

DE RESIDUOS A RECURSOS: LA REVOLUCIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

MARÍA CALERO PASTOR
UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA

El sistema de producción y consumo actuales está agotando los recursos naturales y llenando el planeta de residuos. La economía circular pretende cerrar el ciclo de vida de los productos usando residuos como materia prima para producir nuevos productos. No se trata sólo de reciclar, sino de rediseñar los productos para extender su vida útil, para facilitar su reutilización y reciclaje, y generar así menos residuos. De esta forma se consumen menos materias primas vírgenes y se contribuye a la conservación de los recursos naturales. La Unión Europea está preparando un marco regulatorio para que todos los sectores productivos viren hacia un modelo de negocio circular. Algunas empresas pioneras se han adelantado y ya se están beneficiando de las ventajas de la economía circular. Sin embargo, se deben afrontar aún algunos desafíos importantes. Por ejemplo, el sistema productivo es complejo y tal cambio implica la cooperación y coordinación de múltiples actores y sectores. También se deben aún superar algunas barreras técnicas y promover un cambio cultural para que los consumidores demanden más estos tipos de productos. No obstante, la economía circular ha llegado para quedarse y modelos de negocio basados el leasing, la reutilización y el reciclaje marcarán el futuro más próximo.

PALABRAS CLAVE •

economía circular, reciclaje, reutilización, ecodiseño

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO •

Calero Pastor, María. 2023. “*De residuos a recursos: la revolución de la economía circular*” en: UEM STEAM Essentials.
Enlace web UEM :: http://projectbasedschool.universidadeuropea.es/escuela/escuela/steam_essentials

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción y consumo actuales está agotando los recursos naturales y llenando el planeta de residuos, lo que nos hace reflexionar sobre la urgente necesidad de adoptar un enfoque de desarrollo sostenible. Este concepto, acuñado a raíz del informe ‘Los límites del crecimiento’ predecía en 1972 que si el incremento de la población mundial, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la explotación de los recursos naturales se mantenían sin variación, se alcanzarían los límites absolutos de crecimiento en la Tierra durante los siguientes cien años. Además, este informe demostraba que la técnica de simulación ‘dinámica de sistemas’ es una herramienta

poderosa para comprender las interconexiones complejas que existen entre nuestra economía, sociedad y medio ambiente. Resulta crucial que adoptemos estrategias sostenibles que equilibren el crecimiento económico con la preservación de los recursos naturales y la reducción de los residuos, asegurando así un futuro próspero y armonioso para las futuras generaciones.

El origen de la economía circular se encuentra en el concepto ‘de la cuna a la cuna’ (cradle to cradle, en inglés) propuesta por los arquitectos William McDonough y Michael Braungart en su libro de del mismo nombre (McDonough y

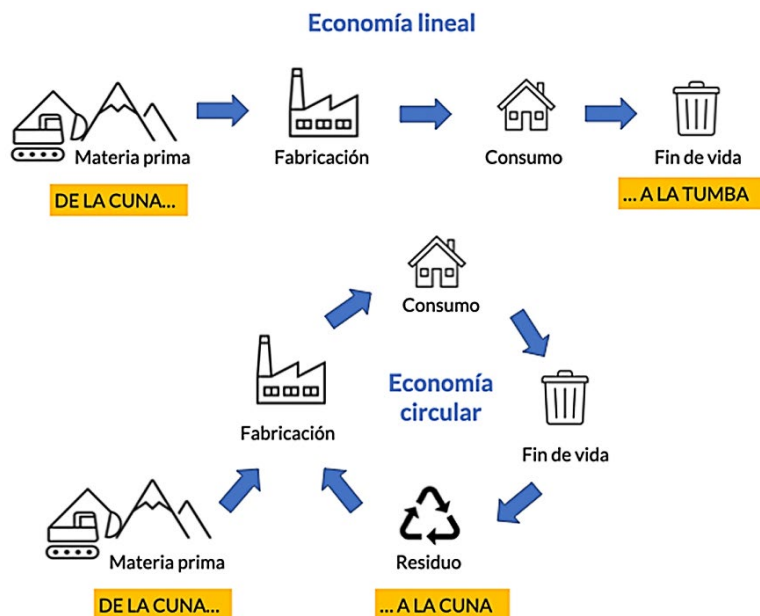


Figura 1 » “De la cuna a la tumba” o economía lineal y “de la cuna a la cuna” o economía circular. Fuente: propia.

de vida se refiere a todas las etapas que atraviesa un producto, desde la extracción de materias primas, la fabricación del producto, su transporte, su uso, hasta que se gestiona adecuadamente el residuo. El planteamiento “de la cuna a la tumba” (cradle to grave en inglés) es el que históricamente se ha usado para describir la mayoría de los productos, en el que se fabrica, se utiliza y se elimina el producto al final de su vida útil. Sin embargo, este

Michael Braungart, 2002). Su idea consistía en simular el ciclo de la naturaleza, de manera que se diseñaran productos para que, en su fin de vida, pudieran ser reconvertidos en materias primas para hacer otros productos.

