



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Economía circular y energías renovables en la generación española de electricidad

Autora

Paula García Soria

Director

Marcos Sanso Frago

Facultad de Economía y Empresa

2022

Agradecer en primer lugar toda la ayuda proporcionada por mi tutor del Trabajo Fin de Grado, Marcos Sanso Frago, su seguimiento y apoyo. Seguidamente gracias a todos los profesores que me han impartido clase durante estos cuatro años que he estado en el Grado. Por último, gracias a todos mis familiares y amigos por apoyarme y confiar en mí.

Autora del trabajo: Paula García

Director del trabajo: Marcos Sanso Frago

Título del trabajo: Economía circular y energías renovables en la generación española de electricidad

Titulación a la que está vinculado: Grado de Economía.

Economía circular y energías renovables en la generación española de electricidad

RESUMEN

En este Trabajo Fin de Grado se ha querido demostrar cómo el uso de energías renovables ha supuesto una ayuda en la transición hacia un modelo de Economía Circular y una mejora medioambiental que ocasiona una reducción en las cantidades de dióxido de carbono emitidas al aire. El estudio realizado concluye empíricamente que sí que es cierto que la reducción del uso de fuentes de energía no renovables y su sustitución por las de energía renovable en la obtención de electricidad en España han logrado disminuir la cantidad de CO₂ en el aire. Se ha puesto de manifiesto que se trata de un cambio llevado a cabo dentro de los principios de Economía Circular, que permite luchar contra el cambio climático y que, a la vez, avanza en la consecución de un mundo más sostenible.

Circular economy and renewable energies in the Spanish generation of electricity

ABSTRACT

In this Final Degree Project, we wanted to demonstrate how the use of renewable energies has helped in the transition towards a Circular Economy model and an environmental improvement that causes a reduction in the amounts of carbon dioxide emitted into the air. The study concludes empirically that it is true that the reduction in the use of non-renewable energy sources and their replacement by renewable energy sources in obtaining electricity in Spain have managed to reduce the amount of CO₂ in the air. It has been shown that this is a change carried out within the principles of the Circular Economy, which makes it possible to fight against climate change and, at the same time, advances in the achievement of a more sustainable world.

Tabla de contenido

<i>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA CIRCULAR.....</i>	<i>6</i>
1.1 ORÍGENES DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.....	8
1.2 BENEFICIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR	8
1.3 PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.....	9
<i>CAPÍTULO 2. ENERGÍAS RENOVABLES.....</i>	<i>14</i>
2.1 SU RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE.....	15
2.2 SU RELACIÓN CON LA ECONOMÍA CIRCULAR	15
2.2.1 LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA A LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....	16
<i>CAPÍTULO 3. ENERGÍAS NO RENOVABLES.....</i>	<i>18</i>
<i>CAPITULO 4. PACTOS DE ECONOMÍA CIRCULAR Y SOTENIBILIDAD</i>	<i>20</i>
4.1 ACUERDO DE PARIS	20
4.2 PACTO VERDE EUROPEO	20
4.3 PACTO POR UNA ECONOMÍA CIRCULAR EN ESPAÑA.....	22
4.4 ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE ECONOMÍA CIRCULAR	23
4.3.1 PLANES DE ACCIÓN DE ECONOMÍA CIRCULAR.....	25
<i>CAPITULO 5. AVANCE HACIA LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN ESPAÑA: ENERGÍA RENOVABLE FRENTE A NO RENOVABLE .</i>	<i>28</i>
5.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA SUSTITUCIÓN DE ENERGÍA NO RENOVABLE POR ENERGÍA RENOVABLE.....	28
5.2 AVANCE EN ECONOMÍA CIRCULAR MEDIANTE SUSTITUCIÓN DE FUENTES NO RENOVABLES. CUANTIFICACIÓN DE BENEFICIOS.....	31
<i>CONCLUSION.....</i>	<i>34</i>
<i>BLIBLIOGRAFÍA</i>	<i>36</i>
<i>ANEXO</i>	<i>38</i>

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular es un enfoque de los sistemas económicos que supone la combinación de tres ámbitos de la realidad: el ambiental, el económico y el social. Parte del principio de que la salud general del sistema sólo se consigue a largo plazo con la integración de estos tres ámbitos. Esta integración obliga a considerar muchos aspectos adicionales a lo que se consideran si el enfoque se limita sólo a los aspectos meramente económicos, lo que no impide profundizar en las problemáticas y los objetivos tradicionales del análisis económico.

El modelo económico actual de referencia, que es un modelo lineal basado en “tomar-fabricar-consumir-eliminar” está alcanzando ya al límite de su capacidad física. Es agresivo con el medio ambiente y si continúa desarrollándose, agotará las fuentes de suministro, tanto energéticas como materiales, y ocasionará una catástrofe ambiental. Al darse en este tipo de economía una fuerte dependencia de las materias primas, conlleva un riesgo de falta de suministro, de precios elevados y de alta volatilidad, así como de una disminución significativa del capital natural con las sucesivas pérdidas económicas. Se hace por tanto necesario comenzar una vía de transición para pasar de la economía lineal a lo que se ha dado por denominar economía circular.

La actividad económica de una economía circular ayuda a la salud general del sistema económico. Este concepto de economía circular tiene en cuenta lo importante que es el funcionamiento de la economía a cualquier nivel, tanto en grandes y pequeños negocios como en organizaciones e individuos, ya sea global o localmente.

El paso hacia una economía circular no se limita solo a ajustes que reducen los impactos negativos sobre el medio natural en dicha economía, sino que representa un cambio sistémico total. Genera oportunidades económicas de nuevos negocios, crea resiliencia a largo plazo y también proporciona beneficios ambientales y sociales.

La economía circular se entiende como un modelo de producción y consumo que conlleva compartir, reutilizar, alquilar, renovar, reparar y reciclar materiales y productos ya creados todas las veces que sea posible para generar un valor añadido. De esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende. A veces se le denomina como la re-economía.

Es decir, se maximiza el uso de los recursos disponibles persiguiendo la permanencia en el ciclo productivo durante el mayor tiempo posible. Con ello la economía circular aspira a disminuir todo lo posible la generación de residuos y a aprovechar al máximo todos

aquellos cuya generación no se haya podido evitar. Se aplica tanto a los ciclos tecnológicos como a los ciclos biológicos. De tal manera se obtienen materias primas, se fabrican productos y de los residuos generados se recuperan materiales y sustancias que más tarde se reincorporan, de manera segura para la salud humana y el medio ambiente, nuevamente al proceso productivo. Su objetivo final consiste en desvincular el crecimiento económico del consumo finito de recursos.

Tal como enuncian M. Enriqueta Fernández y Gabriel López en el libro *Economía Circular: fundamentos y aplicaciones*, puede llegar a considerar que una economía industrial es regenerativa, restaurativa por concepto, intención y diseño. Una de las características principales y la cual va a ser nuestra base de análisis de la economía circular es tener como input energético principal las energías renovables. A parte de tener como complementación la eliminación o reducción del uso de productos químicos tóxicos, subproductos y residuos dando lugar a la reducción de balance energético de la producción o la reducción de la huella de carbono, siendo esto último lo que queremos demostrar en este Trabajo Fin de Grado.

Ciertos investigadores como Kirchherr, Rike y Hekkert (2017) han llegado a analizar alrededor de unas 114 definiciones sobre este concepto para entenderlo. Ellos lo definen como un sistema económico que persigue la reducción de la producción de residuos, la limitación del uso de materias primas, la mejor gestión de los materiales implicados en el proceso productivo y una circularidad que aumente la resiliencia y el valor durante el mayor tiempo posible.

Otra definición según la Fundación Ellen MacArthur (página 5) es:

Aquella que es restaurativa y regenerativa a propósito, y que trata de que los productos, componentes y materias mantengan su utilidad y valor máximos en todo momento, distinguiendo entre ciclos técnicos y biológicos. Se concibe como un ciclo de desarrollo positivo continuo que preserva y mejora el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos y minimiza los riesgos del sistema al gestionar reservas finitas y flujos renovables. Funciona de forma eficaz en todas las escalas. Este modelo económico trata en definitiva de desvincular el desarrollo económico global del consumo de recursos finitos.

Contrasta con el modelo lineal tradicional mencionado previamente, principalmente en el concepto predominante en el mismo de “usar y tirar”, que requiere grandes cantidades de

energía y materiales baratos y fáciles de obtener. El parlamento Europeo pide medidas para luchar contra la obsolescencia programada, esta es también parte de este modelo.

La Economía circular defiende la utilización de la mayor parte posible de materiales biodegradables en la producción de bienes para que estos puedan volver a la naturaleza sin ocasionar daños medioambientales al finalizar su vida útil. Cuando no sea posible utilizar este tipo de materiales, el objetivo será separar las partes del producto para darle una nueva vida reintroducirlos al ciclo de producción y constituir un nuevo componente productivo. Finalmente, cuando esto último tampoco sea posible se reciclará respetando el medio ambiente.

