



**Building Adult Competences in
Zero Waste Circular Economy in Europe**



E-BOOK ECONOMÍA CIRCULAR CERO RESIDUOS

**Creación de competencias para adultos en la
economía circular de residuo cero Residuos en Europa**

Número de proyecto: 2020-1-TR01-KA204-093013

Editor

Prof. Dr. Bedriye TUNÇSİPER



**Building adult competences in Zero Waste
circular economy in Europe**



**Co-funded by
the European Union**

Este proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación refleja únicamente la opinión del autor y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en ella.



E-BOOK ECONOMÍA CIRCULAR CERO RESIDUOS

**Creación de competencias para adultos en la economía circular de
residuo cero Residuos en Europa**

Número de proyecto :2020-1-TR01-KA204-093013

Editor

Prof. Dr. Bedriye TUNÇSİPER

ISBN 978-625-99413-0-1

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Building adult competences in Zero Waste
circular economy in EuropeCo-funded by
the European Union

E-BOOK ECONOMÍA CIRCULAR CERO RESIDUOS

Creación de competencias para adultos en la economía circular de
residuo cero Residuos en Europa

Número de proyecto :2020-1-TR01-KA204-093013

Editor

Prof. Dr. Bedriye TUNÇSİPER

Autores *:

* Los autores aparecen por orden alfabético.

Adrián MOTA, Anita SPASOVSKA, Bedriye TUNÇSİPER, Daniela ANGELKOVİK, Ergün DEMİR,
Fatmagül TOLUN, Ilija VUCKHOV, José Vicente GISBERT, Julia MOREIRA, Kadir DEMİR, Maria
VENTURA, Metin AKBULUT, Murat Sabri SARAN, Nurdan ERDOĞAN, Özgür AYCİL, Rosie JAMES,
Rükan Kutlu KORLU, Simon SRNKA, Zuzana PALKOVA

Este proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación refleja
únicamente la opinión del autor y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda
hacerse de la información contenida en ella.

TABLA DE CONTENIDO

ZERO WASTE – INTRODUCCIÓN Y PRINCIPIOS

8

1. INTRODUCCIÓN	8
2. TRANSICIÓN DE LA ECONOMÍA LINEAL A LA ECONOMÍA CIRCULAR	9
3. ESTRATEGIA DE RESIDUOS CERO EN EL MARCO DEL PLAN DE ACCIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR DE LA UE.....	16
4. MODELOS EMPRESARIALES DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	18
5. EJEMPLOS DE EMPRESAS DE ECONOMÍA CIRCULAR.....	23
6. CONCLUSIÓN	24

LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA UE BAJO EL CONCEPTO DE RESIDUO CERO

26

1. INTRODUCCIÓN	26
2. ¿QUÉ ES LA ECONOMÍA CIRCULAR?	27
3. LA RELACIÓN ENTRE LA ECONOMÍA CIRCULAR Y LA GESTIÓN DE RESIDUOS	29
4. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.....	30
5. BENEFICIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR	32
6. IMPEDIMENTOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.....	34
7. MOTORES DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.....	36
8. INDICADORES DE LA ECONOMÍA CIRCULAR	37
9. ECONOMÍA CIRCULAR Y UNIÓN EUROPEA.....	43

CIUDADES INTELIGENTES Y EL CONCEPTO DE RESIDUO CERO

48

1. INTRODUCCIÓN	48
2. ¿QUÉ ES UNA CIUDAD INTELIGENTE?	49
3. CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD INTELIGENTE.....	54

REDUCIR

60

1. INTRODUCCIÓN	60
2. PONER FIN A LA ECONOMÍA LINEAL.....	61
3. LAS 3R DE LA JERARQUÍA DE RESIDUOS	63
4. DEFINICIÓN DE REDUCIR	64
5. REDUCIR LOS MATERIALES DE DESECHO	68
6. MODELOS EMPRESARIALES DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA REDUCIR LA OFERTA DE OPORTUNIDADES	76

REUTILIZAR

79

1. INTRODUCCIÓN.....	79
2. DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE REUTILIZACIÓN.....	81

3 BENEFICIOS DE REUTILIZAR	82
4 ESTRATEGIAS DE REUTILIZAR	84
5 REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS	87
6 MODELOS EMPRESARIALES DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA REUTILIZACIÓN QUE OFRECEN OPORTUNIDADES	99
RECICLAR	108
1. DEFINICIÓN.....	108
2. LEGISLACIÓN	110
3. EL PROCESO DE RECICLAJE DE DIFERENTES MATERIALES	110
4. PROCESOS DE RECICLAJE INNOVADORES	114
LEGISLACIÓN NIVEL NACIONAL Y DE LA UE	119
1. INTRODUCCIÓN.....	119
2. ECONOMÍA CIRCULAR Y CAMBIO CLIMÁTICO: LO QUE HAN HECHO LOS GOBIERNOS HASTA AHORA	122
3. INICIATIVAS SOBRE EL PRINCIPIO DE "CERO RESIDUOS"	128
4. EL MARCO POLÍTICO Y LOS RESIDUOS CERO	128
5. OBSTÁCULOS DEL MARCO LEGISLATIVO A LA TRANSICIÓN	130
6. APOYAR LA TRANSICIÓN.....	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cambio climático	8
Figura 2. Calentamiento global (1880-2020)	9
Figura 3. Transición de la economía lineal a la economía circular	10
Figura 4. Los nueve límites planetarios	13
Figura 5. El Pacto Verde Europeo	14
Figura 6. Dirigido con Pacto Verde Europeo El futuro	15
Figura 7. Principios de Residuos Cero (5R)	20
Figura 8. El diagrama del sistema de economía circular, conocido como el diagrama de mariposa [10]	29
Figura 9. El marco de las 9R [9]	30
Figura 10. Principios básicos de la Economía Circular	32
Figura 11. Mapa térmico de los impedimentos de la economía circular [23]	36
Figura 12. Escalas de aplicación sistemática de la economía circular [29].	38
Figura 13. Marco de la economía circular de la UE.	44
Figura 14. El marco del concepto de ciudad inteligente	51
Figura 15. El marco del concepto de ciudad inteligente	52
Figura 16. Diferencias entre los enfoques lineal y circular de la economía	62
Figura 17. 3Rs Approach of Japan to Resource Efficiency and a Zero Waste Society	65
Figura 18. Jerarquía de gestión responsable de residuos	66
Figura 19. Principios básicos de la reducción de residuos	69
Figura 20. Formas sencillas de reducir los residuos	73
Figura 21. Acciones clave de innovación y capacitación para estimular los modelos empresariales circulares con el fin de cumplir los objetivos circulares en la fase de materiales ..	77
Figura 22. Las 3 "R"	80
Figura 23. Jerarquía de residuos de la UE.....	80
Figura 24. Clasificación de la jerarquía de recuperación de alimentos	88
Figura 25. Ejemplos de paredes de botellas	95
Figura 26. Ejemplos de reutilización de residuos plásticos en casa	98
Figura 27. Diferentes tipos de modelos de negocio circulares	100
Figura 28. Enfoques de economía lineal y circular	108
Figura 29. Componentes clave de la economía circular	109
Figura 30. Procedimiento de adopción del acto legislativo	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Innovaciones en el modelo de negocio para ralentizar y cerrar los bucles de recursos	18
Tabla 2. Principales categorías de impedimentos a la implantación [22].....	34
Tabla 3. Categorización de los indicadores según los niveles nano, micro, meso y macro de la economía circular	39
Tabla 4. Principales sistemas de indicadores de evaluación de la EC [30]	40
Tabla 5. Revisión de algunos de los marcos de evaluación de la economía circular disponibles [31]	41
Tabla 6. Indicadores para el seguimiento de la economía circular en la Unión Europea	45

ZERO WASTE – INTRODUCCIÓN Y PRINCIPIOS

Dr. Metin Akbulut, Dr. Rükân Kutlu Korlu,

Universidad de la Democracia de Izmir, TR

1. INTRODUCCIÓN

Con la industrialización que se ha desarrollado desde la revolución industrial, por un lado, se intenta satisfacer las necesidades de la creciente población mundial y, por otro, se intentan resolver los problemas causados por el aumento de la producción. Uno de los problemas causados por la producción y el consumo son los residuos. Los residuos, especialmente en el último medio siglo, han aumentado hasta un nivel que el ecosistema no puede tolerar, amenazando seriamente los elementos físicos del aire, el agua y el suelo, así como la existencia de elementos biológicos como los seres humanos, los animales, las plantas y otros microorganismos. En particular, el impacto negativo de la producción y el consumo de plástico y las emisiones de carbono en el calentamiento global ha alcanzado niveles dramáticos (14).

El mundo produce 2.010 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos al año, de los cuales al menos el 33% no se gestiona de forma respetuosa con el medio ambiente. A nivel mundial, la media de residuos generados por persona y día es de 0,74 kilogramos, pero esta cifra oscila ampliamente entre 0,11 y 4,54 kilogramos. Aunque solo representan el 16% de la población mundial, los países de altos ingresos producen alrededor del 34% de los residuos del mundo, es decir, 683 millones de toneladas (15). En 2018, solo el 9% de los residuos del mundo pueden reciclarse (16). Aunque sea tarde, el ser humano se ha dado cuenta de estas amenazas y está buscando formas de afrontarlas. Por tanto, la economía circular se ha convertido en algo inevitable, pero aún queda mucho camino por recorrer.



Figura 1. Cambio climático

Fuente: <https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/>

El calentamiento global se define como el aumento de los niveles de gases de efecto invernadero que atrapan el calor en la atmósfera terrestre debido a las actividades humanas, principalmente los combustibles fósiles, y el calentamiento a largo plazo del sistema climático de la Tierra, que se ha observado desde el período preindustrial (entre 1850 y 1900). El calentamiento global se mide generalmente como el aumento medio de la temperatura global de la superficie de la Tierra.

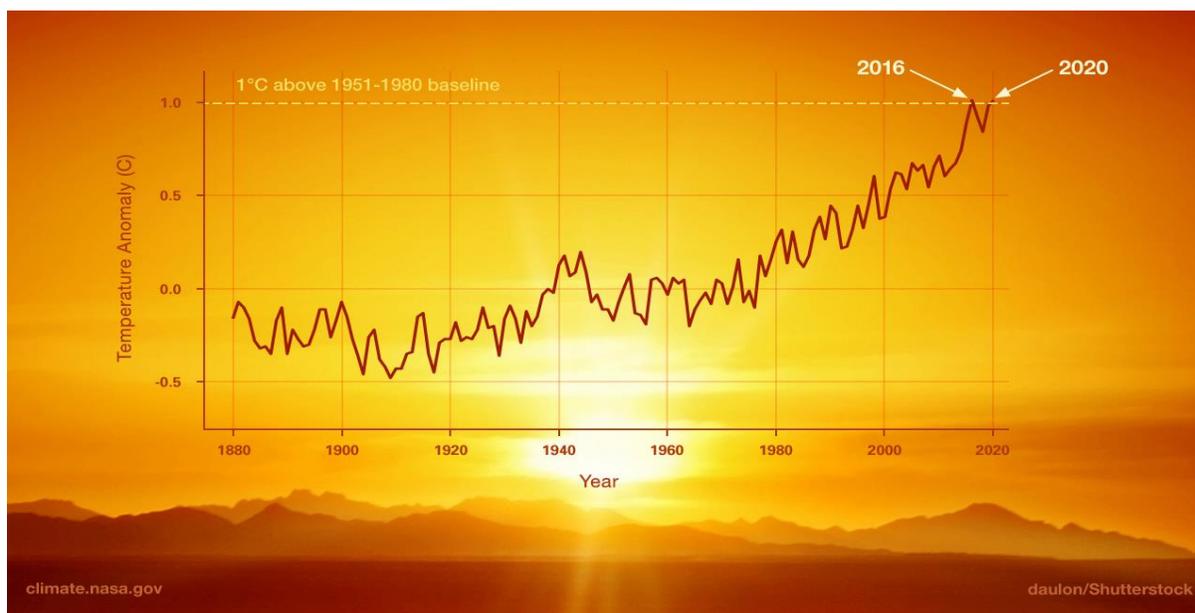


Figura 2. Calentamiento global (1880-2020)

Fuente: <https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/>

El gráfico anterior muestra el cambio de la temperatura global en superficie entre 1880 y 2020. En consecuencia, mientras que después de 1951 se observó un aumento, en 2016 se observó la segunda tendencia al alza después de 1980, y otro aumento. Se estima que desde la era preindustrial, las actividades humanas han aumentado la temperatura media global de la Tierra en aproximadamente 1 grado Celsius (1,8 grados Fahrenheit). En la actualidad, ese ritmo aumenta en 0,2 grados Celsius (0,36 grados Fahrenheit) por década. Por lo tanto, es urgente que el ser humano reduzca su huella de carbono (31).

2. TRANSICIÓN DE LA ECONOMÍA LINEAL A LA ECONOMÍA CIRCULAR

La economía lineal, que comenzó con la revolución industrial, es un modelo de producción y consumo unidireccional y se formó en una estructura de comprar-construir-usar-desechar (1). En otras palabras, este modelo no tiene una solución para recuperar los productos producidos después de su fecha de caducidad. Se cree que este modelo se ha adoptado porque facilita el crecimiento continuo y no se preocupa del proceso de post-producción. Según la Fundación Ellen MacArthur (2013), este modelo comenzó cuando las sociedades occidentales

industrializadas consiguieron reunir recursos globales en sus procesos de desarrollo. De este modo, estas sociedades, que contaban con abundantes recursos naturales, pudieron obtener recursos materiales y energía de esta manera. De este modo, los productores adoptaron la rentabilidad de obtener recursos naturales más baratos que el coste de la mano de obra en el proceso de producción (2). Al adoptar la economía global el modelo de economía lineal, era necesario establecer grandes fábricas, procesar suficientes recursos naturales y convertirlos en productos, y continuar con el crecimiento económico sin importar los residuos generados. En este sentido, se piensa que este modelo orientado a la producción ignora el uso de los recursos naturales y ve como solución la eliminación de los residuos (3). El modelo de economía lineal es un modelo que deja las materias primas que utiliza a la naturaleza como residuos. Por otro lado, la economía circular representa una alternativa al modelo de economía lineal que domina en la actualidad. El modelo de economía circular se define como un modelo que tiene un proceso holístico, permite la reutilización de productos y materias primas, recicla los residuos, utiliza la energía y todos los recursos de manera eficiente, produce una producción limpia de manera que casi no produce residuos, y es una herramienta importante para la sostenibilidad (1).



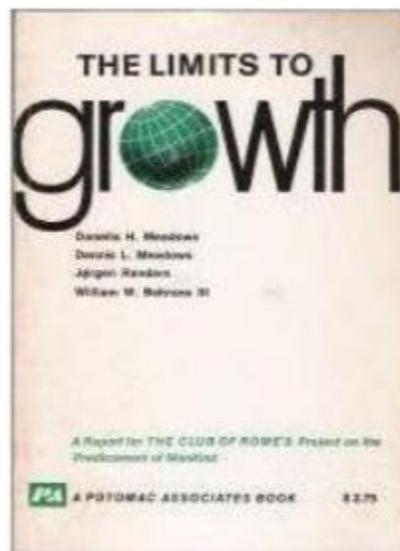
Figura 3. Transición de la economía lineal a la economía circular

Fuente: Prieto-Sandoval et al. (2017).

La figura 2, que describe la transición de la economía lineal a la economía circular antes mencionada, muestra la transición a la economía circular después del modelo de economía lineal que comenzó con la revolución industrial. Observando el modelo de economía circular, se ve que hay un enfoque orientado a los residuos cero. Según la figura, con el proceso de economía lineal que comenzó en el siglo XVIII, se ve que los residuos generados tras el consumo se arrojan directamente a la naturaleza. En el modelo que se muestra con la metáfora del metabolismo introducida después de la década de 1970, se ve que algunos de los residuos se transforman. En el modelo de la economía circular, se planifica un ciclo impecable y, como resultado, se apunta a un proceso de producción y consumo sin residuos.

2.1. PRIMER PASO PARA SALVAR EL PLANETA: LOS LÍMITES DEL CRECIMIENTO

Los científicos que se dieron cuenta de que el tamaño de la contaminación que el mundo experimentó debido a la economía lineal aumentó en el pasado y aumentará en los próximos años, escribieron varios estudios. Uno de ellos es el informe titulado *Los límites del crecimiento*, que fue elaborado por un grupo de científicos del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), especializados en diversos campos, por el centro de desarrollo de estrategias llamado Club de Roma y publicado en 1972. Este informe reveló por primera vez la contradicción entre el crecimiento ilimitado e incontrolado y los recursos limitados del mundo y formuló diversas recomendaciones (4). En este informe se investigaron, mediante un modelo, las interconexiones de los cinco subsistemas (epígrafes) del sistema económico mundial, a saber, la población, la seguridad alimentaria, la producción, la contaminación ambiental y el consumo de recursos naturales no renovables (4). Como resultado de estos estudios, se revelaron las desventajas de continuar con el modelo de economía lineal en ese momento y en el futuro. Este estudio también recuerda a otro reciente. En este estudio se explica el concepto de fronteras planetarias y los procesos. El concepto de fronteras planetarias fue definido en 2009 por una serie de científicos especializados en sistemas terrestres y medio ambiente, dirigidos por Johan Rockström y Will Steffen, de la Universidad Nacional de Australia, como el concepto de 9 procesos del sistema terrestre con fronteras. Los conceptos incluidos en la figura siguiente son los siguientes (5):



- * *Pérdida de la integridad de la biosfera* (pérdida de biodiversidad y extinciones) (Con el rápido aumento de la población en el mundo, la apertura y el uso inadecuado de nuevas áreas agrícolas, la urbanización, el uso de combustibles fósiles y las emisiones de dióxido de carbono están aumentando. Con este aumento, existe una amenaza de disminución de la biodiversidad. (La investigación sigue determinando los límites de la contaminación química. lo suficientemente claro como para no tener que demostrar que es alta).
- * *Cambio climático* (Este es el ámbito en el que el cambio es más evidente. Hay que actuar para que no se supere este límite antes de que aumente su impacto en la vida cotidiana).
- * *Acidificación de los océanos* (Los océanos frenan el calentamiento del mundo al absorber el dióxido de carbono, pero el nivel de dióxido de carbono ha alcanzado niveles que los océanos no pueden soportar).
- * *El consumo de agua dulce y el ciclo hidrológico mundial* (El agua es cada día más escasa. Para 2050, parece probable que alrededor de 500 millones de personas tengan

problemas de consumo de agua. Esto aumenta la presión para intervenir en los sistemas hídricos).

* *La contaminación química y la liberación de nuevas entidades* (Aunque hay muchos ejemplos de la contribución negativa y los efectos sinérgicos de las sustancias químicas, todavía no se han analizado adecuadamente desde el punto de vista científico. Actualmente, el límite de la contaminación química no puede definirse numéricamente, pero es importante que la investigación continúe debido al riesgo de cruzar los umbrales del sistema terrestre).

* *Cambio del sistema terrestre* (Es una de las razones de la drástica reducción de la biodiversidad y de sus efectos sobre los flujos de agua y el ciclo biogeoquímico del carbono, el nitrógeno y el fósforo y otros elementos importantes).

* *Flujos de nitrógeno y fósforo hacia la biosfera y los océanos* (Los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno y el fósforo han sido alterados drásticamente por el ser humano como resultado de muchos procesos industriales y agrícolas. El nitrógeno y el fósforo son elementos esenciales para el crecimiento de las plantas, por lo que la forma de producir y aplicar los fertilizantes se ha convertido en un motivo de preocupación).

* *Carga de aerosoles atmosféricos* (El límite planetario de los aerosoles atmosféricos se propuso debido al importante impacto de los aerosoles en el sistema climático de la Tierra. A través de su interacción con el vapor de agua, los aerosoles desempeñan un papel fundamental en el ciclo hidrológico, influyendo en la formación de nubes y en los patrones de circulación atmosférica a escala global y regional, como los sistemas monzónicos en las regiones tropicales. También tienen un efecto directo sobre la cantidad de radiación solar que se refleja o absorbe en la atmósfera).

* *Agotamiento del ozono estratosférico* (Se ve que las medidas adoptadas gracias al Protocolo de Montreal se mantienen dentro de este límite. Esto demuestra lo eficaces que pueden ser los seres humanos).

Límites planetarios

según Johan Rockstrom, Stockholm Resilience Centre et. al. 2009

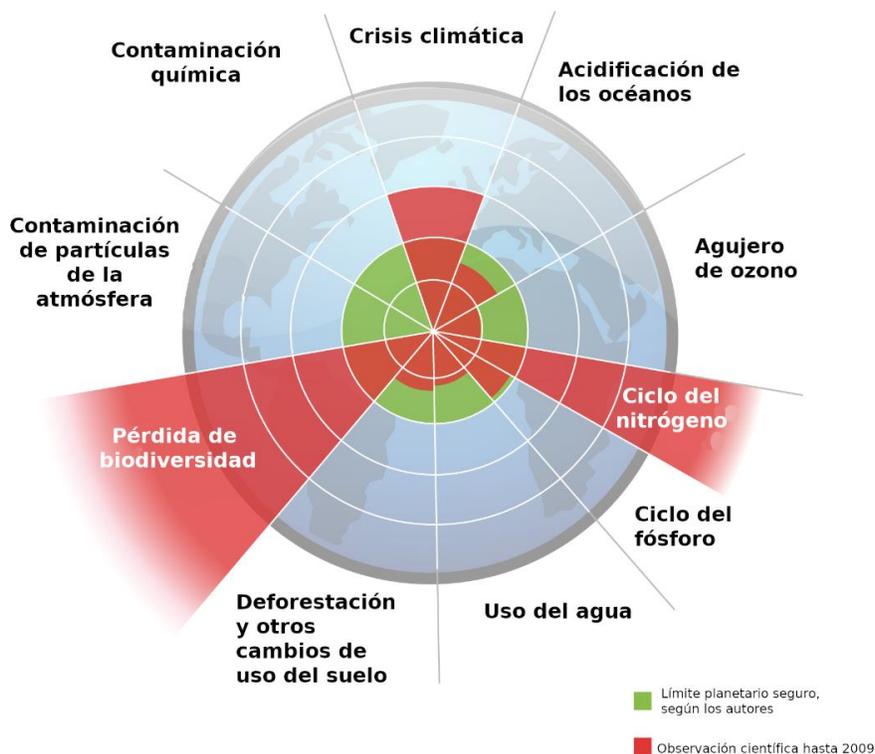


Figura 4. Los nueve límites planetarios

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADmites_planetarios

2. 2. PACTO VERDE EUROPEO (GREEN DEAL)

Plan de acción europeo del Green Deal; Su objetivo es aumentar el uso eficiente de los recursos, restaurar la biodiversidad y reducir la contaminación ambiental pasando de una economía limpia y lineal (LE) a una economía circular (CE). Con este plan de acción y los ámbitos políticos, se pretende invertir en tecnologías respetuosas con el medio ambiente en la producción, fomentar enfoques innovadores en este sentido, producir energía limpia, reducir las emisiones de carbono a cero y acabar con la dependencia del uso de recursos naturales. Al tiempo que se alcanzan todos estos objetivos, se prevé un enfoque inclusivo para aumentar al mismo tiempo la calidad de vida de las sociedades. Por esta razón, se espera que todas las partes interesadas relacionadas con este tema tomen medidas y cumplan con sus responsabilidades.

El Acuerdo Verde Europeo surgió como respuesta a estos desafíos. Este acuerdo se considera una nueva estrategia de crecimiento destinada a transformar la UE para 2050 en una sociedad justa y próspera con una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y competitiva, libre de emisiones netas de gases de efecto invernadero y con una economía circular (8). La siguiente figura muestra los diferentes elementos del consenso verde.

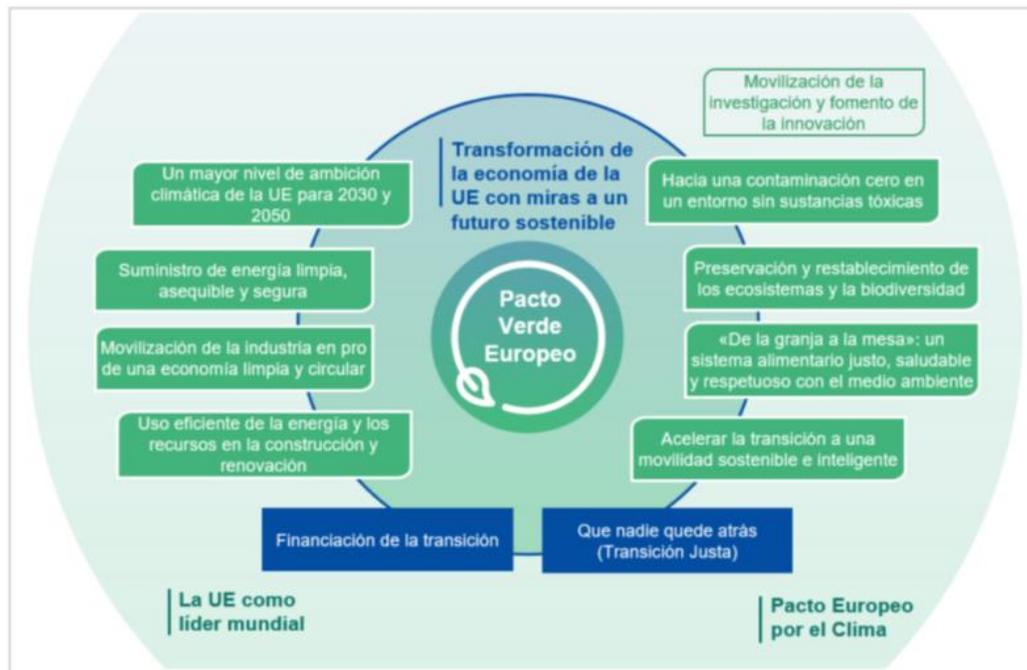


Figura 5. El Pacto Verde Europeo

Plan de acción del "Green Deal"; prevé aumentar el uso eficiente de los recursos, restaurar la biodiversidad y reducir la contaminación pasando a una economía limpia y circular. Las estrategias bajo el título principal de políticas integrales y transformadoras son:

- Aumentar los objetivos climáticos de la UE para 2030 y 2050.,
- Proporcionar energía limpia, accesible y segura,
- Movilizar a la industria para una economía limpia y circular
- Una forma de construir y renovar con eficiencia energética y de recursos
- Acelerar la transición hacia una movilidad sostenible e inteligente
- De la granja a la mesa: diseñar un sistema alimentario justo, saludable y respetuoso con el medio ambiente
- Proteger los ecosistemas y la biodiversidad

- Objetivo de contaminación cero para un entorno libre de tóxicos

La UE ha elaborado algunos planes y ha desarrollado mecanismos en el proceso de realización de la transformación prevista en el ámbito de la reconciliación. Estos son los siguientes (8).

- En el apartado de integración de la sostenibilidad en todas las políticas de la UE
 - Garantizar una transición justa considerando la financiación y la inversión verdes,
 - Ampliar los presupuestos nacionales y enviar señales de precios precisas
 - Movilizar la investigación y promover la innovación
 - Facilitar la educación y la formación
 - Juramento verde -No hacer daño esférico
- Líder como la UE
- Pacto climático europeo

No es posible que Europa alcance el objetivo medioambiental del Pacto Verde actuando sola. El cambio climático y la pérdida de biodiversidad son globales y no están limitados a nivel nacional. Para ello, la UE; quiere utilizar su esfera de influencia, sus conocimientos y sus recursos financieros para actuar colectivamente con sus vecinos y partes interesadas en este camino. Por ello, la UE quiere establecer alianzas liderando a escala internacional (8). El Pacto Verde Europeo mejorará el bienestar y la salud de los ciudadanos y de las generaciones futuras proporcionando (9):



Figura 6. Dirigido con Pacto Verde Europeo El futuro

Fuente: ec.europa.eu

2.3. MARCO GENERAL DE LA POLÍTICA DE RESIDUOS DE LA UE

Al examinar el marco general de la política de residuos de la UE, se observa que la política comunitaria de gestión de residuos tiene cinco objetivos principales. Estos son (19):

- Residuos respetuosos con el medio ambiente y/o menos residuos;
- Producción de productos respetuosos con el medio ambiente y prevención de residuos mediante la promoción de tecnologías y procesos intensivos;
- Promover la reutilización y la recuperación y el reprocesamiento de los residuos;
- Desarrollar legislación para mejorar la eliminación de residuos. Establecer normas medioambientales vinculantes a nivel europeo;
- Endurecimiento de la legislación sobre el transporte de mercancías peligrosas;
- Es la purificación de las tierras que han sido expuestas a la contaminación por reclamación de residuos de nuevo uso de y ganancias de vuelta con de nuevo para ser procesado incentivo para ser hecho.



Fuente: <http://www.yesilokullar.org/Blogs/Detail/2/Geri-Donusum-ve-Sifir-Atik>

3. ESTRATEGIA DE RESIDUOS CERO EN EL MARCO DEL PLAN DE ACCIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR DE LA UE

En 2015, la Comisión Europea adoptó su primer plan de acción de economía circular. Este plan de acción incluye la transición de Europa a una economía circular y el fomento del crecimiento económico sostenible, el aumento de la competitividad global y la adopción de medidas que contribuyan a crear nuevos puestos de trabajo. El plan de acción consta de acciones concretas y ambiciosas, con medidas que abarcan todo el ciclo de vida, desde la producción y el consumo hasta la gestión de residuos y el mercado de materias primas secundarias y una propuesta de ley revisada sobre residuos.

El 4 de marzo de 2019, la Comisión Europea adoptó un informe exhaustivo sobre la aplicación del plan de acción. El informe esboza las vías clave y los retos futuros para dar forma a la economía europea y allanar el camino hacia una economía neutra desde el punto de vista climático y circular en la que se minimicen las presiones de consumo y contaminación sobre los recursos naturales y de agua dulce y los ecosistemas (10).

En el pasado y hoy realizado estudios muestra de residuos Esta manera de aumentar seguir haciendo nuestra tolerancia planeta no puede a los resultados camino abre. Por lo tanto, bajo el liderazgo de la economía lineal de la UE en su lugar cíclico de los círculos de la ciencia de la economía, los gobiernos, las ONG y las organizaciones del sector especial por la adopción con Ninguno de residuos de desarrollo de la estrategia con respecto a la unión de ideas ha sido.



Según la definición realizada por la Alianza Internacional de Residuos Cero (ZWIA) en 2018, el residuo cero; Es la protección de todos los recursos sin ser incinerados o descargados en el suelo, el agua o el aire que amenazan el medio ambiente o la salud humana a través de la producción responsable, el consumo, la reutilización y el reciclaje de todos los productos, envases y materiales.

Fuente: [https://egirisim.com/2021/04/12/giri-simlere-firsat-pepsiconun-turkiyedeki-6-heatfactory-zero-waste-certificate-issued /](https://egirisim.com/2021/04/12/giri-simlere-firsat-pepsiconun-turkiyedeki-6-heatfactory-zero-waste-certificate-issued/)

En comparación con el desarrollo de las aplicaciones de residuo cero, el concepto parece ser antiguo. En 1973, el Dr. Paul Palmer utilizó por primera vez el término "residuo cero" para referirse al reciclaje de productos químicos (20). Aunque se trata de un buen comienzo, el tema de los residuos cero no estuvo en el orden del día durante mucho tiempo, quizá debido a los costes y las dificultades. Se cree que el movimiento de "cero residuos" comenzó a principios de siglo, hace unos veinte años. El concepto de "Sin Residuos" defendido por los activistas del reciclaje ha sido sustituido por el de "Residuo Cero" tal y como lo conocemos hoy. Las estrategias de residuo cero surgieron por primera vez en una conferencia en Nueva Zelanda dirigida por el miembro de la campaña Warren Snow y se extendieron rápidamente. Otro hito es el libro de Bea Johnson de 2013 "Zero Waste Home: The Ultimate Guide to Simplifying Your Life" en el que describe el método Rs 5. Este libro es ampliamente reconocido por el público por incorporar los principios básicos del Residuo Cero y hace hincapié en el papel activo del consumidor en la reforma de las prácticas de gestión de residuos. En la actualidad, puede decirse que el despilfarro cero es un importante movimiento social que crece constantemente en todo el mundo y es adoptado por organizaciones internacionales (6).

4. MODELOS EMPRESARIALES DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Se necesitan cambios fundamentales en la transición de los modelos empresariales lineales a los modelos empresariales circulares. Para ello, primero hay que probar y luego difundir modelos empresariales que sean adoptados por los productores, los consumidores y todos los segmentos (1). En el cuadro siguiente, Bocken et al. (2016) incluyen estrategias clave de modelos de negocio que encajan en el marco de los enfoques de ralentización y cierre de los ciclos de recursos (11). Al examinar las estrategias de modelos de negocio para ralentizar los ciclos en el cuadro siguiente, se pretende utilizar cualquier producto de forma compartida en lugar de comprarlo, o utilizarlo en otras plataformas. Por ejemplo, se puede compartir el coche o los documentos de los medios digitales. En la estrategia de ampliación del valor del producto, se pretende que el producto producido sea devuelto al productor tras el uso del consumidor y no se convierta en un residuo. En otras palabras, las partes reciclables de los productos son reutilizadas por el fabricante. Reutilización de piezas de coches, ropa y aparatos electrónicos. Lo importante en este punto es el uso de materiales reciclables en la fabricación de productos en la primera etapa de producción. Otra estrategia consiste en prolongar la vida de los productos mediante la fabricación de productos duraderos. A este respecto, se dan ejemplos de productos blancos duraderos o de bienes de consumo de lujo.

En la actualidad, casi todas las industrias de envases dependen de los envases desechables, lo que supone un enorme coste para el medio ambiente y la sociedad. Los sistemas de reutilización de envases ofrecen grandes oportunidades para el medio ambiente, las personas y la economía". - Larissa Copello, Campañista de Zero Waste Europe (18).

Tabla 1. Innovaciones en el modelo de negocio para ralentizar y cerrar los bucles de recursos

Definición del modelo de negocio	Estrategias	Ejemplos de casos
Estrategias de modelo de negocio para ralentizar los bucles		
1 Modelo de acceso y rendimiento	Proporcionar la capacidad o los servicios para satisfacer las necesidades del usuario sin necesidad de poseer productos físicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Compartir coche - Lavanderías - Sistemas de gestión de documentos (por ejemplo, Xerox, Kyocera) - Alquiler de esmoquin - Alquiler de vaqueros - Alquiler de teléfonos
2 Valor ampliado del producto	Explotación del valor residual de los productos - que van de la fabricación a los consumidores, y luego vuelven a la fabricación - o la recopilación de productos entre distintas entidades comerciales.	<ul style="list-style-type: none"> - Industria del automóvil: piezas de remanufactura - Gazelle, que ofrece a los consumidores dinero en efectivo a cambio de productos electrónicos y vende productos electrónicos reacondicionados (gazelle.com)

		- Iniciativas de devolución de ropa (por ejemplo, H&M, M&S' Shopping)
3 Modelos clásicos de larga duración	Modelos de negocio centrados en ofrecer una larga vida útil a los productos, con el apoyo del diseño para la durabilidad y la reparación, por ejemplo.	- Productos de línea blanca (por ejemplo, la vida útil de 20 años de los electrodomésticos de Miele) - Productos de lujo que pretenden durar más de una vida (por ejemplo, relojes de lujo como Rolex o Patek Philippe)
4 Estímulo	Soluciones que buscan activamente reducir el consumo del usuario final a través de principios como la durabilidad, la capacidad de actualización, el servicio, las garantías y la reparabilidad y un enfoque no consumista de la comercialización y las ventas (por ejemplo, sin comisiones de venta).	- Marcas de alta calidad y servicio como Vitsœ y Patagonia - Empresas de servicios energéticos (ESE)
Estrategias del modelo de negocio para cerrar los bucles		
5 Ampliación de los valores de los recursos	Aprovechamiento del valor residual de los recursos: recogida y abastecimiento de materiales o recursos que de otro modo se "desperdiciarían" para convertirlos en nuevas formas de valor.	- Interface: recogida y suministro de redes de pesca como materia prima para alfombras - RecycleBank: proporciona a los clientes puntos de recompensa por reciclar y realizar otras actividades respetuosas con el medio ambiente (recyclebank.com)
6 Simbiosis industrial	Una solución orientada al proceso, que consiste en utilizar los productos residuales de un proceso como materia prima para otro proceso, y que se beneficia de la proximidad geográfica de las empresas	- Parque Ecoindustrial de Kalundborg (http://www.symbiosis.dk/en) - Azúcar AB y otras refinerías de azúcar: prácticas internas de "residuos = valor".

Fuente: Bochen et al., 2016.

La otra estrategia consiste en prolongar la vida útil del usuario final aumentando las capacidades de los productos. El objetivo es prolongar el tiempo en que el usuario final vuelve a comprar los productos mediante la producción de productos con garantía, servicio y durabilidad.

En cuanto a las estrategias del modelo de negocio para cerrar el círculo, se trata de aprovechar el valor residual de los productos. De este modo, se pretende utilizar los residuos como materia prima en lugar de enviarlos a la basura y crear un nuevo producto. La estrategia de simbiosis industrial es otro enfoque de la estrategia de cierre del ciclo. En ella, los productos residuales de una producción se utilizan para la producción en otra

"El enfoque de la economía circular también podrá proteger de los cambios de precios causados por las crisis de suministro que experimentan las economías dependientes de los recursos naturales debido al agotamiento de estos recursos" (12)

instalación cercana o se evalúan en la misma instalación integrada. Por ejemplo, los residuos de la fábrica de muebles se utilizan para la calefacción.

4. 1. PRINCIPIOS DE CERO RESIDUOS EN EL MARCO DE LOS MODELOS EMPRESARIALES CIRCULARES

Los principios que facilitarán la percepción de la misma y garantizarán que tanto los productores como los consumidores la adopten se recogen en publicaciones académicas y de instituciones. Estos se enumeran a continuación (13).



Figura 7. Principios de Residuos Cero (5R)

Fuente: puratium.com

Rechazar: Antes de comprar un producto, repensar si realmente lo necesitamos y negarnos a comprarlo. Si la persona no necesita realmente el producto, negarse a comprarlo evitará el agotamiento de los recursos naturales utilizados para producirlo, al tiempo que evitará que el producto se convierta en un residuo después de su fecha de caducidad. Por lo tanto, el primer principio a seguir para que el planeta se proteja de forma saludable es negarse a comprar el producto (13). Como ejemplo de este método (23):

- No recibir ciertos artículos como pajitas, cubiertos y bolsas de plástico.
- Hacer fotos de las tarjetas de visita o de los folletos que se ofrecen a la gente en lugar de cogerlos.
- No tomar agua gratis en varios eventos manteniendo agua embotellada gratis con ellos.

- Promociones manera con la oferta de productos adicionales necesidad o no recibido y la necesidad de la cosa que se va.
- Puede ser preferible no comprar productos envasados en plástico al super fabricante, para que el productor encuentre otras soluciones o compre los productos directamente en la granja.
- Es planificar viajes respetuosos con el medio ambiente.
- En lugar de comprar limpiadores y ambientadores químicos, la gente produce sus propios métodos en casa o encuentra otras soluciones.
- Colocar una advertencia indeseable en el buzón de correos para no recibir envíos de papel.

