-consumo-responsable/>.
- Ministerio de Salud (2021), "Gobierno presenta Plan de Acción para la Gestión Integral de Residuos", febrero [en línea] <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/centro-de-prensa/noticias/741-noticias-2020/2071-gobierno-presenta-plan-de-accion-para-la-gestion-integral-de-residuos>.
- \_\_\_\_\_(2016), *Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR) 2016-2021*, San José.
- \_\_\_\_\_(2011), *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2010-2021*, San José.
- Ministerio de Salud/MINAE/PNUD (Ministerio de Ambiente y Energía/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2017), "Estrategia Nacional para sustituir el consumo de plásticos de un solo uso por alternativas renovables y compostables 2017-2021" [en línea] [https://www.hacienda.go.cr/docs/5aoe066d79dae\\_Estrategia-nacional-sustitucion-plasticos-un-solo\\_uso-.pdf](https://www.hacienda.go.cr/docs/5aoe066d79dae_Estrategia-nacional-sustitucion-plasticos-un-solo_uso-.pdf).
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2018), "Decreto número 2412 de 2018", *Diario Oficial*, Nº 50.817, Bogotá, 24 de diciembre.
- Mol, A. (2015), "Transparency and value chain sustainability", *Journal of Cleaner Production*, vol. 107, noviembre.
- Monge Guarón, C. y otros (2017), *Guía técnica para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de El Salvador*, San Salvador, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), noviembre.

- Monier, V. y otros (2014), *Development of Guidance on Extended Producer Responsibility (EPR): Final Report*, Bio by Deloitte [en línea] [https://ec.europa.eu/environment/archives/waste/eu\\_guidance/pdf/Guidance%20on%20EPR%20-%20Final%20Report.pdf](https://ec.europa.eu/environment/archives/waste/eu_guidance/pdf/Guidance%20on%20EPR%20-%20Final%20Report.pdf).
- Moosavi, J. y otros (2021), "Blockchain in supply chain management: a review, bibliometric, and network analysis", *Environmental Science and Pollution Research*, febrero [en línea] <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-13094-3>.
- Mougaray, W. (2018), *La tecnología blockchain en los negocios: perspectivas, práctica y aplicación en internet*, Madrid, Anaya Multimedia.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2016), *Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos del Distrito Metropolitano de Quito*, Quito.
- Naciones Unidas (2019), "Cooperación para el desarrollo industrial" (A/RES/73/247), Nueva York, 22 de enero.
- \_\_\_\_\_(2015), "Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible" (A/RES/70/1), Nueva York.
- Nandi, S. y otros (2020), "Do blockchain and circular economy practices improve post COVID-19 supply chains? A resource-based and resource dependence perspective", *Industrial Management & Data Systems*, vol. 121, N° 2, diciembre.
- Newman, G., M. Gorlin y R. Dhar (2014), "When going green backfires: how firm intentions shape the evaluation of socially beneficial product enhancements", *Journal of Consumer Research*, vol. 41, N° 3, octubre.
- Nicaragua (2011), "Iniciativa 20116895: Ley General de Gestión Integral de Residuos Sólidos", Managua, 31 de mayo.
- Nikolakis, W., L. John y H. Krishnan (2018), "How blockchain can shape sustainable global value chains: an evidence, verifiability, and enforceability (EVE) framework", *Sustainability*, vol. 10, N° 11.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2021), "OECD Environment Statistics" [base de datos en línea] <https://www.oecd-ilibrary.org/environment/data/oecd-environment-statistics-env-data-en>.
- \_\_\_\_\_(2016), *Extended Producer Responsibility: Updated Guidance*, 12 de abril [en línea] [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/06/ENV-EPOC-WPRPW\\_2015\\_16-FINAL-ENG.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/06/ENV-EPOC-WPRPW_2015_16-FINAL-ENG.pdf).
- OCDE/CEPAL (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos/Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2017), *Evaluaciones del desempeño ambiental: Perú* (LC/TS.2017/88-P), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2016), *Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2016* (LC/L.4195), Santiago.
- \_\_\_\_\_(2014), *Evaluaciones del desempeño ambiental: Colombia 2014* (LC/L.3768), Santiago.
- Ølnes, S., M. Janssen y J. Ubach (2017), "Blockchain in government: benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing", *Government Information Quarterly*, vol. 34, N° 3, septiembre.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2020), *Panorama de las tecnologías para el tratamiento de desechos infecciosos y punzocortantes en los centros de salud*, Ginebra.
- \_\_\_\_\_(2018), "Desechos de las actividades de atención sanitaria", 8 de febrero [en línea] <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>.
- \_\_\_\_\_(2017), *Reciclaje de baterías de plomo-ácido usadas: consideraciones sanitarias*, Ginebra.
- OMS/UNICEF (Organización Mundial de la Salud/Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia) (2020), "Agua, saneamiento, higiene y gestión de desechos en relación con el SARS-CoV-2, el virus causante de la COVID-19: orientaciones provisionales", Ginebra, 29 de julio [en línea] [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333807/WHO-2019-nCoV-IPC\\_WASH-2020.4-spa.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333807/WHO-2019-nCoV-IPC_WASH-2020.4-spa.pdf).
- \_\_\_\_\_(2019), *WASH en los establecimientos de salud: informe de referencia internacional 2019*, Ginebra.
- ONU-Hábitat (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos) (2010), *Solid Waste Management in the World's Cities: Water and Sanitation in the World's Cities 2010*, Londres, Earthscan Ltd.
- Panamá (2020), "Ley 187 de 2 de diciembre de 2020 que regula la reducción y el reemplazo progresivo de los plásticos de un solo uso", *Gaceta Oficial Digital*, N° 29167-B, Ciudad de Panamá, 2 de diciembre.
- \_\_\_\_\_(2019), "Anteproyecto de ley N° 089 de 5 de agosto de 2019 que dicta normas para el reciclaje y aprovechamiento de neumáticos usados en Panamá", 5 de agosto [en línea] [https://www.asamblea.gob.pa/APPS/SEG\\_LEGIS/PDF\\_SEG/PDF\\_SEG\\_2010/PDF\\_SEG\\_2019/2019\\_A\\_089.pdf](https://www.asamblea.gob.pa/APPS/SEG_LEGIS/PDF_SEG/PDF_SEG_2010/PDF_SEG_2019/2019_A_089.pdf).
- \_\_\_\_\_(2018a), "Ley 1 de 19 de enero de 2018 que adopta medidas para promover el uso de bolsas reutilizables en establecimientos comerciales", *Gaceta Oficial Digital*, N° 28448-B, Ciudad de Panamá, 19 de enero.

