



GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DOMINICANA

MEDIO AMBIENTE

MARCO CONCEPTUAL SOBRE LA ECONOMÍA CIRCULAR

**Viceministerio de Cambio Climático y
Sostenibilidad**

Dirección de Investigación y Valoración Económica

Dra. Pamela Michel

Ing. Carlos Taveras, MSc

Ana Pimentel, MSc

Septiembre 2026



PRESENTACIÓN Y GUÍA DE USO



MEDIO AMBIENTE

MARCO CONCEPTUAL SOBRE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Viceministerio de Cambio Climático y Sostenibilidad
Dirección de Investigación y Valoración Económica

Autores: Dra. Pamela Michel-Acosta; Carlos Taveras; Ana Pimentel
Santo Domingo, República Dominicana
Septiembre de 2026

Cómo citar

Michel-Acosta, P., Taveras, C., & Pimentel, A. (2026). *Marco conceptual sobre la economía circular*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Cita parentética: (Michel-Acosta et al., 2026)

Cita narrativa: Michel-Acosta et al. (2026)

Sobre la sección de ciencia ciudadana

La sección de ciencia ciudadana traduce algunas de las ideas centrales de la circularidad en ejemplos sencillos y recursos visuales que permiten reconocer cómo decisiones como reducir, reutilizar, reparar o recuperar materiales forman parte de un cambio más amplio en nuestra manera de producir, consumir y relacionarnos con los recursos. *Para quienes deseen consultar directamente la revisión conceptual y científica, el contenido técnico comienza en la página 7.*

CIENCIA CIUDADANA

De usar y botar a conservar valor



LAURA

“Se dañó el abanico.
¿Compro otro?”

KELVIN

“Antes de botarlo,
revisemos si puede
repararse.”

RESULTADO

El abanico vuelve a
funcionar y se evita un
reemplazo innecesario.

El modelo lineal sigue la ruta de *extraer, producir, usar y desechar*; la economía circular cambia esa lógica al evitar residuos desde el inicio y mantener los productos, componentes y materiales en uso durante más tiempo.

EXTRAER → PRODUCIR → USAR →
BOTAR



REPENSAR → REDUCIR → REUTILIZAR →
REPARAR

IDEA CLAVE

La circularidad evita que un producto útil se convierta en residuo.

CIENCIA CIUDADANA

Reciclar es parte del proceso, no el comienzo



DOÑA MILAGROS

“Reducir y reutilizar evitan residuos antes de que aparezcan.”



KELVIN

“Reparar o reacondicionar mantiene el producto y su utilidad.”



YUDELKA

“Reciclar es necesario, pero actúa cuando las opciones anteriores ya no son posibles.”

REDUCIR

1 ● REPENSAR

4 ● REPARAR

7 ● RECONVERTIR

REUTILIZAR

2 ● REDUCIR

5 ● REACONDICIONAR

8 ● RECICLAR

RECICLAR

3 ● REUTILIZAR

6 ● REMANUFACTURAR

9 ● RECUPERAR

IDEA CLAVE Actuar temprano conserva más utilidad y valor.

CIENCIA CIUDADANA

La circularidad se construye entre todos



ANDRÉS • EMPRESA

“El producto debe diseñarse para durar, repararse y recuperarse.”

COMUNIDAD

Los hogares, comercios y recuperadores mantienen los materiales en circulación.

INSTITUCIONES

Las reglas, la infraestructura y la información permiten coordinar las decisiones.

AMBIENTAL

Reduce la extracción de recursos, la contaminación y las pérdidas de materiales.

ECONÓMICA

Conserva valor, reduce costos y crea nuevas oportunidades productivas.

SOCIAL

Promueve empleo digno, inclusión, seguridad y participación.

Hogares • empresas • recuperadores • comunidades • gobiernos locales • instituciones nacionales

IDEA CLAVE

La economía circular contribuye al desarrollo sostenible cuando integra sus resultados ambientales, económicos y sociales.

CIENCIA CIUDADANA

Observar y medir para transformar



LAURA

“Voy a registrar lo que evitamos, reutilizamos y reparamos durante una semana.”

YUDELKA

“Medir permite saber cuánto material recuperamos y qué todavía se pierde.”

COMUNIDAD

Los datos ayudan a ubicar necesidades, prácticas y oportunidades del territorio.

ENTRADAS

¿Usamos menos materiales vírgenes?

PERMANENCIA

¿Los productos duran, se reutilizan o se reparan?

RESULTADOS

¿Disminuyen los residuos y mejoran los beneficios sociales y ambientales?

Reto ciudadano: una semana circular

1. Anota qué evitaste comprar o reducir.
2. Registra lo que reutilizaste o reparaste.
3. Ubica lugares de reparación, retorno o recuperación.
4. Cuenta qué te impidió elegir una opción circular.

No manipules residuos peligrosos ni registres datos personales. Contenido basado en el *Marco conceptual sobre economía circular* y sus referencias técnicas.

ÍNDICE

Presentación y guía de uso	2
Ciencia ciudadana	3
Resumen	8
Abstract	9
Glosario de términos	10
Problemática	12
Marco conceptual	16
Del modelo lineal a la economía circular	16
Las 3R y su evolución hacia modelos ampliados de circularidad	16
Jerarquía de las 9R de la economía circular	18
Principios y mecanismos operativos de la economía circular	19
Dimensiones de la economía circular y su relación con el desarrollo sostenible	20
Escalas de aplicación y actores de la economía circular	22
Medición de la circularidad y evaluación de sus resultados	23
Contexto dominicano	25
Contexto actual de la economía circular en la República Dominicana ...	25
Referencias	27

RESUMEN

El presente marco conceptual aborda la *economía circular* como una transformación de los sistemas de producción y consumo orientada a reducir la extracción de recursos vírgenes, prevenir la generación de residuos y conservar durante el mayor tiempo posible la utilidad y el valor de los productos, componentes y materiales. A partir de las limitaciones ambientales, económicas e institucionales asociadas al modelo lineal de extracción, producción, consumo y descarte, el documento organiza los principales fundamentos que permiten comprender la transición hacia la circularidad, comenzando por el *enfoque de las 3R* y su evolución hacia la jerarquía ampliada de las *9R*, que prioriza las estrategias de repensar, reducir, reutilizar, reparar, reacondicionar, remanufacturar, reconvertir, reciclar y recuperar según su capacidad para conservar valor. Asimismo, examina principios y mecanismos operativos como el diseño circular, los ciclos técnicos y biológicos, los modelos de negocio circulares, la logística inversa y la simbiosis industrial, integrándolos con las dimensiones ambiental, económica y social del desarrollo sostenible. El análisis incorpora además las escalas micro, meso y macro, los actores que intervienen en cada una y los criterios necesarios para medir la circularidad mediante indicadores de entrada, permanencia del valor y salida, complementados con la evaluación de resultados ambientales, económicos y sociales.