Reducir: Simplificar el estilo de vida es crucial en el viaje hacia el residuo cero, donde el comportamiento de un individuo es importante. Por lo tanto, es muy útil que las personas consuman sólo lo que necesitan. Es muy normal tener artículos que tienen un significado especial para las personas, pero más artículos pueden no ser realmente necesarios y esto significa mucho para un planeta con cero residuos. Por eso, reducir el consumo es un paso importante (13). La mayoría de las veces, estos productos acaban rápidamente en la basura, en el fondo de un armario o envueltos en un embalaje insostenible. Pensemos en la moda rápida, la electrónica barata y los alimentos procesados (24). Como ejemplo (23):

Los pañales desechables generan aproximadamente 6.731.000 toneladas de residuos al año en Europa. La diversa composición de estos productos hace que su reciclaje tras su uso sea técnica y económicamente complejo y costoso. Por este motivo, el 87% de estos productos se tira y el 13% se quema. En la actualidad, los pañales lavables se han convertido en la opción preferida en algunas partes de Europa, como ya ocurría antes (17).

- Es posible donar artículos no utilizados. Cada región cuenta con municipios u organizaciones benéficas que compran artículos sin usar.
- En caso de que los artículos no utilizados se quieren vender, se puede hacer a través de las tiendas locales o diversas aplicaciones en Internet.
- El consumo de la locura lejos de parar más tarde no se utilizará el que de los productos compran para ser tomada previene. Por lo tanto, para consumir en su lugar otro hobby elección puede ser

Reutilizar: El punto principal de este principio es comprar artículos de segunda mano en lugar de nuevos. De este modo, es posible ahorrar dinero y ayudar a los vecinos a deshacerse de los productos que no utilizan. En segundo lugar, acude a tiendas que te permitan llevar tarros o contenedores para productos sueltos y apoya la tendencia de cero residuos. De este modo, se limita el embalaje de los



productos y se reduce en gran medida el consumo de plástico y se crea un ciclo sostenible. En tercer y último lugar, es posible que la gente utilice productos de belleza naturales o compre ropa usada (13). Además, hay que tener en cuenta los siguientes ejemplos:

Fuente: <https://globalwakecup.com/blogs/latest/start-your-own-zero-waste-community-in-2019>

- Una botella de agua de cristal o de acero inoxidable y agua del grifo en lugar de agua embotellada,
- Afeitadoras desechables - afeitadora eléctrica o afeitadora de punta,
- En lugar de papel de horno, engrasa la bandeja o utiliza un tapete de silicona,
- Utiliza una fiambra con tapa o un tarro en lugar de papel de aluminio o film estirable,
- Utiliza un paño de algodón en lugar de una esponja de cocina,
- Lleva tu propia bolsa de tela en lugar de bolsas de papel/plástico,
- Paños de algodón o microfibra en lugar de toallas de papel,
- Té suelto y colador de té en lugar de bolsas de té,
- Cafetera en lugar de cápsulas de café

Reciclar: Aunque la práctica del reciclaje por persona sea limitada, es mucho más fácil apoyar a las organizaciones que promueven el reciclaje y comprar productos hechos con materiales reciclados (papel higiénico, libros, etc.). Especialmente la reducción del uso del plástico y el aumento del uso del vidrio es una cuestión muy vital hoy en día (13). Por otro lado, no hay que olvidar que el Residuo Cero es una forma de vida y de actuar con conciencia. Para ello, se puede actuar con varias comunidades (26).

Reintegrar: La eliminación de los residuos generados por la economía lineal debe considerarse como un último recurso. Por esta razón, es muy importante que la gente no dude en aportar ideas creativas para conseguir un residuo cero y compartir estas ideas con la gente. Por lo tanto, antes de tirar cualquier basura, es posible repensar y encontrar soluciones para organizar los residuos (13).

En algunas fuentes, se utiliza el proceso de putrefacción en lugar de Regular. La putrefacción es cuando la gente compone sus propios residuos domésticos o participa en un programa de compostaje de residuos orgánicos (23). La importancia del compostaje radica en que mientras se permite que los residuos se descompongan de forma natural, la materia orgánica que acaba en el vertedero se ve obligada a descomponerse sin suficiente oxígeno, produciendo así metano, un gas de efecto invernadero perjudicial. El compostaje, ya sea a través de la recogida municipal

o en casa, puede ayudar a desviar casi la mitad de los residuos domésticos y alimentar el medio ambiente o su propio jardín en el proceso (27).



Fuente: <https://www.pencilforchange.com/zero-waste-community/> / <https://ideaexchange.org/ideas/idea/zero-waste-and-composting>

5. EJEMPLOS DE EMPRESAS DE ECONOMÍA CIRCULAR

En este apartado se expondrán algunos ejemplos de modelos de negocio creados en el ámbito de la economía circular. Las tiendas de residuo cero, los mercados de residuo cero, los cafés de residuo cero, los negocios de reciclaje de productos químicos, la ropa de plástico, las tiendas vintage son algunos ejemplos de negocios básicos de la economía circular.



Fuente: <https://www.organicauthority.com/buzz-news/p45536>

6. CONCLUSIÓN

El modelo de producción de la economía lineal, que se desarrolló bajo la forma de comprar-construir-usar-desechar, ha empezado a provocar un claro deterioro del equilibrio natural en la actualidad. Muchos problemas, como el calentamiento global, los incendios forestales, las catástrofes por inundaciones o la aparición de nuevos virus, afectan directamente a la calidad de vida de las personas. Por ello, el sistema económico lineal ha llegado a un punto insostenible para la humanidad. La economía circular, que es un nuevo modelo que puede sustituir a la economía lineal, adopta el enfoque de residuo cero en lugar de la eliminación de residuos. El enfoque de residuo cero es un estilo de vida que tiene lugar tanto en las etapas de producción como de consumo. En otras palabras, es una cultura de residuo cero. Para adoptar esta cultura, es necesario crear nuevos modelos de negocio, transformar las industrias y educar a los consumidores en este tema. Por lo tanto, para un mundo sin residuos, la adopción de la filosofía del residuo cero en los procesos de producción y consumo es inevitable para un mundo más habitable.

ENLACE A VIDEOS Y PÁGINAS WEB ÚTILES

- https://www.youtube.com/watch?v=Y_Y6W_yIUDU
- <https://www.youtube.com/watch?v=8E9fmr85yQ8>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ojON67Ww-RU>
- <https://www.youtube.com/watch?v=bJWqsHua7Kg>
- <https://www.youtube.com/watch?v=D1OzBwpKHcw>
- <https://www.youtube.com/watch?v=nYDQCcBQUdpw>
- <https://www.youtube.com/watch?v=PEi2IU-- ZyY>
- https://www.youtube.com/watch?v=ez09N1nH_OY
- <https://www.youtube.com/watch?v=LM9nRUwOSdw>
- <https://www.youtube.com/watch?v=jx2B55YG4SY&list=RDCMUC0A0TIq-WDyKZcGcOt5WpPA&index=2>
- <https://www.youtube.com/watch?v=LL3gh-WrTew&list=RDCMUC0A0TIq-WDyKZcGcOt5WpPA&index=3>
- <https://www.youtube.com/watch?v=cQqhKzcHnAg>
- <https://www.youtube.com/watch?v=1-tS7JH4Jyw>
- https://www.youtube.com/watch?v=vAr4BZM_Tzk
- <https://www.youtube.com/watch?v=zroxrKf8bu8>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Ta-xfpjdc9s>
- https://www.youtube.com/watch?v=f_eeiz06Gqg
- <https://www.youtube.com/watch?v=OagTXWfaXEO>
- <https://www.youtube.com/watch?v=kXgELGBuMfA>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Yfungs2Ovew>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ZT0uqEPzbd0>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Cg3OA1s8-SI>
- https://www.youtube.com/watch?v=l8_i1gU3gRg
- <https://www.youtube.com/watch?v=xd30z19Zijl>
- <https://www.zerowastescotland.org.uk/content/what-are-circular-economy-business-models>
- <https://www.greenpeace.org/usa/4-zero-waste-strategies-businesses/>
- <https://hbr.org/2021/07/the-circular-business-model>
- https://www.appropedia.org/Circular_economy?gclid=Cj0KCQiAraSPBhDuARIsAM3Js4p8bPZ9DdOGamIZPgKDdsA9Lzwj6VKKvCQWCTdL5ZFx2EqqaCw1cblq_AlcXEAL
- <https://meowmeowtweet.com/blogs/blog/the-five-rs-refuse-reduce-reuse-recycle-rot>
- <https://www.youtube.com/watch?v=2Jq23mSDh9U>

REFERENCIAS/ENLACES A RECURSOS EN LÍNEA E IMÁGENES ESPECÍFICAS

- [one (1) Deviant Veral Evren , (2021), " Circular Economy : Barriers , Strategies and Work Models , Ankara University ecology Journal 8(1), pp.7-18.
- (2) Furkan Sariatli , (2017), Linear Economy versus Circular Economy: A comparative and analyzer study for Optimization of Economy for Sustainability, vol. 6, 2017, no. 1, pp.31-34.
- (3) PRIETO-SANDOVAL, Vanessa, Carmen, JACA and Marta, ORMAZABAL, (2017). "Circular Economy: Relationship with the Evolution of the Concept of Sustainability and Strategies for its Implementation". Memoria- Investigaciones most Ingenieria , (15), 85-95
- (4) Meadows, DH, Meadows, DL, Randers, J., & Behrens III, WW (1972), The Limits to Growth: A Report for The Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind, Universe Books, New York.
- (5) <https://stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/the-nine-planetary-boundaries.html>, Accessed: 07.11.2021
- (6) <https://puratium.com/zero-waste-principles/>
- (7) <https://zwia.org/zero-waste-definition/>
- (8) https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf
- (9) https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- (10) https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/first-circular-economy-action-plan_en
- (11) Bocken , NM, de Pauw , I., Bakker, CV& 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.
- (12) Preston, F. 2012. A Global Redesign? Shaping the Circular Economy Briefing Paper. Chatham House, London.
- (13) <https://puratium.com/zero-waste-principles/>
- (14) <https://blog.policy.manchester.ac.uk/>
- (15) The World Bank
- (16) <https://www.circle-economy.com/news/the-circularity-gap-report-our-world-is-only-9-circular>
- (17) <https://zerowasteurope.eu/our-work/eu-policy/product-redesign/reusable-nappies/>
- (18) <https://zerowasteurope.eu/our-work/eu-policy/product-redesign/packaging/>
- (19) CPS 2012. Waste management About EU Acquis Directory . Istanbul & Brussels .
http://www.mess.org.tr/media/filer_public/6b/58/6b583c70-1daa-4bc5-96b5-9c988df39db1/mess_atik_yonetimi_ab_mevzuat_rehberi.pdf.
- (20) P. Palmer, " Getting to Zero Waste," Sebastopol: Purple Sky Press, 2004.
- (21) <https://sifiratik.co/>
- (22) <https://www.organicauthority.com/buzz-news/p45536>
- (23) <https://www.unsustainablemagazine.com/the-5-rs-of-zero-waste-living/>
- (24) <https://zerowastexchange.org/551/the-5-rs-of-zero-waste-a-practical-guide>
- (25) <https://www.sayingtruth.com/vancouver-move-towards-zero-waste-community/>
- (26) <https://www.pencilforchange.com/zero-waste-community/>
- (27) <https://ideaexchange.org/ideas/idea/zero-waste-and-composting>
- (28) <http://www.yeslokullar.org/Blogs/Detail/2/Geri-Donusum-ve-Sifir-Atik>
- (29) <https://sifiratik.co/2018/09/20/gunes-panellerin-nasil-yapildigini-biyor-musuzun/>
- (30) <https://egirisim.com/2021/04/12/girisimlere-firsat-pepsiconun-turkiyedeki-6-fabrikasina-sifir-atik-sertifikasi-verildi/>
- (31) <https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/>

LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA UE BAJO EL CONCEPTO DE RESIDUO CERO

Bedriye Tunçsiper, Nurdan Erdoğan, Kadir Demir

Universidad de la Democracia de Izmir, TR

Ilija Vuchkov, Anita Spasovska, Daniela Angelkovik

Emkice Consulting

1. INTRODUCCIÓN

Las últimas previsiones hechas por las Naciones Unidas sugieren que la demografía global podría aumentar alrededor de 8.5 billones en 2030, 9.7 billones en 2050 y 10.4 billones en 2100 [1]. Pese a las pandemias recientes y a las crisis económicas y energéticas, se prevé que la economía mundial siga creciendo. Como resultado, la demanda de recursos naturales seguirá aumentando en las próximas décadas. Una proyección razonable es que el consumo de materiales global se triplique en 2050. Aunque solo hay un planeta, en 2050 el mundo consumirá como si hubiera tres.

Según las cifras del Banco Mundial, la economía mundial consume más de 100 billones de toneladas de materias primas cada año, mientras que desecha alrededor de 90 billones de toneladas como residuos [2]. Según el informe de ONU Medioambiente "Perspectivas de los recursos mundiales 2019", se prevé que el uso global de recursos como la biomasa, los combustibles fósiles, los metales y los minerales se duplique en las próximas cuatro décadas, mientras que la producción anual de residuos aumentará un 70% para 2050. Se afirma que la extracción y el tratamiento de recursos provocan la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero y más del 90 % de la pérdida de biodiversidad y la escasez de agua.

La expansión de la población mundial y el deseo por una mayor afluencia son hechos inevitables. Para prevenir superar los límites de la tierra, la humanidad tiene que, básicamente, alterar la forma en la que usa los recursos. A tal efecto, en las últimas décadas se han hecho avances significativos. En 2005, por ejemplo, la economía global utilizaba alrededor de un 30 % menos de recursos para producir una unidad de PIB que en 1980. Sin embargo, la utilización de recursos naturales está aumentando en cifras absolutas. Un crecimiento "normal" en la eficiencia de la gestión de recursos es insuficiente. Es importante encontrar soluciones que mejoren la prosperidad de más personas en general, mientras que se reduce la cantidad de tensión ambiental general [4].

La estrategia de economía circular, definida como un enfoque sistemático para la continuidad del desarrollo económico, se puede ver como una herramienta para hacer frente a la presión sobre el medio ambiente y, al mismo tiempo, atender necesidades sociales críticas. En otras

palabras, la economía circular aborda la economía, el medioambiente y la sociedad—los tres pilares fundamentales de la sostenibilidad y, se considera una de las herramientas clave para la realización del concepto de desarrollo sostenible. Con el comunicado del plan de acción para la protección y la mejora de las personas y su entorno en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Entorno Humano en Estocolmo en 1972, donde se expresó por primera vez el concepto de sostenibilidad, la normativa medioambiental empezó a desarrollarse en el ámbito internacional. El medioambiente y cuestiones relacionadas seguirán siendo uno de los principales objetivos de la agenda global en los siguientes años. Sin embargo, pese a las acciones tomadas durante un periodo de 30 años, se reveló en el Informe de Evaluación de Ecosistemas del Milenio llevado a cabo en 2005 que la presión de los seres humanos sobre los hábitats sigue aumentando su velocidad. Esto resaltó la necesidad de herramientas adecuadas para la aplicación del concepto de sostenibilidad, el cual requiere un compromiso significativo entre el medioambiente, la economía y los componentes sociales

Desde finales de los años setenta, el concepto de economía circular, visto como una de estas herramientas, ha ganado importancia y fuerza [5]. En los últimos años, la economía circular se ha desarrollado como un principio fundamental para las políticas industriales y medioambientales en China, África, la Unión Europea (UE), y los Estados Unidos, así como un número creciente de empresas y gobiernos municipales. La implementación de la economía circular y los modelos empresariales circulares también se cuestionan frecuentemente en cuanto a sus premisas, viabilidad e implicaciones. En este módulo se explicará el concepto de economía circular, junto con información sobre ejemplos de aplicación.

2. ¿QUÉ ES LA ECONOMÍA CIRCULAR?

El concepto de economía circular aparece por primera vez en la literatura académica de 1996, cuando el economista ecológico Kenneth E. Boulding criticó la linealidad de la "economía del vaquero" del pasado y describió el futuro como una "economía de nave espacial" en la que todos los recursos utilizados se devolvían al sistema. Esto se ha debatido desde los años sesenta y setenta, cuando el movimiento medioambiental moderno estaba en sus inicios [7]. Aunque los académicos y profesionales utilizan frecuentemente el término "economía circular", no existe un acuerdo sobre lo que realmente implica. Además, hay diferencias, divisiones y exclusiones únicas dentro de las comunidades de investigación que participan en el estudio de la economía circular, como son los investigadores en ingeniería y empresa. Por esta razón, es, mucho más fácil decir lo que no es la economía circular que lo que es. Según el Foro Económico Mundial, "La economía circular no es una teoría, sino una estrategia emergente para la producción y el consumo industrial" [8].

Se podría definir la economía circular como "un sistema económico que reemplaza el concepto de 'fuera de uso' con reducir, o bien reusar, reciclar y recuperar materiales en el proceso de producción/distribución y consumo. Esta funciona en el nivel micro (productos, empresas y consumidores), nivel meso (parques eco-industriales) y nivel macro (ciudad, región, nación y más allá), con el objetivo de lograr desarrollo sostenible, por lo tanto, simultáneamente creando

entornos de calidad, prosperidad económica y equidad social para el beneficio de generaciones actuales y futuras" [9].

La Fundación Ellen Macarthur diseñó una de las definiciones de uso más general, que se refleja en el ahora famoso 'diagrama de mariposa' (Figure1) [10]. La economía circular está separada en dos círculos en esta visualización: un círculo biológico y un círculo técnico, ambos están conformados por actores y acciones. El consumidor para el ciclo biológico y el consumidor para el ciclo tecnológico se localizan en el centro del diagrama. El proveedor de servicios, el fabricante del producto, y el fabricante de piezas son también partes interesadas en esta definición. Este diagrama se complementa por tres conceptos llamados "principios de la economía circular" por la fundación. El primero es la preservación y la mejora del capital natural; el segundo es la mayor circulación de los productos y materiales en ambos ciclos; y el tercero es la eliminación de residuos.

El ciclo biológico, representado en el lado izquierdo del diagrama de mariposa, es para materiales que pueden ser biodegradables y devueltos al suelo de forma segura. Este ciclo se ocupa, sobre todo, de los productos consumibles como los alimentos. Otros materiales biodegradables, como el algodón o la madera, pueden acabar pasando del ciclo técnico al ciclo biológico después de desgradarse hasta el punto de que ya no pueden utilizarse para la manufacturación de productos nuevos. A la derecha del diagrama de mariposa encontramos el ciclo técnico, importante para los productos que se utilizan en lugar de consumirse. El diagrama muestra bucles internos más pequeños rodeados por bucles externos más grandes. Los bucles internos son donde se puede captar el máximo valor, ya que preservan más el valor integrado de un producto al mantenerlo intacto. Pensemos en un smartphone: un teléfono que funcione es mucho más valioso que el conjunto de sus componentes, ya que el tiempo y el esfuerzo que se necesita para su producción no se malgasta. Por consiguiente, los bucles internos como el intercambio, el sostenimiento y la reutilización tienen que prevalecer sobre los bucles externos que ven cómo el producto se descompone y se reconstruye. Además, estos bucles ahorran dinero para los consumidores y las empresas, ya que reutilizan artículos y materiales que ya están en uso en lugar de invertir en nuevos. En la economía circular, el bucle más externo, el reciclaje, es así la última opción porque implica eliminar el valor íntegro de un producto mediante la reducción de sus ingredientes fundamentales [10].

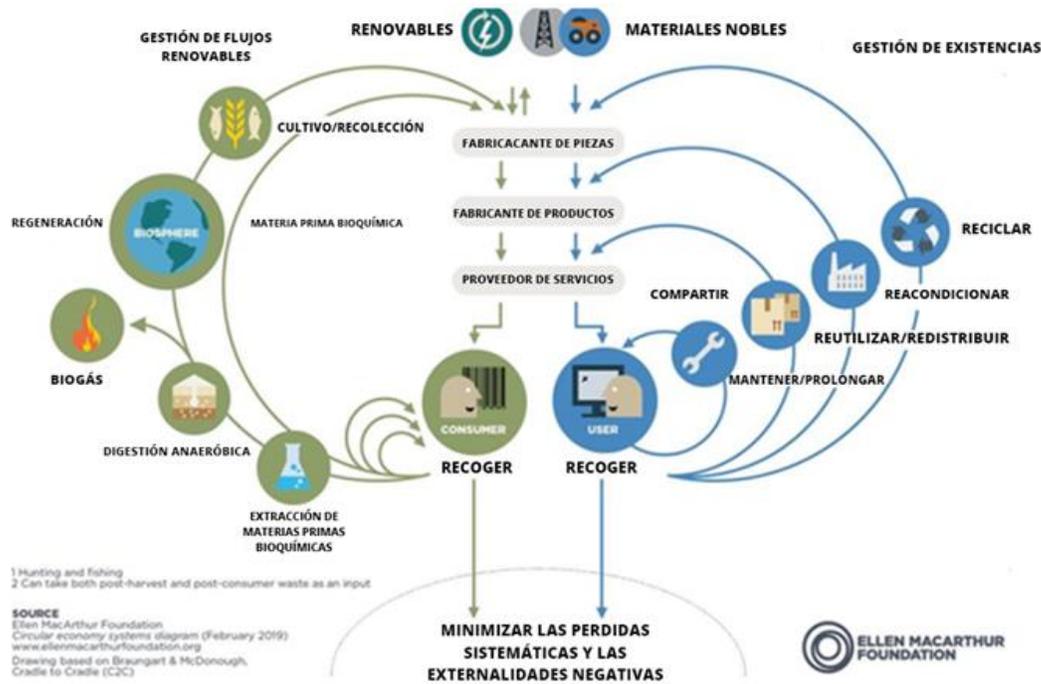


Figura 8. El diagrama del sistema de economía circular, conocido como el diagrama de mariposa [10]

3. LA RELACIÓN ENTRE LA ECONOMÍA CIRCULAR Y LA GESTIÓN DE RESIDUOS

Los residuos sólidos generados por el actual modelo de economía lineal basada en fabricar-usar-tirar es un obstáculo importante para solucionar los retos de sostenibilidad y asegurar un crecimiento económico a largo plazo, protección medioambiental y el bienestar social. El modelo de economía lineal se ha convertido en el mayor contribuyente al problema del cambio climático y la destrucción del ecosistema. Este modelo solo prioriza la producción de bienes sin pensar en el fin de estos. Que los bienes producidos finalmente se conviertan simplemente en residuos y se depositen en vertederos que dañarán el suelo o se quemarán, lo que produce emisiones a la atmósfera, no es la principal preocupación del modelo de economía lineal [11].

Desde los años 70 se ha fomentado la idea de gestión de residuos con el objetivo de reducir el problema de los residuos generados por la economía lineal. La gestión de residuos engloba todas las actividades y acciones que se necesitan para gestionar los residuos desde la producción hasta la eliminación. Esto abarca, entre otras cosas, la recogida, el transporte, el tratamiento y la eliminación de residuos, así como su seguimiento y regulación. También incluye el marco jurídico y reglamentario de la gestión de residuos, entre ellos las pautas de reciclaje, etc. El objetivo de la gestión de residuos es limitar el impacto potencialmente nocivo de los residuos al medioambiente y a la salud humana, al mismo tiempo que se avanza en la jerarquía de prevención, reducción y reciclado de residuos.

La economía circular se puede ver como una alternativa al actual y predominante modelo lineal centrándose en la gestión de residuos y recursos. Se puede definir como un sistema regenerativo que minimiza la entrada de recursos y los residuos, las emisiones y las fugas de energía, ralentizando, cerrando y estrechando los bucles de materiales y energía. Como resultado, está profundamente ligado a la gestión de residuos y pretende lograr generar cero residuos. De ahí que el marco de la R se recalque a la hora de definir la economía circular. Mientras se hace hincapié en el marco de las 3 R, el cual incluye los conceptos reduce, reutiliza y recicla, la Directiva marco sobre los Residuos de la Unión Europea (UE) introduce "recuperar" como la cuarta R. El marco R más completo, con 9 R, se presenta en la Figura 2 [9].



Figura 9. El marco de las 9R [9]

4. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular, como modelo de economía reparador y regenerativo, debe funcionar eficazmente a todas las escalas de aplicación para empresas grandes y pequeñas, organizaciones y particulares, a escala mundial y local. Según la fundación Ellen MacArthur, en su aplicación se basa en tres principios (Figura 3)[12] [];

Eliminar residuos y contaminación: Una economía circular revela y elimina los impactos negativos de la actividad económica que provoca daños a la salud humana y a los sistemas naturales. Esto incluye la liberación de gases de efecto invernadero y sustancias peligrosas, la contaminación del aire, la tierra y el agua, además de los residuos estructurales como la congestión del tráfico.

Este principio de la economía circular consiste en entender que los residuos y la contaminación son en gran medida resultado de la forma en que diseñamos las cosas y en encontrar formas nuevas e innovadoras de diseñar esos impactos negativos. Alrededor del 80 % del impacto medioambiental se determina en la fase de proyecto, lo que significa que la transición de este ámbito hacia una mayor circularidad puede tener repercusiones ampliadas a lo largo de los ciclos de los materiales. Podemos asegurarnos de que los residuos y la contaminación no se generan en primer lugar, si cambiamos nuestra mentalidad para ver los residuos como un defecto de diseño y aprovechamos los nuevos materiales y tecnologías

Mantener en uso los productos y los materiales: Una economía circular favorece las actividades que conservan el valor en forma de energía, trabajo y materiales. Esto significa diseñar para la durabilidad, la reutilización, la reacondicionamiento y el reciclaje para que los productos y materiales sigan circulando en la economía. Los sistemas circulares hacen un uso eficaz de los materiales de origen biológico, fomentando muchos usos diferentes para ellos a medida que circulan entre la economía y los sistemas naturales. Los principios se basan principalmente en una premisa sencilla: no podemos seguir desperdiciando recursos. En un planeta con recursos finitos, los productos y materiales que construimos a partir de los que extraemos deben mantenerse en la economía el mayor tiempo posible. Algunos productos y componentes se pueden diseñar para ser reutilizados, reparados y reacondicionados. Sin embargo, hacer que las cosas duren más es solo una parte de la solución; los recursos necesarios para generarlos tienen que devolverse al sistema. Esto es especialmente cierto en el caso de productos y recursos con una vida útil limitada, como los alimentos y los envases, que pueden generar enormes volúmenes de residuos si no se aplican técnicas adecuadas de recuperación de recursos.

Regenerar los sistemas naturales: Una economía circular evita el uso de recursos no renovables y preserva o mejor los renovables, por ejemplo, devolviendo nutrientes valiosos al suelo para favorecer la regeneración o utilizando energías renovables en lugar de depender de combustibles fósiles. En la naturaleza no existe el concepto de residuo; todo es cíclico. Todos los grandes ciclos naturales - carbono, oxígeno, nitrógeno, agua, etc. - funcionan en circuitos cerrados sin apenas pérdida de recursos a lo largo de su ciclo. La economía circular pretende simular estos ciclos naturales, creando un modelo económico que proteja, apoye y mejore activamente nuestro medio ambiente.



Figura 10. Principios básicos de la Economía Circular

5. BENEFICIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES

La economía circular tiene ciertas ventajas medioambientales que la convierten en una opción prometedora para aumentar la sostenibilidad y disminuir las consecuencias medioambientales. La economía circular puede ayudar a **conservar recursos naturales**, reduciendo la necesidad de materias primas y evitando los residuos. Esto puede ayudar con la **conservación de la biodiversidad y los ecosistemas**, así como con la **preservación de recursos naturales para generaciones futuras**. Según con el estudio realizado por la Agencia Europea de Medio Ambiente, la economía circular tiene el potencial para reducir el consumo europeo de materias primas básicas hasta un 80 % de aquí a 2050 en comparación con un modelo de economía lineal. La economía circular puede ayudar a **reducir las emisiones de gases de efecto invernadero**, conservando recursos naturales, impulsando la eficiencia de los recursos, reduciendo los residuos, y utilizando energía renovable. Esto puede ayudar a **atenuar los efectos del cambio climático**. Según la Fundación Ellen MacArthur, la economía circular podría reducir las emisiones de gases de efecto invernadero hasta un 45 % de aquí a 2050 en comparación con un modelo de economía lineal [14].

BENEFICIOS ECONÓMICOS

La economía circular puede ayudar a las empresas y consumidores a ahorrar dinero, al reducir los residuos y mejorar la eficiencia de los recursos. Esto puede suponer un ahorro de costes en materias primas, energía y transporte. Según la Fundación de Ellen MacArthur (2015), la economía circular podría proporcionar 4,5 trillones en beneficios económicos para 2030 mediante la reducción de costes y el aumento de la productividad [15].

También se espera que la economía circular abra nuevas oportunidades económicas en sectores como el reciclaje, el reacondicionamiento y los modelos de economía colaborativa. Esto puede dar lugar a la innovación y el desarrollo del empleo, así como ayudar a las empresas a llegar a nuevos mercados y clientes. Al pasar de un enfoque lineal de "tomar-hacer-deshacer" a un modelo circular, la economía circular podría generar 4,5 trillones de dólares en nuevas oportunidades económicas para 2030 [16].

La economía circular puede contribuir a aumentar la resiliencia económica, reduciendo la dependencia de los mercados volátiles de materias primas y fomentando el abastecimiento y la producción locales. Esto puede ayudar a las empresas a gestionar los riesgos y la incerteza, y a adaptarse a las cambiantes condiciones económicas y medioambientales. Por ejemplo, un informe de la Fundación Ellen MacArthur (2012) descubrió que la economía circular podría ayudar a reducir el riesgo de interrupciones en la cadena de suministro y la volatilidad de los precios, fomentando las cadenas de suministro de ciclo cerrado y el abastecimiento local [15].

Las empresas pueden mejorar la reputación de su marca, demostrando su compromiso con la sostenibilidad y reduciendo su impacto ambiental a través de la economía circular. Esto puede ayudar a atraer clientes e inversores, así como a desarrollar asociaciones a largo plazo con las partes interesadas. Según una encuesta de Accenture (2014), el 60 % de los consumidores está dispuesto a pagar más por productos y servicios de empresas comprometidas con la sostenibilidad medioambiental y social.

BENEFICIOS SOCIALES

La economía circular dispone del potencial para generar nuevas oportunidades de trabajo en sectores como el reciclaje, la reparación y el reacondicionamiento. Esto puede abrir puertas a personas con diversas capacidades y niveles educativos, así como contribuir a la creación de economías más inclusivas y sostenibles. Según una investigación de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)(2018), el cambio a una economía circular podría proporcionar hasta 18 millones de nuevos empleos en todo el mundo para 2030 [18].

La economía circular puede apoyar el abastecimiento y la producción local, lo que puede ofrecer oportunidades económicas para las comunidades locales. Esto también puede ayudar a las empresas locales, a fomentar la inversión local, y mejorar la resiliencia comunicativa. Según una evaluación de la Fundación Ellen MacArthur (2018), la economía circular podría ayudar a reconstruir las economías rurales aumentando el uso de energía renovable, la gestión de residuos orgánicos y la agricultura sostenible [19].

Otra cosa en la que la economía circular puede ayudar es la igualdad social. La economía circular puede fomentar igualdad social, reduciendo los residuos y la contaminación y mejorando el acceso a recursos. Esto puede ayudar a resolver las desigualdades sociales y medioambientales como el acceso desigual al aire y al agua limpios y la distribución desigual de los daños medioambientales. Por ejemplo, según una evaluación del PNUMA, la economía circular podría ayudar a reducir las desigualdades socioeconómicas en los países con rentas bajas y medias, ofreciendo acceso a productos y servicios baratos y sostenibles [20].

La economía circular puede mejorar la salud pública y el bienestar, eliminando la contaminación y los residuos y fomentando un entorno más sostenible y saludable. Como se indica en el informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2017), la transición a una economía circular podría ayudar a minimizar los factores de riesgo ambiental de enfermedades no contagiosas como las enfermedades cardiovasculares, las enfermedades respiratorias y el cáncer [21].

6. IMPEDIMENTOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Para la transición a una economía circular se necesita un cambio total en la forma en la que las organizaciones generan valor, que es la forma en la que generan negocios: desde la producción hasta el consumo, la reparación y la reacondicionamiento, la gestión de residuos y las materias primas secundarias que vuelven a alimentar el sistema. Como resultado, la sostenibilidad del proceso de transición no solo requiere nuevos productos, tecnología y procesos, sino también nuevos modelos empresariales. A causa de la estructura de multiescala y compleja de la economía circular, existe un hueco significativo entre el concepto y su aplicación práctica en el sector industrial debido a una serie de impedimentos, todos los cuales se remontan a la falta de información coherente y precisa sobre los recursos, productos y procesos. Los impedimentos se pueden clasificar en siete categorías: asuntos gubernamentales, asuntos económicos, asuntos tecnológicos, asuntos de conocimientos y habilidades, asuntos de gestión, asuntos del marco de la economía circular y asuntos de mercado (Tabla 1) [22]

Tabla 2. Principales categorías de impedimentos a la implantación [22].

Conjunto de impedimentos	Ejemplos de impedimentos
Asuntos gubernamentales	<i>Políticas ineficaces, insuficientes o insolidarias; falta de indicadores de rendimiento; visión poco clara</i>
Asuntos económicos	<i>Incentivos débiles, falta de internalización de los costes externos; los costes iniciales elevados y los beneficios insuficientes a corto plazo impiden la inversión; opciones eficientes para los recursos pueden ser más caras.</i>
Asuntos tecnológicos	<i>La complejidad de los productos impide la separación de los materiales, lo que dificulta el reciclado; dificultades para controlar la calidad de los productos a lo largo del ciclo de vida y para mantener la calidad de los productos con materiales recuperados o reacondicionados; falta de información precisa sobre la composición de los materiales de los productores para permitir reciclarlos y reacondicionarlos.</i>
Asuntos sobre conocimientos y competencias	<i>Falta de información y concienciación pública para apoyar la participación en la reutilización, el reciclaje y el reacondicionamiento; falta de las competencias necesarias en la mano de obra; concienciación de los consumidores sobre los productos restaurados y reacondicionados - percepción de que la calidad es inferior</i>
Asuntos de gestión	<i>Falta de interés o liderazgo en la economía circular dentro de las empresas a nivel directivo; se da mayor prioridad a otros asuntos de la cadena de suministro; las estructuras organizativas dentro de las empresas impiden la implementación de prácticas de EC.</i>

Asuntos relacionados con el marco de la economía circular	<i>Falta de modelos empresariales de éxito; complejidad de las cadenas de suministro transnacionales, incluida la gestión de residuos; tendencia a centrarse en el reciclaje cuando otras prácticas de economía circular podrían ser más beneficiosas</i>
Asuntos de mercado	<i>Retos en el funcionamiento de los sistemas de recuperación con múltiples empresas implicadas, y problemas legales para los proveedores de servicios que retienen el producto vendido; falta de normas y calidad variable de los productos reacondicionados; falta de aceptación por parte de los consumidores de los modelos de "servicio" en lugar de los de propiedad; el reacondicionamiento requiere experiencia y conocimientos</i>
Asuntos culturales y sociales	<i>Falta de buenas relaciones en la cadena de suministro; tecnologías y prácticas lineales muy arraigadas; percepción negativa de los clientes sobre los productos reacondicionados; emoción por la novedad</i>

Según los estudios, los principales retos para la implantación de la economía circular son los impedimentos técnicos y económicos. Sin embargo, las investigaciones han indicado que los impedimentos culturales son los más importantes para la transición a la economía circular (Figura 4). Que los consumidores cambien sus elecciones en cuanto a la moda, puede poner en peligro el enfoque de las empresas hacia productos más duraderos, que es uno de los componentes fundamentales de la economía circular.

Como resultado, la falta de interés y concienciación de los consumidores dificulta que las empresas asimilen la economía circular. Por otro lado, la "cultura de empresa indecisa", que se considera otro impedimento, es vista como el fracaso de la compañía para adoptar totalmente la economía circular, y, en su lugar, la considera como un enfoque de responsabilidad social corporativa o de sensibilidad ambiental. Es obvio que la mayoría de las organizaciones aún no han integrado la economía circular en su visión, misión, objetivos e indicadores de rendimiento. Las empresas que realmente podrían superar la cultura empresarial se enfrentan al reto adicional de operar en un sistema lineal. Una empresa podrá ofrecer un producto circular solo si toda la cadena de suministro es circular. Sin embargo, debido al carácter conservador de la cadena de suministro, aunque una empresa adopte la estrategia de la economía circular, esta será incapaz de ponerla en práctica. Cuando se consideran las limitaciones económicas/financieras, los bajos precios de las materias primas vírgenes son uno de los impedimentos más importantes para que las empresas apliquen la economía circular. Esto es porque el reciclaje de muchos materiales no resulta económico en comparación con la producción de material virgen. Además, los elevados costes de las inversiones iniciales, en particular las inversiones en aprendizaje e innovación se han identificado como un obstáculo para la transición a la economía circular. Esto indica que es fundamental proporcionar un apoyo financiero adecuado a las empresas que intentan pasar a la economía circular. Los impedimentos de la economía circular suelen estar interconectados, lo que puede provocar una reacción en cadena que dando lugar al fracaso de la economía circular y a que la economía siga funcionando como de costumbre [23]

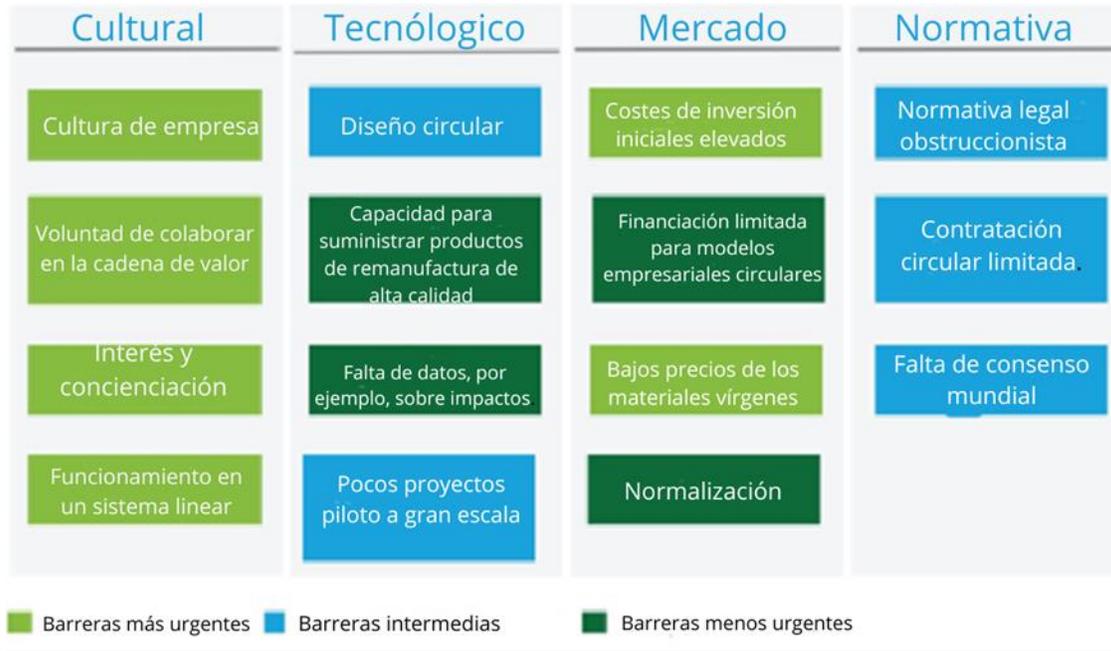


Figura 11. Mapa térmico de los impedimentos de la economía circular [23]

7. MOTORES DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Las naciones del mundo se están viendo presionadas para hacer la transición a una economía circular por una serie de fuerzas impulsoras. Los factores más importantes son los problemas medioambientales como el cambio climático, el agotamiento de los recursos y la generación de residuos. Los países de todo el mundo han acordado cumplir los objetivos de atenuación del cambio climático. Uno de los objetivos es mantener el calentamiento global por debajo de 1,5 Co por debajo de los niveles preindustriales, reduciendo las emisiones de carbono en un 45 % para 2030 y alcanzando la neutralidad de carbono para 2050, tal y como se especifica en el Acuerdo de París, adoptado por 196 partes en la 21ª cumbre de las partes. Los países deben aplicar reformas económicas y sociales para alcanzar sus objetivos en cuanto al cambio climático.

