



**GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE
EMPRESAS**

CURSO ACADÉMICO 2020-2021

TRABAJO FIN DE GRADO

**OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS DE LA INDUSTRIA
4.0 EN EL SECTOR EMPRESARIAL DE LA ECONOMÍA
CIRCULAR**

**Technological opportunities of industry 4.0 in the
circular economy business sector**

AUTORA: VERÓNICA BUSTAMANTE LÓPEZ

DIRECTOR: PABLO MARÍA DE CASTRO GARCÍA

FECHA

Julio 2021

ÍNDICE

1. RESUMEN	4
2. SUMMARY	5
3. PALABRAS CLAVE PARA LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN	6
4. INTRODUCCIÓN A LA INDUSTRIA 4.0	7
4.1. DEFINICIÓN INDUSTRIA 4.0.....	7
4.2. HISTORIA DE LA INDUSTRIA 4.0.....	7
5. LA ECONOMÍA CIRCULAR	8
5.1. DEFINICIÓN ECONOMÍA CIRCULAR	8
5.2. HISTORIA DE LA ECONOMÍA CIRCULAR	10
6. FUSIÓN INDUSTRIA 4.0 Y ECONOMÍA CIRCULAR.....	11
7. CASOS DE ÉXITO EN LA IMPLANTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 Y LA ECONOMÍA CIRCULAR.....	13
8. LA GESTIÓN DE RESIDUOS	15
8.1. TÉCNICAS EFICIENTES PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS	16
8.2. VENTAJAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS	19
9. EMPRESAS CON IMPLANTACIÓN DE GESTIÓN DE RESIDUOS	19
10. CONCLUSIONES.....	22
11. BIBLIOGRAFÍA	24

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 5-1. Esquema economía circular según la Fundación Ecolec. (Ecolec.es)_	8
Ilustración 5-2. Comparación economía lineal con la economía circular. (Rae Andalucía)	9
Ilustración 6-1. Principales tecnologías aplicadas a la economía circular. (E. propia)	12
Ilustración 7-1. Usos tecnologías de la industria 4.0 en casos de éxito de economía circular. (E. propia)	15
Ilustración 8-1. Clasificación de los residuos según su peligrosidad. (E.propia)	16
Ilustración 8-2. Clasificación residuos según su origen. (E. propia)	17

1. RESUMEN

La función de este trabajo es familiarizar al lector de la relación existente entre los términos recientemente introducidos de la economía circular y la industria 4.0. Para ello se comienza por una introducción definiendo los objetos en cuestión. Primero la industria 4.0 como una transformación digital de las empresas industriales mediante el uso de tecnologías como las IA, el IoT o el Big Data entre otros. Y segundo la economía circular como un proceso cerrado de reutilización de los desechos de los procesos productivos. Posteriormente se explican los inicios históricos tanto de la industria 4.0 como de la economía circular. Es importante destacar que el término de la economía circular a pesar de ser muy reciente ha estado presente desde hace miles de años en nuestra historia.

El centro del trabajo se basa en la fusión de los dos términos, donde se explica la utilidad que pueden ofrecer las distintas tecnologías de la industria 4.0 en procesos de economía circular en empresas, tanto antiguas como emergentes. Se hablan de los principales usos que tienen por ejemplo el IoT, como generador de información de aplicación en la gestión de residuos. La fabricación aditiva para la impresión 3D de piezas reutilizables, la simulación, el Big Data entre otros. Dando más importancia a la tecnología IA, que reduce principalmente costes de producción gracias a sus estudios y aplicaciones inteligentes. Y a la robótica con el uso masivo de robots para cualquier cadena de producción que favorezcan la automatización en la gestión de residuos.

Para finalizar el bloque de la fusión entre las tecnologías y la economía circular se realiza una comparación entre diferentes empresas, proyectos e iniciativas que hacen uso de estas en su fabricación circular. El análisis en cuestión simplifica en una matriz los mayores usos de cada tecnología.

La otra parte del trabajo consiste en un análisis profundo de la gestión de residuos. Se comienza explicando el objetivo que es una buena optimización en la separación de los desechos de cada proceso productivo, para reducir el impacto medioambiental que conlleva una mala gestión de estos. También se detallan las distintas técnicas de separación y clasificación de residuos, principalmente en peligrosos y no peligrosos. Y finalmente las ventajas que traen una buena gestión de residuos tanto para empresas en reducción de costes, como para el medio ambiente, en reducción de basura.

Por último, se ejemplifica este análisis en diferentes empresas que implantan la gestión de sus residuos en su actividad principal. Como lo hace la empresa automovilística Ford, la alimenticia Nestlé o la empresa electrónica Huawei. Estando esta iniciativa cada vez más presente en muchas más empresas en un futuro cercano.

2. SUMMARY

The aim of this paper is to familiarize the reader with the relationship between the recently introduced terms circular economy and Industry 4.0. To this end, we begin with an introduction by defining the objects in question. First Industry 4.0 as the digital transformation of industrial companies through the use of technologies such as AI, IoT or Big Data among others. And secondly the circular economy as a closed process of reuse of waste from production processes. Subsequently, the historical beginnings of both Industry 4.0 and circular economy are explained. It is important to note that the term circular economy, although very recent, has been present for thousands of years in our history.

The focus of the presentation is based on the fusion of both terms, where the usefulness of the different technologies of Industry 4.0 in the circular economy processes in companies, both old and emerging, is explained. The main uses of IoT are discussed, for example, as a generator of information for waste management applications. Additive manufacturing for 3D printing of reusable parts, simulation, Big Data among others. Giving more importance to AI technology, which mainly reduces production costs thanks to its studies and intelligent applications. And to robotics with the massive use of robots for any production chain that favor automation in waste management.

To conclude the block on the fusion between technologies and the circular economy, a comparison is made between different companies, projects and initiatives that make use of these in their circular manufacturing. The analysis in question simplifies in a matrix the main uses of each technology.

The other part of the paper consists of an in-depth analysis of waste management. It begins by explaining the objective of a good optimization in the separation of waste from each production process, in order to reduce the environmental impact of poor waste management. It also details the different techniques for separating and classifying waste, mainly into hazardous and non-hazardous. And finally, the advantages of good waste management both for companies in terms of cost reduction and for the environment, in terms of waste reduction.

Finally, this analysis is exemplified in different companies that implement waste management in their core business. Such as the automotive company Ford, Nestlé or Huawei, and increasingly present in many more companies in the near future.

3. PALABRAS CLAVE PARA LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

Las palabras claves más utilizadas han sido las siguientes:

- Industria 4.0
- Economía circular
- IA
- Robótica
- Big Data
- IoT
- Impresión 3D
- Gestión de residuos
- Ventajas gestión de residuos
- Empresas de gestión de residuos

4. INTRODUCCIÓN A LA INDUSTRIA 4.0

4.1. DEFINICIÓN INDUSTRIA 4.0

La definición sencilla sobre la Industria 4.0 sería que consiste en interconectar todas las partes de una empresa dando lugar a una automatización efectiva y conseguir una empresa más inteligente. (ISOTools Excellence, 2018).

