

# Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe

Bart Van Hoof  
Georgina Núñez  
Carlos de Miguel



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)

SERIE

**DESARROLLO PRODUCTIVO**

**229**

# **Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe**

Bart Van Hoof  
Georgina Núñez  
Carlos de Miguel



NACIONES UNIDAS

**CEPAL**

Este informe fue preparado por Bart Van Hoof, Profesor de la Universidad de los Andes de Colombia, con la coordinación de Georgina Núñez, Oficial de Asuntos Económicos de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), y Carlos de Miguel, Oficial de Asuntos Económicos de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL. El autor y los coordinadores agradecen los comentarios de Nanno Mulder, de la División de Comercio Internacional e Integración, Santiago Lorenzo, Jefe de la Unidad de Cambio Climático de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, José Javier Gómez y Karina Martínez, de esta última División, Rubén Contreras, Jefe de la Unidad de Agua y Energía de la División de Recursos Naturales, Nunzia Saporito y Filipe da Silva, de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización o las de los países que representa.

Publicación de las Naciones Unidas  
ISSN: 1680-8754 (versión electrónica)  
ISSN: 1020-5179 (versión impresa)  
LC/TS.2022/83  
Distribución: L  
Copyright © Naciones Unidas, 2022  
Todos los derechos reservados  
Impreso en Naciones Unidas, Santiago  
S.22-00477

Esta publicación debe citarse como: B. Van Hoof, G. Núñez y C. de Miguel, "Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe", *serie Desarrollo Productivo*, N° 229 (LC/TS.2022/83), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.

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. 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>Resumen</b> .....	7
<b>Introducción</b> .....	9
<b>I. Economía circular e indicadores</b> .....	13
A. Definiciones de economía circular .....	13
B. Taxonomías .....	17
C. Gradualidad de los modelos de innovación de la economía circular .....	18
D. Indicadores de economía circular .....	20
<b>II. Metodología</b> .....	23
A. Metodología de la estrategia de cambio para avanzar en la transición hacia la economía circular .....	23
B. Marco de análisis .....	24
C. Indicadores para la evaluación de avances .....	26
<b>III. Evaluación de avances y potencialidades de economía circular en cadenas productivas priorizadas</b> .....	29
A. Priorización de cadenas productivas para el análisis .....	29
B. La cadena agroalimentaria (Argentina) .....	31
C. La cadena de construcción (Colombia) .....	35
D. La cadena automotriz (México) .....	38
E. Indicadores para medir el avance entre cadenas productivas .....	41
F. Planes de acción circular para las cadenas productivas .....	43
<b>IV. Perspectivas para la transición de la economía circular en América Latina y el Caribe</b> .....	47
A. Oportunidades de la economía circular en las cadenas productivas .....	47
B. Recomendaciones de política pública .....	48
<b>V. Conclusiones</b> .....	51

<b>Bibliografía</b> .....	53
<b>Anexos</b> .....	57
Anexo 1 .....	58
Anexo 2 .....	60
Serie Desarrollo Productivo: números publicados .....	65
<b>Cuadros</b>	
Cuadro 1	Definiciones de economía circular propuestas por instituciones identificadas como referentes mundiales.....15
Cuadro 2	Taxonomías de economía circular de propuestas por organizaciones referentes.....18
Cuadro 3	Categorías de indicadores para la medición de la economía circular..... 22
Cuadro 4	Indicadores para la evaluación de avances e identificación de oportunidades de economía circular en cadenas productivas..... 26
Cuadro 5	Flujo de recursos en la cadena agroalimentaria .....31
Cuadro 6	Gradualidad de modelos de innovación en circularidad en la cadena agroalimentaria.....33
Cuadro 7	Mecanismos de gestión de economía circular para la cadena agroalimentaria en Argentina ..... 34
Cuadro 8	Flujo de recursos en la cadena de construcciones ..... 36
Cuadro 9	Gradualidad de modelos de innovación en circularidad en la cadena de construcciones ..... 36
Cuadro 10	Mecanismos de gestión de economía circular para la cadena de construcción en Colombia .....37
Cuadro 11	Flujo de recursos en la cadena automotriz..... 39
Cuadro 12	Gradualidad de modelos de innovación en circularidad en la cadena automotriz ..... 39
Cuadro 13	Mecanismos de gestión de economía circular para la cadena automotriz en México ..... 40
Cuadro 14	Evaluación de indicadores de circularidad en cadenas productivas prioritarias para ALC ..... 42
Cuadro 15	Propuesta de plan de acción circular para la cadena agroalimentaria en Argentina ... 44
Cuadro 16	Propuesta de plan de acción circular para la cadena de construcciones en Colombia ..... 45
Cuadro 17	Propuesta de plan de acción circular para la cadena automotriz en México..... 46
Cuadro A1	Caso cadena agroalimentaria (Argentina) ..... 60
Cuadro A2	Caso cadena de construcción (Colombia) ..... 61
Cuadro A3	Caso cadena automotriz (México) ..... 63
<b>Diagramas</b>	
Diagrama 1	Modelo de economía circular ..... 16
Diagrama 2	Gradualidad en la aplicación de modelos de innovación en economía circular..... 19
Diagrama 3	Pasos de la estrategia de cambio para la aceleración y el escalamiento de la transición hacia la circularidad en empresas y cadenas productivas ..... 24
Diagrama 4	Marco de análisis para la evaluación de avance y la identificación de oportunidades de economía circular..... 25
Diagrama 5	Diagrama de flujos de la cadena de soya .....32
Diagrama 6	Diagrama de flujos de la cadena de construcciones .....35
Diagrama 7	Diagrama de flujos de la cadena automotriz..... 38

## Lista de expresiones

ALC	América Latina y el Caribe
ASG	Ambientales, Sociales y de Gobernanza
Aapresid	Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEADS	Consejo Empresario Argentino para el Desarrollo Sostenible
CENAM	Centro Nacional de Metrología
CCCS	Consejo Colombiano de Construcción Sostenible
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
DANE	Oficina Nacional de Estadística
EC	Economía Circular
EDGE	Excellence in Design for Greater Efficiencies
ENEC	Estrategia Nacional de Economía Circular de Colombia
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GEI	Gases Efecto Invernadero
IoT	Internet of things
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MFA	Flujo de Materiales
ODS	Objetivos del Desarrollo Sostenibles
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
PACE	Plataforma para Acelerar la Economía Circular
PIB	Producto Interno Bruto
ProCEedS	Promoviendo la economía circular en la cadena de provisión de alimentos
RCD	Residuos de Construcción y Demolición
REP	Responsabilidad Extendida del Productor
SENA	Sistema Nacional de Aprendizaje
Sedesu	Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro
UNAQ	Universidad Nacional Aeronáutica de Querétaro
UNER	Universidad Nacional de Entre Ríos
VRP	Vehicle Recycling Partnership





## Resumen

La economía circular es un modelo de transformación productiva basado en el uso eficiente de los recursos, que se construye a partir de la innovación tecnológica y de colaboración entre actores de las cadenas de valor. Como resultado, dicho modelo acaba contribuyendo a las metas de descarbonización, a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y a la recuperación económica post pandemia.

La implementación del modelo es un proceso gradual y sistémico que implica cambio de paradigma y cambios estructurales en sistemas productivos, estos últimos con beneficios de triple resultado en materia de rentabilidad, prevención de la contaminación, impactos sociales positivos y ordenamiento de territorio. Además de cambios en políticas públicas, la economía circular involucra articulación y colaboración entre actores, cambios en cultura ciudadana y emprendimientos en nuevos modelos de negocio.

La presente investigación enfatiza la cadena de valor y destaca casos de negocios circulares, como parte de estas. Al mismo tiempo, desarrolla una metodología de indicadores para la evaluación de avances en circularidad en cadenas de valor prioritarias y en la identificación de oportunidades en América Latina y el Caribe. Se incluyen casos de estudio en cadenas agroalimentarias en Argentina, construcción en Colombia y automotriz en México.



## Introducción

La recuperación económica es una prioridad para los países de América Latina y el Caribe (ALC), altamente dependientes de actividades extractivas, de construcción, agricultura, turismo y de la economía informal (CEPAL, 2020; O'Challaghan y Didarali, 2021). Son imperativas las necesidades de mejorar la inestabilidad y el bajo crecimiento del producto, la desigualdad creciente y la crisis ambiental que amenaza con destruir los sistemas naturales en la región (CEPAL, 2020; Samaniego y otros, 2019). Las 3 crisis estructurales se han profundizado a partir de la pandemia de COVID-19, generando una contracción económica del 6,8% en la región en el año 2020 (CEPAL, 2021).

A su vez, ALC es una región de alta vulnerabilidad ambiental con varias eco-regiones estratégicas en países como Brasil, Colombia, México, Ecuador, Perú y Venezuela, destacados por su alto nivel de biodiversidad (FES, 2018). En términos de emisiones de gases de efecto invernadero, la región aporta 8,3% de las emisiones mundiales y tiene un alto potencial de aportar a estrategias de mitigación hacia los escenarios que buscan contener el calentamiento global a 2°C, según lo acordado en el Acuerdo de París (CEPAL, 2019). Además, la región presenta una alta vulnerabilidad a fenómenos naturales, ilustrada por eventos recientes como el huracán Iota en el Caribe (2020), inundaciones, sequías y terremotos (Bello y otros, 2014).

La pandemia ha exacerbado el panorama económico de la región. El empleo informal en la región llegó a niveles por encima del 53% (CEPAL, 2020). El sector de salud (la demora en la llegada de las vacunas para toda la población) y otros como el turismo han sido los más impactados, así como los precios de las materias primas y el nivel de exportaciones. A lo largo de la región existen desigualdades en el acceso y conectividad a Internet, lo que también ha impactado negativamente a varios sectores laborales y sobre todo la educación de muchos niños y jóvenes. La suspensión de las clases tuvo un impacto más allá de la educación, en donde la nutrición, el cuidado y la participación de los padres en el mercado laboral se ha visto perjudicada.

En general, la participación en cadenas de valor globales de empresas en la región es baja (con excepción de México), ya que se evidencia una alta dependencia de extracción de recursos naturales domésticos y de la producción primaria (FES, 2018). En el 2020 y a partir de la pandemia, el crecimiento

cayó en un -6.3 por ciento. Los sectores priorizados para la recuperación de la crisis económica post pandemia han sido el agroalimentario, el turismo y las tecnologías de la información, entre otros (CAF, 2021). Si bien la región tiene ventajas competitivas en los sectores agrícola y de turismo, ellos necesitan medidas para revitalizar las dinámicas económicas, catalizados por la industria digital.

La economía circular ha sido identificada como modelo de transformación productiva capaz de emplear una nueva lógica para producir y consumir mediante la optimización de los recursos, la innovación tecnológica y el desarrollo de nuevos modelos de negocios (Ellen MacArthur, 2019; CEPAL, 2020). Se trata de un esquema que invita a las industrias, sector público, academia y a la ciudadanía a adoptar diferentes acciones que cambien la tradición lineal de extraer-producir-consumir-desechar, hacia un modelo donde los recursos son reutilizados y regenerados. La innovación detrás de la economía circular se traduce en un crecimiento económico por actividades nuevas y en un uso más productivo y eficiente de los recursos (Superti y otros, 2016). Estos procesos requieren de mano de obra calificada para recuperación de materiales y generación de empleo a partir de nuevos emprendimientos. Las oportunidades de la economía circular contribuyen a las metas de descarbonización y a las fijadas por los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) 12 (producción y consumo responsable), 8 (trabajo decente y crecimiento económico) y 13 (acción por el clima) (UNEP, 2018).

En el caso de ALC, la región avanza en una transición hacia la economía circular con diversos tipos de legislación, políticas y sistemas sectoriales que facilitan su implementación y el impulso para la sostenibilidad (CEPAL, 2020). En el año 2018, Colombia lanzó la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) con 6 líneas de acción priorizadas y con el apoyo de pactos regionales con indicadores para su desarrollo. México, por su parte, lanzó en el 2021 la Ley General de Economía Circular haciendo especial énfasis en la gestión sustentable del agua, la energía y los recursos naturales. Perú y Chile elaboraron una hoja de ruta, Ecuador firmó el Pacto por la Economía Circular, y República Dominicana aprobó la Ley General de Gestión Integral y Co-procesamiento de Residuos Sólidos. En los países del Caribe, es necesario fortalecer las políticas para mejorar la gestión de residuos y revertir parte de la degradación ambiental (CEPAL, 2021). En 2020 fue lanzada la Coalición Regional de Economía Circular para América Latina como plataforma que intercambia experiencias y prácticas sobre avances de la estrategia en países de la región (CEC, 2020).

También cabe mencionar que, uno de los instrumentos para avanzar en la economía circular son las leyes de responsabilidad extendida del productor (REP), en donde los fabricantes se hacen cargo de recolectar sus productos al final de la vida útil y de darles una adecuada gestión (CEPAL, 2021). ALC, tiene una experiencia reciente en la aplicación de estas leyes específicas con experiencias en países como Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador y Honduras. Los demás países han implementado este principio dentro de otras políticas relacionadas con la gestión general de residuos. No obstante, cabe resaltar que las leyes REP si bien atribuyen la gestión de los residuos, no promueve el cambio en el diseño y la producción de nuevos productos. Siendo esta la principal limitación en ALC (PNUMA, 2018e).

La literatura presenta diversas metodologías de indicadores para la evaluación de avances y la medición de oportunidades de economía circular (Elia y otros, 2017). Existen múltiples metodologías orientadas a la medición de requerimientos como el uso de recursos, reducción de emisiones, incorporación de recursos renovables, reducción de pérdidas de materiales y aumento de la durabilidad (PACE, 2019; EEA, 2016). Estas metodologías indexadas incluyen el análisis del flujo de materiales, análisis del ciclo de vida y huellas ecológicas a partir del consumo de agua, energía, suelo y emisiones (Elia y otros, 2017). Otras metodologías distinguen entre diversos niveles de intervención del sistema de economía circular, como son las políticas públicas y ciudades (macro), las regiones geográficas (parques eco-industriales), cadenas productivas (meso) y los modelos de negocio en empresas (micro) (Ghisellini y otros, 2016).

El estado del arte muestra que la economía circular está siendo ampliamente explorada y aplicada en diferentes contextos incluyendo ALC, enfatizando herramientas y criterios para medir el uso eficiente de recursos como niveles de consumo, intensidad energética, recuperación de materiales y tasas de reciclaje (CEPAL, 2021; Haas y otros, 2015). Los modelos de indicadores en su mayoría enfatizan la dimensión ambiental del uso de recursos y consideran de manera limitada, las dimensiones sociales y económicas a nivel de negocios. Las metodologías de indicadores para la toma de decisiones gerenciales sobre los modelos de economía circular están en pleno desarrollo, especialmente en contextos con necesidades de recuperación como ALC (Yadav, 2020). La CEPAL propone indicadores macroeconómicos de los países en la región en gestión de residuos municipales e identifica potencialidades del sector de residuos en sus eslabonamientos productivos (CEPAL, 2021).

Como complemento a dicho estudio, en esta investigación la CEPAL propone una metodología de indicadores para la evaluación de avances en cadenas de valor prioritarias y la identificación de oportunidades de economía circular en ALC. Dicha metodología propone indicadores para formular planes de acción enfocados en una transición hacia la economía circular en cadenas productivas en la región. La propuesta se valida mediante casos de estudio de cadenas de valor representativos de las necesidades de desarrollo en la región, como son las cadenas agroalimentarias en Argentina, construcción en Colombia y automotriz en México. Al integrar dimensiones sociales y económicas a los indicadores de uso eficiente de recursos, se establecen criterios gerenciales para la identificación de oportunidades de negocio de economía circular en ALC.

Este documento está estructurado de la siguiente forma: además de esta sección introductoria, la sección 2 revisa la literatura sobre indicadores de economía circular y de toma de decisiones gerenciales sobre la implementación de este tipo de modelos en el mundo; la sección 3 propone la metodología de indicadores gerenciales para la evaluación de avances y la identificación de oportunidades de circularidad en cadenas de valor y justifica la selección de los casos de análisis seleccionados; la sección 4 aplica la metodología propuesta a los casos de las cadenas agroalimentarias, construcción y automotriz en Argentina, Colombia y México respectivamente; la sección 5 analiza los casos y propone recomendaciones para formular planes de acción y promover una transición exitosa hacia la economía circular en la región; la sección 6 presenta las conclusiones.



## I. Economía circular e indicadores

La economía circular representa un nuevo lenguaje global que integra principios de sostenibilidad a los modelos de producción y consumo. Aún persisten diversas interpretaciones del concepto utilizadas por empresas, instituciones públicas, academia e instituciones de fomento. Esta sección presenta un marco conceptual de la economía circular, su taxonomía y categorías de indicadores, como punto de partida conceptual del presente estudio.

### A. Definiciones de economía circular

Las primeras ideas de economía circular surgen hace más de 50 años con el estudio de los flujos de materiales por los sistemas económicos (Elkins, 2019). La noción del estudio de los flujos de materiales y las condiciones económicas y sociales para su transformación, forman la base de la ecología industrial, conocido como el campo de estudio de flujos de materiales y su optimización, a partir de la metáfora de los ecosistemas con relaciones simbióticas entre organismos (Frosch y Gallopoulos, 1989). La ecología industrial ha tenido un avance significativo desde entonces, a partir de la fundación de la comunidad académica en la temática, el surgimiento de programas de formación académica, y la publicación de la revista científica *Journal of Industrial Ecology*. Sin embargo, en la práctica, su diseminación ha sido limitada.

Tomando la ciencia de la ecología industrial como punto de partida, la propuesta de la economía circular nace a partir de debates públicos y empresariales sobre la importancia de la sostenibilidad en sistemas industriales, en escenarios de escasez de recursos, frente al crecimiento poblacional y a los riesgos del cambio climático (Ellen MacArthur, 2014). El modelo surge para transformar la manera como utilizamos los recursos en sistemas de producción y consumo lineales, hacia sistemas circulares (Urbinati y otros, 2017).

En la última década, ha adquirido gran interés por parte de los gobiernos, asociaciones empresariales y la academia, como estrategia escalable para avanzar en las metas de descarbonización y de los ODS (Reike y otros, 2028). Particularmente en ALC la economía circular está incluida en la agenda de políticas nacionales y forma parte de las estrategias empresariales y de la recuperación de la economía luego de la crisis por el Covid19 (CEPAL, 2020).

A pesar del interés mundial en este modelo, aún no existe una interpretación unificada del concepto por parte de la academia ni de la política pública (Kirchherr y otros, 2017). La revisión de la literatura muestra que algunos programas, políticas e investigaciones, asemejan el concepto con solo el aprovechamiento y reciclaje de residuos. Otras, enfatizan principalmente la prosperidad económica como resultado y destacan los beneficios ambientales y sociales (Korhonen, 2018). Una publicación académica de la Universidad de Utrecht en Holanda identifica 114 diferentes definiciones de economía circular utilizadas en diversas publicaciones desde la primera aparición en la literatura en 1990 (Kirchherr y otros, 2017). Las definiciones encontradas difieren en cuanto a la epistemología o la forma de interpretación de la economía circular, y en cuanto a la ontología o los objetivos de la economía circular, sus mecanismos y líneas de acción.

Uno de los principales campos de investigación para entender la economía circular es la termodinámica como teoría (Korhonen y otros, 2018). Esta teoría explica la transformación de los recursos y energía desde estados de mayor concentración, hacia estados de menor agregación. La teoría explica que los materiales y la energía que son transformados (a través de procesos de producción y consumo), se dispersan en el ambiente. Por ejemplo, los combustibles fósiles como fuente de energía son transformados desde un estado de concentración agregado (petróleo o carbón), a través de su combustión, en estados de dispersión (o mayor entropía) en calor y gases de CO<sub>2</sub> (Cooper y otros, 2017). De manera complementaria, la entropía explica que, para reciclar materiales, siempre es requerida energía adicional y el proceso mismo de reciclaje genera residuos. Además, la termodinámica deja ver como la optimización de flujos solo tiene un impacto neto cuando el sistema total permanece sin un crecimiento.

Revisar la economía circular, a partir de la termodinámica implica priorizar las alternativas circulares que mantienen el material y la energía en estados de mayor jerarquía (Korhonen y otros, 2018). Alternativas de diseño y prevención, son preferibles, sobre el reciclaje de materiales y el aprovechamiento energético. Además, cada proyecto de economía circular requiere ser evaluado por sus contribuciones netas a la conservación de recursos, para entender el efecto de “rebote” de la circularidad de recursos (Zink & Geyer, 2017).

La interpretación de la economía circular, a través de los principios o suposiciones, consideran una variedad de jerarquías de gestión de residuos, la perspectiva sistémica de la implementación a diversos niveles (micro, meso, macro), el marco de las R's (reducir, reutilizar, reciclar y recuperar) y las limitaciones de la economía circular a partir de la termodinámica y las dinámicas sociales. Otros principios de la economía circular destacan el valor agregado de los recursos y energía a partir de (Ellen MacArthur, 2017): (i) eliminar residuos y contaminación desde el diseño, (ii) mantener productos y materiales en uso, y (iii) regenerar sistemas naturales. Los principios priorizan la efectividad en el uso de recursos, sobre la optimización eficiente del uso de recursos.

Otras definiciones acentúan los *objetivos* de la economía circular, en el uso eficiente de recursos, la prosperidad económica, la calidad ambiental, la igualdad social y las futuras generaciones. La Coalición de Economía Circular para América Latina y el Caribe (2022), tiene como objetivo avanzar hacia una economía justa, una economía compatible con el cambio climático, y una economía que fortalezca la biodiversidad. Adicionalmente existen definiciones que también incluyen los modelos de innovación y de negocio como parte de los *habilitadores*. Las líneas de acción difieren en ontología, entre sistemas de uso (ciudades), servicios ecosistémicos (biodiversidad, clima), sectores productivos (alimentos) y estrategias de circularidad (R's, cascadas y diseño).

La economía circular como modelo de desarrollo no cuenta con un marco teórico unificado. Su sustento proviene de diversas interpretaciones de propósitos del desarrollo resaltando contribuciones a la sociedad. Citando al Panel Internacional de Recursos (2020), la CEPAL destaca la circularidad como un modelo que permite disociar la actividad económica del uso de recursos y de la generación de desechos, al tiempo que promueve nuevos modelos de negocios y empleos (CEPAL, 2021). También



cita la definición más recurrente de la economía circular, utilizada en documentos de política pública en América Latina, propuesta por la Ellen MacArthur (2014):

“La economía circular es reparadora y regenerativa, y pretende conseguir que los productos, componentes y recursos en general mantengan su utilidad y valor en todo momento.”