1.1 ORÍGENES DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Su base tiene orígenes históricos y filosóficos que no se remontan a una única fecha. Varias escuelas filosóficas ya hablaban de la idea de retroalimentación y de ciclos en sistemas en la vida real. Volvió a cobrar importancia en países industrializados tras la Segunda Guerra Mundial después de que estudios computarizados de sistemas no lineales hubiesen revelado la naturaleza conectada, imprescindible y compleja de nuestro mundo, asemejándose más a un metabolismo que a una máquina. Con la actual tecnología el apoyo a la transición hacia esta economía ha crecido radicalmente.

El concepto de Economía Circular ha ido perfeccionándose y desarrollándose por algunas de las siguientes escuelas de pensamiento como: “Diseño regenerativo” de John Lyle, “Economía del rendimiento” de Walter Stahel, “Cradle to cradle” de Michael Braungart, “Ecología industrial” de Reid Lifset y Thomas Graedel , “Biomimética” de Janine Benyus, “Economía azul” de Gunter Pauli y capitalismo natural entre otras.

También fueron apareciendo diferentes asociaciones y fundaciones para impulsar el conocimiento y la puesta en práctica del concepto. La principal y más conocida es la Fundación Ellen MacArthur creada en 2010.

1.2 BENEFICIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Medidas como el diseño ecológico, la reutilización y la prevención de residuos podrían hacer ahorrar dinero a las empresas de la UE mientras se reduce el total anual de emisiones de gases de efecto invernadero. Actualmente, la fabricación de los productos que usamos a diario son responsables del 45% de las emisiones de CO2.

Avanzar hacia una economía más circular podría ocasionar beneficios como mejorar la seguridad de suministro de materias primas y romper con los problemas de suministro,

reducir la presión sobre el medioambiente, estimular la competitividad, la innovación, el crecimiento económico (un 0,5% adicional del PIB) y el empleo (se crearían unos 700.000 trabajos solo en la UE de cara a 2030).

Para los consumidores creara outputs más duraderos e innovadores que brinden ahorros monetarios y una mejor calidad de vida. Por ejemplo, si los teléfonos móviles tuviesen más facilidades para ser desmontados el coste de volverlo a fabricar podría disminuirse a la mitad. Podría suponer un aumento en los ingresos que supondrían una mejora en las condiciones de vida.

Como consecuencia de todo ello la economía circular da lugar a un conjunto de beneficios, económicos y ambientales, llegando a proporcionar simultáneamente oportunidades a empresas, personas individuales y economías agregadas.

1.3 PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

La fundación Ellen MacArthur enuncia tres principios básicos en su artículo “TOWARDS A CIRCULAR ECONOMY: BUSINESS RATIONALE FOR AN ACCELERATED TRANSITION” (página 7)

- **Principio 1. Preservar y mejorar el capital natural controlando reservas finitas y equilibrando los flujos de recursos renovables.**

En esta idea se basa el modelo circular, y centrándose en la desmaterialización de la utilidad. *“Cuando se necesitan recursos, el sistema circular los selecciona de forma sensata y elige tecnologías y procesos que utilizan recursos renovables o de mayor rendimiento.”*

De tal manera, se respeta al entorno natural de la economía, y a su vez provoca una sostenibilidad y una posible regeneración de muchas materias primas como el suelo o la generación de capital natural.

- **Principio 2. Optimizar los rendimientos de los recursos distribuyendo productos, componentes y materiales con su utilidad máxima en todo momento tanto en ciclos técnicos como biológicos.**

En este principio se explica el funcionamiento de la estructura del modelo: *“refabricar, reacondicionar y reciclar.”*

Se está buscando un mantenimiento de los componentes que forman los distintos productos que se consumen en una economía; se elimina la idea de “residuo”, ya que se utilizan al máximo las cualidades de los bienes.

Está relacionado con la teoría ‘Cradle to Cradle’, y que se basa en la distinción de dos ciclos:

En primer lugar, entran los ciclos biológicos y después se analizan los ciclos técnicos.

“Al igual que en todo sistema lineal, buscar un mayor rendimiento a todos estos niveles resulta útil y requiere continuas mejoras del sistema. Sin embargo, a diferencia de un sistema lineal, un sistema circular no pone en peligro la eficacia.”

- **Principio 3. Promover la eficacia de los sistemas detectando y eliminando del diseño los factores externos negativos.**

Entran en juego los comportamientos sociales y los estilos de vida. El ser humano debe corregir ciertas actividades, reduciendo las posibles externalidades negativas: contaminación del agua, del aire o usos extensivos del suelo.

A parte de los principios el modelo tiene unas características como:

- **El residuo se convierte en recurso.** Se elimina la idea de residuo, todo lo que se diseña va a poder ser utilizado posteriormente de alguna manera o podrá devolverse fácilmente al suelo.
- **El segundo uso.** Reintroducir en el círculo económico aquellos productos que ya no satisfagan las necesidades iniciales de los consumidores.
- **La reutilización.** Reutilizar ciertos residuos o partes de los viejos productos que todavía pueden ser utilizados para la fabricación de nuevos.
- **La reparación.** Buscar a los productos estropeados una segunda vida.
- **El reciclaje.** Aprovechar los materiales de los residuos generados.
- **La valoración.** Aprovechar energéticamente los residuos que no se pueden reciclar.
- **Economía de la funcionalidad.** Propone suprimir la venta de productos en muchas ocasiones para implantar un sistema de alquiler de bienes. Cuando el producto termina su principal función, vuelve a la empresa, que lo desmontará para la reutilización de las piezas válidas.
- **Energía de fuentes renovables.** La energía principal debería ser la renovable y poco a poco ir eliminando los combustibles fósiles para producir, reutilizar y reciclar.
- **La Eco-concepción.** Tiene en cuenta el impacto medioambiental de los productos durante todo el ciclo de vida útil y los integra desde su creación. Diseñando así productos más sostenibles ya que siempre lo serán respecto a todos aquellos que se diseñen sin tener en cuenta el impacto medioambiental.
- **La ecología industrial y territorial.** Se busca establecer un modelo de organización industrial en un mismo territorio que se caracteriza por una gestión optimizada de los stocks y de los flujos de energía, materiales y servicios.

La fundación Ellen MacArthur deduce a través de estos principios y características cuatro fuentes de creación de valor (página 9):

- **El poder del círculo interior.** Refiriéndose a que cuanto más pequeño sea el círculo más valiosa será su estrategia. Los círculos internos aseguran más integridad, mano de obra implícita, complejidad y energía de un producto.
- **El poder de circular más tiempo.** Se tiene en cuenta el número de ciclos seguidos y/o el tiempo que duran en cada ciclo de los productos. Cada ciclo evita la materia, energía y mano de obra de creación de un nuevo producto o componente. En el caso de productos que requieren energía, su vida útil óptima tendrá en cuenta la mejora de rendimientos energéticos a lo largo del tiempo.
- **El poder del uso en cascada.** Reutilización diversificada a lo largo de toda la cadena de valor.
- **El poder de los insumos puros.** Los flujos de materiales no contaminados aumentan la eficiencia en la recogida y redistribución, manteniendo la calidad, sobre todo en las materias técnicas, lo que a su vez incrementa la vida de los productos dando lugar también a un incremento de la productividad del material.