ABSTRACT

This conceptual framework presents the *circular economy* as a transformation of production and consumption systems aimed at reducing the extraction of virgin resources, preventing waste generation, and preserving the utility and value of products, components, and materials for as long as possible. Building on the environmental, economic, and institutional limitations associated with the linear model of extraction, production, consumption, and disposal, the document organizes the main foundations required to understand the transition toward circularity, beginning with the *3R approach* and its evolution into the expanded *9R hierarchy*, which prioritizes the strategies of rethink, reduce, reuse, repair, refurbish, remanufacture, repurpose, recycle, and recover according to their capacity to retain value. It also examines key principles and operational mechanisms, including circular design, technical and biological cycles, circular business models, reverse logistics, and industrial symbiosis, while linking them to the environmental, economic, and social dimensions of sustainable development. The analysis further addresses the micro, meso, and macro levels of application, the actors involved at each level, and the criteria required to measure circularity through input, value-retention, and output indicators, complemented by the assessment of environmental, economic, and social outcomes.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Sigla / Término	Significado / Definición
BID	Banco Interamericano de Desarrollo.
CC	Cambio Climático.
Ciclo Biológico	Ruta para materiales orgánicos renovables diseñados para regresar a la biosfera de forma segura.
Ciclo Técnico	Ruta que mantiene en circulación bienes y materiales manufacturados mediante mantenimiento y
Diseño Circular	Intervención previa a la fabricación para reducir materiales e incorporar atributos de durabilidad y
Economía Circular	Sistema de producción que reduce recursos vírgenes y conserva la utilidad de los productos el mayor tiempo
GEI	Gases de Efecto Invernadero.
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.
IRP	Panel Internacional de Recursos (International Resource Panel).
ISO	Organización Internacional de Normalización.
Logística Inversa	Sistema que organiza el retorno de productos desde los consumidores para recuperar su mayor valor posible.
MMARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
Modelo 3R	Enfoque jerárquico integrado por las estrategias de reducir, reutilizar y reciclar.
Modelo 9R	Jerarquía ampliada: repensar, reducir, reutilizar, reparar, reacondicionar, remanufacturar, reconvertir, reciclar y
OCDE / OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible.
ONE	Oficina Nacional de Estadística.
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Sigla / Término	Significado / Definición
PLANGIR	Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
Reciclar	Transformar residuos en materiales secundarios para sustituir materias primas vírgenes.
Reducir	Disminuir la cantidad de recursos vírgenes y energía requerida antes de generar un residuo.
REP	Responsabilidad Extendida del Productor.
Reutilizar	Emplear nuevamente un producto conservando su estructura y función original sin transformación material.
Simbiosis Industrial	Red de colaboración donde los subproductos de una organización son insumos para otras actividades.
Taxonomía Verde	Instrumento de clasificación que orienta inversiones hacia actividades económicamente sostenibles y circulares.

PROBLEMÁTICA

La economía mundial continúa organizada bajo un *modelo lineal* de extracción, producción, consumo y descarte que, para sostenerse, depende de un uso creciente de materiales y energía; una dinámica que ha *triplicado la extracción de recursos naturales* desde la década de 1970 y que amenaza con un aumento del *60%* hacia 2060 de no modificarse las tendencias actuales (International Resource Panel [IRP], 2024; Korhonen et al., 2018).

El funcionamiento incesante de este ciclo provoca un impacto ambiental en cadena; por un lado, la remoción masiva y el procesamiento de materias primas generan cerca del *55%* de las emisiones globales de *gases de efecto invernadero (GEI)* y causan más del *90%* de la *pérdida de biodiversidad* al afectar los hábitats naturales, mientras que, en su etapa final, el modelo produce anualmente más de *2,000 millones de toneladas* de *residuos sólidos* que contaminan los suelos y cuerpos de agua (Geng et al., 2023; Wang et al., 2023).

Esta expansión desmedida intensifica simultáneamente la triple crisis planetaria: el *cambio climático (CC)*, la *pérdida de biodiversidad* y la *contaminación* por el mal manejo de residuos; generando un escenario complejo que exige acciones articuladas donde la optimización de los procesos productivos se conjugue con la reducción del consumo y la extensión de la vida útil de los productos (Geissdoerfer et al., 2017; Kirchherr et al., 2023).

En este contexto, el modelo de *economía circular* surge no solo como una medida de mitigación, sino como una transformación profunda del sistema productivo que rompe con la lógica de la extracción y el descarte; esta alternativa propone sustituir el flujo unidireccional de materiales por

ciclos continuos donde los residuos se convierten en nuevos recursos, buscando desvincular el desarrollo económico del consumo de materias primas vírgenes al mantener los productos en su máxima utilidad el mayor tiempo posible mediante la reutilización, la reparación y el reciclaje, un *cambio de paradigma* que fomenta la regeneración de los ecosistemas, aunque su aplicación efectiva a nivel global todavía deba superar marcadas limitaciones conceptuales, físicas e institucionales (Kirchherr et al., 2023; Bocken et al., 2022).

Una de las principales dificultades radica en la ausencia de una definición universal de la *economía circular*, pues en la actualidad coexisten cientos de conceptualizaciones que combinan la reducción del consumo, la reutilización, la remanufactura, el reciclaje y la regeneración de la naturaleza; esta multiplicidad de enfoques, si bien facilita la adopción del concepto en diversos sectores, genera una profunda ambigüedad sobre sus verdaderos alcances y su impacto en el *desarrollo sostenible*, lo que permite intervenciones dispares y en ocasiones incorrectamente implementadas (Espinoza, 2023; Van Hoof et al., 2022).

Aunado a esto, la ejecución del modelo circular está sujeta a retos importantes, dado que ningún sistema económico puede sostener sus procesos mediante el uso exclusivo de materiales reutilizados sin incurrir en mayores costos de transición; además, todas sus etapas, desde la producción y el uso hasta la recuperación y el reciclaje, exigen, en la mayoría de los casos, un consumo continuo de energía, pueden aumentar las emisiones de GEI o provocar mermas en la calidad y cantidad de los insumos (Korhonen et al., 2018; Zink & Geyer, 2017).

PROBLEMÁTICA

La *medición del progreso* representa otro desafío importante, ya que los instrumentos de evaluación emplean unidades, parámetros y objetivos dispares, concentrándose mayoritariamente en tasas de reciclaje o en la proporción de materiales secundarios; este enfoque resulta insuficiente dado que no determina si dichas intervenciones logran una disminución real de las emisiones, la extracción primaria, la toxicidad, la pérdida de biodiversidad o los impactos sociales (Moraga et al., 2019).

Asimismo, la carencia de *datos* sobre la *trayectoria* de los materiales, su vida útil, su reparabilidad y su disposición final imposibilita la comparación entre distintos contextos y organizaciones, así como el establecimiento de diagnósticos iniciales para atribuir resultados a políticas específicas (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2024).

En materia de gestión pública, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI, 2025) contabiliza 99 planes nacionales y más de 4,300 acciones asociadas, lo que muestra una rápida institucionalización del modelo por parte de los gobiernos mundiales; no obstante, numerosos instrumentos carecen de *metas medibles*, *cronogramas*, *responsables directos*, *mecanismos de financiación* y sistemas de coordinación interministerial. Bajo estas condiciones, las iniciativas adoptadas operan como declaraciones de intenciones desprovistas de capacidad real para transformar las inversiones, la regulación, las compras públicas y las capacidades operativas (de Jesus & Mendonça, 2018).

La aplicación de la *economía circular* presenta dinámicas específicas en los *países de ingresos bajos y medios*, dado que una proporción sustancial de la recuperación, reparación, reventa y reciclaje es ejecutada

por trabajadores y pequeñas unidades informales que conservan el valor de los productos como mecanismo de generación de ingresos; un contexto donde estos actores suelen quedar excluidos de los registros estadísticos, los esquemas de financiamiento y la formulación de políticas públicas, lo que propicia que la adopción directa de modelos concebidos en economías industrializadas invisibilice dichas prácticas y desplace los medios de vida locales sin resolver las carencias operativas, tecnológicas y de protección social; esta realidad exige reconocer las capacidades existentes para integrar de manera efectiva al sector informal en procesos productivos más seguros e inclusivos (Dewick et al., 2022; Korsunova et al., 2022).

En el caso particular de la República Dominicana, esta problemática adquiere una dimensión particular debido a que el país genera aproximadamente *11,000 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos*, equivalentes a *1.08 kilogramos por habitante al día*, de las cuales históricamente se ha aprovechado apenas el *1.5%*, mientras una proporción considerable ha sido depositada en vertederos y botaderos sin condiciones adecuadas de control ambiental, lo que evidencia la permanencia de un sistema lineal más orientado a la disposición final que a prevenir la generación y conservar el valor de los recursos (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2021; Oficina Nacional de Estadística [ONE], 2024).