Esta definición tiene como objetivo mantener los productos, componentes y materiales en su máxima utilidad y valor en todo momento, y distingue entre ciclos técnicos y biológicos. El nuevo modelo económico busca, en última instancia, desacoplar el desarrollo económico global del consumo de recursos finitos. Impulsa beneficios como la generación de crecimiento económico, la creación de empleo y la reducción de los impactos ambientales, incluidas las emisiones de carbono.

El cuadro 1 resume las definiciones de la economía circular, propuestas por instituciones y/o investigadores de referencia en el campo.

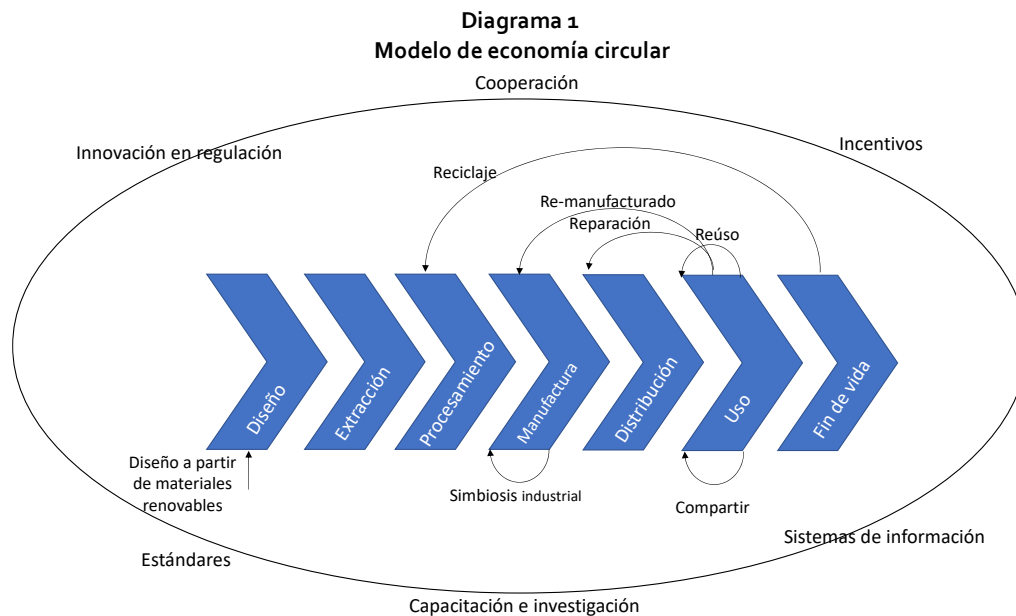
**Cuadro 1**  
**Definiciones de economía circular propuestas por instituciones identificadas como referentes mundiales**

Definiciones	Ellen MacArthur, 2017	OCDE, 2020	Comunidad Europea, 2021	CEPAL, 2021	Kichnerr y otros, 2018	Korhonen y otros, 2017	
Epistemología	Principios	Eliminar residuos y contaminación desde el diseño Mantener productos y materiales en uso Regenerar sistemas naturales	Mejoras en productividad de los materiales Cambios fundamentales en los patrones de producción y consumo Mejoras relativas en comparación con escenarios actuales ("business as usual")	Innovación para la transición hacia la circularidad Cadenas de valor desde la extracción de materia prima hasta el fin del ciclo de vida o disposición Estándares de calidad superiores (seguridad, riesgo, sostenibilidad)	Sinergia de políticas y normativas en torno al desarrollo sostenible Generar cambios a la velocidad necesaria para encarar las crisis actuales Avanzar metas de ODS (8.4, 11.6, 12.3, 12.4, 12.5)	Jerarquía de gestión de residuos Perspectiva sistémica (macro, meso, micro) Modelos de negocio escalables	Límites de la termodinámica Límites de la gobernanza y la gerencia Límites espaciales, temporales y regionales Límites de la incrustación tecnológica Límites sociales y culturales
Ontología	Objetivos	Desacoplar el desarrollo económico global del consumo de recursos finitos, manteniendo el crecimiento económico, la creación del empleo y la reducción de impactos ambientales.	Mejorar la eficiencia en el uso de recursos a lo largo del ciclo de vida de productos y servicios.	Mantener el valor de productos, materiales y recursos a través del retorno en la etapa final del ciclo de producto, minimizando la generación de residuos, la extracción de recursos, y los impactos negativos al ambiente.	Disociar la actividad económica del uso de recursos, de la generación de desechos a partir de nuevos modelos de negocios y la generación de empleos	Desarrollo sostenible (prosperidad económica, calidad ambiental, equidad social, futuras generaciones).	Desarrollo sostenible (economía, conservación ambiental, prosperidad social).
	Habilitadores	Gobierno y política Educación Diseño Empresas Biodiversidad Ciudades Clima Moda Finanzas Alimentos Plásticos	Políticas públicas Modelos de negocio: Abastecimiento circular, Recuperación de recursos, Extensión de vida útil del producto, Compartir productos o recursos, Sistemas de producto como servicio.	Incentivos de mercado (financieros, regulatorio, información) Modelos de innovación R's (Potting y otros, 2017). uso inteligente de productos (3 R) manufactura a partir del repensar, rechazar (5R) reducir el uso de recursos (R)	Fortalecimiento de la gobernanza, las capacidades y el conocimiento Aumento de las tasas de recolección, reciclaje, reutilización y re manufactura Promoción y apoyo a la innovación y el diseño ecológico Identificación de nuevos modelos de negocio Instrumentos económicos y financieros	Modelos de consumo Modelos de negocio 4 R's: Reducir, Reusar, Reciclar, Recuperar	Flujos de materiales circulares Fuentes de energía renovables Cascadas de aprovechamiento de recursos

Fuente: Elaboración propia.

La propuesta de la OCDE (2019), destaca la representación de la economía circular a partir de la cadena de valor o considerando las diversas etapas desde la extracción de materia prima, procesamiento, transformación, uso y disposición final. Además, conecta la circularidad con nuevos flujos económicos a partir de la cadena de valor como son los negocios de nuevos servicios, negocios de productos y materiales de segunda mano, negocios de reparación, negocios en la gestión de residuos y negocios en materiales secundarios (Yamaguchi, 2018).

En el diagrama 1, se enfatiza la cadena de valor, y por ende conecta con el propósito de la metodología de indicadores a desarrollar en este documento. El modelo de economía circular a partir de la cadena de valor presenta modelos de innovación para mejorar el uso eficiente de recursos a partir de diversos modelos como el reciclaje, el reúso, el rediseño y modelos de simbiosis entre dos o más empresas como el de compartir infraestructura o el intercambio de subproductos. Las flechas entre los diferentes eslabones de la cadena en el diagrama buscan el poder del círculo interno para maximizar el valor que se mantiene en cada producto / material. Adicionalmente, el diagrama identifica mecanismos e instrumentos del entorno como la innovación en regulación, incentivos, y mecanismos de capacitación e investigación, también mecanismos de cooperación y sistemas de información, los cuales facilitan las transiciones hacia la economía circular.



Fuente: Adaptado de OCDE, 2019.

La economía circular impacta de manera diferente las cadenas de valor locales a las cadenas globales (Yamaguchi, 2018). Los modelos de negocio circulares reducen la extracción de recursos y la dependencia de insumos importados de cadenas globales. En este sentido, la economía circular estimula cadenas locales y reduce la dependencia de cadenas globales. Las cadenas globales, para escalar en forma sistemática la economía circular, requieren mayor custodia de los recursos físicos extraídos a lo largo de todos los eslabones, al igual que una homologación de estándares de calidad de materiales recuperados y de extracción. Además, la economía circular puede estimular nuevas cadenas globales en gestión de residuos, remanufactura, nuevos materiales y servicios (Yamaguchi, 2018).

## B. Taxonomías

Las definiciones son el punto de partida para señalar un camino hacia la economía circular. Contar con una taxonomía o estructura de organización de la información que permita ordenar y clasificar elementos que contribuyen a esta circularidad también da certidumbre a los actores económicos. Las taxonomías están conformadas por una serie de categorías y subcategorías que permiten unir elementos que comparten alguna característica o lenguaje en común. Las taxonomías de sostenibilidad y de economía circular responden a una necesidad de mayor certeza, pueden mejorar la claridad del mercado, brindar confianza y seguridad a los inversionistas y facilitar la medición y el seguimiento de los flujos financieros sostenibles (OCDE, 2020). También incluyen filtros, innovación en regulación, cooperación, incentivos, sistemas de información, capacitación e investigación, estándares, reciclaje remanufacturado, reúso, reparación, compartir simbiosis industrial, diseño a partir de materiales renovables, extracción, procesamiento, diseño manufacturero, distribución, uso, fin de vida de selección, criterios de elegibilidad, requisitos de cumplimiento y evaluación de avances en la implementación.

Sin embargo, las taxonomías de esta índole necesitan ser dinámicas y reflejar tanto la situación cambiante de los ecosistemas, como la innovación tecnológica, los modelos de organización de la producción y la evolución en la demanda. Por tanto, la taxonomía deberá ser un sistema con metodologías basadas en la evidencia científica y una gobernanza legitimada ante los agentes económicos y actualizada periódicamente. Actualmente existe una efervescencia en la creación de taxonomías para distintos fines. Es importante tener claridad en el objetivo de cada taxonomía, pues dependiendo del objetivo, será la propuesta y desarrollo de la misma.

En el caso de una taxonomía para la economía circular, la primera propuesta, utilizada por el gobierno holandés, establece una clasificación de la innovación en economía circular desde tres categorías y nueve subcategorías de R's (Potting y otros, 2017). La primera, distingue entre el uso inteligente de productos y de la manufactura a partir del repensar, rechazar, y reducir el uso de recursos. La segunda, incluye la extensión de la vida útil a partir del reúso, la reparación, la remanufactura, restauración, y el re-propósito. Por último, la tercera incluye la aplicación de materiales desechados por medio del reciclaje y el reaprovechamiento. La Comunidad Europea también utiliza la misma taxonomía, como herramienta para mejorar el acceso al financiamiento de proyectos de economía circular (Hirsch y Schemp, 2020).

La guía para el financiamiento de iniciativas de economía circular del consorcio de bancos holandeses, ABN AMRO, ING y Rabobank, propone una taxonomía complementaria (Finance Working Group, 2018). Los modelos propuestos en la guía tienen el propósito de unificar criterios para el financiamiento de empresas y proyectos nuevos y/o existentes. Los modelos incluyen: (i) suministros circulares, (ii) diseño circular, (iii) modelo de negocio de compartir recursos, (iv) extensión de la vida útil, (v) producto como servicio, (vi) recuperación de materiales/recursos, y (vii) facilitadores circulares. Adicionalmente, la guía del Finance Working Group (2018) orienta la evaluación de proyectos por medio de metodologías de análisis de ciclo de vida, criterios socioambientales y de gobernanza (ASG), y declaraciones para promover los derechos humanos.

Esta guía, coincide en parte con la taxonomía de modelos de negocio propuesta por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2020). La OCDE reconoce cinco modelos de negocios para la implementación de la economía circular: (i) abastecimiento circular, (ii) recuperación de recursos, (iii), extensión de vida útil del producto, (iv) compartir productos o recursos, y (v) sistemas de producto como servicio. Las características de estos modelos sirven para reducir la extracción, el uso de recursos, la disminución de residuos industriales, además, usan menos materiales y productos, por lo que su huella ambiental es considerablemente menor que el modelo de negocio tradicional.

En el caso de Latinoamérica y el Caribe, la taxonomía de la OCDE es tomada como insumo por la ENEC de Colombia (Gobierno de Colombia, 2019), como referente para reconocer iniciativas y estrategias. Adicionalmente, la ENEC reconoce mecanismos de gestión que facilitan iniciativas circulares como lo es la innovación en regulación, incentivos, sistemas de información, la cooperación y mecanismos de cultura ciudadana. Como líneas de acción, la ENEC identifica 6 flujos de recursos: biomasa, agua, energía, materiales de construcción, materiales industriales y de consumo masivo, y materiales de envases y empaques.

Como se mencionó, las taxonomías revisadas tienen diversos propósitos, desde identificar prioridades políticas a partir de flujos de recursos prioritarios, clasificar cambios de aplicación de la economía circular a partir de modelos de innovación, hasta la identificación de mecanismos de gestión y colaboración entre diversos actores. En todas sus versiones, estas deben contar con vínculos sólidos con la comunidad científica para su aval. Además de ser un medio dinámico de agregación de los actores económicos en un esfuerzo común, pues una taxonomía sólo se legitima, fomenta su uso y opera efectivamente cuando cuenta con el diseño e instrumentación por parte de todos los actores involucrados. El cuadro 2 resume las diversas taxonomías que ilustran las dimensiones esenciales de la economía circular.

**Cuadro 2**  
**Taxonomías de economía circular de propuestas por organizaciones referentes**

Referente	Ellen MacArthur, 2021	OCDE, 2019	Comunidad Europea, 2020	Estrategia Nacional de Economía Circular Colombia, 2019
Líneas de acción	Biodiversidad Ciudades Clima Moda Finanzas Alimentos Plásticos	Estructuras de gobernanza transparentes Espacios de diálogo Plataformas de comunicación	Electrónica y TIC Baterías y vehículos Envases y embalajes Plásticos Productos textiles Construcción y edificios Alimentos, agua, nutrientes	Materiales industriales Flujos de agua Flujos de energía Flujos de biomasa Flujos de construcción Flujos de envases y empaques
Modelos de innovación	Materiales industriales (4 R's): Reducir, Re-usar, Reciclar, Recuperar Biomasa: Compostaje Biocombustibles Productos de valor agregado	Abastecimiento circular, Recuperación de recursos, Extensión de vida útil del producto, Compartir productos o recursos, Sistemas de producto como servicio.	Modelo de 9 R's: uso inteligente de productos (3 R) manufactura a partir del repensar, rechazar (5R) reducir el uso de recursos (R)	Abastecimiento circular, Recuperación de recursos, Extensión de vida útil del producto, Compartir productos o recursos, Sistemas de producto como servicio.
Mecanismos de gestión	Gobierno y política Educación Diseño Empresas	Finanzas Regulación Política pública Conciencia Capacitación	Productos sostenibles Cadenas de valor claves Manejo de residuos, más valor Circularidad en los servicios a los ciudadanos Iniciativas transversales	Innovación en regulación Incentivos Capacidades Sistemas de información Cultura ciudadana

Fuente: Elaboración propia.

## C. Gradualidad de los modelos de innovación de la economía circular

Las taxonomías resumidas en el cuadro 2 enfatizan en su conjunto, la esencia de la economía circular como un modelo de transformación productiva que busca el uso eficiente de los recursos a partir de modelos de negocio (Ellen MacArthur, 2020). El modelo ilustra la innovación tecnológica a partir de una nueva lógica de avance en torno a la escala de cambios sistémicos en las normas de producción y consumo. Las taxonomías en el cuadro presentan modelos de innovación complementarios y graduales entre recuperación de materiales, reúso, extensión de vida útil, prevención de la extracción de materiales vírgenes a través del uso de plataformas y el reemplazo de productos por servicios, y uso de materiales provenientes de fuentes renovables (OCDE, 2019).

Aunque los modelos de innovación son complementarios, estos siguen una jerarquía en cuanto a su contribución en el uso eficiente de los recursos. A partir de la segunda ley de la termodinámica que estudia la entropía (Georgescu-Roegen, 1971), la jerarquía busca mantener el recurso en su nivel más alto de energía, durante el mayor tiempo posible y aprovechando el recurso en su forma máxima. Por ejemplo, extender la vida útil del material en una misma aplicación, es preferible que el reciclaje del material para un nuevo producto.

Por ejemplo, a partir del “up-cycling” se pueden transformar residuos en objetos de valor, reimaginando usos de productos y materiales existentes convirtiéndolos en algo nuevo, es como convertir estibas de madera en muebles de hogar (Ewijk & Stegemann, 2016). Si bien, el principio teórico de la entropía nos enseña a mantener el recurso durante el mayor tiempo en su estado de mayor valor agregado, la viabilidad de la práctica del modelo de innovación circular depende del conjunto de variables técnicas del material (algunos materiales como el plástico se deterioran con el tiempo), de la disponibilidad de la tecnología o infraestructura, y del mercado (varios recursos vírgenes son de bajo precio) (Zang y otros, 2022).

Adicionalmente, los modelos de innovación son complementarios y pueden ser combinados dentro de un mismo negocio (WBCSD, 2021). Por ejemplo, una empresa de energía, a partir de paneles solares, reemplaza fuentes energéticas de combustibles fósiles por fuentes renovables circulares. Adicionalmente, la misma empresa empieza a aplicar la circularidad al reciclaje de su infraestructura (los paneles), una vez que cumplen su vida útil. Otro ejemplo muestra como una empresa que provee energía limpia a sus clientes, empieza a ofrecer servicios para un uso más eficiente de la energía en los mismos clientes. Las mismas empresas combinan diversos modelos de innovación circular. La aplicación de diversos modelos de circularidad por una misma empresa resulta en un proceso de aprendizaje organizacional (Scipioni y otros, 2021). El aprendizaje organizacional incluye el fortalecimiento de capacidades y la apropiación de una visión estratégica para soportar la toma de decisiones sobre la implementación de alternativas de innovación circular (Ritzen & Sandstrom, 2017).

La gradualidad de la aplicación de la economía circular entonces puede ser vista desde dos ejes como ilustra el diagrama 2. El eje horizontal presenta la jerarquía de la entropía de los recursos, mostrando la preferencia desde la recuperación de energía, el reciclaje de materiales, el reúso, la prevención, hasta la regeneración de fuentes de recursos. El eje vertical de el diagrama representa la aplicación complementaria de diversos modelos de circularidad en un mismo negocio o empresa.

**Diagrama 2**  
**Gradualidad en la aplicación de modelos de innovación en economía circular**



Fuente: Elaboración propia.

## D. Indicadores de economía circular

Las definiciones, taxonomías y la gradualidad, ayudan a analizar los indicadores para la medición y evaluación de avances en economía circular, como parte del objetivo de esta investigación. Un indicador es definido como una variable cualitativa o cuantitativa que representa atributos presentes en un sistema (Superti y otros, 2019). La medición de los indicadores en general es lo que contribuye a la toma de decisiones soportadas en datos; particularmente en la circularidad, los indicadores son los que contribuyen a medir el estado de aplicación de los principios de la economía circular de un producto, servicio o sistema (Superti, 2021; CEPAL, 2001).

Las primeras metodologías de medición de indicadores han sido propuestas por la Fundación Ellen MacArthur. Uno de los indicadores diseñados es el de circularidad de materiales, el cual mide el flujo de entradas y salidas en una escala de 0 a 1 de menor a mayor. El indicador tiene en cuenta el uso de materias primas, el periodo de utilidad del producto y la eficiencia en el proceso después de su uso. Esta medición, ha sido adoptada por empresas de diversos sectores, entre ellos figuran el tecnológico, alimentos y construcciones (Ellen MacArthur, 2014). Por otro lado, la metodología de brecha de circularidad (Circularity Gap) del Foro Económico Mundial (WEF), mide la cantidad de los residuos que no han podido ser integrados nuevamente en la economía a través de materiales o productos útiles (PACE, 2018); el resultado es producto de la suma de la generación de nuevos residuos sumado a los residuos previamente acumulados, restando aquellos recuperados (Aguilar y otros, 2019). En el año 2020, la plataforma PACE<sup>1</sup> actualizó la medición del indicador en la economía global, en donde la brecha total fue del 91% como resultado de realizar la medición en 43 países como Japón, Unión Europea, India, Estados Unidos, Rusia, Argentina, entre otros (PACE, 2021).

Entre los años 2018 y 2020, la OCDE, consolidó un inventario de 474 indicadores en economía circular como resultado del análisis de 29 estudios realizados en la Unión Europea, China, Norte y Sur América. El inventario clasifica los indicadores en 5 categorías: medio ambiente (39%), gobernanza (34%), económicos y de negocio (14%), infraestructura y tecnología (8%), y social (5%). Adicionalmente, la OCDE plantea 33 subcategorías y 11 sectores que ayudan a agrupar los indicadores en un sistema específico en términos de residuos, materiales, construcciones, energía, alimentos, agua, administración pública y aire, entre otros. Como se observa, la mayoría de ellos enfatizan la medición de impactos ambientales sobre los socioeconómicos.

Los indicadores de impactos en el medio ambiente están relacionados con el uso y consumo de recursos naturales, así como con el impacto en los ecosistemas como producto del consumo de agua, energía, materias primas y suelo, y la generación de emisiones y residuos (Elia y otros, 2017). Gran parte de la literatura académica hasta el momento investiga y documenta la categoría de medio ambiente como la metodología de indicadores más común a nivel global (Manninen y otros, 2018). Por ejemplo, China fue el primer país en tener un sistema de monitoreo en el año 2012 con 22 indicadores categorizados en términos de extracción de recursos, consumo, uso integrado y disposición de residuos (Geng y otros, 2012). La Comunidad Europea también diseñó un sistema de 16 indicadores para la medición de la circularidad basada en factores de eco-innovación, agrupada en las categorías de entradas, salidas y eficiencia en el uso de recursos naturales (Smol y otros, 2017).

La gobernanza por su parte es entendida como una forma de gobierno basada en la interrelación entre estado, la sociedad civil y el mercado para lograr un desarrollo socioeconómico e institucional estable (Serna de la Garza, 2010). La gobernanza en la economía circular está relacionada con las instituciones encargadas de cerrar las principales brechas hacia la circularidad, entre ellas las

---

<sup>1</sup> La Plataforma para Acelerar la Economía Circular (PACE) ha sido establecida para la difusión, medición y monitoreo de la economía circular a nivel mundial. Fue lanzada en 2018 por instituciones líderes como el Foro Económico Mundial, el Instituto de Recursos Mundiales, Philips, la Fundación Ellen MacArthur, las Naciones Unidas y más de 40 socios más.

financieras, regulatorias, políticas, y educativas (IBEC, 2019). Los indicadores en esta categoría están relacionados principalmente con la educación, el fortalecimiento de capacidades y los sistemas de monitoreo y financiación. En términos de educación, es posible medir el reconocimiento o 'conciencia' del concepto, seguido por el fortalecimiento de capacidades para entender y adoptar la estrategia, así como la puesta en marcha de estrategias e iniciativas por medio de mecanismos e incentivos. De igual forma, también incluye los sistemas de regulación como el monitoreo, la información y la evaluación necesaria para fortalecer las redes de colaboración y financiación (OECD, 2020).

Los beneficios económicos y de negocio, son analizados a partir del diseño de nuevos modelos de negocio capaces de generar ingresos adicionales, reducir costos, producir nuevos productos y servicios (Ellen MacArthur, 2014). Adicionalmente, estos beneficios incluyen la apertura de nuevos mercados, la atracción de inversionistas y fuentes de financiación, aumento en la productividad y la generación de valor agregado incluyendo la eficiencia económica y los costos por cambios tecnológicos (Geissdoerfer y otros, 2017). Agencias internacionales como el WEF, estiman que la economía circular será capaz de generar beneficios económicos globales por \$4.5 trillones de dólares al año 2030 (WEF, 2019).