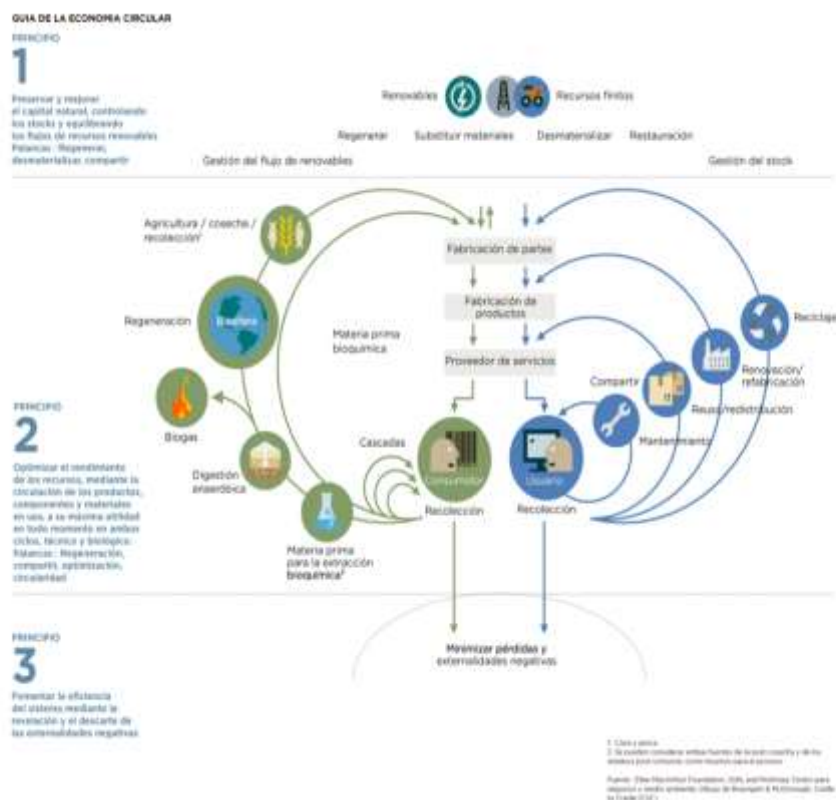


Imagen 1

El diagrama del sistema de economía circular, conocido como diagrama de mariposas, ilustra el flujo continuo de materiales en una economía circular. Aboga por el perfeccionamiento final del sistema, esto quiere decir un sistema integrado y que no deje ninguna externalidad negativa (contaminación atmosférica, de agua potable, pérdida de fertilidad del suelo, cambio climático...). Hay dos ciclos principales: el ciclo técnico y el biológico. En el ciclo técnico, se gestionan las reservas de materias finitas, es decir; los productos y materiales se mantienen en circulación a través de procesos como la reutilización, la reparación, la refabricación y el reciclaje. En el ciclo biológico, comprenden los flujos de materias renovables. En él los nutrientes de los materiales biodegradables se devuelven a la Tierra para regenerar la naturaleza aquí tiene lugar la acción del consumo.

CAPÍTULO 2. ENERGÍAS RENOVABLES

Se entiende que una energía es renovable cuando su principal fuente de energía se basa en la utilización de recursos naturales inagotables y capaces de renovarse ilimitadamente, tales como el sol, el agua, el viento o la biomasa. Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles.

Existen varios tipos de energías renovables. En el cuadro 1 aquí se muestra cada una de ellas.

Cuadro 1. Tipos de energías renovables

ENERGÍA RENOVABLE	FUENTE	TECNOLOGÍAS	APLICACIONES
SOLAR	Sol	Fotovoltaica y termo solar	Electricidad, calefacción y refrigeración
EÓLICA	Viento	Turbinas eólicas	Electricidad
HIDROELECTRICA	Agua	Centrales hidroeléctricas	Electricidad
GEOTÉRMICA	Tierra	Sistemas geotérmicos superficiales y bombas de calor	Electricidad, calefacción y refrigeración
BIOENERGÍA	Biomasa	Combustión de biomasa, bio carburantes, plantas de biogás	Electricidad, calefacción y refrigeración, transporte

Los consumos de energía verde en España siguen siendo una pequeña parte del total, aunque permanecen progresivamente en constante aumento.

El consumo bruto final de energía que proviene de fuentes renovables en España alcanzó el 17,41 % en 2018, por debajo de la media del 18 % de la Unión Europea y alejado del objetivo del 20 % fijado para 2020.

Las energías renovables más utilizadas en España según el Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico son la energía hidráulica respecto al incremento en consumo primario (87,4%), aunque también se registraron aumentos en biocombustibles (30,7%), eólica (3,6%) y biogases (1,3%).

Por el lado de la energía solar fotovoltaica (-7,5%) y de la energía solar térmica (-14,6%) disminuyeron respecto a 2017 puesto que en el año 2018 hubo una baja radiación solar, llegando a ocasionar el consumo primario más bajo desde el año 2013.

Podemos destacar dos aspectos no muy favorables en estas energías. El primero de ellos es la imposibilidad de proporcionar continuidad en su producción al depender de fenómenos naturales que no son continuos. Es el lado sucio de la energía limpia al tener que ser sustituidos por energía no renovable. El segundo aspecto no favorable su impacto arquitectónico y sobre el medio natural.

2.1 SU RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE

Aparte de ser energías inagotables, no generan gases de efecto invernadero, los cuales son los causantes principales del cambio climático, por lo que tienen muy poco impacto ambiental. Se puede considerar que las energías renovables son fuentes de energía limpias.

Cabe destacar que a una energía limpia y renovable se le puede llama energía verde, pero que no toda la energía limpia se le considera renovable, como la energía nuclear.

La transición energética se caracteriza por:

1. El mayor uso de energías renovables respecto a las no renovables
2. La descarbonización del mix energético
3. El uso de combustibles menos contaminantes
4. El autoconsumo
5. Inclusión en nuestras vidas de vehículos eléctricos

2.2 SU RELACIÓN CON LA ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular es una aliada estratégica para el desarrollo sostenible. La visión más amplia que aporta es imprescindible para revisar el enfoque para enfrentarse a la escasez de recursos, el calentamiento global y la gestión de los residuos.

Sin embargo, para aplicar este modelo es necesario cambiar el enfoque tradicional del mercado, de los clientes y de los recursos naturales. De este modo, las empresas pueden obtener importantes ventajas competitivas: reducción de costes, uso eficiente de la energía, optimización y seguridad de la cadena de suministro reducción de las emisiones de CO₂, y lucha contra el cambio climático

Este último aspecto es importante, ya que la Economía Circular es un paso hacia un mundo de energías limpias y de menos contaminación que permitirá hacer frente al cambio climático. Además, ayudan a potenciar el autoconsumo y a ahorrar electricidad, a la vez que deducen la dependencia energética frente a otros países.

2.2.1 LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA A LAS ENERGÍAS RENOVABLES

En este Trabajo Fin de Grado queremos ilustrar cómo las energías renovables evitan el uso de recursos no renovable, reducen la generación de residuos, combaten el cambio climático y reducen la emisión de CO₂ con datos de la economía española. Cuando generamos energía de fuentes renovables, podemos reponer dicho recurso, que no tiene problemas de agotamiento, como es el caso del sol o el viento. Este hecho es Economía Circular en acción.

El proceso de obtener energía por fuentes no renovables, tales como el carbón o el petróleo, se le considera Economía lineal puesto que el recurso natural se agotará y llegara a su fin. Pero aparte de agotarse, en el proceso contaminamos otros recursos como el agua, el aire e incluso el suelo.

Un ejemplo más de Economía Circular en acción con el uso de energía limpia es por ejemplo cuando conduces un coche eléctrico que se ha repostado con fuentes renovables, no contamina nada o en menor proporción al coche de gasolina, reduciendo así las emisiones de CO₂ y otros gases.

Si llevamos el concepto de Circularidad a los modelos de producción y al reciclaje, pero lo que hace funcionar ambas cosas no es energía renovable, solo estaremos usando lo superficial de este enfoque sin garantizar lo esencial.

CAPÍTULO 3. ENERGÍAS NO RENOVABLES

La energía no renovable es la energía producida a través del uso de combustibles fósiles. Estos combustibles son los principales emisores de uno de los gases más abundantes en el efecto invernadero, dicho gas es el Dióxido de Carbono (CO₂). Aunque disponemos de grandes reservas de dichos combustibles, encontramos cantidades limitadas. Estos han sido la fuente de energía principal de la economía lineal hasta ahora, por lo que para cambiar a una economía circular es lo principal que hay que intentar reducir.

Los tipos de energías no renovables son los siguientes:

- Energía fósil que proporciona el carbón, el petróleo o el gas natural
- Biocombustibles como el bioetanol
- Energía nuclear como el uranio

Como ya intuimos, el inconveniente principal en todos los tipos de energía no renovable se encuentra en los altos niveles de contaminación que expulsan a la atmósfera, tanto en su producción como en su uso. Por lo tanto, tienen un gran peso en el cambio climático, junto con la generación de residuos no biodegradables.

Sabemos que la utilización de energías no renovables esta ocasionando consecuencias que están siendo devastadores en el ámbito sanitario. De hecho, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el 91% de la población vive en zonas que tienen una baja calidad de aire y que ocho millones de personas mueren cada año por la contaminación del aire. Y no solo esto sino que también están afectando a la flora y la fauna de todo el mundo con una gran cantidad de especies en extinción.

Por otro lado, el uso de fuentes energéticas agotables llevara a un grave impacto económico y social el día que desaparezcan o se aproximen a su desaparición. Algunas fuentes dicen que alrededor de unos 42 años habrá desaparecido el petróleo de todo el planeta, en 65 años ocurrirá lo mismo con el gas natural y en 150 años el carbón desaparecerá.

CAPITULO 4. PACTOS DE ECONOMÍA CIRCULAR Y SOSTENIBILIDAD

4.1 ACUERDO DE PARIS

Segun United Nations Framework Convention on Climate Change “*el acuerdo de París es un tratado internacional sobre el cambio climático jurídicamente vinculante. Adoptado por 196 Partes en la COP21 en París, el 12 de diciembre de 2015 y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016.*” Su objetivo es limitar el calentamiento global a 1,5 grados centígrados. Se basa en la mejora de la tecnología e innovación para conseguir una transformación económica y social. Es un acuerdo vinculante a todos los países y ha supuesto la creación de pactos nacionales para su cumplimiento.