Desde entonces, el concepto de economía circular ha evolucionado y en Europa ha sido adoptado como una estrategia clave para alcanzar objetivos de sostenibilidad y luchar contra el cambio climático. La definición más aceptada de economía circular se encuentra precisamente en el paquete de medidas de economía circular adoptado por la Comisión Europea en 2015.

La economía circular es un sistema económico y social que busca mantener el valor de los productos, materiales y recursos en la economía durante el mayor tiempo posible, reduciendo al mínimo la generación de residuos y fomentando la regeneración de los sistemas naturales (European Commission, 2015).

Los principios clave del Plan de Acción para la Economía Circular de la Unión Europea son:

- » Reducir al mínimo la generación de residuos,
- » Maximizar la reutilización y el reciclaje, y
- » Fomentar la regeneración de los sistemas naturales.

Para alcanzar estos objetivos, Europa se ha propuesto una serie de medidas a través del Pacto Verde Europeo. Estas medidas incluyen el diseño de productos sostenibles, la promoción de la reutilización y el reciclaje, y la introducción de sistemas de gestión de residuos más eficientes (European Commission, 2021).

Para lograr una verdadera economía circular, es fundamental tener en cuenta el concepto de ciclo de vida. El ciclo

planteamiento lineal tiene importantes limitaciones, ya que no tiene en cuenta la posibilidad de reutilizar, reciclar o recuperar el residuo generado al final de su vida útil. Por su lado, el planteamiento “de la cuna a la cuna” se centra en diseñar productos de tal manera que los materiales puedan ser recuperados al final de su vida útil y ser usados para fabricar nuevos productos, y esto se hace mediante la creación de ciclos de producción cerrados. Así, el fin de vida de un producto, es decir, su residuo, enlaza con el inicio del ciclo de vida de otro producto.

Considerando todo el ciclo de vida de un producto, se asegura que los impactos ambientales no se trasladen de una etapa a otra. Por ejemplo, si una empresa utiliza materiales reciclados para fabricar sus productos, pero estos materiales se han transportado desde el otro lado del mundo, el impacto ambiental del transporte puede contrarrestar los beneficios del reciclaje. En definitiva, se debe hacer el balance global de impactos ambientales en todas las etapas del ciclo de vida de un producto para minimizar los impactos en las etapas más críticas.

De esta manera, el enfoque de ciclo de vida permite identificar las etapas del ciclo de vida con el mayor impacto ambiental y centrarse en la reducción de estos impactos. Así, si se identifica que la mayor parte del impacto ambiental de un producto se produce durante la producción, se pueden tomar medidas para mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en esta etapa.

Es por ello que, en la Unión Europea, el enfoque de ciclo de vida se ha convertido en una herramienta fundamental para la toma de decisiones políticas y empresariales. La Directiva Marco de Residuos de la UE establece que los Estados miembros deben aplicar el enfoque de ciclo de vida para evaluar las opciones de gestión de residuos y fomentar la prevención de residuos y la reutilización.

Así mismo, la Comisión Europea ha desarrollado una metodología de evaluación del ciclo de vida llamada Huella Ambiental de Producto (HAP), que permite a las empresas evaluar el impacto ambiental de sus productos y servicios en todas las etapas del ciclo de vida. La HAP se basa en estándares internacionales de Análisis de Ciclo de Vida, como la norma ISO 14040, y se ha utilizado en una amplia gama de sectores, desde la alimentación y la construcción hasta la electrónica y la moda.

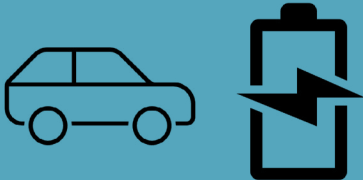
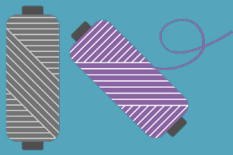
Por su lado, El Plan de Acción de Economía Circular de la UE también está estrechamente relacionada con la reducción de gases de efecto invernadero o huella de carbono. La huella de carbono es una medida de las emisiones de gases de efecto invernadero liberadas durante el ciclo de

vida de un producto. La diferencia de la huella de carbono y el Análisis de Ciclo de Vida reside en que éste último tiene en cuenta numerosos impactos, mientras que el primero sólo el cambio climático.