Pero también se puede referir a la transformación digital de las empresas industriales. Lo que supone un cambio en la gestión y producción de muchas empresas. Todos los procesos industriales se han visto afectados por esta nueva revolución, desde la planificación de la producción de principio a final, el mantenimiento de la maquinaria, hasta el mínimo proceso manual de una pequeña fábrica.

4.2. HISTORIA DE LA INDUSTRIA 4.0

A lo largo de la historia se han producido varias revoluciones industriales que han supuesto cambios tanto en procesos industriales como en factores sociales, económicos y tecnológicos. La industria 4.0 no surgió de la nada, y es que antes de ella se produjeron tres revoluciones anteriores.

La Primera Revolución Industrial, comenzó en la segunda mitad del siglo XVIII y tuvo lugar en Inglaterra, donde contaban ya con una gran cantidad de manufacturas. Esta etapa se caracterizó por la producción basada en maquinaria y por la aparición de transportes de carga masiva como la máquina de vapor, lo que supuso la mayor transformación tecnológica desde el neolítico. Esto fue posible gracias a la invención de la energía a vapor y de la energía hidráulica. Estos inventos permitieron multiplicar la velocidad de producción y lograr procesos mecanizados. Lo que supuso que el coste de los productos cayera considerablemente.

La Segunda Revolución Industrial, se produjo por la aparición de nuevas fuentes de energía, principalmente la de la electricidad. Fue entre los años 1850 y 1970, caracterizándose por el desarrollo de la industria química, eléctrica, de acero y petróleo. En esta revolución se sustituyó el hierro por el acero y se reemplazó el vapor por la electricidad. Lo que permitió la producción en masa o en cadena y la creación de líneas de montaje eléctricas. Estas mejoras permitieron que el precio de los productos bajase más. Como, por ejemplo, gracias a la línea de ensamblaje creada por Henry Ford hizo que la producción de los vehículos aumentara en 800% y que su precio se disminuyera a casi la primera parte del precio inicial.

Estos avances provocaron un profundo cambio en la economía, cada vez más internacionalizada y globalizada.

A partir de 1969 comienza la Tercera Revolución Industrial, donde se centran más en cambios derivados del uso de energías renovables, automatización y control de procesos. Los cuales fueron posibles gracias a la aplicación de la electrónica y a la Tecnología de la Información (TI). Es en esta etapa cuando se comienza a trabajar con ordenadores, los que posibilitaron utilizar la red más grande del mundo, Internet. También se innovó con la incorporación de robots en líneas de montaje y la creación de sistemas de control distribuido.

Actualmente, estamos viviendo la era de la Industria 4.0 o Cuarta Revolución industrial. Esta etapa se caracteriza por la creación de un sistema de producción inteligente con

decisión autónoma. Es decir, lo que se busca es que los ordenadores y las máquinas vayan tomando sus propias decisiones en el proceso de producción. Y que cada vez se necesite menos la intervención humana. Esto es posible gracias al desarrollo de las tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la Inteligencia Artificial, el Big Data, la Nube o robótica, entre otros.

Por ejemplo, la aplicación de la tecnología Big Data en la cadena de producción permite monitorizar todo el proceso productivo, por lo que los operarios pueden comprobar que es lo que ha fallado en caso de que un producto salga defectuoso de fábrica. De esta forma, el error queda registrado en una base de datos y pueden utilizarlo para resolver problemas potenciales en la producción antes de que aparezcan. (Aggity, 2020)

Y es que, aunque la Industria 4.0 comenzó como un término para describir las nuevas tendencias de las industrias de producción, actualmente se utiliza como sinónimo de transformación digital. Es decir, como el proceso por el cual las empresas y la sociedad organizan sus métodos de trabajo y estrategias para obtener más beneficios gracias a la implementación de las nuevas tecnologías.

5. LA ECONOMÍA CIRCULAR

5.1. DEFINICIÓN ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular es un modelo de producción cerrado, es decir, consiste en la reutilización y renovación de las materias primas para alcanzar la máxima utilidad y vida útil de los productos. Implica también compartir y alquilar bienes antes de que estos terminen su ciclo, ya que pueden ser utilizados por otras personas que encuentren un segundo o tercer uso. En la práctica, el mayor objetivo es maximizar el aprovechamiento de los recursos y minimizar la generación de residuos no aprovechables.

Este nuevo modelo busca poder reproducir artificialmente los procesos de la naturaleza para hacerlos más sostenibles. (Xavier Marcet)



Ilustración 5-1. Esquema economía circular según la Fundación Ecolec. (Ecolec.es)

- **MODELO LINEAL vs. MODELO CIRCULAR**

La economía circular no hubiera existido antes sin conocer el concepto de *modelo lineal*.

Este sistema se basa en extraer los materiales de la Tierra para fabricar productos, usarlos y luego tirarlos. Es decir, se describe como una producción de mercancías en un proceso de transformación que empieza con la extracción de recursos naturales y que acaban en la generación de residuos. Cuya eliminación de estos supone un alto coste ambiental. Este modelo es el más utilizado por la gran mayoría de empresas industriales desde los inicios de la producción industrial. Aunque a largo plazo tiene límite porque los recursos naturales se van agotando cada vez más mientras la demanda continúa creciendo a un ritmo exponencial. Se calcula que en 2030 la Tierra deberá soportar la presencia de más de 9.000 millones de personas con unos recursos cada vez más escasos, por lo que este modelo económico actual es insostenible en el tiempo.

Uno de los recursos más preciados es el agua, la cual es limitada. Alrededor del 71% de la superficie de la Tierra está cubierta por agua y los océanos concentran el 96,5% del agua del todo el planeta. Esta agua es salada, por lo que es poco útil para la población.

El ciclo del agua es uno de los ejemplos de la naturaleza en los cuales se inspira simbólicamente la economía circular, ya que se trata de un proceso cíclico. De hecho, el ciclo integral del agua, que comprende el abastecimiento de agua potable y el saneamiento y depuración de las aguas residuales, intenta seguir este patrón circular.

El gran objetivo es gestionar de modo eficiente los recursos no renovables, como por ejemplo ese gran porcentaje de agua salada o los combustibles fósiles. Lo que supone un reto que se tiene actualmente en vías de desarrollo. (Xavier Marcet)

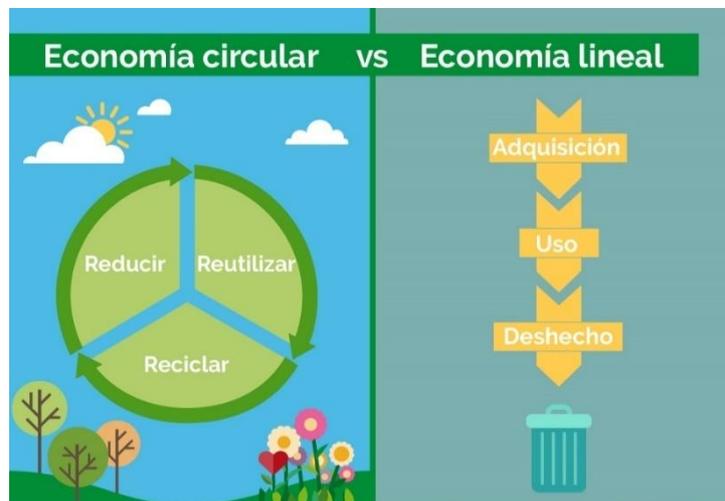


Ilustración 5-2. Comparación economía lineal con la economía circular. (Rae Andalucía)

- **GENERACIÓN DE RESIDUOS**

El otro reto mundial, es la gran cantidad de residuos que generan los productos que han llegado al final de su vida útil. El volumen de residuos que genera la sociedad es tan grande que no es posible implantar políticas que favorezcan el reciclaje y la reutilización, porque no son suficientes para acabar con el problema a nivel mundial.