- \_\_\_\_\_(2018b), "Ley 33 de 30 de mayo de 2018 que establece la Política Basura Cero y su marco de acción para la gestión integral de residuos, y dicta otras disposiciones", *Gaceta Oficial Digital*, N° 28537-C, Ciudad de Panamá, 31 de mayo.
- \_\_\_\_\_(2018c), "Proyecto de ley 607, que regula la gestión integral de residuos en la República de Panamá", 26 de febrero.
- Panel Internacional de Recursos (2020), "Building resilient societies after the COVID-19 pandemic: key messages from the International Resource Panel" [en línea] <https://www.resourcepanel.org/reports/building-resilient-societies-after-covid-19-pandemic>.
- Paraguay (2017a), "Decreto 7391 por el cual se reglamenta la Ley N° 3956/2009, 'Gestión Integral de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay'", *Gaceta Oficial*, Asunción, 6 de julio.
- \_\_\_\_\_(2017b), "Ley N° 5882 de Gestión Integral de Pilas y Baterías de Uso Doméstico", *Gaceta Oficial*, Asunción, 26 de septiembre.
- \_\_\_\_\_(2016), "Resolución 627/16 por la cual se prohíbe la importación de neumáticos usados para su reutilización directa sin previa remanufacturación y se reglamenta la gestión integral de los neumáticos usados generados en el país", Asunción, 21 de octubre [en línea] [http://www.snin.gov.py/reglamentos/RESOLUCION%20627\\_2016.pdf](http://www.snin.gov.py/reglamentos/RESOLUCION%20627_2016.pdf).
- \_\_\_\_\_(2015), "Ley N° 5414 de Promoción de la Disminución del Uso de Plástico Polietileno", Asunción, 8 de mayo [en línea] <https://www.bacn.gov.py/leyes-paraguayas/4407/ley-n-5414-promocion-de-la-disminucion-del-uso-de-plastico-polietileno>.
- \_\_\_\_\_(2009), "Ley N° 3956/09: Gestión Integral de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay", *Gaceta Oficial*, Asunción, 28 de diciembre.
- Park, A. y H. Li (2021), "The effect of blockchain technology on supply chain sustainability performances", *Sustainability*, vol. 13, N° 4, febrero.
- Parlamento Europeo (2018), "Circular economy package: four legislative proposals on waste", *EU Legislation in Progress*, marzo [en línea] [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/614766/EPRS\\_BRI%282018%29614766\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/614766/EPRS_BRI%282018%29614766_EN.pdf).
- Parlamento Europeo/Consejo de la Unión Europea (2012), "Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de julio de 2012 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)", *Diario Oficial de la Unión Europea*, N° L 197/38, 24 de julio.
- \_\_\_\_\_(2003), "Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de enero de 2003 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)", *Diario Oficial de la Unión Europea*, N° L 37/24, 13 de febrero.
- \_\_\_\_\_(1994), "Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo", *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, N° L 365, 20 de diciembre.
- Parra Sánchez, J. (2017), "Resumen de la situación actual, sistemas, normativa e iniciativas existentes en el ámbito de las compras públicas (con énfasis en el desarrollo existente de procesos vinculados a las compras públicas sustentables)", Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) [en línea] [https://funcionpublica.gob.mx/web/acciones-y-programas/Contrataciones\\_Publicas\\_Sustentables/Entregable%201%20Situaci%C3%B3n%20actual%20de%20las%20compras%20p%C3%bablicas%20sustentables%20en%20M%C3%A9xico%20.pdf](https://funcionpublica.gob.mx/web/acciones-y-programas/Contrataciones_Publicas_Sustentables/Entregable%201%20Situaci%C3%B3n%20actual%20de%20las%20compras%20p%C3%bablicas%20sustentables%20en%20M%C3%A9xico%20.pdf).
- Parung, J. (2019), "The use of blockchain to support sustainable supply chain strategy", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 703, noviembre.
- Peeken, I. y otros (2018), "Arctic sea ice is an important temporal sink and means of transport for microplastic", *Nature Communications*, vol. 9, N° 1505, abril.
- Perú (2018), "Ley N° 30884: Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables", *El Peruano*, Lima, 19 de diciembre.
- \_\_\_\_\_(2016), "Decreto Legislativo N° 1278", *El Peruano*, Lima, 23 de diciembre.
- \_\_\_\_\_(2009), "Ley N° 29419: Ley que regula la actividad de los recicladores", *El Peruano*, Lima, 7 de octubre.
- \_\_\_\_\_(2008), "Decreto Legislativo N° 1065", *El Peruano*, Lima, 28 de junio.
- \_\_\_\_\_(2004), "Ley N° 28256: Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos", *El Peruano*, Lima, 19 de junio.
- Plastics Europe (2019), *Plastics: the Facts 2018. An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data*, Bruselas.

- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2020), "La gestión de residuos es un servicio público esencial para superar la emergencia de COVID-19", Ginebra, 24 de marzo [en línea] <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/la-gestion-de-residuos-es-un-servicio-publico-esencial>.
- \_\_\_\_\_(2019a), *Global Environment Outlook GEO-6: Healthy Planet, Healthy People*, Nairobi.
- \_\_\_\_\_(2019b), "Gobiernos acuerdan decisiones históricas para erradicar o regular desechos y productos químicos peligrosos, incluidos los plásticos", Ginebra, 12 de mayo [en línea] <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/gobiernos-acuerdan-decisiones-historicas-para-erradicar>.
- \_\_\_\_\_(2019c), "Report on the status of styrofoam and plastic bag bans in the wider Caribbean region", documento preparado para la Cuarta Reunión del Comité Asesor Científico y Técnico (STAC) al Protocolo relativo a la Contaminación Procedente de Fuentes y Actividades Terrestres (Protocolo FTCM) en la Región del Gran Caribe, 21 de mayo [en línea] [http://gefcrew.org/carrcu/18IGM/4LBSCOP/Info-Docs/WG.39\\_INF.8-en.pdf](http://gefcrew.org/carrcu/18IGM/4LBSCOP/Info-Docs/WG.39_INF.8-en.pdf).
- \_\_\_\_\_(2018a), "Una ola de medidas contra el plástico recorre América Latina y el Caribe", 22 de octubre [en línea] <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/una-ola-de-medidas-contra-el-plastico-recorre-america-latina-y-el>.
- \_\_\_\_\_(2018b), *Building Circularity into our Economies through Sustainable Procurement*, París.
- \_\_\_\_\_(2018c), *Límites legales de los productos de plástico desechables y los microplásticos: examen a escala mundial de las leyes y los reglamentos nacionales*, Nairobi, diciembre.
- \_\_\_\_\_(2018d), *Plásticos de un solo uso: una hoja de ruta para la sostenibilidad*, Nairobi.
- \_\_\_\_\_(2018e), *Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe*, Ciudad de Panamá.
- \_\_\_\_\_(2018f), *Exploring the Potential for Adopting Alternative Materials to Reduce Marine Plastic Litter*, Nairobi.
- Pollock, D. (2019), "Google's quantum computing breakthrough brings blockchain resistance into the spotlight again", *Forbes*, 24 de septiembre [en línea] <https://www.forbes.com/sites/darrynpollock/2019/09/24/googles-quantum-computing-breakthrough-brings-blockchain-resistance-into-the-spotlight-again/#761f82d84504>.
- Pontificia Universidad Católica de Chile (2018), *Informe final: Encuesta Nacional de Medio Ambiente 2018*, Santiago, marzo [en línea] <https://mma.gob.cl/encuestas-nacionales-del-medio-ambiente/>.
- Porter, R. y T. Roberts (eds.) (1985), *Energy Savings by Wastes Recycling*, Londres, CRC Press.
- Porxas, N. y M. Conejero (2018), "Tecnología blockchain: funcionamiento, aplicaciones y retos jurídicos relacionados", *Actualidad Jurídica Uriá Menéndez*, Nº 48.
- Probst, W. (2020), "How emerging data technologies can increase trust and transparency in fisheries", *ICES Journal of Marine Science*, vol. 77, Nº 4.
- Provincia de Buenos Aires (2011), "Ley 14321", *Boletín Oficial*, Nº 26735, Buenos Aires, 15 de diciembre.
- \_\_\_\_\_(2008), "Ley 13868", *Boletín Oficial*, Nº 25996, Buenos Aires, 14 de octubre.
- PwC (2018), "Building block(chain)s for a better planet", *Fourth Industrial Revolution for the Earth series*, septiembre [en línea] <https://www.pwc.com/gx/en/sustainability/assets/blockchain-for-a-better-planet.pdf>.
- Queiroz, M., R. Telles y S. Bonilla (2020), "Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature", *Supply Chain Management: an International Journal*, vol. 25, Nº 2, agosto.
- Rane, S. y V. Thakker (2020), "Green procurement process model based on blockchain-IoT integrated architecture for a sustainable business", *Management of Environmental Quality: an International Journal*, vol. 31, Nº 3.
- República Dominicana (2020), "Ley General de Gestión Integral y Coprocesamiento de Residuos Sólidos No. 225-20", *El Nuevo Diario*, Santo Domingo, 2 de octubre.
- Río de Janeiro (2019), "Lei Nº 6458, de 8 de janeiro de 2019: obriga restaurantes, bares, lanchonetes, barracas de praia, ambulantes e similares autorizados pela Prefeitura a usarem e fornecerem canudos fabricados exclusivamente com material biodegradável e/ou reciclável individual e hermeticamente embalados com material semelhante", *Diário Oficial*, Río de Janeiro, 9 de enero.
- Rojas, E. y L. Poveda (2018), "Estado de la banda ancha en América Latina y el Caribe", *Documentos de Proyectos*, (LC/TS.2018/11), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), marzo.
- Rondón Toro, E. y otros (2016), "Guía general para gestión de residuos sólidos domiciliarios", *Manuales de la CEPAL*, Nº 2 (LC/L.4198; LC/IP/L.343), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- Rucevska, I. y otros (2015), *Waste Crime - Waste Risks: Gaps in Meeting the Global Waste Challenge: a UNEP Rapid Response Assessment*, Nairobi, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)/GRID-Arendal.
- Saberi, S. y otros (2019), "Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management", *International Journal of Production Research*, vol. 57, Nº 7.
- Saint Kitts y Nevis (2019), "Chapter 11.05: Solid Waste Management Act", *Laws of Saint Christopher and Nevis*, Anguila.
- San Vicente y las Granadinas (2000), "Act No. 31 of 2000", 22 de diciembre [en línea] <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/stv52994.pdf>.
- Scaraboto, D., A. Joubert y C. Gonzalez-Arcos (2020), "Single-use plastic in the pandemic: how to stay safe and sustainable", Foro Económico Mundial, 29 de abril [en línea] <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/plastic-packaging-coronavirus-crisis/>.
- Schmidt, C., T. Krauth y S.Wagner (2017), "Export of plastic debris by rivers into the sea", *Environmental Science & Technology*, vol. 51, Nº 21, Washington, D.C., ACS Publications.
- Schröder, P. (2020), "Promoting a just transition to an inclusive circular economy", Londres, Chatam House [en línea] <https://www.chathamhouse.org/2020/04/promoting-just-transition-inclusive-circular-economy>.
- Schuster-Wallace, C., C. Wild y C. Metcalfe (2015), "Valuing human waste as energy resource: a research brief assessing the global wealth in waste", Hamilton, Instituto para el Agua, el Medio Ambiente y la Salud.
- Secretaría de los Convenios de Basilea, Estocolmo y Rotterdam (2019), "Relevance for the Basel Convention" [en línea] <http://www.basel.int/Implementation/Plasticwastes/Overview/RelevancefortheBaselConvention/tabid/7988/Default.aspx>.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2019), *Visión nacional hacia una gestión sustentable: cero residuos*, Ciudad de México, enero.
- \_\_\_\_\_(2018), "Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2017-2018", julio [en línea] [http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/publicaciones/PNPGIR%20\\_2017-2018.pdf](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/publicaciones/PNPGIR%20_2017-2018.pdf).
- \_\_\_\_\_(2016), "Plan de Manejo de Neumáticos Usados de Desecho: conforme a la NOM-161-SEMARNAT-2011" [en línea] [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190012/Plan\\_de\\_Manejo\\_de\\_Neumaticos\\_Usados.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/190012/Plan_de_Manejo_de_Neumaticos_Usados.pdf).
- \_\_\_\_\_(2014), "Acuerdo por el que se modifica la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo", *Diario Oficial de la Federación*, Ciudad de México, 5 de noviembre.
- \_\_\_\_\_(2013), "Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo", *Diario Oficial de la Federación*, Ciudad de México, 1 de febrero.
- \_\_\_\_\_(2012), "Plan de Manejo de Vehículos al Final de su Vida Útil 2012" [en línea] <https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/residuos/vehiculos/Documents/plan-manejo-vehiculos.pdf>.
- \_\_\_\_\_(2006), "Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos", *Diario Oficial de la Federación*, Ciudad de México, 23 de junio.
- \_\_\_\_\_(2003), *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*, Ciudad de México.
- Senathirajah, K. y T. Palanisami (2019), "How much microplastics are we ingesting?: Estimation of the mass of microplastics ingested", Universidad de Newcastle [en línea] <https://www.newcastle.edu.au/newsroom/featured/plastic-ingestion-by-people-could-be-equating-to-a-credit-card-a-week/how-much-microplastics-are-we-ingesting-estimation-of-the-mass-of-microplastics-ingested>.
- Solid Waste Management Programme (2018), "History of the Project Management Coordination Unit (PMCU)" [en línea] <https://solid.gov.bb/about-us/>.
- Solórzano, G. (2018), "Economía circular y perspectivas de futuro", *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*, P. Tello, D. Campani y R. Sarafian (eds.), Ciudad de México, Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS).