EL PLAN DE ACCIÓN DE ECONOMÍA CIRCULAR DE LA UNIÓN EUROPEA – UN FUTURO PRÓXIMO

El objetivo del Plan de Acción para la Economía Circular (European Commission, 2020) es acelerar la transición hacia una economía más circular y sostenible en Europa. El plan busca establecer un marco regulatorio que promueva la sostenibilidad de los productos y servicios, así como fomentar el uso de modelos de negocio circulares, mejorar

Tabla 1 » “Algunos sectores prioritarios del Plan de Acción de la Economía Circular de la Unión Europea”

Electrónica y TIC 	El plan propone revisar la Directiva de Ecodiseño para incluir requisitos de eficiencia energética, durabilidad, reparabilidad, mejora, mantenimiento, reutilización y reciclaje de teléfonos móviles, tabletas y ordenadores portátiles. Esto incluye medidas de diseño ecológico, esquemas de responsabilidad extendida del productor y criterios obligatorios de contratación pública verde. También se considera la posibilidad de crear un „derecho a reparar“ para los consumidores, lo que daría acceso a información sobre reparaciones y repuestos. Se plantea así mismo, establecer un cargador común para todos los dispositivos portátiles. Por último, se incluyen medidas para mejorar la tasa de recogida y el reciclaje de residuos eléctricos y electrónicos.
Baterías y vehículo 	Las baterías y vehículos eléctricos se deben impulsar porque son la movilidad del futuro. Se proponen, por ejemplo, medidas para regular el contenido de material reciclado y así reducir el uso de materiales vírgenes. En cuanto a las baterías, se pretende mejorar la recogida y reciclaje para asegurar que se recuperan los materiales más valiosos, como el cobre, el plomo o el hierro. Así mismo, se prohibirán paulatinamente el uso de baterías no recargables cuando haya alternativa. Se considerará también la sostenibilidad y transparencia en la fabricación de las baterías como, por ejemplo, considerando la huella de carbono de su producción, la extracción ética de materia primas y facilitando su reutilización y su reciclado. En cuanto al fin de vida de los vehículos, la Comisión Europea pretende incentivar el ecodiseño para mejorar la eficiencia en el reciclaje, así como asegurar recogida segura de aceites usados.
Textil 	En este sector, el plan contempla incentivar a las empresas para que se usen materias primas sostenibles (procedentes de fibras recicladas) y esquemas de alquiler, reparación y reventa. Se debe mejorar la gestión de residuos para aumentar las tasas de recogida selectiva, separación, reutilización y de reciclado de las telas usadas.
Envases 	Cada año se baten récords de generación de residuos de envase y embalaje, por lo que la Comisión prevé que se refuerce el carácter obligatorio de los requisitos de estos productos de manera que se implante un sistema económicamente viable de envases reutilizables o reciclables. Primero se pretende reducir el sobre embalaje. También se incentivará el ecodiseño para la reutilización y el reciclado, así como se obligará a simplificar la complejidad de materiales de envase, limitando por ejemplo el número de tipos de material o de polímeros usados en un mismo envase.
Plásticos 	Se prevé que el consumo de plásticos se duplique en los próximos 20 años. La Comisión propone medidas obligatorias de contenido reciclado y medidas de reducción de residuos en envases, materiales de construcción y vehículos. Además, se aborda el problema de los microplásticos en el medio ambiente. Los microplásticos se bioacumulan en la cadena trófica por lo que acaban en el tejido graso de los humanos cuando comemos peces que han ingerido microplásticos. Por un lado, se restringirá el uso intencionado de microplásticos añadidos, por ejemplo, se pretende desarrollar métodos para su cuantificación. También se pretende desarrollar métodos de medida de etiquetado, estandarización y certificación. Por último, la Comisión prevé desarrollar un marco común para la extracción, etiquetado y uso de bioplásticos, y el uso de plásticos biodegradables y compostables.

las prácticas de gestión de residuos y aumentar las tasas de reciclaje. Este plan pretende alcanzar una serie de beneficios a largo plazo para Europa, entre los que se incluyen:

- » Reducción del impacto ambiental derivado de promover prácticas más sostenibles en todos los sectores económicos.
- » Mejora de la competitividad económica a largo plazo, fomentando la innovación y el desarrollo de uso de modelos de negocio circulares.
- » Ahorro de recursos naturales y energía promoviendo mejores prácticas más eficientes y de optimización en la producción y el consumo.
- » Mejora del bienestar humano aumentando la calidad de vida consecuencia de reducir el impacto ambiental y de mejorar las prácticas industriales y empresariales.
- » Creación de empleo, ya que se generarán nuevas oportunidades de empleo en sectores como la gestión de residuos, la reparación y el reciclaje. Se espera que el crecimiento del empleo sea mayor que los puestos de trabajo perdidos debido al declive de la producción de los recursos vírgenes.

DE HECHO, SEGÚN LA COMISIÓN EUROPEA (EUROPEAN COMMISSION, 2018), LA ECONOMÍA CIRCULAR PODRÍA CONTRIBUIR SIGNIFICATIVAMENTE AL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA CREACIÓN DE EMPLEO EN LA UE, GENERANDO HASTA 600.000 MILLONES DE EUROS Y 3 MILLONES DE EMPLEOS PARA 2030.

En general, se espera que la implementación del Plan de Acción para la Economía Circular contribuya a lograr un futuro más sostenible y próspero para Europa. Además, identifica varios grupos de productos en sectores prioritarios.