La magnitud del problema se refleja en el relleno sanitario de Duquesa, que recibió *1,445,276 toneladas* de residuos durante 2022, y en la limitada separación desde los hogares, pues la ENHOGAR-2024 determinó que solamente el *20.1%* clasifica los residuos orgánicos, el *11.4%* separa los plásticos, el *7.3%* los metales y el *5%* el papel o cartón,

PROBLEMÁTICA

condiciones que reducen la calidad de los materiales recuperados, aumentan los costos de clasificación y dificultan su reincorporación a los procesos productivos (ONE, 2024; ONE, 2025).

La problemática dominicana no se limita a la disposición final, ya que también se manifiesta en sectores *estratégicos* como *manufactura*, *turismo*, *construcción*, *agricultura* y *transporte*, mientras el mapeo de *70 iniciativas nacionales* de economía circular muestra que el *45.7%* se concentra en la recuperación de valor después del uso y que la mayor participación corresponde a la manufactura, lo que revela un avance todavía orientado hacia las etapas finales de la cadena y una menor presencia de estrategias de prevención, rediseño, reparación y extensión de la vida útil (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit [GIZ], 2024; Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales [MMARN], 2022).

Si bien el país ha fortalecido progresivamente su base normativa mediante la *Ley núm. 225-20* y su modificación por la *Ley núm. 98-25*, instrumentos que incorporan principios como la gestión integral, la jerarquía de residuos, la responsabilidad compartida, la valorización y la Responsabilidad Extendida del Productor, la existencia de estas disposiciones no garantiza por sí sola su aplicación homogénea en los municipios, los sectores productivos y las cadenas de valor (República Dominicana, 2020; República Dominicana, 2025b).

De igual manera, el *Plan Nacional de Gestión Integral de los Residuos Sólidos 2025-2035* establece como metas la valorización de al menos el *15%* de los residuos sólidos urbanos, el cierre o reconversión de los vertederos a cielo abierto y la disposición segura del *100%* de los residuos no valorizados, aunque su cumplimiento requiere desarrollar

capacidades territoriales, sistemas de información, infraestructura diferenciada, financiamiento sostenible, mercados para materiales secundarios y mecanismos efectivos de seguimiento (República Dominicana, 2021; República Dominicana, 2025a).

Por consiguiente, la brecha dominicana no consiste únicamente en la ausencia de proyectos o instrumentos legales, *sino en la fragmentación* entre las políticas ambientales, la planificación municipal, las decisiones empresariales, las fuentes de financiamiento y los sistemas estadísticos, situación que dificulta identificar cuáles iniciativas son realmente circulares, comparar sus resultados y determinar si reducen la extracción de recursos, la generación de residuos, las emisiones y otras presiones ambientales (GIZ, 2024; Van Hoof *et al.*, 2022).

A esta fragmentación se añade la necesidad de incorporar a los recicladores de base y demás trabajadores informales que participan en la recuperación de materiales, debido a que su exclusión de la planificación, la protección social, la capacitación y los nuevos modelos de negocio podría producir una transición materialmente circular, pero socialmente injusta, desaprovechando al mismo tiempo sus conocimientos, redes de recolección y contribuciones a la valorización de residuos (Moreau *et al.*, 2017; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2022).

En este sentido, el problema central radica en que la República Dominicana dispone de iniciativas, disposiciones normativas y oportunidades sectoriales vinculadas con la economía circular, pero todavía necesita un referente común que delimite el concepto, diferencie la

PROBLEMÁTICA

circularidad de la gestión convencional de residuos y articule las intervenciones desarrolladas en los niveles nacional, territorial, sectorial y empresarial bajo criterios comparables de sostenibilidad ambiental, económica y social (Kirchherr *et al.*, 2023).

En este contexto, el aporte del presente marco conceptual no consiste en formular una política pública, establecer obligaciones institucionales ni proponer un sistema nacional de indicadores, sino en *recopilar, organizar y contextualizar los principales conceptos, principios y enfoques de la economía circular* para ofrecer una referencia comprensible y pertinente desde la realidad de la República Dominicana (Blomsma & Brennan, 2017; Prieto-Sandoval *et al.*, 2018).

Su valor radica en *constituir un punto de partida* para que investigadores, universidades, empresas, asociaciones productivas, organizaciones sociales e instituciones públicas puedan consultar una *base conceptual común*, formular nuevas preguntas de investigación, examinar sus propias prácticas y desarrollar posteriormente estudios sectoriales, diagnósticos, metodologías o propuestas adaptadas a las características económicas, ambientales y sociales del país (Aguilar-Hernandez *et al.*, 2026; Betancourt Morales & Zartha Sossa, 2020).

De esta manera, el marco se concibe como un aporte germinal para la construcción de conocimiento nacional sobre economía circular, cuya utilidad dependerá de que los diferentes actores lo discutan, contrasten, amplíen y apliquen en futuras investigaciones y experiencias empresariales, contribuyendo gradualmente a superar la dispersión conceptual existente y a fortalecer una comprensión dominicana de la circularidad (Kalmykova *et al.*, 2018; Prieto-Sandoval, Ormazabal, *et al.*, 2018).

APORTE DEL MARCO CONCEPTUAL

Una base conceptual común para:

1

Delimitar

el concepto de economía circular.

2

Organizar

sus principios, enfoques y prácticas.

3

Contextualizar

el concepto en la realidad dominicana.

4

Orientar

investigaciones, diagnósticos y propuestas.

Punto de partida para construir conocimiento nacional.

MARCO CONCEPTUAL

1. Del modelo lineal a la economía circular

El modelo lineal organiza la producción y el consumo en una secuencia de *extracción, fabricación, uso y descarte*; al depender de un flujo continuo de materiales y energía, mantiene el crecimiento económico unido al aumento de la presión ambiental. Durante las últimas cinco décadas, la extracción mundial de recursos se triplicó y *podría aumentar un 60% entre 2020 y 2060*, por lo que la transición circular busca reducir esa presión antes de que los materiales pierdan su utilidad y se conviertan en residuos (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA] & Panel Internacional de Recursos, 2024).

Frente al modelo lineal, la *economía circular* puede definirse como *un sistema de producción y consumo que reduce la entrada de recursos vírgenes, evita los residuos desde su origen y conserva durante el mayor tiempo posible la utilidad y el valor de los productos, sus componentes y sus materiales*; para lograrlo, modifica la forma en que los bienes se diseñan, producen, distribuyen, utilizan y recuperan; en consecuencia, no constituye una actividad aislada, sino una transformación de las decisiones que determinan el uso de los recursos (Kirchherr et al., 2023; Organización Internacional de Normalización [ISO], 2024a).

En este contexto, cabe destacar que la diferencia central entre economía circular y gestión de residuos se encuentra en el *momento de intervención*; la primera actúa desde la definición de la necesidad y el diseño del producto, mientras que la segunda responde después del descarte. El reciclaje continúa siendo necesario, pero se aplica después de prevenir, reducir, reutilizar, reparar o remanufacturar; por esta razón, aumentar la capacidad de reciclaje no convierte por sí solo una economía lineal en circular (PNUMA, 2022).

2. Las 3R y su evolución hacia modelos ampliados de circularidad

El *enfoque de las 3R*, integrado por *reducir, reutilizar y reciclar*, constituye una formulación operativa de la jerarquía de residuos que organiza las decisiones según su capacidad para evitar la generación de desechos y conservar los recursos; sus antecedentes se vinculan con la evolución de las políticas de gestión de residuos desde finales de la *década de 1970*, cuando comenzó a establecerse un orden de preferencia que situaba la reducción por encima del aprovechamiento y la disposición final, por lo que las tres estrategias no deben interpretarse como acciones equivalentes, sino como niveles sucesivos en los que primero se evita el consumo de recursos, luego se prolonga el uso de los productos y, únicamente cuando estas opciones dejan de ser viables, se procesan los materiales descartados (Zhang et al., 2022).