- Stephenson, D. e I. Faucher (2018), "Estudio comparativo de legislación y políticas públicas de responsabilidad extendida del productor-REP para empaques y envases", documento preparado para la Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo (IRR) [en línea] <https://latitudr.org/wp-content/uploads/2018/12/Estudio-REP-IRR-1.pdf>.
- Sulkowski, A. (2018), "Blockchain, business supply chains, sustainability, and law: the future of governance, legal frameworks, and lawyers?", *Delaware Journal of Corporate Law*, vol. 43, Nº 2.
- Szabo, N. (1994), "Smart contracts", Universidad de Ámsterdam [en línea] <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>.
- Tello, P. y otros (2011), *Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010*, Washington, D.C., Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS)/Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Trinidad y Tabago (2018), *National Environmental Policy of Trinidad & Tobago 2018* [en línea] <https://www.planning.gov.tt/sites/default/files/National%20Environmental%20Policy%20%28NEP%29%20T%26T%202018.pdf>.
- \_\_\_\_\_(2015), *National Waste Recycling Policy*, febrero [en línea] <https://www.planning.gov.tt/sites/default/files/WASTE%20RECYCLING%20POLICY%202015%20Final.pdf>.
- \_\_\_\_\_(2012), "The Beverage Containers Bill, 2012", Puerto España [en línea] <http://www.ttparliament.org/legislations/b2012s05p.pdf>.
- \_\_\_\_\_(2000), "Environmental Management Act, 2000" [en línea] <https://www.cbd.int/doc/case-studies/lrl-rr-tt-act-manage-en.pdf>.
- UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo) (2021), *Technology and Innovation Report 2021*, Ginebra.
- Underwood, S. (2016), "Blockchain beyond bitcoin", *Communications of the ACM*, vol. 59, Nº 11, noviembre.
- UNU-IAS (Instituto de Estudios Avanzados de la Universidad de Naciones Unidas) (2015), *eWaste en América Latina: análisis estadístico y recomendaciones de política pública*, Tokio, noviembre.
- Uruguay (2019a), "Plan Nacional de Acción de Economía Circular busca diseñar políticas para alcanzar un desarrollo sostenible", 2 de septiembre [en línea] <https://www.gub.uy/presidencia/comunicacion/noticias/plan-nacional-accion-economia-circular-busca-disenar-politicas-para-alcanzar>.
- \_\_\_\_\_(2019b), "Decreto Nº 3/019: reglamentación de la Ley 19.655, relativa a medidas de prevención y reducción del impacto ambiental derivado de la utilización de bolsas plásticas", Montevideo, 15 de enero [en línea] <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/3-2019>.
- \_\_\_\_\_(2019c), "Ley 19829: aprobación de normas para la gestión integral de residuos", Montevideo, 30 de septiembre [en línea] <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19829-2019>.
- \_\_\_\_\_(2016), "Decreto 358/015: aprobación del reglamento de gestión de neumáticos y cámaras fuera de uso", Montevideo, 8 de enero [en línea] <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/358-2015>.
- \_\_\_\_\_(2007), "Decreto 260/007: reglamentación de la ley 17.849 sobre reciclaje de envases", *Registro Nacional de Leyes y Decretos*, vol. 1, semestre 2, Montevideo, 30 de julio.
- \_\_\_\_\_(2004), "Ley 17849: uso de envases no retornables", vol. 2, semestre 2, Montevideo, 29 de diciembre.
- \_\_\_\_\_(2003), "Decreto Nº 373/003: regulación del manejo y disposición de baterías de plomo y ácido usadas o a ser desecharadas", *Registro Nacional de Leyes y Decretos*, vol. 1, semestre 2, Montevideo, 18 de septiembre.
- Venezuela (2010), "Ley de Gestión Integral de la Basura", *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*, Nº 6.017, 30 de diciembre.
- Vicepresidencia del Ecuador (2019), "El Pacto por la Economía Circular promueve un desarrollo productivo sostenible", Guayaquil, 22 de agosto [en línea] <https://www.vicepresidencia.gob.ec/el-pacto-por-la-economia-circular-promueve-un-desarrollo-productivo-sostenible/>.
- Wang, Y. y otros (2019), "Making sense of blockchain technology: how will it transform supply chains?", *International Journal of Production Economics*, vol. 211, mayo.
- WBCSD (Consejo Empresarial Mundial de Desarrollo Sostenible) (2019), *Global ELT Management: a Global State of Knowledge on Regulation, Management Systems, Impacts of Recovery and Technologies* [en línea] <https://www.wbcsd.org/Sector-Projects/Tire-Industry-Project/End-of-Life-Tires-ELTs>.

- \_\_\_\_\_(2018), *Global ELT Management: a Global State of Knowledge on Collection Rates, Recovery Routes, and Management Methods* [en línea] <https://www.wbcsd.org/Sector-Projects/Tire-Industry-Project/End-of-Life-Tires-ELTs>.
- \_\_\_\_\_(2008), *Managing End-of-Life Tires: Full Report*, Ginebra.
- Wu, J. y N. Tran (2018), "Application of blockchain technology in sustainable energy systems: an overview", *Sustainability*, vol. 10, Nº 9.
- Zaman, A. (2010), "Comparative study of municipal solid waste treatment technologies using life cycle assessment method", *International Journal of Environmental Science and Technology*, vol. 7, Berlín, Springer, marzo.
- Zelbst, P. y otros (2020), "The impact of RFID, IIoT, and blockchain technologies on supply chain transparency", *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 31, Nº 3, octubre.
- Zhang, J. (2019), "Deploying blockchain technology in the supply chain", *Computer Security Threats*, C. Thomas (ed.), Londres, IntechOpen.
- Zwitter, A. y M. Boisse-Despiaux (2018), "Blockchain for humanitarian action and development aid", *Journal of International Humanitarian Action*, vol. 3, octubre.