La economía circular representa una estrategia basada en reducir el consumo de recursos y en asimilar los procesos productivos de la naturaleza, donde cualquier residuo se convierta en recurso. Gracias a ello se podrá crear una sociedad con un nivel

cero de residuos mediante la innovación en los mercados de materiales reciclados, nuevos modelos de negocio, diseño ecológico y simbiosis industrial, entre otros.

5.2. HISTORIA DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

El término de economía circular puede parecer muy reciente, pero lleva presente en nuestra historia desde hace miles de años. Ya desde la Edad de Bronce, se reutilizaban objetos hechos de bronce que se habían roto, fundiéndolos y volviéndolos a crear en base a sus moldes. Por lo que ya existía una forma de reutilización y reciclaje, como muestran muchos restos arqueológicos que se han conservado.

Lo que no existe es una fecha concreta de inicio de este nuevo sistema. Sin embargo, fue a finales de los años 70 cuando cobró impulso, gracias a académicos, líderes de opinión y empresas que llevaron su aplicación práctica a sistemas económicos modernos y a procesos industriales. A partir de ahí se crearon distintas filosofías.

Por ejemplo, el químico alemán Michael Braungart, junto al arquitecto estadounidense Bill McDonough, crearon el concepto y certificación “Cradle to Cradle (de la cuna a la cuna)”. Una filosofía de diseño que compara los procesos industriales y comerciales con un proceso de metabolismo biológico, donde los desechos equivalen a nutrientes que pueden ser recuperados y reutilizados. (DIARIO SUSTENTABLE, 2019)

Ahí nace la diferencia entre dos tipos de nutrientes los técnicos y los biológicos. Los primeros son aquellos referentes a los materiales diseñados para reincorporarse de modo seguro a la biosfera. Y los segundos son referentes a materiales diseñados sin posibilidad de llegar a reintegrarse a la biosfera, pero aptos para la reincorporación al proceso circular de producción mediante procesos básicamente de reutilización y/o reciclaje que garanticen una alta calidad al reincorporarse. (Xavier Marcet)

Otra de las tendencias surgió con Benoit de Guillebon de PESA y asesor para la implantación de la economía circular en la región de Aquitania. Guillebon definió los que para él son los pilares de la economía circular, siendo estos las actividades que permitirían reducir progresivamente la dependencia de los negocios en la obtención de materiales y en el consumo energético. Los pilares son el diseño ecológico, la economía funcional, la reutilización, la refabricación, el reciclaje y la ecología industrial.

Continuando con las distintas filosofías que engloban el concepto de economía circular, Ellen MacArthur Foundation, la iglesia inglesa establecida en el año 2000 reunió empresarios líderes de varios sectores como B&Q, BT, Cisco, NationalGrid y Renault para cumplir una determinada misión. Esta consistía en acelerar la transición hacia una economía sostenible y regenerativa mediante grandes esfuerzos en educación, comunicación y concienciación sobre el concepto de la economía circular y la innovación empresarial. Hoy en día esta fundación es la entidad que ejerce el liderazgo y actúa como referente más importante en materia de economía circular. (Xavier Marcet)

Por último, otra gran creación fue la red global ZERI (Zero Emissions Research Initiatives), en la que se reúnen mentes creativas que buscan soluciones a los problemas del mundo. Los miembros deben asumir retos complejos, partiendo de ideas basadas en la ciencia en estrategias colaborativas para buscar soluciones sostenibles desde las comunidades hasta las empresas. Los objetivos del ZERI son los siguientes:

- Trabajar hacia un nuevo paradigma
- Contribuir a la creación de una conciencia global enraizada en la búsqueda de soluciones prácticas basadas en los sistemas naturales sostenibles.

- Trabajar con diferentes problemas simultáneamente lo que facilita las sinergias de múltiples soluciones.
- Buscar soluciones sostenibles prácticas de carácter informativo.
- Desafiar la mentalidad dominante enraizada en el principio de escasez y la conciencia de la pobreza, desarrollando un enfoque tecnológico en un mercado abierto.
- Trabajar en armonía con la naturaleza, sin abandonar la ciencia.
- Explorar la ciencia profunda que informa de los mecanismos de la naturaleza a través de historias llenas de interés, facilitando el camino hacia la creación de una nueva generación de científicos que trabajen con la naturaleza en vez de ignorarla o incluso trabajar en su contra como hasta ahora.
(Xavier Marcet)

Estas son algunas de las muchas filosofías y proyectos presentes creados, llevándose a cabo de distintas formas, pero para un mismo fin, la economía circular.

6. FUSIÓN INDUSTRIA 4.0 Y ECONOMÍA CIRCULAR.

La 4^o Revolución Industrial ya está alterando la forma en la que vivimos, trabajamos y nos relacionamos entre nosotros. Inteligencia artificial, robots, drones, automóviles sin conductores, impresoras 3D, IoT y demás crean un nuevo panorama que rediseñará la fabricación. También estructurará la gestión y el reciclaje de residuos, creando nuevas tecnologías, entregando soluciones robóticas y patrones de recolección sin conductor. (HEURA, 2019)

Por ello esta fusión entre la industria 4.0 y la economía circular marcará un antes y después en la producción de las industrias.

Las nuevas tecnologías que forman la industria 4.0 permiten facilitar la implantación de economías circulares. Algunos ejemplos se detallan a continuación:

- **Internet De las Cosas (IoT):** mencionada anteriormente, como la interconexión digital y la cooperación entre las personas, dispositivos, objetos a través de redes inalámbricas, sensores, etc. Esto permite la generación de una gran cantidad de información que debe estar gestionada y almacenada, para posteriormente ser utilizada. Los potenciales usos van desde la mejora en la gestión de residuos sólidos urbanos, que permiten la reducción del consumo de materias primas y reducción de residuos. Hasta la mejora en la cadena de suministro, procesos de remanufactura y desarrollo de redes de colaboración a través de esta simbiosis industrial.
- **Fabricación aditiva:** consiste en nuevos procesos de impresión 3D, lo que han supuesto un cambio en los métodos de elaboración de productos y componentes al usar nuevos productos materiales reciclados y/o biomateriales como materia prima. Además, estos sistemas han logrado reducir de forma considerable tanto el consumo energético como la generación de residuos, en comparación con sistemas productivos tradicionales. Asimismo, presentan un elevado potencial en el apoyo a la gestión de ciclo de vida y al ecodiseño de productos, mejorando la capacidad de fabricación de piezas/componentes de diferentes geometrías que permiten una mejor reparación de los productos.
- **Simulación:** los procesos de simulación posibilitan realizar análisis exhaustivos de la información para controlar los sistemas de forma rigurosa y evitar

problemas. De esta forma, se anticipan a errores y mejoran la toma de decisiones. Así, la simulación puede servir para el desarrollo de procesos de remanufactura, mejora de la eficiencia en la explotación de los recursos naturales y en el desarrollo de procesos de ciclo cerrado dentro de la cadena de suministro. (Fernández-Arroyo, 2020)