Figura 1

Modelo 3R



Fuente: Esquema de elaboración propia.

MARCO CONCEPTUAL

Reducir ocupa el primer nivel porque interviene antes de que el residuo exista y procura disminuir la cantidad de recursos vírgenes, materiales peligrosos y energía requerida para satisfacer una necesidad; su aplicación comprende evitar productos innecesarios, simplificar envases, optimizar los procesos productivos, utilizar menos material por unidad, prolongar la durabilidad y modificar patrones de consumo, de modo que no consiste solamente en disminuir el volumen de residuos enviados a tratamiento, sino en reducir desde el diseño y la demanda las entradas de recursos y las pérdidas generadas durante todo el ciclo de vida (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2025).

Reutilizar consiste en emplear nuevamente un producto, envase o componente, procurando conservar su estructura y la función para la cual fue concebido sin someterlo a una transformación material; esta estrategia prolonga la vida útil y puede evitar la fabricación de un bien equivalente, pero requiere productos duraderos, sistemas de devolución o recarga, condiciones adecuadas de limpieza e inspección y usuarios dispuestos a mantenerlos en circulación, por lo que se diferencia del reciclaje en que preserva el producto y el valor incorporado durante su fabricación en lugar de reducirlo nuevamente a materia prima (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2023).

Reciclar se aplica cuando el producto o sus componentes ya no pueden conservarse en uso y consiste en procesar los residuos para obtener materiales secundarios capaces de sustituir, total o parcialmente, materias primas vírgenes; aunque permite recuperar recursos y evitar su disposición final, destruye la configuración funcional del producto y

depende de la recolección separada, la clasificación, la tecnología de procesamiento, la calidad del material resultante y la existencia de una demanda efectiva; además, su beneficio ambiental no es automático porque puede disminuir cuando el consumo de energía, el transporte, la contaminación de los materiales o las pérdidas de calidad superan los recursos efectivamente sustituidos (Gheewala, 2024).

Las *3R aportaron una base comprensible* para ordenar la prevención y el aprovechamiento de los residuos, pero resultaron insuficientes para diferenciar las decisiones que permiten conservar productos, componentes y materiales con distintos niveles de valor; conforme la economía circular amplió su alcance desde el tratamiento de los residuos hacia el diseño, la producción, el consumo y la recuperación, surgieron jerarquías con un mayor número de estrategias que separaron acciones anteriormente agrupadas dentro de reducir o reutilizar, como repensar, reparar, reacondicionar, remanufacturar y reconvertir, dando lugar a modelos como las 9R, cuya mayor precisión permite identificar qué intervención debe priorizarse en cada etapa del ciclo de vida (Ghosh et al., 2022).

En síntesis, las 3R establecieron una jerarquía básica para reducir el consumo de recursos, prolongar el uso de los productos y aprovechar sus materiales al final de la vida útil; sin embargo, el desarrollo de la economía circular amplió este esquema mediante estrategias que intervienen desde el diseño y el consumo hasta la recuperación final, dando lugar al modelo de las 9R que se aborda a continuación.

MARCO CONCEPTUAL

3. Jerarquía de las 9R de la economía circular

Las 9R ordenan las estrategias según el valor que permiten conservar, como se indica a continuación: a) *repensar*: satisface una necesidad con menos productos o con mayor uso; b) *reducir*: emplea menos materiales y energía; c) *reutilizar*: mantiene el producto en su función; d) *reparar*: corrige una falla; e) *reacondicionar*: restaura o actualiza el bien; f) *remanufacturar*: lo reconstruye con componentes recuperados; g) *reconvertir*: le asigna otra función; h) *reciclar*: transforma sus materiales, y i) *recuperar*: aprovecha la energía restante. En este contexto, rechazar ocurre antes porque elimina la necesidad o evita la compra; así, la prioridad desciende desde prevenir el consumo hasta tratar el material que ya no puede conservarse en uso (Muñoz et al., 2024) (ver figura 2).

Figura 2

Modelo de las 9R



Fuente: Esquema de elaboración propia.

El diseño circular traduce esa jerarquía en características del producto y puede determinar la *cantidad de materiales, la durabilidad, el desmontaje, la reparación, los repuestos y el siguiente uso de sus piezas*. Estas decisiones deben adoptarse antes de fabricar, debido a que las uniones irreversibles, los materiales incompatibles y los componentes no reemplazables impiden reutilizar, reacondicionar o remanufacturar el bien, aunque después exista infraestructura para tratar sus residuos (Mesa, 2023).

Los materiales circulan por dos rutas: a) *el ciclo técnico*: mantiene productos manufacturados, piezas y materiales mediante mantenimiento, reutilización, reparación, reacondicionamiento, remanufactura y reciclaje, priorizando la conservación del producto completo; y b) el ciclo biológico: recibe materiales orgánicos diseñados para descomponerse y regresar de forma segura a la biosfera; por ello, los metales y plásticos deben permanecer en el sistema productivo, mientras que un material biológico solo puede volver a la naturaleza cuando su composición permite una degradación segura (Montag, 2023).

Aunado a esto, se incentivan los modelos de negocio circulares que crean ingresos sin depender de vender cada vez más productos nuevos; incluyen mantenimiento, reparación, alquiler, uso compartido, recompra y reventa, y requieren logística inversa para devolver los bienes desde el usuario hacia quienes pueden mantenerlos en circulación. En la escala industrial, la simbiosis industrial permite que los subproductos, el agua, la energía o las capacidades de una organización sustituyan recursos de otra, siempre que exista compatibilidad técnica y acuerdos estables (ISO, 2024b; Taqi et al., 2022).

MARCO CONCEPTUAL

Para que los productos y materiales puedan reincorporarse a estos modelos, la logística inversa organiza su retorno desde los consumidores hacia los puntos donde pueden ser inspeccionados, clasificados y dirigidos a procesos de reutilización, reparación, reacondicionamiento, remanufactura o reciclaje. Su función no se limita a recoger residuos, debido a que busca identificar la alternativa que conserve el mayor valor posible; en consecuencia, requiere mecanismos de devolución, infraestructura de almacenamiento y transporte, información sobre la composición y el estado de los productos, coordinación entre los actores de la cadena y criterios que permitan evaluar los materiales recuperados (Mallick et al., 2023).

En la escala interempresarial, la simbiosis industrial permite que los materiales secundarios, subproductos, agua o energía excedente de una organización sean utilizados como insumos por otras actividades productivas, disminuyendo simultáneamente la extracción de recursos y las corrientes destinadas a tratamiento o disposición final. Este mecanismo supera la transferencia aislada de residuos entre dos empresas, porque supone la conformación de redes de colaboración en las que deben asegurarse la cantidad, calidad y continuidad de los flujos, así como la disponibilidad de información, tecnologías e infraestructura; la proximidad territorial puede facilitar estos intercambios, aunque su viabilidad también depende de acuerdos estables y de beneficios verificables para los participantes (Oughton et al., 2022).

4. Principios y mecanismos operativos de la economía circular.

La *jerarquía de las 9R* establece el orden de prioridad de las estrategias circulares; sin embargo, su aplicación requiere principios que orienten las decisiones adoptadas durante el

ciclo de vida de los productos y mecanismos que permitan conservar su valor dentro del sistema económico. En este sentido, *la circularidad* se sustenta en el pensamiento sistémico, la gestión sostenible y trazable de los recursos, la creación y distribución del valor y la preservación de la resiliencia de los ecosistemas, lo que implica analizar conjuntamente las relaciones entre proveedores, productores, consumidores, gestores de materiales e instituciones, en lugar de limitar la intervención al manejo de los residuos generados al final del proceso (International Organization for Standardization, 2024).