La escasez de recursos es otro de los motores de la economía circular. A medida que crece la población mundial y aumenta la demanda de recursos, se hace cada vez más necesario encontrar formas de utilizar los recursos de manera más eficiente y reducir los residuos. La economía circular puede ayudar a reducir la demanda de nuevos recursos y a mejorar la eficiencia de los recursos, promoviendo comportamientos circulares como la reutilización y el reciclaje de artículos [16].

Otro de los motores de la economía circular es el potencial de beneficios económicos, como la creación de empleo, el ahorro de costes y los nuevos modelos empresariales. Los paradigmas lineales de extracción, producción, consumo y generación de residuos son inherentemente incompatibles con el desarrollo a largo plazo. Las empresas pueden ahorrar costes, generar

nuevas fuentes de ingresos e impulsar su competitividad aplicando procesos circulares. La economía circular dispone del potencial para generar nuevas oportunidades en sectores como el reciclaje y el reacondicionamiento. [24].

8. INDICADORES DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Las políticas y normativas también pueden servir de motor para la economía circular. Los gobiernos pueden apoyar el uso de prácticas circulares a través de políticas como los objetivos de reducción de residuos, los incentivos a la eficiencia de los recursos y las leyes de diseño de productos y eliminación de residuos [25]. Además, la legislación mundial o continental, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y el Green Deal de la Unión Europea, exigen la adopción de sistemas económicos y sociales más sostenibles

El concepto de economía circular, que evolucionó como una política destinada a sostener la economía, limitando al mismo tiempo el impacto medioambiental, se considera una frase paraguas que engloba la reducción del uso de materiales y la producción de residuos [26]. Diferentes países, como China, Alemania y Japón, están intentando convertir esta estrategia política en programas concretos [27]. En el proceso de conversión del concepto de economía circular de la política a la práctica, deben identificarse tres componentes: a) cuál es el resultado "deseado" (es decir, las dimensiones primarias y los objetivos deseados), b) cómo podemos intervenir en los sistemas existentes para propiciar el cambio (estrategias y políticas), y, c) ¿Cómo podemos seguir y supervisar el progreso hacia ello con el objetivo de evaluar la efectividad de los métodos actuales y, si es necesario, implementar medidas correctionales o preventivas? [22]. Por otro lado, los indicadores de la economía circular todavía están en las primeras etapas del desarrollo. Como resultado, se necesitan urgentemente los procedimientos efectivos y específicos, y los indicadores para evaluar el rendimiento de las operaciones a distintas escalas de aplicación.

Cuando se evalúan los estudios realizados en todo el mundo para revelar los indicadores de la economía circular, es obvio que existe una estrecha relación entre los indicadores y las escalas de aplicación de la economía circular. Las actividades de la economía circular están relacionadas en uno de estos tres niveles [28]: el nivel macro, que se centra en regiones, ciudades, municipios o provincias; el nivel meso, que se centra en las redes eco-industriales en la que los residuos (materiales o energéticos) de una empresa se convierten en materia prima para otra; y el nivel micro, que se centra en la mejora del comportamiento medioambiental de una organización específica. A causa del amplio alcance de la escala micro, Saidani et al. (2017) introdujo un nuevo término centrado en el producto relacionado con la economía circular, el nivel nano. Según esta definición, el nivel nano es más sofisticado y se centra en la circularidad de los productos, componentes y materiales incluidos en tres niveles sistemáticos más amplios y utilizados en toda la cadena de valor y en su vida útil. (Figura 5) [29].

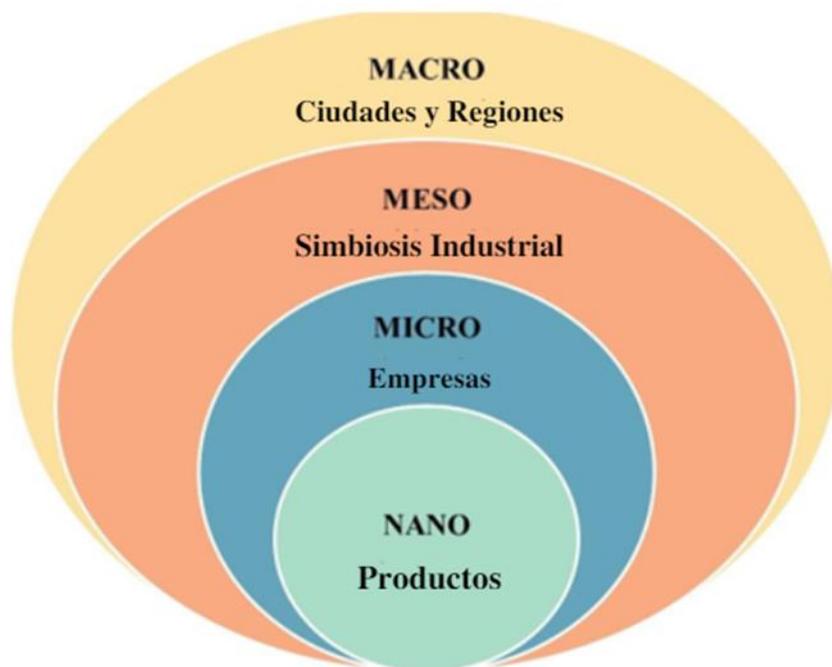


Figura 12. Escalas de aplicación sistemática de la economía circular [29].

Los indicadores de macro nivel pueden proporcionar información que puede utilizarse para tomar decisiones relacionadas con las iniciativas nacionales de gestión de residuos y conservación de recursos, así como con las políticas económicas, comerciales y medioambientales. Se centran en los intercambios de materiales entre el medio ambiente y la economía, en el comercio internacional y en la acumulación de materiales en las economías nacionales. Bajo este paradigma, el seguimiento a macro escala de la economía circular utiliza técnicas como el Análisis del Flujo de Materiales (AFM), el Análisis de la Energía Emergente y el Análisis Input-Output [30]. Los indicadores de macro nivel destacan las características de un país o región, principalmente en relación con los intercambios con el resto del mundo a través de los flujos comerciales.

Los indicadores de nivel meso proporcionan un seguimiento más diferenciado de la información y una evaluación más detallada de los flujos de materiales a través de la economía, distinguiendo no sólo categorías de materiales, sino también industrias o ramas de producción y categorías de consumo. Estos indicadores de nivel meso se centran en una industria, una actividad de consumo o un nivel de material específicos, ayudando así a detectar los residuos, las causas de la contaminación y la posibilidad de aumentar la eficiencia en sectores o ámbitos de consumo concretos. A pesar de que la escala meso parece centrarse en los conceptos de parques eco-industriales o de simbiosis industrial, estas estructuras siguen siendo limitadas a escala mundial. Por consiguiente, las ciudades, las regiones y las redes que las conectan, que suelen estudiarse a escala macro, también se relacionan significativamente con el uso de la escala meso. Los indicadores a escala meso representan el rendimiento económico, medioambiental o social de una región y la categoría de productos o industria. Por ejemplo, el indicador puede centrarse en categorías de materiales o emisiones concretas.

Los indicadores de nivel micro proporcionan datos precisos para procesos específicos de toma de decisiones corporativas o locales, así como para sustancias específicas o productos individuales. Los indicadores de nivel micro ayudan a los responsables políticos y a los responsables de la toma de decisiones en ámbitos como la política de productos, la eficiencia energética y la gestión integrada de residuos a aplicar políticas y tomar decisiones. Los indicadores microeconómicos, por ejemplo, representan el rendimiento económico, medioambiental o social de una ciudad, un producto o una empresa.

Los indicadores de nivel nano se centran en el nivel operativo y de producto, incluyendo componentes y materiales. Podrían servir de denominador común dentro de estos tres niveles y permitir no solo crear vínculos entre ellos, sino también examinar más de cerca el éxito de la aplicación de la economía circular.

Tabla 3. Categorización de los indicadores según los niveles nano, micro, meso y macro de la economía circular

ESCALA	APLICACIÓN	Ejemplos
Macro	Ciudades, Regiones, Naciones	Evaluación del desarrollo de la EC en las ciudades (EDECC) Índice de desarrollo regional de la EC (IDREC) Sistema nacional de indicadores de la EC (NCEIS)
Meso	Empresas, simbiosis industrial	Índice Circular Sostenible (ICS) Valor Económico Circular (VEC) Evaluación Circular (EC)
Micro	Productos, componentes, materiales	Prototipo de Indicador de Economía Circular (PIEC) Métrica de circularidad a nivel de producto (MCP) Indicador de circularidad de materiales (ICM)
Nano	Producto	Método de evaluación multicriterio de las estrategias de circularidad a nivel de producto (MEMC-ECP) Evaluación de la eficiencia de los recursos en los productos Prototipo de evaluación circular de edificios (ECE)

Lamentablemente, los indicadores individuales mencionados en el ámbito de las escalas de aplicación suelen ser insuficientes para evaluar la compleja naturaleza de la EC. Se están creando complementos, sistemas de indicadores, índices y herramientas computacionales centrados en diversos aspectos de la EC (Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5).

Tabla 4. Principales sistemas de indicadores de evaluación de la EC [30]

	Criterios	Subcriterios
Sistemas indicadores de la UE	Indicadores input	Input Directo de Material Directo (IDM) que representa los inputs totales de materiales; Input Total de Materiales (ITM) que contiene tanto la IDM como la extracción doméstica no utilizada; Necesidad Total de Materiales (NTM) que incluye los flujos indirectos de materiales además de la ITM.
	Indicadores de consumo	Consumo nacional de materiales (CNM), que mide la cantidad total de materiales utilizados directamente en el sistema económico; Consumo total de materiales (CTM), que incluye la necesidad total de materiales del consumo nacional; Adiciones netas a las existencias (ANE) y Balanza comercial física (SCF) son los principales indicadores de balance. (Pintér, 2006).
	Indicadores output	Output doméstico procesado (DPO) es el principal indicador output que mide todas las salidas de materiales usados.
Sistemas indicadores de Japón	Productividad de los recursos (PR)	Reutilización de materiales (relación entre el Producto Interior Bruto (PIB) e Input Directo de Material (IDM))
	Tasa de reciclado	La relación entre la "cantidad total de material reciclado y reutilizado" y la "cantidad total de IDM"
	Tasa de residuos	La relación entre la cantidad total de residuos para eliminación final y la cantidad total de IDM.
EIS2017	Indicadores globales	Productividad de los principales recursos; Tasa principal de reciclado de residuos
	Indicadores especiales	Productividad de la energía; Productividad de los recursos hídricos; Productividad de las tierras de construcción; Tasa de utilización global de la paja de los cultivos; Tasa de utilización global de los residuos sólidos industriales generales; Tasa de utilización repetida del agua de las empresas industriales de escala superior; Tasa de recuperación de los principales recursos renovables; Tasa de reciclaje de los residuos de cocina de la ciudad; Tasa de procesamiento de los recursos de residuos de la construcción urbana; Tasa de utilización de agua regenerada urbana; Valor de producción de la industria de reciclaje de recursos.

Tabla 5. Revisión de algunos de los marcos de evaluación de la economía circular disponibles [31]

Herramienta de evaluación de la EC	Descripción	Niveles cubiertos			Categoría de destino	Método
		Macro	Meso	Micro		
Circulytics® (Fundación Ellen MacArthur 2017)	Una organización puede utilizar esta herramienta para determinar el nivel de circularidad en toda su operación			✓	Empresas y organizaciones	Sin definir
Indicador de Circularidad de los Materiales (ICM) (Fundación Ellen MacArthur 2021)	Las empresas pueden beneficiarse de la CMI, identificando más valor de sus productos y materiales, así como mitigando el riesgo de la volatilidad de los precios de los materiales y su suministro.			✓	Empresas y productos	Indicador de Circularidad de los Materiales (ICM) + Evaluación del Ciclo de Vida (ECV)
Indicador de circularidad del material (ICM) (Rocchi et al., 2021)	Evalúa la circularidad de los ciclos biológicos mediante una versión modificada de la herramienta Indicador de Circularidad de los Materiales (ICM) desarrollada por La Fundación Ellen MacArthur y Granta Design			✓	Ciclos biológicos (Agricultura)	indicador de Circularidad de los Materiales (ICM) + Análisis del Ciclo de Vida (ACV)
BS: 8001:2017 (The British Standards Institution, 2017)	Su objetivo es resaltar los posibles medios para ahorrar costes, desbloquear nuevas fuentes de ingresos y hacer que las organizaciones sean más resistentes a las perturbaciones externas como resultado de la aplicación de los principios de la economía circular			✓	Productos	Selección de indicadores
De la cuna a la cuna (MBDC, 2021)	Un marco de evaluación centrado en la salud de los materiales, la economía circular, las energías renovables y la gestión del agua.			✓	Productos y materiales	Sin definir
Herramienta de gestión de residuos para la EC (Laso et al., 2016)	Un método de evaluación del comportamiento ambiental basado en la evaluación del ciclo de vida utilizado para evaluar el rendimiento de las alternativas de gestión de		✓	✓	Industria conservera de anchoas	Evaluación del Ciclo de Vida (ECV)

	residuos en la industria conservera de anchoas.					
Herramienta de decisión multicriterio para la recuperación de productos (HDMC-RP) (Alamerew and Brissaud, 2019)	Una herramienta de evaluación que utiliza el método de toma de decisiones para evaluar alternativas de circularidad de productos al final de su vida útil a niveles estratégicos			✓	Productos	Herramienta de decisión multicriterio para la recuperación de productos (HDMC-RP)
Reutilización de contenedores intermedios para graneles en la economía circular (Biganzoli et al., 2018)	Evalúa los impactos ambientales asociados al ciclo de vida de los contenedores intermedios para facilitar la transición a la economía circular (EC).			✓	Contenedores a granel	Análisis del ciclo de vida (ACV)
Economías circulares sostenibles: Un marco computacional para la evaluación y el diseño (Thakker y Bakshi, 2021)	Un marco computacional que implementa el diseño de rutas para la red de la cadena de valor mediante la búsqueda de la mejor ruta entre las alternativas en un ciclo de vida de la cuna a la cuna de los productos.			✓	Productos	Enfoque computacional de la evaluación del ciclo de vida (ECV) con enfoques basados en la optimización para la síntesis de procesos y la representación de redes
Marco de análisis de la ciudad circular (Ferreira and Fuso-Nerini, 2019)	Un sistema de indicadores de evaluación para captar los resultados de las ciudades en materia de economía circular		✓		Ciudades	Selección de indicadores e índice de la EC
Indicadores de economía circular como herramienta de apoyo a las políticas europeas de desarrollo regional	Presenta un estudio de caso para el seguimiento de los avances de la EC utilizando un conjunto de indicadores desarrollados.	✓			a escala mundial o nacional	Selección de indicadores

(Avdiushchenko
and Zajac, 2019)

9. ECONOMÍA CIRCULAR Y UNIÓN EUROPEA

El 11 de diciembre de 2019, la Comisión Europea presentó el Pacto Verde Europeo como respuesta a los retos que plantean el calentamiento global, la contaminación y la pérdida de biodiversidad. El Pacto Verde de la UE es un plan integral para hacer que la economía de la UE sea más sostenible, al mismo tiempo que mejora la calidad de vida de los ciudadanos de la UE. El Pacto Verde abarca una amplia gama de ámbitos, como el cambio climático, la energía, la biodiversidad, la agricultura y la economía circular. Se define como "una hoja de ruta para hacer sostenible la economía de la UE convirtiendo los retos climáticos y medioambientales en oportunidades en todos los ámbitos políticos y haciendo que la transición sea justa e inclusiva para todos" [32].

La ambición política del Pacto Verde de la UE es que la UE se convierta en el primer continente del mundo climáticamente neutro para 2050. El Pacto Verde de la UE establece una ambiciosa hoja de ruta que incluye acciones para promover un uso más eficiente de los recursos para hacer frente al cambio climático, una idea en la que la economía circular es fundamental. Así, la economía circular se considera un componente clave de los esfuerzos de la UE por hacer su economía más sostenible. La UE ha fijado objetivos ambiciosos para la economía circular y está desarrollando una serie de instrumentos políticos e iniciativas para apoyar la transición a un modelo de economía más circular. Estos esfuerzos se ven respaldados por la financiación y el apoyo a las empresas y organizaciones que trabajan para promover la economía circular. El Pacto Verde pretende promover la transición a una economía circular apoyando medidas como el diseño ecológico, la durabilidad de los productos, la posibilidad de repararlos y reciclarlos, y el uso de materias primas secundarias [25].

Como parte del Pacto Verde, la UE ha establecido una serie de objetivos concretos para la economía circular. Entre ellos se incluye aumentar la tasa de reciclaje de la UE hasta el 65 % en 2035, reducir la generación de residuos y fomentar el uso de productos y servicios respetuosos con el medio ambiente. Además, la UE pretende promover la economía circular a escala mundial colaborando con otros países y organizaciones internacionales [25]. Para alcanzar estos objetivos, la UE ha desarrollado una serie de herramientas e iniciativas políticas, incluido el Paquete de Economía Circular de 2018. El paquete contiene una serie de medidas dirigidas a fomentar la economía circular, como nuevos objetivos de reciclaje, requisitos de diseño ecológico y medidas de reducción de residuos [33]. La UE también proporciona fondos y ayuda a las empresas y organizaciones que promueven la economía circular. La iniciativa Horizonte 2020 de la UE, por ejemplo, financia proyectos de investigación e innovación en ámbitos como el diseño circular, la reducción de residuos y la eficiencia de los recursos [34].

Según Eurostat, la agencia estadística de la Unión Europea, el marco de seguimiento de la economía circular establecido por la Comisión Europea consta de diez indicadores divididos en las cuatro áreas temáticas siguientes, algunas de las cuales se subdividen a su vez en subindicadores (Figura 6) (Tabla). El control de la producción y consumo es esencial para

comprender los avances hacia la economía circular. El área de gestión de residuos se centra en impulsar el reciclaje, que es un componente clave de la transición hacia una economía circular, y en el porcentaje de residuos que se reciclan y realmente se devuelven al ciclo económico para seguir aportando valor.

El área de materias primas secundarias hace hincapié en la cantidad de materiales reciclados, que sustituyen a los recursos naturales y reducen el impacto medioambiental. El área de competitividad e innovación vigila dos aspectos. El primero son las nuevas oportunidades de empleo que se prevé que cree la economía circular, así como su contribución al crecimiento. El otro es el desarrollo de tecnologías innovadoras que permitan una reutilización más fácil de los diseños de productos y apoyen procesos industriales innovadores (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators>).

Marco de seguimiento de la economía circular

1 Autosuficiencia de la UE en materias primas

Proporción de la selección de materiales clave (incluidas las materias primas críticas) utilizados en la UE que se producen en la UE.

2 Contratación pública ecológica

Porcentaje de contratos públicos importantes en la UE que incluyen requisitos medioambientales.

3 a-c Generación de residuos

Generación de residuos municipales per cápita; generación total de residuos (excluidos los principales residuos minerales) por unidad de PIB y en relación con el consumo doméstico de materiales.

4 Residuos de alimentos.

Cantidad de residuos alimentarios generados.

7 a-b Contribución de los materiales reciclados a la demanda de materias primas

Cuota de materias primas secundarias en la demanda global de materiales, para materiales específicos y para el conjunto de la economía

8 Comercio de materias primas reciclables.

Importaciones y exportaciones de materias primas reciclables seleccionadas



5 a-b Tasas globales de reciclaje

Tasa de reciclado de residuos municipales y de todos los residuos excepto los grandes residuos minerales.

6 a-f Tasas de reciclado de flujos de residuos específicos. Tasa de reciclado de residuos de envases en general, envases de plástico, envases de madera, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, residuos biológicos reciclados per cápita y tasa de recuperación de residuos de construcción y demolición.

9 Inversiones privadas, puestos de trabajo y valor añadido bruto. Inversiones privadas, número de personas empleadas y valor añadido bruto en los sectores de la economía circular.

10 Patentes

Número de patentes relacionadas con la gestión de residuos y el reciclado

Figura 13. Marco de la economía circular de la UE.

Tabla 6. Indicadores para el seguimiento de la economía circular en la Unión Europea

Áreas temáticas	• Circularidad material
Producción y consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Autosuficiencia de materias primas para la producción en la UE; • Contratación pública ecológica (como indicador de aspectos de financiación); • Generación de residuos (como indicador de los aspectos de consumo); • Residuos alimentarios.
Gestión de residuos	<ul style="list-style-type: none"> • Índices de reciclaje (porcentaje de residuos que se reciclan); • Flujos de residuos específicos (residuos de envases, biorresiduos, residuos electrónicos, etc.).
Materias primas secundarias	<ul style="list-style-type: none"> • Contribución de los materiales reciclados a la demanda de materias primas; • Comercio de materias primas reciclables entre los Estados miembros de la UE y con el resto del mundo.
Competitividad e innovación	<ul style="list-style-type: none"> • Inversiones privadas, puestos de trabajo y valor añadido bruto; • Patentes relacionadas con el reciclado y las materias primas secundarias como indicador de la innovación.

REFERENCIAS

- [1] UN DESA 2022 Revision of World Population Prospects, https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf
- [2] The World Bank. 2022. Squaring the Circle: Policies from Europe's Circular Economy Transition © World Bank. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099425006222229520/pdf/P174596025fa8105a091c50fb22f0596fd1.pdf>
- [3] Oberle, B., Bringezu, S., Hatfield-Dodds, S., Hellweg, S., Schandl, H., & Clement, J. (2019). Global resources outlook: 2019. International Resource Panel, United Nations Envio, Paris, France. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/244276>
- [4] Bastein, A. G. T. M., Roelofs, E., Rietveld, E., & Hoogendoorn, A. (2013). Opportunities for a Circular Economy in the Netherlands (pp. 1-13). Delft: TNO. <https://www.tno.nl/media/8551/tno-circular-economy-for-ienm.pdf>
- [5] Geissdoerfer, M. and Savaget, P. and Bocken, N.M.P. and Hultink, E.J. (2017) 'The circular economy a new sustainability paradigm?', Journal of cleaner production., 143 . pp. 757-768. (<https://dro.dur.ac.uk/29108/1/29108.pdf>)
- [6] Corvellec, H., Stowell, A. F., & Johansson, N. (2022). Critiques of the circular economy. Journal of Industrial Ecology, 26(2), 421-432. (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jiec.13187>)
- [7] Grafström, J., & Aasma, S. (2021). Breaking circular economy barriers. Journal of Cleaner Production, 292, 126002. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621002225>
- [8] Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: the concept and its limitations. Ecological economics, 143, 37-46.

- [9] Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation and recycling*, 127, 221-232. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302835>
- [10] Ellen MacArthur Foundation. (2019). The butterfly diagram: visualising the circular economy. <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>
- [11] Purwanto, E., & Prasetyo, T. (2021). Changing the Paradigm of a Linear Economy into a Circular Economy in Residential Waste Management. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 945, No. 1, p. 012054). IOP Publishing.
- [12] <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- [13] <https://planetark.org/newsroom/news/three-core-principles-of-the-circular-economy>
- [14] Ellen MacArthur Foundation, 2019. Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change. <https://www.solway.com/sites/g/files/srpend221/files/2022-10/Completing%20the%20Picture%20-%20How%20the%20circular%20economy%20tackles%20climate%20change.pdf>
- [15] Ellen MacArthur Foundation, 2015. Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition, https://www.werktrends.nl/app/uploads/2015/06/Rapport_McKinsey-Towards_A_Circular_Economy.pdf
- [16] Ellen MacArthur Foundation, 2014. Towards the Circular Economy: Accelerating the Scale-Up Across Global Supply Chains, World Economic Forum, 2014.
- [17] Lacy, P., Keeble, J., McNamara, R., Rutqvist, J., Haglund, T., Cui, M., & Buddemeier, P. (2014). Circular Advantage: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth/Accenture.
- [18] International Labour Office. (2018). World employment and social outlook 2018: Greening with jobs. International Labour Organisation (ILO). <https://www.voced.edu.au/content/ngv:79683>
- [19] Ellen MacArthur Foundation, 2018. Circular Economy in Rural Areas: Opportunities and Challenges.
- [20] UNEP, 2019. Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People. Nairobi. DOI 10.1017/9781108627146.
- [21] World Health Organization. (2017). Preventing noncommunicable diseases (NCDs) by reducing environmental risk factors (No. WHO/FWC/EPE/17.01). World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/258796/WHO-FWC-EPE-17.01-eng.pdf>
- [22] Ekins, P., Domenech, T., Drummond, P., Bleischwitz, R., Hughes, N. and Lottii, L. (2019), "The Circular Economy: What, Why, How and Where", Background paper for an OECD/EC Workshop on 5 July 2019 within the workshop series "Managing environmental and energy transitions for regions and cities", Paris. <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/Ekins-2019-Circular-Economy-What-Why-How-Where.pdf>
- [23] Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A., & Hekkert, M. (2018). Barriers to the circular economy: Evidence from the European Union (EU). *Ecological economics*, 150, 264-272.
- [24] McKinsey Center for Business and Environment, 2015. Europe's circular-economy opportunity. <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Sustainability/Our%20Insights/Europes%20circular%20economy%20opportunity/Europes%20circulareconomy%20opportunity.ashx>
- [25] European Commission, 2020. A New Circular Economy Action Plan. ://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en
- [26] EASAC, 2016. Indicators for a circular economy, EASAC Policy Report 30. https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Circular_Economy/EASAC_Indicators_web_complete.pdf
- [27] Geng, Y., Sarkis, J., Ulgiati, S., & Zhang, P. (2013). Measuring China's circular economy. *Science*, 339(6127), 1526-1527.
- [28] Yuan, Z., Bi, J., & Moriguchi, Y. (2008). The circular economy: a new development strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*, 10(1-2), 4- 8. <https://doi.org/10.1162/108819806775545321>
- [29] Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., & Cluzel, F. (2017). How to assess product performance in the circular economy? Proposed requirements for the design of a circularity measurement framework. *Recycling*, 2(1), 6.
- [30] Wang, N., Lee, J. C. K., Zhang, J., Chen, H., & Li, H. (2018). Evaluation of Urban circular economy development: An empirical research of 40 cities in China. *Journal of Cleaner Production*, 180, 876-887.
- [31] Ahmed, A. A., Nazzal, M. A., Darras, B. M., & Deiab, I. M. (2022). A comprehensive multi-level circular economy assessment framework. *Sustainable Production and Consumption*, 32, 700-717.
- [32] European Commission, 2019. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_6691
- [33] European Commission, 2018. Circular Economy Package. https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/first_circular_economy_action_plan.html

- [34] European Commission, 2018. Horizon 2020 Work Programme 2018-2020. https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-intro_en.pdf
- [35] Eurostat, Circular Economy Monitoring Framework. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators/monitoring-framework>

CIUDADES INTELIGENTES Y EL CONCEPTO DE RESIDUO CERO

Ilija Vuchkov

EMKICE Consulting, MK

Özgür Aycil

Karesi Municipality, TR

1. INTRODUCCIÓN

Se prevé que la población urbana del mundo se duplique de aquí a 2050.⁵ En 2030, seis de cada diez personas vivirán en una ciudad y en 2050 esta cifra se elevará a siete de cada diez.⁶ En términos reales, el número de residentes urbanos está creciendo en casi 60 millones de personas cada año. A medida que el planeta se vuelve más urbano, las ciudades deben ser más inteligentes. La gran urbanización requiere formas nuevas e innovadoras de gestionar la complejidad de la vida urbana; exige nuevas formas de abordar los problemas de superpoblación, consumo de energía, gestión de recursos y protección del medio ambiente. En este contexto, las ciudades inteligentes surgen no sólo como un modus operandi innovador para la vida urbana del futuro, sino como una estrategia clave para abordar la pobreza y la desigualdad, el desempleo y la gestión de la energía.

A pesar de la actual ola de discusiones y debates sobre el valor, la función y el futuro de las SmartCities⁷, como concepto se resiste a una fácil definición. En su esencia, la idea de las ciudades inteligentes se basa en la creación y conexión del capital humano, el capital social y la infraestructura de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para generar un desarrollo económico mayor y más sostenible y una mejor calidad de vida. Las Ciudades Inteligentes se han definido además en seis ejes o dimensiones:

- Economía inteligente
- Movilidad inteligente
- Medio ambiente inteligente
- Gente inteligente
- Vida inteligente
- Gestión inteligente

La coordinación de las políticas en estas dimensiones refleja la retroalimentación positiva entre el desarrollo de la ciudad y la urbanización; las ciudades atraen a la gente mientras que la disponibilidad de población e infraestructuras facilita el desarrollo económico y social. Pero esta retroalimentación por sí sola y el crecimiento al que da lugar no son suficientes para producir los

beneficios esperados, como demuestran ampliamente los problemas asociados al crecimiento incontrolado de las megaciudades.

Los vínculos entre el desarrollo económico, social y medioambiental no son escalables a medida que las ciudades se expanden y son difíciles de predecir con precisión, por no hablar de controlar. Por ello, su beneficiosa evolución debe ser facilitada por una combinación de condiciones marco e infraestructuras de información y comunicación. De este modo se proporciona una plataforma en la que los gobiernos, las empresas y la ciudadanía pueden comunicarse y trabajar juntos, y seguir la evolución de la ciudad.

En el perfil global del desarrollo urbano, la ciudad inteligente está surgiendo como una base importante para la futura expansión de las ciudades. Los competidores mundiales de Europa entre las economías emergentes están llevando a cabo grandes programas de ciudades inteligentes. **La India tiene** previsto gastar 66 000 millones de euros en el desarrollo de siete ciudades inteligentes a lo largo del corredor industrial Delhi-Mumbai¹⁰, utilizando una combinación de asociaciones público-privadas (80%) e inversiones en infraestructuras troncales financiadas con fondos públicos (20%). **China** también está aplicando una estrategia de ciudades inteligentes como parte de sus esfuerzos por estimular el desarrollo económico y erradicar la pobreza. Dado que la pobreza en China es en gran medida un fenómeno rural, el programa pretende atraer a los trabajadores rurales a las Ciudades Inteligentes, que pueden servir como gigantescos centros de empleo urbano. En marzo de 2012, esta estrategia, basada en la transformación de las ciudades existentes, incluía al menos 54 proyectos de ciudades inteligentes por un total de 113.000 millones de euros. El gobierno de Corea **del Sur estableció** en 2010 un Plan de TI de Corea Inteligente, cuyo objetivo es interconectar y mejorar la infraestructura ubicua que se ha desarrollado a través de la estrategia u hasta 2030. El objetivo es conectar la infraestructura física, incluida la Internet de banda ancha y la tecnología RFID, con una serie de dispositivos, software, plataformas y tecnologías de red. Entre los ejemplos de aplicación están los portales de servicios personalizados para la ciudadanía y las empresas.

Mientras que más de la mitad de la población mundial vive en ciudades, en la UE28 esta proporción supera los dos tercios y va en aumento. La alta densidad de población de las ciudades aumenta la presión sobre la energía, el transporte, el agua, los edificios y los espacios públicos, por lo que es necesario encontrar soluciones "inteligentes", es decir, altamente eficientes y sostenibles, por un lado, y generadoras de prosperidad económica y bienestar social, por otro. La mejor manera de lograrlo es movilizándolo todos los recursos de una ciudad y coordinando a sus actores mediante el uso de nuevas tecnologías y políticas conjuntas con visión de futuro.

2. ¿QUÉ ES UNA CIUDAD INTELIGENTE?

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son un elemento clave para que las ciudades puedan afrontar estos retos de forma "inteligente". En este informe, una ciudad inteligente es aquella que cuenta con al menos una iniciativa que aborda una o varias de las seis características siguientes: Gestión inteligente, Personas inteligentes, Vida inteligente, Movilidad inteligente, Economía inteligente y Medio ambiente inteligente. Las TIC conectan y

refuerzan las redes de personas, empresas, infraestructuras, recursos, energía y espacios, además de proporcionar herramientas inteligentes de organización y gobernanza. Así, podemos definir una ciudad inteligente de la siguiente manera:

Def 1: Definición de trabajo de una Ciudad Inteligente "Una Ciudad Inteligente es una ciudad que intenta abordar los problemas públicos a través de soluciones basadas en las TIC sobre la base de una asociación municipal de múltiples partes interesadas".

Cartografía de las Ciudades Inteligentes en la UE-28 Examinando las ciudades de la UE28 con al menos 100.000 habitantes, 240 (51%) han aplicado o propuesto iniciativas de Ciudades Inteligentes. Aunque casi la mitad de las Ciudades Inteligentes europeas tienen entre 100.000 y 200.000 habitantes, esto supone sólo el 43% de esta categoría de tamaño, mientras que casi el 90% de las ciudades de más de 500.000 habitantes son Ciudades Inteligentes. Se trata claramente de un fenómeno de las grandes ciudades, que cuentan con un gran número de iniciativas de Smart City en comparación con las ciudades más pequeñas. Sin embargo, sólo en la mitad de las ciudades inteligentes europeas se están llevando a cabo iniciativas de este tipo, y el resto se encuentran en fase de planificación, por lo que todavía están relativamente inmaduras.

Hay ciudades inteligentes en todos los países de la UE-28, pero su distribución no es uniforme. Los países con mayor número son el Reino Unido, España e Italia, aunque los porcentajes más elevados se dan en Italia, Austria, Dinamarca, Noruega, Suecia, Estonia y Eslovenia. Las iniciativas de ciudades inteligentes se reparten entre las seis características, pero la mayoría se centran en el medio ambiente y la movilidad inteligentes. Desde el punto de vista geográfico, también hay una distribución bastante uniforme, aunque los proyectos de gobernanza inteligente se observan principalmente en los antiguos Estados miembros de Francia, España, Alemania, Reino Unido, Italia y Suecia. También cabe destacar que algunas características suelen aparecer combinadas, como Smart People y Smart Living.

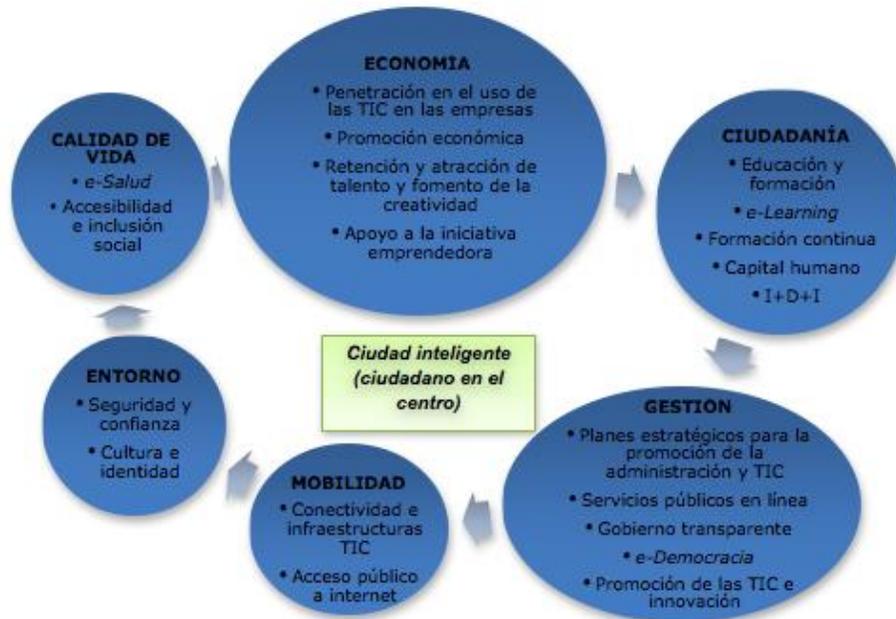


Figura 14. El marco del concepto de ciudad inteligente

Europa no se enfrenta a los problemas de la pobreza rural ni al desarrollo desbocado de las megaciudades a la misma escala que China o la India, pero la idea de las ciudades inteligentes es, sin embargo, muy pertinente. Será necesario aprovechar el poder de las ciudades inteligentes para competir eficazmente con las economías mundiales rivales. Además, la experiencia con el desarrollo de las ciudades inteligentes puede ayudar a Europa a gestionar el desarrollo de las megaciudades de forma que mejore su bienestar, reduzca el riesgo de exportación de problemas y les ayude a convertirse en mejores socios comerciales de Europa. Lo más importante es que Europa tiene su propia necesidad de pensar en las ciudades inteligentes. La apertura y la conectividad del mercado único europeo han permitido que sus ciudades se conviertan en centros de la economía creativa, la innovación tecnológica y social, la mejora del bienestar y el desarrollo sostenible. Lo hacen aprovechando los recursos (humanos o de otro tipo) de toda Europa y del mundo y devolviendo ideas, ingresos y otros beneficios. Este complejo ecosistema es robusto y resistente, pero se enfrenta a serios retos, como la desigualdad económica y social, el cambio medioambiental y la profunda transición demográfica. Otros cambios, como el aumento de la movilidad y el mayor acceso a la información, pueden tanto ayudar como dificultar este desarrollo. Estos cambios afectan directamente¹⁵ a la sostenibilidad¹⁶ y a las contribuciones paneuropeas de los entornos urbanos; pueden ser aprovechados¹⁷ por las iniciativas de Ciudades Inteligentes.

En vista de los retos asociados a la creciente urbanización europea, así como de la agenda más amplia para abordar la recuperación económica, la pobreza, el desempleo y los daños al medio ambiente, la estrategia Europa 2020 incorpora un compromiso¹⁹ para promover el desarrollo de ciudades inteligentes en toda Europa e invertir en la infraestructura de TIC y el desarrollo del capital humano y social necesarios. Las ciudades inteligentes pueden desempeñar

un papel en la consecución de los objetivos fijados en Europa 2020 mediante la adopción de soluciones escalables que aprovechen la tecnología de las TIC para aumentar la eficacia, reducir los costes y mejorar la calidad de vida.

El debate actual sobre la definición del "éxito" de las ciudades inteligentes requiere un análisis cuidadoso. Dado que la mayoría de los debates actuales sobre las ciudades inteligentes se enmarcan en los seis ejes mencionados anteriormente, el enfoque más sencillo sería equiparar el éxito con la actividad demostrada en toda la gama de estas dimensiones.



Figura 15. El marco del concepto de ciudad inteligente

Las Ciudades Inteligentes comprenden una cartera de iniciativas, con diferentes (aunque a menudo superpuestas) áreas focales, modalidades, participantes y grupos de interés. A diferencia de las Ciudades Inteligentes ideales, las Ciudades Inteligentes reales son más un proceso que un resultado. Muchas iniciativas se encuentran todavía en fase de diseño o de implementación temprana, y sus resultados e impactos finales no pueden ser evaluados de forma precisa o definitiva. El enfoque adoptado aquí va desde las iniciativas individuales hasta el nivel de la ciudad. Nos inspiramos en la práctica de la evaluación de impacto para seguir la trayectoria de desarrollo o la lógica de intervención de la trayectoria de la ciudad inteligente.

Al considerar el diseño y la aplicación de las iniciativas individuales, tenemos en cuenta una serie de cuestiones: ¿Son los objetivos pertinentes, apropiados y están en consonancia con los objetivos más amplios de desarrollo de la ciudad? ¿Aborda la iniciativa problemas importantes para la ciudad en cuestión? ¿Es probable que la combinación de financiación, participación, componentes y características produzca los resultados esperados?

En la medida de lo posible, consideramos también los impactos previstos. Tratamos de averiguar si han alcanzado (o están en vías de alcanzar) los objetivos de la iniciativa, de la ciudad y de Europa en su conjunto.