La categoría de infraestructura y tecnología está relacionada con las herramientas y espacios disponibles para promover la circularidad, tanto a un nivel teórico como práctico. Las facilidades están relacionadas con los espacios dedicados a actividades de reúso, reparación o uso compartido, por ejemplo, los talleres u oficinas compartidas. Los insumos o equipos incluyen el uso de nuevas tecnologías destinadas a promover la implementación de nuevos modelos circulares, así como la creación de productos y servicios (OCDE, 2020). La adquisición de tecnologías modernas, la inversión en investigación y la gestión de la información, son importantes para fortalecer la innovación tecnológica y la productividad.

Por último, la categoría de indicadores de impacto social enfatiza principalmente la generación de empleo. La circularidad en esta dimensión se ve reflejada en la generación de empleos a raíz del surgimiento de nuevas oportunidades de negocio y alianzas con actores de la cadena de valor (OCDE, 2020). Los beneficios sociales también pueden evidenciarse con un cambio cultural hacia un nuevo paradigma en la producción y el consumo sostenible por parte del mercado (Ellen MacArthur, 2019). El cuadro 3 a continuación presenta las categorías y subcategorías de los indicadores de economía circular presentados por la OCDE.

El cuadro presenta un amplio rango de indicadores con diversas subcategorías propuesta en la literatura y utilizada en la práctica. El análisis crítico del inventario del estudio de la OCDE en el cuadro muestra que no existe una forma unificada para medir los avances de la economía circular y que los indicadores no necesariamente son comparables. Además, los indicadores de impactos sociales no son categorizadas en su totalidad. Solo la categoría "empleos" hacen referencia a impactos sociales implicados en la generación de nuevos empleos formales. Indicadores para medir impactos relacionados con la mejora de salud o el cambio cultural, aún no están incluidos en los modelos analizados en el inventario referenciado.

La diversidad de categorías y subcategorías de indicadores muestra que la economía circular es un concepto multidimensional, y multinivel. Además, avances en la transición hacia la circularidad son graduales y acumulativos. En la siguiente sección describimos las elecciones que tomamos en cuenta para el diseño de la metodología de indicadores para la evaluación de avances en cadenas de valor prioritarias y la identificación de oportunidades de economía circular en ALC, como objeto de este estudio.

**Cuadro 3**  
**Categorías de indicadores para la medición de la economía circular**

Categoría	Subcategoría
Economía y negocio	Valor agregado
	Negocio
	Eficiencia económica
	Estructura económica
	Ganancias e ingresos
	Inversiones
	Productividad
	Ahorros
Ambiente	Eficiencia en uso de recursos
	Emisiones CO <sub>2</sub>
	Materiales de salida
	Producción y consumo
	Ahorros en materiales y recursos
	Uso
	Otros
Gobernanza	Conciencia
	Fortalecimiento de capacidades
	Colaboración
	Educación
	Financiamiento
	Innovación
	Monitoreo y evaluación
	Contratación pública
	Regulación
	Involucramiento de grupos de interés
	Estrategia e iniciativas
Otros	
Infraestructura	Tipo de tecnología
	Equipos
	Facilidades
	Productos y servicios
	Otros
Empleos	Empleos y recursos humanos

Fuente: Tomado de la (OCDE, 2020).



## II. Metodología

La propuesta de metodología en este estudio enfatiza indicadores para la evaluación de avances en cadenas de valor prioritarias para la identificación de oportunidades de economía circular en ALC. La metodología toma como punto de partida las particularidades del contexto de ALC en cuanto a desarrollo productivo. La metodología busca ayudar en la formulación de agendas de acción y promover una transición hacia la economía circular en cadenas productivas de la región.

### A. Metodología de la estrategia de cambio para avanzar en la transición hacia la economía circular

El punto de partida de la metodología propuesta en esta investigación es el reconocimiento particular de la región objetivo para la transición de la economía circular y la oportunidad de generar avances tempranos que permiten visibilizar y escalar la transición. Aplican diversas escalas como un municipio, un departamento, una cuenca, un país o una región. Según la escala y la región elegidas, se consideran los flujos de recursos y energía en la región de análisis, las prioridades de los impactos ambientales relacionados, las actividades productivas y de desarrollo económico. A su vez, son inventariadas las prioridades políticas y de avances en temas de regulación que pueden aportar a avances tempranos.

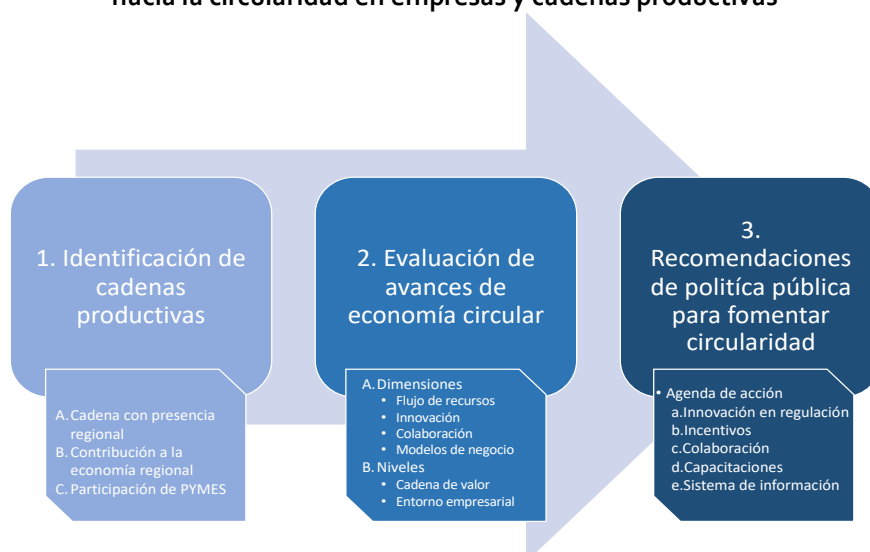
La misma lógica es aplicada en la elaboración de la visión compartida por la Coalición para la Economía Circular en América Latina y el Caribe, promovida por el Banco Interamericano de Desarrollo, el programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas, la Fundación Ellen MacArthur y la Konrad Adenaur Stiftung (CECALC, 2022). La Coalición identifica la agricultura, minería y la construcción, como actividades productivas que utilizan la mayoría de los recursos naturales. A su vez, identifican la pérdida de biodiversidad y deforestación, adicional a la baja cobertura en gestión de residuos y aguas residuales como prioridades ambientales en ALC. También la cadena de valor del turismo y las pequeñas y medianas empresas son identificadas como actividades productivas de importancia para el desarrollo de la región.

La misma lógica se aplica a la propuesta metodológica para la evaluación de avances en cadenas de valor prioritarias en la identificación de oportunidades de economía circular. Para avanzar en la estrategia de cambio hacia la economía circular, la metodología presenta tres pasos: primero, identificar cadenas con potencial de transformación en la región a partir de criterios pragmáticos para contribuir a las economías locales en ALC. Las cadenas productivas para priorizar cumplen los siguientes criterios:

- La cadena productiva es desarrollada de manera local desde el diseño del producto o servicio, la extracción de materia prima, el procesamiento, la distribución, consumo y fin de vida.
- Importancia en cuanto a la contribución de la economía de la región, consumo de recursos, e interés de políticas públicas en el territorio.
- En la cadena, participan pequeñas y medianas industrias, segmento prioritario para la recuperación económica a partir de la pandemia.

El segundo paso, presenta el marco de análisis con indicadores para evaluar el avance en economía circular de la cadena productiva y para identificar oportunidades para su desarrollo. El tercer paso formula recomendaciones de política pública para acelerar la transformación hacia la economía circular en las cadenas productivas priorizadas. Los tres pasos cronológicos de la metodología propuesta son presentados en el diagrama 3.

**Diagrama 3**  
**Pasos de la estrategia de cambio para la aceleración y el escalamiento de la transición hacia la circularidad en empresas y cadenas productivas**



Fuente: Elaboración propia.

## B. Marco de análisis

La metodología de evaluación de avances en economía circular enfatiza la cadena productiva como objeto de análisis e incluye la revisión de las actividades de extracción de materia prima, el procesamiento, la manufactura, distribución en el mercado, consumo y fin de la vida útil de los productos o servicios. A su vez, el marco de análisis tiene cuatro dimensiones que son: flujos de materiales circulares, innovación tecnológica, colaboración y alianzas y modelos de negocio para luego explicar cada una y su interrelación.

La primera dimensión de análisis de la metodología revisa los diversos *recursos* utilizados en los diferentes eslabones de la cadena de valor. Los recursos son categorizados por el volumen de su flujo, y es evaluado el potencial de optimización a través de los modelos de innovación circular. Generar las oportunidades dependen en primera instancia de las características de los flujos de los recursos en términos de volumen, homogeneidad, forma de generación o extracción (renovable/ no-renovable). Flujos de materiales homogéneos y de alto volumen, representan un enorme potencial para avanzar en las metas de circularidad.

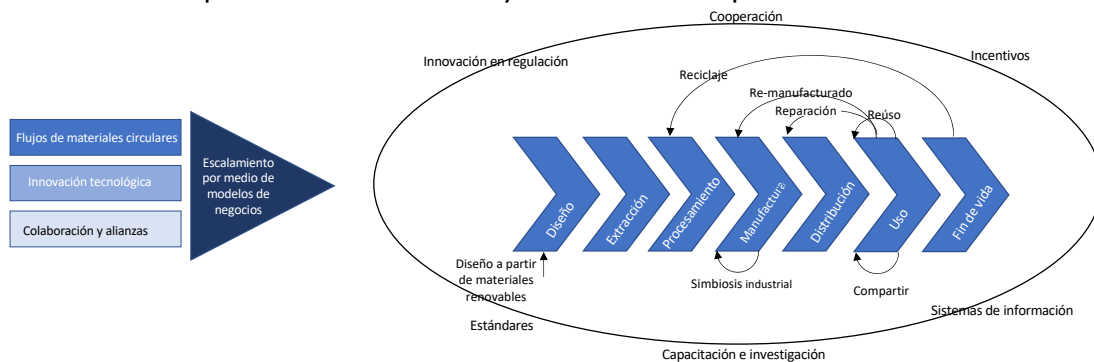
La segunda dimensión, analiza los modelos de innovación circular a lo largo de la cadena de valor desde el procesamiento de materiales y transformación de productos y tecnologías transversales como transporte, distribución, y fin de vida del producto. Los diversos modelos de innovación en circularidad buscan mejorar la eficiencia de los recursos y depende de un conjunto de factores, entre ellos, la disponibilidad de la nueva tecnología requerida y los costos involucrados en el cambio tecnológico.

La tercera dimensión analiza la viabilidad de la innovación circular y el escalamiento de esta entre empresas de la cadena de valor, que es incentivado por condiciones del entorno empresarial a partir de la colaboración entre entidades públicas y alianzas a nivel de asociaciones empresariales y la academia. Mecanismos como estándares de calidad, sistemas de información, innovación en regulación, oferta de servicios de capacitación y acompañamiento, facilitan el escalamiento de la innovación circular y enfatizan el carácter sistémico de los cambios en las cadenas productivas. La diversidad de la colaboración y alianzas a partir de los mecanismos disponibles, favorecen la transición hacia la economía circular.

Finalmente, la economía circular resulta en la cuarta dimensión, nuevos modelos de negocio, a partir de un uso eficiente de los recursos, resultante de un proceso de innovación tecnológica, que incluye colaboraciones y alianzas con actores del entorno institucional. Los nuevos modelos de negocio distinguen el desarrollo de iniciativas de innovación circular como parte de los procesos operativos, del desarrollo de iniciativas resultantes de simbiosis entre dos o más empresas, y/o nuevos emprendimientos circulares. Otros modelos de negocio consideran iniciativas de infraestructura pública como por ejemplo sistemas de transporte masivo, o sistemas de gestión de recursos en zonas urbanas.

Las cuatro dimensiones de análisis de la economía circular en las cadenas productivas, resumen el entendimiento de la estrategia como un modelo de transformación productiva, que enfatiza la optimización de los recursos físicos como punto de partida, e identifica la innovación tecnológica como estrategia de cambio, con el apoyo de colaboraciones y alianzas como necesidades del cambio sistémico y con los modelos de negocio para su escalamiento. El diagrama 2 resume las cuatro dimensiones de análisis que representa el modelo conceptual de la metodología para la identificación de oportunidades para fomentar la circularidad en la cadena productiva.

**Diagrama 4**  
**Marco de análisis para la evaluación de avance y la identificación de oportunidades de economía circular**



Fuente: Elaboración propia.

## C. Indicadores para la evaluación de avances

Cada dimensión de análisis cuenta con categorías de indicadores que permiten evaluar avances y oportunidades de economía circular en cadenas productivas y en regiones. Los indicadores de materiales identifican de manera cualitativa las tipologías de recursos y su potencial de aprovechamiento a partir de la identificación de la homogeneidad, volumen y circularidad; medido en términos de recursos recuperados sobre el volumen de recursos extraídos. La dimensión de innovación tecnológica permite caracterizar los modelos de innovación circular, entender su potencial de escalamiento a partir del análisis de costos de cambio.

**Cuadro 4**

**Indicadores para la evaluación de avances e identificación de oportunidades de economía circular en cadenas productivas**

Dimensión	Indicador	Descripción	Escala
Flujo de recursos	Tipo de recurso	Caracterización biofísica del recurso	Biomasa (renovable) Industrial (no-renovable)
	Volumen	Entradas y salidas de recursos dominantes (materia prima, agua, energía)	Toneladas/año, variable continua
	Homogeneidad	Número de tipos de recursos en un mismo proceso	1 – 2: homogéneo 2 – 4: poco homogéneo 4 – 6: Heterogéneo
	Circularidad	Residuos aprovechados / recursos generados	< 5% 5 – 25% > 25%
Innovación	Modelo de circularidad	Modelos de innovación para la circularidad	Abastecimiento circular, Recuperación de recursos, Extensión de vida útil del producto, Compartir productos o recursos, Sistemas de producto como servicio
	Cambio tecnológico	Depreciación económica de la tecnología en años	Bajo (depreciación < 5 años) Mediano (depreciación 5 – 10 años) Alto (depreciación > 10 años)
	Madurez de la innovación	Años del emprendimiento en el mercado	< 3 años: Introducción 3 - 10 años: Crecimiento > 10 años: Madurez
	Formalidad de mano de obra	Tipología de contratación de mano de obra (mano de obra contratada formalmente/ mano de obra total)	Altamente informal <30% de empleo formal Formalidad media (Entre 30 y 60% formalidad) Formalidad alta (>60% de empleo formal)
Colaboración	Innovación en regulación	Proceso de políticas para nuevas leyes circulares y regulaciones	Favorable a la circularidad Neutral a la circularidad Desfavorable a la circularidad
	Incentivos	Existencia de mecanismos de (a) contratación pública, (b) programas de capacitación, (c) asistencia técnica en EC, (d) instrumentos financieros	Disponibles (3-4) / 4 Emergente (2-3) / 4 Débil (0-1) / 4
	Sistemas de informaciones Plataformas de colaboración	Sistemas de información con indicadores de circularidad disponibles al público Plataformas de colaboración entre empresas, instituciones públicas y/o universidades	Existencia de algún sistema de información No existencia de ningún sistema Existencia de alguna plataforma No existencia de plataformas
Modelos de negocios	Proyectos empresariales circulares	Número de proyectos de economía circular adelantados por empresas parte de la cadena	#, Variable continua
	Emprendimientos circulares	Número de nuevos emprendimientos dedicados a la circularidad como parte de la cadena	#, Variable continua
	Simbiosis industrial	Número de iniciativas de simbiosis industrial entre empresas de la misma cadena	#, Variable continua
	Infraestructura circular	Número de iniciativas de infraestructura circular relacionada con la cadena	#, Variable continua

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los espacios y mecanismos de colaboración y alianzas identifica la favorabilidad del entorno empresarial para implementar y escalar iniciativas de economía circular. Los mecanismos de gestión consisten en los marcos de regulación como por ejemplo normas relacionadas con la responsabilidad extendida del productor, o normas que incentivan la gestión circular en flujos de recursos. Otros mecanismos reconocen programas de capacitación en economía circular, sistemas de información sobre flujos de materiales y modelos de gestión circular, al igual que los incentivos de mercado como instrumentos financieros y/o programas de acompañamiento técnico.

El avance de la transición hacia la economía circular y sus potenciales de expansión, finalmente se evidencia en la presencia de modelos de negocios rentables basados en el uso eficiente de recursos como valor agregado. Son modelos de negocio que optimizan los modelos de empresas existentes, emprendimientos de nuevos negocios circulares, iniciativas de simbiosis industrial e inversiones en infraestructura circular.

El conjunto de indicadores clasificados a partir de las cuatro dimensiones de análisis, cada una con sus subcategorías, presenta una metodología integral de análisis considerando la esencia de la economía circular, su aplicación a las cadenas productivas y la incrustación de los modelos de negocio circulares. El cuadro 4 resume la metodología de indicadores para la evaluación de avances y la identificación de oportunidades de economía circular en cadenas productivas en ALC.

La metodología incluye diversas tipologías de indicadores para evaluar los avances de la economía circular de cadenas productivas particulares en una región geográfica determinada (región, departamento, estado, país, grupo de países). La metodología combina indicadores medidos a través de variables cuantitativas continuas, binarias y discretas. La aplicación de diversos indicadores permite analizar el conjunto de dimensiones de la economía circular presentado en el diagrama 3.



### **III. Evaluación de avances y potencialidades de economía circular en cadenas productivas priorizadas**

Los resultados de la aplicación de la metodología permiten identificar avances y oportunidades de intercambio de experiencias entre sectores prioritarios para el uso eficiente de los recursos en el territorio. Esta sección presenta los resultados de la metodología de indicadores aplicada a cadenas prioritarias en determinados países de ALC. A su vez, esta sección aporta la literatura sobre indicadores de economía circular adaptados a la realidad de modelos de negocios y sistemas productivos en la región. Los datos empíricos utilizados en esta investigación fueron recabados a partir de la revisión de la literatura y mediante entrevistas con expertos a nivel sectorial y territorial.

#### **A. Priorización de cadenas productivas para el análisis**

América Latina y el Caribe, presenta niveles en la generación de residuos sólidos per cápita estimados en un kilogramo por día con un crecimiento estimado del 25% hacia el (PNUMA, 2018). El 50% de estos residuos son orgánicos, seguidos por otros principales como papel, cartón y plásticos con un 28% (CEPAL, 2021). A esto se le suma que la disposición del 70%, es destinado a rellenos sanitarios, con bajas tasas de reciclaje y centradas en pocos productos. Además, existe un déficit de infraestructura para una adecuada gestión en términos de separación, aprovechamiento, distribución y disposición final. Lo anterior presenta oportunidades para potenciar el desarrollo de actividades relacionadas con la economía circular en las principales cadenas de valor productivas locales.

Para este estudio fueron seleccionadas tres cadenas productivas en tres diferentes países de ALC. Las cadenas agroalimentarias y de construcción fueron seleccionadas porque son desarrolladas mayoritariamente de manera local desde la extracción de materia prima, el procesamiento, la distribución, el consumo y el fin de vida. La cadena automotriz fue seleccionada por ser parte de una cadena global, con operaciones tanto a nivel territorial como internacional. Adicionalmente, el análisis fue complementado con la búsqueda y documentación de casos en los diversos países de ALC. En este sentido, la selección de la cadena automotriz en Querétaro no sigue los criterios propuestos

en la metodología presentada en el diagrama 3. Su selección responde al propósito de la investigación de aplicar la metodología a un caso de una cadena global y así identificar posibles diferencias con cadenas locales.

La cadena agroalimentaria en ALC representa el 13% del valor de la producción mundial en agricultura y productos pecuarios, con una participación del 5% en el PIB regional y una contribución del 19% en mano de obra (Weller, 2016). Durante los próximos 10 años, la producción agropecuaria en la región proyecta expandirse un 14% como consecuencia de las exportaciones de principales cultivos como el maíz, la soya, el azúcar y la ganadería (OCDE-FAO, 2021). En términos socioambientales el sector agroalimentario en la región es intensivo en el uso de recursos y vulnerable al cambio climático. En ALC, la agricultura utiliza el 40% de la tierra, consume el 70% del agua y genera el 17% de los gases efecto invernadero (WRI, 2020). Este panorama se complejiza, solo haciendo uso del 4% de toda la biomasa producida, lo cual se traduce en una brecha de circularidad frente a la gestión eficiente de residuos (PACE, 2021). Adicionalmente, existe un bajo nivel agro-tecnológico en unidades productivas en donde el 84% no tiene maquinaria agrícola, el 67% no utiliza riego y el 84% no cuenta con asistencia técnica ni acceso a créditos bancarios (DNP, 2020).

La cadena de construcciones en ALC es una de las más dinámicas de la región, antes de la pandemia producto del COVID-19, contaba con un crecimiento constante y una participación del 8% del valor total en el mercado, con niveles de inversión extranjera directa de alrededor del 5% del PIB regional y con una generación de empleos promedio de 20 millones al año (FIIC, 2019). No obstante, después del año 2020, la producción de construcción en la región se contrajo en un 17%, posicionándose como uno de los desempeños más bajos de la última década (Global Data, 2020). En términos socioambientales la industria hace un uso intensivo de recursos naturales no renovables extraídos de la tierra y genera grandes desperdicios y emisiones de CO<sub>2</sub>, los residuos de materiales empleados equivalen a más del 20% sobre el total de una obra, con un nivel de aprovechamiento de escombros de solo el 2% (DNP, 2016; UPME, UIS, 2018).

Los países con mayor producción automotriz en ALC son: Brasil, México, Colombia y Argentina, quienes reciben las mayores inversiones extranjeras, sobre todo las provenientes de la Unión Europea. En términos de cifras, estos países se posicionan como el séptimo productor automotriz a nivel mundial con una producción estimada de alrededor de 4 millones de vehículos al año, con una inversión extranjera que asciende el 23% y con exportaciones que sobrepasan los USD 3,700 millones (CEPAL, 2018). En términos socioambientales a raíz de la pandemia, diversos gremios en la región reportan cifras de reducción del 54% en la producción con una pérdida de más de 5,000 empleos (Portal Automotriz, 2021). También cabe mencionar que el sector contribuye al 18% de la generación de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) causada por la fabricación de carros convencionales, en donde por el momento únicamente existen 10.766 carros eléctricos.