## Anexos

## Anexo A1

Cuadro A1

América Latina: instrumentos de economía circular, gestión de residuos y responsabilidad extendida del productor

País	Economía circular	Gestión de residuos y reciclaje	Responsabilidad extendida del productor	Sectores específicos
Argentina	<p>Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2005)</p> <p>Ley númer. 1854: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos reglamentada en 2007 (Ley "Basura Cero") de Buenos Aires (Ciudad de Buenos Aires, 2006)</p> <p>Plan Estratégico Provincial de Gestión de Residuos hacia la Economía Circular (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016)</p>	<p>Ley númer. 25916 de gestión integral de residuos domiciliarios (2004)</p> <p>Ley númer. 13868: prohibición en la Provincia de Buenos Aires al uso de bolsas de polietileno (Provincia de Buenos Aires, 2008)</p> <p>Resolución 816/ MAYEPGC/19: prohibición en la utilización, entrega y expendio de sorbetes plásticos de un solo uso, en Buenos Aires (Ciudad de Buenos Aires, 2019)</p> <p>Proyecto de ley S-2561/14: gestión de pilas y baterías primarias y secundarias usadas (2014)</p> <p>Resolución númer. 189/2019- Estrategia Nacional de Gestión Sustentable de Residuos Especiales de Generación Universal (REGU) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019)</p> <p>Proyecto de ley 2048-D-2014- Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos (2014)</p> <p>Proyecto de ley S-3421/15: presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) y de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) (2015)</p> <p>A nivel nacional se aplica la Ley númer. 24051 de residuos peligrosos (1992)</p> <p>Ley númer. 2807: gestión sustentable de los aparatos electrónicos en desuso en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Ciudad de Buenos Aires, 2008)</p> <p>Ley númer. 14321:gestión sustentable de RAEE en el territorio de la Provincia de Buenos Aires (Provincia de Buenos Aires, 2011)</p> <p>Proyecto de ley S-3279/16: gestión ambiental de los envases y sus residuos (2016)</p>	<p>Proyecto de ley 1874-D-2019 Presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de residuos mediante la responsabilidad extendida del productor (REP), que contempla varios productos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceites vegetales usados y sus envases</li> <li>- Aceites minerales usados y sus envases</li> <li>- Aparatos eléctricos y electrónicos en desuso y sus componentes, accesorios y consumibles</li> <li>- Pilas y baterías portátiles</li> <li>- Luminarias</li> <li>- Cartuchos y tonners</li> <li>- Medicamentos vencidos y envases de medicamentos</li> <li>- Neumáticos fuera de uso</li> <li>- Instrumentos que contengan mercurio</li> <li>- Acumuladores de ácido plomo (2019)</li> </ul> <p>Ley númer. 27279 de protección ambiental para la gestión de envases vacíos de fitosanitarios (2016)</p> <p>Resolución númer. 523/2013: Manejo Sustentable de Neumáticos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013)</p>	<p>Ley númer. 13868: prohibición en la Provincia de Buenos Aires al uso de bolsas de polietileno (Provincia de Buenos Aires, 2008)</p> <p>Resolución 816/ MAYEPGC/19: prohibición en la utilización, entrega y expendio de sorbetes plásticos de un solo uso, en Buenos Aires (Ciudad de Buenos Aires, 2019)</p> <p>Proyecto de ley S-2561/14: gestión de pilas y baterías primarias y secundarias usadas (2014)</p> <p>Resolución númer. 189/2019- Estrategia Nacional de Gestión Sustentable de Residuos Especiales de Generación Universal (REGU) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019)</p> <p>Proyecto de ley 2048-D-2014- Gestión Integral de Residuos Eléctricos y Electrónicos (2014)</p> <p>Proyecto de ley S-3421/15: presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) y de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) (2015)</p> <p>A nivel nacional se aplica la Ley númer. 24051 de residuos peligrosos (1992)</p> <p>Ley númer. 2807: gestión sustentable de los aparatos electrónicos en desuso en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Ciudad de Buenos Aires, 2008)</p> <p>Ley númer. 14321:gestión sustentable de RAEE en el territorio de la Provincia de Buenos Aires (Provincia de Buenos Aires, 2011)</p> <p>Proyecto de ley S-3279/16: gestión ambiental de los envases y sus residuos (2016)</p>

Cuadro A1 (continuación)

<b>País</b>	<b>Economía circular</b>	<b>Gestión de residuos y reciclaje</b>	<b>Responsabilidad extendida del productor</b>	<b>Sectores específicos</b>
Bolivia (Estado Plurinacional de)	Ley núm. 755: Ley de Gestión Integral de Residuos (2015)	Reglamento General Gestión integral de residuos sólidos, aprobado mediante Decreto Supremo núm. 2954 (2016)	En desarrollo una estrategia de implementación REP a nivel nacional para los RAEE (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2019) Decreto Supremo núm. 2954 de la Ley 755 agrega indicaciones de responsabilidad extendida para RAEE (2016)	Ley núm. 755 que se aplica a: - Botellas PET - Bolsas de polietileno - Llantas o neumáticos - Pilas o baterías - Envases - Fármacos - Lámparas y luminarias  Para la gestión de RAEE se aplica la Norma Boliviana NB-69019 (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, 2012)
Brasil	Ley núm. 12305: Política Nacional de Residuos Sólidos (2010) y Decreto núm. 7404 que la reglamenta (2010)	Proyecto de ley núm. 7535: incentivos para fomentar la industria de reciclaje (2017)	Ley núm. 12305: Política Nacional de Residuos Sólidos (2010) contempla logística inversa para: - Plaguicidas, sus residuos y empaques - Pilas y baterías - Neumáticos - Aceites lubricantes, sus residuos y envases - Lámparas fluorescentes - Productos electrónicos y sus componentes	Ley núm. 6458: uso y suministro de pajitas de material biodegradable o reciclable en Río de Janeiro (Río de Janeiro, 2019)  Decreto núm. 10240: reglamenta productos electrónicos y sus componentes de uso doméstico (2020)

Cuadro A1 (continuación)

País	Economía circular	Gestión de residuos y reciclaje	Responsabilidad extendida del productor	Sectores específicos
Chile	<p>Propuesta Hoja de Ruta Nacional a la Economía Circular para un Chile sin Basura 2020-2040 (Ministerio del Medio Ambiente, 2020)</p> <p>Propuesta Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos 2020-2040 (Ministerio del Medio Ambiente, 2020)</p>	<p>Ley núm. 20920: establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje (Ministerio del Medio Ambiente, 2016)</p> <p>Decreto núm. 7: reglamento del Fondo para el Reciclaje (Ministerio del Medio Ambiente, 2017)</p> <p>Decreto núm. 1: aprueba reglamento del registro de emisiones y transferencias de contaminantes, RETC (Ministerio del Medio Ambiente, 2013) y su posterior modificación en Decreto núm. 31 (Ministerio del Medio Ambiente, 2018)</p>	<p>Ley núm. 20920 (Ministerio del Medio Ambiente, 2016) contempla sectores prioritarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceites lubricantes</li> <li>- RAEE</li> <li>- Baterías</li> <li>- Envases y embalajes</li> <li>- Neumáticos</li> <li>- Pilas</li> <li>- Diarios, periódicos y revistas</li> </ul> <p>Resolución núm. 425 exenta (Ministerio del Medio Ambiente, 2017) y Resolución núm. 483 exenta (Ministerio del Medio Ambiente, 2017): realizan requerimientos de información a los productores de productos prioritarios (MMA, 2017b y 2017c)</p> <p>Decreto núm. 8: establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de neumáticos (Ministerio del Medio Ambiente, 2021)</p> <p>Decreto núm. 12: establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de envases y embalajes (Ministerio del Medio Ambiente, 2021)</p> <p>Resolución núm. 1296 exenta; Anteproyecto de decreto supremo que establece metas de recolección y valorización y obligaciones asociadas de aceites lubricantes (Ministerio del Medio Ambiente, 2020)</p> <p>Resolución núm. 1422 exenta: da inicio al proceso de elaboración del decreto supremo que establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de pilas (Ministerio del Medio Ambiente, 2021)</p>	<p>Ley núm. 21100: prohíbe la entrega de bolsas plásticas de comercio en todo el territorio nacional (Ministerio del Medio Ambiente, 2018)</p>