El primer mecanismo corresponde al *diseño circular*, debido a que la posibilidad de reparar, reutilizar, reacondicionar o recuperar un producto depende, en gran medida, de las decisiones tomadas antes de su fabricación. Este enfoque procura reducir la cantidad de materiales utilizados y, al mismo tiempo, incorporar características como durabilidad, modularidad, facilidad de mantenimiento, disponibilidad de piezas, actualización, desmontaje y separación de componentes; no obstante, estas alternativas deben evaluarse desde una perspectiva de ciclo de vida, pues una modificación que disminuya los residuos en una etapa puede aumentar el consumo de energía, transporte u otros recursos en fases posteriores (Amend et al., 2022; Spreafico, 2022).

A partir del diseño, los recursos pueden mantenerse en circulación mediante ciclos técnicos o biológicos, diferenciados de acuerdo con la naturaleza de los materiales y las posibilidades de recuperación.

MARCO CONCEPTUAL

Los ciclos técnicos comprenden productos y componentes que no deben retornar directamente a la naturaleza, como metales, plásticos, equipos y maquinarias, cuyo valor se conserva mediante mantenimiento, reutilización, reparación, reacondicionamiento y remanufactura, mientras que el reciclaje se emplea cuando ya no es posible preservar su función original; de su lado, los ciclos biológicos incluyen materiales orgánicos renovables que pueden aprovecharse sucesivamente y, bajo condiciones ambientalmente seguras, transformarse mediante compostaje o digestión anaerobia para recuperar nutrientes y devolverlos a la biosfera. Esta separación resulta especialmente importante en los productos híbridos, debido a que la mezcla de componentes técnicos y biológicos puede dificultar su recuperación y contaminar ambos flujos (Kusumo et al., 2022).

Los modelos de *negocio circulares* convierten estas posibilidades técnicas en formas de producción, intercambio y consumo capaces de generar valor sin depender exclusivamente de la venta continua de productos nuevos. Entre sus principales configuraciones se encuentran el uso de insumos renovables o secundarios, la recuperación de recursos, la extensión de la vida útil mediante servicios de mantenimiento y reparación, las plataformas de uso compartido y el producto como servicio, modalidad en la que la empresa conserva la propiedad y comercializa su uso o desempeño; por tanto, un modelo no se considera circular únicamente porque incorpore materiales reciclados, sino cuando su estructura contribuye efectivamente a disminuir la demanda de materias primas, intensificar el uso de los bienes o conservar su valor durante más tiempo (Al-Naami et al., 2024).

5. Dimensiones de la economía circular y su relación con el desarrollo sostenible

La *economía circular* no constituye únicamente un modelo de gestión de residuos, sino una transformación de los sistemas de producción y consumo que comprende la extracción de recursos, el diseño, la fabricación, la distribución, el uso y la gestión posterior de los productos; por esta razón, sus resultados deben analizarse mediante las dimensiones *ambiental*, *económica* y *social*, entendidas como componentes interdependientes que permiten determinar si una estrategia circular contribuye efectivamente a la *sostenibilidad*. Aunque las definiciones actuales reconocen con mayor frecuencia el *desarrollo sostenible* como finalidad de la economía circular, todavía existe un mayor énfasis en los beneficios ambientales y económicos que en sus implicaciones sociales (Kirchherr et al., 2023; Terra dos Santos et al., 2023).

La *dimensión ambiental* se orienta a disminuir la extracción de materias primas vírgenes, el consumo de energía, la generación de residuos, las emisiones y la liberación de sustancias contaminantes durante el ciclo de vida de los productos; por lo tanto, no se limita al reciclaje, sino que prioriza el diseño durable, la reducción del consumo, la reutilización, la reparación y la remanufactura, debido a que estas estrategias conservan una mayor proporción del valor incorporado en los productos y evitan los impactos asociados con nuevas actividades extractivas. Sin embargo, una práctica circular no produce beneficios ambientales por definición, porque el transporte, el procesamiento de materiales o el aumento del consumo pueden trasladar o compensar las reducciones alcanzadas; en consecuencia, sus resultados deben comprobarse mediante indicadores de uso de materiales, energía, emisiones, contaminación

MARCO CONCEPTUAL

y generación de residuos considerados desde una perspectiva de ciclo de vida (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente & Panel Internacional de Recursos, 2024; Yang *et al.*, 2023).

De su lado, la *dimensión económica* comprende la capacidad de conservar el valor de los productos, componentes y materiales durante el mayor tiempo posible, reducir la dependencia de materias primas y convertir los recursos desaprovechados en insumos para nuevos procesos productivos; esta dinámica favorece modelos de negocio basados en la reparación, el mantenimiento, el uso compartido, la remanufactura, la simbiosis industrial y la comercialización de materiales secundarios, al tiempo que puede disminuir costos, estimular la innovación y diversificar las actividades económicas. No obstante, estos beneficios dependen de la inversión inicial, la infraestructura disponible, la escala de operación, la demanda de productos circulares y las características de cada sector, debido a que la evidencia disponible muestra que la relación entre las prácticas circulares y el desempeño comercial varía según el tamaño de las empresas, el tipo de industria y el contexto nacional (Yin *et al.*, 2023).

Por otra parte, la dimensión social se refiere a la manera en que los costos, las oportunidades y los beneficios de la transición circular se distribuyen entre las personas trabajadoras, consumidoras y comunidades; en este ámbito se incluyen la generación de empleos decentes, la seguridad y salud ocupacional, la formación de nuevas competencias, la inclusión de quienes participan en la recuperación informal de materiales, el acceso asequible a productos duraderos y reparables, la participación social y la modificación de los hábitos de consumo.

En consecuencia, su evaluación no puede reducirse al número de empleos creados, sino que debe considerar su calidad, la equidad, la diversidad, las condiciones laborales, el bienestar de las comunidades y su participación en las decisiones, reconociendo que estos resultados dependen del contexto social y cultural en el que se implementan las estrategias circulares (Valencia *et al.*, 2023; Pitkänen *et al.*, 2023) (ver figura 3).

Figura 3

Dimensiones de la economía circular



Fuente: Esquema de elaboración propia.

En conjunto, estas dimensiones conectan la economía circular con el desarrollo sostenible, entendido como la finalidad amplia de satisfacer las necesidades humanas mediante actividades económicamente viables, socialmente equitativas y compatibles con los límites ambientales; la circularidad constituye, en este sentido, un medio para reorganizar los flujos de recursos y no un resultado sostenible por sí misma. Su relación más directa se establece con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 12, relativo a la producción y el consumo responsables, aunque sus estrategias pueden contribuir a todos los ODS y muestran una vinculación especialmente fuerte con el ODS 8, sobre trabajo decente y crecimiento económico, y el ODS 13, referido a la acción por el clima;

MARCO CONCEPTUAL

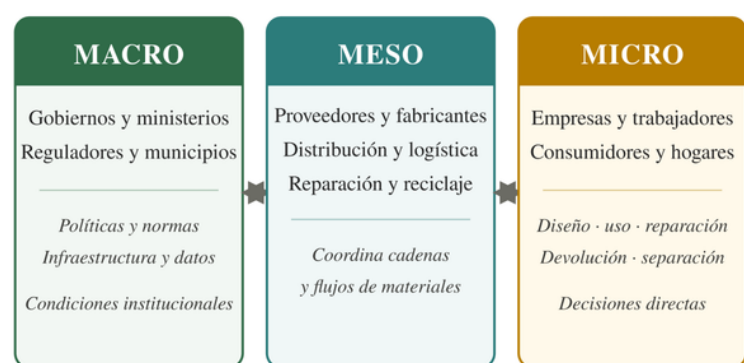
sin embargo, los efectos de la reutilización, la reparación, el reciclaje y otras prácticas varían entre las tres dimensiones, por lo que cada intervención debe evaluarse mediante indicadores integrados y no suponerse sostenible únicamente por haber sido denominada circular (Ortiz-De-Montellano et al., 2023; Knäble et al., 2022).