- **Big data:** En el caso de la tecnología del Big Data, es cada vez más utilizada para centralizar datos desde distintas fuentes de información como sensores, redes sociales, encuestas, censos y satélites para convertirlos en datos de valor que permitan una mayor eficiencia en el reciclaje de residuos de plástico. (Marote, s.f.)
- **Inteligencia artificial (IA):** La inteligencia artificial aporta beneficios importantes, como son la mejora de los procesos, la reducción de los costes, el mejor uso de los recursos, la reducción de errores de producción, y genera más calidad y mayor eficiencia. (Canu)
- **Robótica:** La robótica puede beneficiar la economía circular y la economía circular puede beneficiar al sector de la robótica. Por un lado, la utilización de robots en las fábricas puede favorecer la automatización de la gestión de residuos. Y, por otro lado, la implementación de la economía circular en el sector de la robótica da lugar a robots reacondicionados y a robots fabricados con tecnologías como la impresión 3D. (ABAX)

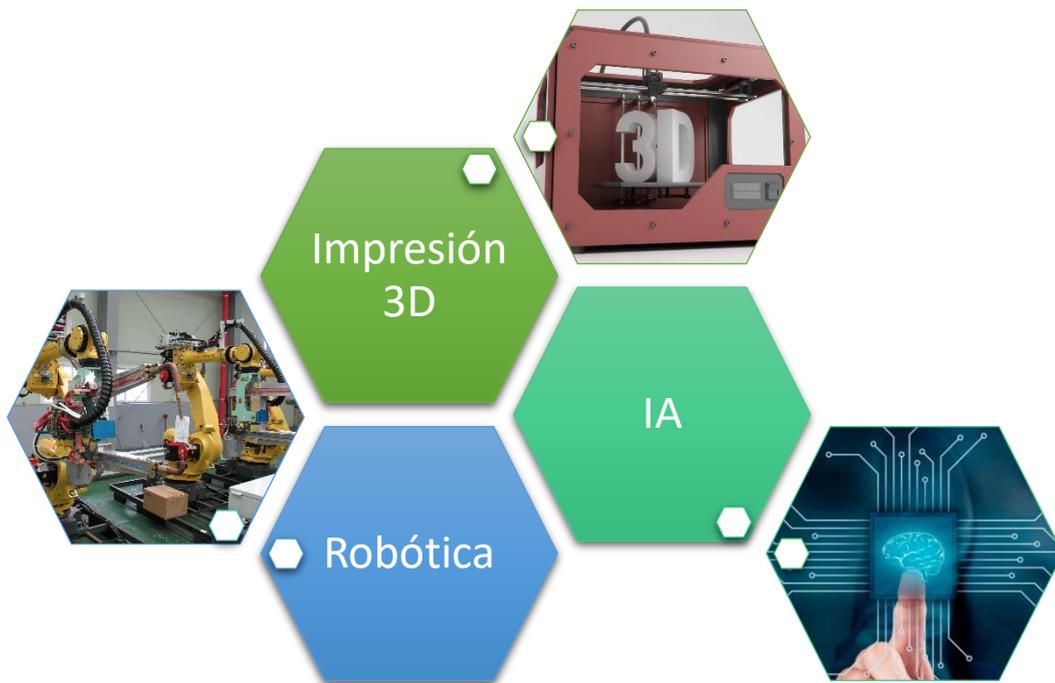


Ilustración 6-1. Principales tecnologías aplicadas a la economía circular. (E. propia)

Estas tecnologías son algunas de otras muchas existentes que facilitarán a las empresas seguir unas estrategias determinadas. Estas consistirán en la conversión de su sistema de producción mecanizados y tradicionales en unos sistemas dominados por las TIC y con más concienciación medioambiental. En el futuro las empresas líderes serán aquellas que sean capaces de adoptar una visión de largo plazo comprometida

con el planeta y la sociedad, a la vez que aceptan los retos que imponen los nuevos modelos de negocio soportados en las tecnologías de la industria 4.0. (Castro, 2019)

7. CASOS DE ÉXITO EN LA IMPLANTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 Y LA ECONOMÍA CIRCULAR

- **AMP Robotics.**

Mediante la inteligencia artificial y robótica, AMP Robotics procesa millones de imágenes de residuos para analizar cada uno de los materiales de los que están compuestos. Su sistema inteligente aprende por segundos para precisar y categorizar los tipos de materiales de residuos desde el papel, plásticos, metales, hasta identificar sus colores, tamaños y forma. Así almacena datos sobre cada elemento que percibe para posteriormente poder separar los materiales reciclables, eliminando la contaminación y creando materia prima de alto valor para crear nuevo suministro y venderlo. (AMP Robotics)

- **Winnow.**

Empresa británica que utiliza la IA desarrollando medidores inteligentes para analizar basura, principalmente de cocinas comerciales. Con estos medidores lo que se pretende es analizar que alimentos se deben tirar y así poder identificar una manera de reducir los desperdicios. En estas cocinas se suele desperdiciar gran parte de los alimentos que se compran arrojándolos a la basura. Winnow Vision toma una fotografía del contenedor e identifica el alimento, lo pesa utilizando una cámara y una balanza. Cada sistema se personaliza para el establecimiento particular en el que se instale y su tecnología proporciona desde el primer día una mejora en la precisión de los datos de cada transacción de residuos, ahorrando tiempo y obteniendo una información de valor para ayudar a reducir los residuos. Gracias a esta innovación se ha logrado reducir la cantidad de desperdicios a la mitad en miles de cocinas en 40 países, reduciendo costes de alimentos en un ocho por ciento al año. (Winnow Solutions)

- **Zenrobotics.**

La empresa especializada en robótica Zenrobotics lleva al mercado una nueva línea de robots especializados en la separación de residuos de las cadenas de producción, llamado Heavy Picker. Estos robots se encargan de separar y clasificar en numerosas fracciones de residuos las materias primas restantes de cada proceso productivo. Se adaptan a cualquier tipo de residuo, priorizando los objetos más valiosos para reutilizarlos posteriormente. Con la ayuda de varios sensores, brazos robóticos e inteligencia artificial facilitan la necesidad de pre-triturar los residuos o pre-clasificarlos con la excavadora, como es lo normal. Los robots funcionan de forma autónoma todo el día.

- **Sustainability Partners.**

Iniciativa colaborativa creada por Cetaqua (Centro Tecnológico del agua) con el objetivo de implantar fácilmente una gestión de modelos de economía circular en territorios y organizaciones de todo el país. Sustainability Partners ofrece a las administraciones y organizaciones un diagnóstico de sistema circular del territorio objeto, creando un plan

de acción para llevar a cabo el modelo circular en su ciudad u entidad. Todo este proceso se logra mediante la utilización de la tecnología Big Data, creando análisis y bases de datos y diagnósticos previos del lugar interesado. Midiendo el impacto real de las medidas adoptadas en cuestiones ambientales, económicos y sociales. Esta iniciativa trae entre otras muchas ventajas, el ahorro para empresas y territorios de hasta un 20% en costes implementando un modelo de economía circular en una organización. Lo que ayudaría a convencer a muchos municipios u organizaciones que se unen a la iniciativa y de esta forma lograr un objetivo común, como los ODS (Objetivo de Desarrollo Sostenible).