2.1. PROBLEMAS DE DEFINICIONES

Los ejemplos de Ciudades Inteligentes tienen muchas variantes, tamaños y tipos. Esto se debe a que la idea de la ciudad inteligente es relativamente nueva y está en evolución, y el concepto es muy amplio. Cada ciudad es única, con su propia trayectoria de desarrollo histórico, sus características actuales y su dinámica futura. Las ciudades que se autodenominan "inteligentes", o que son calificadas como tales por otros, varían enormemente. La evolución del concepto de ciudad inteligente está condicionada por una compleja combinación de tecnologías, factores sociales y económicos, acuerdos de gobernanza e impulsos políticos y empresariales. Por tanto, la aplicación del concepto de ciudad inteligente sigue caminos muy variados en función de las políticas, los objetivos, la financiación y el alcance específicos de cada ciudad.

Cualquier definición de trabajo útil de una ciudad inteligente debe incorporar estas circunstancias tan diversas y, al mismo tiempo, permitir una mejor comprensión de las buenas prácticas, el potencial de ampliación y el desarrollo de marcos políticos pertinentes. El concepto de ciudad inteligente también se solapa considerablemente con otros conceptos de ciudad relacionados, como:

- Ciudad inteligente
- Ciudad del Conocimiento
- Ciudad sostenible
- Ciudad de los talentos
- Ciudad conectada
- Ciudad digital
- Eco-ciudad

Sin embargo, el **concepto de Ciudad Inteligente se** ha convertido en el predominante entre estas variantes, especialmente a nivel de política urbana, tanto a nivel mundial como en Europa, por lo que aquí nos concentramos en las definiciones y características específicas de la Ciudad Inteligente.

2.2. DEFINICIONES DE CIUDADES INTELIGENTE

Muchas definiciones de la ciudad inteligente se centran casi exclusivamente en el papel fundamental de las TIC en la conexión de los servicios de toda la ciudad. Por ejemplo, se sugiere que una ciudad es inteligente cuando:

el uso de las TIC hace que los componentes y servicios de infraestructura críticos de una ciudad -que incluyen la administración municipal, la educación, la asistencia sanitaria, la seguridad pública, el sector inmobiliario, el transporte y los servicios públicos- sean más inteligentes, interconectados y eficientes "27. Asimismo, otro enfoque afirma: "Adoptamos la perspectiva particular de que las ciudades son sistemas de sistemas, y que hay oportunidades emergentes para introducir sistemas nerviosos digitales, capacidad de respuesta inteligente y optimización en cada nivel de integración del sistema".

Otras definiciones, aunque mantienen el importante papel de las TIC, ofrecen una perspectiva más amplia, como la siguiente definición de trabajo amplia:

una ciudad puede llamarse "inteligente" cuando las inversiones en capital humano y social y las infraestructuras de comunicación tradicionales y modernas impulsan un crecimiento económico sostenible y una alta calidad de vida, con una gestión inteligente de los recursos naturales, a través de una gobernanza participativa".

Estas definiciones tienden a equilibrar diferentes factores económicos y sociales con una dinámica de desarrollo urbano. También sirven para abrir la definición potencialmente para abarcar ciudades más pequeñas y menos desarrolladas que no necesariamente pueden invertir en la última tecnología. Este último punto también es subrayado por varias fuentes: Aunque las megaciudades [definidas como de más de 5 millones de habitantes] han acaparado gran parte de la atención pública, la mayor parte del nuevo crecimiento se producirá en pueblos y ciudades más pequeños, que tienen menos recursos para responder a la magnitud del cambio

3. CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD INTELIGENTE

Como hemos descrito, la abundancia de iniciativas en el dinámico entorno socioeconómico, técnico y político de la UE puede dar lugar a una gran variedad de características de las ciudades inteligentes. Éstas pueden asociarse a diferentes objetivos (generales, específicos y operativos, por ejemplo) y a diferentes modelos de funciones y relaciones de los actores, instrumentos políticos y métodos de aplicación. Cada una de estas cualidades puede, a su vez, ser mapeada contra diferentes ubicaciones, tamaños de ciudades, acuerdos de financiación y condiciones marco y resultados. Para captar el mayor número posible de estas circunstancias, proponemos un marco de características. Esto nos permitirá identificar los proyectos e iniciativas relevantes que, una vez aplicados, contribuyen a la formación de una ciudad inteligente. A continuación, utilizaremos estos proyectos e iniciativas identificados en este estudio para poblar una base de pruebas estructurada. De este modo, podremos analizar las posibles correlaciones entre las características, tratar de extraer inferencias causales y, sobre esta base, elaborar recomendaciones sobre buenas prácticas y estrategias. Tomando nuestra definición de trabajo

de una ciudad inteligente, complementada con las pruebas adicionales presentadas anteriormente, podemos resumir el concepto de ciudad inteligente como firmemente anclado en el poder de las TIC, que interconectan los sistemas y estimulan la innovación para facilitar una serie de objetivos políticos. Dada la necesidad de las ciudades de competir, estos objetivos políticos incluyen el crecimiento económico, que a su vez se sustenta en un capital humano bien desarrollado. También es necesario que el desarrollo económico sea sostenible en términos medioambientales. Esto podría implicar la creación de "redes inteligentes" basadas en las TIC para reducir los costes de transmisión de energía y mejorar la resistencia de las redes de servicios públicos mediante la adaptación dinámica de la demanda y la oferta. Estas redes tendrían la ventaja adicional de permitir la cogeneración local para satisfacer la demanda local de energía. También podrían proporcionar a los usuarios individuales de los servicios públicos información precisa y oportuna que les permitiera tener en cuenta los costes y el impacto medioambiental a la hora de elegir y utilizar los aparatos.

Otra clase de ejemplos la proporcionan los sistemas de movilidad de las ciudades que utilizan sensores, procesadores y controles de tráfico basados en las TIC para proporcionar arterias inteligentes y eficientes. Sin embargo, como hemos dejado claro, otros aspectos (sociales, de bienestar, culturales, de calidad de vida) son también fundamentales para un desarrollo equilibrado de las ciudades inteligentes. En cada uno de estos aspectos subyace la necesidad de nuevos modos de gobernanza holística ascendente y descendente, que también permitan y fomenten una amplia participación y compromiso de todas las partes interesadas en todos los aspectos de la vida de una ciudad. Basándonos en el trabajo del Proyecto Europeo de Ciudades Inteligentes, así como en otras muchas fuentes, proponemos seis características de las ciudades inteligentes:

- Gestión inteligente
- Economía inteligente
- Movilidad inteligente
- Medio ambiente inteligente
- Gente inteligente
- Vida inteligente

Estas mismas seis características son desplegadas por una serie de estudios para desarrollar indicadores y estrategias de desarrollo de ciudades inteligentes.

Este tipo de marco de caracterización está bien justificado y documentado, y ya es utilizado en la práctica por un número creciente de ciudades y responsables políticos. El marco pretende captar las dimensiones clave de las Ciudades Inteligentes europeas descritas anteriormente, al tiempo que mantiene la simplicidad mediante la especificación de un número relativamente pequeño de características que definen estas iniciativas y cubren la gama de proyectos existentes. Al definir una Ciudad Inteligente en el presente estudio, al menos una de las seis

características debe estar presente en un determinado proyecto o iniciativa de Ciudad Inteligente. Sin embargo, se trata de una línea de base y debemos tener en cuenta las definiciones y el resumen de Ciudades Inteligentes que se han expuesto anteriormente. Éstas apuntan al despliegue de estrategias multidimensionales, que consisten en muchos componentes y proyectos diseñados para ser sinérgicos y apoyarse mutuamente.

De hecho, cabe esperar que las estrategias de ciudades inteligentes más exitosas adopten un enfoque multidimensional para maximizar dicha sinergia y minimizar los efectos indirectos negativos, como podría ocurrir, por ejemplo, si se priorizara una estrategia de economía inteligente que fuera perjudicial para el medio ambiente. Por ello, es de esperar que en las ciudades inteligentes más exitosas se dé más de una característica.

Gestión inteligente: Por gestión inteligente entendemos una gobernanza conjunta dentro y fuera de la ciudad, incluyendo servicios e interacciones que vinculen y, en su caso, integren a las organizaciones públicas, privadas, civiles y de la Comunidad Europea para que la ciudad pueda funcionar de forma eficiente y eficaz como un solo organismo. La principal herramienta para lograrlo son las TIC (infraestructuras, hardware y software), habilitadas por procesos inteligentes e interoperabilidad y alimentadas por datos. También son importantes los vínculos internacionales, nacionales y con el interior del país (más allá de la ciudad), ya que una ciudad inteligente podría describirse como un centro global en red por excelencia. Esto implica asociaciones públicas, privadas y civiles, así como la colaboración de las diferentes partes interesadas en la consecución de objetivos inteligentes a nivel de la ciudad. Los objetivos inteligentes incluyen la transparencia y los datos abiertos mediante el uso de las TIC y la administración electrónica en la toma de decisiones participativa y la creación conjunta de servicios electrónicos, por ejemplo, aplicaciones. La gestión inteligente, como factor transversal, también puede orquestar e integrar algunas o todas las demás características inteligentes.

Economía inteligente: Por economía inteligente entendemos los negocios y el comercio electrónicos, el aumento de la productividad, la fabricación y la prestación de servicios con ayuda de las TIC, la innovación con ayuda de las TIC, así como los nuevos productos, los nuevos servicios y los modelos empresariales. También establece clusters y ecosistemas inteligentes (por ejemplo, negocios digitales y espíritu emprendedor). La economía inteligente también implica la interconexión local y global y la integración internacional con flujos físicos y virtuales de bienes, servicios y conocimientos.

Movilidad inteligente: nos referimos a los sistemas de transporte y logística integrados y apoyados por las TIC. Por ejemplo, los sistemas de transporte sostenibles, seguros e interconectados pueden englobar tranvías, autobuses, trenes, metros, coches, bicicletas y peatones en situaciones que utilizan uno o más modos de transporte. La movilidad inteligente da prioridad a las opciones limpias y a menudo no motorizadas. El público puede acceder a información relevante y en tiempo real para ahorrar tiempo y mejorar la eficiencia de los desplazamientos, ahorrar costes y reducir las emisiones de CO₂, así como para que los gestores de la red de transporte mejoren los servicios y proporcionen información a la ciudadanía. Los usuarios del sistema de movilidad

también podrían proporcionar sus propios datos en tiempo real o contribuir a la planificación a largo plazo.

Medio ambiente inteligente: Por entorno inteligente se entiende la energía inteligente, incluidas las energías renovables, las redes de energía habilitadas por las TIC, la medición, el control y la supervisión de la contaminación, la renovación de edificios y servicios, los edificios ecológicos, la planificación urbana ecológica, así como la eficiencia en el uso de los recursos, la reutilización y la sustitución de recursos que sirven para los objetivos anteriores. También son buenos ejemplos los servicios urbanos como el alumbrado público, la gestión de residuos, los sistemas de drenaje y los sistemas de recursos hídricos que se supervisan para evaluar el sistema, reducir la contaminación y mejorar la calidad del agua.

Personas inteligentes: nos referimos a las competencias electrónicas, al trabajo con las TIC, al acceso a la educación y la formación, a los recursos humanos y a la gestión de las capacidades, dentro de una sociedad inclusiva que mejora la creatividad y fomenta la innovación. Como característica, también puede permitir que las personas y las comunidades introduzcan, utilicen, manipulen y personalicen por sí mismas los datos, por ejemplo mediante herramientas de análisis de datos y cuadros de mando adecuados, para tomar decisiones y crear productos y servicios.

Vida inteligente: nos referimos a los estilos de vida, el comportamiento y el consumo facilitados por las TIC. La vida inteligente es también una vida saludable y segura en una ciudad culturalmente vibrante con diversas instalaciones culturales, y que incorpora viviendas y alojamientos de buena calidad. La vida inteligente también está vinculada a altos niveles de cohesión social y cápita social

LA RELACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS Y LOS COMPONENTES

Dado que las iniciativas de ciudades inteligentes van más allá del desarrollo y la aplicación de la tecnología -al atraer a los participantes y producir impactos-, debemos tener en cuenta los factores humanos o sociales, como la educación y el capital social, o los factores institucionales en torno al papel de las partes interesadas y los financiadores. Sólo así podremos llegar a una conceptualización viable de la relación entre componentes y características:

Factores tecnológicos	Factores humanos	Factores institucionales
Infraestructuras físicas	Infraestructuras humanas	Gobernanza
Tecnología inteligente	Capital social	Políticas
Tecnología móvil		Regulaciones y directivas
Tecnología virtual		
Redes digitales		

REFERENCIAS

- [1]. https://www.businessart.at/download/EEB-ZeroWasteEU_%20Waste-timeline.pdf
- [2]. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5d4f8cde-de25-11e7-a506-01aa75ed71a1>
- [3]. https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2020/07/zero_waste_europe_policy-briefing_achieving-the-eu%E2%80%99s-waste-targets.pdf
- [4]. <https://www.britishecologicalsociety.org/wp-content/uploads/2017/05/An-introduction-to-policymaking-in-the-UK.pdf>
- [5]. <https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-1>
- [6]. <https://www.eea.europa.eu/publications/92-9167-052-9-sum/page005.html>
- [7]. <https://www.eltis.org/in-brief/legislation-policies>
- [8]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015DC0614&from=EN>
- [9]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX:52019DC0640>
- [10]. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_6691
- [11]. <https://www.zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2017/07/Rethinkingeconomic-incentives2.pdf>
- [12]. <https://eitrawmaterials.eu/wp-content/uploads/2020/07/EIT-RawMaterials-project-POLICE-Final-report.pdf>
- [13]. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1183.pdf>
- [14]. <https://www.un.org/en/conferences/environment>
- [15]. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- [16]. https://ec.europa.eu/environment/topics/plastics/single-use-plastics_en
- [17]. InterregEurope, 2020. Sustainable waste management in a circular economy - A Policy Brief from the Policy Learning Platform on Environment and resource efficiency
- [18]. Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A. and Hekkert, M., 2018. Barriers to the Circular Economy: Evidence From the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150, pp.264-272.
- [19]. Nylén, E. J. A. and Salminen, J. M. (2019) 'How does the circular economy discourse affect policymaking? The case of streamlining waste utilisation in Finnish earthworks', *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier B.V., 149, pp. 532–540. doi: 10.1016/j.resconrec.2019.06.029.
- [20]. Rajendran, Karthik & Björk, H. & Taherzadeh, Mohammad. (2013). Borås, a Zero Waste City in Sweden. *Journal of Development Management*. 1. 3-8.
- [21]. Watkins, E. et al. (2012) Use of Economic Instruments and Waste Management Performances
- [22]. Watkins, E. et al. (2017) EPR in the EU Plastics Strategy and the Circular Economy: A focus on plastic packaging
- [23]. World Business Council for Sustainable Development (2020) Circular Economy Action Plan 2020 Summary for businesses: Implications and next steps.
- [24]. https://www.businessart.at/download/EEB-ZeroWasteEU_%20Waste-timeline.pdf, European Environmental Bureau and Zero Waste Europe: A timeline for the EU's transition to a circular economy.
- [25]. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5d4f8cde-de25-11e7-a506-01aa75ed71a1>, "The ABC of EU Law" (Borchardt, 2018)
- [26]. Whalen, K. A., Milios, L. and Nussholz, J. (2018) 'Bridging the gap: Barriers and potential for scaling reuse practices in the Swedish ICT sector', *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier, 135, pp. 123–131. doi: 10.1016/J.RESCONREC.2017.07.029
- [27]. https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2020/07/zero_waste_europe_policy-briefing_achieving-the-eu%E2%80%99s-waste-targets.pdf, Zero Waste Europe, 2020 "Achieving the EU's waste targets"
- [28]. <https://www.eltis.org/in-brief/legislation-policies>, Eltis, n.d. "EU legislation & policies"
- [29]. <https://www.eea.europa.eu/publications/92-9167-052-9-sum/page005.html>, EEA, 2016. "Case Study 2: Sweden"
- [30]. <https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-1>, EEA, 2019. "Trends and projections in Europe 2019"
- [31]. <https://www.britishecologicalsociety.org/wp-content/uploads/2017/05/An-introduction-to-policymaking-in-the-UK.pdf>, British Ecology Society, 2017 "Policy Guide"
- [32]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015DC0614&from=EN>, European Commission, 2015 "Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy"
- [33]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX:52019DC0640>, EUR-LEX, 2019 "The European Green Deal"

- [34]. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_6691, European Commission, 2019 "The European Green Deal sets out how to make Europe the first climate-neutral continent by 2050, boosting the economy, improving people's health and quality of life, caring for nature, and leaving no one behind"
- [35]. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/finance-and-green-deal/just-transition-mechanism_en, European Commission, n.d. "The Just Transition Mechanism: making sure no one is left behind"
- [36]. <https://www.euractiv.com/section/circular-economy/news/circular-economy-is-number-one-priority-of-european-green-deal/>, Simon, 2019 "Circular economy erected as 'number one priority' of European Green Deal"
- [37]. https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/first-circular-economy-action-plan_en, European Commission, n.d.1 "First circular economy action plan"
- [38]. https://www.researchgate.net/publication/256298319_Boras_a_Zero_Waste_City_in_Sweden, Rajendran, Karthik & Björk, H. & Taherzadeh, Mohammad. (2013). Borås, a Zero Waste City in Sweden. *Journal of Development Management*. 1. 3-8.
- [39]. https://docs.wbcsd.org/2020/11/WBCSD_Circular_Economy_Action_Plan_2020%E2%80%93Summary_for_business.pdf, World Business Council for Sustainable Development (2020) Circular Economy Action Plan 2020 Summary for businesses: Implications and next steps.
- [40]. Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A. and Hekkert, M., 2018. Barriers to the Circular Economy: Evidence From the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150, pp.264-272.
- [41]. <https://eitrawmaterials.eu/wp-content/uploads/2020/07/EIT-RawMaterials-project-POLICE-Final-report.pdf>, EIT Raw Materials, 2020. "Policy instruments and Incentives for Circular Economy. Name of the author/Responsible partner: Teuvo Uusitalo, Elina Huttunen-Saarivirta, Jyri Hanski, Maria Lima-Toivanen, Jouko Myllyoja, Pasi Valkokari.
- [42]. <https://www.zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2017/07/Rethinkingeconomic-incentives2.pdf>, Mitjans Sanz, V. et al. (2017) 'Rethinking economic incentives for separate collection'
- [43]. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1183.pdf>, Eurostat data, 2016b. Waste statistics, statistics explained
- [44]. <https://www.interregeurope.eu/policy-solutions/policy-briefs.html>, InterregEurope, 2020. Sustainable waste management in a circular economy - A Policy Brief from the Policy Learning Platform on. Environment and resource efficiency
- [45]. Watkins, E. et al. (2012) Use of Economic Instruments and Waste Management Performances
- [46]. Watkins, E. et al. (2017) EPR in the EU Plastics Strategy and the Circular Economy: A focus on plastic packaging
- [47]. Nylén, E. J. A. and Salminen, J. M. (2019) 'How does the circular economy discourse affect policymaking? The case of streamlining waste utilisation in Finnish earthworks', *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier B.V., 149, pp. 532–540. doi: 10.1016/j.resconrec.2019.06.029.
- [48]. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>, Unfccc.int. 2022. [online] Available at: <<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>> [Accessed 7 April 2022].
- [49]. <https://www.un.org/en/conferences/environment>, United Nations, 2022. Conferences | Environment and sustainable development | United Nations. [online] United Nations. Available at: <<https://www.un.org/en/conferences/environment>> [Accessed 7 April 2022].
- [50]. https://ec.europa.eu/environment/topics/plastics/single-use-plastics_en, European Commission, Environment. n.d. Single-use plastics. [online] Available at: <https://ec.europa.eu/environment/topics/plastics/single-use-plastics_en> [Accessed 7 April 2022].
- [51]. Source: Joyita Ghose, Shilpi Kapur (The Energy and Resources Institute (TERI), 2019

REDUCIR

Zuzana Palkova, Simon Srnka

Universidad de Agricultura de Eslovaquia en Nitra, SK

1. INTRODUCCIÓN

La economía circular es un modelo sostenible de producción y consumo. Utiliza, reutiliza, repara, renueva, comparte y, finalmente, recicla. Esto garantiza que se extraiga el máximo valor de los artículos con el mínimo impacto y el mínimo desperdicio.

Para la producción de alimentos, el modelo de regeneración que vemos en el mundo natural es el ideal. Se produce un residuo cero, porque se convierte en parte integrante de otro ciclo de vida.

Por ejemplo, los árboles frutales crecen y producen alimentos en la naturaleza. Los animales y otras formas de vida comen del árbol (y del suelo). A continuación, los frutos que no se comen se descomponen para fertilizar el propio suelo, apoyando un nuevo crecimiento. El mundo natural es cíclico, y la vida y la descomposición de la materia vegetal (y de toda la materia) es un sistema que se autoperpetúa.

En resumen, una economía circular imitaría esto. El principio básico podría aplicarse a diversas industrias específicas, como la de la moda, en la que cada prenda se diseña pensando en su uso futuro y su eventual reciclaje.

Una economía circular es lo contrario de lo que tenemos actualmente, que es una economía lineal. Producir artículos, usarlos y desecharlos. El modelo lineal tiene un impacto desproporcionado en el medio ambiente, exagera la escasez de recursos y agrava la desigualdad social y económica en todo el mundo. [1]



Fuente: <https://www.weforum.org/whitepapers/circular-economy-in-cities-evolving-the-model-for-a-sustainable-urban-future>

2. PONER FIN A LA ECONOMÍA LINEAL

En primer lugar, ayuda a entender cómo es nuestro modelo económico actual, que desgraciadamente es lo contrario de una economía circular. En la economía "lineal" tradicional, nuestros recursos tienen un ciclo de vida de tomar-fabricar-desechar: extraemos materias primas para fabricar productos, utilizamos los productos y los desecharmos como residuos después de su uso. Esto se debe a que los productos son difíciles de reciclar, debido al diseño del producto o a las dificultades para recoger el material, o simplemente porque la sociedad no se molesta en reciclarlos.

En este modelo actual de tomar-hacer-desechar, grandes cantidades de material se desperdician literalmente. Se trata de un sistema insostenible para las personas, el planeta y los beneficios, ya que nuestro medio ambiente y las economías de todo el mundo dependen de un planeta que sólo tiene recursos finitos. Por ejemplo, se calcula que más del 70% de los envases de plástico acaban en los vertederos o, lo que es peor, tirados en nuestras calles y océanos. Sin embargo, la mayor parte del plástico puede reciclarse varias veces, por lo que cuando se desecha, no sólo se pierde el material en sí, sino también su valor futuro.

En total, se han producido 8.300 millones de toneladas de plástico desde la década de 1950, pero sólo se ha reciclado el 9%. Los investigadores estiman que 6.300 millones de toneladas métricas de material se han desperdiciado. Si continuamos con esta trayectoria "como siempre", investigaciones recientes han estimado que 29 millones de toneladas métricas de plástico acabarán en el océano cada año. Y eso es sólo plástico; ni siquiera incluye el vidrio, el aluminio o los materiales utilizados en la construcción, como el acero y el cemento.

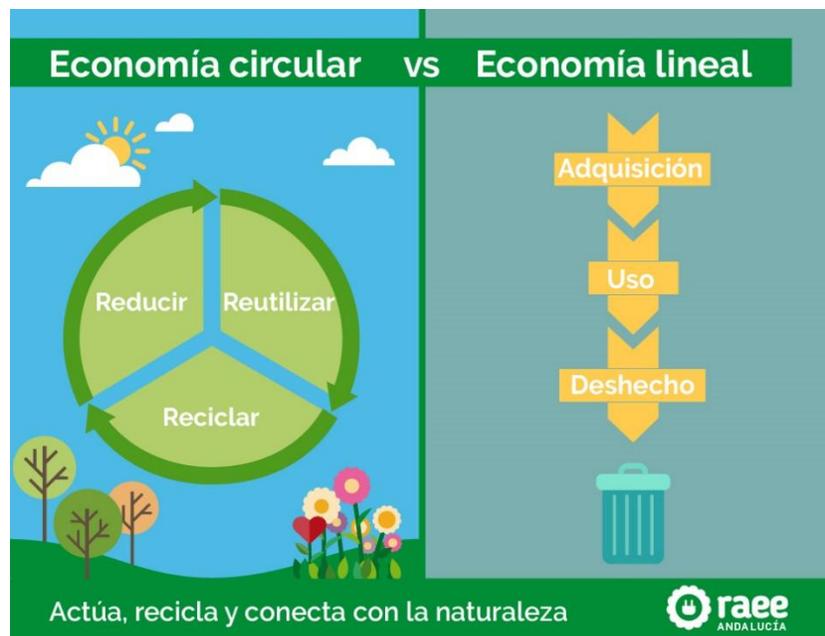


Figura 16. Diferencias entre los enfoques lineal y circular de la economía

Fuente: <https://www.raeeandalucia.es/actualidad/economia-circular-vs-economia-lineal>

La economía circular es un método de diseño de sistemas que ofrece un cambio muy necesario. Como se trata más bien de una mentalidad o una forma de establecer un sistema, y no de una tecnología o cosa específica, el concepto se utiliza a menudo en muchos contextos diferentes. La economía circular puede definirse como un sistema regenerativo, en el que redefinimos lo que es el crecimiento, asegurándonos de construir economías que tengan efectos positivos sobre el capital natural, social y económico. La economía circular se basa en tres principios:

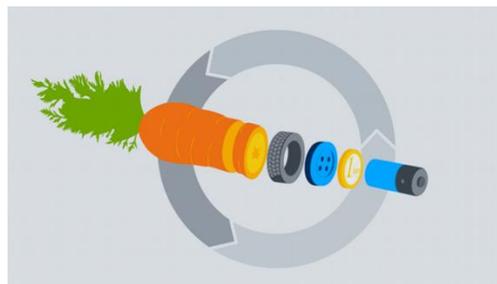
- Diseñar productos para evitar los residuos y la contaminación
- Mantener los productos y materiales en uso
- Regenerar los sistemas naturales

Una forma sencilla de entender el concepto es pensar en nuestras economías -nuestros sistemas de lo que compramos, comemos y vestimos- en la analogía de un árbol. Un árbol utiliza la luz del sol, los nutrientes y el agua del suelo, y el dióxido de carbono para crear hojas verdes y producir oxígeno. Cuando llega el otoño, estas hojas caen al suelo. Después del invierno, los nutrientes de las hojas son absorbidos de nuevo por el suelo, útiles para ese árbol, o incluso para el árbol de al lado. Y así continúa en ciclos interminables, donde todo tiene un propósito y nada se desperdicia. En pocas palabras, estos procesos naturales son los que la economía circular pretende emular.

Un elemento importante de la economía circular es la idea del "diseño para el reciclaje". El reciclaje puede referirse a varios procesos, pero lo principal es que los materiales y los productos tienen muchos ciclos de vida porque están diseñados de forma que mantienen el valor y la calidad. Si usted fuera un productor de botellas y estuviera a punto de fabricar una nueva

botella, se preguntaría: ¿cómo puedo hacer esta botella para que pueda reciclarse una vez vacía y tenga el mayor valor posible para el productor y los recicladores?

Un estudio reciente destaca la importancia del reciclado no sólo por motivos materiales, sino también por la reducción de las emisiones asociadas a la producción. Si nos fijamos en los materiales plásticos en particular, una tonelada métrica de materia prima plástica reciclada compensa por término medio las emisiones de gases de efecto invernadero equivalentes a 1,9 toneladas de CO₂. Además, los modelos de reutilización, el reciclaje y la verdadera economía circular de los materiales (a diferencia del vertido y la incineración) generan ingresos y empleos verdes. El reciclaje es uno de los medios clave para la economía circular, ya que garantiza que no se pierda material y reduce los costes medioambientales del consumo. [2]



Fuente: <https://www.dw.com/en/global-ideas-in-focus-circular-economy/a-59855315>

3. LAS 3R DE LA JERARQUÍA DE RESIDUOS

Básicamente, el concepto de las 3R (Reducir-Reutilizar-Reciclar) es una secuencia de pasos sobre cómo gestionar adecuadamente los residuos. La prioridad principal es la reducción, que consiste en disminuir la generación de residuos, luego la reutilización y después el reciclaje, para dar una segunda oportunidad al material de desecho antes de depositarlo en el vertedero.

Con el tiempo, el concepto de las 5R se introduce después del concepto de las 3R. En el concepto de las 5R se añaden dos etapas más del proceso de gestión de residuos: la primera es la Recuperación, que consiste en convertir los materiales que ya no pueden reciclarse en fuentes de energía o materiales ecológicos para evitar que vayan a parar al vertedero.

La última etapa es la Eliminación, que es la asignación de la basura que ya no puede ser reciclada o restaurada en el vertedero. El concepto del triángulo invertido 3R (Reducir-Reutilizar-Reciclar) ilustra la cantidad de volumen de residuos que debe manejarse en cada secuencia.

Esto significa, en esencia, que la mayor parte de la producción de residuos debe reducirse desde el principio. Sólo cuando ya no se puede evitar la producción de residuos, los artículos se reutilizan, uno de los métodos de reutilización es a través del proceso de upcycling o la fabricación de artesanías.

Cuando los materiales ya no se pueden volver a utilizar, se reciclan los residuos, que se funden, se trocean, para formar un nuevo producto que puede sufrir una disminución de la calidad.

La disminución de la calidad de los materiales reciclados, así como la energía y los recursos necesarios para reciclar los residuos, son dos de las varias razones por las que el reciclaje no es la primera prioridad de la gestión de los residuos de la manera adecuada. La prioridad principal es siempre reducir/prevenir la generación de residuos desde el principio (reducir).

El concepto del triángulo invertido 5R (Reducir-Reutilizar-Reciclar-Recuperar-Desechar) con los siguientes detalles:

- Reducir - reducir la generación de residuos desde el principio llevando tus propias bolsas de la compra, utilizando productos que puedan usarse repetidamente, etc.
- Reutilizar - reutilizar los materiales que pueden y son seguros de ser reutilizados, uno de ellos es haciendo artesanías o a través del proceso de upcycling
- Reciclar - reciclar los residuos fundiéndolos, troceándolos para volver a convertirlos en nuevos productos
- Recuperar - cuando no se puede reciclar, entonces se encuentra una manera de producir energía o un nuevo material mediante el procesamiento de los residuos no reciclables (residuos)
- Desechar - los subproductos del proceso de recuperación, generalmente en forma de cenizas u otros materiales de desecho, se llevan al vertedero para ser procesados y no dañar el medio ambiente[3].

4. DEFINICIÓN DE REDUCIR

El concepto de reducir lo que se produce y lo que se consume es esencial para la jerarquía de residuos. La lógica que subyace es sencilla de entender: si hay menos residuos, hay menos que reciclar o reutilizar.

"Reducir" significa utilizar menos recursos en primer lugar. Esta es la más eficaz de las tres R y el punto de partida. También es la más difícil, porque requiere abandonar algunas nociones muy americanas, como que cuanto más grande sea, mejor, que lo nuevo triunfa sobre lo viejo y que la comodidad está al lado de la divinidad. Pero no hace falta dejarlo todo o de golpe. "Reducir" es una palabra comparativa. Dice: reduce desde donde estás ahora.

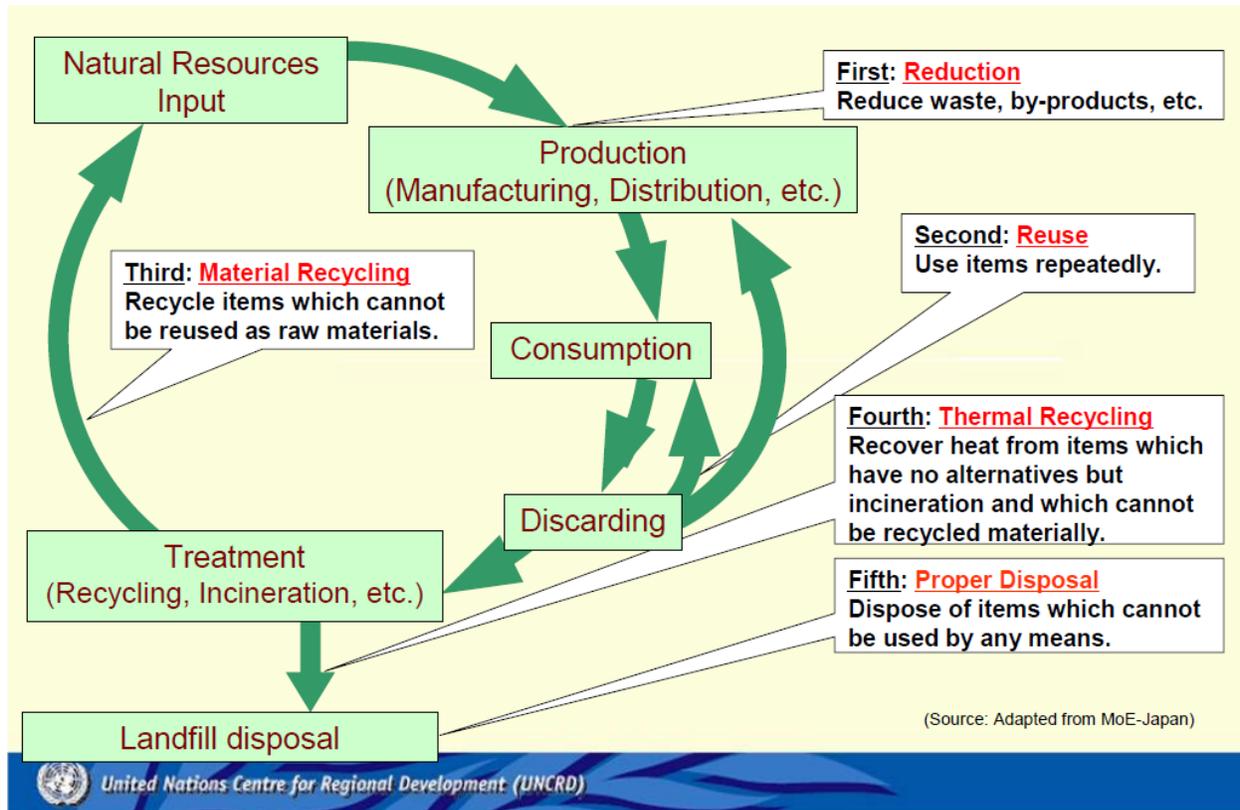


Figura 17. 3Rs Approach of Japan to Resource Efficiency and a Zero Waste Society

Fuente: https://sustainabledevelopment.un.org/content/dsd/csd/csd_pdfs/csd-19/learningcentre/presentations/May%209%20am/1%20-%20Learning_Centre_9May_ppt_Mohanty.pdf

Cuando compres, hazlo de forma diferente. Busca cosas que duren, que no sólo sean duraderas y estén bien hechas, sino que sean lo suficientemente útiles y bonitas como para complacerte durante mucho tiempo. El dinero extra que gastes en su adquisición se verá compensado por el dinero que no gastes en sustituirlas. No persigas las últimas modas. Son las que más rápido envejecen.

Con la electrónica, la extravagancia puede ser rentable. Un ordenador supercargado seguirá ejecutando el software que salga dentro de dos años, y un monitor grande se adaptará a las páginas web cada vez más amplias que las empresas construirán entonces. Del mismo modo, un teléfono móvil con teclado de texto completo (o el iPhone) le servirá para la era de los mensajes de texto que se avecina. Cuando hagas una compra, averigua cómo mantener el artículo en forma. A continuación, realice el mantenimiento correspondiente y repárelo cuando sea necesario. [4]



Figura 18. Jerarquía de gestión responsable de residuos

Fuente: https://www.sostenibilidad.com/medio-ambiente/economia-circular-gestion-residuos-plantas-waste-energy/?_adin=01874690616

4.1. EVALUAR EL VALOR DE REDUCCIÓN DE UN ELEMENTO O PROCESO

- Paso 1: ¿Hay algo más que pueda utilizarse para este fin?

Utilizar artículos de uso múltiple es esencial para empezar a reducir. Un ejemplo sería una cafetera y una máquina para hacer capuchinos. Ambas hacen cosas distintas, pero puedes comprar una cafetera que tenga un accesorio para cocinar al vapor para que pueda hacer ambas cosas.

La compra de un artículo significa que no se utilizan dos. Reduce la cantidad de producción y la cantidad de residuos de material de embalaje que se generará.

- Paso 2: ¿Hay algo que se pueda hacer?

Muchos de nuestros residuos proceden de artículos considerados "desechables". No en el sentido de que se usa algo una vez y luego se tira, eso puede ser en realidad una parte de la responsabilidad medioambiental cuando se trabaja con artículos médicos - desechable en este sentido significa si lo que el artículo permite hacer tiene algún significado o propósito real.

- Paso 3: ¿El objeto forma parte de algo que necesitas o quieres hacer en tu vida?

Hay un límite para lo que hay que estar preparado en la vida. Lo más probable es que no necesites un coche equipado para hacer frente a una tormenta de arena en el desierto.

Comprar uno fomenta la producción, desperdicia tus recursos y crea más residuos generativos de los que puedes imaginar. Asegúrate siempre de que lo que consumes, o lo que mantienes en tu vida como preparación, se ajusta a la realidad de la oportunidad potencial en tu vida. [5]

4.2. REDUCIR LAS ESTRATEGIAS PARA LOS MUNICIPIOS Y LAS EMPRESAS

- Reducir y conservar los materiales

Rechazar - Animar a los productores a proporcionar productos o envases que limiten los residuos o las emisiones.

Retornar - Establecer sistemas que obliguen a los productores a retirar los productos y envases que generen residuos o emisiones.

Reducir el uso de tóxicos - Eliminar el uso de productos químicos tóxicos; sustituirlos por alternativas menos tóxicas o no tóxicas.

Diseñar el despilfarro - Identificar por qué se desechan los materiales y rediseñar el sistema para que sea más eficiente y deje de desechar esos materiales.

Reducir el consumo y los envases - Utilizar menos; comprar menos y con menos envases; evitar los desechables; traer los propios.

- Fomentar el uso cíclico de los recursos y cambiar los incentivos para dejar de despilfarrar

- Cambiar los fondos gubernamentales o los incentivos financieros (a todos los niveles) para pasar de apoyar la recolección y el uso de recursos naturales vírgenes a apoyar la economía circular.

- El gobierno y las empresas deben implementar compras sostenibles que apoyen los objetivos sociales y medioambientales.

- Garantizar la existencia de incentivos para el uso cíclico de materiales y desincentivos para el despilfarro (políticas, fondos de investigación, normativas, etc.)

- Establecer sistemas para fomentar las economías locales (por ejemplo, uso del principio de proximidad, apoyo a la comercialización, políticas, incentivos, prácticas de compra sociales y medioambientales, intercambios de información, etc.)

- Los fabricantes diseñan sus productos para que sean sostenibles y puedan ser recuperados

- Diseñar para que sea duradero, reparable, reutilizable, desmontable, totalmente reciclable, a partir de materiales reutilizados, reciclados o renovables explotados de forma sostenible y diseñados para su fácil desmontaje.