4.2 PACTO VERDE EUROPEO

En la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 25) oficiada en Madrid se estableció el Pacto Verde.

Como se define en el comunicado de la comisión europea es una estrategia de crecimiento enfocada a llevar a la UE a una sociedad equitativa y favorable, con una economía actual, competitiva y eficiente en el uso de recursos, sin emisiones netas de gases de efecto invernadero en 2050 y se busca que el crecimiento económico no esté relacionado con el uso de recursos. Aspira a proteger, conservar y mejorar el capital natural y la salud y bienestar de los seres humanos frente a los efectos y riesgos medioambientales. Siendo justo e integrador.

En el Pacto se acuerdan una serie de políticas transformadoras para el cumplimiento de sus objetivos, tales como:

- Asegurará la neutralidad climática con la Proposición de la “Ley del clima” en 2020 para definir con claridad las condiciones de una transición climática justa y efectiva, proporcionar previsibilidad a los inversores, garantizar la irreversibilidad de la transición y la presentación de un plan sometido a evaluación de impacto que eleve el objetivo de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Suministro de energía limpia, asequible y segura. Su intención es continuar con la descarbonización del sistema energético, siendo este el elemento esencial para el cumplimiento de los objetivos climáticos. Cada estado miembro diseñara su plan en materia energética y climática. La transición a este cambio debe implicar y beneficiar

a los consumidores, abordar el riesgo de pobreza y la obtención de infraestructuras inteligentes.

- Movilizar la industria a favor de una economía limpia y circular. Para ello debe digitalizarse la industria, así pues, la comisión aportará una estrategia industrial de la UE. Como el Plan de acción de la economía circular que añadirá una política de “productos sostenibles” y ayudará a las empresas a incentivarlas para que ofrezcan productos duraderos, reutilizables y reparables. Favorecerá la creación de empleo y expandirá la actividad económica sostenible.
- Uso eficiente de la energía y los recursos en la construcción y renovación de edificios. Para el cumplimiento de este objetivo la UE y los estados miembros tendrán que iniciar una “oleada de renovación” tanto en edificios públicos como privados.
- Acelerar la transición a una movilidad sostenible e inteligente. Se centrará sobre todo en medidas para el transporte multimodal, intentando hacer desaparecer las subvenciones en combustibles fósiles y proponiendo normas más estrictas sobre las emisiones de contaminantes atmosféricos.
- Conseguir un sistema alimentario saludable, justo y respetuoso con el medioambiente. La comisión propone la estrategia “de la granja a la mesa” que formulará una política alimentaria más sostenible y circular.
- Preservación de los ecosistemas y la biodiversidad. Con la propuesta de una estrategia sobre biodiversidad que tendrá diferentes objetivos globales tales como compromisos para reducir las causas principales de la pérdida de biodiversidad complementados con objetivos cuantificables. El papel de la “economía azul” tendrá bastante importancia para calmar las múltiples demandas sobre los recursos terrestres y atajar el cambio climático.
- Espera una contaminación cero para alcanzar un entorno sin sustancias tóxicas. Con medidas para evitar la contaminación y otras para poner remedio. Con el plan de acción “contaminación cero” para el aire agua y suelo, la UE supervisará las políticas y regulaciones sobre la contaminación de estos tres factores y de los productos de consumo.

Para el cumplimiento de este Pacto se deben introducir la sostenibilidad en todas las políticas de la UE. Se requiere una inversión considerable para poder aplicar todas las medidas que se pretenden en dicho pacto por lo que la Comisión presentará un Plan de inversiones para lograr una Europa sostenible, aunque también tomarán un papel

fundamental los presupuestos nacionales de los miembros. Por supuesto, serán necesarias las nuevas tecnologías, soluciones sostenibles y las innovaciones, con el fin de no dejar a nadie atrás.

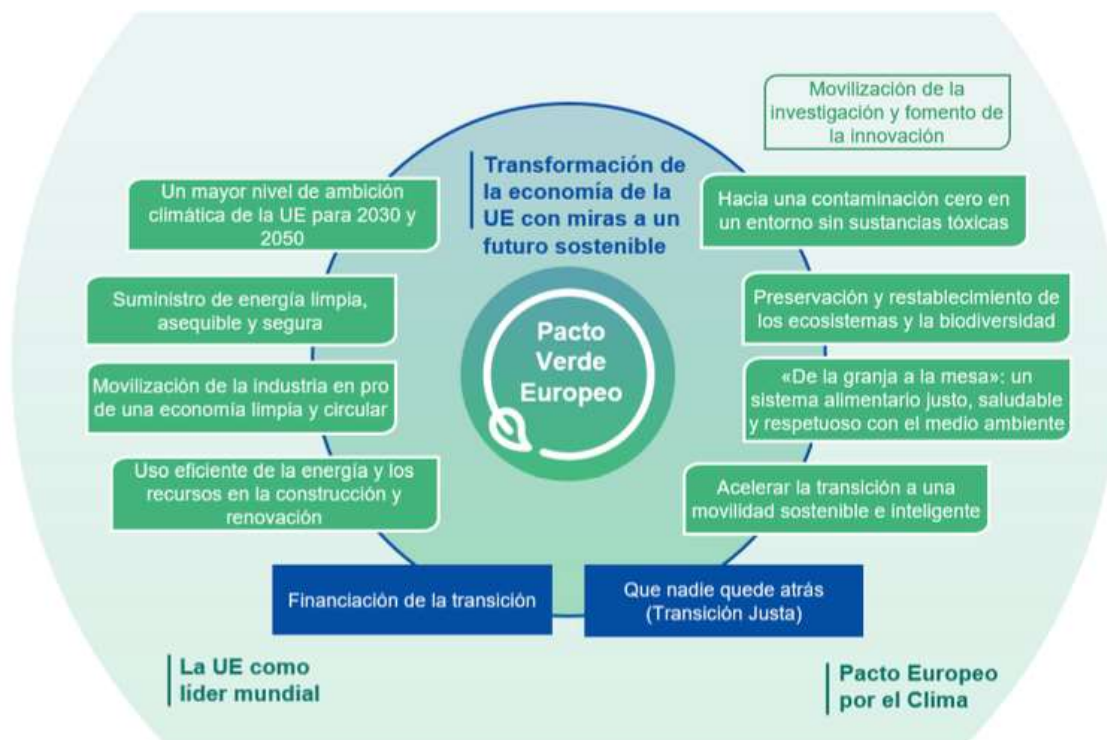


Ilustración 1. Fuente: Comunicado de la Comisión Europea, Pacto Verde.

4.3 PACTO POR UNA ECONOMÍA CIRCULAR EN ESPAÑA

Tal y como dicen en la página del Gobierno de España, los Ministerios de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y de Economía, Industria y Competitividad han creado el Pacto por la Economía circular con el fin de incorporar a los principales agentes sociales y económicos de España en la transición hacia un nuevo modelo económico.

En este pacto los integrantes se comprometen a impulsar la transición hacia una economía circular a través de las siguientes actuaciones:

1. Avanzar en la disminución del uso de recursos naturales no renovables, reutilizando los materiales de los residuos en el ciclo de producción tales como materias primas secundarias garantizando siempre la protección del medio ambiente y la salud de las personas.
2. Incentivar el análisis del ciclo de vida de los outputs y la introducción de criterios de ecodiseño, reduciendo la incorporación de sustancias nocivas en su fabricación,

facilitando la reparación de los bienes producidos, alargando su vida útil y posibilitando su valorización al finalizarla.

3. Ayudar el cumplimiento del principio de jerarquía de los residuos, suscitando la prevención de su producción, fomentando la reutilización, reforzando el reciclado y favoreciendo su trazabilidad.

4. Impulsar normas que aumenten la innovación y eficiencia global de los procesos productivos, mediante la aceptación de medidas tales como la implantación de sistemas de gestión ambiental.

5. Fomentar opciones innovadoras de consumo sostenible, que integren productos y servicios sostenibles, tales como el uso de infraestructuras y servicios digitales.

6. Apoyar un modelo de consumo responsable que se base en la transparencia de la información sobre las características de los bienes y servicios, su duración y eficiencia energética, a través de medidas como el empleo de la ecoetiqueta.

7. Impulsar la aparición de los cauces adecuados para ayudar al intercambio de información y la coordinación entre la comunidad científica y tecnológica, las administraciones y los agentes económicos y sociales, para promover sinergias que favorezcan la transición.

8. Divulgar la importancia de pasar de una economía lineal hacia una circular, apoyando la transparencia de los procesos, la concienciación y sensibilización de los ciudadanos.

