



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

IMPACTO DE LAS POLÍTICAS MEDIOAMBIENTALES EN LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN: UN ESTUDIO COMPARATIVO DE ESPAÑA Y ALEMANIA EN LAS POLÍTICAS EUROPEAS DE CARA A LA AGENDA 2030.

Autor: María de las Mercedes Buades Salvá
Director: David Hernández García

RESUMEN

Hoy en día, el cambio climático y sus efectos son uno de los desafíos más importantes para la humanidad, no solo a nivel económico, sino también a nivel social, perjudicando la salud y el bienestar de las personas. En este sentido, son muchas las políticas que se han propuesto en la última década para limitar este problema, y la firma de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible ha supuesto un hito significativo en este ámbito. En este sentido, la Unión Europea ha definido metas ambiciosas en el ámbito energético, que se han materializado en el Pacto Verde Europeo, y que han sido adoptadas por los Estados Miembros, entre los que se encuentran España y Alemania. El objetivo de este trabajo ha sido analizar el impacto de las políticas medioambientales adoptadas, por un lado, en Alemania, cuya influencia entre los países miembros de la Unión Europea es muy significativa; y, por otro lado, en España, que posee unas condiciones geográficas y meteorológicas realmente beneficiosas. Este análisis ha permitido la comparación de ambas políticas y de las medidas adoptadas por estos países con aquellas propuestas por la Unión, analizando el nivel de ambición y las posibilidades de cumplimiento de estas. Para ello, se ha procedido a analizar una base de datos, y se han elaborado, por un lado, análisis de correlación entre variables; y, por otro lado, visualizaciones de datos mediante técnicas de *PowerBI* para estudiar aquellas variables donde las medidas están siendo más eficientes. Los resultados muestran el impacto de acontecimientos como la crisis del año 2008, la pandemia o la invasión de Ucrania por parte de Rusia y como estos han afectado indirectamente a las emisiones de gases de efecto invernadero y al mercado energético; así como lo ambiciosas que resultan la mayoría de estas previsiones.

PALABRAS CLAVE

Cambio climático, mercado energético, *Energiewende*, Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, emisiones de gases de efecto invernadero, energías renovables

ABSTRACT

Today, climate change and its effects are one of the most important challenges for humanity, not only on an economic level, but also on a social level, harming people's health and well-being. In this regard, many policies have been proposed in the last decade to limit this problem, and the signing of the 17 Sustainable Development Goals has been a significant milestone in this field. In this sense, the European Union has defined ambitious goals in the field of energy, which have materialized in the European Green Pact, and which have been adopted by the Member States, including Spain and Germany. The aim of this work has been to analyze the impact of the environmental policies adopted, on the one hand, in Germany, whose influence among the member countries of the European Union is very significant; and, on the other hand, in Spain, which has truly beneficial geographical and meteorological conditions. This analysis has made it possible to compare both policies and the measures adopted by these countries with those proposed by the Union, analyzing the level of ambition and the possibilities of compliance with them. To this end, a database has been analyzed, and correlation analyses have been carried out between variables; and, on the other hand, data visualizations using PowerBI techniques to study those variables where the measures are being most efficient. The results show the impact of events such as the 2008 crisis, the pandemic or Russia's invasion of Ukraine and how these have indirectly affected greenhouse gas emissions and the energy market, as well as how ambitious most of these forecasts are.

KEYWORDS

Climate change, energy market, *Energiewende*, Integrated National Energy and Climate Plan, greenhouse gas emissions, renewable energies

INDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN.....	8
1.1.	Justificación del tema	8
1.2.	Propósito y objetivos	9
1.3.	Metodología utilizada.....	10
2.	MARCO TEÓRICO: LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y LA AGENDA 2030	11
1.1.	El cambio climático y la transición energética.....	11
1.2.	La descarbonización y los Gases Efecto Invernadero (GEI).....	13
1.3.	La transición energética en la Unión Europea.....	14
1.3.1.	Naciones Unidas y el Cambio Climático: el Acuerdo de París	15
1.3.2.	Los Objetivos de Desarrollo Sostenible	16
1.3.3.	El Pacto Verde Europeo	17
2.	ANÁLISIS CUANTITATIVO.....	18
2.1.	Elección de la base de datos	19
2.2.	Análisis de las variables que conforman la base de datos	20
2.3.	Análisis de los estados que conforman la base de datos.....	21
3.	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS	23
3.1.	España.....	23
3.1.1.	Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC).....	23
3.1.2.	Los Gases Efecto Invernadero (GEI).....	24
3.1.3.	El Mercado Energético	26
3.1.4.	Puntos a destacar	40
3.2.	Alemania.....	41
3.2.1.	La Energiewende alemana.....	41
3.2.2.	Los Gases Efecto Invernadero (GEI).....	43
3.2.3.	El Mercado Energético	45
3.2.4.	Puntos a destacar	53
4.	CONCLUSIONES.....	55