6. Escalas de aplicación y actores de la economía circular

Las dimensiones económica, ambiental y social explican los resultados que persigue la economía circular, mientras que las *escalas de aplicación* permiten identificar dónde se materializan esos resultados y cuáles actores intervienen. Se distinguen tres niveles interdependientes: *el micro*, referido a productos, procesos, empresas, consumidores y hogares; *el meso*, correspondiente a cadenas de valor, redes empresariales, clústeres y sistemas de cooperación industrial; y *el macro*, que comprende ciudades, regiones y países, junto con las políticas e infraestructuras que organizan los flujos de recursos. Estos niveles no representan etapas sucesivas, debido a que las decisiones adoptadas por una empresa o un consumidor dependen de las condiciones existentes en las cadenas de valor y del entorno institucional que las sostiene (Kühl et al., 2023).

Figura 4

Escalas de aplicación y actores de la economía circular



Fuente: Esquema de elaboración propia.

En la *escala micro* se desarrollan las decisiones directamente relacionadas con el ciclo de vida de los productos. Las empresas incorporan la circularidad mediante el diseño, la selección de materiales, la eficiencia de los procesos, el mantenimiento, la reparación y la recuperación de los bienes después de su uso; a su vez, los consumidores y los hogares influyen mediante sus decisiones de compra, la intensidad y duración del uso, el cuidado de los productos, la reparación, el intercambio, la devolución y la separación de los residuos. Esto significa que la responsabilidad no recae exclusivamente en el consumidor, puesto que su comportamiento depende de la disponibilidad, el precio, la durabilidad y la reparabilidad de los bienes y servicios ofrecidos por las organizaciones (Lanaras-Mamounis et al., 2022; Shevchenko et al., 2023).

La *escala meso* comprende las relaciones que se establecen entre organizaciones pertenecientes a una misma cadena de valor o sistema productivo. En este nivel participan proveedores, fabricantes, distribuidores, empresas de mantenimiento, operadores logísticos, centros de reparación, recuperadores y recicladores, cuya coordinación permite organizar la logística inversa, compartir información sobre materiales, establecer requisitos de calidad y conectar la oferta de residuos o componentes recuperados con nuevas actividades productivas. Su importancia radica en que una empresa puede reducir sus residuos internamente, pero no puede cerrar los ciclos materiales si carece de aliados capaces de recolectar, transportar, reparar, remanufacturar o reincorporar dichos recursos al sistema productivo (Ayati et al., 2022).

MARCO CONCEPTUAL

En la *escala macro*, los gobiernos nacionales y subnacionales establecen las condiciones que facilitan o restringen la aplicación de la economía circular. Los ministerios, organismos reguladores, gobiernos municipales e instituciones estadísticas intervienen mediante políticas, normas técnicas, incentivos económicos, compras públicas, sistemas de responsabilidad extendida del productor, infraestructuras de gestión y mecanismos de información y seguimiento; por tanto, el Estado no ejecuta directamente todos los ciclos, pero determina su viabilidad jurídica, económica y territorial. Los gobiernos locales también cumplen una función relevante al trasladar las políticas generales al territorio mediante la planificación urbana, los servicios públicos, la habilitación de infraestructuras y la articulación de iniciativas entre empresas y comunidades (Gutberlet et al., 2023; OECD, 2025).

7. Medición de la circularidad y evaluación de sus resultados

Una vez definidas las escalas y los actores que intervienen en la economía circular, resulta necesario determinar cómo se medirá el avance alcanzado y qué efectos producen las acciones implementadas. La medición de la circularidad consiste en cuantificar la capacidad de un sistema para reducir el consumo de recursos vírgenes, mantener el valor de los productos y materiales durante más tiempo y disminuir las pérdidas generadas al final de su vida útil; por tanto, no se limita a contabilizar los residuos reciclados, sino que examina el comportamiento de los recursos dentro de un sistema previamente delimitado (International Organization for Standardization, 2024).

El punto de partida de la medición es definir la unidad de análisis, que puede corresponder a un producto, una organización, una cadena de valor, un sector económico o un territorio; también deben establecerse los límites geográficos y temporales, las etapas del ciclo de vida consideradas y los flujos de materiales, agua y energía incluidos. Esta delimitación es indispensable porque un indicador empresarial no representa necesariamente el desempeño de todo un sector o territorio; cada escala requiere información y criterios de evaluación acordes con las decisiones que se pretenden orientar (Ahmed et al., 2022).

Para evitar la dispersión, los indicadores de circularidad pueden organizarse en tres grupos complementarios: los indicadores de entrada determinan la proporción de materias primas vírgenes, secundarias o renovables incorporadas al sistema; los indicadores de permanencia del valor examinan la durabilidad, reparabilidad, reutilización, intensidad de uso y remanufactura de los productos; mientras que los indicadores de salida miden la prevención de residuos, la recuperación de materiales, el reciclaje y las pérdidas destinadas a vertederos o liberadas al ambiente. Ninguno de estos indicadores ofrece por sí solo una visión completa, ya que una tasa elevada de reciclaje puede coexistir con un consumo creciente de recursos vírgenes; en consecuencia, debe utilizarse un conjunto reducido y coherente de indicadores que abarque las distintas etapas del ciclo de los materiales (Shevchenko et al., 2024).

Sin embargo, medir la circularidad no equivale a demostrar que una iniciativa sea sostenible, puesto que la recirculación de materiales también puede demandar

MARCO CONCEPTUAL

energía, producir emisiones o trasladar los impactos hacia otras etapas del ciclo de vida. Por esta razón, los indicadores de flujo deben complementarse con la evaluación de resultados ambientales, considerando la extracción de recursos evitada, las emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de energía y agua, la generación de contaminantes y la cantidad de residuos enviados a disposición final; estos resultados deben compararse con una línea base y calcularse para una misma unidad de producto o servicio (Cilleruelo Palomero *et al.*, 2024).

La *evaluación económica* permite comprobar si las estrategias circulares mantienen o generan valor sin trasladar costos desproporcionados a otros participantes; para ello pueden analizarse la inversión requerida, los costos de operación, el ahorro en materias primas y gestión de residuos, la productividad de los recursos, los ingresos obtenidos mediante productos recuperados y la estabilidad del suministro. Estos indicadores no deben interpretarse de manera aislada, debido a que una reducción de costos empresariales no necesariamente representa un beneficio para toda la cadena de valor; la evaluación debe identificar quién recibe los beneficios, quién asume los costos y qué nivel de incertidumbre presentan los datos utilizados (Kulakovskaya *et al.*, 2023).

En la dimensión social deben considerarse la cantidad y calidad del empleo, la seguridad y salud ocupacional, la inclusión de trabajadores informales, la distribución de los ingresos, la accesibilidad de los bienes y servicios circulares y la participación de las comunidades en las decisiones.

Su medición presenta una dificultad adicional porque los cambios sociales no siempre pueden atribuirse exclusivamente a una intervención circular; por ello, los indicadores deben desagregarse por territorio y grupo social, además de combinar información estadística con datos obtenidos directamente de los actores involucrados (Pitkänen *et al.*, 2023).