Además de estos sectores específicos, el plan incluye iniciativas destinadas a promover la circularidad en todos los sectores de la economía. Estas iniciativas incluyen medidas transversales para promover modelos comerciales circulares, como diseñar “productos para ser usados como servicio” y plataformas para compartir productos (sharing), así como acciones para mejorar las prácticas de gestión de residuos y aumentar las tasas de reciclaje.

Beneficios para la industria

La economía circular ofrece diversos beneficios para la industria. Por un lado, el aumento de la eficiencia global y por tanto una reducción de costes. Por otro lado, la disminución del impacto ambiental. Además, la economía circular fomenta la innovación y el desarrollo de nuevos modelos de negocio mejorando la competitividad y la rentabilidad de la empresa.

En cuanto a la eficiencia global en la industria, se puede optimizar la utilización de las materias primas y usar materiales recuperados procedentes de residuos. Por ejemplo, en el sector textil se pueden utilizar fibras recicladas para producir nuevas prendas de vestir, lo que reduce el uso de materias primas y los residuos textiles (Bocken et al., 2016). Así, la economía circular ayuda a reducir los costes de los recursos que usa, por un lado. Por el otro, también se obtendría un ahorro económico de la gestión de los residuos ya que se generan menos.

La eficiencia que proporcionan las prácticas de economía circular también incluye otros recursos diferentes a las materias primas como son el uso de agua o de energía. En el caso de la industria agroalimentaria estas prácticas incluyen la implementación de sistemas de riego eficientes, la recirculación del agua de proceso o el uso de energía procedente de fuentes renovables en la producción y distribución de alimentos. La gestión de los residuos orgánicos, la utilización de subproductos para alimentación animal o para la producción de biocombustibles podrían llegar a reducir el desperdicio alimentario en un 20% durante su producción (Moreau et al., 2020). En la industria química, se puede generar energía a partir de residuos de la producción química y usarse para cogeneración, por lo que se aprovecha tanto la energía eléctrica como la térmica en forma de vapor de agua o agua caliente de nuevo en la propia planta (Soto et al., 2021).

En términos de impacto ambiental, la economía circular puede ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, disminuir la contaminación del aire y del agua, y conservar los recursos naturales. La utilización de materiales reciclados y la reutilización del hormigón en desuso puede reducir significativamente la huella de carbono asociada a este material, responsable de una gran cantidad de gases de efecto invernadero (Mavroulidou et al., 2019). En el sector del automóvil, se fomenta el ecodiseño para mejorar el reciclaje de componentes plásticos o la recuperación y reciclaje de baterías y neumáticos. Además, si se usan tecnologías avanzadas, como la impresión 3D y la robótica en la producción de vehículos, se puede mejorar la eficiencia y la precisión en la fabricación, lo que reduce el residuo y la necesidad de materias primas (Lapuerta y García-Contreras, 2019). En este sentido, la digitalización y automatización y en definitiva la industria 4.0, puede contribuir notablemente a optimizar el consumo de materiales y energía en los procesos productivos (Sols, 2020). La implementación de prácticas de economía circular, como la recuperación y reciclaje de los materiales de las baterías de iones de litio utilizadas en los coches eléctricos, puede ser una forma efectiva de reducir la dependencia de los recursos naturales y reducir los impactos ambientales negativos asociados con la producción y eliminación de baterías (Baars et al., 2021). Por último, ya se está implementando el compartir productos de manera que los usuarios no tengan que comprarlos,

