

# Economía circular

Ramón Alcarria  
Garrido

Tomás Robles  
Valladares

Borja Borde1  
Sánchez



**POLITÉCNICA**

**Transformación digital y economía circular**  
**Departamento de Ingeniería de Sistemas Informáticos (UPM)**

# PROGRAMA

- Introducción
- Orígenes
- Funcionamiento, principios, actores y beneficios
- Economía circular y transformación digital
- Estudios relacionados

# INTRODUCCIÓN

- La economía circular es un concepto económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, y cuyo objetivo es que el valor de los productos, los materiales y los recursos (agua, energía,...) se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos.

# INTRODUCCIÓN

- Se trata de implementar una nueva economía, circular -no lineal-, basada en el principio de «cerrar el ciclo de vida» de los productos, los servicios, los residuos, los materiales, el agua y la energía

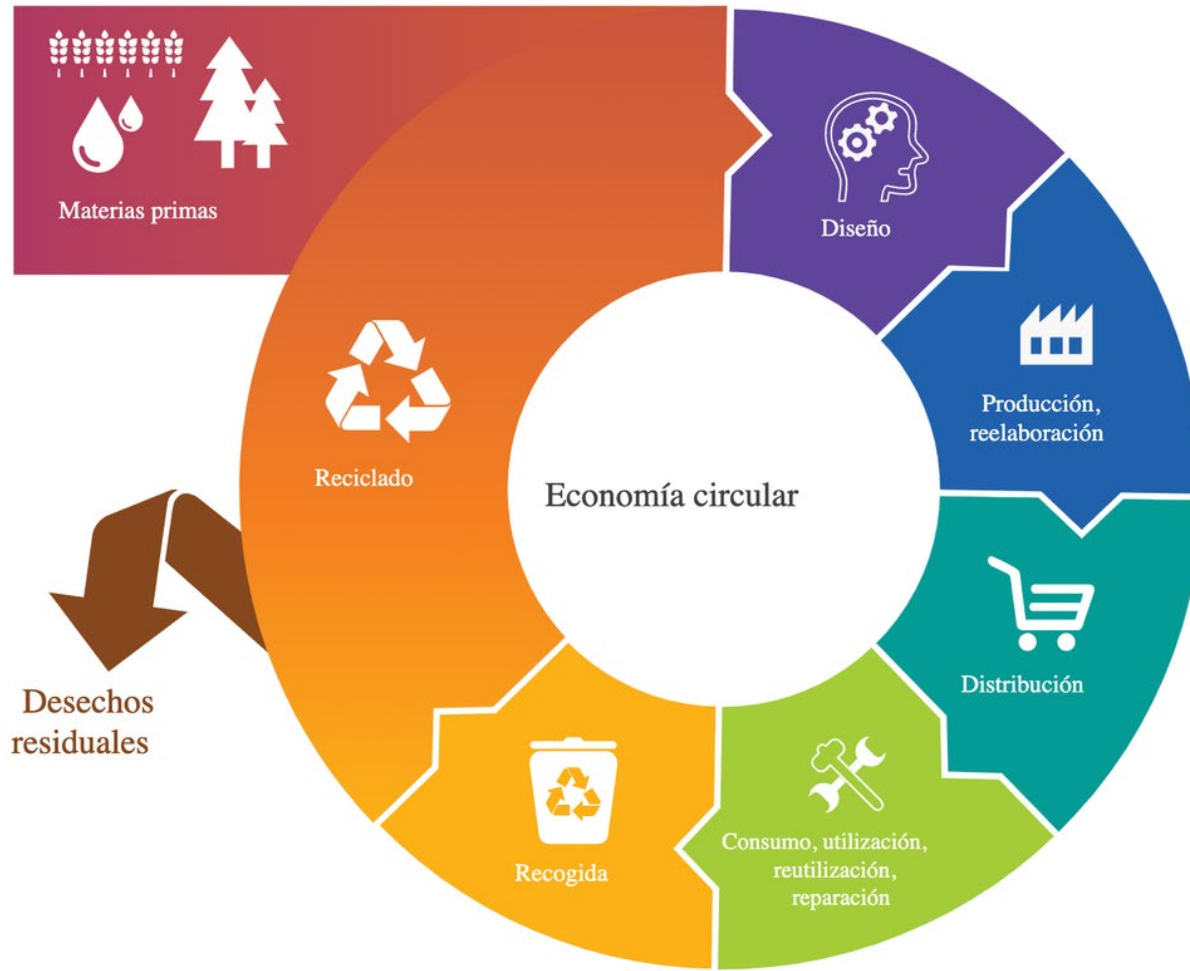


# INTRODUCCIÓN

- La economía circular es una estrategia que tiene por objetivo reducir tanto la entrada de los materiales vírgenes como la producción de desechos, cerrando los «bucles» o flujos económicos y ecológicos de los recursos