Además de su importancia para la economía en su conjunto, estas tres cadenas aportan entre el 7-9% al PIB regional y contribuyen a la generación de GEI en aproximadamente el 8 y el 17%. Todas las cadenas tienen disponibilidad de tecnología comprobada para la circularidad y sus costos por cambio de tecnología varían dependiendo del modelo de circularidad aplicado. Todas las cadenas están priorizadas en las políticas públicas de la región y cuentan con estándares de certificación en prácticas de sostenibilidad.

La sección a continuación presenta los avances y potencialidades de economía circular de cada cadena, así como los resultados de la aplicación de los indicadores en determinados países: caso agroalimentario en Argentina, construcción en Colombia e industria automotriz en México.



## B. La cadena agroalimentaria (Argentina)

La cadena agroalimentaria en Argentina aporta el 7,5% del PIB, del 40% de las exportaciones nacionales y genera alrededor de 750 mil puestos de trabajo (Perini, 2019). En el año 2018 se realizó un Censo Agropecuario en 206 millones de hectáreas y 594 mil terrenos, en donde la mayor superficie de cultivos sembrados pertenece a las oleaginosas con un 40% equivalente a 14.416.693 hectáreas (concentradas en soya, girasol y maní), seguido por cereales con un 31% (concentradas en maíz, trigo y cebada) y otros cultivos forrajeros y legumbres (CNA, 2018). En términos pecuarios o existencias ganaderas, el 74% corresponde a ganado bovino, seguido por un 14% en ovinos y luego caballos y cabras. Las provincias con mayor extensión agropecuaria censadas son Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe.

En términos de desperdicios, estos se estiman a nivel general en las cadenas agroalimentarias en un 28% en producción, 22% en manejo y almacenamiento, 6% durante el procesamiento, 17% en mercado y distribución y un 28% en consumo (FAO, 2014). Por el momento se han identificado tendencias en la gestión de residuos hacia una orientación en el reúso de la biomasa, la prevención en la generación de desperdicios de alimentos, uso eficiente del agua, reciclaje de plásticos y diseño sostenible de envases. También existen oportunidades de optimización en la cadena logística para reducir las mayores pérdidas de alimentos que surgen al inicio de la etapa de producción primaria, en términos de buenas prácticas agrícolas, técnicas de conservación y almacenamiento, cadena de frío, redes viales de transporte y hábitos de consumo entre otros (ILSI, 2021).

En las diversas cadenas agroalimentarias del país, conviven diferentes sistemas productivos intensivos con actividades agroindustriales los cuales generan importantes volúmenes de residuos orgánicos. Figuran borras y aceites residuales de soya, cáscara de girasol, cáscaras de maíz, bagazo del trigo y la cebada por procesos industriales cervecero, entre otros (Ruíz, 2020). Los residuos y subproductos de la agroindustria, al disponerse sin un tratamiento previo pueden llegar a alterar los ecosistemas en donde se disponen (Vargas y Pérez, 2018). Es por eso, que se necesita contar con procesos de aprovechamiento adecuados para darle valor agregado a los residuos en iniciativas como el compostaje y otras enmiendas en los suelos del cultivo, procesos de biorremediación para degradar sustancias contaminantes, producción de alimento animal, producción de biocombustible y bioenergía. Los sistemas ganaderos intensivos por su parte producen grandes volúmenes anuales de estiércol, los cuales pueden ser reutilizados en su mayoría en biodigestores. El cuadro 5 presenta el flujo de las principales entradas y salidas de materiales en la cadena agroalimentaria.

**Cuadro 5**  
**Flujo de recursos en la cadena agroalimentaria**

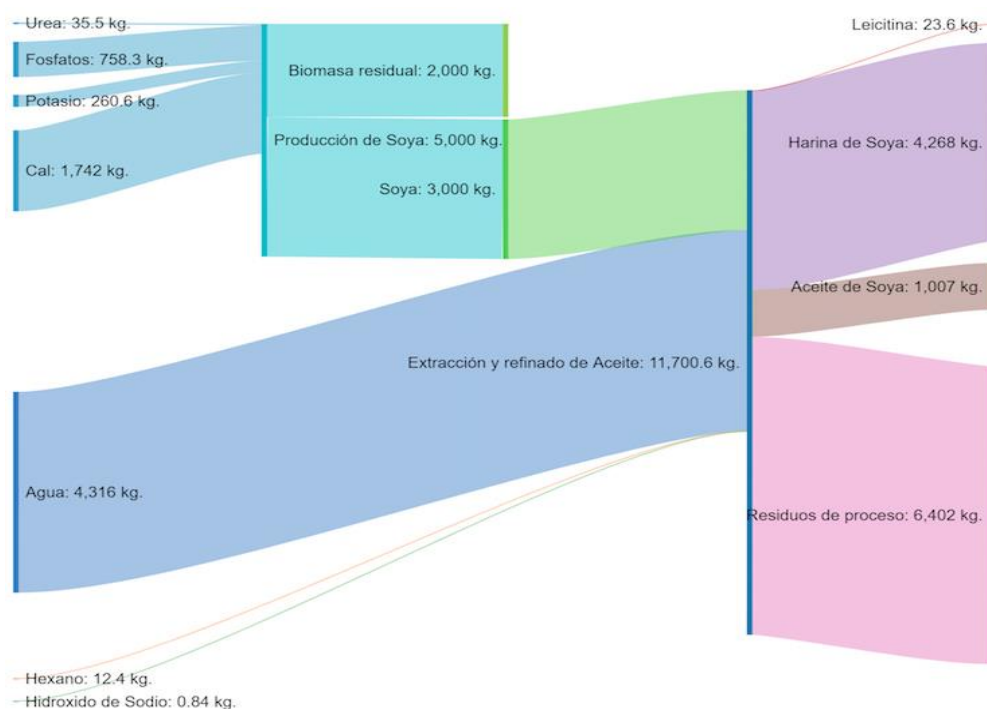
Entradas	Características	Salidas
Materiales compuestos en su mayoría por: Material vegetal Fertilizantes Envases de plástico Agua	El sector agroalimentario es el principal generador de biomasa residual, proveniente de cultivos y excremento animal. Sus altos volúmenes están relacionados con bajos niveles de producción, falta de gestión de la biomasa y baja aptitud de suelos agrícolas en determinadas partes de la región.	Principales productos: Productos agrícolas  Principales residuos: Biomasa Envases plásticos Emisiones de CO <sub>2</sub> Sustancias residuales

Fuente: Elaboración propia.

Una de las cadenas de mayor volumen en términos de producción y exportación en Argentina es la soya. El país es el primer exportador mundial de aceite de soya y el segundo de harina, con volúmenes promedio de 49 millones de toneladas durante la última década (Paolilli, 2019). Como lo presenta el diagrama de Sankey, la biomasa residual de una hectárea de soya por lo general equivale al 40% de la

producción total, presentando así oportunidades potenciales de agricultura circular. En relación con la producción de aceite y harina de soya, este proceso también genera residuos que equivalen alrededor del 55% de la extracción y refinado del aceite (Sylveira, 2018).

**Diagrama 5**  
**Diagrama de flujos de la cadena de soya**



Fuente: Elaboración propia.

Los procesos agrícolas, al generar en su mayoría residuos biodegradables, tienen la capacidad de ser reutilizados en productos como el compostaje y el *biochar*, disminuyendo el uso de fertilizantes u otros productos químicos y devolviendo nutrientes y regeneración de los suelos (Donner y otros, 2020). Los excrementos animales pueden ser utilizados como materia prima para el uso de biodigestores para la generación de energía, e incluso otro tipo de residuos vegetales son utilizados como productos secundarios de valor agregado como por ejemplo alimentos animales o infusiones o harinas a partir de las cáscaras de las frutas o verduras (Ezejiófor y otros, 2014). De igual manera, el uso de agua con tecnología de riego permite generar eficiencias en el uso de fuentes hídricas, así como optimizar la capacidad del cultivo y minimizar los riesgos climáticos (Karabulut y otros, 2018).

Por otro lado, los envases y empaques es posible reciclarlos y utilizarlos en nuevos insumos como tejas y cercas derivadas del plástico, por ejemplo. En el eslabón de procesamiento de alimentos, algunos procesos consumen altos volúmenes de agua (p.ej. cerveza y productos lácteos) y energía (p.ej. café liofilizado y cadenas de frío), lo cual representa la oportunidad de utilizar sistemas de agua para riego. Adicionalmente, por ineficiencias en la planeación de la cadena y comercialización de alimentos, existen altos niveles de desperdicios por vencimiento de plazos de calidad e inocuidad, ineficiencias en los procesos de preparación de restaurantes y otras instituciones como colegios y hogares. El cuadro 6 presenta la gradualidad de modelos de circularidad en la cadena agroalimentaria y da ejemplos de empresas y emprendimientos en Argentina.

**Cuadro 6**  
**Gradualidad de modelos de innovación en circularidad en la cadena agroalimentaria**

	Extracción/Cultivo	Procesamiento	Distribución	Consumo
Incineración con recuperación de energía	Incineración de residuos de biomasa, plásticos y envases	Incineración de residuos de biomasa, plásticos y envases		Incineración de residuos de empaques
Reciclaje de materiales	Biomasa como compostaje y fertilizantes Programa Probiomasa <sup>a</sup>			Reciclaje de envases y empaques Cervecería Quilmes <sup>a</sup> Fortalecer redes de recicladores Danone con Fundación Avina <sup>a</sup>
Reúso	Re-uso de la biomasa para desarrollar subproductos ProteinPlus <sup>a</sup>	Reúso de residuos vegetales en productos secundarios como alimento animal, harinas, infusiones y papel. Universidad Nacional de Mar de Plata <sup>a</sup>		Reúso de envases y empaques es posible reciclarlos y utilizarlos en nuevos productos Unilever <sup>a</sup>
Extender la vida útil	Extensión de vida útil de los sistemas agroalimentarios a partir de biocontroles INTA <sup>a</sup>	Reúso de materiales para elaborar subproductos Trivento <sup>a</sup>		
Prevención	Uso de agua de riego para la administración eficiente Manejo integral de plagas Molinos <sup>a</sup>	Recuperar productos antes de su vencimiento para consumo de otras entidades Manfrey <sup>a</sup>	Promoción de la agricultura urbana Cepar <sup>a</sup> Mercados campesinos locales Gobierno Nacional <sup>a</sup>	Innovación en materiales bio-basados Recuperación de envases plásticos de agroquímicos Campo Limpio <sup>a</sup>
Regeneración	Biomasa como nutrición para el suelo Arcos Dorados <sup>a</sup> Uso de biodigestores a partir de excremento animal Cooperativa ACA <sup>a</sup> Agricultura de precisión Liag Argentina <sup>a</sup>	Desarrollo de productos biodegradables Unilever <sup>a</sup>	Sistemas de trazabilidad TrazaTodo <sup>a</sup>	Biomasa como nutrición para el suelo Arcos Dorados <sup>a</sup>

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Los casos están descritos y referenciados en el anexo 2.

El escalamiento de los modelos de innovación en circularidad y el crecimiento de los proyectos y emprendimientos es incentivado por *condiciones del entorno empresarial* a partir de la colaboración entre entidades públicas y alianzas entre asociaciones, empresas y la academia. En el caso de Argentina, se han identificado una variedad de mecanismos de gestión de economía circular.

En términos de políticas y mecanismos de fomento de la circularidad, la derogación del Decreto 591/19 para promover la economía circular al reducir las importaciones y aumentar el suministro local de insumos industriales provenientes de los residuos, sentó las bases para la creación de la Mesa Técnica de Economía Circular en el año 2020. Esta iniciativa del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible promueve la gestión integral de los residuos a través de la convocatoria de los sectores de las corrientes de residuos para integrar sub-mesas de trabajo con el objetivo de identificar mecanismos para promover la recuperación de los residuos como insumo para procesos industriales o productos de uso directo. A la fecha, se han desarrollado reuniones de trabajo con representantes del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, del Ministerio de Desarrollo Productivo y del Ministerio de Desarrollo Social, así como también de la industria del papel y el cartón, la chatarra, el plástico, el vidrio, el caucho y el mercurio.

Por otro lado, el Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos también es un apoyo a la circularidad que se está gestionando desde el año 2013 por la Secretaría de Alimentos, Bioeconomía y Desarrollo Regional del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. El plan tiene como estrategia promover la implementación de acciones y políticas públicas dirigidas a la creación de valor en el sistema agroalimentario mediante la prevención y la reducción de pérdidas y desperdicios. La estrategia ha sido desarrollada por una Red Nacional conformada por 150 miembros pertenecientes al sector público, privado y a la academia, con ejes de trabajo centrados en la investigación, gobernanza y comunicaciones. A la fecha, 35 proyectos han sido implementados y documentados, interviniendo las cadenas frutícolas, cereales y lácteos en su mayoría, que es en donde se generan los grandes desperdicios (MAGP, 2019).

Adicionalmente, en 2019 se creó el ProCEedS, un consorcio internacional firmado por la Unión Europea para promover la economía circular en la cadena de provisión de alimentos. Este es un proyecto de investigación en el cual participan instituciones, empresas y cooperativas de Europa y de Argentina (INTA, 2019). Las actividades de investigación y operación están centradas en identificación de las prácticas de economía circular implementadas en cada etapa de la cadena, en su evaluación del desempeño ambiental y socioeconómico, en los impulsores y barreras hacia su implementación y en el intercambio de experiencias a través de visitas de investigadores/profesionales.

Los mecanismos son desarrollados en coordinación con diversas instituciones públicas y privadas, a través de plataformas con hojas de ruta que permiten alinear intereses, prioridades y acciones bajo una perspectiva de largo plazo que sobrepasa los periodos de los ciclos de administración pública en la región. El cuadro 7 presenta los mecanismos de gestión de economía circular para la cadena agroalimentaria en Argentina.

**Cuadro 7**  
**Mecanismos de gestión de economía circular para la cadena agroalimentaria en Argentina**

Mecanismos de gestión de economía circular	Descripción
Innovación en regulación	Derogación del Decreto 591/19 para promover la economía circular al reducir las importaciones y aumentar el suministro local de insumos industriales provenientes de los residuos. Ley 27279 para la gestión de envases de agroquímicos en términos de recolección y reúso. Ley 25019 para promover el uso de energías renovables, con una transición para el aumento del 20-25%. Ley 27454 para El Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos con alianzas de 150 miembros entre empresas, ministerios y academia
Capacitación e investigación	Desarrollo de la Mesa Técnica de Trabajo en Economía Circular con líderes gubernamentales, empresas y la academia. Simposios de Agricultura Circular liderados por la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (Aapresid).
Cooperación	ProCEedS, un consorcio internacional con la Unión Europea formado por investigadores y profesionales de la industria para promover la circularidad en la cadena
Sistema de información	Casos de circularidad documentados del Consejo Empresario Argentino para el Desarrollo Sostenible (CEADS) Casos documentados de circularidad en el Banco de Alimentos Censo Nacional Agropecuario 2018

Fuente: Elaboración propia.

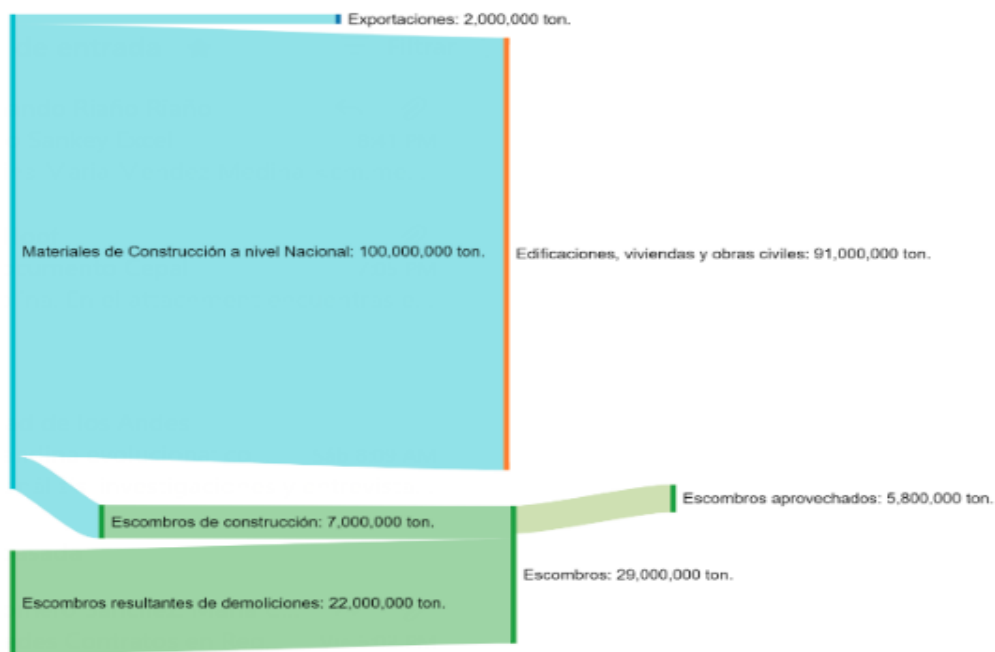
Los mecanismos de gestión presentados en el cuadro 8 contribuyen a la economía circular, aunque no fueron desarrollados específicamente para tal fin. No obstante, el caso argentino aún no cuenta con políticas específicas para promover la economía circular en la cadena agroalimentaria.

### C. La cadena de construcción (Colombia)

El caso de la cadena de la construcción es uno de los impulsores de la economía colombiana en la última década, generando aportes al PIB nacional en un 6,5%. La cadena está compuesta por los eslabones de extracción, proveeduría de materiales, construcción y demolición de empresas formales e informales. Los eslabones más representativos en el uso de recursos, se divide entre la construcción y la proveeduría de materiales, en donde el último es el más informal debido a que está compuesto por empresas pequeñas que no realizan mediciones, ni trazabilidad, ni rastreo del ciclo de vida. En su totalizadas, la cadena consume el 60% de los recursos naturales no renovables y el 40% de la energía del país; generando residuos de obras y escombros de más del 20% de los materiales empleados (UPME, UIS, 2018).

Acorde con la ENEC, en Colombia se consumen en promedio 100 millones de toneladas de materiales de construcción anualmente, la gran parte de este consumo representan las edificaciones, viviendas y obras civiles realizadas en el país, el 2% es exportado y el 7% son considerados escombros de las obras de construcción. Adicionalmente, el sector genera escombros por demoliciones equivalentes a 22 millones de toneladas, de las cuales el 30% es dispuesto de manera ilegal en botaderos o en campos abiertos (MADS, 2017). Además, el nivel de aprovechamiento de escombros es solo del 2%, representando oportunidades potenciales para la economía circular en el sector (véase diagrama 6).

**Diagrama 6**  
Diagrama de flujos de la cadena de construcciones



Fuente: Elaboración propia.

En las actividades a lo largo de la cadena de valor, conviven diferentes tipos de materiales como el cemento, hierro, maderas, plásticos y vidrios los cuales generan importantes volúmenes de residuos de construcción y demolición (RCD) tanto al inicio, como al final de la cadena. Entre los más abundantes, figuran las tierras durante los procesos de excavación, los pétreos en procesos de demolición de concreto y los escombros generados por obras de diversa índole (ENEC, 2019). De igual forma, también existen otros residuos menores y denominamos huérfanos que son las maderas, el drywall, PVC e icopor. El aprovechamiento y reintegro de los RCD por lo general se concentran en el traslado a otros procesos de

construcción a través de la elaboración de nuevas mezclas de concretos y pavimentos. También es frecuente el reciclaje de concretos, cerámicos, tierras y maderas que, al ser triturados, pueden ser convertidos en agregados de materia útil para uso en fachadas, acabados, tableros y aglomerados (UST, 2017). El cuadro 8 presenta el flujo de las principales entradas y salidas de materiales en la cadena.

**Cuadro 8**  
**Flujo de recursos en la cadena de construcciones**

Entradas	Características	Salidas
Materiales compuestos en su mayoría por: Cemento Hierro Madera Plásticos Vidrio Yeso Energía	Durante la última década (excepto entre 2020-21 por el COVID-19), la construcción de edificaciones, viviendas y obras civiles ha aumentado, haciendo que el flujo de estos materiales reciba una gestión eficiente a lo largo de la cadena de valor.	Principales productos: Edificaciones Viviendas Obras civiles  Principales residuos: Tierras de excavación Pétreos de demolición de concreto Escombros Metales chatarra Emisiones

Fuente: Elaboración propia.

La producción de cemento es considerada una de las principales fuentes de emisiones de gases efecto invernadero por el alto consumo de energía y el uso del material calizo en el proceso de producción. El uso de residuos como combustibles alternativos en hornos cementeros es una alternativa para reducir las emisiones y aumentar la circularidad para el aprovechamiento de recursos energéticos. Además, los modelos de circularidad en el sector de la construcción están orientados hacia cuatro caminos de transformación: i) manejo y aprovechamiento de los residuos en obras, ii) promoción del eco-diseño en productos y estructuras para el uso eficiente de materiales, y aprovechamiento de aguas lluvias, menor uso de energía (por iluminación o A/C o calefacción), iii) uso de energías renovables, y iv) reducción de las emisiones de materiales de construcción y sistemas constructivos (Penagos, 2020). El cuadro 9 presenta modelos de innovación circular y ejemplos empresariales en la cadena.

**Cuadro 9**  
**Gradualidad de modelos de innovación en circularidad en la cadena de construcciones**

	Extracción	Procesamiento	Distribución	Uso
Incineración con recuperación de energía		Incineración de residuos materiales en hornos cementeros y ladrilleros Anafalco <sup>a</sup>		
Reciclaje de materiales	Reducir las emisiones de materiales de construcción y sistemas constructivos. Corona <sup>a</sup>	Recuperación de escombros en ladrillos Uso de plástico reciclado en materiales de construcción Fortecem <sup>a</sup>		Manejo y aprovechamiento de los residuos en obras MAAT <sup>a</sup>
Reúso	Reúso de tierras de excavación y pétreos de demolición en concreto  Reciclados Industriales <sup>a</sup>	Reúso de materias vírgenes como tierras y pétreos para la elaboración de bases y subases granulares, y estructuras de pavimentos. Anafalco <sup>a</sup> Reúso de materiales no homogéneos como drywall, vidrios y materiales arcillosos para la elaboración de cal, baldosas y sustitución del Clinker. Argos <sup>a</sup>		

	Extracción	Procesamiento	Distribución	Uso
Extender la vida útil		Extender vida útil de materiales como puertas y aditivos para el concreto Sayima Inversiones <sup>a</sup>		Extender vida útil de materiales como puertas y aditivos para el concreto Sika Colombia <sup>a</sup>
Prevención	Diseño de construcciones a partir de materiales bio-basados Groncol <sup>a</sup>	Prácticas de modelación que permiten evitar los desperdicios en los proyectos, al modelar posibles interferencias, desconexiones y falta de cumplimiento en estándares. Smarcity <sup>a</sup>		Uso de certificaciones de sostenibilidad como LEED, CASA, BREEAM y EDGE Vertebrasoluciones <sup>a</sup>
Regeneración	Recuperación de canteras Cemex <sup>a</sup> Recuperación de biodiversidad Tito Pabón <sup>a</sup>	Uso de energías renovables Conconcreto <sup>a</sup>	Uso de energías renovables Enertec <sup>a</sup>	Uso de energías renovables CCCS <sup>a</sup>

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Los casos están descritos y referenciados en el anexo 2.