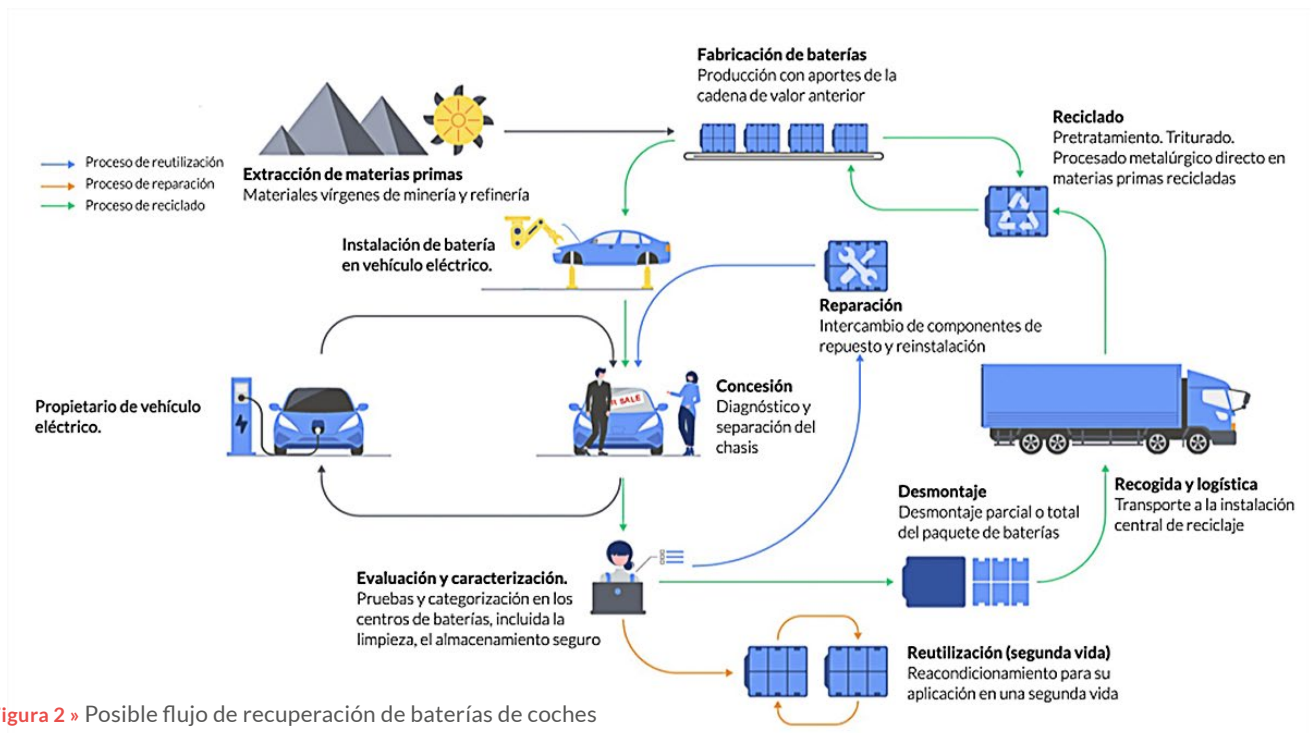


Figura 2 » Posible flujo de recuperación de baterías de coches eléctricos. Fuente: Adaptado de <https://www.weforum.org>

sino que accedan a ellos a través de servicios de suscripción o alquiler. Este modelo de pay-per-use (pago por uso) proporciona incentivos para que se diseñen productos de alta calidad que resistan el uso prolongado y además, fomenta que los usuarios los usen de manera eficiente. Un ejemplo de ello sería el uso de vehículos (coches o motos) compartidos. Además, estos vehículos están conectados a través del internet de las cosas implementando la industria 4.0, permitiendo un monitoreo continuo de su desempeño y condiciones, lo que facilita la detección de problemas y el mantenimiento predictivo.

Los modelos de negocio circulares se centran en la creación de valor a través de la reutilización, la reparación, el reciclaje y la fabricación de nuevos productos y materiales a partir de residuos. Éstos pueden mejorar la competitividad de una empresa, ya que fomenta la innovación y el desarrollo de nuevos modelos de negocio. La industria puede implementar estos modelos, colaborando y cooperando entre empresas y con otros actores clave en la cadena de suministro (Nußholz, 2017). Las empresas que adoptan prácticas circulares mejoran su reputación y reducen los riesgos ambientales y sociales, lo que a su vez puede atraer a más clientes e inversores y aumentar la lealtad de consumidores. Esto se traduce en mayores beneficios y una ventaja competitiva en el mercado.

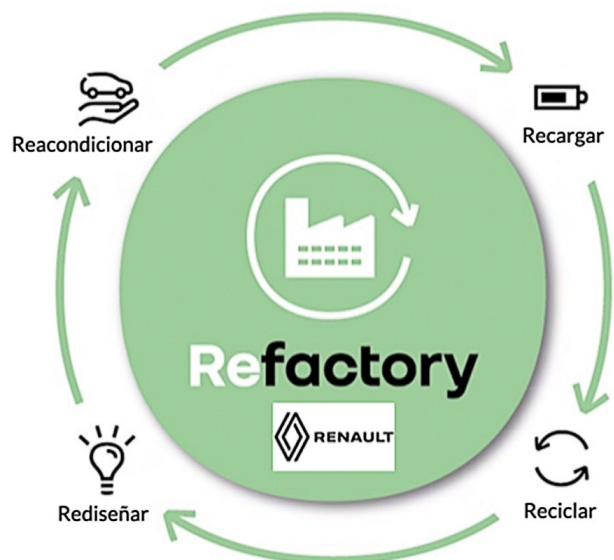
Algunos casos de éxito de implantación de economía circular en empresas conocidas y de distintos sectores son:

Renault comenzó con un programa piloto en 2007 que consistía en la recolección y reacondicionamiento de motores de combustión interna usados, para su reutilización en nuevos vehículos. Con el éxito de este programa, la compañía amplió su enfoque e incluyó el reacondicionamiento de transmisiones y la reutilización de piezas usadas. Esto

derivó en la creación dentro de la empresa, de un departamento de economía circular llamada „Re-Factory“. Esta iniciativa le permitió a Renault reducir los costes de producción y mejorar la eficiencia energética y de recursos. Además, lograron reducir su huella de carbono y mejorar su reputación y su responsabilidad social corporativa.