# INTRODUCCIÓN



# INTRODUCCIÓN

- Abarca mucho más que la producción y el consumo de bienes y servicios, pues incluye entre otras cosas, el cambio de los combustibles de fósiles al uso de la energía renovable, y la diversificación como medio de alcanzar la resiliencia

# INTRODUCCIÓN

- Uno de los motivos para avanzar hacia una economía circular es el aumento de la demanda de materias primas y la escasez de recursos.
- Varias materias primas cruciales son finitas y, como la población mundial crece, la demanda también aumenta



# INTRODUCCIÓN

- Se trata del abandono del modelo lineal sobre el que se sostuvo el siglo XX, regido bajo la fórmula de extraer (intensivamente), producir (barato), comprar (mucho), usar (poco) y tirar (todo), y ajeno a los impactos sociales y ambientales que la industrialización arrastraría consigo

# INTRODUCCIÓN

- En el mundo se generan, cada día, 3,5 millones de toneladas de desechos. 1,8 billones de piezas de plástico nadan en los océanos.
- Se desperdician 1.300 millones de toneladas de comida cada año
- Gastamos 89.860.000 barriles de petróleo diarios

# INTRODUCCIÓN

- Consumimos, en resumen, los recursos equivalentes a un planeta y medio.
- Un despilfarro frente al que la economía circular se erige como el único modelo para evitar el colapso del planeta

# ORÍGENES

- El término "economía circular" se utilizó por primera vez en la literatura occidental en 1980 para describir un sistema cerrado de las interacciones entre economía y medio ambiente
- La economía circular es parte del estudio de retroalimentación de sistemas no lineales, sistemas vivos

# ORÍGENES

- Un resultado importante de este es la idea de optimizar sistemas más que componentes, o la idea de “diseño a medida”
- Como idea genérica enmarca un número de aproximaciones más concretas que incluyen cuna a cuna, biomímesis, ecología industrial, y la economía azul

# ORÍGENES

- Más frecuentemente descrito como marco para pensar, sus seguidores reclaman que es un modelo más coherente que tiene valor como respuesta al final de la era de materiales y combustibles baratos

# ORÍGENES

- “De la cuna a la cuna. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas” es un libro publicado en 2002 por el químico-ecologista alemán y exmiembro de la organización mundial «Green Peace» Michael Braungart y el arquitecto-paisajista estadounidense William McDonough

# ORÍGENES

- Tradicionalmente la consigna principal del ecologismo ha sido la Regla de las tres erres: Reducir, reutilizar, reciclar.
- Los autores proponen mediante este libro un cambio de enfoque: Reducir el impacto sobre el medioambiente provocaría una ralentización del mismo, pero antes o después estaríamos llegando a un mismo final.



# ORÍGENES

- La biomímesis, también conocida como biomimética o biomimetismo, es la ciencia que estudia a la naturaleza como fuente de inspiración de tecnologías innovadoras para resolver aquellos problemas humanos que la naturaleza ha resuelto, a través de modelos de sistemas (mecánica) o procesos (química), o elementos que imitan o se inspiran en ella

# ORÍGENES

- La biomímesis, también conocida como biomimética o biomimetismo, es la ciencia que estudia a la naturaleza como fuente de inspiración de tecnologías innovadoras para resolver aquellos problemas humanos que la naturaleza ha resuelto, a través de modelos de sistemas (mecánica) o procesos (química), o elementos que imitan o se inspiran en ella

# ORÍGENES

- Biomímesis es el término más utilizado en literatura científica e ingeniería para hacer referencia al proceso de entender y aplicar a problemas humanos soluciones procedentes de la naturaleza, en forma de principios biológicos, de biomateriales de cualquier otra índole

# ORÍGENES

- La ecología industrial es una propuesta de alternativa técnica y socio-económica que presenta una metáfora del sistema industrial basada en los ecosistemas



# ORÍGENES

- Presenta un modelo que sirve de pasarela entre una concepción de economía lineal donde los recursos son extraídos de los ecosistemas, explotados por actividades humanas y finalmente reenviados de vuelta a los ecosistemas pero en una forma degradada; hacia una concepción de economía circular que reduce la presión sobre los recursos naturales, recicla los bienes usados y limita los desechos.

# ORÍGENES

- Las estrategias que permiten esta transición con una visión dirigida hacia la sustentabilidad, son: la valorización de desechos en forma de materia prima, la reconexión de actividades consumatrices de materia y energía en la industria y su consecuente producción de emisiones disipativas; la desmaterialización de productos y actividades económicas; y la descarbonización energética

# ORÍGENES

- La economía azul en realidad es verde, es «la economía que reconoce la importancia de los mares y los océanos como motores de la economía por su gran potencial para la innovación y el crecimiento»
- La economía verde o economía ecológica es «la ciencia que se ocupa de una gestión económica que favorece la sostenibilidad.»