- Etiquetar los productos para identificar quién los ha fabricado y de qué están hechos.
- Minimizar el volumen y la toxicidad de los materiales utilizados en la producción.
- Alquilar servicios y productos en lugar de limitarse a venderlos a los clientes.
- Recuperar los productos y los envases después de su uso y reutilizarlos o reciclarlos en la economía o la naturaleza. [6]

4.3. ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN PARA LOS HOGARES



Fuente: <https://www.wastesorted.wa.gov.au/blog/10-ways-to-reduce-waste-at-home>

- La mejor manera de gestionar los residuos es no producirlos. Esto puede hacerse comprando con cuidado y teniendo en cuenta algunas pautas:
 - Compra productos a granel. Los productos más grandes, de tamaño económico o concentrados, utilizan menos envases y suelen costar menos por onza.
 - Evita los productos excesivamente envasados, sobre todo los que llevan varios materiales, como papel de aluminio, papel y plástico. Son difíciles de reciclar, y además se paga más por el envase.
- Evita los productos desechables, como platos de papel, vasos, servilletas, maquinillas de afeitar y mecheros. Los productos de usar y tirar contribuyen al problema y cuestan más porque hay que sustituirlos una y otra vez.
- Compra productos duraderos, bien contruidos o con buena garantía. Durarán más, ahorrarán dinero a largo plazo y ahorrarán espacio en los vertederos.
- En el trabajo, haz copias a dos caras siempre que sea posible.
- Mantén archivos centrales en lugar de utilizar varios archivos para individuos.
- Utiliza el correo electrónico o el tablón de anuncios principal.
- Elimina tu nombre de las listas de correo de los materiales que ya no quieres recibir: escribe al Servicio de Correo Preferente
- Utiliza servilletas de tela en lugar de servilletas de papel.
- Utiliza un paño de cocina en lugar de toallas de papel. [7]

5. REDUCIR LOS MATERIALES DE DESECHO

La reducción de residuos, también conocida como reducción en origen, es la práctica de utilizar menos material y energía para minimizar la generación de residuos y preservar los recursos naturales. La reducción de residuos tiene un alcance más amplio que el reciclaje e incorpora formas de evitar que los materiales acaben como residuos antes de llegar a la fase de reciclaje.

La reducción de residuos incluye la reutilización de productos como los envases de plástico y vidrio, la compra de productos más duraderos y el uso de productos reutilizables, como trapos de cocina en lugar de toallas de papel. La donación de productos, desde equipos de oficina hasta gafas y ropa, reduce la cantidad de material fabricado en general. Comprar productos que sustituyan los materiales peligrosos por ingredientes biodegradables reduce la contaminación y los residuos. En general, la reducción de residuos ofrece varios beneficios medioambientales. Una mayor eficiencia en la producción y el uso de los productos implica un menor consumo de energía, lo que se traduce en una menor contaminación. Se conservan más recursos naturales. Se utilizan productos con menos materiales peligrosos. Por último, menos residuos sólidos acaban en los vertederos.

La reducción de residuos también supone un ahorro económico. Se utilizan menos materiales y menos energía cuando se aplican prácticas de reducción de residuos. En lugar de utilizar el enfoque tradicional "de la cuna a la tumba", se adopta un sistema "de la cuna a la cuna". En este sistema de la cuna a la cuna, también llamado ecología industrial, los productos no se utilizan durante un tiempo determinado. En lugar de desechar los materiales, o los componentes de un producto después de un solo uso, los productos pasan a otros usos. Esto se considera un flujo de materiales. Esto puede aplicarse dentro de una organización, o entre organizaciones que pueden considerarse no relacionadas, sobre una base de cooperación. [8]



Figura 19. Principios básicos de la reducción de residuos

Fuente: <https://www.southpasadenaca.gov/government/departments/public-works/environmental-programs/waste-reduction>

5.1. REDUCCIÓN DEL DESPERDICIO DE ALIMENTOS

Aproximadamente un tercio de todos los alimentos producidos para el consumo humano se pierde o se desperdicia. En las ciudades, los alimentos suelen constituir la mayor parte de los

residuos que acaban en los vertederos, donde se descomponen gradualmente y liberan metano, un potente gas de efecto invernadero.

Las emisiones de metano procedentes de los residuos orgánicos, como los alimentos y los residuos vegetales, pueden evitarse en gran medida. Las acciones para reducir estas emisiones - prevención de los residuos en la fuente, desviación de los residuos de los vertederos y establecimiento de la recogida selectiva, el tratamiento y la recuperación de energía- crean oportunidades sociales y económicas adicionales.

Al reducir la cantidad de alimentos desperdiciados en las ciudades, los gobiernos pueden hacer frente a los problemas de vertido, luchar contra la inseguridad alimentaria y mitigar el cambio climático. Para aprovechar estas oportunidades, la Iniciativa de Residuos Sólidos Municipales de la Coalición Clima y Aire Limpio apoya a ciudades de todo el mundo en la gestión de alimentos y otros residuos orgánicos.

La mayoría de las personas no se dan cuenta de la cantidad de alimentos que tiran cada día, desde las sobras no consumidas hasta los productos estropeados. La EPA estima que en 2018, alrededor del 68% de los alimentos desperdiciados que generamos -o unos 42,8 millones de toneladas- terminaron en vertederos o instalaciones de combustión. Si gestionamos los alimentos de forma sostenible y reducimos los desperdicios, podemos ayudar a las empresas y a los consumidores a ahorrar dinero, a tender un puente en nuestras comunidades a quienes no tienen suficiente para comer y a conservar los recursos para las generaciones futuras.



Fuente: <https://losspreventionmedia.com/collaboration-food-waste-reduction/>

Formas de reducir el desperdicio de alimentos

Planificar, preparar y almacenar los alimentos puede ayudar a que su hogar desperdicie menos comida. A continuación te damos algunos consejos para ayudarte a conseguirlo:

- Consejos de planificación

Con sólo hacer una lista pensando en las comidas semanales, puedes ahorrar dinero y tiempo y comer más sano. Si no compras más de lo que esperas usar, será más probable que lo mantengas fresco y lo uses todo.

- Mantén una lista actualizada de las comidas y sus ingredientes que ya disfrutas en tu casa. De este modo, podrá elegir, comprar y preparar fácilmente las comidas.
- Haz la lista de la compra en función del número de comidas que vayas a hacer en casa. ¿Comerás fuera esta semana? ¿Con qué frecuencia?
- Planifica las comidas de la semana antes de hacer la compra y compra sólo lo necesario para esas comidas.
- Incluye las cantidades en tu lista de la compra indicando cuántas comidas harás con cada artículo para evitar comprar de más. Por ejemplo: ensalada de verduras, suficiente para dos comidas.
- Mira primero en la nevera y en los armarios para evitar comprar alimentos que ya tienes, haz una lista cada semana de lo que hay que utilizar y planifica las próximas comidas en torno a ello.
- Compra sólo lo que necesites y vayas a utilizar. Comprar a granel sólo ahorra dinero si puedes utilizar los alimentos antes de que se estropeen.

- Consejos de almacenamiento

Es fácil comprar en exceso u olvidarse de las frutas y verduras frescas. Almacena la fruta y la verdura para que tengan la máxima frescura; sabrán mejor y durarán más, lo que te ayudará a comer más.

- Descubre cómo conservar las frutas y verduras para que se mantengan frescas durante más tiempo dentro o fuera de tu frigorífico.
- Congela, conserva o enlata los excedentes de frutas y verduras, especialmente los productos abundantes de temporada.
- Muchas frutas desprenden gases naturales al madurar, lo que hace que otros productos cercanos se estropeen más rápido. Almacena los plátanos, las manzanas y los tomates por separado, y guarda las frutas y las verduras en distintos recipientes.
- Espera a lavar las bayas hasta que quieras comerlas para evitar el moho.
- Si le gusta comer la fruta a temperatura ambiente, pero debe guardarla en el frigorífico para que esté lo más fresca posible, saque por la mañana del frigorífico lo que vaya a comer durante el día.

- Consejos de preparación

Prepara los alimentos perecederos poco después de hacer la compra. Será más fácil preparar comidas o tentempiés más adelante en la semana, ahorrando tiempo, esfuerzo y dinero.

- Cuando vuelvas a casa de la tienda, tómate el tiempo necesario para lavar, secar, picar, cortar en dados y en rodajas tus alimentos frescos y colócalos en recipientes de almacenamiento transparentes para poder picar y cocinar fácilmente.
- Hazte amigo de tu congelador y visítalo a menudo. Por ejemplo,
- Congela los alimentos como el pan, la fruta en rodajas o la carne que sabes que no vas a poder comer a tiempo.
- Reduzca su tiempo en la cocina preparando y congelando las comidas con antelación.
- Prepara y cocina los alimentos perecederos y luego congélos para utilizarlos a lo largo del mes.
- Por ejemplo, hornea y congela pechugas de pollo o fríe y congela carne para tacos.

-Consejos para ahorrar

Ten en cuenta los ingredientes viejos y las sobras que necesitas utilizar. Desperdiciarás menos y puede que encuentres un nuevo plato favorito.

- Compra primero en tu frigorífico. Cocina o come lo que ya tienes en casa antes de comprar más.
- ¿Tienes productos que ya no están en su mejor momento? Puede que aún estén bien para cocinar. Piensa en sopas, guisos, salteados, salsas, productos horneados, tortitas o batidos.
- Si es seguro y saludable, utiliza las partes comestibles de los alimentos que normalmente no comes. Por ejemplo, el pan duro puede usarse para hacer picatostes, las puntas de las remolachas pueden saltearse para obtener una deliciosa guarnición y los restos de verduras pueden convertirse en caldo.
- Aprende la diferencia entre las fechas de "caducidad", "de consumo" y "de consumo preferente".
- ¿Es probable que tengas restos de alguna de tus comidas? Planifica una noche de "comer las sobras" cada semana.
- Los guisos, los salteados, las frittatas, las sopas y los batidos también son formas estupendas de utilizar las sobras. Busca sitios web que ofrezcan sugerencias para utilizar los ingredientes sobrantes.
- En los restaurantes, pide sólo lo que puedas terminar preguntando por el tamaño de las raciones y ten en cuenta los acompañamientos incluidos en los platos principales. Llévate a casa las sobras y guárdalas para tu próxima comida.
- En los buffets de "todo lo que puedas comer", coge sólo lo que puedas comer. [9]

5.2. REDUCCIÓN DE LOS RESIDUOS DE PLÁSTICO

Todos sabemos que el plástico es un problema. A pesar de que tiene muchas cualidades positivas -barato, fácil de fabricar, flexible y accesible-, cada vez está más claro que los residuos de plástico están fuera de control y causan un enorme daño al medio ambiente. Por ejemplo, cada año se vierten 12 millones de toneladas de plástico en el océano, y recientemente los científicos han descubierto microplásticos incrustados en las profundidades del hielo ártico. ¿Pero cuál es la solución?



Figura 20. Formas sencillas de reducir los residuos

Fuente: <https://www.pinterest.com.mx/pin/330029478917438556/>

¿Cómo podemos reducir nuestros residuos de plástico?

Ahora pasemos a la parte más importante: ¿cómo podemos marcar la diferencia? Por suerte, hay varios cambios que se pueden implementar como individuo y que pueden tener un impacto positivo. Sin embargo, cabe mencionar que las acciones individuales no son suficientes por sí solas.

La legislación y la política son fundamentales para hacer frente a la contaminación global por plásticos. Puede tratarse de cualquier cosa, desde leyes sobre el vertido de basura hasta legislación sobre el traslado y la gestión de residuos.

Evitar los plásticos de un solo uso

Los artículos de plástico de un solo uso son uno de los mayores culpables de la contaminación por plásticos. Puede que le resulte más difícil de lo que cree mantenerse alejado de ellos, pero darse cuenta de su prevalencia en la vida cotidiana es un buen primer paso.

Algunos ejemplos comunes que contienen plástico de un solo uso son las verduras envueltas en plástico en los supermercados, las toallitas húmedas, los bastoncillos de algodón, los cubiertos de plástico, los vasos de café, las pajitas, los productos sanitarios y los cigarrillos. Por suerte, hay muchas alternativas si las buscas.

Utilizar envases alternativos

Si tiene un pequeño negocio, puede marcar la diferencia si busca opciones de embalaje alternativas. Tanto si tienes una cafetería como un pequeño negocio en Etsy, podrías probar con opciones de envasado más sostenibles, como el papel y el cartón.

A veces, necesitamos envases que al menos emulen el plástico para proteger los productos, sobre todo cuando se trata de alimentos. Los bioplásticos son plásticos fabricados con materiales renovables de base biológica, como la celulosa, y tienen el potencial de biodegradarse más rápidamente que los plásticos normales.

Hacer un seguimiento de la basura

Echar un vistazo a tu basura y hacer un seguimiento de lo que tiras con frecuencia. A menudo, tiramos las cosas sin pensarlo dos veces, por lo que es una forma estupenda de entender exactamente la cantidad de residuos que generamos. Una auditoría de la basura también nos permite encontrar sustitutos para los artículos que desechamos con más frecuencia.

Por ejemplo, si encuentras muchas tazas de café en la basura, sabes que es hora de comprar una taza reutilizable. Por otra parte, si tienes muchos paquetes de patatas fritas, considera la posibilidad de comprar un paquete más grande la próxima vez y de encontrar un envase que sea reciclable.

Encontrar opciones reutilizables

Ya hemos hablado de ello en nuestros puntos anteriores sobre los plásticos de un solo uso, pero encontrar alternativas reutilizables es la mejor manera de asegurarse de dejar de usar tantos artículos de plástico de un solo uso. No hace falta que sean alternativas de bambú, sino que basta con meter en el bolso cubiertos de metal normales o llevar al trabajo una vieja botella de agua de plástico. [10]

5.3. REDUCCIÓN DE LOS RESIDUOS DE PAPEL

Los residuos de papel contribuyen en gran medida al total de residuos en los vertederos, siendo aproximadamente el 26% de los mismos. Cada día se talan más de dos millones de árboles para

el consumo mundial de papel. Esto significa que cada año se talan 4.000 millones de árboles sólo para satisfacer nuestras necesidades de papel. ¿Sabías que evitar la creación de una sola tonelada de papel típico de oficina puede salvar aproximadamente 24 árboles maduros? El uso del papel es uno de los principales factores que contribuyen al cambio climático y a la degradación del medio ambiente en la actualidad; y a medida que el papel se convierte en un producto cada vez más barato, su uso rápido no hace más que aumentar.

Así que, teniendo esto en cuenta, he aquí una serie de formas de reducir el consumo de papel en todos los ámbitos de tu vida: en casa, en la escuela, en la oficina y en los desplazamientos.

Reducir el uso de papel en casa

No utilices servilletas de papel. Utiliza en su lugar toallas reutilizables y lavables.

- Guarda los documentos importantes en la nube.
- Recicla como si fueras a hacerlo.
- Guarda los trozos de papel de estraza para el compost.
- Rechaza el correo basura.
- No utilices una cafetera que requiera filtros de papel. Prueba con una cafetera francesa.



Fuente: <https://www.forafinancial.com/blog/small-business/reduce-paper-waste-at-business/>

Reducir el uso de papel en la escuela

- Utiliza una fiambrrera o una bolsa reutilizable, en lugar de la tradicional bolsa de papel marrón.
- Empaqueta los sándwiches en recipientes reutilizables, no en papel o plástico.
- Anima a los niños a coger sólo lo que necesiten para evitar que lo tiren.
- Guarda los restos de papel para proyectos de manualidades en casa.
- Crea un centro de reutilización de papel donde los niños puedan poner el papel que sólo se ha usado por una cara. Reutilízalo para hacer cálculos o borradores.
- Permite y anima a los niños a que envíen sus tareas por correo electrónico.
- Utiliza un proyector o una pizarra para reducir la cantidad de información fotocopiada que se comparte en clase.
- Compre materiales duraderos para el aula que incluyan contenido reciclado o que puedan reciclarse posteriormente.

Reducir el uso de papel en la oficina

- Pasa a lo digital. Utiliza el correo electrónico para intercambiar documentos y notas en lugar de imprimirlos o enviarlos por fax.
- Ajusta el formato de los documentos para que quepa más texto en una sola hoja.
- Cuando compartas informes, imprime dos páginas en una hoja estándar e imprime por las dos caras del papel.

- No te preocupes por almacenar archivos en papel. Utiliza en cambio el almacenamiento electrónico de datos.
- Elimina las duplicaciones en las listas de correo en papel o sal de las listas de correo no deseado.
- Utiliza productos de papel reciclado y sin cloro. Y pruebe con tintas de soja u otras tintas de origen agrícola para la impresión.
- Dirige los mensajes y las publicaciones. En lugar de distribuir mensajes impresos individuales para todo el personal, haz una copia y adjunta una hoja de ruta.
- Recicla todo el papel y los productos de papel usados, incluidos los envases y cajas de cartón.

Reducir el uso de papel sobre la marcha

- Renuncia a las servilletas de papel en restaurantes y cafeterías.
- No cojas un periódico, sino ojea en Internet.
- Lleva tu propia taza de viaje reutilizable a las cafeterías.
- Utiliza una aplicación digital en lugar de una agenda de papel para programar tus actividades.
- Lee en un Kindle. [11]

6. MODELOS EMPRESARIALES DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA REDUCIR LA OFERTA DE OPORTUNIDADES

Para contribuir a la economía circular, las empresas pueden considerar la integración de los siguientes objetivos circulares en sus modelos de negocio

- reducir el uso de recursos de apoyo -agua, energía, etc. - y la generación de residuos durante la producción de materias primas, aumentando la eficiencia de los procesos;
- aumentar la producción de materiales reciclados a partir de residuos e integrar el reciclaje de materiales en la producción de nuevos materiales, cerrando los bucles de materiales
- reducir el volumen de producción de materiales mediante el cambio a servicios relacionados con los materiales que dependen menos de la maximización de la producción y las ventas basadas en el peso y el volumen.



Figura 21. Acciones clave de innovación y capacitación para estimular los modelos empresariales circulares con el fin de cumplir los objetivos circulares en la fase de materiales

Fuente: Eionet report - Business Models in a Circular Economy published by Jeroen Gillabel (VITO), Saskia Manshoven (VITO), Francesca Grossi (CSCP)

La primera vía para aumentar la circularidad es reducir el uso de recursos de apoyo - energía, agua, tierra, productos químicos, etc. - y reducir la producción de residuos. En este caso, el modelo empresarial existente se optimiza aún más al reducir los costes de producción y los de gestión de residuos. Esta vía no requiere un cambio fundamental del modelo de negocio existente, ya que las estrategias para crear, proponer y capturar valor siguen siendo las mismas. Sin embargo, suele requerir innovación técnica para aumentar la eficiencia del proceso de producción. Es necesario diseñar y aplicar modificaciones en el proceso para, por ejemplo,

recircular el agua del proceso, recuperar el calor del proceso, regenerar los productos químicos o permitir el reciclaje directo de los residuos de producción en el proceso de producción.

En muchos casos, un proceso de producción más eficiente tiene sentido desde el punto de vista económico y, aunque pueden surgir obstáculos prácticos, las empresas de todos los sectores pueden aplicar fácilmente esta estrategia. No obstante, las medidas políticas pueden ofrecer más incentivos para integrar este objetivo circular en los modelos empresariales actuales. El apoyo a proyectos de investigación y desarrollo sobre procesos de producción eficientes en el uso de los recursos puede fomentar el desarrollo técnico. Las ayudas a la inversión para la adopción de las mejores tecnologías disponibles pueden superar las barreras financieras. La introducción de tasas o prohibiciones sobre la eliminación de los residuos de producción estimula a las empresas a abordar sus problemas de residuos, además de contribuir a una menor utilización de la tierra y a la contaminación del suelo relacionada con la extracción de materias primas. Los impuestos sobre el uso de recursos primarios pueden animar a los desarrolladores de productos a cambiar al uso de materiales reciclados. Además, una parte importante del éxito de la adopción de esta vía es la concienciación y la educación de las empresas sobre los beneficios empresariales y sociales de la reducción del uso de recursos y de los residuos. [12]

REFERENCIAS/ENLACES A RECURSOS EN LÍNEA E IMÁGENES ESPECÍFICAS

- [1] <https://www.livekindly.co/what-is-a-circular-economy/>
- [2] <https://newsroom.tomra.com/what-is-the-circular-economy/>
- [3] <https://waste4change.com/blog/waste4change-supports-3r-reduce-reuse-recycle-green-concept/>
- [4] <https://www.thebalancesmb.com/the-3-r-s-reduce-reuse-and-recycle-3157809>
- [5] <https://www.conserve-energy-future.com/reduce-reuse-recycle.php>
- [6] <https://zerowasteurope.eu/2013/04/zero-waste-hierarchy/>
- [7] <https://www.sustainablesanantonio.com/practices-technology/reduce-reuse-recycle/>
- [8] <https://www.encyclopedia.com/earth-and-environment/ecology-and-environmentalism/environmental-studies/waste-reduction>
- [9] <https://www.epa.gov/recycle/reducing-wasted-food-home>
- [10] <https://www.futurelearn.com/info/blog/how-to-reduce-plastic-waste>
- [11] <https://zerowastememoirs.com/baby-step-15-paper-waste/>
- [12] Eionet report - Business Models in a Circular Economy published by Jeroen Gillabel (VITO), Saskia Manshoven (VITO), Francesca Grossi (CSCP)
- [13] Case studies on Circular Economy models and integration of Sustainable Development Goals in business strategies in the EU and LAC" published by Yanina Kowszyk and Rajiv Maher in 2018

REUTILIZAR

Dr. Fatmagül Tolun, Prof. Dr. Ergün Demir

Universidad de Balkesi, TR

1. INTRODUCCIÓN

El modelo económico lineal, denominado "tomar, hacer y desechar", ha alcanzado un nivel de crecimiento sin precedentes, pero también ha supuesto graves riesgos de suministro de emisiones y presiones de generación de residuos para la antropósfera [1]. La nueva tendencia, la economía circular (EC), ocupa un lugar destacado en la agenda política, especialmente en Europa. Se espera que esta nueva tendencia cree nuevos puestos de trabajo y oportunidades laborales, ahorre en costes de materiales y, al mismo tiempo, apoye el crecimiento económico al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y las presiones e impactos medioambientales. Se calcula que los diseños ecológicos, la prevención de residuos y la reutilización pueden suponer un ahorro neto de hasta 600.000 millones de euros para las empresas de la UE. Se calcula que esto aumentará la eficiencia de los recursos en un 30% para 2030 y también creará 2 millones de puestos de trabajo adicionales [2]. Mientras que la generación de residuos de todas las actividades económicas en la UE es de 2.500 millones de toneladas al año, o 5 toneladas per cápita, cada ciudadano genera aproximadamente media tonelada de residuos municipales al año [3].

El Nuevo Plan de **Acción para la Economía Circular** es uno de los principales componentes del **Pacto Verde Europeo**, que establece una ambiciosa hoja de ruta hacia una economía circular neutra para el clima. El Nuevo Plan hará que la circularidad se convierta en algo habitual en nuestras vidas y acelerará la transición verde de nuestra economía [4]. El residuo cero nos hace entrar en el siglo XXI al desplazar el foco de atención de la gestión de los residuos hacia la gestión adecuada de los preciosos recursos de la Tierra. La lección más importante que debemos aprender de la pandemia de COVID-19 es que para prevenir nuevas pandemias, debemos detener la destrucción medioambiental que las alimenta. Tenemos que promover soluciones reutilizables que funcionen a corto y largo plazo. **Cero residuos** es "la conservación de todos los recursos mediante la producción, el consumo, la reutilización y la recuperación responsables de productos, envases y materiales, sin quemarlos y sin que se produzca ningún vertido en el suelo, el agua o el aire que ponga en peligro el medio ambiente o la salud humana" [5].

Reducir, reutilizar y reciclar -las "3R" de la gestión de los residuos sólidos- se enumeran por orden de importancia en cuanto a las medidas que deben tomarse para gestionar los residuos sólidos. **Reducir**, reutilizar y reciclar: estas tres "R" son una parte importante de la vida sostenible, ya que ayudan a reducir la cantidad de residuos que tenemos que tirar. A veces, a las tres "R" básicas se les pueden añadir otras dos, "**Repensar**" y "**Recuperar**", al principio de la lista. Las Tres R ahorran dinero y energía y reducen los vertidos [6].

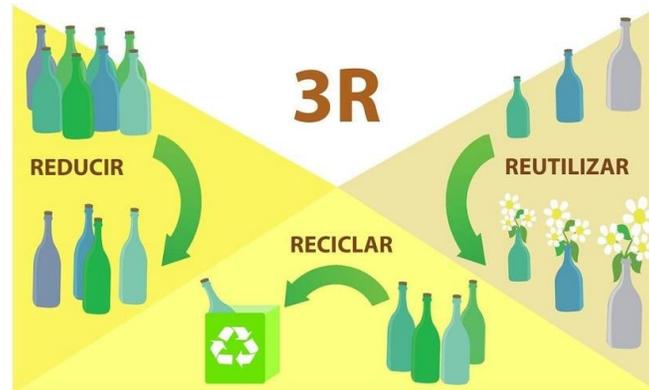


Figura 22. Las 3 "R"

Fuente: enlace: <https://mexicoinforma.com/onu/2021/01/20/las-tres-r/> [6].

En 2018 se procesaron en la UE aproximadamente 2 169 millones de toneladas de residuos [7]. Según la jerarquía de **residuos de la UE**, las medidas de prevención de residuos, seguidas de la reutilización, son las principales prioridades en lo que respecta a la gestión y la política de residuos. El orden de prioridad se describe en la jerarquía de gestión de residuos [3].

RIESGOS Y OPORTUNIDADES (V)

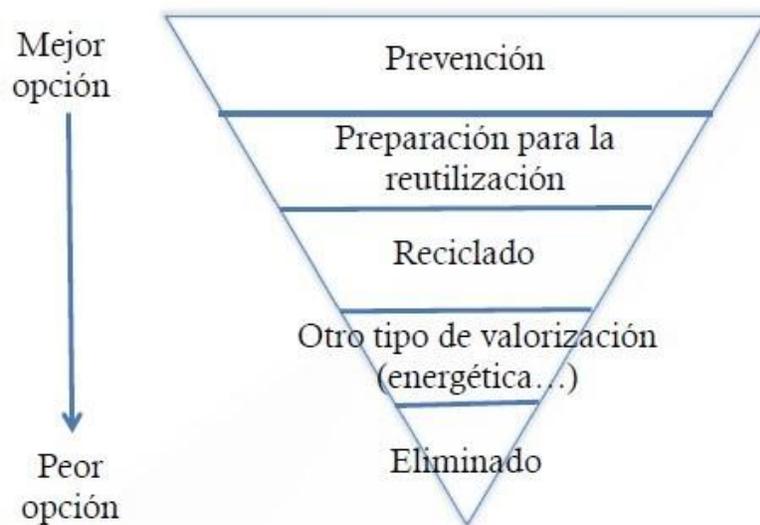


Figura 23. Jerarquía de residuos de la UE

Fuente: EEB, Link: <https://www.emprendices.co/la-economia-circular/> [3]

2. DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE REUTILIZACIÓN

La **segunda "R" de reutilización** significa tomar productos que de otro modo se tirarían y reutilizarlos en su forma actual o con pocas reparaciones o modificaciones. Esta "R" se basa en que se puede volver a utilizar (idealmente varias veces) antes de cambiar ciertos elementos. La reutilización es el acto o la práctica de utilizar un artículo para su propósito original (reutilización tradicional) o para realizar una función diferente (reutilización creativa o reutilización) [8].

La gente suele decir que recicla algo cuando en realidad lo reutiliza [9]. Se reconoce que la reutilización es distinta del reciclaje, tanto en la doctrina como en el tratamiento de los materiales que esta singular industria retira del flujo de residuos. Los reutilizadores, por su parte, mantienen los materiales fuera del flujo de residuos al pasar los bienes que recogen a otros con poco o ningún tratamiento. También hay formas de gestionar los materiales, como la reparación y la refabricación, que no se reutilizan ni reciclan totalmente [10].

La distinción entre los términos reutilización, reciclado y valorización es importante para comprender y aplicar los objetivos establecidos en **la legislación comunitaria sobre residuos**. Las definiciones de reciclado y reutilización en las Directivas específicas sobre residuos difieren en cierta medida de las definiciones correspondientes de la Directiva marco sobre residuos [11]:

1. El término **reciclaje** especificado en las Directivas sobre residuos no incluye, en particular, las operaciones de relleno.
2. **La reutilización**, tal y como se define en la Directiva de envases 94/62/CE y en la Directiva 19/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), comprende especificaciones que la Directiva Marco de Residuos no incluye.

El **Paquete de Economía Circular de la UE** hace hincapié en la importancia de ampliar la vida útil de los productos y tiene como objetivo reparar y reutilizar los productos en su plan de acción para garantizar que los productos alcancen su vida útil óptima. La capacidad de reutilizar productos y materiales está en el centro del enfoque de residuos cero como requisito fundamental para el desarrollo de una economía circular. Para que la reutilización se convierta en algo habitual, es necesario diseñar y activar una serie de sistemas locales y nacionales [12].

El proceso de reutilización parte de la base de que los materiales usados, válidos a lo largo de nuestra vida, pueden ser un recurso y no un residuo. La basura de una persona es el tesoro de otra. Si observamos realmente las cosas que tiramos, podemos aprender a verlas como materiales que pueden reutilizarse para resolver problemas cotidianos y satisfacer necesidades diarias. La reutilización ahorra dinero, ahorra recursos y satisface el impulso humano de ser creativo [13]. Todas las comunidades necesitan más reutilización debido a la forma de reutilización existente y a las dificultades económicas actuales. Los esfuerzos de los voluntarios, las empresas con ánimo de lucro y las organizaciones benéficas hacen posible la reutilización, entre otros [14]:

- tiendas de segunda mano y centros de entrega de caridad,
- centros de reutilización, equipos y materiales,
- Estaciones de "drop & swap" en los vertederos,
- tiendas de equipos usados y almacenes de recuperación,
- intercambios de material local y regional.

3 BENEFICIOS DE REUTILIZAR

La compra y el uso de artículos reutilizables apoya los objetivos de gestión de residuos establecidos por la UE. Es importante reconocer que el crecimiento sostenido de los esfuerzos de reutilización, así como el continuo interés de la industria de la reutilización, se debe en gran medida a la jerarquía de reducción de residuos sólidos: reducir, reutilizar y luego reciclar. La reutilización es una forma de evitar que los residuos sólidos entren en los vertederos, de mejorar nuestras comunidades y de aumentar el bienestar material, educativo y profesional de nuestros ciudadanos al comprar y hacer útiles los productos desechados por quienes ya no los quieren. En muchos casos, la reutilización proporciona beneficios fiscales y reduce las tasas de eliminación a las empresas donantes, al tiempo que apoya a la comunidad local y a los programas sociales [10].

La reutilización tiene varias **ventajas principales** sobre el reciclaje [9]:

- Ahorra o retrasa los costes de adquisición y eliminación,
- Protege los recursos,
- Reduce el flujo de residuos,
- Causa menos contaminación que el reciclaje o la fabricación de nuevos productos a partir de materiales puros,
- Proporciona el material necesario para quienes no pueden permitirse comprarlo nuevo.

Algunas **ventajas** de la reutilización [9]:

- Evita la contaminación al reducir la necesidad de recolectar nuevas materias primas,
- Ahorra energía,
- Reduce las emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático global,
- Ayuda a proteger el medio ambiente para las generaciones futuras,
- Permite ahorrar,

- Garantiza que los productos se utilicen al máximo.

3.1. BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES

Muchos programas de reutilización han evolucionado a partir de los objetivos locales de reducción de residuos sólidos porque requiere menos recursos, menos energía y menos trabajo que la reutilización, el reciclaje, la eliminación o la fabricación de nuevos productos a partir de materiales vírgenes. La reutilización constituye una alternativa excelente y preferible desde el punto de vista medioambiental a otros métodos de gestión de residuos, ya que reduce la contaminación del aire, el agua y el suelo y limita la necesidad de nuevos recursos naturales como la madera, el petróleo, las fibras y otros materiales. La reducción de residuos es un método importante para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, que es un factor que contribuye al calentamiento global [10].

La reutilización de un producto puede reducir **las emisiones de CO2** y la **huella de carbono** en más de un 50% a lo largo de su ciclo de vida. Una forma eficaz y relativamente desconocida de reducir las emisiones de CO2 y la huella de carbono es la reutilización de productos. A menudo se desconoce la huella de carbono relativa de la cadena de fabricación y suministro. A medida que la producción de nuevos productos agota nuestros limitados recursos naturales y la eliminación de los materiales no deseados contamina nuestro medio ambiente, nuestras comunidades se esfuerzan por encontrar los productos asequibles que necesitan. La reutilización de algo utiliza poca o ninguna agua, energía u otros recursos, y además es poco probable que cause contaminación. Además de estas ventajas, la reutilización elimina el daño medioambiental que se produciría si el producto se destruyera en lugar de reutilizarse. Por el contrario, fabricar un producto a partir de materias primas (y en menor medida reciclar) consume recursos, causa contaminación y produce residuos [14].

3.2. BENEFICIOS PARA LA COMUNIDAD

Durante muchos años, la reutilización se ha utilizado como una forma fundamental de proporcionar materiales necesarios a muchas poblaciones desfavorecidas existentes. La reutilización es una forma excelente de que las personas obtengan alimentos, ropa, materiales de construcción, equipos de trabajo, suministros médicos y otros artículos que necesitan desesperadamente. La reutilización también puede ser muy beneficiosa para las personas desfavorecidas que no pueden permitirse comprar artículos nuevos. Sin embargo, hay otras formas en que la reutilización beneficia a la sociedad. Muchos centros de reutilización que recogen y distribuyen bienes reutilizables también pueden aportar beneficios a la comunidad participando en programas de formación laboral, educación general para desempleados de larga duración, programas para discapacitados y minusválidos o programas para jóvenes en situación de riesgo. Además de contribuir positivamente a la reducción de los residuos sólidos, muchos programas de reutilización son considerados por las organizaciones benéficas como un medio para proporcionar productos a personas con bajos ingresos o desfavorecidas. La donación de nuestros artículos excedentes también puede ayudar a equipar una oficina sin

ánimo de lucro y apoyar aún más a la comunidad en la que vivimos proporcionando a una escuela suministros esenciales [10,14].

3.3. BENEFICIOS ECONÓMICOS

Reutilizar materiales en lugar de crear nuevos productos a partir de materias primas supone una menor carga para la economía en su conjunto. Con la reutilización, disminuyen las importaciones de materias primas y productos. La reutilización es una forma económica de obtener los productos que muchas personas necesitan. Comprar un producto usado es casi siempre más barato que uno nuevo [10,14].

Las empresas pueden ahorrar considerablemente en la eliminación de residuos revendiendo o donando los productos que ya no necesitan. Muchos productos químicos y disolventes que ya no son útiles para una organización pueden ser utilizados por otras organizaciones en otras aplicaciones. Este método de "**intercambio de materiales**" supone un ahorro en la eliminación por parte de la empresa productora y un ahorro en la compra del material por parte de la organización compradora.

4 ESTRATEGIAS DE REUTILIZAR

El proceso de reutilización comienza con la actitud de dar utilidad a los productos y materiales más allá de la intención original del propietario. Reutilizar significa minimizar los residuos y maximizar los recursos. Esto significa obtener más por el dinero, ya sea un individuo, un hogar, una empresa, una institución, un organismo gubernamental o una industria [9].

Es bien sabido que la mejor manera de gestionar los residuos es no producirlos. Hay muchas oportunidades que pueden aplicarse en este contexto [15]:

- Considerar los productos reutilizables,
- Mantenimiento y reparación de productos duraderos,
- Reutilización de bolsas, contenedores y otros elementos,
- Pedir prestado, alquilar y compartir,
- Ventas y donaciones.

4.1. ESTRATEGIAS DE REUTILIZACIÓN PARA INDIVIDUOS Y HOGARES

La forma más fácil de reutilizar los materiales que se desperdician es guardarlos y reutilizarlos para su propósito original. Algunas sugerencias para las personas y los hogares en este sentido son las siguientes [16,17,18,19].

- Compre artículos usados y reutilizables en lugar de artículos desechables.
- Prefiera productos que puedan ser mantenidos y reparados.
- Compre productos que utilicen menos envases.
- Alquile o pida prestado lo que rara vez utiliza.
- Compre productos reutilizables, como pilas recargables.
- Disponga de recipientes vacíos para guardar las sobras y otros artículos del hogar y de la tienda.
- Reutiliza los envases de plástico o de vidrio para almacenar alimentos u otros artículos domésticos.
- Reutiliza las bolsas de la compra, las cajas y la madera.
- Reutiliza los materiales de embalaje o dónalos a las tiendas de envío.
- Regala tus objetos no deseados.
- Repare los productos rotos o desgastados en lugar de sustituirlos.
- Dona artículos útiles y no deseados a tiendas de segunda mano, organizaciones benéficas y de servicios sociales.
- Regala tus revistas, periódicos, catálogos y libros a los vecinos, hospitales, bibliotecas, escuelas y residencias de ancianos.
- Haz papel de envolver con páginas de cómics y revistas o reutiliza viejos papeles de regalo.
- Lava y reutiliza el papel de aluminio y las bolsas de plástico.
- Envuelve los paquetes postales con bolsas de papel para la compra.
- Haz una venta de garaje.

4.2. ESTRATEGIAS DE REUTILIZACIÓN PARA EMPRESAS Y OTRAS ORGANIZACIONES

El nuevo plan de acción para aumentar el reciclaje y la reutilización de productos en la UE acelerará la transición de la UE hacia una economía circular [20]. En este contexto, se proporcionará lo siguiente:

- Fortalecimiento de la industria de la UE,
- para ayudar a combatir el cambio climático,
- Proteger el entorno natural de la UE.

Las estrategias de la economía circular tienen como objetivo reducir el total de recursos del medio ambiente y reducir los residuos producidos por las actividades humanas para el bienestar del hombre [21]. Podemos reutilizar nuestros materiales y equipos en nuestra propia empresa o que otra organización reutilice nuestros residuos. La reutilización de los residuos de nuestra propia empresa puede reducir nuestros costes, ya que nos permite comprar materias primas o pagar por la eliminación de los residuos. También podemos generar ingresos a partir de materiales y bienes que son valiosos para otra organización. Los bienes y materiales que se pueden reutilizar pueden variar en función del tipo de trabajo [22].

Negocios de oficina: Por ejemplo, pueden:

- recarga de cartuchos de tóner y de tinta,
- utilizando papel de desecho como papel para notas,
- Utilizar vasos, tazas, copas y cubiertos duraderos en lugar de alternativas desechables,
- reutilizar los sobres y otros envases,
- donar equipos y muebles usados a organizaciones benéficas,
- utilizando sistemas de reciclaje de aguas grises para sus inodoros.

Empresas de fabricación: Por ejemplo, pueden reutilizar los envases y los productos cortados y reutilizar el calor residual generado en los procesos de producción para calentarlo o reutilizarlo en otro lugar de la producción. Debemos hablar con los empleados y pedirles que piensen antes de tirar sus residuos que alguien más puede quererlos y, por tanto,. Podemos ofrecer los materiales de desecho, los productos de segunda mano, los productos al final de su vida útil y los equipos obsoletos a otras organizaciones que puedan utilizarlos sin necesidad de sustituirlos.

De empresa a empresa: Podemos probar las bolsas de residuos en línea de empresa a empresa que comercian con una amplia variedad de suministros y equipos industriales usados. También podemos vender bienes y materiales en sitios de subastas en línea.

- Los chatarreros pueden aceptar algunos de nuestros materiales de desecho. Pueden utilizar el material de desecho para actividades lúdicas de los niños, lo que nos ahorra costes de reciclaje.
- A través de los sitios web, las empresas pueden acceder a organizaciones benéficas y proyectos comunitarios que necesitan bienes y materiales donados.
- La donación de bienes y suministros a escuelas y organizaciones benéficas puede mejorar la imagen de nuestra empresa y demostrar nuestra política de responsabilidad social corporativa.