Mud Jeans es una empresa de moda sostenible que ha implementado un modelo de negocio basado en el alquiler de pantalones vaqueros. En lugar de vender los pantalones, Mud Jeans permite a los clientes alquilarlos por una tarifa mensual y devolverlos al final de su vida útil para su reciclaje. Esta iniciativa ha permitido una reducción en el uso de materiales y una disminución de la huella de carbono asociada con la producción de nuevos pantalones.

Figura 3 » Estrategia de economía circular de Renault. Fuente: Adaptado de <https://www.renaultgroup.com>



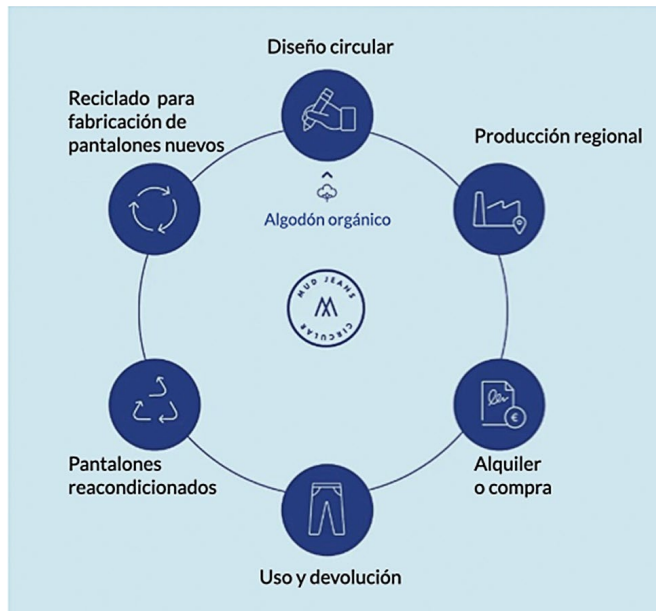


Figura 4 » Estrategia de economía circular de Mud jeans.
Fuente: Adaptado de <https://mudjeans.eu/>

Philips Lighting ha desarrollado un modelo de negocio circular en el que vende servicios de iluminación en lugar de lámparas. La empresa ofrece soluciones de iluminación basadas en el rendimiento y la eficiencia energética, lo que reduce el uso de materiales y energía en la fabricación de nuevas lámparas y fomenta la reutilización de las lámparas existentes.

Interface lo que hace es recoger alfombras usadas de sus clientes, las recicla y las utiliza para fabricar nuevas alfombras. Esto le ha repercutido en una reducción significativa del uso de materiales y energía, una mejora en la eficiencia y por tanto en una disminución de los costes de producción.

Estas compañías muestran cómo diferentes sectores industriales pueden beneficiarse de la economía circular y cómo la adopción de prácticas sostenibles puede mejorar la rentabilidad y la competitividad de la empresa, al tiempo que se contribuye a la protección del medio ambiente y a la conservación de los recursos naturales.

DESAFÍOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular se presenta como una solución a los problemas medioambientales y de recursos al que se enfrenta el mundo actual. No obstante, también tiene sus limitaciones. En este sentido, algunos de los principales desafíos de la economía circular son:

Complejidad del sistema

La implementación de un sistema de economía circular implica una complejidad significativa, ya que implica la cooperación y coordinación de múltiples actores y sectores.

Se requiere de la colaboración entre diferentes empresas, gobiernos y organizaciones para garantizar el flujo de materiales y energía en un ciclo cerrado.

Inversión inicial

El desarrollo de cadenas de suministro circulares a menudo se enfrenta a desafíos logísticos y de transporte debido a la falta de infraestructura adecuada. La transición a una economía circular requiere una inversión inicial significativa. Esta falta de infraestructura y la inversión que se requiere dificulta que las empresas adopten prácticas más sostenibles.

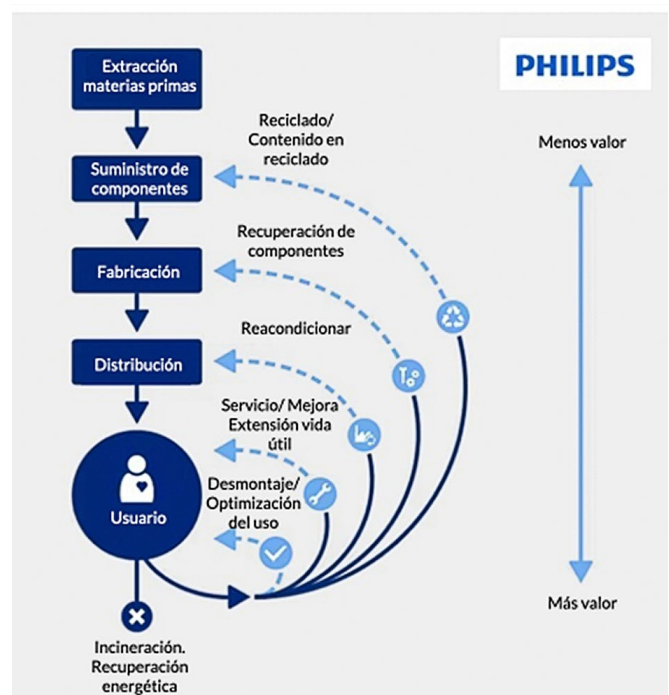
Limitaciones técnicas

La economía circular implica la recuperación y reutilización de materiales y recursos, pero no todos los materiales y recursos pueden ser recuperados y reutilizados de manera efectiva. En algunos casos puede ser difícil encontrar alternativas sostenibles y viables para ciertos materiales y recursos. Además, algunos materiales pueden contener sustancias peligrosas o tóxicas que dificultan su recuperación.