Cuadro A1 (continuación)

País	Economía circular	Gestión de residuos y reciclaje	Responsabilidad extendida del productor	Sectores específicos
Colombia	Estrategia Nacional de Economía Circular (2018)	Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2016) Resolución núm. 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 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018) Decreto núm. 2412: incentivo al aprovechamiento de residuos sólidos (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2018)	Resolución núm. 1511: gestión de bombillas fluorescentes usadas (Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010) Resolución núm. 1297: pilas y/o acumuladores (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010) Ley núm. 1672: introduce la REP para RAEE (2013) y en el mismo ámbito el Decreto núm. 1076 (2015), el Decreto núm. 284 (2018) y la Resolución núm. 1512 de gestión ambiental de residuos de computadores y/o periféricos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010) Proyecto de ley núm. 106, por medio del cual se establece el principio de responsabilidad extendida del productor (REP) para aceites lubricantes usados, envases de vidrio, envases de metal, envases de aluminio, envases de papel y envases de cartón (2017)	Decreto núm. 004741: prevención y manejo de residuos peligrosos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2005) Resolución núm. 0371: medicamentos vencidos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2009) Resolución núm. 0372: baterías usadas de plomo ácido (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2009) Resolución núm. 1675: envases de plaguicidas domésticos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013) Resolución núm. 1326: llantas usadas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017) Resolución núm. 2184: indicadores para uso racional de bolsas plásticas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019)
Costa Rica	Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050 (2019) Decreto 41032-PLAN-MINAE-RE: Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible (2018)	Decreto 37567-S-MINAET-H-Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos (2013) Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2010-2021 (Ministerio de Salud, 2011). Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR) 2016-2021 (Ministerio de Salud, 2016). Decreto Ejecutivo 39742-S: Oficialización del Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos (2016) Plan de Acción para la Gestión Integral de Residuos 2019-2025 (2021)	Ley núm. 8839: Ley para la Gestión Integral de Residuos (2010)	Decreto 33745-S: Reglamento sobre Llantas de Desecho (2007) Decreto 35993-S: Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos de Costa Rica (2010) Decreto 38272-S: Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial (2014) Decreto 41527-S-MINAE: Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos (2019)

Cuadro A1 (continuación)

País	Economía circular	Gestión de residuos y reciclaje	Responsabilidad extendida del productor	Sectores específicos
Cuba		Política para el Incremento del Reciclaje de Materias Primas (2012)  Ley núm. 1288: Ley de Materias Primas (1975)		
Ecuador	Pacto por la Economía Circular (2019)	Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIS) (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2010)  Acuerdo Ministerial núm. 061: desechos peligrosos y/o especiales (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2015)  Plan Maestro de Gestión Integral de Residuos del Distrito Metropolitano de Quito (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2016)	Acuerdo Ministerial núm. 21: Instructivo para la gestión integral de desechos plásticos de uso agrícola (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2013)  Acuerdo Ministerial núm. 22: Instructivo para la gestión integral de pilas usadas (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2013)  Acuerdo Ministerial núm. 190: Política Nacional de Post-consumo de Equipos Eléctricos y Electrónicos en Desuso (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2013)  Acuerdo Ministerial núm. 191: Instructivo de aplicación del principio de responsabilidad extendida establecido en el Reglamento para la prevención y control de la contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales, para equipos celulares en desuso (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2013)  Acuerdo Ministerial núm. 098: neumáticos fuera de uso (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2015)  Código Orgánico del Ambiente: introduce la REP en ámbito de la gestión de sustancias químicas (2017)  Acuerdo Ministerial núm. 042: gestión de aceites lubricantes usados y envases vacíos (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2019)	Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos del Estado: introduce impuesto redimible a las botellas plásticas no retornables (Registro Oficial, N° 583, 2011)  Acuerdo Ministerial núm. 121: regulación para la gestión de residuos de botellas de vidrio (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2016)

Cuadro A1 (continuación)

<b>País</b>	<b>Economía circular</b>	<b>Gestión de residuos y reciclaje</b>	<b>Responsabilidad extendida del productor</b>	<b>Sectores específicos</b>
El Salvador	Decreto núm. 527- Ley de Gestión Integral de Residuos y Fomento al Reciclaje (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020)  En elaboración: hoja de ruta sobre economía circular (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales)	Programa Nacional para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos: plan para el mejoramiento del manejo de desechos sólidos en El Salvador (2010)		Guía técnica para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de El Salvador (publicada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017)  Decreto núm. 41: Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2000) y su actualización en 2019
Guatemala		Acuerdo Gubernativo núm. 281-2015: Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2015)	Iniciativa de ley núm. 5202: iniciativa que dispone aprobar Ley de Reciclaje y Manejo Sostenible de Desechos (2016). Los productos prioritarios son: plásticos existentes, aceites lubricantes quemados, aparatos eléctricos y electrónicos, baterías de automotores y aparatos electrónicos, envases y embalajes, neumáticos, y latas y metales	Actualmente sin normativa específica para los residuos eléctricos y electrónicos
Honduras		Acuerdo Ejecutivo núm. 1567-2010 Reglamento para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (2011)	Acuerdo Ejecutivo núm. 1567-2010 contempla la responsabilidad extendida del productor <ul style="list-style-type: none"><li>- Medicamentos</li><li>- Lámparas fluorescentes</li><li>- Pinturas</li><li>- Insecticidas</li><li>- Desinfectantes</li><li>- Aerosoles</li><li>- Cosméticos</li></ul>	

Cuadro A1 (continuación)