A continuación, se presenta una lista de actividades de reutilización que pueden llevar a cabo las empresas y otras organizaciones [16]:

- Diseñar productos para su reutilización.
- Reutilizar o donar los materiales de embalaje.
- Pida a los proveedores que utilicen cajas de cartón, palés y cajones reutilizables.
- Crear programas de regalo para materiales dañados, palets y madera.
- Utilizar contenedores reutilizables para la distribución en las líneas de productos.
- Pida carpetas con cierre a presión y bolsillos con solapa, ya que pueden reutilizarse.

- Reparar o donar los muebles y equipos viejos a organizaciones benéficas.
- Recuperar y reutilizar el calor residual, los desechos, los restos de plástico, los refrigerantes, los disolventes y otros materiales de fabricación.
- Utilice cartuchos de tóner recargables y reutilizables.
- Compre bolígrafos recargables.
- Déle la vuelta a las carpetas Manila para poder reutilizarlas.
- Utilice el membrete antiguo para las notas internas.
- Utilizar los títulos antiguos como memos internos.
- Utiliza una nota borrable o una pizarra para los mensajes.
- Utilice tazas en lugar de vasos desechables.
- Reutilice el papel impreso por una cara.
- Compre calendarios de pared borrables y reutilizables.
- Utilice sobres de dos caras y bolsas postales.
- Convierte los retales y los desechos en blocs de notas y respuestas.
- Crear un centro de intercambio de suministros de oficina.

5 REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS

La extracción y el procesamiento de los recursos naturales representan aproximadamente la mitad de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. Un enfoque de economía circular es esencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y garantizar que las comunidades no carguen con el impacto medioambiental del uso de los recursos naturales. Un enfoque de economía circular reduce el uso de materiales, rediseña los materiales para que sean menos intensivos en recursos y recupera los "residuos" como un recurso que puede servir como materia prima para fabricar nuevos materiales y productos. La forma más eficaz de reducir los residuos es no crearlos en primer lugar. Por ello, la reducción y la reutilización son las formas más eficaces de ahorrar recursos naturales, proteger el medio ambiente y ahorrar dinero. Por reutilización de residuos se entiende cualquier operación por la que los productos o componentes que no son residuos se utilizan de nuevo para el mismo fin para el que fueron concebidos. La diferenciación entre los términos reutilización, reciclado y recuperación es importante para la comprensión y aplicación de los objetivos establecidos en la legislación de residuos de la UE..

5.1. REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Restos de comida

Los residuos alimentarios son la materia orgánica que más llena nuestros vertederos. Una parte importante de los restos de comida en el mundo se desperdicia. Cuando los residuos alimentarios se entierran en el vertedero, se descomponen de forma anaeróbica y liberan metano, un gas de efecto invernadero 25 veces más dañino que el dióxido de carbono. La mejor manera de minimizar el desperdicio de alimentos es evitar generarlo en primer lugar. No podemos asegurar por completo que todos nuestros productos se coman, pero podemos transformar los residuos alimentarios en recursos valiosos, como abono, energía y un montón de productos innovadores. La jerarquía de recuperación de alimentos clasifica las estrategias de desperdicio de alimentos en evitar, reutilizar, reciclar, reprocesar, recuperar energía y eliminar [23].

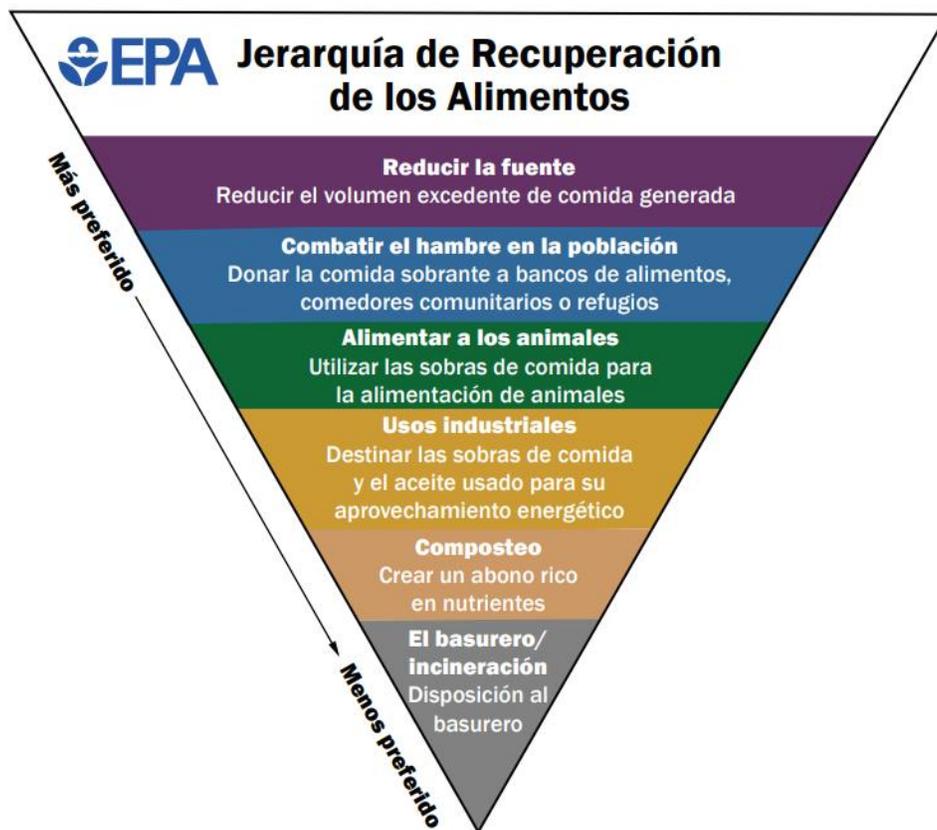


Figura 24. Clasificación de la jerarquía de recuperación de alimentos

Fuente: <https://19january2017snapshot.epa.gov/www3/region9/waste/archive/solid/pdf/r9-food-waste-jerarquia-de-recuperacion.pdf>

Hay varias maneras de reutilizar estos restos en la cocina y en la casa. Aquí tienes algunas ideas para reutilizar los restos de comida en lugar de tirarlos a la basura [24,25]:

- Las cáscaras de ajo o de cebolla pueden añadirse a las sopas o al caldo de huesos, y así añadirán más vitaminas y minerales.
- Los posos del café pueden utilizarse como control de plagas para ayudar a mantener alejadas a las hormigas y las babosas.
- Las cáscaras de huevo pueden espolvorearse bajo el suelo para potenciar el crecimiento de las plantas gracias a su alto contenido en calcio.
- Por su riqueza en fibra y antioxidantes, las semillas de aguacate se pueden secar, cortar en trozos y moler hasta obtener un polvo fino que se añade a los batidos o licuados.
- Los huesos de la carne se pueden utilizar estupendamente para hacer caldo casero y el caldo se puede guardar en el congelador para utilizarlo hasta que se cocinen los alimentos.
- Las cáscaras de naranja y limón pueden congelarse o secarse para su posterior uso. Combinándolas con agua y vinagre se puede hacer un gran limpiador casero multiusos.
- Las cáscaras de plátano pueden ayudar a hidratar la piel.
- Hay muchos usos para la leche caducada. Antes de enjuagar sus cubiertos con agua puede sumergirlos en un poco de leche agria caducada para conseguir una limpieza brillante. Verter leche agria en la base de sus plantas o jardín hará que actúe como un gran fertilizante. La leche agria también es un ingrediente utilizado para varios platos.

Los extractos y aceites obtenidos de los residuos de frutas y verduras se utilizan en productos cosméticos. Se investigan los beneficios anticancerígenos de la cáscara de naranja. Además, la producción de **bioplástico a** partir de la cáscara de patata está siendo investigada por Fight Food Waste CRC. Convertir los residuos de alimentos en bioplásticos puede reducir los residuos de alimentos y plásticos, así como las emisiones durante la producción de plásticos. Los compuestos extraídos de los residuos alimentarios pueden incluso utilizarse para crear biocombustibles líquidos como el biodiésel y el bioetanol [23].

Abono

El abono orgánico se realiza con el propósito de recuperar, estabilizar y reducir el volumen del material de desecho en forma de compost [26]. Existen dos tipos de abono, el abono en frío (lento) y el abono en caliente. Las verduras, los restos de comida, los marrones y el material de embalaje reciclable pueden utilizarse en el abono:

- Restos de frutas y verduras, hojas, recortes de hierba cortada;
- Cáscaras de huevo, cáscara de avellana y cáscara;
- Granos y filtros de café, bolsas de té y residuos del procesado del té:

- Cartón, papel, etc., paja, serrín y virutas de madera, trozos de algodón y lana;
- Residuos de la transformación del pistacho, residuos de la producción de aceite de oliva (excluyendo las aguas negras):
- Residuos de alimentos, pulpa de fábrica de zumo de frutas, cabeza y hojas de remolacha, etc.

Hojas o ramas de nogal negro, cenizas de carbón o carbones, leche y productos lácteos, plantas enfermas e insectívoras o partículas de plantas, aceites, grasas, aceites, restos de carne, espinas de pescado y otros restos y desechos, heces de perro de gato o arena de gato usada, hojas descompuestas en el jardín tratadas con pesticidas, las ramitas del jardín, otros residuos vegetales, las plantas silvestres que contienen semillas, el plástico, el vidrio, los materiales que contienen metal, los materiales de limpieza, las bolsas de té y café, los papeles procesados y de aluminio, los residuos médicos, los cítricos, los periódicos, las revistas y el papel satinado no son adecuados para el abono [27-29].

Se pueden enumerar las siguientes ventajas del abono [30]:

- ✓ El abono hace que se evalúen los residuos orgánicos.
- ✓ Se combate el efecto invernadero al evitar las emisiones de metano de los vertederos.
- ✓ Con el uso del abono en la agricultura, se puede recuperar o mejorar la calidad del suelo.
- ✓ El abono puede aportar nutrientes en forma de abono cuando las plantas lo necesitan.
- ✓ El abono puede sustituir a la turba en la horticultura y la jardinería doméstica.
- ✓ La digestión anaeróbica tiene el beneficio adicional de producir biogás para utilizarlo como combustible.
- ✓ El abono acelera el crecimiento y fortalece las plantas.
- ✓ El abono tiene propiedades supresoras de enfermedades. El uso de plaguicidas puede reducirse si se aprovechan las propiedades del abono.

5.2. REUTILIZACIÓN DE LAS PILAS USADAS

Las pilas y los acumuladores desempeñan un papel esencial para que muchos productos, aparatos y servicios de uso cotidiano funcionen correctamente. Cada año entran en la Unión Europea unas 800.000 toneladas de baterías de automóvil, 190.000 toneladas de baterías industriales y 160.000 toneladas de baterías de consumo. La Comisión propuso un nuevo **Reglamento sobre pilas** el 10 de diciembre de 2020. Este Reglamento pretende garantizar que las baterías que se comercializan en la UE sean sostenibles y seguras durante todo su ciclo de

vida. Después de purificar los residuos de las pilas de metales nocivos como el mercurio y el plomo, se reciclan y se obtiene el metal precioso [31].

Sin embargo, las baterías de desecho también se reutilizan de nuevo, sin ser recicladas. Se observa que el uso de motores eléctricos abarca desde los scooters hasta las motocicletas, los coches deportivos, los autobuses escolares, los camiones, los trenes e incluso los aviones. Esto se debe en gran medida a la caída de los costes y a la mejora del rendimiento de las **baterías de iones de litio**. Para 2030, se prevé que las baterías fuera de servicio podrían superar los 2 millones de toneladas métricas al año. La reutilización de las baterías prolonga su vida útil y también disminuye el uso de baterías nuevas en algunas aplicaciones. En algunos casos, las baterías podrían renovarse y utilizarse directamente en otro vehículo. Por ello, cuando una batería se agota demasiado pronto, los módulos y celdas que funcionan pueden recombinarse para crear paquetes de baterías renovados para otro vehículo.

Cuando la vida útil de las baterías utilizadas en los coches eléctricos llega a su fin, tienen capacidad para almacenar el 70% de su capacidad original. Así, pueden reutilizarse para usos de almacenamiento de energía de "**segunda vida**" en nuevas aplicaciones. Pueden reutilizarse en algunas áreas como las redes eléctricas y las torres de comunicaciones, así como en el almacenamiento de energía para parques solares, parques eólicos y otras fuentes renovables [32].

La exposición y conferencia "EV BATTERY RECYCLING & REUSE 2022" se celebrará en Detroit, Michigan, para explorar las iniciativas de reciclaje y reutilización de baterías de final de servicio de las principales empresas de automoción para las baterías de vehículos eléctricos de nueva generación.

5.3. REUTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS METÁLICOS Y DE LOS RESIDUOS COMPUESTOS

Los metales son infinitamente reciclables. Por ejemplo, el acero es el material más reciclado del mundo. Además, la energía utilizada para reciclar el aluminio es un 95% menor que la necesaria para producirlo a partir del mineral. Normalmente, **los metales se reutilizan después del reciclaje**. Pero hay que pensar en la reutilización de los metales sin reciclar. La reutilización ofrece una ventaja medioambiental aún mayor que el reciclaje. No hay (o hay muy pocos) impactos ambientales asociados al reprocesamiento. La reutilización de los metales no necesita energía.

Algunos residuos metálicos se reutilizan en algunos sectores. Por ejemplo, las piezas metálicas de los coches se reutilizan constantemente, sobre todo cuando se desmontan las piezas de un coche. También se pueden utilizar los contenedores metálicos en los envíos de carga y se puede reutilizar el papel de aluminio. Otros metales: las latas vacías pueden utilizarse como botes, portalápices, cortadores de galletas, moldes para magdalenas o tazas de medir [33].

El alambre de cobre se puede doblar fácilmente y dar forma a un hermoso arte. Además, se puede hacer muchas cosas, tales como toalleros titulares de la tapa de la olla, estante de la revista, titular de la tableta, titular de la planta de la olla, tazones de flores y decoraciones, marco para las vides, los tomates y otras plantas, de perchas [34].

La durabilidad del acero permite reutilizar muchos productos al final de su vida útil. Además de prolongar el ciclo de vida del producto, la reutilización evita la necesidad de transportar y refundir el acero, así como de crear nuevos productos [35]. Algunas industrias, como el sector agrícola, ya reutilizan habitualmente las estructuras de acero y los componentes de revestimiento. Las estructuras de acero y los productos de construcción de acero son muy y esencialmente desmontables. Muchos productos y componentes de construcción de acero, como los pilotes, los productos de calibre ligero, como las correas y los raíles, y los elementos estructurales son muy reutilizables [36,37].

Compuestos

Hoy en día, el uso de materiales **compuestos** en diferentes sectores aumenta día a día. La aviación comercial, la energía eólica, la defensa, la industria aeroespacial, la automoción, la construcción y otras áreas industriales están a la cabeza de estos sectores. Los materiales compuestos, que se producen mediante el uso de materiales como el plástico, el papel, el metal, el vidrio y la madera, también se utilizan ampliamente en la industria del embalaje. Al intentar destruir los residuos de materiales compuestos mediante procesos como la incineración o el enterramiento, causan un gran daño al medio ambiente. Además, se evita el despilfarro de recursos al incluirlo en la re-producción [38,39].



Fuente: <http://www.radikal.com.tr/radikalist/geri-donusumle-evde-yapabileceginiz-15-yaratilci-esya-1220210/> [41]



Fuente: <http://www.radikal.com.tr/radikalist/geri-donusumle-evde-yapabileceginiz-15-yaratilci-esya-1220210/> [41]

En los últimos años se han producido acontecimientos importantes que han contribuido enormemente al desarrollo de soluciones sostenibles de reciclaje de materiales compuestos. La prohibición del almacenamiento de materiales compuestos en Alemania en 2009, el fin de la vida útil de los primeros grandes aerogeneradores de materiales compuestos y su desmantelamiento en 2019-2020, la aceleración del desmantelamiento de aviones debido a la pandemia del COVID-19 y el uso cada vez mayor de materiales compuestos termoplásticos en la industria del automóvil, el reciclaje de materiales compuestos hizo necesario el desarrollo de soluciones de transformación [40].

Los residuos compuestos también se reciclan y reutilizan como los residuos metálicos. Sin embargo, se pueden reutilizar arreglándolos con técnicas sencillas en casa sin necesidad de reciclarlos. Por ejemplo, se puede hacer una mesa de café o un puf con neumáticos de coche

con arreglos sencillos. Las latas de leche o de refrescos pueden convertirse en una cartera con un simple arreglo. Las cajas de patatas fritas pueden usarse como cajas para guardar diversos artículos simplemente limpiándolas sin hacer ningún cambio en casa [41].

5.4. REUTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS ELECTRÓNICOS

Los residuos electrónicos (**e-Waste**) han aumentado un 21% en los últimos cinco años, según el informe Global E-waste Monitor 2020. Se prevé que la basura electrónica, como flujo de residuos de más rápido crecimiento a nivel mundial, se duplique de aquí a 2045. Son peligrosos para el medio ambiente y la salud humana, ya que los residuos electrónicos contienen aditivos tóxicos y sustancias peligrosas como el mercurio. Europa ocupa el segundo lugar, sólo por

detrás de Asia, en cuanto a residuos electrónicos, con más de 12 millones de toneladas de equipos rotos al año. Según un informe del PNUMA, "los residuos electrónicos son un término amplio que incluye una serie de equipos eléctricos y electrónicos que pueden ser considerados como aparatos electrónicos al final de su vida útil y que no tienen valor para sus propietarios. Los residuos electrónicos son productos electrónicos no deseados, que no funcionan y que están cerca o al final de su "vida útil". Los ordenadores, los televisores, las videograbadoras, los equipos de música, las fotocopiadoras y los faxes son productos electrónicos de uso cotidiano [42-44].

La mayoría de los consumidores piensa que le costará casi lo mismo repararlo que comprar uno nuevo. Los **Repair Cafés** lo que hay más de 1.500 en el mundo son puntos de encuentro que surgieron en Holanda en 2009, donde la gente trae objetos rotos de casa y un equipo de voluntarios les ayuda a repararlos. Así, pueden evitar el rápido ciclo de comprar, usar y desechar, al tiempo que crean una comunidad de reparadores.

La Unión Europea ha dado un paso importante en el fomento de la reparabilidad de los aparatos electrónicos con la aplicación de las nuevas **medidas de diseño ecológico de la UE**, que obligan a los fabricantes de determinados productos electrónicos a facilitar su reparación el 1 de marzo de 2021. La legislación de la UE sobre ecodiseño es una herramienta que establece unas normas mínimas obligatorias para la eficiencia energética de los productos que se venden en los estados miembros europeos. De este modo, se garantiza que los artículos de bajo rendimiento dejen de venderse en los países de la UE. Estas medidas se aplican a cuatro tipos de electrodomésticos, como televisores u otras pantallas electrónicas, frigoríficos, lavadoras y lavavajillas. Estas medidas están pensadas para la reparación y se aplican a la reutilización, lo que significa que el producto debe estar diseñado de forma que pueda desmontarse. Los demás requisitos de reparación, como la disponibilidad de piezas de recambio y el acceso a información sobre reparaciones, entrarán en vigor el 1 de marzo de 2023.

También se introdujeron nuevas leyes fiscales de recorte de impuestos para los servicios de reparación de algunos electrodomésticos como frigoríficos y lavadoras en Suecia y Austria en



Fuente: <https://ewasteaus.com/process/> [45]

2017. También en España se aprobó en abril de 2021 la ampliación del periodo de garantía legal de los productos hasta tres años y el aumento del tiempo mínimo en el que los fabricantes deben disponer de piezas de recambio una vez hasta 10 años[42-45].

Los CD y DVD son residuos electrónicos. Los residuos electrónicos se pueden donar a diversas organizaciones benéficas o asociaciones, para que los que estén en condiciones de funcionar puedan ser utilizados por personas necesitadas. Haciendo algunos arreglos sencillos con los CD y DVD electrónicos viejos o dañados, se pueden hacer algunos artículos sencillos como posavasos, adornos de jardín, marcos de fotos que se pueden utilizar en casa.

Algunas de las ventajas de la reutilización y el reciclaje de los residuos electrónicos son [46,47]:

- Se conservan los recursos naturales. El reciclaje y la reutilización de los residuos electrónicos garantizan que los materiales valiosos de los productos electrónicos caducados se recuperen y se utilicen en nuevos productos.
- Se ahorra energía, se evita la contaminación ambiental, se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y se protegen los recursos naturales.
- El reciclaje de residuos electrónicos garantiza la protección del medio ambiente al reciclar sustancias tóxicas como el mercurio, el plomo y el cadmio de los residuos sin dañar el entorno.
- El reciclaje de residuos electrónicos, como sector en crecimiento, crea nuevas oportunidades de empleo y un segundo mercado para los materiales reciclados.
- El reciclaje de residuos electrónicos evita que nuestras tierras fértiles se llenen de residuos innecesariamente, reduciendo nuestra necesidad de vertederos.

5.5. REUTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE VIDRIO

Los residuos de vidrio son el principal elemento de los residuos sólidos. Se puede encontrar en muchas formas, incluyendo, láminas de vidrio, botellas de vidrio, ventanas de vidrio y contenedores de vidrio, vidrio de la bombilla. El vidrio tiene unas propiedades excelentes y estéticas como que puede ser reciclable, de alto rendimiento. El vertido de residuos de vidrio es indeseable porque no es biodegradable y no es respetuoso con el medio ambiente [48].

Los residuos de botellas de vidrio se utilizan en la industria de la construcción. La idea de construir muros con botellas se remonta a la antigüedad. Se sabe que las ánforas vacías se utilizaban en la construcción durante la época de la Antigua Roma. Gracias a estas **ánforas, se** redujo el uso de hormigón en las partes superiores de los edificios. El Circo de Majencio es una de esas estructuras. Se cree que la primera "casa de botellas" fue construida en Nevada por William F. Peck en 1902. En la construcción de la casa se utilizaron diez mil botellas de vidrio de desecho. La casa, que estuvo en pie durante muchos años, fue demolida en la década de 1980. En la

actualidad, también hay muchos ejemplos de edificios construidos con paredes de botellas de vidrio de desecho [49].



Figura 25. Ejemplos de paredes de botellas

Fuente: <http://yapiguncesi.blogspot.com/2011/04/sise-duvar.html> [49]

Por ejemplo, se investigó que sus propiedades cuando se utiliza para sustituir al cemento, al árido fino y al árido grueso en la mezcla de hormigón. Los resultados del estudio muestran que es posible utilizar residuos de vidrio como árido fino con las mismas características que las del hormigón con áridos naturales proporcionados [48]. En otro estudio, se evaluó el uso de residuos de vidrio en lugar de la frita utilizada en las composiciones de esmalte en la industria cerámica. Como resultado, se determinó que el uso del 3% de residuos de vidrio en peso en lugar de la frita en la producción de vajillas de cerámica es apropiado [50]. A partir de los resultados obtenidos en la otra investigación, se determinó la viabilidad de la producción de materiales de ladrillos de construcción que incluyen residuos de vidrio [51].

Los residuos de vidrio pueden reciclarse y reutilizarse muchas veces. Los envases de vidrio son perfectos para su reutilización. Los tarros, las botellas y otros tipos de envases de vidrio pueden reutilizarse o reutilizarse de diversas maneras. Por ejemplo, puedes reutilizar los envases de vidrio para hacer manualidades, pantallas de lámparas, almacenamiento o proyectos de bricolaje, o como jarrón, vaso o jardinera [52,53].

5.6. REUTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE PAPEL

El consumo mundial de papel ha aumentado un 400% en los últimos 40 años. Los residuos de papel constituyen aproximadamente el 26% del total de residuos en los vertederos. Aunque se plantan nuevos árboles en todo el mundo, la mayoría de las plantaciones de árboles son monocultivos. Esta situación crea sus propios problemas medioambientales. Además, la industria de la pulpa y el papel son el quinto mayor consumidor de energía, representando el cuatro por ciento de todo el uso de energía en el mundo.

Entre 2010 y 2060, se espera que se duplique el consumo mundial de pasta y papel. El aumento de la producción de papel incrementará aún más la presión, ya crítica y en constante empeoramiento, sobre los bosques del mundo. Entre 2001 y 2019, se perdió un total de 386 millones de hectáreas de bosque en todo el mundo. Esta pérdida representa una reducción de casi el 10% de la cubierta forestal desde el año 2000. Para una tonelada de pasta de papel se necesitan 2 toneladas de árboles y para ello se talan 20 árboles. Hay que saber que con 20 árboles talados sólo se pueden producir 200.000 páginas, es decir, 80 cajas de papel de copia A4. El reciclaje de papel ahorra energía y reduce la contaminación ambiental durante la producción. Sin embargo, aunque una tonelada de papel en bruto requiere 24.000 galones de agua para su creación, el papel reciclado sigue necesitando 12.000 galones de agua por tonelada. En otras palabras, reducir el consumo de papel y reutilizar el papel usado son tan importantes como reciclar el papel [55-56].

El papel usado se recicla en su mayor parte, se vuelve a producir como papel y se ofrece para su reutilización. Sin embargo, hay ámbitos en los que el papel usado puede utilizarse sin ser reciclado. Existen estudios académicos sobre el uso de papel usado como material de relleno en la producción de diferentes materiales compuestos. Según los resultados de la investigación, es apropiado añadir papel usado en la producción de materiales compuestos [57,58]. También hay una investigación sobre el uso de papel usado como material de relleno en el cultivo de hongos ostra. Los resultados del estudio son satisfactorios [59].

La cantidad de papel que se utiliza en las oficinas es muy grande. La oficina media utiliza 12,1 billones de hojas de papel al año. Sin embargo, hay muchas formas de reutilizar el papel usado. Por ejemplo, podemos utilizar la otra cara del papel, que se usa sólo por una cara. Se puede guardar un documento como PDF en lugar de imprimirlo.

Hay muchas maneras de reutilizar el papel usado. Si te pones creativo y creas, puedes hacer sorprendentes y útiles cestas y bandejas tejidas con revistas y periódicos. Los periódicos y revistas caducados y las bolsas de la compra usadas pueden utilizarse como papel de envolver. El papel de desecho se puede utilizar para hacer notas. Se puede rasgar y añadirlo al montón de compost. El papel de desecho, una vez rasgado, puede utilizarse como lecho para mascotas. El papel de desecho puede reutilizarse como papel de regalo. Las revistas viejas pueden donarse a lugares comunitarios [60-62]. Los cartones de huevos se pueden donar a los agricultores locales y así se pueden reutilizar [63].

También se envía a los vertederos una cantidad importante de residuos procedentes de rollos de toallas de papel y papel higiénico vacíos. Según la EPA, cada día se envían al vertedero unas 9.600 toneladas de toallas de papel "usadas" (3,5 millones cada año). Se puede utilizar de forma alternativa en casa en lugar de tirarlas. Por ejemplo, se pueden guardar las luces navideñas envolviéndolas en rollos vacíos para evitar que se enreden o se pueden donar a comunidades que necesiten rollos vacíos para proyectos de manualidades [63].

5.7. REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS

Todos los residuos de plástico compuestos por derivados del petróleo se denominan residuos de plástico. Las botellas de agua y refrescos, los tapones de las botellas, los garrafones de agua, los envases, las bolsas de nylon, las cajas de plástico, los vasos para mascotas y los envases de material de limpieza constituyen los principales residuos de plástico. Desde 1970, el uso del plástico se ha quintuplicado. Especialmente debido a la epidemia de Covid-19, se ha producido un aumento significativo de la cantidad de residuos plásticos procedentes de los materiales de higiene utilizados en el mundo y en nuestro país.

El reciclaje y la reutilización de los residuos de plástico son importantes para conservar nuestros recursos naturales para las generaciones futuras y proteger el equilibrio ecológico de nuestro mundo. La legislación que prohíbe los platos y vasos de plástico desechables en los países de la UE entró en vigor el 3 de julio de 2021. Para 2029, está previsto reducir la tasa de reciclaje de botellas de plástico en el continente al 90%. En Turquía, el Reglamento de Basura Cero se publicó el 12 de julio de 2019.

Con una tonelada de reciclaje de residuos plásticos se ahorran 16 barriles de petróleo, 7774 kWh de energía, 41 toneladas de reducción de gases de efecto invernadero y 23 m³ de espacio de almacenamiento. Sin embargo, existen buenas prácticas para la reutilización de los residuos de plástico sin reciclarlos con una normativa sencilla [64-65].

Las cajas de plástico de desecho pueden limpiarse y utilizarse para almacenar legumbres en la cocina. Se pueden hacer cajas de lápices o cajas de almacenaje con botellas de desecho colocando una cremallera. Se puede reciclar para hacer un comedero para pájaros, una casa para pájaros y un comedero para mascotas. Con las botellas de plástico de desecho se puede fabricar un aspersor para regar el jardín. Las botellas de plástico de desecho pueden utilizarse en diversas manualidades para crear bellas obras de arte como mosaicos. Se pueden hacer otomonas decorativas juntando botellas de plástico de refresco de desecho y cubriéndolas. Las botellas de plástico usadas pueden convertirse en un invernadero [66].



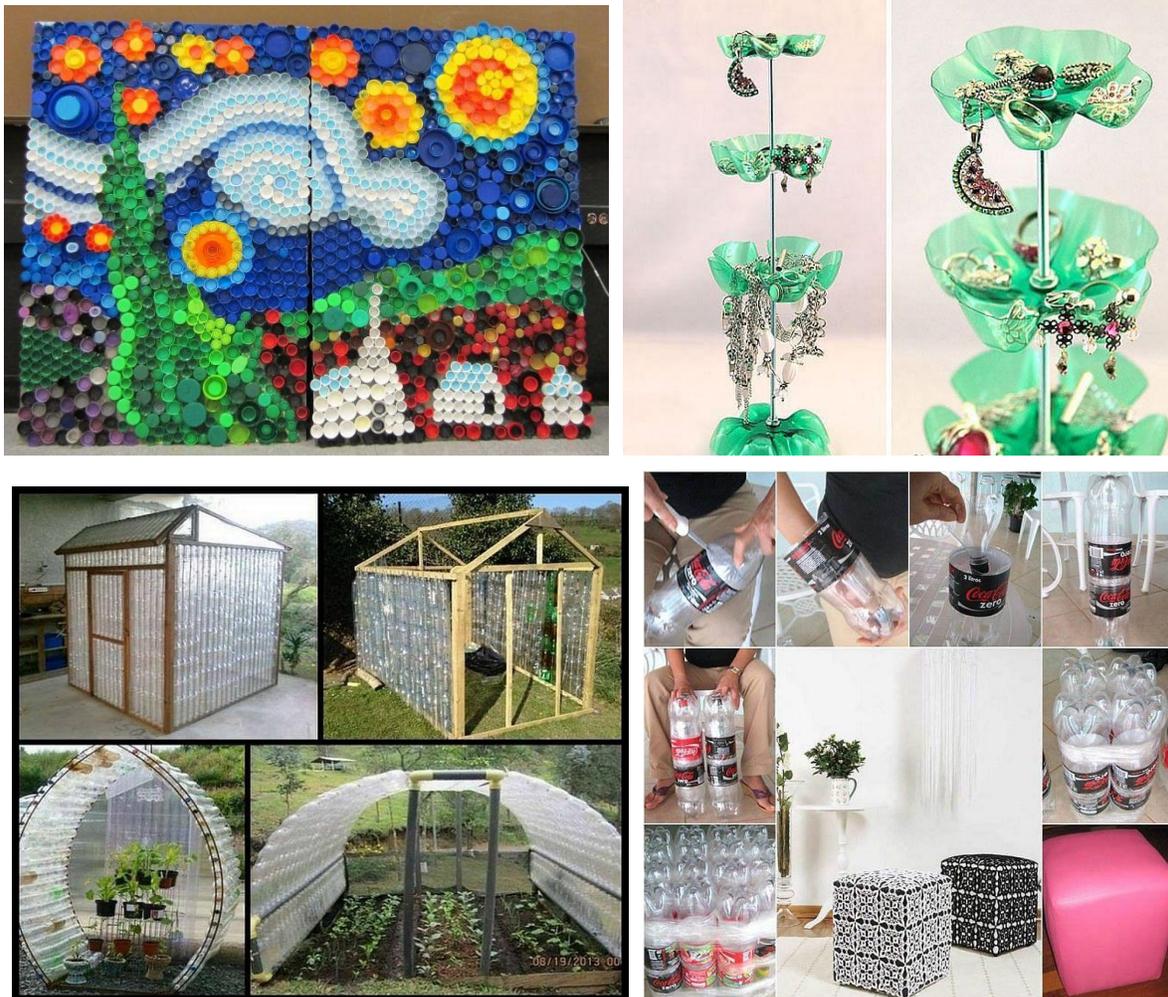


Figura 26. Ejemplos de reutilización de residuos plásticos en casa

Fuente: [66] <https://www.thebetterindia.com/58509/reuse-plastic-bottles-reduce-pollution-waste/>

También hay muchos estudios académicos sobre la reutilización de residuos plásticos. Con el aumento de la cantidad de residuos sólidos en todo el mundo y los llamamientos al uso de materiales sostenibles y ecológicos en los proyectos de construcción, se han realizado muchos estudios para investigar el uso de materiales de residuos sólidos como materiales de construcción, especialmente en los pavimentos de asfalto. Según los resultados de los estudios, la utilización de residuos plásticos en peso de los áridos en el asfalto haría que el diseño de los pavimentos flexibles fuera más ecológico y sostenible, ya que podría incorporarse una gran cantidad de residuos plásticos sin afectar al rendimiento de la mezcla asfáltica en caliente [67-70]. En otro estudio, se examinaron las botellas de plástico tanto estructural como térmicamente para su uso como unidades de construcción en sustitución de los bloques de hormigón tradicionales. Aunque la resistencia bruta de estas botellas de plástico es mucho menor que la de los bloques convencionales, los cálculos mostraron que los bloques de botellas llenas de aire pueden seguir utilizándose como unidades estructurales adecuadas para tabiques o muros de carga para una

cubierta. Desde el punto de vista térmico, las botellas llenas de aire mostraron un mejor aislamiento térmico que la construcción tradicional de bloques, lo que podría actuar como material de aislamiento térmico [71].

5.8. REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS TEXTILES

Se compone de residuos de las fábricas de hilos artificiales, residuos de la fabricación de textiles y residuos de los consumidores. Se necesitan 8 toneladas o más de agua para producir una simple camiseta y unos vaqueros. Al mismo tiempo, se utilizan materiales químicos y energía imprevisibles para convertir los tejidos en ropa. Una gran cantidad y variedad de productos químicos se liberan al medio ambiente a partir de los tintes de los tejidos utilizados al crear la ropa.

La huella de carbono, que muestra la cantidad de carbono liberada por persona, disminuye con la reintroducción de la ropa en el ciclo de producción. El reciclado de un solo par de vaqueros en la producción ayuda a reutilizar 32 kg de carbono y 400 MJ de energía liberados en el aire, con lo que la cantidad de carbono liberada en el aire se mantiene constante en lugar de aumentar. La ropa de desecho puede donarse a diversas organizaciones y reutilizarse para personas necesitadas. O la ropa que ya no usamos puede venderse en tiendas de segunda mano. Además, con arreglos sencillos, se pueden hacer mantas de retazos, alfombras que se pueden usar en casa y cosas similares con la ropa vieja. Las toallas viejas pueden utilizarse como paños de limpieza [72-75].

6 MODELOS EMPRESARIALES DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA REUTILIZACIÓN QUE OFRECEN OPORTUNIDADES

El éxito de la transición a una economía circular contribuirá significativamente a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, los objetivos del Acuerdo Climático de París, los objetivos del Pacto Verde Europeo y la neutralidad de carbono en Europa para 2050. Lograr esta transición a una economía circular en Europa depende de la reducción de los recursos utilizados para la producción. Es necesario prolongar la vida útil de los productos, la reutilización y la reutilización de los productos, la reparación y la refabricación, y promover esto adoptando el reciclaje de materiales.

6.1. MODELOS EMPRESARIALES DE ECONOMÍA CIRCULAR

Los modelos empresariales de la economía circular, por su diseño, mantienen los productos y materiales en uso durante el mayor tiempo posible para obtener el máximo valor de ellos [76]. Los principales principios del modelo empresarial circular son [77]:

- Obtener productos y materiales de la **economía**, no de las reservas ecológicas.
- Crear valor para los clientes añadiendo valor a los productos y materiales **existentes**.
- Generar información valiosa para **empresas** ajenas a su cliente.

Las categorías de modelos de negocio circulares también consisten en [78]:

1. Coordinar las cadenas de valor circulares a través de los datos.
2. Diseño de productos circulares.
3. Utilizar, reutilizar, compartir y reparar.
4. Recogida y logística inversa.
5. Clasificación y preprocesamiento.

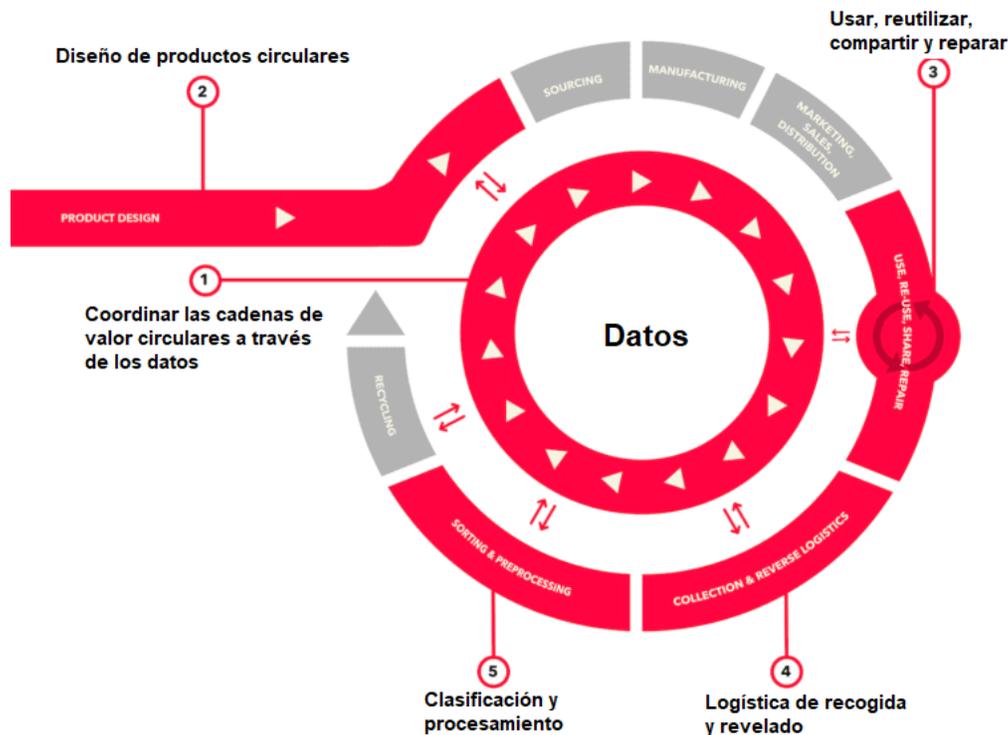


Figura 27. Diferentes tipos de modelos de negocio circulares

Estos modelos empresariales de economía circular permitirán:

- Ofrecer nuevas oportunidades comerciales,
- Contribuir al crecimiento y la sostenibilidad de la empresa,
- Obtener nuevas fuentes de ingresos,
- Transformar la relación de una empresa con sus clientes,
- Proteger la economía contra la escasez de recursos y el aumento de los costes de los materiales.

El diseño y el intercambio de residuos para su reutilización pueden convertirse en creadores de valor en los modelos de negocio circulares que se describen a continuación [79]:

Modelo de valor de los residuos: El modelo de valor de los residuos es una forma bastante sencilla de incorporar los principios circulares a un modelo empresarial. Los residuos generados en un modelo de producción lineal se recogen y se les resta todo el valor residual recuperable. Las empresas de gestión y reciclaje de residuos suelen utilizar el modelo de valor de los residuos.