# ORÍGENES

- Con este enfoque la economía azul es parte de la economía verde y totalmente compatible con ella
- Por su parte la organización ecologista internacional World Wildlife Fund consideraba en el informe Principios para una economía azul sostenible que se da al término un significado amplio —la actividad económica del sector marítimo— y otro más restringido —el uso del mar y sus recursos para un desarrollo económico sostenible y rentable



# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- Abarca mucho más que la producción y el consumo de bienes y servicios, pues incluye entre otras cosas, el cambio de los combustibles de fósiles al uso de la energía renovable, y la diversificación como medio de alcanzar la resiliencia

# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- Como parte del debate, también debe incluir una profunda discusión sobre la función y el uso del dinero y de las finanzas, y algunos de sus pioneros también han pedido renovar las herramientas de medida rendimiento económico

# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- La economía circular es la intersección de los aspectos ambientales, económicos y sociales
- El sistema lineal de nuestra economía (extracción, fabricación, utilización y eliminación) ha alcanzado sus límites

# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- Se empieza a vislumbrar, en efecto, el agotamiento de una serie de recursos naturales y de los combustibles fósiles.
- Por lo tanto, la economía circular propone un nuevo modelo de sociedad que utiliza y optimiza los stocks y los flujos de materiales, energía y residuos y su objetivo es la eficiencia del uso de los recursos

# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- La economía circular es generadora de empleo. El sector de la gestión de los residuos representa en España miles de puestos de trabajo.
- En un contexto de escasez y fluctuación de los costes de las materias primas, la economía circular contribuye a la seguridad del suministro y a la reindustrialización del territorio nacional

# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- Aspectos principales
  - Los residuos de unos se convierten en recursos para otros.
  - El producto debe ser diseñado para ser deconstruido.
  - La economía circular consigue convertir nuestros residuos en materias primas, paradigma de un sistema de futuro.

# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- Aspectos principales
  - Finalmente, este sistema es un sistema generador de empleo local y no deslocalizable.



# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- Principios
  - La eco-concepción: considera los impactos medioambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto y los integra desde su concepción.
  - La ecología industrial y territorial: establecimiento de un modo de organización industrial en un mismo territorio caracterizado por una gestión optimizada de los stocks y de los flujos de materiales, energía y servicios.



# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- Principios
  - La economía de la “funcionalidad”: privilegiar el uso frente a la posesión, la venta de un servicio frente a un bien.
  - El segundo uso: reintroducir en el circuito económico aquellos productos que ya no se corresponden a las necesidades iniciales de los consumidores.

# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- Principios
  - La reutilización: reutilizar ciertos residuos o ciertas partes de los mismos, que todavía pueden funcionar para la elaboración de nuevos productos.
  - La reparación: encontrar una segunda vida a los productos estropeados.

# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- Principios
  - El reciclaje: aprovechar los materiales que se encuentran en los residuos.
  - La valorización: aprovechar energéticamente los residuos que no se pueden reciclar.

# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- Actores
  - La economía circular se dirige tanto a los actores públicos encargados del desarrollo sostenible y del territorio, como a las empresas que buscan resultados económicos, sociales y ambientales, como a la sociedad que debe interrogarse acerca de sus necesidades reales

# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- Beneficios
  - El desarrollo de la economía circular debería ayudar a disminuir el uso de los recursos, a reducir la producción de residuos y a limitar el consumo de energía
  - Debe participar igualmente en la reorientación productiva de los países

# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- Beneficios
  - En efecto, además de los beneficios ambientales, esta actividad emergente es creadora de riqueza y empleo (incluyendo las del ámbito de la economía social) en todo el conjunto del territorio y su desarrollo debe permitir obtener una ventaja competitiva en el contexto de la globalización.

# FUNCIONAMIENTO, PRINCIPIOS, ACTORES Y BENEFICIOS

- Beneficios

- Existe una fuerte motivación económica y empresarial a favor de la economía circular y la eficiencia de los recursos
- Medidas como la prevención de residuos, el diseño ecológico y la reutilización podrían generar ahorros netos de 600.000 millones de euros, o un 8% del volumen de negocios anual, para las empresas de la UE, al tiempo que reducirían las emisiones totales anuales de gases de efecto invernadero entre un 2 y un 4%.

# ECONOMÍA CIRCULAR Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

- Necesitamos una confluencia entre el discurso ético, el técnico y el social.
- La IA tiene que contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Detrás de las 169 metas que conforman los ODS hay valores humanistas.