En términos de políticas habilitantes, la cadena de construcción en Colombia fue priorizada en la ENEC (Gobierno de Colombia, 2019). A partir de la priorización, autoridades ambientales han desarrollado normatividad que incentiva el desarrollo y el escalamiento de modelos de circularidad en el sector. A estos esfuerzos se le suma la adopción de certificaciones para promover las construcciones sostenibles como LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology), EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies), entre otras (Gobierno de Colombia, 2019). Adicionalmente, existen en Colombia dos mecanismos de gestión para fortalecer la capacidad de profesionales de las cadenas de construcción como son el programa RedES-CAR y el programa de formación tecnológica del Sistema Nacional de Aprendizaje (SENA). Ambos programas, promueven la capacitación en economía circular y la formulación de proyectos y prácticas aplicadas. El cuadro 10 presenta diversos mecanismos de gestión que facilitan el desarrollo y el escalamiento de este tipo de iniciativas.

**Cuadro 10**  
**Mecanismos de gestión de economía circular para la cadena de construcción en Colombia**

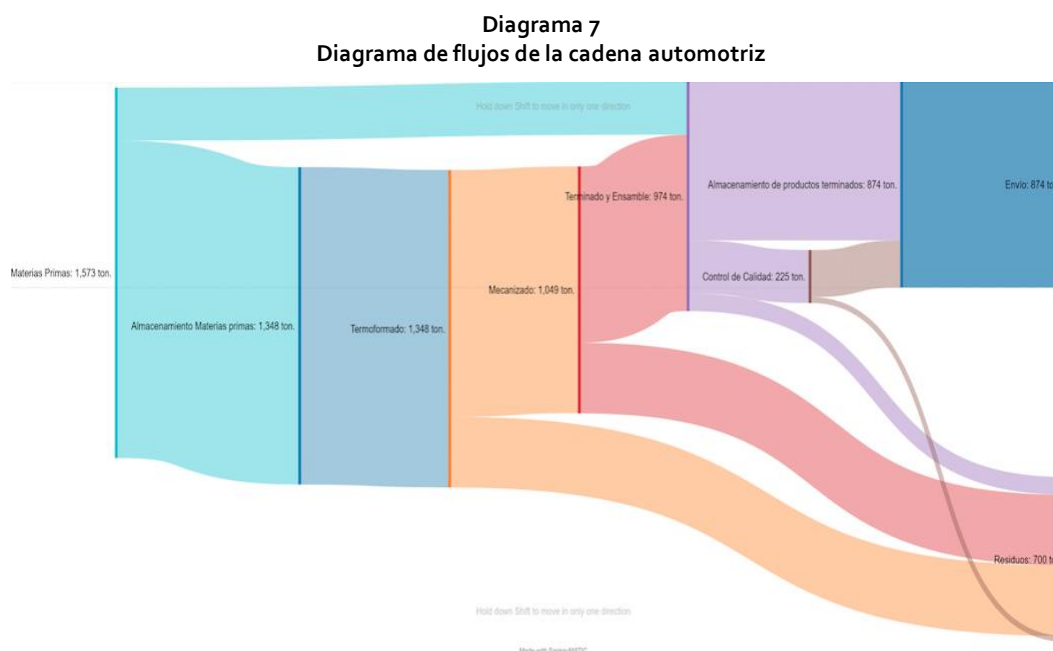
Mecanismos de gestión de economía circular	Descripción
Innovación en regulación	Resolución 472 de 2017 modificada por la 1257 de 2021 para la gestión de residuos de construcción y demolición. En proceso la 549 de 2015 uso y ahorro de agua y energía en edificaciones. Resolución No. 01115, de la Secretaría Distrital de ambiente para el tratamiento y/o aprovechamiento de escombros en el Distrito Capital (todas las obras civiles en Bogotá están obligadas a usar no menos del 25% de materiales de origen reciclado). Ley 1715 de 2014 para promover el desarrollo de fuentes no convencionales de energía. Resolución 1256 de 2021 - uso de aguas residuales y adopción de otras disposiciones
Incentivos	Líneas de financiación para la economía circular (fábricas de productividad, líneas para el uso de líneas no convencionales de energía, líneas de crédito verdes). LEED Colombia, CASA, EDGE Capacitación y cooperación: Activando la Economía Circular – iNNpulsa y MinCIT
Capacitación e investigación	Programa capacitación en Economía Circular del SENA Programa capacitación y asistencia técnica en Economía Circular RedES-CAR
Cooperación	Cámara de construcción sostenible
Sistemas de información	Sistema de información: Informes de estadísticos de economía circular DANE Información de agregados y extracciones en la Agencia Nacional de Minería Medición de la actividad edificadora por Camacol Micrositios de economía circular en MADS

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior, la cadena de construcción en Colombia avanza hacia la transición de modelos locales de aprovechamiento con coberturas y esquemas regionales al ser una línea de acción priorizada en la ENEC. Esta prioridad en política pública ha impulsado un conjunto de iniciativas dentro de varias instituciones como entidades financieras, universidades y la Oficina Nacional de Estadística (DANE) para adelantar mecanismos de gestión que impulsen el escalamiento de la transición hacia la economía circular. Así mismo, la capacidad institucional de las autoridades ambientales se ha ido fortaleciendo en aras de realizar seguimiento a instrumentos e indicadores como la tasa de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición, y el porcentaje de proyectos de construcción que aplican a programas de certificación en la industria de la construcción (Romano, 2021).

## D. La cadena automotriz (México)

México, está posicionado como el octavo productor de vehículos a nivel global, con una producción de 5 millones anual equivalentes a una contribución promedio del 3% al PIB nacional, dos millones de empleos y 32% de las exportaciones (H2GC, 2019). La cadena de valor automotriz se compone a partir del suministro de materias primas (hierro y acero, aluminio, vidrio y derivados del petróleo), de la fabricación de automóviles y autopartes relacionados, y del transporte y la comercialización (CEPAL, 2018). México es uno de los principales ensambladores de la industria automotriz en el mundo, el proceso está compuesto a partir de las fases de almacenamiento de materias primas (provenientes por lo general de países europeos), termoformado, mecanizado, terminado y ensamble, control de calidad, almacenamiento de producto terminado y envío (Krolczyk, 2015), véase diagrama 7. Durante el proceso, se encuentran los desperdicios o residuos, los cuales por lo general se concentran en los procesos de mecanizado, terminado y ensamblado y controles de calidad; generando así potenciales oportunidades a la circularidad.



Fuente: Elaboración propia.

Los actores a lo largo de la cadena se dividen en tres niveles: *tier 1* (proveedores para el suministro de productos de ensamblaje), *tier 2* (proveedores de materiales y subproductos de ensamblaje para *tier 1*) y *tier 3* (proveedores de *tier 2*) (Blanco y otros, 2020). Los actores de mayor potencial para



desarrollar la economía circular son los *tier 1*, debido a que estas empresas tienen que cumplir con altos requisitos de calidad y estándares de sostenibilidad exigidos por las grandes empresas ensambladoras. Sin embargo, los de mayor necesidad de intervención y fortalecimiento empresarial y sostenible son los *tier 2* porque es un eslabón de la cadena en donde no se presentan avances en la trazabilidad. El cuadro 11 presenta el flujo de las principales entradas y salidas de materiales en la cadena.

**Cuadro 11**  
**Flujo de recursos en la cadena automotriz**

Entradas	Características	Salidas
Materiales compuestos en su mayoría por: Vidrio Hierro y acero Cobre Caucho Plásticos Energía	Durante la última década, la producción y consumos de vehículos automotrices ha aumentado, haciendo que el flujo de estos materiales sea prioritario a lo largo de la cadena de valor.	Principales productos: Vehículos  Principales residuos: Plásticos Residuos peligrosos Chatarra Llantas Emisiones Baterías

Fuente: Elaboración propia.

La cadena automotriz presenta modelos de circularidad para avanzar en la descarbonización, circularidad de los materiales, optimización del ciclo de vida y mejora en la utilización de los productos (WEF, 2020). La descarbonización a lo largo del ciclo de vida contempla el uso de materiales bajos en carbono, ensamblaje e integración de las operaciones con redes energéticas renovables. La recuperación de recursos contempla el cierre en la brecha de circularidad en los materiales con prácticas como el reciclaje, la renovación, el desmontaje al final de la vida útil y la incorporación de la logística inversa. Especialmente con materiales plásticos, baterías, chatarra y llantas. La extensión del ciclo de vida de los vehículos y las autopartes son promovidas por actividades como el diseño eficiente, modularidad, reparación, reutilización y la remanufactura. Por último, el uso eficiente en el tiempo y en los recursos también es promovida gracias a la manufactura por demanda según los requisitos del mercado. De manera transversal, las tecnologías de la cuarta revolución industrial aportan a la digitalización y optimización de los procesos a lo largo de la cadena de valor (Gilardini, 2019). El cuadro 12 presenta diversos modelos de innovación con ejemplos de casos empresariales de circularidad en la cadena.

**Cuadro 12**  
**Gradualidad de modelos de innovación en circularidad en la cadena automotriz**

	Extracción	Procesamiento	Distribución	Uso
Incineración con recuperación de energía	Uso de neumáticos como combustible			Uso de aceite lubricante como combustible
Reciclaje de materiales	Uso de materiales bajos en carbono Deacero <sup>a</sup>	Desarrollo de subproductos Harman <sup>a</sup>		Reciclaje de aceites, filtros y catalizadores Pretti <sup>a</sup>
Reúso	Alargar la vida útil del 1 recurso por medio del reúso y evitar extracción de materiales vírgenes Holcim México y Geocycle <sup>a</sup>			Reúso de neumáticos para materiales secundarios y de aceites Harman <sup>a</sup>

Extracción	Procesamiento	Distribución	Uso
Extender la vida útil	Diseño eficiente, modularidad, reparación, reutilización y remanufactura Tremec <sup>a</sup>		Desmontaje al final de la vida útil General Motors <sup>a</sup> Re-encauche de neumáticos Multillantas Nieto <sup>a</sup>
Prevención	Uso eficiente del agua Bitron <sup>a</sup>	Sistemas de información con monitoreo de inventarios sujetos a demanda Volkswagen <sup>a</sup>	Mantenimiento de vehículos automotrices Nissan <sup>a</sup>
Regeneración	Ensamblaje e integración de las operaciones con redes energéticas renovables Eckerle <sup>a</sup> Comercialización carros eléctricos Renault <sup>a</sup>	Ensamblaje e integración de las operaciones con redes energéticas renovables Innovet <sup>a</sup> Comercialización carros eléctricos JAC E Sei 1 <sup>a</sup>	Logística inversa Ford <sup>a</sup>

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Los casos están descritos y referenciados en el anexo 2.

En el año 2021, el Clúster Automotriz del Estado de Querétaro implementó un programa de economía circular, en el que participaron 40 empresas y 5 universidades locales, generando 42 proyectos de economía circular que conciben inversiones de un millón de dólares y beneficios económicos por cuatro millones de dólares. Estos primeros resultados también incluyen la valorización de 1,092 toneladas de residuos al año, la reducción de emisiones de 4,179 toneladas de CO<sub>2</sub> anuales y la recirculación de 50,457 metros cúbicos de agua gracias al aprovechamiento de residuos, cierre de ciclos de manufactura, fortalecimiento de capacidades y renovación de la cultura organizacional, buscando la colaboración entre empresas y proveedores (Clúster Industrial, 2021).

El cuadro 13 presenta los mecanismos de gestión de economía circular para la cadena automotriz en México. Los mecanismos de gestión fueron formulados por autoridades ambientales nacionales como SEMARNAT, y regionales como SEDESU, universidades, centro de desarrollo empresarial como el Clúster automotriz.

**Cuadro 13**  
**Mecanismos de gestión de economía circular para la cadena automotriz en México**

Mecanismos de gestión de economía circular	Descripción
Innovación en regulación	Ley General de Economía Circular a nivel nacional, priorizando la gestión sustentable del agua, la energía y los recursos naturales / industriales Ley de prevención y gestión de residuos en el estado de Querétaro para la economía circular, responsabilidad extendida del productor.
Incentivos	Bolsa de residuos promovida por la Secretaría de Desarrollo Sustentable, con inventario y oferta de residuos para intercambiar. Beneficios de ser propietario de automóviles eléctricos en términos de costos, parqueaderos y estaciones de carga.
Capacitación e investigación Cooperación	Programa economía circular de la Universidad Nacional Aeronáutica de Querétaro (UNAQ) Programa fortalecimiento de capacidades del Proyecto Sistema de Economía Circular en Querétaro
Sistema de información	Clúster Automotriz como plataforma líder en información de la industria manufacturera en México CENAM (Centro Nacional de Metrología) como referente en los parámetros mínimos de cumplimiento de materiales TEC de Monterrey con información de avances en proyectos de circularidad

Fuente: Elaboración propia.

La cadena automotriz en México, insertada en las dinámicas productivas globales, cuenta con avances tecnológicos y requisitos de proveeduría formales, que incluyen modelos afines a la circularidad. En México, recientemente, tanto el Gobierno Federal como varios gobiernos Estatales como el de Querétaro, han priorizado el desarrollo políticas públicas en economía circular.

## E. Indicadores para medir el avance entre cadenas productivas

Esta sección presenta los resultados del tercer paso de la metodología, la comparación de avances y oportunidades para la economía circular según la evaluación de indicadores entre cadenas productivas y países en ALC. Los resultados de la aplicación de la metodología permiten identificar oportunidades de intercambio de experiencias entre sectores y priorizar necesidades para el desarrollo de políticas públicas. El cuadro 15 presenta los resultados en la evaluación de indicadores de circularidad por cadena:

Como se observa en el cuadro 14, la cadena agroalimentaria presenta oportunidades de circularidad en el uso de la biomasa, siendo este el mayor residuo generado de la mano de envases plásticos y agua utilizada. En su mayoría, este tipo de recursos son homogéneos, lo cual permite su aprovechamiento y reúso en múltiples productos y modelos de negocio. En Argentina, el sector agroalimentario tiene una larga tradición, por lo cual, es posible identificar varias empresas dedicadas a generar oportunidades de sostenibilidad y economía circular con el uso de procesos tradicionales e innovadores. Si bien no existe una ley de economía circular aún, sí existen iniciativas que reúnen a empresas, gobierno y academia. De la misma forma, existen diversos sistemas de información como lo son el CEADS y el Banco de Alimentos.

La cadena de construcción presenta oportunidades de circularidad sobre todo en el reúso de tierras de excavación, pétreos de demolición y escombros. Los dos primeros cuentan con un potencial de total aprovechamiento. Otro modelo de circularidad comúnmente utilizado son las prácticas de simbiosis industrial para compartir recursos. Las normas no permitían este tipo de aprovechamientos, sin embargo, en noviembre de 2021, la normativa colombiana cambió permitiéndolo con el ajuste de la Resolución 1257. A su vez, existen varios emprendimientos para la recuperación de materiales y las certificaciones por su parte cada vez son más numerosas, sobre todo con la promoción de los estándares ya definidos a nivel internacional. La infraestructura circular y tecnológica, está orientada en gran medida a los laboratorios de análisis de materiales, así como a prácticas de modelación que han permitido evitar los desperdicios en los proyectos, identificar interferencias y falta de cumplimiento en estándares.

El sector ha avanzado en la recolección y documentación de la información, en donde los principales sistemas son los del DANE para la medición de la generación de residuos y demolición. Las iniciativas o proyectos de circularidad más documentados del sector han estado liderados por el programa RedES-CAR<sup>2</sup> y por el portafolio de iniciativas exitosas de la ENEC. En relación con las políticas públicas en favor de la circularidad, aún existe una gran brecha de falta de trazabilidad, generación de empleo formal y uso de materiales legales.

---

<sup>2</sup> [www.redescar.org](http://www.redescar.org).

**Cuadro 14**  
**Evaluación de indicadores de circularidad en cadenas productivas prioritarias para ALC**

Dimensión	Indicador	Descripción	Escala	Cadena agroalimentaria de Argentina	Cadena construcción Colombia	Cadena Automotriz México
Flujo de recursos	Tipo de recurso	Tipología de recurso del mayor residuo generado en la cadena	Biomasa (renovable) Industrial (non-renovable)	Biomasa	Industrial	Industrial
	Volumen	Toneladas/año del mayor residuo generado	Variable continua	12 millones (residuos sólidos)	25 millones (tierras de excavación)	14 millones (plásticos)
	Homogeneidad	Número de tipos de recursos del mayor flujo de residuos generados	1 – 2: homogéneo 2 – 4: poco homogéneo 4 – 6: Mezclado	1 – 2	1 – 2	1 – 2
	Circularidad	Residuos aprovechados/recursos generados	< 1% 1 – 5% 5 – 25% > 25%	> 25%	> 25%	5 – 25%
Innovación	Modelo de circularidad	Casos implementados de modelos de innovación para la circularidad; (i) Valoración de residuos, (ii) Abastecimiento circular (iii) Extensión de la vida útil del producto, (iv) Sistemas de producto como servicio, (v) Plataformas	1 modelo 2 – 3 modelos 4 – 5 modelos	4 – 5	2 -3	2 -3
	Cambio tecnológico	Depreciación económica de la tecnología sujeto a la innovación circular en años	Bajo (depreciación < 5 años) Mediano (depreciación 5 – 10 años) Alto (depreciación > 10 años)	Bajo (depreciación < 5 años)	Mediano (depreciación 5 – 10 años)	Alto (depreciación > 10 años)
	Madurez de la innovación	Años de los emprendimientos promedio en el mercado	< 3 años: Introducción 3 - 10 años: Crecimiento > 10 años: Madurez	> 10 años	3 - 10 años	3 - 10 años
	Estándares	Existencia de estándares de sostenibilidad	1 2 – 3 4 – 5	4 – 5	4 - 5	1
Colaboración	Innovación en regulación	Proceso de políticas para nuevas leyes circulares y regulaciones	Favorable a la circularidad Neutral a la circularidad Desfavorable a la circularidad	Favorable a la circularidad	Favorable a la circularidad	Desfavorable a la circularidad
	Incentivos	Existencia de mecanismos de (a) contratación pública, (b) programas de capacitación, (c) asistencia técnica en EC, (d) instrumentos financieros	Disponibles (3-4) / 4 Emergente (2-3) / 4 Débil (0-1) / 4	Disponibles	Emergente	Débil
	Sistema de información	Sistema de información con indicadores de circularidad disponible al público	Existencia del sistema No existencia del sistema	Existencia del sistema	Existencia del sistema	No existencia del sistema
	Plataforma de colaboración	Plataformas de colaboración entre empresas, instituciones públicas y/o universidades	Existencia de alguna plataforma No existencia de plataformas	Existencia de plataforma	Existencia de plataforma	Existencia de plataforma
Modelos de negocios	Proyectos empresariales circulares	Número de proyectos de economía circular identificado al interior de empresas parte de la cadena	Variable continua	19	18	13
	Infraestructura circular	Numero de iniciativas de infraestructura circular relacionada con la cadena	Variable continua	5	2	2

Fuente: Elaboración propia.

Por último, la cadena automotriz en México presenta oportunidades de circularidad principalmente en el reúso de plásticos y residuos peligrosos. Los plásticos son el residuo más generado como resultado del uso de empaques de materiales entre los diversos eslabones y actores del *tier 3 -2 -1*. En la actualidad, los plásticos residuales son enviados por las empresas al relleno sanitario o a una empresa recicladora para la generación de subproductos. Si bien estos productos generan valor, también existen oportunidades de reúso al interior de las plantas con productos sustitutos en las operaciones diarias. De igual forma, otro de los modelos de circularidad implementado es el abastecimiento circular para reducir el uso de combustibles fósiles y promover la producción de carros eléctricos. La tecnología implementada en su mayoría está orientada al reciclaje (p.ej. trituradores, separadoras, tolvas, mezcladoras) y la infraestructura de laboratorios de análisis de materiales. En relación a las políticas de circularidad en México, en el 2021 se estableció la Ley General de Economía Circular. En términos de sistemas de indicadores disponibles, estos aún no existen. Sin embargo, sí existen plataformas de colaboración entre empresas, academia e instituciones públicas, como lo es la bolsa de residuos promovida por la Secretaría de Desarrollo Sustentable e iniciativas como el antes mencionado "Proyecto Sistema de Economía Circular Querétaro" con la participaron actores públicos y privados y academia, fortaleciendo capacidades y formulando proyectos tangibles<sup>3</sup>.

## F. Planes de acción circular para las cadenas productivas

Los resultados de la aplicación de la metodología previamente expuestos permiten formular agendas de acción y promover una transición hacia la economía circular en las cadenas productivas priorizadas en la región de ALC. Los planes de acción están orientados a acoger las necesidades de cada cadena en torno a la innovación en la regulación de normativas para facilitar la circularidad, desarrollar sistemas de información sobre flujos de materiales, y enfocar políticas y programas de fomento y capacitación en cadenas productivas. A su vez, su desarrollo permite formalizar plataformas público-privadas con hojas de ruta para alinear intereses, prioridades y acciones que permitan planear la transición de la economía circular como una perspectiva de largo plazo que sobrepasa los períodos de los ciclos de administración pública en la región. A continuación, se presenta el resumen de las agendas de acción sugeridas en cada cadena, en términos de flujos de recursos, modelos de negocio y mecanismos de gestión; cada una con una propuesta sugerida de indicadores y cifras de línea base para el monitoreo.

### Cadena agroalimentaria en Argentina

En la cadena agroalimentaria en Argentina las oportunidades están en el aprovechamiento de la biomasa principalmente, así como de otros residuos sólidos como los envases plásticos. Los modelos de negocio documentados hasta el momento están articulados con la gestión del flujo de salidas en la cadena y es posible identificar una tendencia hacia alargar la vida útil del recurso por medio de la disminución de la extracción de materiales vírgenes con el reúso de la biomasa para desarrollar subproductos, y el aprovechamiento de envases y empaques para desarrollo de nuevos productos. Por último, se encuentra también la sustitución de agua de riego para la administración eficiente de uno de los recursos más utilizados. Además, una adecuada gestión administrativa está apalancada principalmente por normativas como la derogación del Decreto 591/19 para reducir los residuos importados y aumentar el suministro local de insumos industriales provenientes de los residuos. De igual manera, la circularidad se está estructurando a partir del desarrollo de la Mesa Técnica de Trabajo en Economía Circular con líderes gubernamentales y empresas y de la documentación de casos de circularidad realizada por el Consejo Empresario Argentino para el Desarrollo Sostenible (CEADS). El cuadro 15 resume la agenda de acción para esta cadena, con sus respectivos avances (línea base) hasta el momento.