9. Promover el uso de indicadores conjuntos, transparentes y alcanzables que permitan conocer el grado de asentamiento de la economía circular.

10. Impulsar la incorporación de indicadores para medir el impacto medioambiental y social provenientes del funcionamiento de las empresas, siendo así algo más fácil de evaluar que sin tener en cuenta los beneficios económicos que se generen como consecuencia de su compromiso con la economía circular.

4.4 ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE ECONOMÍA CIRCULAR

El artículo de España Circular 2030 escrito por el Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, sienta las bases para lanzar un nuevo modelo productivo y de consumo en el cual el valor de materiales, productos y recursos se mantengan en la economía el mayor tiempo posible, se reduzcan al mínimo la generación de residuos y se aprovechen el mayor tiempo posible. La Estrategia apoya los esfuerzos de España por

lograr una economía descarbonizada, sostenible, eficiente en el uso de los recursos y competitiva.

La Estrategia Española de Economía Circular se armoniza con los objetivos de los dos planes de acción de economía circular de la Unión Europea, “Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular” de 2015 y “Un nuevo Plan de Acción de Economía Circular para una Europa más limpia y competitiva” de 2020, sumándose también con el Pacto Verde Europeo y la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible.

La visión de esta estrategia es a largo plazo y para ello se propondrán sucesivos planes de acción trienales, aunque se establecen unas bases estratégicas para orientar y se marcan unos objetivos cuantitativos a lograr en el año 2030:

- Reducir en un 30% el consumo nacional de materiales en relación con el PIB, tomando como año base el 2010.
- Disminuir la generación de residuos en un 15% respecto a lo generado en 2010.
- Se busca reducir los residuos de alimentos generados en toda cadena alimentaria: 50% de reducción per cápita a nivel de hogar y consumo minorista y un 20% en las cadenas de producción y suministro desde el año 2020.
- Aumentar la reutilización y su preparación hasta llegar al 10% de los residuos municipales generados.
- Mejorar en un 10% la eficiencia del uso del agua.
- Reducir el conjunto del total de emisiones de gases de efecto invernadero por debajo de los 10 millones de toneladas de CO₂ equivalente.

Se identifican seis sectores principales en los que incorporar este reto: sector agroalimentario, construcción, industrial, pesquero y forestal, bienes de consumo, turismo y textil y confección.

Las políticas clave mencionadas para avanzar en economía circular son las políticas económicas, de fiscalidad, la política industrial, empleo, I+D+i, del agua, de consumo, agraria y de desarrollo de áreas rurales.

Los indicadores de la estrategia española de economía circular son idénticos a los propios seleccionados a petición europea dado que va a ser el marco con el que se puede comparar nuestro avance con respecto al resto de economías mundiales. También, se añade, a la emisión de gases de efecto invernadero, un último de participación del sector residuos.

4.3.1 PLANES DE ACCIÓN DE ECONOMÍA CIRCULAR

La Estrategia Española de Economía Circular (EEEC) solicita la elaboración de sucesivos planes de acción trienales que concreten y coordinen las pautas de la Administración General del Estado (AGE) para dar a conocer e introducir la Economía Circular en las diferentes políticas sectoriales para avanzar en el acogimiento de un modelo sostenible, social, ambiental y económico.

Así pues, el I Plan de Acción de Economía Circular es un documento con las 116 medidas propuestas por once ministerios que forman una respuesta coordinada y complementaria para apoyar cada una de las medidas individuales propuestas para cumplir con los objetivos definidos para el año 2030 y mantener la coherencia con las iniciativas y políticas emprendidas a nivel comunitario.

Las medidas propuestas por cada eje de actuación son los siguientes:

Eje de actuación “Producción”: Apoya el impulso del diseño o rediseño de procesos y productos para optimizar el uso de recursos naturales no renovables en el proceso productivo, aboga por la introducción de materias primas secundarias y materiales reciclados y minimiza la introducción de sustancias nocivas, con el fin de obtener productos que sean más fáciles de reciclar y de reparar, llevando a la economía hacia procesos que sean más sostenibles y eficientes.

Eje de actuación “Consumo”: Intenta reducir la huella ecológica a través de un cambio en las pautas hacia un consumo más responsable con el fin de evitar materias primas no renovables y los desperdicios.

Eje de actuación “Gestión de los Residuos”: Quiere aplicar eficazmente el principio de jerarquía de los residuos, ayudando así al reciclaje, la reducción y la preparación para la reutilización de los residuos.

Eje de actuación “Materias primas secundarias”: asegurar la protección del medio ambiente y la salud humana aminorando el uso de recursos naturales no renovables y volviendo a introducir en el ciclo de producción los materiales contenidos en los residuos como materias primas secundarias.

Eje de actuación “Reutilización y depuración del agua”: apoyar el uso eficiente del recurso del agua, permitiendo coordinar la protección de la cantidad y calidad de las masas acuáticas a la vez que se hace un aprovechamiento sostenible e innovador del mismo.

Línea de actuación “Investigación, innovación y competitividad”: Intenta incrementar el desarrollo y aplicación de nuevos conocimientos y tecnologías para impulsar la innovación en servicios, productos, procesos y modelos de negocio, impulsando la cooperación de los sectores públicos y privados, la enseñanza de personal de I+D+i e investigadores y ayudando al crecimiento de la inversión empresarial en I+D+i.

Línea de actuación “Participación y sensibilización”: Fomentar la implicación de los agentes sociales y económicos, y de la ciudadanía especialmente, para concienciar de los retos medioambientales, económicos y tecnológicos actuales, junto con la necesidad de generalizar la puesta en marcha del principio de jerarquía de los residuos.

Línea de actuación “Empleo y formación”: Apoyar la generación de nuevos puestos de trabajo, y potenciar los ya existentes, en el marco de la Economía Circular.

Para conseguirla es necesario el esfuerzo y coordinación entre todos los agentes, tanto económicos como sociales, implicados en el ciclo económico. Las Administraciones públicas, las empresas y los consumidores deben unirse en la búsqueda de soluciones conjuntas, facilitando así una transición equilibrada y justa.

Para difundir este proceso, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) ha creado el Boletín de economía circular, con la intención de convertirse en una herramienta de comunicación y dinamización de la economía circular española. Aquí se recogerán tanto las actuaciones emprendidas desde el propio ministerio, como las puestas en marcha por las comunidades autónomas, junto a proyectos innovadores y otra información de carácter importante para todo el conjunto de sectores interesados en la economía circular.

CAPITULO 5. AVANCE HACIA LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN ESPAÑA: ENERGÍA RENOVABLE FRENTE A NO RENOVABLE

Hemos visto que el uso de fuentes de energía renovables es un punto central de los postulados de la Economía Circular. También hemos visto las propuestas de la Estrategia Española de Economía Circular y del I Plan de Acción de Economía Circular en los que aparece repetidamente la necesidad de pasar a un mayor uso de energías renovables que evite el de no renovables.

En este Trabajo fin de Grado queremos comprobar en qué medida se está caminando en la economía española en esa dirección y, por lo tanto, en ese aspecto la economía española se está volviendo más circular. Lo vamos a ver en la generación de energía eléctrica, tratando de cuantificar sus efectos, tanto en la reducción de emisiones de CO₂ (y por lo tanto en la lucha contra el cambio climático) como en la disminución del uso de energías no renovables.

Para analizar la cuestión hemos recopilado datos que miden las variables relevantes recogidos de la base de datos del Gobierno de España y la de Datos Macro. En una primera aproximación gráfica podemos ya apreciar cómo efectivamente estos datos confirman la sustitución de energía no renovable por renovable, pero no nos conformamos con ello. Medimos a continuación mediante un modelo econométrico el efecto que sobre la emisión de CO₂ tiene el uso de cada una de estas fuentes y, finalmente, cuantificamos uso de energía no renovable que se ha evitado y la reducción de CO₂ que con ello se ha conseguido.

5.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA SUSTITUCIÓN DE ENERGÍA NO RENOVABLE POR ENERGÍA RENOVABLE

A pesar de que en el Anexo se presentan los datos originales, se incluyen también re-escalando cada una de las variables a 100 en el año 1990 y son los que representamos en el gráfico 1.