País	Economía circular	Gestión de residuos y reciclaje	Responsabilidad extendida del productor	Sectores específicos
México	Visión nacional hacia una gestión sustentable: cero residuos (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2019) Declaratoria de la Ciudad de México por una Economía Circular (2019)	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2003) y su Reglamento (2006) Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PNPGIR) 2017-2018 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018)	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2003) en su artículo 19 establece diez categorías definidas de residuos de manejo especial y la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 (2013)	Plan de Manejo de Vehículos al Final de su Vida Útil 2012 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012) Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y el Acuerdo que la modifica (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013 y 2014). Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006) Decreto de reforma a la Ley de Residuos Sólidos de la Ciudad de México que establece la prohibición de la comercialización, distribución y entrega de bolsas de plástico (Ciudad de México, 2019)
Nicaragua		Política Nacional sobre Gestión Integral de los Residuos Sólidos 2004–2023 (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, 2004) Iniciativa núm. 20116895: Ley General de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2011)		En desarrollo: plan de trabajo que permite el manejo ambientalmente seguro de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a nivel nacional (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, 2020)
Panamá	Ley núm. 33, que establece la Política Basura Cero y su marco de acción para la gestión integral de residuos, y dicta otras disposiciones (2018)	Anteproyecto de ley núm. 007, proyecto de ley núm. 017 que regula la gestión integral de residuos en la República de Panamá como tema esencial de salud pública y dicta elaborar Planes y Programas de residuos que posean especial aplicabilidad en la responsabilidad extendida del productor (2019)	Anteproyecto de ley núm. 007, proyecto de ley núm. 017 que regula la gestión integral de residuos en la República de Panamá como tema esencial de salud pública y dicta elaborar Planes y Programas de residuos que posean especial aplicabilidad en la responsabilidad extendida del productor (2019)	Ley núm. 1, que adopta medidas para promover el uso de bolsas reutilizables en establecimientos comerciales (2018) Ley núm. 187, que regula la reducción y el reemplazo progresivo de los plásticos de un solo uso (2020) Anteproyecto de ley núm. 089, que dicta normas para el reciclaje y aprovechamiento de neumáticos usados en Panamá (2019)

Cuadro A1 (continuación)

País	Economía circular	Gestión de residuos y reciclaje	Responsabilidad extendida del productor	Sectores específicos
Paraguay		Ley núm. 3956/09: Gestión Integral de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay (2009) y el Decreto núm. 7391 por el cual se reglamenta la Ley núm. 3956/09, 'Gestión Integral de los Residuos Sólidos en la República del Paraguay' (2017) Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo/Fondo para el Medio Ambiente Mundial, 2020)	Ley núm. 5882 de Gestión Integral de Pilas y Baterías de Uso Doméstico (2017) Resolución núm. 627/16 por la cual se prohíbe la importación de neumáticos usados para su reutilización directa sin previa remanufacturación y se reglamenta la gestión integral de los neumáticos usados generados en el país (2016)	

Cuadro A1 (continuación)

País	Economía circular	Gestión de residuos y reciclaje	Responsabilidad extendida del productor	Sectores específicos
Perú	<p>Decreto Supremo que aprueba la Hoja de Ruta hacia una Economía Circular en el Sector Industria: Decreto Supremo 003-2020-PRODUCE (Ministerio de la Producción, 2020)</p> <p>Decreto Legislativo núm. 1278: aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (deroga la Ley núm. 27314) (2016)</p> <p>Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas: Decreto Supremo 014-2019-EM: incorpora concepto de economía circular, en prevención, minimización y valorización de los residuos sólidos de las actividades eléctricas (Ministerio de Energía y Minas, 2019)</p>	<p>Ley núm. 27314: Ley General de Residuos Sólidos (2000) y su modificatoria, el Decreto Legislativo núm. 1065 (2008)</p> <p>Ley núm. 29419: Ley que regula la actividad de los recicladores (2009)</p> <p>Ley núm. 28256: Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos (2004)</p> <p>Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024 (Ministerio del Ambiente, 2017)</p>	<p>Decreto Supremo 014-2017-MINAM: aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo núm. 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, e introduce tanto la REP como la responsabilidad compartida para "bienes priorizados" generalmente entendidos como bienes de consumo masivo (Ministerio del Ambiente, 2017)</p> <p>Decreto Supremo 009-2019-MINAM: aprueba el Régimen Especial de Gestión y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (Ministerio del Ambiente, 2019)</p>	<p>Ley núm. 30884: Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables (2018)</p> <p>Decreto Supremo 014-2017-MINAM, art. 72: regula los envases de sustancias o productos peligrosos (Ministerio del Ambiente, 2017)</p>
República Dominicana		<p>Política para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales (RSM) (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2014)</p>	<p>Ley General de Gestión Integral y Coprocesamiento de Residuos Sólidos núm. 225-20 (2020), los productos prioritarios que incluye son: aceites lubricantes, plaguicidas, eléctricos y electrónicos, pilas y baterías, neumáticos, y envases y embalajes</p>	

Cuadro A1 (conclusión)

País	Economía circular	Gestión de residuos y reciclaje	Responsabilidad extendida del productor	Sectores específicos
Uruguay	Plan Nacional de Acción de Economía Circular (2019)	Ley núm. 19829: aprobación de normas para la gestión integral de residuos (2019) incluye residuos de:  envases y embalajes, cualquiera sea su origen y función; otros residuos plásticos distintos a envases y embalajes; baterías y pilas; electro-electrónicos; neumáticos fuera de uso; aceites usados no comestibles; los aceites usados comestibles; y los vehículos fuera de uso.		Decreto núm. 3/019: reglamentación de la Ley 19655, relativa a medidas de prevención y reducción del impacto ambiental derivado de la utilización de bolsas plásticas (2019)  Decreto núm. 358/015: aprobación del reglamento de gestión de neumáticos y cámaras fuera de uso (2016)  Ley núm. 17849: uso de envases no retornables (2004) y Decreto núm. 260/007 (2007)  Decreto núm. 373/003: regulación del manejo y disposición de baterías de plomo y ácido usadas o a ser desechadas (2003)
Venezuela (República Bolivariana de)		Ley de Gestión Integral de la Basura (2010)		

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de las legislaciones de los respectivos países.

## Anexo A2

Cuadro A2

Caribe anglófono (países seleccionados): instrumentos relacionados con la gestión de residuos y la responsabilidad extendida del productor

País	Gestión de residuos	Principio de quien contamina paga	Responsabilidad sobre gestión de los residuos	Sectores específicos
Antigua y Barbuda	Ley de la Autoridad Nacional de Gestión de Residuos Sólidos, 1995, núm. 10 ( <i>The National Solid Waste Management Authority Act</i> ) y su modificación núm. 6 (2005)  Ley sobre el Control de la Basura y Prevención, 2019, núm. 3 ( <i>Litter Control and Prevention Act</i> )	Ley de Gestión y Protección Ambiental, núm. 10 ( <i>Environmental Protection and Management Act</i> ) (2019). Esta ley aplica el principio de quien contamina paga		Orden de Comercio Exterior (prohibición de bolsas de plástico) (Ministerio de Comercio e Industria, Deportes, Cultura y Festivales Nacionales, 2017)
Bahamas	Reglamento sobre servicios de salud ambiental (recogida y eliminación de desechos) ( <i>Environmental Health Services (Collection and Disposal of Waste) Regulations</i> ) (2006) y su enmienda (2013)		Reglamento sobre servicios de salud ambiental (recogida y eliminación de desechos) ( <i>Environmental Health Services (Collection and Disposal of Waste) Regulations</i> ) (2006) y su enmienda (2013)  El Departamento de Servicios de Salud Ambiental es el indicado como responsable de la gestión de los residuos. Si esta entidad no los recolecta, la gestión y los gastos asociados de los residuos son responsabilidad de comercios e industrias (a discreción del director del departamento)	