- **Banyan Nation.**

Primera empresa de reciclaje de plástico en la India y primera empresa en utilizar móviles, la nube e IoT. Su función se basa en integrar miles de recolectores en su cadena de suministro para recuperar residuos plásticos de consumo o industriales. También se encarga de comprender los flujos de residuos a través de sus ciudades y utilizar un enfoque centrado en los datos para hacer que la gestión de residuos sea más eficiente, efectiva y económica. (Banyan Nation)

- **RECWOOD 3D.**

Iniciativa de la empresa vasca 3R3D Technology Materials, en la que consiste en la utilización de residuos plásticos y residuos de madera para el desarrollo de nuevos productos de mayor valor añadido, como filamentos para la impresión 3D según necesidades del usuario. Empresa que se convertirá en la primera PYME vasca en acceder al mercado de fabricación aditiva con un producto obtenido a partir de materiales reciclados y transformando a un producto especializado. (ADDIMAT, 2018)

- **Neptuno Pumps.**

Primera empresa de bombas del mundo en desarrollar equipos energéticamente eficientes y de alta confiabilidad, diseñados 100% a medida de sus clientes a través del uso de tecnologías de industria 4.0 como la simulación computacional o impresión 3D. Su objetivo es combatir el cambio climático y la sobreexplotación de los recursos naturales. Por lo que desarrolló el primer modelo de economía circular en la industria de las bombas a nivel global, reutilizando y reciclando materiales de sus equipos antiguos y desechados. Utiliza las tecnologías de simulación para la fundición de metales, así como la impresión 3D para el diseño y fabricación de sus bombas industriales. Esto permitió producir equipos que optimizan el uso de materiales y energía, lo que reduce el coste de fabricación y las emisiones de gases efecto invernadero. (EU-LAC, 2018)

- **Urbaser.**

Compañía que trabaja en la transformación de sus servicios hacia los ciudadanos para que mejoren su calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, mediante la aplicación de las últimas tecnologías. Gracias a la plataforma de Microsoft, permite a Urbaser gestionar todos sus activos con el fin de optimizar los recursos dedicados, maximizando el nivel de servicio prestado a las ciudades. De esta forma, Urbaser ha ejecutado la primera versión de su plataforma IoT, que permite gestionar la flota de vehículos, procesos industriales de tratamiento de aguas y los diferentes activos repartidos en la ciudad, como contenedores inteligentes. Centrándose en recolección de residuos urbanos y limpieza de calles mediante esta tecnología. Lo que les facilita crear sistemas de información en tiempo real que mejoren rutas de recolección, reduzcan el nivel de ruido y les ayude a gestionar el consumo de combustible y emisiones de gas. Además,

esta información a tiempo real les facilita la posibilidad de detectar potenciales averías y minimizar el número de reparaciones e interrupciones del servicio. (Alonso)

A continuación, se va a comparar el uso de las distintas tecnologías de la industria 4.0 de los casos de éxito expuestos, mediante la matriz siguiente.

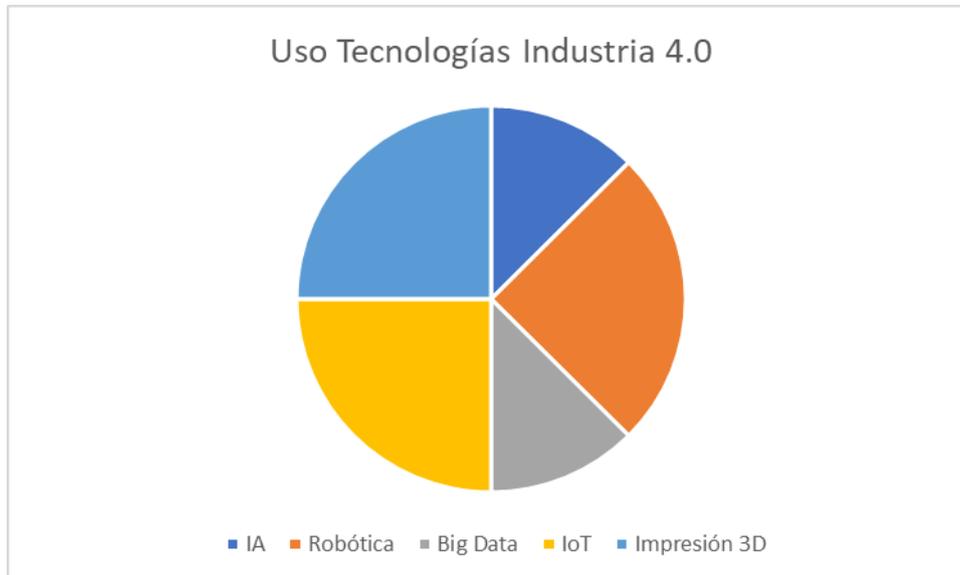


Ilustración 7-1. Usos tecnologías de la industria 4.0 en casos de éxito de economía circular. (E. propia)

A grandes rasgos y mediante los ejemplos de casos de éxito analizados anteriormente, se puede observar que tanto la robótica como las IoT o la impresión 3D, son las tecnologías que más se usan para implantar la economía circular. Y es que son las más útiles respecto a la gestión de residuos como por ejemplo el uso de la robótica inteligente que facilita la separación de estos, como para la fabricación de piezas recicladas a base de desechos gracias a la impresión 3D.

8. LA GESTIÓN DE RESIDUOS

La gestión de residuos ejerce un rol crucial en la economía circular, al mismo tiempo que determina el modo en que se pone en práctica la jerarquía de los residuos de la Unión Europea. Esta jerarquía establece un orden de prioridad desde la prevención, la preparación para la reutilización, el reciclaje y la recuperación de energía hasta eliminarlos. (Xavier Marcet)

El objetivo central es encontrar soluciones que proporcionan el mejor resultado medioambiental general. El modo de recoger y gestionar nuestros residuos puede dar lugar a altas tasas de reciclaje y a que los materiales valiosos vuelvan a la economía. Como acción se propone fomentar la transformación en energía de los residuos que lo permitan.

La industria 4.0 también juega un papel importante sobre la gestión de residuos, ya que gracias a las nuevas tecnologías como por ejemplo los sensores de energía, muchas industrias tendrán la posibilidad de seguir de cerca todo el proceso de producción.

8.1. TÉCNICAS EFICIENTES PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

Antes de diferenciar las distintas técnicas de separación de residuos es importante conocer a qué tipos de residuos nos enfrentamos. Hay muchos tipos de residuos que se pueden clasificar de distintas formas, pero principalmente podemos distinguirlos en tres aspectos:

1. La peligrosidad.
2. Su origen.
3. Su composición.

- **Clasificación de residuos según su peligrosidad**

Según su peligrosidad, los residuos pueden ser:

- Residuos peligrosos: Residuos que por sus características suponen un riesgo para los seres vivos y el medio ambiente general. Como ejemplo los aceites y disolventes.
- Residuos no peligrosos: aquellos que no son ni inertes, es decir, no experimenta transformaciones físicas ni químicas, ni tampoco son peligrosos. Por ejemplo, el plástico, el papel o el metal.