---

<sup>3</sup> <https://www.economiacircularqro.mx>.

**Cuadro 15**  
**Propuesta de plan de acción circular para la cadena agroalimentaria en Argentina**

Dimensión	Prioridades	Indicador	Línea base (año referencia)
Flujo de recursos	Biomasa cultivos Residuos sólidos	Toneladas / Año	12.325.000 toneladas de residuos sólidos al año (2019)
Escalamiento modelos de negocio	<p>Reúso de la biomasa para desarrollar subproductos</p> <p>Ejemplo: El Programa Probiomasa del Gobierno Nacional reúne a Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos y Santa Fe quienes concentran 17 de los 27 proyectos presentados en la Argentina para aprovechar energéticamente fuentes de biomasa provenientes de residuos madereros, pastizales, excrementos animales, y cultivos.</p>	Toneladas de biomasa aprovechada	Aprovechamiento de 75.000 toneladas anuales de aserrín y ahorro del 40% en energía eléctrica (2020)
	<p>Reúso de envases y empaques para desarrollo de nuevos productos</p> <p>Ejemplo: Danone junto a la Fundación Avina diseñaron un programa de reciclaje para incrementar la tasa de reciclado, empoderar el ecosistema de reciclaje y reconocer el rol de los recicladores. Se ha logrado recuperar botellas de PET para utilizar como RPET en la fabricación de nuevos envases.</p>	Toneladas de plástico aprovechadas/ Toneladas de plástico generadas	36 cooperativas asociadas al proyecto, las cuales representan más de 4400 recuperadores urbanos y una recolección mensual 2040 toneladas de botellas de PET al año (2020)
	<p>Sustitución de agua de riego para la administración eficiente de los recursos</p> <p>Ejemplo: La empresa Molinos ha reducido el consumo de agua en la cadena de valor a partir de sustituir el riego tradicional por riego por goteo en plantaciones de vegetales.</p>	(Consumo de recursos año actual - Consumo de recursos año anterior) / Consumo de recursos año anterior	Disminución en el consumo de 33m3 en 16hs de proceso a 17,8m3 al controlar niveles de agua, disminuir pérdidas y trabajar en el sistema de recuperación.  Planta Los Robles logró reducir en un 25 % el consumo total de agua (2015)
Mecanismos de gestión	Derogación del Decreto 591/19 para reducir los residuos importados y aumentar el suministro local de insumos industriales provenientes de los residuos.	Tipo de residuos importados con potencial de ser sustituidos	Mayores residuos importados a 2019 eran papeles y cartones, chatarra, caucho y plásticos.  El 90% de los residuos terminan en basurales a cielo abierto y rellenos sanitarios (2019)
	Desarrollo de la Mesa Técnica de Trabajo en Economía Circular con líderes gubernamentales y empresas.	Número de mesas técnicas de trabajo	1 mesa técnica realizada (2021)
	<p>Casos de circularidad documentados del Consejo Empresario Argentino para el Desarrollo Sostenible (CEADS)</p> <p>Ley 27454 para El Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos</p>	<p>Número de casos de economía circular documentados en cada ODS</p> <p>Número de proyectos documentados para la reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos</p> <p>Número de miembros participantes en la Red Nacional</p>	<p>80 industrias con más de 50 proyectos formulados (2022)</p> <p>150 miembros del sector público, privado y academia con 35 proyectos formulados (2022)</p>

Fuente: Elaboración propia.

## Cadena de construcciones en Colombia

La cadena de construcciones en Colombia presenta oportunidades de circularidad en el aprovechamiento de tierras de excavación, así como de otros residuos como los escombros. Los modelos de negocio documentados hasta el momento permiten identificar una tendencia orientada principalmente al reúso de materiales homogéneos para la elaboración de subproductos, la extensión de la vida útil de materiales en otros usos, y las prácticas de modelación que permiten generar eficiencia en el uso de recursos y evitar desperdicios en los proyectos. Adicionalmente, una adecuada gestión administrativa está apalancada principalmente por normativas como la 1257 de 2021 para la gestión de RCD que modifica la resolución 472 de 2017, el programa virtual de capacitación en Economía Circular del SENA y en sistemas de información consolidados como los informes de estadísticas de economía circular DANE. El cuadro 16 resume la agenda de acción para esta cadena, con sus respectivos avances (línea base) hasta el momento.

**Cuadro 16**  
**Propuesta de plan de acción circular para la cadena de construcciones en Colombia**

Dimensión	Prioridades	Indicador	Línea base (año referencia)
Flujo de recursos	Tierras de excavación	Toneladas/año	25 millones de toneladas/año tierras excavación
	Escombros		7 millones de toneladas/año escombros (2021)
Escalamiento modelos de negocio	Reúso de materiales homogéneos para la elaboración de subproductos Ejemplo: La empresa Reciclados Industriales recibe los escombros de construcciones y certifica su disposición adecuada, a partir de especificaciones técnicas del ICONTEC, IDU e INVIAS.	Toneladas recuperadas de RCD	Recuperación de 2 millones de toneladas de escombros y residuos de construcción transformados a materiales sostenibles (2018)
	Extender vida útil de materiales en otros usos Ejemplo: Inversiones Sayim es una empresa del sector de la construcción que desarrolló un emprendimiento ambiental para disminuir el desperdicio de madera en las obras de construcción y extender su vida útil.	Toneladas de material recuperado	Más de 130 toneladas recuperadas (2018)
	Prácticas de modelación que permiten generar eficiencia en el uso de recursos y evitar desperdicios en los proyectos Ejemplo: Conconcreto trabaja en promover la eficiencia energética para la reducción en consumos de energía, diseño equipos eficientes, bioclimática, materiales sostenibles y sistemas solares fotovoltaicos.	Área de edificaciones intervenidas	Modelación energética para más de 87.271 m <sup>2</sup> de edificaciones residenciales e industriales (2021)
Mecanismos de gestión	Resolución 472 de 2017 modificada por la 1257 de 2021 para la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD).	Tasa % de aprovechamiento de RCD	Utilizar RCD aprovechables en un porcentaje no inferior al 2% en peso del total de los materiales usados en la obra, con incrementos anuales del 2% hasta completar un 30% de aprovechamiento (2017).
	Programa virtual de capacitación en Economía Circular del SENA	Número de egresados del programa	880 ciudadanos (2021)
	Informes de estadísticos de economía circular DANE	Número de informes publicados de circularidad en el sector	4 informes entre 2019 y 2021 (2021)

Fuente: Elaboración propia.

## Cadena automotriz en México

La cadena automotriz en México presenta oportunidades de circularidad en el aprovechamiento de residuos sólidos como los empaques plásticos y aquellos generados por los procesos industriales como agua contaminada con aceite, solventes o remanentes de pinturas. Los modelos de negocio documentados hasta el momento permiten identificar una tendencia orientada principalmente al aprovechamiento de materiales con el desarrollo de subproductos a partir de residuos de la industria, prevención de la extracción de recursos evitando emisiones y a la conservación de fuentes de recursos con la integración de las operaciones con redes energéticas renovables (véase cuadro 17). Adicionalmente, una adecuada gestión administrativa está apalancada principalmente en normativas como la Ley General de Economía Circular publicada en 2021, priorizando la gestión sustentable del agua, la energía y los recursos naturales/ industriales. De igual manera, ya se presentan avances en programas de capacitación en economía circular con la formulación de proyectos en más de 9 empresas y 1 clúster automotriz en el estado de Querétaro.

**Cuadro 17**  
**Propuesta de plan de acción circular para la cadena automotriz en México**

Dimensión	Prioridades	Indicador	Línea base (año de referencia)
Uso eficiente de recursos	Residuos generados en México	Toneladas / año	45 millones de toneladas (2020)
Escalamiento modelos de negocio	Desarrollo de subproductos a partir de residuos Ejemplo: Holcim México y Geocycle diseñó el proyecto STAAR para manejar los residuos de las empresas fabricantes de automóviles y autopartes.	Tasa de aprovechamiento de residuos	40 mil toneladas de residuos tratados con una tasa de sustitución térmica del 30% en la producción de cemento al reemplazar el uso de combustibles fósiles (2019).
	Prevenir la extracción de recursos y evitar emisiones Ejemplo: La empresa Bitron diseñó un sistema de recirculación del 100% de agua de prueba de válvulas, que controla el cloro residual y formación de biopelículas para una disminución en uso de insumos y agua.	Cantidad de aprovechamiento de recursos	456 m <sup>3</sup> /año agua aprovechada (2021)
	Conservación de fuentes de recursos con la integración de las operaciones con redes energéticas renovables Ejemplo: La empresa Innovet diseñó un proyecto para la proveeduría de energía solar para el 100% de su consumo actual a través de módulos en el techo de la compañía.	Sustitución de energía eléctrica por fuentes convencionales Toneladas de emisiones evitadas	Energía renovable 427,200 kWh/año Emisiones evitadas 124 Ton CO <sub>2</sub> eq/año (2021)
Mecanismos de gestión	Iniciativa de Ley General de Economía Circular	Número de líneas de acción priorizadas	Gestión sustentable del agua, la energía y los recursos naturales / industriales (2021)
	Programas de capacitación en economía Circular	Número de egresados del programa	9 empresas y 1 cluster automotriz en Querétaro graduados del programa Sistema Economía Circular Querétaro (2021)

Fuente: Elaboración propia.



## **IV. Perspectivas para la transición de la economía circular en América Latina y el Caribe**

Las perspectivas para la transición hacia la economía circular en ALC están enmarcadas en el desarrollo competitivo de las cadenas productivas considerando los ODS, la agenda 2030 y las metas de descarbonización del Acuerdo de París (2050). Las agendas parten de los modelos de innovación de economía circular identificados para cada cadena y del desarrollo de mecanismos facilitadores para las políticas públicas de fomento.

### **A. Oportunidades de la economía circular en las cadenas productivas**

Las cadenas analizadas demuestran que la economía circular es un imperativo para la mayoría de las empresas. También resaltan prácticas circulares existentes desde tiempo atrás en las cadenas, como por ejemplo el compostaje y la cogeneración de energía en el sector agroalimentario, la cogeneración de residuos en los hornos cementeros y de ladrillos en la cadena de construcción, y el reciclaje de llantas y uso de materiales bio-basados en la cadena automotriz. La transición hacia la circularidad consiste en multiplicar y escalar los modelos de negocio y en avanzar en la gradualidad de su aplicación hacia estrategias de mayor jerarquía como el reúso, la prevención y la regeneración.

Las oportunidades de economía circular en la cadena agroalimentaria surgen a partir de modelos de compostaje, la cogeneración de energía, la conservación de fuentes hídricas, el reúso de agua tratada en sistemas de riego, y la mejora de eficiencia en el uso de recursos a partir de la tecnificación de los cultivos y actividades pecuarias. Adicionalmente, la gestión de materiales de envases y empaques presenta oportunidades para reducir la disposición de materiales de un solo uso, especialmente plásticos. Los beneficios de la economía circular para las cadenas agroalimentarias están relacionados con el uso del suelo y la conservación de recursos naturales en una de las regiones de mayor biodiversidad y necesidad de mejora ambiental.

En la cadena de la construcción las oportunidades están en el reciclaje de materiales vírgenes y escombros, innovaciones de diseño en los sistemas de iluminación, optimización en el uso de agua y extensión en la vida útil de los materiales, posibilidades en el diseño de edificaciones para aprovechar luz natural y reducir consumos de energía, aprovechamiento de aguas lluvias en baños, muros verdes para enfriar naturalmente espacios, entre otros. Una adecuada planeación urbana presenta un alto potencial para mejorar la infraestructura en los sistemas de servicios públicos, así como en el acceso a las edificaciones. Además, la cogeneración de energía a partir de flujos de recursos residuales en hornos cementeros, representan una alternativa importante para la descarbonización.

La cadena productiva automotriz por su parte representa el caso de una cadena global caracterizada por la importación de la mayoría de los recursos y la exportación de los principales productos producidos (automóviles) hacia mercados fuera de la región de América Latina. Las oportunidades de economía circular identificadas están orientadas hacia el reciclaje de materiales de componentes de valor agregado como filtros de aceite, filtros de aire, catalizadores, cauchos a partir de las llantas, y la innovación de materiales reciclados y bio-basadas en la manufactura de los automóviles. Adicionalmente, otras oportunidades para avanzar hacia la circularidad son el uso de fuentes de energía renovables para los procesos de manufactura y la innovación de sistemas de envases y empaques para la distribución de componentes entre clientes industriales. El desarrollo de la circularidad a nivel local cobra relevancia en gran medida porque las alternativas de diseño, como la producción de automóviles eléctricos, son impulsados por los corporativos globales que muchas veces están ubicados fuera de la región.

Los ejemplos de las cadenas analizadas también muestran que la economía circular presenta un panorama mucho más allá de solo la gestión de residuos. Especialmente las alternativas de diseño y modelos de innovación basados en el uso de tecnología presentan el potencial de la desmaterialización y de alargar la vida útil de los recursos. Son estos modelos de innovación de mayor jerarquía, los que más contribuyen a las metas de descarbonización y a la conservación de los recursos. Es importante destacar que, si bien la recuperación de energía a partir de la incineración es una práctica de circularidad descartada dentro de varios marcos normativos internacionales, esta representa una oportunidad para generar valor en las regiones de América Latina y el Caribe debido a la ausencia de infraestructura adecuada para la disposición de residuos.

## **B. Recomendaciones de política pública**

Los resultados de la aplicación de la metodología permiten formular planes de acción para promover la transición hacia la economía circular en las cadenas productivas en la región de América Latina y el Caribe. Para que las políticas públicas creen un entorno favorable para que las empresas y emprendedores inviertan en iniciativas de economía circular, se requieren ajustes de paradigmas y desarrollo de mecanismos de fomento.

Las recomendaciones de política pública requieren el cambio de paradigmas arraigados sobre políticas de fomento de la región: (i) un primer cambio considera las cadenas productivas como objetos de análisis en lugar de enfoques sectoriales aplicados a los programas de desarrollo. La perspectiva de la cadena productiva combina la variedad de empresas que en su conjunto generan valor alrededor de una necesidad de consumo; (ii) un segundo cambio de paradigma consiste en entender que la economía circular requiere de soluciones integrales y no parciales capaces de enfatizar en la alineación y compatibilidad de las políticas públicas adelantadas por las diversas dependencias e instituciones. Las soluciones integrales derriban el pensamiento en silos y los intereses y enfoques particulares de alguna rama en específico. Por ejemplo, la economía circular requiere colaboración y alineación de políticas y programas entre dependencias de comercio, industriales, ambientales, mineras energéticas, y de agricultura. El cambio de paradigma también incluye que las empresas trabajen juntas y colaboren entre sí para el uso eficiente de recursos.

Otras recomendaciones de política pública incluyen el desarrollo de mecanismos de fomento que en su conjunto crean un entorno favorable para la transición hacia la economía circular. Los mecanismos son desarrollados en coordinación entre diversas instituciones públicas y privadas a través de plataformas con hojas de ruta que permiten alinear intereses, prioridades y acciones bajo una perspectiva de largo plazo que sobrepasa los periodos de los ciclos de administración pública en la región:

### **Innovación en regulación**

Los casos analizados, evidencian la existencia de normatividad que limita el desarrollo de la circularidad en las cadenas productivas analizadas. Especialmente, la normatividad ambiental relacionada con la gestión de residuos y el reúso de agua tratada. Por ejemplo, en Argentina y Colombia, todos los materiales categorizados como residuos deben ser gestionados (transporte y procesamiento) por empresas con permisos especiales, lo cual aumenta los costos. Ajustes en la normatividad que fomenta la circularidad permitirá clasificar los materiales secundarios como materiales que pueden ser transportados y procesados como materia prima corriente. Otro ejemplo ilustra las restricciones al uso del agua residual tratada como agua en sistemas de riego. Estas regulaciones, muchas de carácter ambiental, requieren ser ajustadas para responder al avance tecnológico del momento que permite asegurar la protección ambiental y la salud humana a partir de soluciones circulares.

Ejemplos de regulaciones que fomentan la circularidad incluyen la responsabilidad extendida del productor, que obliga al comercializador a retomar los materiales puestos en el mercado. Esta regulación ha estimulado importantes iniciativas de recuperación de mercados en envases como muestra el caso de Campo Limpio en Argentina y la resolución 1257 de 2021 para la reincorporación de escombros de materiales de construcción en Colombia. Escalar la aplicación de esta regulación innovadora a otros flujos de materiales favorecerá la transición hacia la economía circular.

### **Incentivos**

Los incentivos al desarrollo de iniciativas de economía circular consisten en el desarrollo de líneas de financiación que reconocen principios y criterios de sostenibilidad. El caso de Colombia muestra líneas del banco de desarrollo Bancoldex que favorece el financiamiento de la economía circular en una variedad de cadenas, dentro de las cuales clasifican empresas de la cadena de construcción. Las líneas de financiación cuentan con tasas y plazos preferenciales para capitales de inversión, de trabajo y/o de servicios de consultoría.

La atracción de recursos de financiamiento para que bancos privados y bancos de desarrollo impulsen mayores facilidades de financiación, contribuye al escalamiento. Otros incentivos incluyen las exenciones tributarias por el uso de tecnología limpia y la implementación de impuestos al carbono que favorece el uso de fuentes energéticas renovables y la descarbonización.

### **Estándares**

El desarrollo de guías técnicas para la implementación de prácticas de economía circular es un instrumento relevante para fomentar y escalar la estrategia de la economía circular en la cadena de valor. El caso automotriz en Querétaro, México, muestra cómo la guía para la recuperación de catalizadores contribuye a la implementación de prácticas operativas en los talleres automotrices. Otros ejemplos incluyen la guía de compostaje en la cadena agroalimentaria en Argentina y los estándares de desperdicios de alimentos incluidos en el Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos. Las guías técnicas pueden evolucionar hacia programas de certificación de materiales, productos o servicios. Los estándares y certificaciones fomentan los mercados de los materiales recuperados y ayudan a la disseminación de prácticas de circularidad.

## Capacitación e investigación

La economía circular es un modelo emergente que requiere mucha divulgación y capacitación entre actores del sector público, privado y académico. Ejemplos del Sistema Nacional de Aprendizaje SENA en Colombia, muestra un importante esfuerzo en la masificación de la capacitación técnica basada en modelos de educación virtual en economía circular. Otro ejemplo de capacitación y formulación de proyectos de economía circular en la cadena automotriz es el Sistema de Economía Circular Querétaro, una ambiciosa iniciativa colaborativa entre la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro (SEDESU), el Clúster Automotriz, y cuatro universidades del estado que han formulado iniciativas circulares con empresas, cadenas, entidades de fomento y educación.

Crear masa crítica de capacidades ayuda a generar proyectos de investigación sobre flujos de materiales, tecnologías requeridas y planes de negocios de cara a los requisitos del mercado y de las empresas. Los programas de formación e investigación incluyen el fomento al emprendimiento y a la incubación de nuevas empresas creadas a partir de modelos de negocio innovadores.

## Sistemas de información

La información sobre los flujos de recursos en las cadenas analizadas es aún incipiente. Tanto a nivel de las autoridades de vigilancia, como a nivel de las empresas privadas y gremios, la información sobre la extracción, transformación comercialización, es escasa. Aún son pocas las empresas que publican sus flujos de recursos consumidos en los reportes anuales; tampoco existen bases de datos consolidadas. Las estimaciones sobre el uso de recursos solo aparecen a nivel agregado en cuentas nacionales y algunas cuentas sectoriales. DANE cuenta con una primera aproximación para avanzar en informes periódicos disponibles al público sobre indicadores de economía circular.

Para avanzar en las agendas de economía circular es fundamental contar con información precisa acerca del flujo de recursos que consumen las empresas. Para ello es importante la masificación del análisis de Flujo de Materiales (MFA por sus siglas en inglés) a nivel de empresas, cadenas y regiones. Metodologías estandarizadas globalmente, como el análisis de ciclo de vida, las huellas ambientales y el Eurostat, son recomendados como instrumentos. El desarrollo de sistemas de información presenta oportunidades para la academia, institutos de investigación y estadística.

## Cooperación

Avanzar en los planes de acción como parte de un proceso de transformación productiva en el largo plazo requiere de gran articulación y cooperación entre actores. El éxito del cambio sistémico dependerá en gran medida de la alineación de las políticas públicas en los diversos niveles regionales, nacionales y globales. Los ejemplos del Sistema de Economía Circular Querétaro donde participa el *cluster* automotriz, la autoridad SEDESU y varias universidades del Estado y el Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos en Argentina son buenos ejemplos de cooperación entre actores de diversos sectores para avanzar la transformación hacia la economía circular.

Al ser las empresas las protagonistas de la transformación productiva hacia la economía circular, los acuerdos comerciales internacionales brindan también una ventana de oportunidad para incluir principios y criterios que más adelante podrán ser integrados en políticas nacionales, regionales y locales.

El cambio sistémico requiere que las recomendaciones de política pública sean desarrolladas en un conjunto apropiado según las necesidades particulares de cada región. Ningún mecanismo aislado bastará para acelerar las agendas hacia una transición efectiva.

## V. Conclusiones

El propósito de esta investigación busca desarrollar una metodología de indicadores para la evaluación de avances en cadenas de valor prioritarias y en la identificación de oportunidades de economía circular en ALC. La metodología, complementa el estudio de la CEPAL sobre “Economía Circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora”. Este estudio propone indicadores macroeconómicos para los países en la región y sus avances en economía circular, mientras la presente investigación enfatiza la cadena de valor y destaca casos de negocios circulares, como parte de estas. De esta manera, la metodología propone indicadores que sirven para el diseño de agendas de acción que promueven la transición de las cadenas productivas de la región hacia la economía circular.

La economía circular es un concepto amplio que enfatiza los flujos de recursos como objeto de análisis para proponer modelos de innovación que optimicen la eficiencia en el consumo de recursos físicos como materias primas, energía, agua y que disminuyan la generación de residuos, emisiones y vertimientos. La economía circular es escalada a partir de modelos de negocio que son rentables por sí mismos. Por ende, varios gobiernos nacionales, regionales y locales en América Latina han empezado a reconocer la economía circular como un modelo emergente de desarrollo que contribuye a avanzar en las metas de los ODS, que contribuyen a la descarbonización y a la recuperación económica post pandemia.