La evaluación debe desarrollarse mediante una secuencia que incluya la definición de una línea base, el establecimiento de metas, la selección de indicadores, la identificación de fuentes de información, la determinación de la frecuencia de medición y la comparación periódica de los resultados. También es necesario diferenciar las actividades realizadas de los efectos alcanzados; por ejemplo, instalar un centro de reparación constituye una actividad, el número de productos reparados representa un resultado inmediato y la prolongación de su vida útil junto con la reducción de materiales vírgenes evidencia el efecto circular obtenido. De este modo, la medición deja de funcionar como un simple registro de acciones y se convierte en un instrumento para verificar avances, identificar desviaciones y orientar las decisiones necesarias para la transición hacia una economía circular.

REFERENCIAS

- Aguilar-Hernandez, G. A., Guerrero, A. B., Vázquez-Ibarra, L., Rebolledo-Leiva, R., & Gallego-Schmid, A. (2026). Is academia addressing relevant questions to support a circularity transition in Latin America and the Caribbean? *Journal of Industrial Ecology*, 30(2), 555–569. <https://doi.org/10.1007/s44498-026-00038-8>
- Ahmed, A. A., Nazzari, M. A., Darras, B. M., & Deibab, I. M. (2022). A comprehensive multi-level circular economy assessment framework. *Sustainable Production and Consumption*, 32, 700–717. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.05.025>
- Al-Naami, M., Hofmann, K. H., & Griese, K.-M. (2024). The adoption of circular business models in Germany: An analysis of the DAX40 companies. *Circular Economy and Sustainability*, 4, 43–61. <https://doi.org/10.1007/s43615-023-00270-5>
- Amend, C., Revellio, F., Tenner, I., & Schaltegger, S. (2022). The potential of modular product design on repair behavior and user experience—Evidence from the smartphone industry. *Journal of Cleaner Production*, 367, Article 132770. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132770>
- Atati, S. M., Shekarian, E., Majava, J., & Wæhrens, B. V. (2022). Toward a circular supply chain: Understanding barriers from the perspective of recovery approaches. *Journal of Cleaner Production*, 359, Article 131775. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131775>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Programa de gestión integral y sostenible de residuos sólidos en el Gran Santo Domingo (DR-L1156; DR-J0001): Propuesta de préstamo y financiamiento no reembolsable*.
- Barrie, J., Schröder, P., Pfaff, M., & Stucki, J. (2025). *Global stocktake of national circular economy roadmaps and strategies: 2025 update*. United Nations Industrial Development Organization.
- Betancourt Morales, C. M., & Zarthá Sossa, J. W. (2020). Circular economy in Latin America: A systematic literature review. *Business Strategy and the Environment*, 29(6), 2479–2497. <https://doi.org/10.1002/bse.2515>
- Blomsma, F., & Brennan, G. (2017). The emergence of circular economy: A new framing around prolonging resource productivity. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 603–614. <https://doi.org/10.1111/jiec.12603>
- Bocken, N. M. P., Niessen, L., & Short, S. W. (2022). The sufficiency-based circular economy—An analysis of 150 companies. *Frontiers in Sustainability*, 3, Article 899289. <https://doi.org/10.3389/frsus.2022.899289>
- Cilleruelo Palomero, J., Freboeuf, L., Ciroth, A., & Sonnemann, G. (2024). Integrating circularity into life cycle assessment: Circularity with a life cycle perspective. *Cleaner Environmental Systems*, 12, Article 100175. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2024.100175>
- de Jesus, A., & Mendonça, S. (2018). Lost in transition? Drivers and barriers in the eco-innovation road to the circular economy. *Ecological Economics*, 145, 75–89. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.08.001>
- DEUMAN. (2021). *Situación actual de la economía circular para el desarrollo de una hoja de ruta en República Dominicana: Producto 3: Identificación del valor percibido de la economía circular y de beneficios, debilidades, oportunidades y desafíos en República Dominicana para el sector manufactura*. Climate Technology Centre and Network.
- DEUMAN. (2024). *Guía para el financiamiento de la economía circular en República Dominicana*. Proyecto Caribe Circular, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. <https://bvearmb.do/handle/123456789/5011>
- Decreto núm. 302-25 que aprueba el Plan Nacional de Gestión Integral de los Residuos Sólidos (PLANGIR) 2025–2035, Gaceta Oficial núm. 11198 (2025). <https://bvearmb.do/handle/123456789/6650>
- Dewick, P., de Mello, A. M., Sarkis, J., & Donkor, F. K. (2022). The puzzle of the informal economy and the circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 187, Article 106602. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106602>
- Espinoza H., A. (2023). Economía circular: Una aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible. *Revista de Economía Institucional*, 25(49), 109–134. <https://doi.org/10.18601/01245996.v25n49.06>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy—A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Gheewala, S. H. (2024). Material recycling in a circular economy—A systems view. *WIREs Energy and Environment*, 13(1), e503. <https://doi.org/10.1002/wene.503>
- Ghosh, A., Bhola, P., & Sivarajah, U. (2022). Emerging associates of the circular economy: Analysing interactions and trends by a mixed methods systematic review. *Sustainability*, 14(16), Article 9998. <https://doi.org/10.3390/su14169998>
- Gutberlet, M., Preuss, L., & Thorpe, A. S. (2023). Macro level matters: Advancing circular economy in different business systems within Europe. *Ecological Economics*, 211, Article 107858. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107858>
- International Organization for Standardization. (2024a). *Circular economy—Guidance on the transition of business models and value networks* (ISO Standard No. 59010:2024). <https://www.iso.org/standard/80649.html>
- International Organization for Standardization. (2024b). *Circular economy—Measuring and assessing circularity performance* (ISO Standard No. 59020:2024). <https://www.iso.org/standard/80650.html>
- International Organization for Standardization. (2024c). *Circular economy—Vocabulary, principles and guidance for implementation* (ISO Standard No. 59004:2024). <https://www.iso.org/standard/80648.html>
- Kalmykova, Y., Sadagopan, M., & Rosado, L. (2018). Circular economy—From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034>
- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Kirchherr, J., Yang, N.-H. N., Schulze-Spüntrup, F., Heerink, M. J., & Hartley, K. (2023). Conceptualizing the circular economy (revisited): An analysis of 221 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 194, Article 107001. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107001>
- Knäble, D., de Quevedo Puente, M. E., Pérez-Cornejo, C., & Baumgärtler, T. (2022). The impact of the circular economy on sustainable development: A European panel data approach. *Sustainable Production and Consumption*, 34, 233–243. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.09.016>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Korsunova, A., Halme, M., Kourula, A., Levänen, J., & Lima-Toivanen, M. (2022). Necessity-driven circular economy in low-income contexts: How informal sector practices retain value for circularity. *Global Environmental Change*, 76, Article 102573. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102573>
- Kühl, C., Skipworth, H. D., Bourlakis, M., & Aktas, E. (2023). The circularity of product-service systems: The role of macro-, meso- and micro-level contextual factors. *International Journal of Operations & Production Management*, 43(4), 619–650. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2022-0055>
- Kulakovskaya, A., Knoeri, C., Radke, F., & Blum, N. U. (2023). Measuring the economic impacts of a circular economy: An evaluation of indicators. *Circular Economy and Sustainability*, 3, 657–692. <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00190-w>
- Kusumo, F., Mahlia, T. M. I., Pradhan, S., Ong, H. C., Silitonga, A. S., Fattah, I. M. R., Nghiem, L. D., & Mofijur, M. (2022). A framework to assess indicators of the circular economy in biological systems. *Environmental Technology & Innovation*, 28, Article 102945. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102945>
- Lanaras-Mamounis, G., Kipritsis, A., Tsalis, T. A., Vatalis, K. I., & Nikolaou, I. E. (2022). A framework for assessing the contribution of firms to circular economy: A triple-level approach. *Circular Economy and Sustainability*, 2(3), 883–902. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00144-8>
- Ley general de gestión integral y coprocesamiento de residuos sólidos, Ley núm. 225-20, Gaceta Oficial núm. 10990 (2020). <https://bvearmb.do/handle/123456789/751>
- Ley núm. 36-26 que modifica la Ley núm. 225-20, General de Gestión Integral y Coprocesamiento de Residuos Sólidos (2026).
- Ley núm. 98-25 que modifica la Ley núm. 225-20, del 30 de septiembre de 2020, Ley general de gestión integral y coprocesamiento de residuos sólidos, Gaceta Oficial núm. 11222 (2025). <https://www.bvearmb.do/handle/123456789/7977>