Ilustración 8-1. Clasificación de los residuos según su peligrosidad. (E.propia)

- **Clasificación residuos según su origen**

- Residuos domésticos: residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas se incluyen en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos ropa pilas y muebles, así como residuos y escombros procedentes de obras de construcción y reparación domiciliaria.

- Residuos comerciales: residuos generados por la actividad propia del comercio al por mayor y al por menor de los servicios de restauración y bares de las oficinas y de los mercados, así como, del resto del sector servicios.
- Residuos industriales: los resultantes de los procesos de fabricación de transformación, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial excluidas las emisiones a la atmósfera.
- Biorresiduos: aquellos biodegradables de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor, así como residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos.
- Residuos sanitarios: los considerados generados en centros servicios y establecimientos sanitarios.
- Residuos radioactivos: contienen elementos químicos radioactivos que no tienen un propósito práctico. Clasificados en exentos de baja media y alta radiactividad.



Ilustración 8-2. Clasificación residuos según su origen. (E. propia)

- **Clasificación de residuos según su composición**

- Residuos orgánicos: engloba todo desecho de origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo. Por ejemplo, hojas, ramas y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar.
- Residuos inorgánicos: todo desecho sin origen biológico de índole industrial o de algún otro proceso artificial, por ejemplo, plásticos o telas sintéticas.
- Residuos peligrosos: orgánico inorgánico que tiene potencial peligroso.

Después de conocer todos los diferentes tipos de residuos existentes según sus diferentes características, podemos hablar de las técnicas en la gestión de residuos que se usan en el tratamiento de estos.

Siguiendo estas cuatro directrices los tipos de tratamiento se dividen en:

- **Preparación para su reutilización:** preparar aquellos productos que se hayan tirado como residuos para su uso. Para ello se limpian y reparan, pero no sufren transformaciones.
- **Compostaje:** es un proceso biológico que, bajo ciertas condiciones controladas con oxígeno, transforma los residuos orgánicos en un material llamado compost, que se usa en agricultura y jardinería como abono orgánico.
- **Biometanización:** en ausencia de oxígeno y gracias a microorganismos, este proceso biológico transforma la materia orgánica en biogás utilizado para producir calor y electricidad.
- **Clasificación de material:** es la clasificación de residuos. Su función es separar las fracciones valorizables de la mezcla de residuos para su comercialización. Se utilizan procesos automáticos y manuales.
- **Tratamiento biológico:** son tratamientos para la materia orgánica procedente de la fracción resto.
- **Incineración:** consiste en la combustión de los residuos con recuperación/generación de energía eléctrica.
- **Gasificación:** es un proceso mediante el cual se transforma la materia orgánica de los residuos urbanos en un gas valorizable.
- **Tratamiento de los plásticos:** apartado mecánico, que trocea el material para luego por extrusión moldearlo en nuevos productos; apartado químico, para la recuperación de materia prima a partir de plástico degradado; y valorización energética, cuando el material está muy degradado se incinera para la recuperación de energía.
- **Tratamiento de metales:** separación entre metales ferrosos de los no ferrosos. Una vez hecho, se trocean y se envían a fundiciones para producir nueva materia prima.
- **Tratamiento del papel y cartón:** proceso para la recuperación de las fibras de celulosa mediante la separación de los demás materiales y sustancias, como la tinta.
- **Tratamiento de los RAEE:** los aparatos eléctricos y electrónicos tienen sustancias que son contaminantes; deben ser recogidos aparte y su tratamiento se compone de descontaminación de determinadas sustancias y componentes, y trituración de lo demás, para aprovechar el plástico, metales, etc.
- **Tratamiento del vidrio:** se tritura para formar un polvo que, en hornos a altas temperaturas, se funde en nuevos moldes para nuevos productos.

- **Depósito en vertedero:** un vertedero es una instalación de eliminación de residuos. Puede ser un depósito subterráneo o en superficie, donde los residuos se sitúan en condiciones seguras para evitar contaminación del agua, del aire y del suelo.
(ECOLEC)

8.2. VENTAJAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

Es evidente que una buena gestión de los residuos es beneficiaria para todos, pero principalmente para el medio ambiente. Pero no solo existe una única ventaja, si no que existen otras muchas que dejan huella de una correcta y eficiente gestión de residuos.

Entre ellas se destacan:

- ✓ Ventajas económicas para empresas, como ahorro en costes de producción.
- ✓ Creación de empleo en numerosos proyectos e iniciativas.
- ✓ Emprendimiento colectivo mutuo, compartiendo conocimientos que ayuden a todos.
- ✓ Innovación por la creación de nuevos productos reciclados.
- ✓ Mejora en la durabilidad de los productos para una gestión eficiente de residuos.
- ✓ Evitar contacto con las grandes acumulaciones de basura.
- ✓ Evitar enfermedades por acumulación de basura en ciudades.
- ✓ Ayuda en la contaminación medioambiental.

9. EMPRESAS CON IMPLANTACIÓN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

- Empresa de automóviles Ford:

Ford Motor Company es una de las compañías automovilísticas más reconocida a nivel mundial. Se fundó en junio de 1903 por Henry Ford. Uno de sus primeros y grandes logros fue la implantación de un sistema de cadena de montaje, en la que cada trabajador tenía una función determinada. También utilizaba en este proceso maquinaria avanzada. Hoy en día su objetivo sigue siendo la producción en línea completa de vehículos, pero con un ligero cambio. Y es que actualmente desde hace unos años, esta empresa está enfocada en producir de una manera más sostenible que permita disminuir los residuos a cero. Disminuyendo el impacto medioambiental de una manera significativa, comprometiéndose así a un negocio responsable, que trate a sus consumidores, empleados, comunidades y al planeta con respeto.

Por lo que, en 2016, la compañía se planteó como dar una nueva vida a todos los residuos que generaban sus plantas de producción, que terminaban en los vertederos de Europa. Contaron con la colaboración del equipo Ferroviario Servicios de España, quienes ayudaron en la gestión integral de todos los residuos que se generaban. Este proyecto lo llamaron *Zero Waste to Landfill*, en español “residuos cero a vertedero”.

Consistía en reciclar los residuos y obtener una valorización de materiales para lograr una segunda utilizad como combustibles alternativos entre otros.

Se basaba en fases: la primera analizaba todas las tipologías que se daban en las fábricas de Ford, para diseñar un modelo de implantación de objetivo Cero residuos. Durante ese proceso se identificaron los residuos que podían entrar a formar parte

del nuevo proceso de creación, descartando los residuos que serían imposibles revalorizarlos.

La segunda fase consistía en buscar, analizar y asociarse con otras plantas de tratamiento de los residuos para conseguir valorizar todos y cada uno de ellos. Esa fase era la más compleja ya que se tenían que dividir los residuos en peligrosos y no peligrosos.

Por último, en la tercera fase, los residuos que no podían formar parte de un nuevo ciclo productivo, se diseñó un proceso para generar combustible alternativo para empresas cementeras.