La economía circular es un modelo emergente aún en las cadenas y países de ALC. Requiere de cambios de paradigma en actores privados en relación con la percepción del valor agregado de la gestión eficiente de recursos como parte esencial de las estrategias de negocio. Adicionalmente, requiere ampliar la visión de negocio hacia las redes y cadenas que incluyen proveedores y empresas vecinas. Las soluciones de economía circular de mayor alcance involucran una variedad de empresas capaces de colaborar para encontrar nuevos modelos de negocio hacia la transformación productiva.

En el análisis de las tres cadenas de valor seleccionadas, el caso colombiano presenta mayores avances en comparación con los casos mexicano y argentino en cuanto a políticas públicas que fomentan la implementación de mecanismos facilitadores de la economía circular. Los mecanismos facilitadores promueven la transición sistémica hacia la economía circular levantando barreras y proveyendo incentivos a través de la innovación en materia regulatoria para la circularidad, programas

de capacitación, sistemas de información, líneas de financiación y cooperación. En el caso mexicano, se inicia recientemente el desarrollo de la política pública en economía circular con una necesidad de instrumentar los mecanismos facilitadores. El caso argentino presenta plataformas que se conectan con economía circular en la medida que promueven la sostenibilidad ambiental y la productividad en las cadenas agroalimenticias, sin enfatizar aún la circularidad como tal.

Avanzar en los planes de acción, también requiere de cambios de paradigma en la forma de hacer política pública de forma integral, a partir de la alineación entre diversas dependencias y autoridades, resultante en innovación de la regulación, incluyendo principios de circularidad en programas de fomento empresarial. Los cambios sistémicos requieren de una visión en común entre actores con diversos roles e intereses, la economía circular en su esencia es avanzar en las colaboraciones entre actores públicos, privados, empresas y academia.

## Bibliografía

- Aguilar-Hernandez, G. A., Sigüenza-Sanchez, C. P., Donati, F., Merciai, S., Schmidt, J., Rodrigues, J. F., & Tukker, A. (2019), The circularity gap of nations: A multiregional analysis of waste generation, recovery, and stock depletion in 2011. *Resources, Conservation and Recycling*, 151, 104452.
- Banco Mundial (2020), Panorama General: Tomado de: <https://www.bancomundial.org/es/region/lac/overview#2>.
- Bello, O., Ortiz Malavassi, L. M., & Samaniego, J. (2014), La estimación de los efectos de los desastres en América Latina, 1972-2010.
- Blanco Jiménez, M., Guerra Moya, S. A., Villalpando Cadena, P., & Castillo Villarreal, J. (2011), Calidad e integración exitosa de la cadena automotriz de las PYMES en el estado de Nuevo León Quality and successful integration of the automotive supply chain companies in the state of Nuevo León. *Innovaciones de negocios*, 8(15), 113-135.
- Buttol P, Buonamici R, Naldesi L, Rinaldi C, Zamagni A, Masoni P (2012), Integrating services and tools in an ICT platform to support eco-innovation in SMEs. *Clean Technol Environ Policy* 14(2):211–221.
- CAF Banco de Desarrollo de América Latina (2021), Tomado de: <https://www.caf.com/es/sobre-caf/>.
- Centro de Innovación y Economía Circular – CIEC. (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. 1-76.
- Cerna, L., Aravena, A., Castello, N. y Urrutia, R. (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, KonradAdenauer-Stiftung, <https://www.kas.de/es/web/energie-klima-lateinamerika/einzeltitel/content/economicircular-y-politicas-publicas>.
- Censo Nacional Agropecuario (2018), Instituto Nacional de Estadística y Censos: resultados definitivos / 1ª ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos - INDEC, 2021.
- Clúster Industrial. (2020), Economía Circular para un Querétaro innovador, productivo y sustentable. Tomado de: <https://www.clusterindustrial.com.mx/noticia/3865/economia-circular-para-un-queretaro-innovador-productivo-y-sustentable.26/08/2021> 14:04.

- CECLAC, (2022), Circular Economy in Latin America and the Caribbean: a Shared vision, Circular Economy Coalition Latin America and the Caribbean, Interamerican Development Bank, United Nations Environmental Program, Ellen Mc Artur Foundation, Konrad Adenaur Stiftung.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2021), Economía Circular en América Latina y el Caribe. Oportunidad para una recuperación transformadora. 1-73.
- \_\_\_\_\_ (2021), Avances hacia una economía circular en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades para lograr un estilo de desarrollo más sostenible y bajo en carbono. Tomado de: <https://www.cepal.org/es/eventos/avances-economia-circular-america-latina-caribe-desafios-oportunidades-lograr-un-estilo#:~:text=La%20econom%C3%ADa%20circular%20busca%20preservar,de%20producci%C3%B3n%20consumo%20Delimitaci%C3%B3n>.
- \_\_\_\_\_ (2021), América Latina y el Caribe ante la pandemia del COVID-19 Efectos económicos y sociales. 1-15.
- \_\_\_\_\_ (2020), Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad. 1-195.
- \_\_\_\_\_ (2018), Perspectivas del Comercio Internacional de América Latina y el Caribe Las tensiones comerciales exigen una mayor integración regional. 9-183.
- \_\_\_\_\_ (2001), Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. ISBN 9213219113.
- Cooper, S. J., Giesekam, J., Hammond, G. P., Norman, J. B., Owen, A., Rogers, J. G., & Scott, K. (2017), Thermodynamic insights and assessment of the 'circular economy'. *Journal of Cleaner Production*, 162, 1356-1367.
- Donner, M., Gohier, R., & de Vries, H. (2020), A new circular business model typology for creating value from agro-waste. *Science of the Total Environment*, 716, 137065.
- Ellen MacArthur Foundation. (2014), Towards the circular economy. Economic and business rationale for an accelerated transition. *Journal of Industrial Ecology*.
- \_\_\_\_\_ (2015), Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe. 1-22.
- \_\_\_\_\_ (2019), Completing the picture: How the circular economy tackles climate change.
- European Environment Agency (EEA) (2016), Circular Economy in Europe - Developing the Knowledge Base (No. 2).
- Elia, V., Gnoni, M. G., & Tornese, F. (2017), Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 142, 2741-2751.
- Ezejiolor, T. I. N., Enebaku, U. E., & Ogueke, C. (2014), Waste to wealth-value recovery from agro-food processing wastes using biotechnology: a review. *Biotechnology Journal International*, 418-481.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017), The Circular Economy—A new sustainability paradigm? *Journal of cleaner production*, 143, 757-768.
- Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., & Xue, B. (2012), Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. *Journal of cleaner production*, 23(1), 216-224.
- Georgescu-Roegen, N., (1971), *The Entropy Law and the Economic Process*, Cambridge, Mass. Harvard University.
- Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S., (2016), A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *J. Clean. Prod.* 114, 11e32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.
- Gobierno de Colombia, (2019), Estrategia Nacional de Economía circular; cierre de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio, Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible; ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Saer Alex, Gonzales, Lucy, ISBN 978-958-5551-15-2, Bogotá, Colombia.
- Godina, R., Martins, A.V., Azevedo, S. G., & Carvalho, H. (2021), Towards the development of a model for circularity: The circular car as a case study. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 45, 101215.
- Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., Heinz, M. (2015), How circular is the global economy? :an assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the world in 2005: how circular is the global economy? *J. Ind. Ecol.* 19, 765e777. <http://dx.doi.org/10.1111/jiec.12244>.
- H2G Consulting (2019), La industria automotriz y autopartes en México. Tomado de: <https://h2gconsulting.com/how2go-mexico/la-industria-automotriz-y-autopartes-en-mexico/>.
- IBEC (2019), "New Ibec survey shows just half of businesses understand the Circular Economy", <http://www.ibec.ie/connect-and-learn/media/2019/08/14/new-ibec-survey-shows-just-half-of-businesses-understand-the-circular-economy> (accessed on 4 August 2020).



- Informes Especiales ILSI Argentina. (2021), *Duración de los Alimentos, ¿qué sabemos?* ISBN 978-987-21507-9-2. Jürgen Weller (ed.), *Brechas y transformaciones: la evolución del empleo agropecuario en América Latina*, Libros de la CEPAL, N° 141 (LC/G.2695-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2016.
- Karabulut, A. A., Crenna, E., Sala, S., & Udias, A. (2018), A proposal for integration of the ecosystem-water-food-land-energy (EWFLE) nexus concept into life cycle assessment: A synthesis matrix system for food security. *Journal of cleaner production*, 172, 3874-3889.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017), Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation, and recycling*, 127, 221-232.
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018), Circular economy: the concept and its limitations. *Ecological economics*, 143, 37-46.
- Kravchenko, M., Pigosso, D. C., & McAloone, T. C. (2019), Towards the ex-ante sustainability screening of circular economy initiatives in manufacturing companies: Consolidation of leading sustainability-related performance indicators. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118318.
- MADS & MinCIT. (2019), *Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC): Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio*.
- Manninen, K., Koskela, S., Antikainen, R., Bocken, N., Dahlbo, H., & Aminoff, A. (2018), Do circular economy business models capture intended environmental value propositions? *Journal of Cleaner Production*, 171, 413-422.
- Manrique, P. L. P., Brun, J., González-Martínez, A. C., Walter, M., & Martínez-Alier, J. (2013), The biophysical performance of Argentina (1970–2009). *Journal of Industrial Ecology*, 17(4), 590-604.
- Manuel Ruíz. (2020), *Aprovechamiento de un residuo derivado de la producción de aceite de soya*. Universidad Nacional del Sur.
- Martins Carneiro Beatriz. (2021), *Economía Circular para América Latina y el Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. (2019), *Informe de avance 2018 – 2019. Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos*. Presidencia de la Nación.
- OECD (2019), *Highlights Global Material Resources Outlook to 2060 – Economic Drivers and Environmental Consequences*. 1- 24.
- \_\_\_\_\_ (2020), *The OECD Inventory of Circular Economy Indicators*. 1 – 57.
- OECD/FAO (2021), *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/19428846-en>.
- Patrick Schröder, Manuel Albaladejo, Pía Alonso Ribas, Melissa MacEwen y Johanna Tilkanen. (2020), *La economía circular en América Latina y el Caribe Oportunidades para fomentar la resiliencia*. Programa de Energía, Medio Ambiente y Recursos – Chatman House.
- Pavel, S. (2018), Circular economy: the beauty of circularity in value chain. *Journal of Economics and Business DOI*, 10.
- Platform for Accelerating the Circular Economy – PACE. (2018), *A global public-private collaboration platform and project accelerator*. 1- 19.
- \_\_\_\_\_ (2021), *Circularity Gap Report*. 7 - 37.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2018e), *Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe*, Ciudad de Panamá.
- Ricardo Cabrera, H., Rodríguez Pérez, B., León González, J. L., & Medina León, A. (2020), Ideas y conceptos básicos para la comprensión de las industrias 4.0. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 8-15.
- Ritzén S, Sandström GÖ, (2016), Barriers to the Circular Economy – Integration of Perspectives and Domains. *Procedia CIRP* 2017; 64:7–12. doi:10.1016/J.PROCIR.2017.03.005.
- Scipioni, S.; Russ, M.; Niccolini, F. (2021), From barriers to enablers: The role of organizational learning in transitioning SMEs into the Circular economy. *Sustainability*, 13.
- Serna de la Garza, J. M. (2010), El concepto de gobernanza. En: *Globalización y gobernanza: Las transformaciones del estado y sus implicaciones para el derecho público* (pp. 21-51). Recuperado de: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2818/5.pdf>.
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X. (2013), A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of cleaner production*, 42, 215-227.

- Superti, V., Houmani, C., & Binder, C. R. (2021), A systemic framework to categorize Circular Economy interventions: An application to the construction and demolition sector. *Resources, Conservation and Recycling*, 173, 105711.
- Smol, M., Kulczycka, J., & Avdiushchenko, A. (2017), Circular economy indicators in relation to eco-innovation in European regions. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19(3), 669-678.
- Toop, T. A., Ward, S., Oldfield, T., Hull, M., Kirby, M. E., & Theodorou, M. K. (2017), AgroCycle—developing a circular economy in agriculture. *Energy Procedia*, 123, 76-80.
- UC Davis Chile & Equipo Cadenas de Valor Más Sustentables (CAV+S). (2019), Estudio de Economía Circular en el Sector Agroalimentario Chileno. Pp 59.
- Universidad Santo Tomás. (2017), Guía de intervención sostenible de los residuos de la construcción. Arauca.
- UPME, UIS. (2018), Realizar un análisis del potencial de reutilización de minerales en Colombia y definir estrategias orientadas a fomentar su aprovechamiento por parte de la industria en el país bajo el enfoque de economía circular. Bucaramanga.
- Vallejo, M. C., Pérez Rincón, M. A., & Martínez-Alier, J. (2011), Metabolic Profile of the Colombian Economy from 1970 to 2007. *Journal of Industrial Ecology*, 15(2), 245-267.
- Vargas, Y. & L. Pérez. (2018), Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de ciencias Básica*. 1(1). 1-14.
- Van Ewijk, S., & Stegemann, J. A., (2016), Limitations of the waste hierarchy for achieving absolute reductions in material throughput. *Journal of Cleaner Production*, 132, 122-128.
- Velasco-Muñoz, J. F., Mendoza, J. M. F., Aznar-Sánchez, J. A., & Gallego-Schmid, A. (2021), Circular economy implementation in the agricultural sector: Definition, strategies, and indicators. *Resources, Conservation and Recycling*, 170, 105618.
- Waas, T., Hugé, J., Block, T., Wright, T., Benitez-Capistros, F., Verbruggen, A. (2014), Sustainability assessment and indicators: tools in a decision-making strategy for sustainable development. *Sustainability* 6, 5512–5534. <https://doi.org/10.3390/su6095512>.
- World Economic Forum. (2019), Circular Economy and Material Value Chains. Tomado de: <https://www.weforum.org/projects/circular-economy>.
- WBCSD, (2021), Circular Transition Indicators V2.0; metrics for business, by business, World Business council for Sustainable Development, Circular Metrics working group as part of factor 10, [www.wbcsd.org](http://www.wbcsd.org).
- World Economic Forum. (2020), Raising Ambitions: A new roadmap for the automotive circular economy. In collaboration with Accenture.
- World Resources Institute. (2020), Research and data to make progress against world's largest problems. Climate Watch.
- Yadav, G., Mangla, S. K., Bhattacharya, A., & Luthra, S. (2020), Exploring indicators of circular economy adoption framework through a hybrid decision support approach. *Journal of Cleaner Production*, 277, 124186.
- Yamaguchi, S., (2018), International Trade and the Transition to a more Resource Efficient and Circular Economy: Concept paper, Trade and Environment Working papers – 2018/03, OECD publishing, Paris.
- Zhang, C., Hu, M., Di Maio, F., Sprecher, B., Yang, X., & Tukker, A., (2022), An overview of the waste hierarchy framework for analyzing the circularity in construction and demolition waste management in Europe. *Science of the Total Environment*, 803, 149892.
- Zink, T., & Geyer, R. (2017), Circular economy rebound. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 593-602.

## **Anexos**

## Anexo 1

### Cuestionario para el análisis de cadenas

Población: El cuestionario de análisis fue aplicado a expertos pertenecientes a las cadenas priorizadas en cada país, de la siguiente forma:

Cadena / País	Entrevistado
Cadena Agroalimentaria Argentina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebastián Bigorito – Director General del CEADS Argentina</li> <li>• Natalia E. Basso - Secretaría de Alimentos Bioeconomía y Desarrollo Regional</li> </ul>
Cadena Construcciones Colombia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catalina Romano – Consultora en Economía Circular en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</li> <li>• Martha Carillo, Coordinadora equipo de liderazgo en Economía circular, Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible</li> </ul>
Cadena Automotriz México	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carina Sánchez – Coordinadora del Proyecto Sistema Circular en Querétaro</li> <li>• Daniel Hernández – Director del Clúster Automotriz en Querétaro</li> </ul>

**Introducción al proyecto:** La recuperación económica es una prioridad para los países de América Latina y el Caribe, altamente dependientes de actividades extractivas, agricultura, turismo y de la economía informal. La economía circular introduce una nueva lógica para producir y consumir a través de la optimización de los recursos, la innovación tecnológica y el desarrollo de nuevos modelos de negocios. Se trata de un esquema para avanzar hacia una transformación productiva que invita a las industrias, sector público, academia y la ciudadanía a adoptar diferentes acciones.

Es por esto por lo que la CEPAL busca desarrollar una metodología para la evaluación de avances en economía circular aplicable a los diversos países en la región de América Latina y el Caribe, con el fin de identificar oportunidades de intercambio de experiencias, identificar necesidades para el desarrollo de políticas públicas, y para monitorear las contribuciones de la economía circular a los compromisos globales del convenio de cambio climático y de los ODS.

**Objetivo de la entrevista:** recolectar la información necesaria para caracterizar el panorama de economía circular de la cadena *agroalimentaria en Argentina*, en términos de las dimensiones de flujo de recursos, innovación, colaboración y modelos de negocio.

**Primera sección de preguntas:** esta sección tiene como propósito caracterizar la cadena a nivel general.

1. ¿Cuál es el panorama de la cadena agroalimentaria en Argentina en términos de tamaño, cifras, dinámicas de la cadena de valor, jugadores, etc.?
2. ¿Cuáles son los principales cuellos de botella a lo largo de la cadena?
3. ¿En los últimos cinco años, cuáles han sido los factores que más han impactado la dinámica de la cadena en Argentina? (p. ej: precios, oferta, demanda, tecnología, etc.)

**Segunda sección de preguntas:** esta sección tiene como propósito recolectar información para cada indicador propuesta en la metodología.

Dimensión	Indicador	Descripción	Pregunta
Flujo de recursos	Tipo de recurso	Tipología de recurso del mayor residuo generado en la cadena	¿Cuál es el mayor residuo que se genera en la cadena?
	Volumen	Toneladas/año del mayor residuo generado	¿Conoces el volumen estimado al año?
	Homogeneidad	Número de tipos de recursos del mayor flujo de residuos generados	¿Cuántos tipos de materiales contienen estos residuos?
	Circularidad	Residuos aprovechados/recursos generados	¿Cómo se están aprovechando estos recursos en la cadena o en otras industrias?
Innovación	Modelo de circularidad	Casos implementados de modelos de innovación para la circularidad; (i) Abastecimiento circular, (ii) Recuperación de recursos, (iii) Extensión de vida útil del producto, (iv) Compartir productos o recursos, (v) Sistemas de producto como servicio	¿Cuáles modelos de circularidad conoces que hayan sido implementados? (Leer ejemplos)
	Cambio tecnológico	Depreciación económica de la tecnología sujeto a la innovación circular en años	¿Qué tecnología comprobada para la circularidad conoces?
	Madurez de la innovación	Años del emprendimiento en el mercado	¿Qué emprendimientos conoces que están reutilizando esos residuos u otros generados en la cadena?
	Mano de obra / certificaciones	Número de empleos por tonelada de recursos / certificaciones disponibles	¿Qué sabes acerca de la mano de obra impactada por procesos de economía circular? ¿Cuáles certificaciones para promover la sostenibilidad están disponibles en el sector?
Colaboración	Innovación en regulación	Proceso de políticas para nuevas leyes circulares y regulaciones	¿Qué políticas públicas conoces que están apoyando la circularidad del sector a nivel nacional?
	Incentivos	Existencia de mecanismos de (a) contratación pública, (b) programas de capacitación, (c) asistencia técnica en EC, (d) instrumentos financieros	¿Se podría decir que el entorno de políticas es favorable para la circularidad?
	Sistema de información	Sistema de información con indicadores de circularidad disponible al público	¿Conoces algún sistema de información con indicadores de circularidad disponible al público?
	Plataforma de colaboración	Plataformas de colaboración entre empresas, instituciones públicas y/o universidades)	¿Conoces plataformas de colaboración entre empresas, instituciones públicas y/o universidades?
Modelos de negocios	Proyectos empresariales circulares	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de proyectos de economía circular identificado al interior de empresas parte de la cadena</li> <li>Valor facturado</li> </ul>	¿Qué iniciativas o proyectos de circularidad conoces que estén documentados?
	Infraestructura circular	Numero de iniciativas de infraestructura circular relacionada con la cadena	¿Conoces algún tipo de infraestructura circular que se esté desarrollando en la cadena para estos procesos?