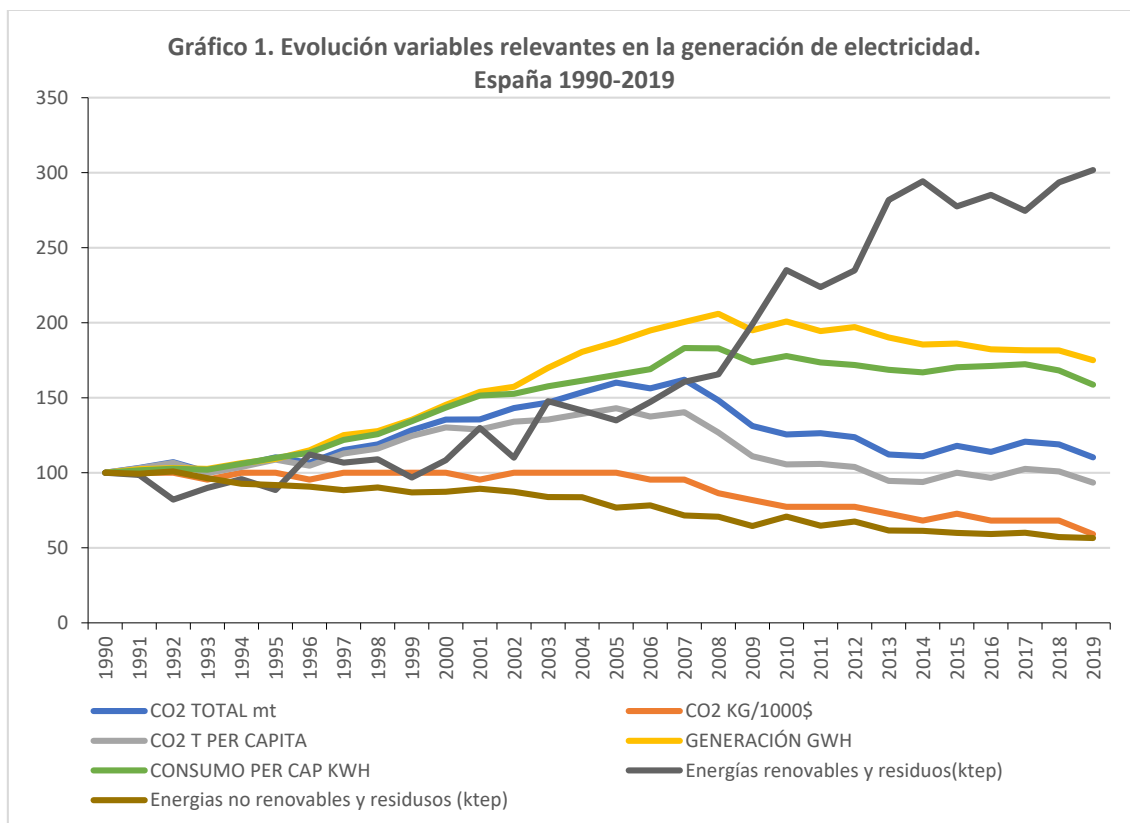


Gráfico 1. Fuente: Creación propia

La cantidad de CO2 emitida durante todos estos años esta medida en millones de toneladas.

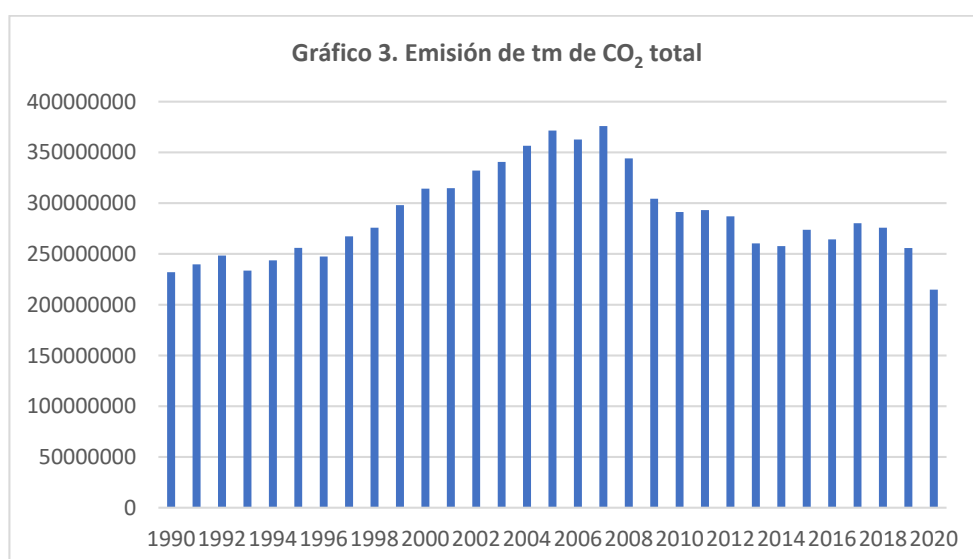
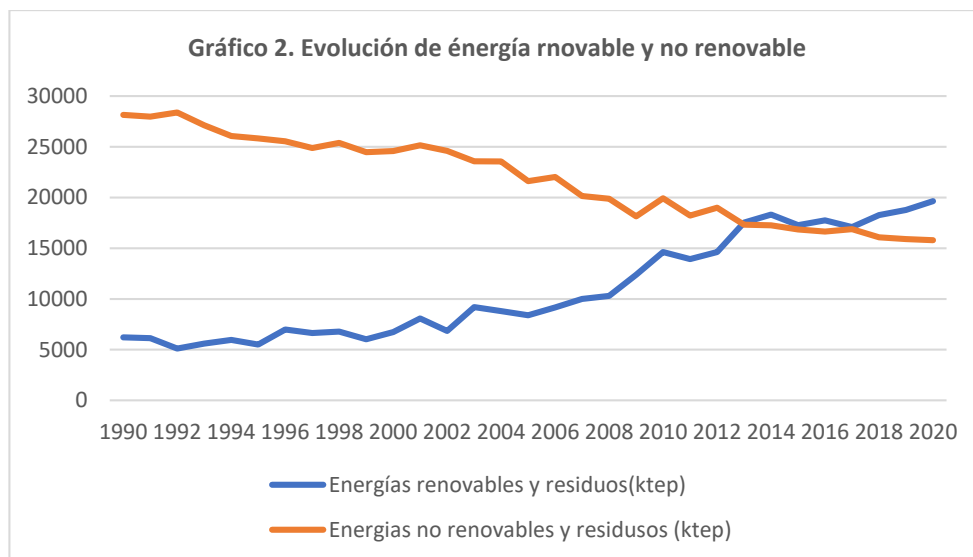
La cantidad consumida tanto de energías renovables como no renovables más los residuos en cada una de las variables están medidas en “ktep”. Esta unidad de medida es energía que genera una kilotonelada equivalente de petróleo.

Es importante destacar que España tiene una característica notoria energéticamente hablando, una gran dependencia energética de los combustibles fósiles, la cual alcanzó su máximo histórico en 2008. Dentro de este tipo de energía no renovable su principal fuente es el petróleo. La forma en la que se fue disminuyendo esta dependencia española estuvo respaldada por la mayor utilización de energías renovables. Teniendo como base el año 1990 podemos apreciar que desde 1994 la producción de petróleo español fue disminuyendo, teniendo ciertas subidas y bajadas pero nunca más llegó a alcanzar la producción de 1990.

El gráfico 1 muestra que la generación de energía en España a 2020 ha llegado casi a duplicarse respecto a 1990 (180,9). Respecto a los tipos de energía, hasta el año 2013 las energías renovables no superaron a las no renovables en energía producida. Finalmente,

las fuentes de energía renovables han llegado a triplicarse y las no renovables han caído a la mitad, por lo que podemos afirmar que el aumento en la producción de energías renovables ha supuesto una disminución en la de energías no renovables, dando lugar a fecha de 2020 una disminución de emisiones de CO₂ en comparación con la situación en el año 1990. Con esto podemos decir que ha sido un avance en el paso a transformar la economía a un modelo circular.

Los gráficos 2 y 3 muestran la evolución del uso de ambos tipos de energía y cómo el máximo de emisión de CO₂ se produjo en 2008 coincidiendo con el máximo del uso de combustibles fósiles