# ECONOMÍA CIRCULAR Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

- La transición hacia un modelo de producción y consumo más sostenible no avanza con la suficiente celeridad



Fuente: Waste Efficiency.

# ECONOMÍA CIRCULAR Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

- Si observamos la evolución de los rendimientos de recuperación alcanzados por las actuales plantas de selección “altamente automatizadas” enseguida nos daremos cuenta de que, después de un período de crecimiento, esta evolución positiva parece estancarse en los últimos años

# ECONOMÍA CIRCULAR Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

- La tecnología actual ha tocado techo y es imperativo hacer algo al respecto.
- La inteligencia artificial nos permitirá conocer en tiempo real la composición de nuestras materias primas, los residuos, y disponer de un balance de masas en continuo de todo el proceso de selección

# ECONOMÍA CIRCULAR Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

- Por otro lado, la gestión del Big Data que se genera se encuentra también muy desarrollada.
- Los datos y las interrelaciones entre los mismos nos permiten generar cuadros de mando en tiempo real de gran valor para el operador y gestor de nuestras plantas

# ECONOMÍA CIRCULAR Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

- Los sistemas duales de inteligencia artificial y robótica avanzada permiten mejorar la capacidad de selección de residuos, obteniendo un mayor número de materiales, de mejor calidad y mejorando las condiciones de trabajo y el bienestar de nuestros trabajadores

# ECONOMÍA CIRCULAR Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

- Los drones equipados con distintos sensores, como los sistemas de visión o termográficos, e incluso incorporando inteligencia artificial para mejorar la inspección, el mantenimiento de nuestros activos, la detección temprana de anomalías y la seguridad y salud en nuestras instalaciones

# ESTUDIOS RELACIONADOS

- En Alemania y Japón la interpretación de la economía circular se basa en la gestión de los residuos a través de las 3R (reducir, reciclar, reutilizar).
- La idea subyacente es que el actual flujo lineal de los materiales (recurso-producto-residuos) necesita ser transformado en un flujo circular (recurso-producto-recurso reciclado)

# ESTUDIOS RELACIONADOS

- La economía circular fue aprobado por el Gobierno chino en el 11º plan de cinco años como modelo de desarrollo para China
- En enero 2012, la Fundación Ellen MacArthur publicó un informe desarrollado por McKinsey & Company titulado Hacia la Economía Circular: Racionalidad económica y de negocios para una transición acelerada



# ESTUDIOS RELACIONADOS

- El informe resaltó la oportunidad económica y empresarial de un modelo circular restaurativo.
- Utilizando estudios de caso del producto y análisis económico, el informe detalla el significativo potencial de beneficios para la Unión Europea

# ESTUDIOS RELACIONADOS

- Argumenta que un subconjunto del sector de fabricación de la UE podría generar ahorros de coste de materiales netos por un valor hasta de \$630 mil millones p.Un. en 2025
- Existen Organizaciones y Proyectos para asesorar con respecto a la gestión de los residuos de los aparatos electrónicos y eléctricos (RAEE)

# ESTUDIOS RELACIONADOS

- La UE tiene que utilizar los recursos naturales de manera más eficiente, pues un aumento del 30% en la productividad para el 2030 podría impulsar el PIB casi un punto porcentual y crear 2 millones de empleos sostenibles, según el Parlamento

# ESTUDIOS RELACIONADOS

- El establecimiento de objetivos vinculantes de reducción de residuos podría generar hasta 180.000 puestos de trabajo, aseguran los eurodiputados, que instan a la Comisión a proponer esos objetivos antes de finales de 2015

# ESTUDIOS RELACIONADOS

- Mejorar el uso de recursos podría generar un ahorro sustancial a las empresas europeas, las autoridades públicas y los consumidores, estimado en 600.000 millones de euros, equivalentes al 8% de la facturación anual, además de reducir las emisiones anuales totales de gases de efecto invernadero entre el 2% y el 4%

# ESTUDIOS RELACIONADOS

- Si se recogiera el 95 % de los teléfonos móviles, podrían obtenerse ahorros en los costes del material de fabricación superiores a los mil millones de euros



# ESTUDIOS RELACIONADOS

- El paso del reciclado a la renovación de los vehículos industriales ligeros, en los que los índices de recogida son ya elevados, podría ahorrar 6 400 millones EUR al año (alrededor del 15 % del presupuesto de materiales) en insumos de materiales y 140 millones EUR en costes energéticos

# ESTUDIOS RELACIONADOS

- En algunos ámbitos, como la industria del envase de usar y tirar, el término se emplea como lavado de imagen, tratando de mantener un modelo de negocio insostenible que apenas consigue incorporar un 2% de materiales reciclados en la fabricación de envases nuevos