## Anexo 2

### Casos empresariales de modelos de innovación en Economía circular

**Cuadro A1**  
**Caso cadena agroalimentaria (Argentina)**

Empresa	Iniciativa circular	Fuente
Campo Limpio	Organización dedicada a implementar un sistema para recuperar todos los envases vacíos de fitosanitarios del campo para gestión en 4 áreas: centros de Almacenamiento y campañas de recepción, Programa de Capacitación y Sistema de Gestión Integral de Envases Vacíos. 3.574.789 kilos de plástico recuperado en total desde 2019. Reutilizándolos para armar cercas y otros subproductos.	<a href="https://www.campolimpio.org.ar/">https://www.campolimpio.org.ar/</a>
Cervecería y Maltería Quilmes	La compañía trabaja en el diseño del empaque y promueve el uso de envases retornables como hábito de consumo sustentable.	<a href="http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2019/11/ODS-12-Quilmes-2019.pdf">http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2019/11/ODS-12-Quilmes-2019.pdf</a>
Danone junto a Fundación Avina	Programa de reciclaje para incrementar la tasa de reciclado, empoderar el ecosistema de reciclaje, profesionalizando y reconociendo el rol de los recicladores. Se recupera material reciclable, entre ello, botellas de PET para utilizar como RPET en la fabricación de nuevos envases.	<a href="http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2021/12/Aguas-Danone-Actualiza-ODS-12.pdf">http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2021/12/Aguas-Danone-Actualiza-ODS-12.pdf</a>
Molinos	Desde 2014, se incentiva a reducir el consumo de agua en la cadena de valor a partir de sustituir el riego tradicional por riego por goteo en plantaciones de vegetales.	<a href="http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2017/04/ODS-12-Molinos.pdf">http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2017/04/ODS-12-Molinos.pdf</a>
Profertil	Incrementar los volúmenes de producción y mejorar los costos operativos, a partir de la optimización de la eficiencia energética. El resultado es producir más, con el mismo consumo de recursos.	<a href="http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2020/12/Profertil-Actualizacion-ODS-12.pdf">http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2020/12/Profertil-Actualizacion-ODS-12.pdf</a>
Trivento	Programa integral de residuos e implementación de iniciativas para disminuir la generación de residuos sólidos. Como objetivo anual tienen reducir la generación de residuos destinados a vertedero por botella en un 3% respecto al año anterior con prácticas como minimizar el volumen de embalaje de los insumos, dar un segundo uso a los productos o repararlo, seleccionar los residuos generados y tratarlos en plantas especializadas para otros usos y utilizar el residuo generado en un nuevo proceso en forma directa o mediante algún tratamiento previo.	<a href="http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2021/12/Trivento-Actualizacion-ODS-12.pdf">http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2021/12/Trivento-Actualizacion-ODS-12.pdf</a>
Liag Argentina	Líder en sistemas de agricultura de precisión para el uso eficiente de recursos, así como el uso de cultivos de cobertura para hacer un uso más eficaz del agua y del suelo.	<a href="http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2020/12/LIAG-Nueva-ODS-12.pdf">http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2020/12/LIAG-Nueva-ODS-12.pdf</a>
Unilever	Diseño innovador de los sistemas de exhibición en puntos de venta a partir de material reciclable, para prevención y reducción de desechos.	<a href="http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2018/11/ODS-12-Unilever-Oct2018.pdf">http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2018/11/ODS-12-Unilever-Oct2018.pdf</a>
Unilever	Desarrollo de jabón líquido que incorpora ingredientes biodegradables y en un envase que utiliza 75% menos plástico.	<a href="http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2021/12/Unilever-Nueva-ODS-12.pdf">http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2021/12/Unilever-Nueva-ODS-12.pdf</a>
Arcos Dorados	Ofrecer a la comunidad la borra de café (residuo de las bebidas) como abono en bolsas compostables a pedido del cliente.	<a href="http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2019/11/ODS-12-Arcos-1-2019.pdf">http://www.ods.ceads.org.ar/wp-content/uploads/2019/11/ODS-12-Arcos-1-2019.pdf</a>
Cooperativa ACA	Casos de biodigestores de empresas y cooperativas para generar biogas a partir de excrementos animales.	<a href="https://www.acacoop.com.ar/">https://www.acacoop.com.ar/</a>
Manfrey	Convenio desde 2019 con la Red Argentina de Bancos de Alimentos con el objeto de recuperar productos lácteos antes de su vencimiento y destinarlos a los comedores atendidos por los Bancos de Alimentos.	<a href="http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php">http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php</a>
Valoremos los Alimentos	Investigación realizada por la Facultad de Bromatología de la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER) y la Universidad-Escuela para conocer el desperdicio alimentario en comedores escolares como una oportunidad para reflexionar frente al problema e implementar mejoras para contribuir a reducirlo.	<a href="http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php">http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php</a>

Empresa	Iniciativa circular	Fuente
DeepAgro	Sistema inteligente de detección de malezas que permite realizar una aplicación selectiva de herbicidas, para ahorrar costos e impactos de agroquímicos.	<a href="http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php">http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php</a>
TrazaTodo	Desarrollo de una plataforma digital que permite la trazabilidad de los alimentos gracias al registro de la historia, su origen, su característica y su localización y así evitar desperdicios y residuos.	<a href="http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php">http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php</a>
ProteinPlus	Iniciativa de Solidagro que combina las frutas y verduras sobrantes para la realización de proteína texturizada.	<a href="http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php">http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php</a>
Estación Experimental Agropecuaria del INTA San Pedro	Estudio de compuestos antioxidantes y antimicrobianos a partir de residuos y evaluar su eficacia para prevenir alteraciones lipídicas y microbianas en sistemas alimentarios y extender su vida útil.	<a href="http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php">http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php</a>
Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata	Proyectos de investigación acerca de tecnologías de aplicación de bio insumos y bio estimulantes y bio preservantes naturales para mejorar la calidad y la vida útil de frutas y hortalizas. Por otra parte, a partir de subproductos hortícolas y frutos residuales, se desarrollan estrategias para la obtención de pectinas y su aplicación en alimentos funcionales.	<a href="http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php">http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/ValoremoslosAlimentos/iniciativas.php</a>
Cepar	Programa de agricultura urbana de la mano del gobierno nacional.	<a href="http://habitat.aq.upm.es/dubai/04/bp1297.html#:~:text=El%20programa%20de%20Agricultura%20Urbana%20constituye%20una%20alianza%20entre%20el,con%20organismos%20de%20financiamiento%20internacional.">http://habitat.aq.upm.es/dubai/04/bp1297.html#:~:text=El%20programa%20de%20Agricultura%20Urbana%20constituye%20una%20alianza%20entre%20el,con%20organismos%20de%20financiamiento%20internacional.</a>
"Programa Probiomasa" del Gobierno nacional	Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos y Santa Fe concentran 17 de los 27 proyectos presentados en la Argentina para aprovechar energéticamente fuentes biomásicas provenientes de residuos madereros, pastizales, excrementos animales, cultivos.	<a href="https://www.revistapetroquimica.com/cuatro-provincias-lideran-la-generacion-de-energia-por-biomasa-en-el-pais/">https://www.revistapetroquimica.com/cuatro-provincias-lideran-la-generacion-de-energia-por-biomasa-en-el-pais/</a>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro A2**  
**Caso cadena de construcción (Colombia)**

Empresa	Iniciativa circular	Fuente
Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS)	Cuenta con 3 programas circulares: Programa BEA: Seleccionado por la Alcaldía de Bogotá y el <i>World Resources Institute</i> para desarrollar el <i>Programa Building Energy Efficiency Accelerator</i> con el objetivo de mejorar la eficiencia energética en edificaciones y reducir la huella urbana de la construcción al 2030. LEED Colombia: Alianza estratégica del CCCS con el USGBC y el GBCI, para fortalecer las capacidades técnicas de la industria en construcción sostenible y asegurar una oferta de educación de alta calidad en sostenibilidad por intermedio de nuestra asociación. Casa Colombia: Herramienta de certificación de viviendas sostenibles, la cual incorpora estrategias de diseño integrativo, mejores prácticas de obra y responsabilidad social.	<a href="https://www.cccs.org.co/wp/conexion-verde/">https://www.cccs.org.co/wp/conexion-verde/</a>
Cementos Argos	Durante 2018, y de manera consolidada, Argos utilizó más de 75.000 toneladas de residuos como combustible alternativo, lo que equivale a los residuos generados por una ciudad de 200.000 habitantes.  La compañía también tiene una solución de economía circular denominada Edifika, un proceso de construcción de edificaciones en sistemas modulares prefabricados que generan menor emisión de CO <sub>2</sub> , reducen el desperdicio y aumentan la durabilidad de las obras.	<a href="https://argos.co/en-colombia-argos-aumento-su-capacidad-de-coprociamiento-de-residuos-en-un-200/">https://argos.co/en-colombia-argos-aumento-su-capacidad-de-coprociamiento-de-residuos-en-un-200/</a>  <a href="https://colombia.argos.co/a-traves-de-la-prefabricacion-de-modulos-podemos-mostrarle-y-presentarle-al-pais-un-nuevo-sistema-constructivo-agil-mas-productivo-que-permita-que-muchisimas-familias-tengan-acceso-a-una-vivienda-d/">https://colombia.argos.co/a-traves-de-la-prefabricacion-de-modulos-podemos-mostrarle-y-presentarle-al-pais-un-nuevo-sistema-constructivo-agil-mas-productivo-que-permita-que-muchisimas-familias-tengan-acceso-a-una-vivienda-d/</a>

Empresa	Iniciativa circular	Fuente
Corona	La empresa ha participado en varias ediciones del programa RedES-CAR con la formulación de 6 proyecto de PML, Simbiosis industrial y uso eficiente del agua: Eco estibas, Buenas prácticas para el manejo de insumos en el proceso de clasificación y empaque, Suministro de aire comprimido por outsourcing, Conectividad de las Zonas de Recarga, Revegetalización de la Franja Acuática y Protección del Humedal Gualí. La empresa también tiene líneas de tecnologías sostenibles: Sanitarios, griferías, lavamanos y duchas: diseñadas para el ahorro de agua, eficiencia, potencia y limpieza. Pinturas y materiales: Libres de plomo y otras sustancias contaminantes que cuidan el medio ambiente y la salud de los usuarios.	<a href="http://www.redescar.org/resultados-redescar/casos-de-exito">http://www.redescar.org/resultados-redescar/casos-de-exito</a> <a href="https://corona.co/tecnologias">https://corona.co/tecnologias</a>
3M	La empresa participó en el programa RedES-CAR con la formulación de 1 proyecto de PML para la reducción en el consumo de materia prima mediante la implementación de procesos de diseño y soluciones tecnológicas del polipropileno. Cambio a fuentes de energía renovables y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.	<a href="http://www.redescar.org/sites/default/files/2019-05/3mcolombia.pdf">http://www.redescar.org/sites/default/files/2019-05/3mcolombia.pdf</a> <a href="https://www.3m.com/3M/en_US/sustainability-us/goals-progress/#goals">https://www.3m.com/3M/en_US/sustainability-us/goals-progress/#goals</a>
Tito Pabón	La empresa ha participado en varias ediciones del programa RedES-CAR con la formulación de 3 proyecto de PML, Simbiosis Industrial y uso eficiente del agua: Aprovechamiento de envases obsoletos, Plan de mejoramiento para le reducción de mermas de materia prima y Restauración del Humedal La Florida. También se dedica al desarrollo de la línea de pinturas y productos ecológicos con Cero y bajo VOC.	<a href="http://www.redescar.org/resultados-redescar/casos-de-exito">http://www.redescar.org/resultados-redescar/casos-de-exito</a> <a href="https://www.pinturastitopabon.com/nosotros/">https://www.pinturastitopabon.com/nosotros/</a>
Enertec	Venta de paneles solares, baterías menos contaminantes y más duraderas, inversores solares para reducir el uso de energía eléctrica.	<a href="https://panelessolaresbogota.com.co/">https://panelessolaresbogota.com.co/</a>
Smartcity	Programas de ciudades Inteligentes con iniciativas como infraestructura amigable con el medio ambiente, Cierre de brechas en lo digital, Economía 4.0, ecosistemas de innovación, empleo y emprendimiento, Sistemas Inteligentes de Transporte.	<a href="https://www.smartcitycolombia.org">https://www.smartcitycolombia.org</a>
ANAFALCO - Asociación Nacional de Fabricantes de Ladrillo y Materiales de Construcción	Seis empresas de Anafalco han participado en el programa RedES-CAR formulado proyecto en PML y simbiosis industrial con iniciativas como: Cosecha de aguas lluvias para el riego de jardines, Optimización de recuperación de calor del horno Hoffman, Construcción de un sistema para el control de derrames de aceite, Reconversión tecnológica de un horno Hoffman a un horno Túnel y Sustitución de un porcentaje de carbón mineral por biomasa. También tienen programas para la siembra de árboles, reciclaje, cursos de restauración ecológica.	<a href="http://www.redescar.org/resultados-redescar/casos-de-exito">http://www.redescar.org/resultados-redescar/casos-de-exito</a> <a href="https://www.anafalco.com.co/anafalco-web/">https://www.anafalco.com.co/anafalco-web/</a>
Conconcreto	Trabajo en eficiencia energética para la reducción en consumos de energía, diseño equipos eficientes, bioclimática, materiales sostenibles y sistemas solares fotovoltaicos. También prestan asesorías y certificaciones en LEED, CASA, EDGE y AMVA.	<a href="https://conconcreto.com/?lang=en">https://conconcreto.com/?lang=en</a>
Reciclados Industriales	Reciben los escombros de construcciones y certifican su disposición adecuada, certificando especificaciones técnicas del ICONTEC, IDU e INVIAS.	<a href="https://recicladosindustriales.co/nosotros.php">https://recicladosindustriales.co/nosotros.php</a>
MAAT	Gestión de todo tipo de residuos de construcción y demolición, cumpliendo con la legislación ambiental vigente. Entre ellos residuos: madera, petreos, peligrosos, PVC, icopor, plásticos, <i>drywall</i> , cartón y papel, metálicos.	<a href="https://www.maat.com.co/disposicion-y-recoleccion-de-residuos/">https://www.maat.com.co/disposicion-y-recoleccion-de-residuos/</a>
Inversiones Sayim	Alquiler de puertas plásticas para uso provisional durante el proceso de construcción del edificio, que le permiten a la obra reducir su impacto ambiental, ahorrar tiempo y dinero.	<a href="http://alquilerdepuertas.com/">http://alquilerdepuertas.com/</a>
Cemex	La empresa ha participado en varias ediciones del programa RedES-CAR con la formulación de 3 proyecto de PML, Simbiosis industrial y uso eficiente del agua: Reúso de aguas industriales en el lavado de vehículos, Aprovechamiento de lodos y recubrimiento de las mixers con nanotecnología. También diseñó el software Linkx, que permite optimizar la entrega de materiales de construcción y los recorridos de los vehículos. Este tipo de soluciones tecnológicas permiten una disminución en la cantidad de kilómetros recorridos por vehículo, al optimizar las rutas, consumo de combustible, emisiones de GEI y pérdida de materiales.	<a href="http://www.redescar.org/resultados-redescar/casos-de-exito">http://www.redescar.org/resultados-redescar/casos-de-exito</a>



Empresa	Iniciativa circular	Fuente
VertebraSoluciones	Uso de tecnologías de monitoreo de consumo, ciencia de datos e IoT, apoyadas por estrategias de comunicación e implicación ambiental para el uso eficiente de recursos en energía, agua y siembra de árboles.	<a href="https://vertebrasoluciones.com/">https://vertebrasoluciones.com/</a>
Groncol	Diseñan y desarrollan proyectos de infraestructura verde.	<a href="http://groncol.com">http://groncol.com</a>
ENEL	Almacenamiento de energía renovable por medio de baterías de iones de litio. Uso eficiente, además de garantizar la continuidad en caso de apagones u otras situaciones de emergencia.	<a href="https://corporate.enelx.com/es/stories/2020/08/renewable-energy-storage-solutions">https://corporate.enelx.com/es/stories/2020/08/renewable-energy-storage-solutions</a>
Sika Colombia	Desarrollo de aditivos para extender la vida útil de los concretos, generando beneficios como la disminución en la generación de calor, protección del concreto frente a expansiones por sulfatos, reducción de la permeabilidad.	<a href="https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/7/BROCHURE%20ADITIVOS%20PARA%20CONCRETO.pdf">https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/7/BROCHURE%20ADITIVOS%20PARA%20CONCRETO.pdf</a>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro A3**  
**Caso cadena automotriz (México)**

Empresa	Iniciativa circular	Fuente
Innovet	Innovación en Termoformado S.A de C.V (INNOVET) buscará la proveeduría de energía solar para el 100% de su consumo actual a través de módulos en el techo de la compañía.	<a href="http://economiecircularqro.mx/sites/default/files/202108/Fichas%20Empresariales%20AutoQro%202021.08.18%205.pdf">http://economiecircularqro.mx/sites/default/files/202108/Fichas%20Empresariales%20AutoQro%202021.08.18%205.pdf</a>
Harman	Realizar un análisis sobre los diferentes residuos generados en los procesos, para determinar con cada proveedor, que se puede reutilizar para regresarlo a proceso o darle otro uso para fabricar otros productos.	<a href="http://economiecircularqro.mx/sites/default/files/202108/Fichas%20Empresariales%20Harman%202021.08.18%204.pdf">http://economiecircularqro.mx/sites/default/files/202108/Fichas%20Empresariales%20Harman%202021.08.18%204.pdf</a>
Tremec	Instalar iluminación inteligente que permite cumplir con la normativa STPS que monitorea consumos y lúmenes para mejorar las condiciones de la planta y reducir los consumos de energía eléctrica.	<a href="http://economiecircularqro.mx/sites/default/files/202108/Fichas%20Empresariales%20Tremec%202021.08.18%208.pdf">http://economiecircularqro.mx/sites/default/files/202108/Fichas%20Empresariales%20Tremec%202021.08.18%208.pdf</a>
Eckerle	Instalar paneles fotovoltaicos que provean el 25% de energía eléctrica requerida.	<a href="http://economiecircularqro.mx/sites/default/files/202108/Fichas%20Empresariales%20Mixa%202%202021.08.18%207.pdf">http://economiecircularqro.mx/sites/default/files/202108/Fichas%20Empresariales%20Mixa%202%202021.08.18%207.pdf</a>
Multillantas nieta	Extender la vida útil de las llantas usadas. La iniciativa busca disminuir el consumo de llantas nuevas de UTEP a través de una nueva alianza comercial.	<a href="http://economiecircularqro.mx/sites/default/files/202108/Fichas%20Empresariales%20Mixa%202%202021.08.18%204.pdf">http://economiecircularqro.mx/sites/default/files/202108/Fichas%20Empresariales%20Mixa%202%202021.08.18%204.pdf</a>
Prettl	Programa para el cierre de ciclo de los materiales que abarca desde la disminución de residuos y mermas generados, hasta el retorno de los materiales al proveedor.	<a href="http://economiecircularqro.mx/sites/default/files/202108/Fichas%20Empresariales%20Mixa%202%202021.08.18%205.pdf">http://economiecircularqro.mx/sites/default/files/202108/Fichas%20Empresariales%20Mixa%202%202021.08.18%205.pdf</a>
Bitron	Diseño de un sistema de recirculación del 100% de agua de prueba de válvulas, que controla el cloro residual y formación de biopelículas para una disminución en uso de insumos y agua	<a href="http://economiecircularqro.mx/sites/default/files/202108/Fichas%20Empresariales%20Mixa%201%202021.08.18%207.pdf">http://economiecircularqro.mx/sites/default/files/202108/Fichas%20Empresariales%20Mixa%201%202021.08.18%207.pdf</a>
Renault JAC E Sei 1	Diseño y comercialización de carros eléctricos más usados en México.	<a href="https://www.motorpasion.com.mx/industria/autos-electricos-a-venta-mexico">https://www.motorpasion.com.mx/industria/autos-electricos-a-venta-mexico</a>
Deacero	La empresa ofrece productos de contenido alto y bajo de carbono con beneficios como una ultra resistencia y dureza para piezas como bujes, bujías y remaches fabricados con diversos grados de acero de bajo carbono.	<a href="https://www.clusterindustrial.com.mx/noticia/3063/en-que-se-beneficia-la-industria-automotriz-con-productos-de-acero">https://www.clusterindustrial.com.mx/noticia/3063/en-que-se-beneficia-la-industria-automotriz-con-productos-de-acero</a>
Volkswagen	Volkswagen, Mercedes, BMW, Audi y otras marcas, ensayan los nuevos sistemas de carros inteligentes e interactivos, capaces de comunicarse gracias a sistemas de radio, GPS, sensores, rodeados de cámaras, con iluminación inteligente, multimedia, con software de reconocimiento del conductor, etc.	<a href="https://imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt288.pdf">https://imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt288.pdf</a>

Empresa	Iniciativa circular	Fuente
Nissan	Por ser una de las marcas de mayor comercialización en México, cuentan con talleres especializados para la marca pueda atender los diversos servicios de mantenimiento y reparación.	<a href="https://www.autocom.mx/cita-de-servicio?gclid=CjwKCAiAlfqOBhAeEiwAYi43F6hP31L5m2IIYauOpndqA7IVTn475peu7SeLM-57-DWy8i4GGpAl6RoCnR0QAvD_BwE">https://www.autocom.mx/cita-de-servicio?gclid=CjwKCAiAlfqOBhAeEiwAYi43F6hP31L5m2IIYauOpndqA7IVTn475peu7SeLM-57-DWy8i4GGpAl6RoCnR0QAvD_BwE</a>
General Motors Ford Motors	Las compañías más importantes colaboran con la asociación <i>Vehicle Recycling Partnership</i> (VRP) con el objetivo de mejorar las técnicas actuales de reciclaje, logística inversa y desmontaje al final de la vida útil.	<a href="https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/567594/DocsTec_4843.pdf?sequence=1">https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/567594/DocsTec_4843.pdf?sequence=1</a>
Holcim México y Geocycle	Diseñó el proyecto STAAR para manejar los residuos de las empresas fabricantes de automóviles y autopartes. Han fijado una meta de 40 mil toneladas de residuos tratados con una tasa de sustitución térmica del 30% en la producción de cemento, al reemplazar el uso de combustibles fósiles como el coque de petróleo.	<a href="https://coprocesamiento.org/crean-equipo-estrella-para-manejar-residuos/?fbclid=IwAR0O-wrsM-HZuQhCbami4jAe72PPdKOO215VhWQ_6JQx4udZIDKB8KKBf1k">https://coprocesamiento.org/crean-equipo-estrella-para-manejar-residuos/?fbclid=IwAR0O-wrsM-HZuQhCbami4jAe72PPdKOO215VhWQ_6JQx4udZIDKB8KKBf1k</a>

Fuente: Elaboración propia.



NACIONES UNIDAS

Serie

CEPAL

Desarrollo Productivo

## Números publicados

Un listado completo así como los archivos pdf están disponibles en  
[www.cepal.org/publicaciones](http://www.cepal.org/publicaciones)

229. Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe, Bart Van Hoof, Georgina Núñez y Carlos de Miguel (LC/TS.2022/83), 2022.
228. Estado de la ciberseguridad en la logística de América Latina y el Caribe, Rodrigo Díaz (LC/TS.2021/108), 2021.
227. Mesoamérica digital 2025: propuesta para una agenda digital mesoamericana, Juan Jung (LC/TS.2021/77), 2021.
226. Infraestructura de Internet en América Latina: puntos de intercambio de tráfico, redes de distribución de contenido, cables submarinos y centros de datos, Raúl Echeberría (LC/TS.2020/120), 2020.
225. Cybersecurity and the role of the Board of Directors in Latin America and the Caribbean, Héctor J. Lehedé, (LC/TS.2020/103), 2020.
224. Institutional change and political conflict in a structuralist model, Gabriel Porcile y Diego Sanchez-Ancochea (LC/TS.2020/55), 2020.
223. Corporate governance and data protection in Latin America and the Caribbean, Héctor J. Lehedé (LC/TS.2019/38), 2019.
222. El financiamiento de la bioeconomía en países seleccionados de Europa, Asia y África: experiencias relevantes para América Latina y el Caribe. Adrián G. Rodríguez, Rafael H. Aramendis y Andrés O. Mondaini (LC/TS.2018/101), 2018.
221. The long-run effects of portfolio capital inflow booms in developing countries: permanent structural hangovers after short-term financial euphoria, Alberto Botta (LC/TS.2018/96) 2018.
220. Agencias regulatorias del Estado, aprendizaje y desarrollo de capacidades tecnológicas internas: los casos del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y el Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile, Rodrigo Cáceres, Marco Dini y Jorge Katz (LC/TS.2018/40), 2018.

## DESARROLLO PRODUCTIVO

### Números publicados:

- 229 Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe  
*Bart Van Hoof, Georgina Núñez y Carlos de Miguel*
- 228 Estado de la ciberseguridad en la logística de América Latina y el Caribe  
*Rodrigo Mariano Díaz*
- 227 Mesoamérica digital 2025  
Propuesta para una agenda digital mesoamericana  
*Juan Jung*
- 226 Infraestructura de Internet en América Latina  
Puntos de intercambio de tráfico, redes de distribución de contenido, cables submarinos y centros de datos  
*Raúl Echeberría*