Modelo de bucle invertido: La transición a la economía circular requiere que el pensamiento circular llegue a los fabricantes y diseñadores de productos. Para ello es necesario maximizar el valor y la duración de todo el ciclo de vida de los productos, desde la fase de producción hasta los siguientes ciclos de uso y, finalmente, la eliminación. Con el diseño circular, los productos al final de su vida útil se convierten simplemente en "fin de ciclo". Las empresas pueden especializarse en prepararlos para el siguiente ciclo y utilizarlos como insumos, adoptando así el modelo de bucle inverso.

Modelo circular de entrada: El modelo de insumos circulares tiene como objetivo minimizar el agotamiento de nuestros recursos naturales. En este modelo, se observa que los diseñadores de productos maximizan el porcentaje de insumos totales que son circulares. Esto significa utilizar insumos reutilizados o reciclados, así como utilizar recursos renovables que el ecosistema pueda reponer más rápido de lo que se agota.

Modelo circular integrado: Se adopta un enfoque más integrado con el uso del análisis del ciclo de vida (ACV), en el que los diseñadores pretenden eliminar los impactos negativos sobre el capital natural en todas las etapas del ciclo de vida de un producto. Este modelo se centra en el abastecimiento y la producción. El ACV también mide y minimiza los efectos adversos previstos del uso y la eliminación final durante la fase de diseño del producto. Por eso, los diseñadores de productos se centran en la posibilidad de reparación, actualización, reutilización, facilidad de desmontaje y reciclado de todos los componentes de un producto.

Modelo responsable de fin de vida: En este modelo, la gente devuelve los productos después de su uso al fabricante, que tiene un interés económico directo en extraer todos sus valores recuperables. El diseño de los productos se centrará en que la recuperación del valor después del uso sea fácil y eficaz. Se puede ofrecer a los usuarios incentivos para que devuelvan los productos o comprometerse contractualmente a ello en sus planes de "producto como servicio" (PaaS). Estos acuerdos son la forma más exitosa del modelo de responsabilidad de por vida: la propiedad de los productos nunca sale del fabricante. Los usuarios sólo pagan por el acceso temporal al rendimiento que ofrecen los productos y luego lo devuelven. Esto también puede animar a más personas a confiar en los mismos productos para satisfacer sus necesidades ("economía colaborativa").

6.2. REUTILIZAR LOS MODELOS DE NEGOCIO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Normalmente, **hay dos tipos de procesos de reutilización**. El primero ofrece algún tipo de servicio de intermediación y listado, y el otro proporciona el espacio físico (almacén o escaparate) para almacenar los materiales existentes para su reutilización. Algunos ejemplos de operaciones de reutilización son [80]:

- **Las tiendas de trueque** recogen materiales usados que normalmente se tirarían y los ponen a disposición de los empleados o del público a bajo coste o sin coste alguno. Las tiendas de trueque de las empresas e industrias pueden designarse como áreas donde los empleados pueden recoger artículos usados. Los gobiernos locales pueden establecer tiendas de trueque en los vertederos o centros de recogida donde el público puede dejar artículos reutilizables no peligrosos y comprar suministros que puedan utilizar.

- **Los almacenes de excedentes** aceptan productos no deseados y los ponen a la venta internamente a otros organismos o al público. Los almacenes de excedentes suelen ser gestionados por grandes instituciones, como universidades y gobiernos. Constituyen una buena fuente de equipos, herramientas y suministros usados para los almacenes de excedentes, las instituciones y los gobiernos locales.

- **Las bolsas de chatarra** aceptan los excedentes de chatarra industrial o de impresoras y los distribuyen gratuitamente o los venden a un coste nominal a escuelas, guarderías, centros especializados y organizaciones sin ánimo de lucro con programas artísticos. Las escuelas y otras organizaciones pueden ponerse en contacto con las empresas directamente o recurrir a una bolsa de chatarra para conseguir suministros de chatarra.

- **Los servicios de intercambio de materiales industriales** son programas de intercambio de residuos para empresas e industrias que asocian a los productores de "residuos" reutilizables con otras empresas que pueden utilizar estos artículos o materiales. Estos programas intercambian información en el lugar de los residuos recogiendo información sobre los residuos y materiales sobrantes disponibles o deseados y publicándolos en boletines, catálogos o servicios de tablón de anuncios electrónicos. Las empresas se comunican directamente entre sí o pasan por el servicio de intercambio.

- Los procesos **individuales de** reutilización de materiales se dirigen a materiales específicos y se llevan a cabo de forma continua o como eventos de un día.

- **Las tiendas de segunda mano** pueden ser de tipo privado o sin ánimo de lucro, y algunas tienen artículos usados que venden, mientras que otras reciben consignaciones. Muchas organizaciones sin ánimo de lucro crean tiendas de segunda mano en beneficio de escuelas locales, hospitales y otros proyectos comunitarios. Aunque las tiendas de segunda mano no se consideran tradicionalmente una opción de reducción de residuos, ofrecen una salida para los artículos que pueden reutilizarse en lugar de tirarse.

Estos modelos de reutilización tienen potencial en los siguientes ámbitos [81]:

- reducir los costes,
- fidelizar la marca,
- adaptarse a las necesidades individuales,
- mejorar la experiencia del usuario,
- optimización de las operaciones y recopilación de información.

6.3. ALGUNOS EJEMPLOS DE MODELOS EMPRESARIALES DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA REUTILIZACIÓN QUE PROPORCIONAN OPORTUNIDADES

Contenedores de transporte reutilizables: Uno de los mayores impactos que pueden tener las empresas y la industria en la reducción de los residuos que acaban en los vertederos es la sustitución de los contenedores de envío desechables por otros reutilizables. A lo largo de su vida útil, un contenedor de envío reutilizable de 2 pies cúbicos de plástico para 250 veces sustituirá a 250 cajas de cartón desechables, reduciendo los residuos en un 98,5% y los costes por uso hasta en un 92% [80].

Envases reutilizables: Los envases reutilizables son una parte fundamental de la solución para eliminar la contaminación por plástico. Las organizaciones reconocen que, siempre que sea apropiado, deben explorarse modelos de negocio de reutilización para reducir la necesidad de envases de plástico de un solo uso. A nivel mundial, la sustitución de sólo el 20% de los envases de plástico de un solo uso por alternativas reutilizables supone una oportunidad de al menos 10.000 millones de dólares [81].

Programas de circuito cerrado: Se aplican principalmente a los artículos de embalaje, por ejemplo, cuando una empresa participa en el transporte regular de mercancías desde una instalación central de fabricación a los almacenes o desde los almacenes a los puntos de venta. En estos casos, el uso de "envases de transporte" reutilizables, como las cajas de plástico o los palés, presenta importantes ventajas. Los beneficios de la reutilización en circuito cerrado se deben principalmente a los bajos costes adicionales de transporte asociados a la devolución de vehículos con cajas vacías [8].

Programas de botellas rellenables: Las botellas rellenables están muy extendidas en muchos países europeos; por ejemplo, en Dinamarca el 98% de las botellas son rellenables y el 98% de ellas son devueltas por los consumidores. Estos sistemas suelen estar respaldados por leyes de depósito y otras normativas [8].

Centros de reutilización y compras virtuales: Estos servicios facilitan el intercambio y la redistribución de materiales y equipos no deseados pero perfectamente utilizables de una entidad a otra. Las organizaciones que se benefician de ambos lados de este servicio (como donantes, vendedores, compradores o compradores) pueden ser empresas, organizaciones sin ánimo de lucro, escuelas, grupos comunitarios y particulares.

Producto como servicio (PaaS): PaaS prioriza la experiencia sobre la propiedad de un producto. Se trata de una combinación de productos seguida de los servicios del fabricante. Este modelo de negocio puede aplicarse a una amplia gama de productos, como productos electrónicos, fabricantes de equipos originales y muebles [82].

Modelo de negocio de reutilización de armarios compartidos: Este modelo de negocio de reutilización se ha aplicado durante décadas sobre todo en instalaciones sin ánimo de lucro,

como organizaciones benéficas y servicios municipales. Este modelo se ha extendido recientemente a los mercados en línea con fines lucrativos, como el Australian Clothing Exchange y el danés TrendSales, que ponen en contacto a usuarios particulares que desean vender, comprar o intercambiar ropa. Estos modelos de mercado pueden adoptar muchas formas, como el armario compartido, incluyendo modelos de negocio basados en la plataforma de intercambio [83].

Algunos buenos ejemplos de modelos de negocio de reutilización están en estos enlaces:

- **Bucle:** <https://loopstore.com/>
- **Globelet:** <https://www.globelet.com/>
- **Repack:** <https://www.repack.com>
- **reCIRCLE :** <https://www.recircle.ch/en/>
- **Vrhnik:** <https://vrhnik.si/>
- **Recarga:** <https://www.refillapp.com/>
- **Oobject:** <https://oobject.com/>
- **EME:** https://excessmaterialsexchange.com/en_us/

REFERENCIAS/Enlace a recursos en línea e imágenes específicas

- [1] Zhang, C., Hu, M., Di Maio, F., Sprecher, B., Yang, X., Tukker, A., 2021. 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 (2022): 1-13.
- [2] Kalmykova, Y., Sadagopan, M., Rosadoc, L., 2018. Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation & Recycling*, 135 (2018): 190–201.
- [3] EEB, Link: <https://eeb.org/>
- [4] Interreg Europe, 2020: Link: <https://www.interregeurope.eu/>
- [5] <https://zerowasteurope.eu/about/about-zero-waste/>
- [6] <https://www.solarschools.net/knowledge-bank/sustainability/reduce-reuse-recycle>
- [7] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics
- [8] <https://en.wikipedia.org/wiki/Reuse>
- [9] <https://content.ces.ncsu.edu/before-you-recycle-choose-to-reuse>
- [10] https://loadingdock.org/redo/Benefits_of_Reuse/body_benefits_of_reuse.html
- [11] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Reuse_of_waste
- [12] <https://zerowastecities.eu/webinar/creating-effective-systems-for-reuse/>
- [13] Abdul-Rahman, F., 2021. Reduce, Reuse, Recycle: Alternatives for Waste Management. Guide G-314. NM State University. Link: https://aces.nmsu.edu/pubs/_g/G314/welcome.html
- [14] <https://www.open.edu/openlearncreate/mod/oucontent/view.php?id=80574&printable=1>
- [15] <https://lessismore.org/materials/30-reuse-tips/>

- [16] Sherman, R., 2021. Before You Recycle, Choose to Reuse. NC State Extension Publications. Link: <https://content.ces.ncsu.edu/before-you-recycle-choose-to-reuse>
- [17] <https://www.epa.gov/recycle/reducing-and-reusing-basics>
- [18] <https://recyclingnearyou.com.au/education/25-things-to-reuse>
- [19] <http://www.dec.ny.us/website/dshmr/redrecy>
- [20] <https://ec.europa.eu/>
- [21] Foster, G., 2020. Circular economy strategies for adaptive reuse of cultural heritage buildings to reduce environmental impacts. Resources, Conservation and Recycling, 152 (2020): 1-14.
- [22] <https://www.netregs.org.uk/environmental-topics/waste/reduce-reuse-and-recycle-your-business-waste/reusing-waste/>
- [23] <https://www.science.org.au/curious/earth-environment/transforming-food-waste-making-something-out-rubbish>
- [24] <https://myheartbeats.com/reuse-13-things-normally-throw-away/>
- [25] <https://moveforhunger.org/reusing-food-waste-scraps-leftovers>
- [26] Quazi, H. B., Koenig, A. 2001. Effect of air recirculation and reuse on composting of organic solid waste. Resources, Conservation and Recycling, 33 (2001) 93–111.
- [27] <https://www.conserve-energy-future.com/smart-ways-recycle-food-waste.php>
- [28] <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editor/dosya/Kompost.pdf>
- [29] TC. Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıdanı Koru Sofrana Sahip Çık, Gıda Artık ve Atıklarından Kompost Yapımı, Bursa Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü'nün destekleriyle hazırlanmıştır, 2021
- [30] Editor(s): P Lens, B Hamelers, H Hoifink, W Bidlingmaier, Resource Recovery and Reuse in Organic Solid Waste Management, IWA Publishing, 2004, ISBN13: 9781843390541 eISBN: 9781780402765
- [31] https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/batteries-and-accumulators_en
- [32] https://www.usa.ev-battery-recycling.com/?utm_medium=ppc&utm_source=adwords&utm_term=electrical%20waste&utm_campaign=BTE+2020+All&hsrc=130639420512&hsrc_net=adwords&hsrc_cam=15359186573&hsrc_src=g&hsrc_ad=564002039717&hsrc_acc=7549439803&hsrc_tgt=kwd-329795233195&hsrc_ver=3&hsrc_kw=electrical%20waste&hsrc_mt=b&gclid=Cj0KCQiAwaCOBhCdARIsAEPyW9ldFy1PWeFocFUKAKNE6lqhB2jT5wv9dBHsV0h-EdN_UM58YmsgRBlqArllEALw_wcB
- [33] <https://transmetal.co.uk/reduce-reuse-recycle-metals/>
- [34] <https://www.metalmenrecycling.com.au/3-ways-to-reuse-household-metals/>
- [35] Steel - The permanent material in the circular economy, World Steel Association, 2016. ISBN 978-2-930069-86-9 Design by double-id.com
- [36] https://www.steelconstruction.info/Recycling_and_reuse
- [37] Branca, T.A., Colla, V., Algermissen, D., Granbom, H., Martini U., Morillon, A., Pietruck, R., Rosendahl, S., 2020. Reuse and Recycling of By-Products in the Steel Sector: Recent Achievements Paving the Way to Circular Economy and Industrial Symbiosis in Europe, Metals 345(2020) 10, doi:10.3390/met10030345.
- [38] <https://www.cevemuhendisligi.org/index.php/sifir-atik/1103-kompozit-atiklarin-geri-kazanimi#:~:text=Kompozit%20at%C4%B1klar%20geri%20kazan%C4%B1m%20tesislerinde,hali%20getirilir%2C%20mobilya%20yap%C4%B1m%C4%B1nda%20kullan%C4%B1%C4%B1r.>
- [39] <https://www.compositesworld.com/articles/reselling-reusing-composite-materials-and-parts>
- [40] Krauklis, A.E., Karl, C.W., Gagani, A.I., Jørgensen, J.K., 2021. Composite Material Recycling Technology—State-of-the-Art and Sustainable Development for the 2020s, Journal of Composites Science, J. Compos. Sci. 28(2021) 5, <https://doi.org/10.3390/jcs501002>
- [41] <http://www.radikal.com.tr/radikalist/geri-donusumle-eyde-yapabileceginiz-15-yaratici-esya-1220210/>
- [42] <https://outride.rs/en/the-repairers-how-europeans-are-fighting-e-waste-through-circular-economy-initiatives/>
- [43] Barapatre, S., Rastogi, M., 2021. e-Waste Management: A Transition Towards a Circular Economy, Chapter , Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2021 C. Baskar et al. (eds.), Handbook of Solid Waste Management, https://doi.org/10.1007/978-981-15-7525-9_68-1

- [44] Rene, E.R., Sethurajan, M., Ponnusamy, V.K., Kumar, G., Dung, T.N.B., Brindhadevi, K., Pugazhendhi, A., 2021. Electronic waste generation, recycling and resource recovery: Technological perspectives and trends, *Journal of Hazardous Materials*, 416(2021) 125664, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125664>
- [45] <https://ewasteaus.com/process/>
- [46] <http://www.gclcevre.com/e-atik-geri-donusum-faydalari>
- [47] Geraldo Cardoso de Oliveira Neto*, Auro de Jesus Cardoso Correia, Adriano Michelotti Schroeder, Economic and environmental assessment of recycling and reuse of electronic waste: Multiple case studies in Brazil and Switzerland, *Resources, Conservation & Recycling* 127(2017) 42-55, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.011>
- [48] Rabnawaz juj, Farhan Hussain Wagan, Abdullah Sand, Ghulam Hussain Wagan, Reuse of glass in concrete analysis with minimizing impact of solid waste on environment, *MOJ Civil Engineering*, 2018, 4(3):131–134, DOI: 10.15406/mojce.2018.04.00109
- [49] <http://yapiguncesi.blogspot.com/2011/04/sise-duvar.html>
- [50] Gol, A., Yilmaz, A., Kacar, E., Simsek, S., Santas, Z.G., Ture, Ç., Arslan, M., Bekmezci, M., Burhan, H., Sen, F., 2021. Reuse of glass waste in the manufacture of ceramic tableware glazes, *Ceramics International*, 47(2021) 21061-21068, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.04.108>
- [51] Demir, I., 2009. Reuse of waste glass in building brick production, *Waste Management & Research* 27(2009) 572–577, ISSN 0734–242X, DOI: 10.1177/0734242X08096528
- [52] <https://www.techni-glassinc.com/2019/04/sustainable-glass-reuse-and-recycle/#:~:text=Glass%20jars%2C%20bottles%2C%20and%20other,sanitize%20the%20glass%20between%20uses!>
- [53] <https://www.forgerecycling.co.uk/blog/reuse-glass-jar/>
- [55] <https://sustainability.uic.edu/green-campus/recycling/paper-waste-reduction/>
- [56] <https://www.larton.com.tr/tr/bizden-haberler/dunyada-kagit-uretimi-ve-tuketimi>
- [57] Calegari, E.P., Porto, J.S., Angrizani, C.C., de Oliveira, B.F., Duarte, L.d.C., Amico, S.D., 2017. Reuse of waste paper and rice hulls as filler in polymeric matrix composites, *Revista Materia*, 22(2017) 2, ISSN 1517-7076 artigo e-11846, 10.1590/S1517-707620170002.0179
- [58] Ojo, E. O. Okwu, M., Edomwonyi-Out, L., Oyawale, W.A., 2019. Initial assessment of reuse of sustainable wastes for fibreboard production: the case of waste paper and water hyacinth, *Journal of Material Cycles and Waste Management* 21(2019) 1177–1187 <https://doi.org/10.1007/s10163-019-00871-z>
- [59] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852403000282> makale
- [60] <https://www.forgerecycling.co.uk/blog/paper-how-to-reuse-it/>
- [61] <https://www.ecoideaz.com/showcase/10-ways-re-use-waste-paper>
- [62] <https://www.bioenergyconsult.com/tag/reuse-of-paper-waste/>
- [63] <https://myheartbeets.com/reuse-13-things-normally-throw-away/>
- [64] <https://sifiratik.gov.tr/plastik-atik>
- [65] <https://www.centerforecotecnology.org/plastic-pollution/>
- [66] <https://www.thebetterindia.com/58509/reuse-plastic-bottles-reduce-pollution-waste/>
- [67] Abu Abdo, A.M., 2017. Investigation the effects of adding waste plastic on asphalt mixes performance, *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(2017) 15 4351-4356, ISSN 1819-6608, Asian Research Publishing Network (ARNP).
- [68] Abu Abdo, A.M., Khater, M.E., 2018. Enhancing the performance of asphalt binders by adding plastic waste, *Proceedings of the International Conference on Civil and Infrastructure Engineering, ICCIE - 2018 March 13 – 15, 2018, Ras Al Khaimah, UAE*
- [69] Hayat, U., Rahim, A., Khan, A.H., Rehman, Z.U., 2020. Use of plastic wastes and reclaimed asphalt for sustainable development, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 15(2020) 2, 182-196, ISSN 1822-427X/eISSN, <https://doi.org/10.7250/bjrbe.2020-15.479>
- [70] Angelone, S., Casaux, M.C., Borghi, M., Martinez, F.O., 2016. Green pavements: reuse of plastic waste in asphalt mixtures, *Materials and Structures* 49(2016), 1655–1665, DOI 10.1617/s11527-015-0602-x
- [71] Mansour, A.M.H., Ali, S.A., 2015. Reusing waste plastic bottles as an alternative sustainable building material, *Energy for Sustainable Development*, 24(2015) 79-85, <https://doi.org/10.1016/j.esd.2014.11.001>

- [72] <https://nonwoventechnology.com/tekstil-geri-donusumu-hem-ekonomiye-hem-dogaya-buyuk-katki-sagliyor/>
- [73] <https://www.escarus.com/tekstil-sektorunde-atik-yonetimi>
- [74] <https://www.textiletoday.com.bd/recycling-textile-wastes/>
- [75] <https://www.bbc.com/future/article/20200710-why-clothes-are-so-hard-to-recycle>
- [76] <https://www.zerowastescotland.org.uk/>
- [77] Gillabel, J., Manshoven, S., Grossi, F., Mortensen, L.F. and Coscieme, L., 2021. Business Models in a Circular Economy. Eionet Report - ETC/WMGE 2021/2.
- [78] Shahbazi, K., 2021. 10 circular business model categories. Link: <https://www.boardofinnovation.com/blog/circular-business-model-examples/>
- [79] <https://www.triodos-im.com/articles/2017/remodeling-circular-economy-business-models>
- [80] Rothenberg, S., Ryen, E.G., Sherman, A.G., 2019. The Evolution of Research on Sustainable Business Models: Implications for Management Scholars. *Journal of Environmental Sustainability*, 7(1):28-51.
- [81] <https://plasticsmartcities.org/products/reuse-models>
- [82] <https://waste4change.com/blog/5-circular-economy-business-models/>
- [83] Guldmann, E., 2016. Best Practice Examples of Circular Business Models. The Danish Environmental Protection Agency. ISBN no. 978-87-93435-86-5.

RECICLAR

José Vicente Gisbert, Adrián Mota, María Ventura
FUE-UJI, ES

1. DEFINICIÓN

La economía circular se basa en la modificación de la forma de generación y conservación del valor de los recursos a través de técnicas basadas en el análisis del ciclo de vida y la consideración de los residuos como producto; de ahí el concepto de residuo cero.

Desde esta perspectiva, el concepto de basura o residuo se elimina de la terminología económica y, por tanto, el resultado de los flujos de producción debe ser considerado como un nuevo producto que, según la definición, debe pasar a formar parte del ciclo productivo en alguna de sus diferentes fases a través de las técnicas adecuadas. El reciclaje es una de estas técnicas.

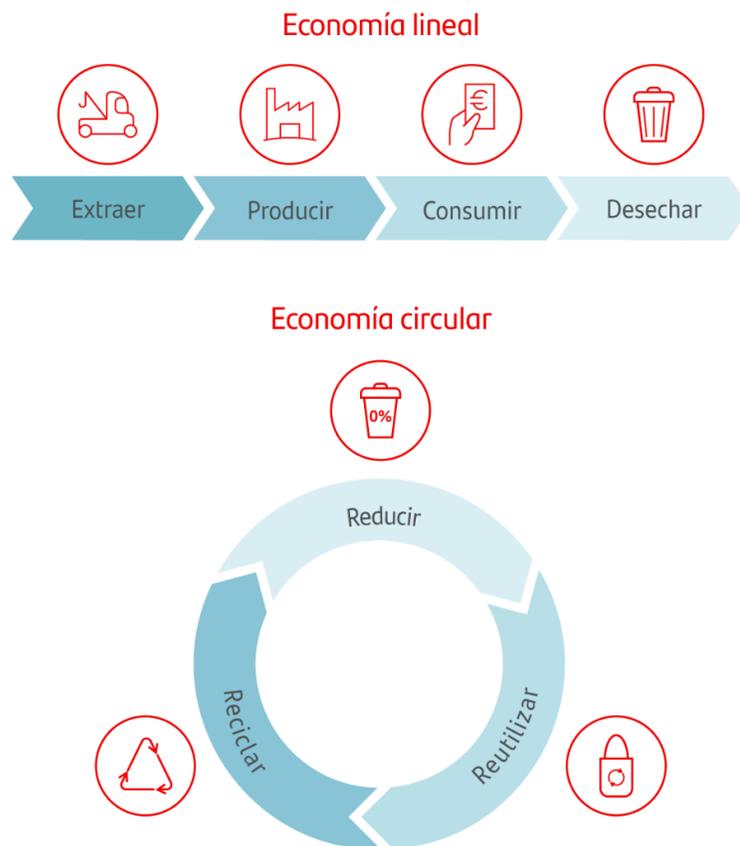


Figura 28. Enfoques de economía lineal y circular

La Directiva 2008/98/CE define el reciclaje como "cualquier operación de recuperación mediante la cual los materiales de desecho se reprocessan en productos, materiales o sustancias, ya sea para los fines originales o para otros. Incluye el reprocessamiento de material orgánico, pero no incluye la recuperación de energía ni el reprocessamiento en materiales que vayan a utilizarse como combustibles o para operaciones de relleno".

Según la doctrina de la Comisión Europea, "la prevención de residuos debe ser la primera prioridad de la gestión de residuos y la reutilización y el reciclaje del material deben ser preferidos a la recuperación energética de los residuos, en la medida en que sean las mejores opciones ecológicas".



Figura 29. Componentes clave de la economía circular

En este sentido, la UE ha definido como jerarquía de residuos un orden de prioridades para la prevención y gestión de los mismos:

1. Prevención
2. Preparación para la reutilización
3. **Reciclaje**
4. Otros tipos de recuperación (por ejemplo, recuperación de energía)
5. Eliminación

Al mismo tiempo, encomienda a los Estados miembros que adopten medidas para promover un reciclaje de alta calidad, estableciendo una recogida selectiva de residuos para los sectores de reciclaje correspondientes.

En este sentido, fija como objetivo garantizar antes de 2020 el aumento de al menos el 50% de su peso global, la preparación para la reutilización y el reciclaje de materiales de desecho como: papel, metales, plástico y vidrio de los residuos domésticos y otras fuentes.

La Fundación Ellen Macarthur define el reciclaje como:

"Transformar un producto o componente en sus materiales o sustancias básicas y reprocesarlos en nuevos materiales. En el proceso se pierden la energía y el valor incorporados. En una economía circular, el reciclaje es la acción de último recurso".

2. LEGISLACIÓN

A.- EUROPEA

Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas directivas (Texto pertinente a efectos del EEE) (texto consolidado).

Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre residuos (Texto pertinente a efectos del EEE).

B.- NACIONAL

Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados

Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos

C.- COMUNIDAD AUTÓNOMA

Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de residuos de la Comunidad Valenciana

3. EL PROCESO DE RECICLAJE DE DIFERENTES MATERIALES

Proceso de reciclaje del papel

El papel usado debe recogerse y separarse de otros residuos para evitar que se manche y contamine.

El papel pasa por las siguientes fases:

1. Conversión en pasta de celulosa

El papel se vuelve a convertir en pasta de celulosa mediante procesos químicos y mecánicos. La pasta procedente de todo el material recuperado en un instrumento llamado pulper, donde se mezcla con agua. A continuación, se trata con diferentes sustancias y minerales para que tenga las propiedades deseadas.

2. Tamizado

Esta pasta de celulosa se hace pasar por un tamiz, que se encarga de expulsarla en una fina capa sobre la tela de la máquina de papel, por donde circula la pasta. Se forma una lámina que, colocada sobre la tela o malla, comienza a secarse.

3. Limpieza de la pulpa

A continuación, se centrifuga todo el material para que sus diferentes elementos se separen por su densidad. El siguiente paso consiste en eliminar la tinta con burbujas de aire. A continuación, toda esta pasta de papel se lava para eliminar las pequeñas partículas que puedan quedar mediante la limpieza, el destintado y la separación de la pasta limpia de los residuos.

4. Refinamiento y blanqueo

A continuación, la pasta de papel se depura mediante filtración y centrifugación para eliminar posibles partículas de elementos no fibrosos como alambres, lacas, arenas o cuerdas, entre otros. Posteriormente, el papel se blanquea, generalmente con peróxido de hidrógeno o hidrosulfito de sodio.

5. Preparación del papel reciclado

La pasta pasa por una serie de rodillos y agujeros cuya parte exterior está formada por una malla. El objetivo es eliminar el resto de agua. Cuando ha obtenido una determinada consistencia, el resto de la humedad se elimina mediante presión y calor. Una vez seca, las fibras originalmente separadas y húmedas se juntan y se secan para formar el papel final.

Proceso de reciclaje de plásticos

1. Recepción de materias primas

Se pueden reciclar diferentes materiales plásticos (HDPE, LDPE, PP, PET, PS, ABS...). La calidad del material debe ser preclasificada y puede provenir de diferentes aplicaciones.

2. Proceso de selección

Se separan los materiales plásticos que no son aptos debido a la baja calidad de la tipología (etiquetas, materiales ferrosos, partículas, etc.). A continuación, los plásticos también se separan en función de los colores.

3. Triturado

Las piezas se rompen y se trituran mediante un juego de cuchillas giratorias, reduciéndolas a pequeños trozos. La granulometría del plástico es homogénea.

4. Lavado

El plástico se introduce en lavanderías industriales. En el fondo del fregadero se depositan posibles impurezas como suciedad, piedras, metales, cartón, PVC, etc.

5. Secado e hilado

El material extraído de las lavanderías pasa a las centrifugas, donde, además de realizar las funciones de secado, eliminarán las impurezas que aún pudieran escapar de las lavanderías.

6. Homogeneización

Una vez triturado, lavado y secado, el plástico se almacena en un gran silo. Un proceso mecánico lo mezclará hasta que el material sea homogéneo en color, textura y comportamiento.

7. Extruido

El calor y la fricción permiten la plastificación y uniformización de las partículas.

8. Filtrado

Con la textura y fluidez necesarias, el alambique de plástico se filtra para evitar las impurezas adheridas al material: restos de cartón, pequeños trozos de madera, tela, etc.

9. Granceado

El plástico sale del cabezal de la extrusora en forma de monofilamentos o hilos que se enfrían en contacto con el agua depositada en la bañera. Los hilos pasan a la fosa, donde una cuchilla giratoria los corta, obteniendo el grano o pellet correspondiente.

10. Análisis y control de calidad

La producción de pellets se divide en lotes, donde se analizan las principales características (fluidez, densidad, cenizas, etc.).

11. Envasado

Los pellets se trasladan mediante una instalación neumática a un depósito donde un ciclón elimina la humedad residual. Posteriormente, el producto se envasa según los requisitos del cliente.

12. Almacenamiento

Un buen almacenamiento del producto terminado es fundamental para evitar posibles daños: golpes, inclemencias del tiempo, deterioro, etc.

13. Logística

El material está listo para ser entregado.

Proceso de reciclaje del vidrio

Depositar el vidrio en los contenedores.

Los ciudadanos introducen los tarros y botellas en los contenedores correspondientes.

Recogida selectiva

Los camiones cargan todo el vidrio en los contenedores para transportarlo a la planta de tratamiento.

Llegada a la planta de tratamiento y limpieza

Los camiones descargan el vidrio usado. A continuación, se retiran las impurezas (tapas, tapones, restos de metal o plástico, así como cerámica y porcelana).

Trituración del vidrio

Una vez seleccionado, se realiza un proceso de trituración en el que no es necesario el uso de agua.

Eliminación de restos y obtención de la materia prima

El vidrio triturado pasa por máquinas con lectores ópticos que eliminan cualquier resto opaco, obteniendo el calcín. Se trata de pequeños trozos de vidrio limpio que se convierten en materia prima para generar nuevos objetos.

4. PROCESOS DE RECICLAJE INNOVADORES

Plástico

Hacer que el polipropileno sea más reciclable

PureCycle Technologies ha desarrollado un proceso revolucionario para eliminar el color, el olor y los contaminantes de los residuos de plástico de polipropileno y transformarlos en una resina maleable y pura que es la base de los productos de plástico. El polipropileno es el segundo plástico más utilizado en el mundo, pero actualmente sólo se recicla un 1%.

Desarrollo de carreteras de plástico

Companies are now testing a new strategy of melting down plastic products, combining additives and using the mixture to pave roads. MacRebur is one of the pioneers in the construction of plastic roadways using single-use plastics.

Eco-Bricks

Con los Ecobricks, las botellas de plástico vacías se rellenan con plásticos limpios, secos y de un solo uso, metidos en su interior hasta el borde. Esto las hace resistentes y como un ladrillo, que luego pueden servir como bloques de construcción reutilizables para varios propósitos como construir mesas, camas, escenarios o incluso paredes.

Plástico de madera

El Centro de Investigación Técnica de Finlandia VTT ha creado un material compostable a partir de subproductos agrícolas y forestales que puede utilizarse para envasar artículos como muesli, frutos secos y arroz. Estas alternativas plásticas a los subproductos de la madera son estupendas para reducir el consumo de plástico que tenemos en la industria de los envases.

Impresión en 3D del mobiliario urbano

Piezas de productos de plástico reciclado se utilizan para imprimir en 3D mobiliario urbano, como bancos. Empresas como "The New Raw" lo han hecho. Sin embargo, este es solo uno de los usos de la impresión 3D con plástico desechado: piensa en qué otras cosas podríamos imprimir en 3D; las posibilidades son infinitas.

Utilizar imanes para hacer del plástico reciclable un material de envasado más eficaz

Aronax Technologies ha descubierto que el uso de un aditivo magnético en el plástico reciclable puede crear un mejor aislamiento del aire y la humedad. El aditivo dotará a

los plásticos de una capacidad mucho mayor para bloquear gases como el oxígeno, pero podrá identificarse y separarse en la fase de reciclaje. Esto hace que sea adecuado para proteger productos sensibles como el café y los productos médicos sin dejar de reciclar.

Refugios de plástico para refugiados

El número de refugiados y personas sin hogar en el mundo ha aumentado. Esto plantea la necesidad de encontrar soluciones de alojamiento asequibles. Investigadores de la Universidad de Bath han trabajado con la empresa de ingeniería de plásticos Protomax para diseñar y probar refugios reutilizables. El material utilizado para los refugios se llama Storm Board y está compuesto por residuos de plástico reciclado. Este tipo de viviendas, de bajo coste y fáciles de construir, serán cada vez más demandadas en los próximos tiempos y pueden formar parte de una solución a la gran pandemia de residuos plásticos.

Macetas hechas de plástico reciclado

Una historia de éxito holandesa: la empresa Elho, de Tilburg, lleva varios años utilizando residuos de plástico como materia prima. Su lema: "Dale espacio a la naturaleza". Desde las regaderas hasta las macetas de todos los colores posibles: ¡todos los pulgares se vuelven verdes por sí mismos! Por ejemplo, una regadera de Elho está hecha con 12 botellas de plástico de detergente líquido.

Paja en lugar de espuma de poliestireno

La empresa Landpack, de la ciudad bávara de Alling, fabrica materiales aislantes con paja. Las esteras de paja aíslan tan bien como el poliestireno y pueden utilizarse en el transporte de alimentos, pero son mucho más ecológicas y baratas. Y los agricultores también obtienen algo: un comprador para su paja que no necesitan.

Vajilla desechable fabricada con residuos vegetales

Bio-Lutions, con sede en Hamburgo y Bangalore, ha desarrollado una solución eficaz para los residuos de plástico: Los envases compostables fabricados a partir de residuos vegetales. Para estos envases se pueden utilizar residuos agrícolas, es decir, componentes de plantas que ya no se utilizan para otros fines, como tomates, pimientos, calabacines, plantas de lúpulo o cáñamo, y paja y hierbas. No se utilizan aditivos químicos en todo el proceso de producción de las vajillas desechables. En Alemania, los productos de Bio-lutions ya están disponibles en PapStar, el fabricante de vajillas desechables para fiestas.

Vidrio

Secador de lecho fluidizado

El vidrio puede producirse fundiendo el cascajo como material de sustitución; ahorra energía y es más respetuoso con el medio ambiente porque hay que extraer menos materias primas: cada tonelada de cascajo utilizada puede ahorrar 1,2 toneladas en materias primas.

Pero el reto del reciclado de vidrio es que puede ser difícil saber exactamente lo que contiene el casco. En la actualidad, la práctica habitual de la industria es hacer pasar los cascos por una serie de operaciones que detectan y eliminan los objetos extraños.

La clasificación óptica utiliza cámaras de vídeo digitales equipadas con sensores para distinguir el vidrio de los materiales no transparentes, como la cerámica, la porcelana y la piedra. Si se detectan, se expulsan. Pero, por desgracia, estos sensores suelen quedar obstruidos por los residuos orgánicos del vidrio.

G.R.L. -Glasrecycling (empresa con sede en Bélgica) ha optado por una nueva combinación de tecnologías. Antes de someterse a la separación óptica, el vidrio pasa por dos unidades adicionales. La primera es el secador de lecho fluidizado, que bombea grandes cantidades de aire caliente a través del vidrio. Este proceso seca completamente cualquier material orgánico presente en el lote, haciendo que se adhiera al vidrio.

Esto puede parecer contraproducente, pero permite limpiar más fácilmente el vidrio en la segunda unidad, esencialmente, un gran tambor en el que se pule la materia orgánica desecada del vidrio.

Separación del vidrio óptico

Los residuos de envases de vidrio se separan, se limpian sin agua, se liberan de impurezas y se trituran en pequeños fragmentos.

Para facilitar este proceso, la empresa PICVISA ofrece el equipo de separación óptica ECOGLASS. Gracias a su tecnología aplicada basada en Visión Artificial y Deep Learning, identifica y separa los materiales según su composición química, formas y colores con versatilidad, rapidez y precisión. Estas máquinas reciben rechazos de refinado, de los que pueden separar el vidrio de materiales como la CSP (cerámica, piedras y porcelana) y otros materiales inadecuados.

La calidad del producto resultante es un vidrio con menos del 5% de finos de menos de 10 mm, con menos del 0,7% de porcelana, piedra y cerámica, y menos del 2% de impurezas.

Papel

Un reto clave ha sido determinar la eficiencia global del proceso de reciclaje de principio a fin. Las herramientas actuales pueden determinar la eficiencia con la que una planta de reciclaje procesa la materia prima en un momento dado, pero conseguir una imagen global de todo el proceso ha sido difícil de captar. El proyecto REFFIBRE de la UE ha desarrollado nuevas herramientas para lograr exactamente esto.

El concepto del proyecto es que, al recopilar información sobre el impacto potencial de los nuevos procesos, la entrada de materias primas y las innovaciones de los productos, y al combinar esta información con los datos clave de procesamiento, los fabricantes de papel estarán equipados para tomar las decisiones más informadas sobre cómo llevar a cabo sus operaciones de la manera más eficiente posible.

REFFIBRE comenzó identificando y probando varias herramientas de modelización de la producción y los procesos. Dado que la selección de la materia prima y la preparación de las existencias pueden influir en las propiedades de la pasta, se han desarrollado herramientas para predecirlas. Esto significa que ahora se pueden calcular parámetros clave, como la edad media de la fibra (número de veces que se ha utilizado una fibra antes de entrar en la fábrica de papel) y el número medio de usos (número de veces que se utilizará una fibra después de salir de la fábrica de papel).

Los socios de REFFIBRE también han trabajado en herramientas para ayudar a los fabricantes de papel a considerar cuestiones como el impacto en el uso de la energía fuera de la fábrica de papel y lo que ocurre si se introduce en el proceso material de reciclaje de calidad reducida.