Cuadro A2 (continuación)

País	Gestión de residuos	Principio de quien contamina paga	Responsabilidad sobre gestión de los residuos	Sectores específicos
Barbados	Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos que, desde 2004, es parte de la Política de Desarrollo Sostenible de Barbados. La gestión de residuos es en colaboración entre el sector público y privado		Ley de Control de Plásticos Desechables ( <i>Control of Disposable Plastics Act</i> ), 2019-11: prohibición a la importación y manufactura de plásticos (Maritime Affairs and the Blue Economy, 2019). La Ley de Envases Retornables (1986) permite el reembolso de 20 centavos por envase de bebida de vidrio y 10 centavos por envase de bebida de otro material. Los distribuidores pagan a los comerciantes de los centros de recolecta un impuesto equivalente al 20% del valor del reembolso.	
Belice	Ley de Protección Ambiental ( <i>The Environmental Protection (Amendment) Act</i> , 2009) Ley de Gestión de Residuos Sólidos, Capítulo 224 ( <i>Solid Waste Management Authority Act, Chapter 224</i> ) (2000), que estableció la gestión de residuos sólidos responsable, <i>inter alia</i> Normativa en desechos peligrosos, 2009 ( <i>Hazardous Waste Regulations, 2009</i> )		Ley de Envases Retornables ( <i>Returnable Containers Act</i> ) (2009) y su enmienda (2011), que indican qué distribuidores e importadores son responsables del mecanismo de devolución y reembolso de los envases retornables. El valor de depósito y reembolso por cada envase varía entre 5 y 15 centavos, según su tamaño y material	
Dominica	Ley sobre las basuras ( <i>Litter Act (Amendment)</i> ), núm. 4 (1990), enmendada por Ley núm. 6 (1991) Ley de Gestión de Residuos Sólidos núm. 1 (2002)		Ley de Gestión de Residuos Sólidos núm. 1 ( <i>Solid Waste Management Act 2002</i> ) (2002), que indica que las industrias, comercios e instituciones que generen residuos deberán disponer de la gestión de estos, asegurándose de no causar riesgos para la salud humana, la seguridad y el ambiente	
Granada	Ley de Gestión de Residuos Sólidos de Granada ( <i>Grenada Solid Waste Management Authority Act</i> ) núm. 11 (1995) (modificada por la Ley núm. 30 (1995)), que instituyó a la autoridad de la gestión de los residuos sólidos		Ley de Gestión de Residuos núm. 16 (2001) ( <i>Waste Management Act</i> ), que establece que los generadores industriales, comerciales e institucionales son responsables de los residuos que generan	

Cuadro A2 (continuación)

País	Gestión de residuos	Principio de quien contamina paga	Responsabilidad sobre gestión de los residuos	Sectores específicos
Guyana	Ley de Protección Ambiental, núm. 11 ( <i>Environmental Protection Act</i> ) (1996), que otorga la responsabilidad de la gestión de los residuos a la Agencia de Protección Ambiental	Estrategia Nacional de Gestión de Residuos Sólidos ( <i>National Solid Waste Management Strategy for the Cooperative Republic of Guyana 2013-2024</i> ), que introduce el principio del "contaminador paga" en su implementación  En 2014 se presentó el borrador de Ley para la Gestión de Residuos Sólidos ( <i>Solid Waste Management Bill</i> ) (aún no aprobada)		Principio de "el contaminador paga"
Saint Kitts y Nevis	Ley de Gestión de Residuos Sólidos, núm. 11 ( <i>Solid Waste Management Act No. 11</i> ) (2009) y su revisión de 2017. Destaca la existencia de la Autoridad de Gestión de Residuos Sólidos en la Isla de Nevis ( <i>Nevis Solid Waste Management Authority</i> )		Ley de Gestión de Residuos Sólidos, núm. 11 ( <i>Solid Waste Management Act No. 11</i> ) (2009) y su revisión de 2017, que indica que las personas que realizan actividades industriales, comerciales e institucionales que generen residuos son responsables de la gestión de dichos residuos	
San Vicente y las Granadinas	La Ley núm. 31 de 2000 (Act No. 31 of 2000) establece la Autoridad Nacional de Gestión de Residuos Sólidos ( <i>Solid Waste Management Authority</i> ) coordinada por la Junta Central de Aguas y Alcantarillado ( <i>Central Water and Sewerage Authority</i> ), que es la institución dedicada a la gestión de los residuos sólidos en el país		La Ley núm. 31 de 2000 (Act No. 31 of 2000) indica que las personas que realizan operaciones industriales, comerciales e institucionales que generen residuos son responsables de la gestión de dichos residuos	

Cuadro A2 (conclusión)

País	Gestión de residuos	Principio de quien contamina paga	Responsabilidad sobre gestión de los residuos	Sectores específicos
Trinidad y Tabago	Ley de Gestión Ambiental, núm. 3 ( <i>Environmental Management Act</i> ) (2000)  Política Integrada de Gestión de Recursos/Residuos Sólidos ( <i>Integrated Solid Waste/Resource Management Policy</i> ) (EGARR & Associates)  Política Nacional Ambiental ( <i>National Environmental Policy</i> ) (2018)  Política Nacional de Reciclaje de Residuos ( <i>National Waste Recycling Policy</i> ) (2015)	Ley de Gestión Ambiental, núm. 3 ( <i>Environmental Management Act</i> ) (2000), que introduce en la legislación del país el principio del “contaminador paga” y establece la Autoridad de Gestión Ambiental ( <i>Environmental Management Authority</i> )	La responsabilidad de la gestión está a cargo de un ente privado: Solid Waste Management Company Limited (SWMCOL)	Ley de Envases de Bebidas ( <i>Beverage Containers Bill</i> ) (2012), que introduce en el país el sistema de depósito y reembolso de bebidas. El valor del reembolso depende del tamaño del envase. Actualmente se encuentra en revisión

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de las legislaciones de los respectivos países.

En este documento se analizan las características de la economía circular y se señala que su inclusión en los programas nacionales de los países de América Latina y el Caribe sentaría las bases para una recuperación tras la pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19). A su vez, esta estrategia estaría alineada con el cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Entre los temas tratados se destacan: i) una revisión de conceptos y experiencias internacionales sobre economía circular, así como de los beneficios y las barreras asociados a su implementación; ii) la identificación de los principales retos para poner en marcha un modelo circular en América Latina y el Caribe; iii) los avances en el marco legislativo respecto de la gestión de residuos en la región y ejemplos de regulaciones efectivas; iv) un análisis comparativo de las estructuras productivas del sector de los residuos y sus potencialidades económicas en algunos países seleccionados, y v) las principales áreas de política en las que enfocarse para transitar hacia un modelo de desarrollo circular.