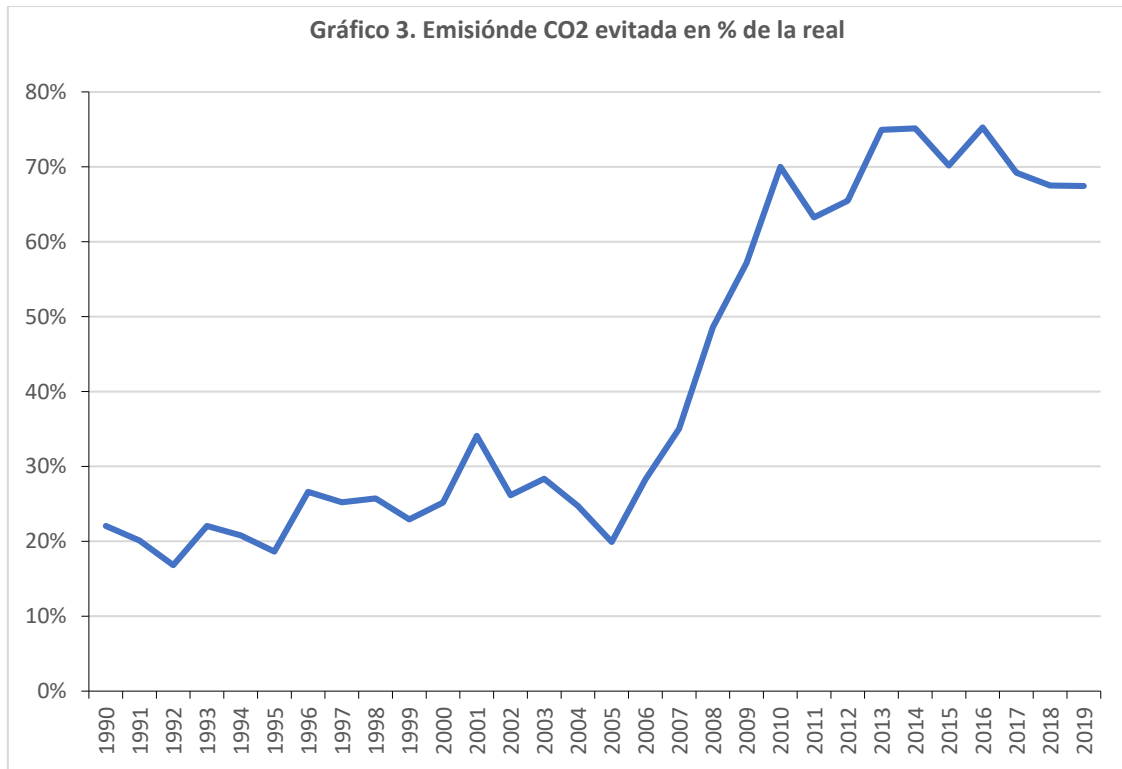
Lo interesante a partir de aquí es ver la cantidad de recursos no renovables que se han dejado de usar por pasar al uso de renovables y cuántas tm de CO₂ se han evitado. Esto se refleja en el cuadro 2.

Cuadro 2. Elaboración propia

Año	Total ktep NR	CO2 Est	CO2 real	Dif	Dif (%)
1990	34357,50	283,24	232,07	51,18	0,22
1991	34096,46	286,33	239,67	46,66	0,20
1992	33493,26	287,46	248,44	39,01	0,17
1993	32710,42	284,67	233,50	51,17	0,22
1994	32021,94	291,91	243,68	48,23	0,21
1995	31331,28	299,24	256,03	43,21	0,19
1996	32514,98	309,13	247,38	61,75	0,27
1997	31524,98	325,77	267,25	58,52	0,25
1998	32171,88	335,58	275,90	59,67	0,26
1999	30494,12	351,17	297,98	53,18	0,23
2000	31320,63	372,70	314,32	58,38	0,25
2001	33235,81	393,82	314,70	79,11	0,34
2002	31435,19	392,82	332,11	60,71	0,26
2003	32764,01	406,40	340,60	65,80	0,28
2004	32359,18	413,89	356,51	57,38	0,25
2005	30000,96	417,75	371,54	46,21	0,20
2006	31171,11	428,28	362,67	65,62	0,28
2007	30134,62	457,23	375,97	81,26	0,35
2008	30182,26	456,79	344,06	112,73	0,49
2009	30514,60	437,07	304,39	132,68	0,57
2010	34548,49	453,81	291,33	162,48	0,70
2011	32140,22	440,00	293,21	146,80	0,63
2012	33606,93	439,03	287,06	151,97	0,65
2013	34855,53	434,25	260,35	173,90	0,75
2014	35569,90	432,01	257,63	174,38	0,75
2015	34118,00	436,58	273,71	162,86	0,70
2016	34382,96	439,00	264,34	174,66	0,75
2017	33962,21	440,87	280,23	160,64	0,69
2018	34338,31	432,55	275,86	156,68	0,68
2019	34674,09	412,36	255,83	156,53	0,67

Las dos últimas columnas indican la emisión de CO₂ que se ha evitado con el uso de energía renovable, la primera en valores absolutos en tm y la segunda en términos relativos. Se puede observar en el gráfico 3 cómo la diferencia en % sobre la emisión real fue relativamente estable entre 1990 y 2005 en valores comprendidos entre el 20% y el 30%, da un fuerte salto entre 2006 y 2010 hasta valores del entorno del 70% y a partir de

entonces se mantiene en torno a este último valor. Si comparamos este último gráfico con el 2 de la sección anterior podemos apreciar que el despegue de en el descenso de emisiones de CO₂ se solapa con la aproximación de la misma cantidad en el uso de energía renovable como no renovable y el mantenimiento de esta reducción llega cuando las energías renovables superan a las no renovables.



CONCLUSION

Con la realización de este trabajo podemos apreciar que el paso de un modelo económico lineal a uno circular tiene muchos aspectos en los que avanzar. En este análisis nos hemos centrado en la parte ambiental para la sostenibilidad del planeta y cómo tiene repercusiones en los ciudadanos y en la economía de los países.

Podemos afirmar que el mayor uso de energías renovables en la generación de electricidad en España ha supuesto una mejora en la sostenibilidad del planeta, reduciendo las emisiones de CO₂ y usando en menor cantidad las energías no renovables. La comprobación empírica queda reflejada en el último capítulo del trabajo que da por concluido nuestro tema central de análisis.

Este resultado proporciona una mejora de la sostenibilidad del planeta sustituyendo recursos naturales agotables, como carbón o petróleo, por otros inagotables como el viento o el agua, lo que ayuda a la transición de un modelo lineal a otro circular. Todo esto se ha logrado gracias a las propuestas de ahorro energético y cuidado medioambiental emitidas por Europa y seguidamente especificadas en cada país, según se ha ilustrado en el capítulo 4.

El cambio de fuentes de energía ha supuesto cambios económicos en los ciudadanos, creando nuevos puestos de trabajo para tratar las energías renovables y una mejora en su calidad de vida como consecuencia de la disminución en la generación de residuos y contaminaciones ambientales como el aire o el suelo.

Es una buena noticia para el cambio deseado, pero aún queda mucho trabajo para poder lograr un cambio total y no desperdiciar recursos por el camino.

BLIBLIOGRAFÍA

Cerdá E. y Khalilova, A. Economía “Circular, estrategia y competitividad empresarial” de España, G. (2020). Estrategia Española de Economía Circular ESPAÑA CIRCULAR 2030. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/estrategia/>

Ellen MacArthur Foundation (2015). *Towards a circular economy: business rationale for an accelerated transition*. <https://emf.thirdlight.com/link/ip2fh05h21it-6nvypm/@/preview/1?o>

Ellen MacArthur Foundation. (s. f.). Economía Circular. Recuperado el 6 de septiembre de 2022, de <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>

Ellen MacArthur Foundation. (s. f.). Economía Circular. Recuperado el 6 de septiembre de 2022, de: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail>

Energía y medio ambiente. España - Emisiones de CO2. Datos Macro. Recuperado el 26 de julio de 2022. <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/espana>

Europea, U. (2019). Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones. *El Pacto Verde Europeo*. Bruselas, COM. Recuperado a 11 de septiembre de 2022 de: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF

Falcon F. [Asociación de Empresas de Energías Renovables \(APPA\) \(2022\) Recuperado el 12 de Septiembre de 2022 en: https://www.appa.es/energias-renovables/renovables-en-espana/](#)

Fernández Izquierdo, M. Enriqueta y López Martínez, G. (2021) *Economía Circular: fundamentos y aplicaciones*. Aranzadi, S.A.U. Recuperado el 10 de septiembre de 2022 en: https://books.google.es/books/about/Econom%C3%ADa_Circular_fundamentos_y_aplicac.html?id=mzc0EAAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&hl=es&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Fundación para la Economía Circular - 2017. <https://economiecircular.org>

Gobierno de España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2022) Recuperado el 14 de Septiembre de 2022 en: <https://energia.gob.es/balances/Balances/Paginas/Balances.aspx>

Gobierno de España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2022) Recuperado el 14 de Septiembre de 2022 en: <https://energia.gob.es/desarrollo/EnergiaRenovable/Paginas/Renovables.aspx>

Marin Yubero M.A. (2021) *Economía Circular: contexto actual, políticas de cambio y sostenibilidad*. Universidad de Zaragoza.

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (2022) *La energía en España 2019*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2022 en: <https://energia.gob.es/balances/Balances/LibrosEnergia/libro-energia-espana-2019.pdf>

Selectra (19-08-2022) *Energías renovables ¿que son y para qué sirven?* Recuperado a 12 de sept de 2022 en <https://climate.selectra.com/es/que-es/energias-renovables>

Unión Europea, [2015] - Fuente: Parlamento Europeo. Recuperado el 5 de septiembre de 2022.