Falta de regulación y políticas adecuadas

La falta de regulación y políticas adecuadas limitan la implementación de la economía circular a nivel global. Además, la falta de estándares y criterios para medir el desempeño de las empresas dificulta la evaluación del éxito de la implementación de la economía circular.

Figura 5 » Estrategia de economía circular de Phillips.
Fuente: Adaptado de <https://www.philips.com/>



Economía circular Aumento de la circularidad Economía lineal	LA MEJOR OPCIÓN DE USO Y DE FABRICACIÓN	R0 Rechazar	Hacer un producto abandonando su función u ofreciendo la misma función con un producto totalmente diferente
		R1 Rediseñar	Hacer uso intensivo de un producto (por ejemplo, compartiéndolo)
		R2 Reducir	Incrementar la eficiencia en la fabricación de un producto o hacer que se consuman menos recursos naturales o materiales
	EXTENDER LA VIDA ÚTIL DE UN PRODUCTO Y DE SUS COMPONENTES	R3 Reutilizar	Reutilización de un producto que todavía está en buenas condiciones y que mantiene su función original, por parte de otro usuario
		R4 Reparar	Reparar y mantener un producto defectuoso para que pueda volver a ser usado para su función original
		R5 Reacondicionar	Restaurar un producto antiguo y actualizarlo
		R6 Remanufacturar	Utilizar partes del producto descartado en un nuevo producto para la misma función original
		R7 Reutilizar para otra función	Utilizar partes del producto descartado en un nuevo producto para una función diferente
	APLICACIÓN ÚTIL DE MATERIALES	R8 Reciclar	Procesar materiales descartados para obtener la misma o más baja calidad
		R9 Recuperación energética	Incinerar un material para recuperación energética

Tabla 2 » La economía circular de las 9Rs. Fuente: Adaptado de Kirchher et al. (2017)

Cambio cultural

Finalmente, la transición hacia una economía circular también requiere un cambio cultural importante. Además, la falta de conocimiento y habilidades necesarias para la implementación de prácticas circulares en las empresas y organizaciones es así mismo una barrera. Se requiere un cambio en la mentalidad de los consumidores y la sociedad en general para fomentar la demanda de productos y servicios sostenibles y circulares.

Por otro lado, si salimos de Europa, habría que considerar que los países en vías de desarrollo los desafíos recién mencionados para lograr una economía circular se magnifican. Estos países deben priorizar el satisfacer las necesidades básicas de la población, como son los alimentos, el agua potable, la energía y la vivienda. La falta de acceso a servicios básicos, la pobreza y la falta de infraestructura adecuada pueden limitar e incluso impedir la adopción de prácticas más sostenibles.

Así, aunque la economía circular presenta muchos beneficios, también se enfrenta a importantes retos. Se requiere una cooperación y coordinación significativas entre diferentes actores y sectores, una inversión inicial significativa y la superación de limitaciones técnicas y culturales para garantizar su éxito.

Para superar estas barreras algunos autores (Buren et al., 2016; Potting et al. en 2017 Kirchherr et al., 2017) han propuesto el marco de las 9Rs. Este marco se basa en la idea de que la economía circular no solo se trata de reducir, reutilizar y reciclar, sino que también implica una serie de otros factores importantes. Este artículo proporciona una guía detallada para las empresas y los gobiernos sobre cómo pueden implementar prácticas más circulares y sostenibles en sus operaciones diarias.

CONCLUSIÓN

La economía circular ayuda a reducir la presión sobre los recursos naturales, que son finitos y cada vez más escasos. Al mantener los materiales en uso durante más tiempo, se reduce la necesidad de extraer nuevos recursos y se reduce el impacto ambiental de la producción y de los residuos generados.

Tanto el sector público como el privado están llevando a cabo diversas iniciativas y acciones para avanzar hacia una economía circular. Los gobiernos están implementando diversas políticas y acciones entre las que se incluyen:

- » la creación de marcos regulatorios para incentivar la reducción de residuos y la gestión sostenible de los recursos
- » el desarrollo de incentivos fiscales y financiación para proyectos de economía circular
- » la educación y sensibilización de la población sobre la importancia de la economía circular
- » y la promoción de la colaboración público-privada para impulsar la adopción de prácticas circulares en diversos sectores

Las empresas y otras organizaciones privadas por su lado están también llevando a cabo algunas iniciativas para adelantarse a la nueva normativa en esta materia. Algunas de ellas son:

- » acciones para la reducción de residuos
- » diseño circular de productos y servicios
- » la cooperación y colaboración entre empresas
- » la inversión en innovación y tecnología, y
- » la adopción de certificaciones y estándares que reconocen su compromiso con la economía circular

Además, la economía circular no sólo se debe implementar en los procesos productivos, sino que conquistará también sistemas más complejos, como son por ejemplo las ciudades. Se prevé que el metabolismo urbano pase de uno lineal a uno circular donde los materiales se reutilizan o se devuelven al ecosistema sin externalidades (Gonzalez-González, 2022).