A través de este proyecto llevado a cabo en toda Europa, se redujo la cantidad de residuos destinados a los vertederos desde 6.000 toneladas a cero en un plazo de 5 años, haciendo partícipes a 12 plantas de producción. Esta es la misma cantidad de residuos que produciría una ciudad de 12.500 personas en relación con los 1,2 millones de vehículos que Ford produce al año. Han logrado reducir el coste medioambiental, proporcionando así una mejor calidad de vida para los actuales y futuros ciudadanos convirtiéndose en un modelo a seguir por otras empresas. (Orts, 2017)

- Empresa de alimentación Nestlé:

Multinacional de alimentos y bebidas fundada en Suiza en 1866 por Henri Nestlé. Durante tres años fue la empresa de alimentos más grande del mundo con unos ingresos de 91,43 millones en 2018. La actividad empresarial de Nestlé genera inevitablemente una cantidad de residuos desmesurada junto con emisiones a la atmósfera. Por lo que, uno de los pilares básicos de la política de sostenibilidad medioambiental de Nestlé es el de reducir al máximo las emisiones y llevar a cabo una gestión adecuada de los residuos, de modo que éstos puedan ser valorizados y reutilizados en otros sectores como el del compostaje. Esto lo realizan mediante la separación en origen, la implantación de condiciones de almacenamiento y la puesta por su reciclaje. Así se permite que los residuos se reaprovechen, convirtiéndose así en subproductos. El resultado es una reducción de la producción de residuos por tonelada de producto del 45%.

Un ejemplo de la recuperación de los subproductos la tenemos en la fábrica de Girona, que emplea parte del poso del café que produce como ingrediente en una planta de compostaje, que mejora las propiedades del suelo, aumenta su capacidad de retención de agua y su contenido en nutrientes. Por otra parte, una tercera parte del poso del café producido se valoriza energéticamente y se envía a industrias fabricantes de cal, que lo utilizan como biomasa para obtener parte de la energía necesaria en su proceso productivo.

Otro ejemplo de subproductos se produce en Valladolid, donde se sitúa la fábrica dedicada a la elaboración de platos ultracongelados y culinarios refrigerados. En esta planta, los restos orgánicos se entregan a una empresa externa, que los recicla y los transforma en materias primas para piensos animales.

Todas estas medidas han logrado una reducción del 45% de la producción de residuos en los últimos cinco años, lo que pone en muy buena posición a empresas como Nestlé para un futuro responsable en economía circular. (Meunier, 2009)

- Empresa electrónica de Huawei:

Empresa tecnológica multinacional china que proporciona equipos de telecomunicaciones y vende electrónica de consumo como teléfonos inteligentes. Fundada en 1987 por Ren Zhengfei. Huawei es patrocinadora de la iniciativa llamada Responsible Business 2021, donde se compromete a minimizar su impacto medioambiental en la producción, en las operaciones y en todo el ciclo de vida de sus productos y servicios. Para ellos se creó, entre otros proyectos, un programa de reciclaje de dispositivos cubriendo 48 países y regiones. Lo que permitió reciclar más de 4.500 toneladas de residuos electrónicos.

El programa consiste en dar una nueva vida a los residuos electrónicos separando los que se puedan reutilizar de los que no. Los desechos electrónicos reciclados serán eco procesados, las materias primas se separarán de ellos, como el cobre, la sal de cobalto o hierro, aluminio, arena de cobre etc. Siendo finalmente reutilizados en la fabricación de nuevos productos electrónicos u otros productos.

Huawei está registrado en la Agencia Medioambiental como productor y, como tal, debe reciclar los residuos de envases. Todos los materiales de envasado son fácilmente reciclables, puesto que no contienen sustancias peligrosas. (Huawei, 2021)

10. CONCLUSIONES

Tras la realización del trabajo, en donde se fusiona principalmente la industria 4.0 y la economía circular y se explican ambos conceptos, empezando por qué es la industria 4.0, su historia y los diferentes tipos de tecnologías emergentes. Posteriormente definiendo la economía circular, hablando de su origen y problemas medioambientales. Para luego fusionar los dos términos y ejemplificarlos con casos de éxito en el uso de las tecnologías de la industria 4.0 para procesos de economía circular. He podido llegar a una conclusión y confirmar que las tecnologías son indispensables para abarcar los problemas medioambientales, cambio climático y reducción de residuos. Comenzando por la IA o la robótica, que son las tecnologías de más uso que facilitan una buena gestión de residuos, que es primordial para solucionar el problema de la basura masiva que tenemos en nuestro planeta.

El uso de las tecnologías tanto Big Data como el IoT o las simulaciones entre otras mencionadas, traen grandes beneficios de cara al futuro para muchas empresas y ciudades. Con ellas aparecen oportunidades de creación de nuevos negocios centrados en la reutilización de los desechos que crean desde su propia empresa hasta otras ajenas, o incluso la basura urbana. Es cierto que cada vez este pensamiento verde esta más presente en la sociedad por lo que a muchas empresas les interesa crear un valor responsable para sus negocios y de esta forma darse a conocer y obtener rentabilidades.

Dentro de la economía circular, otro de los temas que se ha tocado en este trabajo ha sido la gestión de residuos, y es que es un asunto de capital interés y así debe ser percibido por las principales autoridades y por la ciudadanía. Las islas de basura, los desechos urbanos, las calles contaminadas están suponiendo un problema que a medida que pasa el tiempo supone más riesgo para nuestro planeta. Aquí entran de nuevo las tecnologías y como nos podemos beneficiar de ellas para optimizar una buena gestión de residuos. Hay numerosas clasificaciones y orígenes de los residuos, lo que conlleva una gran dificultad de gestionarlos para la posible reutilización. Comenzando por la cantidad de neumáticos y desechos que se crean en la fabricación de vehículos. Por lo que las empresas como la automovilística Ford, de la que se habla en el trabajo, ha decidido acabar con el problema de raíz para asegurar su negocio en un futuro responsable. Esta es una de las numerosas empresas que de aquí a cinco años van a reconvertir su cadena de producción lineal en una circular, llegando a tener cero residuos en sus procesos productivos.

En este trabajo se muestra, no solo el punto responsable hacia el medio ambiente, facilitando numerosas soluciones tecnológicas para llevar a cabo nuevos proyectos para acabar o aprovechar los residuos. Si no que también se muestran diferentes oportunidades de negocio que están emergiendo a raíz de esta nueva visión de la economía.

Para una correcta elaboración de este trabajo, se ha necesitado numerosa información posible de todas las fuentes que se han encontrado, desde artículos periodísticos, académicos, libros, videos y revistas. Ya que al ser un tema tan novedoso ha sido una tarea difícil el encontrar la documentación necesaria para abarcar aspectos concretos como el de la fusión entre la industria 4.0 y la economía circular.

Otra de las limitaciones para un trabajo más ejemplificado y técnico, ha sido el de encontrar datos numéricos de la inversión en I+D de empresas que utilicen tecnologías para la gestión de residuos. Ya que no se ha conseguido encontrar las cifras en sus respectivas cuentas anuales, por motivos privados en páginas web o por que las principales empresas pertenecientes al código CNAE 38 de la gestión de residuos no figuren datos de inversión en I+D en plataformas como el SABI.