<https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>

Vicepresidencia Cuarta del Gobierno, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Ministerio de Ciencia e Innovación, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Ministerio de Consumo, Vicepresidencia Segunda del Gobierno, & Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030. (2020). ESPAÑA CIRCULAR 2030. Estrategia Española de Economía Circular: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/espanacircular2030_def1_tcm30-509532_mod_tcm30-509532.pdf

ANEXO

AÑO	CO2 TOTAL mt	CO2 KG/1000\$	CO2 T PER CAPITA	GENERACIÓN GWH	CONSUMO GWH	CONSUMO PER CAP KWH	PRODUCCION DE PETROLEO
1990	232,067	0,22	5,9	143675	129219	3323,4	16
1991	239,668	0,22	6,08	147118	131902	3377,7	22
1992	248,442	0,22	6,29	148172	133969	3412	22
1993	233,503	0,21	5,89	147425	133844	3392	18
1994	243,679	0,22	6,13	152877	139587	3521,6	17
1995	256,034	0,22	6,42	156873	145402	3652,6	13
1996	247,377	0,21	6,18	165187	150650	3769	10
1997	267,249	0,22	6,66	179752	162581	4050	8
1998	275,902	0,22	6,85	183333	168488	4180,5	11
1999	297,984	0,22	7,35	194466	180703	4465,1	6
2000	314,317	0,22	7,68	208742	193917	4768,6	5
2001	314,704	0,21	7,6	221134	206603	5034,8	7
2002	332,108	0,22	7,91	226021	212103	5070,9	6
2003	340,604	0,22	7,99	244185	222921	5239,4	7
2004	356,513	0,22	8,22	259365	131267	5364,6	6
2005	371,535	0,22	8,44	268934	241631	5490,4	3
2006	362,668	0,21	8,11	279966	251561	5617,1	3
2007	375,972	0,21	8,28	288137	277954	6086,3	3
2008	344,06	0,19	7,48	295894	281051	6078,2	3
2009	304,391	0,18	6,55	280074	268193	5769,3	2
2010	291,327	0,17	6,23	288527	275736	5908,6	3
2011	293,205	0,17	6,25	279354	270022	5767,5	2
2012	287,059	0,17	6,13	283119	266860	5710,9	3
2013	260,353	0,16	5,58	273286	260598	5602,8	7
2014	257,631	0,15	5,54	266512	257720	5548,4	6
2015	273,713	0,16	5,9	267454	262808	5659,1	5
2016	264,339	0,15	5,7	261836	264656	5688,4	3
2017	280,225	0,15	6,05	260982	268886	5728,7	2
2018	275,864	0,15	5,95	260829	264664	5591,6	2
2019	255,831	0,13	5,51	251399	250051	5275,5	1
2020	214,847	0,13	4,62	259905	256482	5407,3	1

Tabla 1 Fuente: Creación propia.

AÑO	CO2 TOTAL mt	CO2 KG/1000\$	CO2 T PER CAPITA	GENERACIÓN GWH	CONSUMO GWH	CONSUMO PER CAP KWH	PRODUCCION DE PETROLEO
1990	100	100	100	100	100	100	100
1991	103,28	100,00	103,05	102,40	102,08	101,63	137,50
1992	107,06	100,00	106,61	103,13	103,68	102,67	137,50
1993	100,62	95,45	99,83	102,61	103,58	102,06	112,50
1994	105,00	100,00	103,90	106,40	108,02	105,96	106,25
1995	110,33	100,00	108,81	109,19	112,52	109,91	81,25
1996	106,60	95,45	104,75	114,97	116,59	113,41	62,50
1997	115,16	100,00	112,88	125,11	125,82	121,86	50,00
1998	118,89	100,00	116,10	127,74	130,39	125,79	68,75
1999	128,40	100,00	124,58	135,35	139,84	134,35	37,50
2000	135,44	100,00	130,17	145,29	150,07	143,49	31,25
2001	135,61	95,45	128,81	153,91	159,89	151,50	43,75
2002	143,11	100,00	134,07	157,31	164,14	152,58	37,50
2003	146,77	100,00	135,42	169,96	172,51	157,65	43,75
2004	153,63	100,00	139,32	180,52	181,58	161,42	37,50
2005	160,10	100,00	143,05	187,18	186,99	165,20	18,75
2006	156,28	95,45	137,46	194,86	194,68	169,02	18,75
2007	162,01	95,45	140,34	200,55	215,10	183,13	18,75
2008	148,26	86,36	126,78	205,95	217,50	182,89	18,75
2009	131,17	81,82	111,02	194,94	207,55	173,60	12,50
2010	125,54	77,27	105,59	200,82	213,39	177,79	18,75
2011	126,34	77,27	105,93	194,43	208,96	173,54	12,50
2012	123,70	77,27	103,90	197,06	206,52	171,84	18,75
2013	112,19	72,73	94,58	190,21	201,67	168,59	43,75
2014	111,02	68,18	93,90	185,50	199,44	166,95	37,50
2015	117,95	72,73	100,00	186,15	203,38	170,28	31,25
2016	113,91	68,18	96,61	182,24	204,82	171,16	18,75
2017	120,75	68,18	102,54	181,65	208,09	172,37	12,50
2018	118,87	68,18	100,85	181,54	204,82	168,25	12,50
2019	110,24	59,09	93,39	174,98	193,51	158,74	6,25
2020	92,58	59,09	78,31	180,90	198,40	162,70	6,25

Tabla 2 Fuente: Creación propia.

AÑO	RESERVAS PETROLEO (MILLONES BARRILES)	Energías renovables y residuos(ktep)	Energías no renovables y residuos (ktep)	CO2 TOTAL t	Renov/No Renov
1990	25	6221,902	28135,6	232067000	0,221139837
1991	20	6133,355	27963,1	239668000	0,219337448
1992	21,4	5106,359	28384,9	248442000	0,179967483
1993	22,5	5593,024	27117,4	233503000	0,206252222
1994	22,5	5956,539	26065,4	243679000	0,238522831
1995	20	5505,175	25826,1	256034000	0,213163234
1996	20	6982,88	25532,1	247377000	0,273494151
1997	30	6645,283	24879,7	267249000	0,267096589
1998	30	6782,677	25389,2	275902000	0,267148118
1999	14	6027,924	24466,2	297984000	0,246377615
2000	14	6741,828	24578,8	314317000	0,274294433
2001	21	8082,714	25153,1	314704000	0,32134067
2002	21	6846,587	24588,6	332108000	0,27844558
2003	157,6	9192,514	23571,5	340604000	0,389984261
2004	157,6	8808,978	23550,2	356513000	0,374051091
2005	157,6	8392,96	21608	371535000	0,388419104
2006	157,6	9156,91	22014,2	362268000	0,415954702
2007	150	9995,92	20138,7	375972000	0,496353786
2008	150	10305,361	19876,9	344060000	0,518459166
2009	150	12376,197	18138,4	304391000	0,682320216
2010	150	14626,187	19922,3	291327000	0,734161568
2011	150	13926,016	18214,2	293205000	0,764569182
2012	150	14615,234	18991,7	287059000	0,769599018
2013	150	17533,426	17322,1	260353000	1,012199791
2014	150	18307,2	17262,7	257631000	1,060506178
2015	150	17266,5	16851,5	23550,2	1,024610888
2016	150	17744,656	16638,3	264399000	1,066494534
2017	150	17085,511	16876,7	280225000	1,012372739
2018	150	18265,911	16072,4	275864000	1,13647688
2019	150	18773,692	15900,4	255831000	1,180705643
2020	150	19639,315	15783,6	214847000	1,244286158

Tabla 3 Fuente: Creación propia.

AÑO	RESERVAS PETROLEO (MILLONES BARRILES)	Energías renovables y residuos(ktep)	Energías no renovables y residuosos (ktep)
1990	100	100	100
1991	80,00	98,58	99,39
1992	85,60	82,10	100,89
1993	90,00	89,89	96,38
1994	90,00	95,74	92,64
1995	80,00	88,48	91,79
1996	80,00	112,23	90,75
1997	120,00	106,80	88,43
1998	120,00	109,01	90,24
1999	56,00	96,88	86,96
2000	56,00	108,36	87,36
2001	84,00	129,91	89,40
2002	84,00	110,04	87,39
2003	630,40	147,74	83,78
2004	630,40	141,58	83,70
2005	630,40	134,89	76,80
2006	630,40	147,17	78,24
2007	600,00	160,66	71,58
2008	600,00	165,63	70,65
2009	600,00	198,91	64,47
2010	600,00	235,08	70,81
2011	600,00	223,82	64,74
2012	600,00	234,90	67,50
2013	600,00	281,80	61,57
2014	600,00	294,24	61,36
2015	600,00	277,51	59,89
2016	600,00	285,20	59,14
2017	600,00	274,60	59,98
2018	600,00	293,57	57,12
2019	600,00	301,74	56,51
2020	600,00	315,65	56,10

Tabla 4 Fuente: Creación propia.