REFERENCIAS

- Mallick, P. K., Salling, K. B., Pigosso, D. C. A., & McAloone, T. C. (2023). Closing the loop: Establishing reverse logistics for a circular economy, a systematic review. *Journal of Environmental Management*, 328, Article 117017. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117017>
- Mesa, J. A. (2023). Design for circularity and durability: An integrated approach from DFX guidelines. *Research in Engineering Design*, 34, 443–460. <https://doi.org/10.1007/s00163-023-00419-1>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022, 1 de diciembre). *Medio Ambiente auspicia foro para impulsar la economía circular en el país*. <https://ambiente.gob.do/fr/medio-ambiente-auspicia-foro-para-impulsar-la-economia-circular-en-el-pais/>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2025). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PLANGIR) 2025–2035*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2026, 27 de mayo). *Proyecto Plastic Reboot impulsa hoja de ruta nacional para reducir residuos plásticos y fortalecer la economía circular*. <https://ambiente.gob.do/plastic-reboot-economia-circular-rd/>
- Montag, L. (2023). Circular economy and supply chains: Definitions, conceptualizations, and research agenda of the circular supply chain framework. *Circular Economy and Sustainability*, 3, 35–75. <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00172-y>
- Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G. A., Alaerts, L., Van Acker, K., de Meester, S., & Dewulf, J. (2019). Circular economy indicators: What do they measure? *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 452–461. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045>
- Moreau, V., Sahakian, M., van Griethuysen, P., & Vuille, F. (2017). Coming full circle: Why social and institutional dimensions matter for the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 497–506. <https://doi.org/10.1111/jiec.12598>
- Muñoz, S., Hosseini, M. R., & Crawford, R. H. (2024). Towards a holistic assessment of circular economy strategies: The 9R circularity index. *Sustainable Production and Consumption*, 47, 400–412. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.04.015>
- Oficina Nacional de Estadística. (2024). *Boletín de estadísticas ambientales 2024* (No. 8). <https://www.one.gob.do/publicaciones/2024/boletin-de-estadisticas-ambientales-2024-no-8/>
- Oficina Nacional de Estadística. (2025). *Informe de resultados básicos de la ENHOGAR-2024*. <https://www.one.gob.do/publicaciones/2025/informe-de-resultados-basicos-de-la-enhogar-2024/>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024). *Monitoring progress towards a resource-efficient and circular economy*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/3b644b83-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2025a). *Environment at a glance indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/ac4b8b89-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2025b). *The circular economy in cities and regions of the European Union*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/e09c21e2-en>
- Ortiz-De-Montellano, C. G.-S., Samani, P., & Van der Meer, Y. (2023). How can the circular economy support the advancement of the Sustainable Development Goals (SDGs)? A comprehensive analysis. *Sustainable Production and Consumption*, 40, 352–362. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.07.003>
- Oughton, C., Kurup, B., Anda, M., & Ho, G. (2022). Industrial symbiosis to circular economy: What does the literature reveal for a successful complex industrial area? *Circular Economy and Sustainability*, 2, 1317–1344. <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00153-1>
- Pitkänen, K., Karpinen, T. K. M., Kautto, P., Pirtonen, H., Salmenperä, H., Savolahti, H., Schubert, E., & Myllymaa, T. (2023). How to measure the social sustainability of the circular economy? Developing and piloting social circular economy indicators in Finland. *Journal of Cleaner Production*, 392, Article 136238. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136238>
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 179, 605–615. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>
- Prieto-Sandoval, V., Ormazabal, M., Jaca, C., & Viles, E. (2018). Key elements in assessing circular economy implementation in small and medium-sized enterprises. *Business Strategy and the Environment*, 27(8), 1525–1534. <https://doi.org/10.1002/bse.2210>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2025, 23 de diciembre). *Lanzan oficialmente el proyecto Plastic Reboot: Soluciones circulares a la contaminación por plásticos*. <https://www.undp.org/es/dominican-republic/noticias/lanzan-oficialmente-el-proyecto-plastic-reboot-soluciones-circulares-la-contaminacion-por-plasticos>
- Shevchenko, T., Saidani, M., Ranjbari, M., Kronenberg, J., Danko, Y., & Laitala, K. (2023). Consumer behavior in the circular economy: Developing a product-centric framework. *Journal of Cleaner Production*, 384, Article 135568. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135568>
- Shevchenko, T., Shams Esfandabadi, Z., Ranjbari, M., Saidani, M., Mesa, J., Shevchenko, S., Yannou, B., & Cluzel, F. (2024). Metrics in the circular economy: An inclusive research landscape of the thematic trends and future research agenda. *Ecological Indicators*, 165, Article 112182. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112182>
- Spreafico, C. (2022). An analysis of design strategies for circular economy through life cycle assessment. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194, Article 180. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-09803-1>
- Superintendencia del Mercado de Valores de la República Dominicana, & Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2024). *Taxonomía verde: República Dominicana*. <https://bvearmb.do/handle/123456789/4851>
- Taqi, H. M. M., Meem, E. J., Bhattacharjee, P., Salman, S., Ali, S. M., & Sankaranarayanan, B. (2022). What are the challenges that make the journey towards industrial symbiosis complicated? *Journal of Cleaner Production*, 370, Article 133384. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133384>
- Terra dos Santos, L. C., Frimaio, A., Giannetti, B. F., Agostinho, F., Liu, G., & Almeida, C. M. V. B. (2023). Integrating environmental, social, and economic dimensions to monitor sustainability in the G20 countries. *Sustainability*, 15(8), Article 6502. <https://doi.org/10.3390/su15086502>
- United Nations Environment Assembly. (2022). *Enhancing circular economy as a contribution to achieving sustainable consumption and production* (UNEP/EA.5/Res.11). United Nations Environment Programme.
- United Nations Environment Programme. (2023). *Turning off the tap: How the world can end plastic pollution and create a circular economy*. <https://www.unep.org/resources/turning-off-tap-end-plastic-pollution-create-circular-economy>
- United Nations Environment Programme, & International Resource Panel. (2024). *Global resources outlook 2024: Bend the trend—Pathways to a liveable planet as resource use spikes*. United Nations Environment Programme. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44901>
- Valencia, M., Bocken, N., Loaliza, C., & De Jaeger, S. (2023). The social contribution of the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 408, Article 137082. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137082>
- Van Hoof, B., Núñez Reyes, G., & de Miguel, C. J. (2022). *Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe* (Serie Desarrollo Productivo No. 229; LC/TS.2022/83). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Yang, M., Chen, L., Wang, J., Msigwa, G., Osman, A. I., Fawzy, S., Rooney, D. W., & Yap, P.-S. (2023). Circular economy strategies for combating climate change and other environmental issues. *Environmental Chemistry Letters*, 21(1), 55–80. <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01499-6>
- Yin, S., Jia, F., Chen, L., & Wang, Q. (2023). Circular economy practices and sustainable performance: A meta-analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 190, Article 106838. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106838>
- 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, Article 149892. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149892>
- Zink, T., & Geyer, R. (2017). Circular economy rebound. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 593–602. <https://doi.org/10.1111/jiec.12545>