Hay que destacar que este trabajo da una visión general de los inicios de la nueva economía y sociedad que van a cambiar el mundo, gracias a las tecnologías que ya lo están cambiando. Por lo que es de gran importancia empezar a conocer estos términos e implantarlos desde la educación, para que las nuevas generaciones vengan preparadas y tengan un concepto del reciclaje mayor del que se tiene hasta ahora. En un futuro cercano se podrá llegar a realizar estudios más concisos y destacar las tecnologías que más se hayan utilizado para implantar los procesos circulares en las futuras empresas. Al igual que estudiar si los objetivos planteados como la reducción de residuos del planeta, entre otros, se han alcanzado, de que forma y con qué herramientas tecnológicas.

Para finalizar, he de decir, que me hubiera gustado elaborar un trabajo de mayor investigación, pero la documentación disponible no me lo ha facilitado. Lo que no descarta que haya conocido un nuevo mundo y gracias a la búsqueda de este tema me ha ampliado mis opciones para decidir mi camino en el mundo empresarial. Por lo que me encantaría dedicarme profesionalmente a la economía circular o quizás emprender en algún proyecto sobre ello, ya que con la elaboración de este trabajo se me han ocurrido numerosas ideas que quizás implante en un futuro, quién sabe.

11. BIBLIOGRAFÍA

EditorR. (2018, 19 julio). *¿Qué es la industria 4.0? y qué se necesita saber sobre este concepto?* Software ISO. [Consulta: 30 marzo 2021] Disponible en: [¿Qué es la industria 4.0 y qué se necesita saber sobre este concepto? \(isotools.org\)](https://www.isotools.org/que-es-la-industria-4-0-y-que-se-necesita-saber-sobre-este-concepto/)

L. (2018, 15 octubre). Historia de la Industria 4.0- Logicbus S.A de C.V. Logicbus S.A. de C.V. [Consulta: 30 marzo 2021] Disponible en: <https://www.logicbus.com.mx/historia-industria-4.0.php>

A. (2020a, septiembre 18). Producción inteligente en la era de la Industria 4.0. Aggity. [Consulta: 5 abril 2021] Disponible en: <https://aggity.com/produccion-inteligente-industria-4-0/>

Xavier Marcet, Marc Marcet y Ferran Vergés. (2018, febrero). Qué es la economía circular y por qué es importante para el territorio. Pacto Industrial de Región Metropolitana de Barcelona. [Consulta: 5 abril 2021] Disponible en: <https://www.pacteindustrial.org/ca/>

Sustentable, D. (2019, 27 agosto). Qué es la economía circular y cuál es su historia. Diario Sustentable. [Consulta 5 abril 2021] Disponible en: <https://www.diariosustentable.com/2019/08/que-es-la-economia-circular-y-cual-es-su-historia/>

M. (2019, 18 octubre). Industria 4.0 y la gestión de residuos. Heura Gestión Ambiental S.L. [Consulta: 7 abril 2021] Disponible en: <https://heura.net/industria-4-0-y-la-gestion-de-residuos/>

A. (2020a, agosto 5). Economía circular en la industria 4.0. ATIGA. [Consulta 12 abril 2021] Disponible en: [ATIGA - Economía circular en la industria 4.0](https://www.atiga.es/economia-circular-en-la-industria-4-0/)

Tratamiento de residuos. (2020). Ecolec. [Consulta 13 abril 2021] Disponible en: [Tratamiento de residuos - Ecolec](https://www.ecolec.com/tratamiento-de-residuos)

Orts, J. T. (2017, 14 junio). Cómo fabricar automóviles y reciclar residuos al mismo tiempo. Ferrovial. [Consulta 14 abril 2021] Disponible en: <https://blog.ferrovial.com/es/2017/06/residuos-cero-ford-espana/>

ZenRobotics. (2021). Página Web Oficial. [Consulta 25 junio 2021] Disponible en: [de selector pesado ZenRobotics](https://www.zenrobotics.com/de-selector-pesado-ZenRobotics)

CETAQUA. (2021). Página Web Oficial. [Consulta 25 junio 2021] Disponible en: [Circular Toolkit - El análisis de datos en la economía circular - Web Cetaqua](https://www.cetaqua.com/circular-toolkit-el-analisis-de-datos-en-la-economia-circular-web-cetaqua)

Banyan Nation. (2021). Página Web Oficial. [Consulta 25 junio 2021] Disponible en: [de la Nación Banyan Banyan Nation Better Plastic WEF Circulares 2018](https://www.banyannation.com/de-la-nacion-banyan-banyan-nation-better-plastic-wef-circulares-2018)

ADDIMAT. (2018, 9 febrero). ECONOMÍA CIRCULAR RECWOOD 3D, UN MODELO DE NEGOCIO PARA 3R3D TECHNOLOGY MATERIALS. [Consulta 24 junio 2021] Disponible en [Economía circular RecWood 3D, un modelo de negocio para 3R3D Technology Materials | ADDIMAT](https://www.addimat.com/economia-circular-recwood-3d-un-modelo-de-negocio-para-3r3d-technology-materials-addimat)

AMP Robotics. (2021). Página oficial [Consulta 25 junio 2021] Disponible en [AMP Robotics](#)

Winnow. (2021). Página oficial [Consulta 25 junio 2021] Disponible en [Winnow | Cutting Food Waste Within Hospitality \(winnowsolutions.com\)](#)

Banyan Nation. (2021). Página oficial [Consulta 25 junio 2021] Disponible en [Winnow | Cutting Food Waste Within Hospitality \(winnowsolutions.com\)](#)

Periódico EL PAÍS. (2019, 28 mayo). La tecnología y la economía circular: catalizadores del consumo responsable del plástico. [Consulta 26 junio 2021] Disponible en [La tecnología y la economía circular: catalizadores del consumo responsable del plástico | Transformación Digital | Tecnología | EL PAÍS \(elpais.com\)](#)

M. Espaliat Canu. (2017). Economía Circular y Sostenibilidad: Nuevos enfoques para la creación de valor. [Consulta 26 junio 2021] Disponible en [Microsoft Word - TEXTO WORD WEB \(miesesglobal.org\)](#)

ABAX. (2021). Robot para imprimir en 3D y su influencia en la economía circular. [Consulta 27 junio 2021] Disponible en [Robot para imprimir en 3D y su influencia en la economía circular \(abax3dtech.com\)](#) EU-LAC. Estudios de casos sobre modelos de Economía Circular e integración de los ODS en estrategias empresariales en la UE y ALC. (2018). [Consulta 28 junio 2021] Disponible en [www.eulacfoundation.org](#)

A.Alonso. Caso de éxito: Gestión eficiente de residuos con Azure IoT. (2019, febrero). [Consulta 29 junio 2021]. Disponible en [Caso de éxito: Gestión eficiente de residuos con Azure IoT - ITSitio](#)

Nestlé España, S.A. Nestlé y la Creación de Valor Compartido en medio ambiente. (noviembre 2009). [Consulta 11 julio 2021]. Disponible en [cuaderno-cvc-medio-ambiente.pdf \(nestle.es\)](#)

HUAWEI TECHNOLOGIES ESPAÑA S.L. Página Oficial. (2021). [Consulta 11 julio 2021]. Disponible en [Programa de reciclaje de desechos electrónicos | HUAWEI España](#) y [Huawei-se-une-a-la-iniciativa-Responsible-Business-2021](#)