En países con menor nivel de desarrollo que Europa, es esencial abordar la economía circular en el contexto de un desarrollo integral y autosuficiente, enfocándose en la creación de empleo, el acceso a servicios básicos y de

mejora de las condiciones de vida. Además, es importante adoptar un enfoque inclusivo involucrando a la población, adaptando las soluciones de economía circular a las realidades locales y aprovechando los conocimientos y prácticas tradicionales existentes en relación con el uso eficiente de los recursos. En estos países, es fundamental la colaboración entre los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales y los actores internacionales.

En definitiva, la economía circular puede generar importantes beneficios económicos y sociales, como la creación de empleo y la mejora de la competitividad de las empresas a través de la innovación y la eficiencia en el uso de los recursos.

En las próximas décadas, los modelos de negocio basados en la economía circular, como el leasing, el reciclaje y la reutilización, crecerán y seguirán ganando terreno frente a los modelos tradicionales lineales basados en la extracción y producción de recursos vírgenes.

Además, la economía circular seguirá impulsando la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías y soluciones. Por ejemplo, se prevé que la digitalización y la automatización asociadas a la industria 4.0, desempeñen un papel clave en la mejora de la eficiencia en el uso de los recursos y en la optimización de los procesos de producción. La economía circular, se desarrollará asimismo gracias a la creciente demanda de soluciones sostenibles por parte de los consumidores, la presión regulatoria, la necesidad de reducir la huella de carbono y de mejorar la resiliencia económica.

En resumen, la economía circular será una parte fundamental de la economía global del futuro, impulsando la sostenibilidad y el crecimiento económico a través de modelos de negocio y cadenas de suministro más eficientes, la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías y de soluciones sostenibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baars, J., Domenech, T., Bleischwitz, r., Melin, H.E., Heidrich, O. (2021) *Circular economy strategies for electric vehicle batteries reduce reliance on raw materials*. Nature Sustainability volume 4, pages71–79.
- Bocken, N. M. P., Bakker, C., de Pauw, I. & van der Grinten, B. (2016). *Product design and business model strategies for a circular economy*. Journal of Industrial and Production Engineering, 33(5), 308–320.
- European Commission (2021). *The European Green Deal*.
- European Commission. (2020). *A new circular economy action plan for a cleaner and more competitive Europe*.
- European Environmental Agency (2019). *Cutting greenhouse gas emissions through circular economy actions in the buildings sector*.
- European Commission. (2015). *Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy*. COM (2015) 614 final. Brussels.
- González-González, F.J.; Porto Schettino, M. 2022, “La movilidad de proximidad en la era del urbanismo digital” en: UEM STEAM Essentials
- Nußholz, J.L.K. (2017). *Circular Business Models: Defining a Concept and Framing an Emerging Research Field*. Sustainability 9, 1810.
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). *A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems*. Journal of Cleaner Production, 114, 11–32.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). *Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions*. Resources, Conservation and Recycling, 127, 221–232.
- Lapuerta, M., & García-Contreras, R. (2019). *Circular economy strategies for the automotive industry: A review*. Resources, Conservation and Recycling, 148, 63–78.
- Mavroulidou, M., Li, Y., Li, V., Li, L., & Shen, L. (2019). *Assessing the potential of circular economy strategies for reducing the carbon footprint of concrete*. Journal of Cleaner Production, 223, 849–857.
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press.
- Moreau, V., Aubry, C., & Trémier, A. (2020). *Circular economy in the food industry: A review of the challenges, opportunities and research directions*. Journal of Cleaner Production, 257, 120540.
- Potting, J., et al., 2017. *Circular Economy: Measuring Innovation in the Product Chain*.
- Sols, Alberto. 2020. “Industria 4.0: La cuarta revolución industrial” en: UEM STEAM Essentials

BIOGRAFÍA

María Calero es doctora en ingeniería industrial y experta en sostenibilidad. Tiene experiencia investigadora en Análisis de Ciclo de Vida, ecodiseño, Análisis de Ciclo de Costes y Sociales, huella de carbono en envases y en productos de construcción. Trabajó para la Comisión Europea en la introducción de requisitos de ecodiseño para la economía circular en políticas públicas ambientales de productos que usan energía. Actualmente, es profesora de la Universidad Europea de Valencia de Responsabilidad Social Corporativa y de Gestión medioambiental y de calidad, en el grado de Ingeniería de Organización Industrial que ella misma que coordina.