REFERENCIAS

- [1]. <https://www.20minutos.es/noticia/4865411/0/el-ayuntamiento-de-estepona-se-suma-a-la-campana-solidaria-de-reciclaje-de-vidrio-contra-el-cancer-de-mama/>
- [2]. <https://www.leonoticias.com/alfoz/sanandresdelrabanedo/ecovidrio-ayuntamiento-andres-20211015122648-nt.html>
- [3]. <https://www.lanuevacronica.com/reciclar-vidrio-para-investigar-el-cancer-de-mama>
- [4]. <https://www.puertollano.es/puertollano-competira-con-catorce-ciudades-en-sumar-mas-reciclado-de-vidrio/>
- [5]. https://www.diariodealmeria.es/vivir/Ayuntamiento-Ecovidrio-Recicla-Vidrio-Cancer_0_1621339641.html
- [6]. <https://www.larazon.es/medio-ambiente/20211026/kwmj3byu7ve6xgsbfnt2p2koqm.html>

- [7]. <https://forococheelectricos.com/2021/10/leon-primera-planta-de-reciclaje-de-baterias-de-coches-electricos-de-espana.html>
- [8]. <https://forococheelectricos.com/2021/10/leon-primera-planta-de-reciclaje-de-baterias-de-coches-electricos-de-espana.html>
- [9]. <https://www.linkedin.com/pulse/deathlon-eliminate-plastic-paper-bags-all-stores-garc%C3%ADa-fern%C3%A1ndez/>
- [10]. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2018-6651>
- [11]. <http://eko3r.com/reciclaje-de-aceite-domestico/>
- [12]. https://ec.europa.eu/environment/topics/plastics/plastic-bags_en
- [13]. <https://ecoalf.com/es/p/materiales-80>
- [14]. <https://www.comercialaviles.com/blog/proceso-de-reciclaje-del-papel/>
- [15]. <https://hablandoenvidrio.com/la-cadena-del-reciclado-de-vidrio-1-la-planta-de-tratamiento/>
- [16]. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/descubre-cual-es-el-proceso-de-reciclaje-del-vidrio/>
- [17]. <http://www.recicladoslared.es/proceso-de-reciclaje-de-plasticos/>
- [18]. <https://www.ecoagricultor.com/el-reciclaje-del-vidrio-proceso-aplicaciones-y-ventajas/>
- [19]. <https://www.cheaperwaste.co.uk/blog/innovations-in-plastic-recycling-new-technology-and-initiatives/>
- [20]. <https://www.17goalsmagazin.de/en/9-innovations-to-up-cycle-plastic-waste/>
- [21]. https://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/good-practices/eu/759_en
- [22]. <https://picvisa.com/en/glass-recycling-efficient-process/>
- [23]. <https://phys.org/news/2016-09-methods-efficient-paper-recycling.html>

LEGISLACIÓN NIVEL NACIONAL Y DE LA UE

Julia Moreira, Rosie James

SwIdeas AB, SE

1. INTRODUCCIÓN

Una economía circular con cero residuos tiene potencial para crear nuevos puestos de trabajo, prácticas, modos de producción, consumo y vida, lo que refleja las ambiciones de los gobiernos locales, nacionales e internacionales. Estos gobiernos son fundamentales para apoyar la transición hacia una economía circular de cero residuos, especialmente cuando se trata de establecer normas y reglamentos que puedan ofrecer oportunidades de inversión y crear incentivos para la innovación. Sin embargo, los cambios en la esfera política suelen estar relacionados con las demandas emergentes de la sociedad, lo que significa que es necesario que tanto los ciudadanos como los académicos en Europa sean conscientes de la legislación actual en la UE y en sus propios países que obstaculizan o apoyan una economía circular de cero residuos. A través de esta concienciación, podemos trabajar para exigir un cambio político.

La esfera política es fundamental para promover y apoyar la adopción sostenible de medidas que fomenten la economía circular y de residuos cero. Puede impulsar los comportamientos tanto de los productores como de los consumidores, al tiempo que establece los incentivos necesarios para hacer posible estos cambios. En un mundo dirigido por los incentivos económicos y el objetivo de maximizar los beneficios y explorar las ventajas económicas, la legislación marca la diferencia para que algo pase de ser improbable a ser posible y ventajoso para las empresas, las comunidades y el medio ambiente. Cabe destacar que, dentro del actual sistema capitalista y orientado al beneficio, los incentivos económicos siguen impulsando a los productores a adoptar un enfoque lineal, al tiempo que conducen a los consumidores hacia el producto menos costoso. Por lo tanto, las políticas desempeñan un papel importante en el cambio de los resultados de los beneficios mediante la internalización de los costes ambientales, que en su mayoría se externalizan en la producción industrial. Esto puede incluir la imposición de las emisiones de CO₂, por ejemplo, o la disminución de los impuestos sobre los recursos renovables. Además, las legislaciones también pueden fomentar la transición hacia nuevas soluciones y normas, promoviendo la innovación y fomentando la aparición de nuevos mercados con un enfoque de economía circular (Vinnova, 2019).

Por lo tanto, transmitir la información sobre la legislación relacionada con la Economía Circular y el Residuo Cero a las personas de una manera que les anime a adoptar conceptos y prácticas sostenibles, así como a apoyar una transición desde la economía lineal, es crucial para que los ciudadanos empiecen a reflexionar sobre las legislaciones que están en vigor y exijan mejoras. Aprender sobre legislaciones como los planes de acción de la economía circular y cómo se desarrollaron es fundamental para mejorar la comprensión de cómo la legislación puede

cambiar rápidamente y los efectos que esto puede tener en el medio ambiente y en las innovaciones posteriores. De hecho, los resultados del Eurobarómetro de 2017 sobre actitudes medioambientales muestran que los ciudadanos de la UE consideran que las medidas legislativas son las más eficaces para abordar los problemas medioambientales, lo que indica la importancia percibida de las decisiones gubernamentales. Esto pone aún más de relieve la importancia de difundir información accesible sobre lo que representan estas legislaciones y los efectos que pueden tener en la protección del medio ambiente.

Es importante aclarar que las legislaciones establecen la ley y, por lo tanto, el procedimiento o la norma que deben seguir las personas y las organizaciones, mientras que una política es un curso o principio de acción adoptado o propuesto por una organización o un individuo, y una directiva es un acto jurídico de la Unión Europea que obliga a los Estados miembros a alcanzar determinados objetivos, sin limitarlos en la forma de lograrlo.

A continuación, se puede ver el procedimiento de adopción de actos legislativos en la Unión Europea:

En la actualidad, los gobiernos de todo el mundo tienen la obligación de establecer y aplicar medidas que ayuden a hacer frente al cambio climático, que el 93% de los ciudadanos de la UE considera un problema grave (Eurobarómetro, julio de 2021). En relación con esto, el consumo de recursos y la consiguiente eliminación de residuos representan importantes retos que deben abordarse si queremos alinear el desarrollo de nuestras sociedades con los límites planetarios y empezar a revertir la crisis climática. De hecho, "la extracción mundial anual de materiales se triplicó de 1970 a 2017" y "cerca de la mitad de las emisiones totales de gases de efecto invernadero y más del 90% de la pérdida de biodiversidad y del estrés hídrico provienen de la extracción y el procesamiento de recursos" (EUR-LEX, 2019). En consecuencia, los residuos cero y la economía circular han surgido como soluciones prometedoras cada vez más relevantes en los debates sobre el clima.

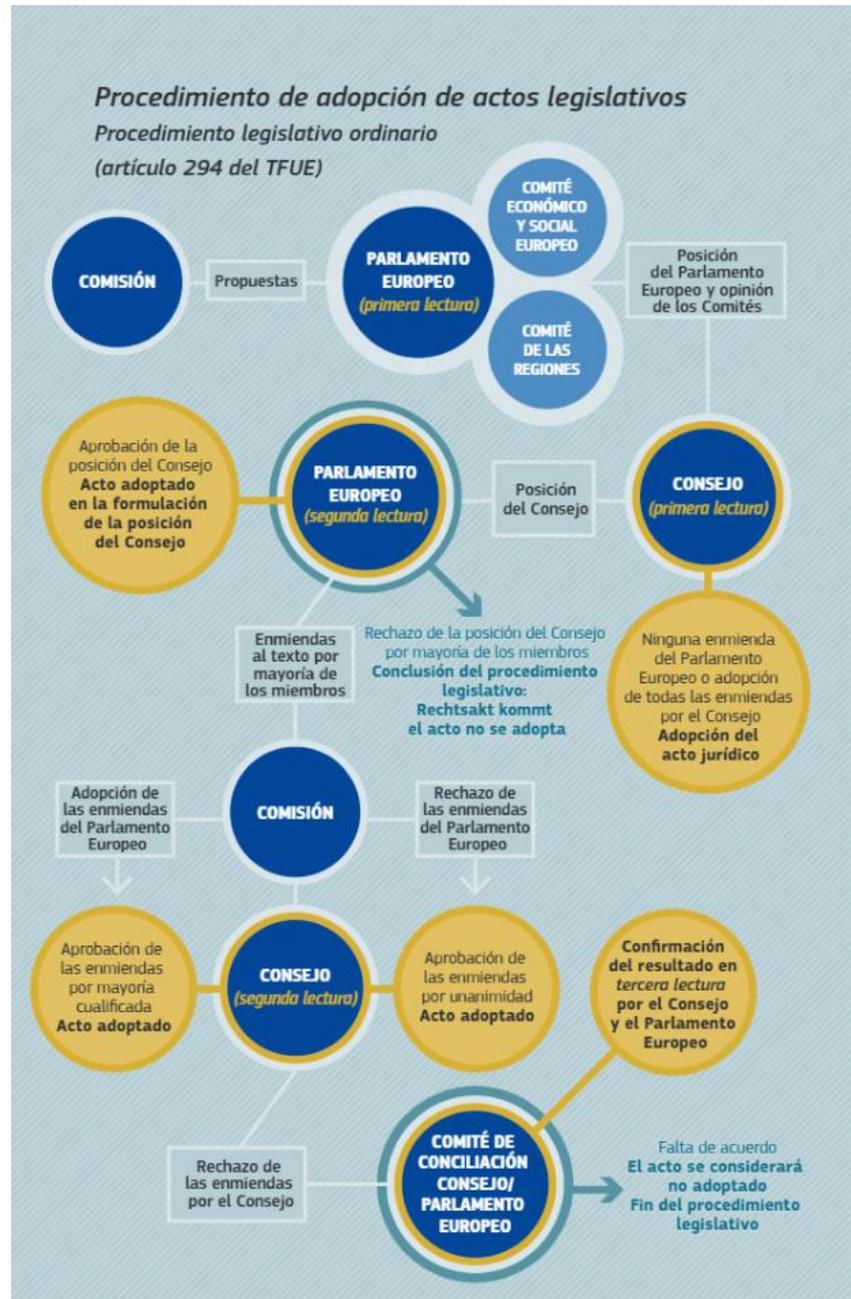


Figura 30. Procedimiento de adopción del acto legislativo

Fuente: (Borchardt, 2018) <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5d4f8cde-de25-11e7-a506-01aa75ed71a1>

2. ECONOMÍA CIRCULAR Y CAMBIO CLIMÁTICO: LO QUE HAN HECHO LOS GOBIERNOS HASTA AHORA

La aplicación de medidas a nivel europeo es esencial para crear una base común para la transición a una economía circular de cero residuos, para minimizar la pérdida de materiales en la Unión Europea, promover la creación de empleo y mejorar la transparencia entre las regulaciones que pueden facilitar las prácticas circulares, como el reciclaje y la reutilización. A nivel mundial, esto tiene el potencial de tener un impacto aún mayor. La transparencia es clave para garantizar que los diferentes actores de todo el mundo puedan reutilizar o reciclar los materiales de los productos a mayor escala. Además, el apoyo al diseño circular es esencial para minimizar los residuos, ya que prolonga la vida útil de los productos y hace posible el uso de materiales para nuevos fines.

La Unión Europea ya cuenta con un historial de aplicación de medidas medioambientales que, a la vez que promueven el crecimiento económico, han conseguido reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. De hecho, a lo largo de 28 años, mientras el PIB aumentó un 61%, las emisiones se redujeron un 23% en la UE (1990-2018) (AEMA, 2019). Sin embargo, en 2020, al menos el 50% de los 27 Estados miembros de la UE no estaban en camino de alcanzar el objetivo del 50% de la tasa de reciclaje para ese año, lo que plantea la necesidad de aumentar la velocidad y la ambición de los gobiernos para llevar a cabo políticas de economía circular y residuos cero (Zero Waste Europe, 2020).

Además, la Comisión Europea anunció en 2019 la inversión de 11.000 millones de euros en nuevas soluciones que aborden los retos de la sociedad e impulsen un crecimiento sostenible basado en la innovación. Este presupuesto incluye además una inversión de 1.000 millones de euros para apoyar la economía circular (Comisión Europea, 2019).

"En 2020, se destinan 206 millones de euros a proyectos para transformar sectores tradicionalmente intensivos en energía en industrias competitivas, bajas en carbono y circulares, y para reducir significativamente su huella medioambiental. 132 millones de euros apoyarán el desarrollo y la producción en Europa de la próxima generación de baterías, como parte del impulso hacia un futuro bajo en carbono y resistente al clima. Diez nuevos temas sobre los plásticos, con un presupuesto total de 135 millones de euros, contribuyen de diferentes maneras a la estrategia de la UE sobre los plásticos." (Comisión Europea, 2019)

2.1. LEGISLACIONES MEDIOAMBIENTALES A NIVEL MUNDIAL

En todo el mundo, los gobiernos se han reunido para alcanzar un acuerdo sobre el cambio climático y la protección del medio ambiente. Las conferencias sobre medio ambiente tienen su origen en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo (Suecia) en 1972. Desde entonces, los líderes mundiales se reúnen cada 20 años para debatir cuestiones de sostenibilidad, protección del medio ambiente y cambio climático..

En 1972 se adoptó la Declaración y el Plan de Acción de Estocolmo, en los que se establecían "los principios para la preservación y el mejoramiento del medio ambiente humano, con recomendaciones para la acción ambiental internacional". La Conferencia también creó el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el primer programa de la ONU centrado exclusivamente en cuestiones medioambientales" (Naciones Unidas, 2022).

En 1992, los líderes mundiales se reunieron en Río de Janeiro (Brasil) en la Cumbre de la Tierra. Durante esta cumbre, los líderes se reunieron para replantear el desarrollo económico y realizar soluciones para hacer frente a la contaminación y al agotamiento de los recursos naturales del planeta. Durante la cumbre, 172 gobiernos adoptaron tres grandes acuerdos, entre ellos:

- La Agenda 21, "un consenso mundial oficial sobre el desarrollo y la cooperación medioambiental. (...) La Agenda 21 pretendía reflejar un consenso internacional para apoyar y complementar las estrategias y planes nacionales de desarrollo sostenible. En ella se pedía a todos los Estados que participaran en la mejora, la protección y la mejor gestión de los ecosistemas, y que asumieran una responsabilidad común para el futuro" (Naciones Unidas, 2022).
- Declaración de Río que, con sus 27 principios, enfatizó la necesidad de la cooperación y la asociación de los Estados para "conservar, proteger y restaurar la integridad del ecosistema de la Tierra" (Ibid).
- "Declaración de Principios Forestales, un conjunto de principios para sustentar la gestión sostenible de los bosques en todo el mundo" (Ibid).

During the Summit, two legally binding instruments were also opened for signature: the United Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

A la Cumbre le siguió una Sesión Especial de la Asamblea General celebrada en 1997, la "Cumbre de la Tierra + 5", que pretendía examinar la aplicación de la Agenda 21 y proponer un programa para seguir aplicándola. En 2000, la Cumbre del Milenio estableció los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), que se revisaron en 2005, 2008 y 2010.

En 2002 se creó un nuevo Plan de Acción durante la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo. En 2012, Río volvió a ser sede de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, la Río + 20, tras la cual se creó la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el organismo mundial de alto nivel para la toma de decisiones sobre el medio ambiente. La Asamblea del Medio Ambiente se reúne para establecer las prioridades de las políticas medioambientales mundiales y desarrollar el derecho medioambiental internacional.

Dos años antes de la fecha límite de 2015 para cumplir los Objetivos de Desarrollo del Milenio, se celebró en Nueva York un evento especial. Durante este evento, los Estados miembros acordaron adoptar un nuevo conjunto de objetivos que se basaran en los fundamentos establecidos por los Objetivos de Desarrollo del Milenio. La Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo

Sostenible de 2015 dio origen a la Agenda 2030 y a sus diecisiete objetivos de desarrollo sostenible.

Ese mismo año, el primer acuerdo jurídicamente vinculante reunió a las naciones para "emprender esfuerzos ambiciosos para combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos" (Unfccc.int. 2022). Este acuerdo se conoce como el Acuerdo de París, adoptado el 12 de diciembre de 2015 por 196 Partes en la COP 21 de París.

"Su objetivo es limitar el calentamiento global muy por debajo de 2, preferiblemente a 1,5 grados centígrados, en comparación con los niveles preindustriales (...) El Acuerdo de París funciona en un ciclo de 5 años de acción climática cada vez más ambiciosa llevada a cabo por los países. Para 2020, los países presentan sus planes de acción climática conocidos como contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC)". (Ibid)

2.2. A NIVEL EUROPEO

EL PRIMER PLAN DE ACCIÓN DE ECONOMÍA CIRCULAR (2015)

El primer Plan de Acción de la Economía Circular establecido en 2015 rompió los silos políticos y estableció 54 acciones concretas en 7 áreas políticas: Productos químicos; Economía circular; Economía circular a nivel mundial; Industria; Plásticos; Desarrollo sostenible; Residuos y reciclaje. También revisó el marco legislativo sobre los residuos (Rizos, 2019) y adoptó un Marco de Seguimiento de la Economía Circular "para medir el progreso hacia una economía circular a nivel de la UE y nacional" (SB Insight, 2019). Se centró en la cooperación y la acción integral, abarcando todo el ciclo del producto, lo que lo hizo adecuado para diferentes contextos políticos y económicos. (Plan de Acción de Economía Circular de la Comisión Europea - Plataforma de Asociaciones de las Naciones Unidas para los ODS, 2020).

El plan se completó en su totalidad en 2019, y sus 54 acciones se han llevado a cabo, aunque el trabajo en algunas de ellas continúa más allá de 2019 (Comisión Europea, s.f.)

EL PACTO VERDE EUROPEO (2019)

El 11 de diciembre de 2019, la Comisión Europea presentó el Pacto Verde Europeo como respuesta a los retos que plantean el calentamiento global, la contaminación y la pérdida de biodiversidad. El Pacto Verde de la UE establece una ambiciosa hoja de ruta que incluye acciones para promover un uso más eficiente de los recursos para hacer frente al cambio climático, una idea en la que la economía circular es fundamental. Se define como "una hoja de ruta para hacer sostenible la economía de la UE convirtiendo los retos climáticos y medioambientales en oportunidades en todos los ámbitos políticos y haciendo que la transición sea justa e inclusiva para todos" (Comisión Europea, 2019). Como parte del Pacto Verde Europeo, los contextos locales de los Estados miembros de la UE se tienen en cuenta en el Mecanismo de Transición Justa, garantizando que los países con actividades más intensivas en carbono reciban un mejor apoyo durante la transición para proteger a los ciudadanos, las empresas locales y las infraestructuras del país (Comisión Europea, s.f.).

La ambición política del Pacto Verde Europeo es que la UE se convierta en el primer continente climáticamente neutro del mundo para 2050. Según los funcionarios de la UE, la economía circular, así como las nuevas leyes sobre residuos y reciclaje, pueden representar la mitad del esfuerzo de la UE para lograr este objetivo (Simon, 2019). La transición a una economía circular - en la que el valor de los productos, materiales y recursos se mantiene en la economía durante el mayor tiempo posible, y la generación de residuos se minimiza- es de hecho reconocida por la Comisión Europea como "una contribución esencial a los esfuerzos de la UE para desarrollar una economía sostenible, baja en carbono, eficiente en recursos y competitiva" y como una "oportunidad para transformar nuestra economía y generar ventajas competitivas nuevas y sostenibles para Europa" (Comisión Europea, 2015). Por esta razón, en 2015 la UE adoptó su primer plan de acción de economía circular que contenía 54 acciones concretas y ambiciosas en 7 ámbitos políticos (Productos químicos; Economía circular; Economía circular a nivel mundial; Industria; Plásticos; Desarrollo sostenible; Residuos y reciclaje) que se han cumplido para 2019 (Comisión Europea, s.f.1). Tras este exitoso esfuerzo, se ha establecido un segundo plan de acción de economía circular en 2020 como uno de los principales elementos del Pacto Verde Europeo.

Con el objetivo del Pacto Verde Europeo de promover el crecimiento dentro de una economía competitiva y eficiente en el uso de los recursos, se están revisando varias leyes de la UE en materia de residuos. Es el caso de la principal legislación europea en materia de residuos, aprobada en mayo de 2018, cuyo objetivo es llevar a Europa hacia una economía circular y que ha revisado los siguientes actos legislativos: Directiva sobre residuos (2008/98/CE); Directiva sobre envases y residuos de envases (1994/62/CE); y Directiva sobre el vertido de residuos (1999/31/CE). La Directiva de Residuos de 2008 estableció un marco jurídico para el tratamiento de los residuos en la UE, así como una jerarquía de residuos que sitúa la prevención como práctica preferente, por encima de la reutilización, el reciclaje, la recuperación y, por último, la eliminación. Dentro de la nueva Directiva sobre residuos, los Estados miembros están obligados a "hacer uso de instrumentos económicos y otras medidas para incentivar la aplicación de la jerarquía de residuos" (Zero Waste Europe, 2020). Según la legislación de la UE, una vez que las directivas entran en vigor, los Estados miembros tienen hasta 24 meses para adaptarlas y transponerlas a la legislación nacional. Julio de 2021 fue el plazo fijado por la Comisión Europea para que los Estados miembros de la UE transpusieran un paquete legislativo sobre residuos que contiene requisitos que ayudan a sentar las bases de una economía circular en Europa, incluido el vertido de residuos y envases.

Aunque los gobiernos nacionales son responsables de la transposición de las directivas de la UE, a menudo son las autoridades locales las que tienen la competencia y la responsabilidad de la gestión de los residuos y, por tanto, deben tener en cuenta los objetivos mínimos establecidos por la UE. En este sentido, casi 400 municipios europeos colaboran con el programa Zero Waste Europe's Cities, habiéndose comprometido con ambiciosas estrategias de cero residuos. Ofrecen metodologías que pueden reproducirse en toda Europa para apoyar la transición hacia una economía circular y la consecución de los objetivos de cero residuos.

En la práctica, los objetivos fijados por el Pacto Verde Europeo se plasman en la Ley Europea del Clima. Refleja el objetivo de reducir las emisiones en un 55% respecto a los niveles de 1990 para 2030 y consagra el objetivo de neutralidad climática para 2050. Entró en vigor el 29 de julio de 2021 (Reglamento (UE) 2021/1119)

"La Ley Europea del Clima exige que todas las políticas de la UE contribuyan a alcanzar el objetivo de la UE de reducir las emisiones. Como resultado, la Comisión de la UE está revisando todas las leyes de la UE para garantizar su alineación con los objetivos de reducción de emisiones de la UE, en el marco de un ejercicio denominado "paquete Fit for 55". (Norton Rose Fulbright, 2021)

Supone la revisión de una selección de legislaciones clave:

- Directiva sobre energías renovables
- Directiva sobre la eficiencia energética
- El régimen de comercio de derechos de emisión
- Reglamento sobre el reparto del esfuerzo
- Reglamento sobre el uso del suelo, el cambio de uso del suelo y la silvicultura
- Directiva sobre la eficiencia energética de los edificios
- Directiva sobre fiscalidad de la energía

Más información sobre el Pacto Verde Europeo:

Elementos principales:

- Acción climática
- Energía limpia
- Industria sostenible
- Edificios y reformas
- Movilidad sostenible
- Eliminación de la contaminación
- Del campo a la mesa
- Preservación de la biodiversidad
- Investigación y desarrollo
- Evitar la competencia desleal de la fuga de carbono

Aborda áreas políticas clave a través de estrategias como:

- "De la granja a la mesa", que busca garantizar sistemas alimentarios más sostenibles;
- "Energía limpia", que prevé oportunidades para fuentes de energía alternativas, más limpias y renovables;
- "Industria sostenible", que tiene como objetivo ciclos de producción más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente;
- "Construcción y renovación", que reconoce la necesidad de un sector de la construcción más limpio;

- "Eliminación de la contaminación", que pretende reducir eficazmente la contaminación (Comisión Europea, 2020c).

EL NUEVO PLAN DE ACCIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR (2020)

Tras el primer Plan de Acción de Economía Circular, se estableció uno nuevo en 2020 para dar continuidad a lo iniciado en 2015. El nuevo plan hace hincapié en la participación activa de los ciudadanos y empodera a los consumidores, basándose en la encuesta del Eurobarómetro de marzo de 2020, que destacó que:

- El 83% de los ciudadanos de la UE cree que la legislación comunitaria es necesaria para proteger el medio ambiente
- Los ciudadanos están dispuestos a implicarse más en el objetivo de la protección del medio ambiente
- Los ciudadanos consideran que los cambios en los patrones de consumo y producción son las "formas más eficaces de abordar los problemas medioambientales" (Comisión Europea, 2020).

El plan 2020 contiene 35 acciones en 7 ámbitos políticos y se centra en los sectores que más recursos utilizan y en los que el potencial de circularidad es alto, como: electrónica y TIC, baterías y vehículos, envases, plásticos, textiles, construcción y edificios, alimentos, agua y nutrientes. También se busca garantizar una menor cantidad de residuos. En este sentido, se centrará en evitar totalmente los residuos o en transformarlos en recursos secundarios de alta calidad que se beneficien de un mercado de materias primas secundarias que funcione bien. La Comisión quiere garantizar que la UE no exporte sus retos en materia de residuos a terceros países y estudiará la posibilidad de establecer un modelo armonizado a escala de la UE para la recogida selectiva de residuos y el etiquetado.

Además, fomenta el espíritu empresarial y las PYME ofreciendo una ventaja competitiva al tiempo que promueve la salud y el trabajo al mercado. Esto incluye la alineación de la normativa para permitir que las PYME compitan mejor, para lo cual los gobiernos deberían recompensar los productos en función de sus diferentes resultados en materia de sostenibilidad, incluso vinculando los niveles de alto rendimiento a los incentivos.

También fomenta las medidas fiscales para incentivar las iniciativas de economía circular y disuadir los comportamientos insostenibles, animando a las PYME a ofrecer soluciones innovadoras para satisfacer la demanda pública de productos y servicios más ecológicos, por ejemplo: subvenciones como la exención del IVA para mejorar la competitividad de los materiales reciclados y la puesta en marcha de una ventanilla única en toda la UE para el EPR (reactor europeo de agua a presión); impuestos sobre la contaminación y los recursos naturales, normas sobre la responsabilidad financiera de las empresas y transparencia.

Por último, la estrategia para las PYME se centrará en el fomento de las asociaciones entre ellas mediante la formación, el asesoramiento de la red Enterprise Europe Network (EEN) y la

transferencia de conocimientos a través del Centro Europeo de Conocimiento sobre la Eficiencia de los Recursos.

3. INICIATIVAS SOBRE EL PRINCIPIO DE "CERO RESIDUOS".

- Zero Waste Europe, creada en 2014, es "la red europea de comunidades, organizaciones, líderes locales, expertos y agentes de cambio que trabajan por la eliminación de los residuos en nuestra sociedad." Han desempeñado un papel en la influencia de algunos de los procesos legislativos clave de la UE en materia de reducción de residuos.
- El programa Ciudades de Residuos Cero Europa cuenta con la participación de casi 400 municipios europeos que se han comprometido a aplicar ambiciosas estrategias de residuos cero. Proporcionan metodologías que pueden reproducirse en toda Europa para apoyar la transición hacia una economía circular y la consecución de los objetivos de cero residuos.
- Modificación de la Directiva Marco de Residuos en 2018: ahora establece que los Estados miembros de la UE adoptarán medidas para prevenir los residuos, por ejemplo, promoviendo y apoyando modelos de producción y consumo sostenibles y fomentando el diseño, la fabricación y el uso de productos que sean eficientes en cuanto a los recursos, duraderos, reparables, reutilizables y mejorables.

4. EL MARCO POLÍTICO Y LOS RESIDUOS CERO

Se han puesto en marcha algunas iniciativas políticas para promover la eliminación de residuos. Entre ellas se encuentran:

- La Directiva sobre el vertido de residuos: No más del 10% de los residuos podrá ir a parar a los vertederos en 2035. En la actualidad, la media de la UE28 es del 28%, con realidades muy dispares entre los países. Estonia, Grecia, Croacia, Letonia, Malta, Rumanía y Eslovaquia han conseguido una prórroga de cinco años, siempre que reduzcan el nivel de residuos municipales que van a parar a los vertederos por debajo de una cuarta parte para 2025. A continuación, la Comisión estudiará la posibilidad de fijar, de aquí a 2024, un objetivo cuantitativo per cápita en materia de vertidos.
- Nueva metodología armonizada de la UE para contabilizar las tasas de reciclaje de los residuos municipales: La Comisión Europea está imponiendo a todos los Estados miembros una metodología armonizada para medir las tasas de reciclado de los residuos municipales. La metodología sólo permite contabilizar para los objetivos de reciclado aquellos materiales que no se someten a un tratamiento posterior antes de entrar en un proceso de reciclado, como por ejemplo un horno de vidrio, una operación de fabricación de pasta o un proceso de extrusión. Por lo tanto, las tasas de reciclado ya no se establecen en función de las cantidades recogidas para el reciclado, sino de la cantidad de residuos que entran directamente en los procesos de reciclado como

materia prima secundaria. Esta nueva forma de contabilizar hará que los países retrocedan varios puntos porcentuales en sus resultados de reciclado y hará que la consecución de los nuevos objetivos sea aún más ambiciosa.

- 2018: se aumentó la ambición dentro de la Directiva Marco de Residuos de la UE
 - A través de ella, los Estados miembros y las instituciones de la UE acordaron un amplio conjunto de leyes destinadas a prevenir los residuos domésticos e impulsar el reciclaje. La Directiva establece recomendaciones sobre la introducción de instrumentos económicos como impuestos sobre el vertido y la incineración, sistemas de depósito y devolución, tasas y otros.
 - Los hogares y las empresas europeas tendrán que reciclar al menos el 55% de sus residuos municipales para 2025 y alcanzar el 65% en 2035. Se establecerán normas más estrictas para garantizar la recogida selectiva de otros flujos de residuos, incluidos todos los biorresiduos (para 2023) y los textiles usados (para 2025).
- Reducir la incineración de recursos valiosos: la Comisión Europea destacó la importancia de enmarcar las nuevas inversiones en futuras instalaciones de tratamiento de residuos en una perspectiva de economía circular a largo plazo y en coherencia con la jerarquía de residuos de la UE y los objetivos de la UE.
- Las altas tasas de incineración son incompatibles con los objetivos de reciclaje más ambiciosos. La incineración de residuos, con o sin recuperación de energía, se ha clasificado como "otra recuperación" y "eliminación" y no contribuirá al cumplimiento de los objetivos de reciclado.
- 2019: adopción de la Directiva de la UE sobre plásticos de un solo uso, una legislación pionera para frenar el consumo de una de las mayores fuentes de contaminación por plásticos. En ella se establece que cuando haya alternativas sostenibles fácilmente disponibles y asequibles, los productos de plástico de un solo uso no podrán comercializarse en los mercados de los Estados miembros de la UE. A través de la directiva, se están aplicando diferentes medidas a distintos productos, considerando también si existen alternativas más sostenibles (Comisión Europea, Medio Ambiente, s.f.). Los 10 elementos que se abordan en la Directiva son:
 - Bastoncillos de algodón
 - Cubiertos, platos, pajitas y agitadores
 - Globos y palos para globos
 - Recipientes para comida
 - Vasos para bebidas
 - Envases para bebidas

- Colillas de cigarrillos
 - Bolsas de plástico
 - Paquetes y envoltorios
 - Toallitas húmedas y artículos sanitarios
- Directiva de diseño ecológico: "establece un marco de criterios de rendimiento que los fabricantes deben cumplir para poder introducir legalmente su producto en el mercado. Sin embargo, todavía no prescribe medidas o normas específicas y no establece objetivos globales de ahorro de energía. Una Directiva revisada amplía el ámbito de aplicación de la actual, abarcando en principio todos los productos relacionados con la energía". (<https://www.eceee.org/ecodesign/process/>)
 - Plan de trabajo de diseño ecológico 2016-2019: establece una lista indicativa de grupos de productos prioritarios. (Ibid)
 - Responsabilidad ampliada del productor (RAP): conjunto de instrumentos que se aplicarán a través de instrumentos políticos administrativos, económicos e informativos. En la RPE, la responsabilidad del productor sobre un producto se amplía hasta después de la fase de uso del ciclo de vida del producto (InterregEurope, 2020).
 - Etiqueta ecológica de la UE: creada en 1992, "la etiqueta ecológica de la UE es una etiqueta de excelencia medioambiental que se concede a los productos y servicios que cumplen normas medioambientales estrictas a lo largo de su ciclo de vida: desde la extracción de la materia prima hasta la producción, distribución y eliminación". (<https://ec.europa.eu/environment/ecolabel/>)

5. OBSTÁCULOS DEL MARCO LEGISLATIVO A LA TRANSICIÓN

Aunque los marcos legislativo y político desempeñan un papel crucial en el apoyo a la transición, hay varios factores que actualmente suponen un obstáculo para la misma. Entre ellos se encuentran:

- Diferentes legislaciones nacionales sobre temas como el reciclaje y la reutilización, que conducen a un mayor desperdicio
- Legislación incoherente en materia de "consumo preferente" e IVA para los alimentos donados, que aumenta el desperdicio de alimentos
- Elevada carga administrativa y costes de traslado de los residuos para su valorización dentro de la UE;
- Incertidumbre sobre las sustancias incluidas en los productos;

- Escasos avances en el establecimiento de requisitos de diseño ecológico para los productos no relacionados con la energía;
- Grandes diferencias en la gestión de residuos entre los Estados miembros y falta de infraestructuras de recogida y tratamiento de residuos en varios países.
- Las medidas de economía circular suelen requerir asociaciones y redes entre los principales usuarios de recursos y las partes interesadas
- La consecución de la eficiencia de los recursos y la transición hacia una economía circular requiere la coordinación interinstitucional para alinear las políticas en diversos sectores
- La escasa disponibilidad de información sobre las mejores prácticas y las tecnologías disponibles puede obstaculizar el desarrollo de modelos empresariales circulares y las tecnologías importadas pueden no ser adecuadas a la capacidad nacional
- La eficacia y la pertinencia de los sistemas de reciclaje entre los generadores de residuos son objeto de atención.

Cabe mencionar que el propio mercado presenta barreras como los bajos precios de los materiales vírgenes y los elevados costes de inversión inicial de los modelos de negocio de la economía circular. Sin embargo, investigaciones recientes demuestran que las barreras culturales desempeñan un papel fundamental a la hora de obstaculizar la economía circular, especialmente las preferencias de los consumidores, que prefieren comprar productos nuevos. Además, las barreras culturales y de mercado parecen ser más apremiantes que las barreras tecnológicas.

6. APOYAR LA TRANSICIÓN

No obstante, el marco puede apoyar la transición hacia una economía circular de cero residuos a través de varias iniciativas, como:

- Establecer financiación/inversiones
- Ayudar a contrarrestar la dependencia de los países de las actividades intensivas en carbono
- Ayudar a cambiar el enfoque de los incentivos a la investigación y la innovación
- Establecer incentivos para reducir los costes del material virgen
- Proporcionar una inversión inicial, que puede fomentar cambios culturales cruciales.

EJEMPLOS

Algunos ejemplos de cómo puede ser este apoyo en la práctica son (Kirchherr et al., 2018):

- Incentivos de devolución
- Incentivos monetarios
- Mecanismos de reducción de los costes laborales (reducción de los impuestos laborales)
- Marcos legislativos, jurídicos y reglamentarios
- Responsabilidad ampliada del productor
- Incentivos fiscales
- Definiciones legales de los residuos que afectan al final de la vida útil de los productos
- Desarrollo de competencias (actividades de formación y educación) - por ejemplo, formación para restauradores
- [Obligaciones de] proporcionar piezas de repuesto
- [Obligación de] proporcionar información sobre los productos a los reparadores, restauradores y refabricadores
- Aplicación de períodos de garantía más largos para los consumidores
- Apoyo a los modelos empresariales innovadores y centrados en la economía circular
- Desarrollo de infraestructuras para que los consumidores entreguen los productos usados
- Introducción de la eficiencia y la durabilidad de los materiales en la normativa sobre diseño de productos
- Marco jurídico para facilitar el comercio de productos reparados y renovados
- Reducción del impuesto sobre el valor añadido (IVA) para los productos reacondicionados
- Creación de subvenciones para la reutilización que podrían contribuir a reducir los costes operativos y ayudar a las operaciones de reutilización.

REFERENCIAS

La siguiente tabla resume los documentos a los que se hace referencia en este documento.

- [1]. <https://www.zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2017/07/Rethinkingeconomic-incentives2.pdf>.
- [2]. <https://eitrawmaterials.eu/wp-content/uploads/2020/07/EIT-RawMaterials-project-POLICE-Final-report.pdf>
- [3]. <https://www.government.se/4ad42c/contentassets/d5ab250cf59a47b38feb8239eca1f6ab/circular-economy--strategy-for-the-transition-in-sweden>
- [4]. https://www.government.se/498282/contentassets/16ef73aaa6f74faab86ade5ef239b659/livsmedelsstrategin_kortversion_eng.pdf
- [5]. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190712-9.htm>
- [6]. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1183.pdf>
- [7]. https://www.businessart.at/download/EEB-ZeroWasteEU_%20Waste-timeline.pdf
- [8]. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5d4f8cde-de25-11e7-a506-01aa75ed71a1>
- [9]. https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2020/07/zero_waste_europe_policy-briefing_achieving-the-eu%E2%80%99s-waste-targets.pdf
- [10]. <https://www.eltis.org/in-brief/legislation-policies>

- [11]. <https://www.eea.europa.eu/publications/92-9167-052-9-sum/page005.html>
- [12]. <https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-1>
- [13]. <https://www.eltis.org/in-brief/legislation-policies>
- [14]. <https://www.britishecologicalsociety.org/wp-content/uploads/2017/05/An-introduction-to-policymaking-in-the-UK.pdf>
- [15]. <https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-1>
- [16]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015DC0614&from=EN>
- [17]. <https://www.euractiv.com/section/circular-economy/news/circular-economy-is-number-one-priority-of-european-green-deal/>
- [18]. https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/first-circular-economy-action-plan_en
- [19]. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_6691
- [20]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX:52019DC0640>
- [21]. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- [22]. <https://www.un.org/en/conferences/environment>
- [23]. https://ec.europa.eu/environment/topics/plastics/single-use-plastics_en
- [24]. InterregEurope, 2020. Sustainable waste management in a circular economy - A Policy Brief from the Policy Learning Platform on Environment and resource efficiency.
- [25]. Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A. and Hekkert, M., 2018. Barriers to the Circular Economy: Evidence From the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150, pp.264-272.
- [26]. Nylén, E. J. A. and Salminen, J. M. (2019) 'How does the circular economy discourse affect policymaking? The case of streamlining waste utilisation in Finnish earthworks', *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier B.V., 149, pp. 532–540. doi: 10.1016/j.resconrec.2019.06.029.
- [27]. Rajendran, Karthik & Björk, H. & Taherzadeh, Mohammad. (2013). Borås, a Zero Waste City in Sweden. *Journal of Development Management*. 1. 3-8.
- [28]. Watkins, E. et al. (2012) Use of Economic Instruments and Waste Management Performances
- [29]. Watkins, E. et al. (2017) EPR in the EU Plastics Strategy and the Circular Economy: A focus on plastic packaging
- [30]. Whalen, K. A., Milios, L. and Nussholz, J. (2018) 'Bridging the gap: Barriers and potential for scaling reuse practices in the Swedish ICT sector', *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier, 135, pp. 123–131. doi: 10.1016/J.RESCONREC.2017.07.029
- [31]. World Business Council for Sustainable Development (2020) Circular Economy Action Plan 2020 Summary for businesses: Implications and next steps.