5. BIBLIOGRAFÍA 59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Objetivos de la Agenda Europea de cara al año 2030.....	19
Tabla 2: Variables (ID) utilizadas en el análisis	20
Tabla 3: Naciones que se incluyen en la base de datos	22
Tabla 4: Objetivos del PNIEC (2019)	23
Tabla 5: Centrales nucleares en España	33
Tabla 6: Objetivos de la Energiewende.....	42

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución de las emisiones de CO2 en España (1990-2021).....	25
Figura 2: Análisis de correlación entre la densidad de población y el consumo total energético en España	26
Figura 3: Relación entre el Producto Interior Bruto (PIB) y el consumo energético....	27
Figura 4: Correlación entre el Producto Interior Bruto y el consumo total energético en España.....	27
Figura 5: Cuota de las energías renovables en la producción de electricidad (%).....	29
Figura 6: Porcentaje de combustibles fósiles en la energía bruta disponible.....	31
Figura 7: Evolución de la producción y el consumo de energía totales en España.....	36
Figura 8: Evolución del consumo de energía primaria en España	38
Figura 9: Cuota de consumo de productos petrolíferos en el consumo total de energía.....	39
Figura 10: Consumo de energía final en España (Usos no energéticos excluidos).....	39
Figura 11: Evolución de las emisiones de CO2 en Alemania (1990-2021).....	44
Figura 12: Cuota de las energías renovables en la producción de electricidad.....	46
Figura 13: Proporción de consumo de carbón y lignito de Alemania en comparación con los países G7	48
Figura 14: Evolución de la producción y el consumo de energía totales en Alemania.	51
Figura 15: Evolución del consumo de energía primaria en Alemania 1990-2022.....	52

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación del tema

Como bien es sabido, el cambio climático es uno de los principales desafíos que ahonda a la humanidad en el siglo que acontece, deviniendo incluso un auténtico riesgo para la salud. Tal es así, que, cada año, se prevé que al menos 7 millones de personas fallezcan de manera prematura debido a la contaminación atmosférica en ciudades y en zonas rurales (OMS, 2021).

En respuesta a esta problemática, la Unión Europea ha establecido una serie de planes y políticas que deben ser adoptadas por los estados miembros, y cuyo objetivo es la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero y la limitación del calentamiento global. En este contexto, resulta fundamental la realización de un análisis sobre las políticas nacionales implementadas en los diferentes países en la lucha contra el cambio climático. En este sentido, se ha decidido realizar un análisis sobre las medidas implementadas en España y Alemania.

En primer lugar, se ha escogido España por su posición geográfica y sus características climáticas. España es un país mediterráneo que se encuentra en una zona de sequía y desertificación, lo que ha llevado a la implementación de políticas medioambientales específicas para hacer frente a estos problemas. Por otro lado, España es uno de los países más turísticos del mundo, siendo esta actividad un factor primordial para su economía que además puede tener un impacto significativo en el medio ambiente, llevando a la adopción de políticas destinadas a la protección de los recursos naturales y la promoción de la sostenibilidad en el sector turístico.

En segundo lugar, se ha escogido Alemania porque es un país que, además de ser uno de los miembros fundadores de la Unión Europea, tiene una influencia significativa en la toma de decisiones en la UE y por tanto se trata de un país muy relevante para analizar las políticas sobre cambio climático. Además, es una de las economías más grandes de Europa y del mundo, y tiene un alto nivel de desarrollo, lo que implica que tiene una importante huella de carbono y, por tanto, un gran potencial para implementar políticas de mitigación del cambio climático. Asimismo, Alemania tiene un enfoque diferente en

la transición energética, pudiendo proporcionar un interesante contraste para el análisis comparativo de políticas.

En tercer y último lugar, es importante destacar la gran importancia energética de Alemania en Europa. Alemania es el mayor emisor de gases de efecto invernadero en la Unión Europea y el sexto mayor emisor a nivel mundial, y, sin embargo, tiene un papel importante en la transición hacia la energía renovable.

1.2. Propósito y objetivos

El presente Trabajo de Fin de Grado (en adelante, TFG) tiene como finalidad analizar el impacto de las distintas políticas medioambientales en España y Alemania en relación con los objetivos y políticas implantadas por la Unión Europea. Para ello, se va a profundizar en la situación energética en la que estos países se encuentran en la actualidad, centrándonos en el mercado energético y en los recursos de los que disponen. Además, se realizará un análisis de las medidas que el estado en cuestión está desarrollando.

Por tanto, los objetivos que se pretenden de esta investigación son los que se detallan a continuación:

En primer lugar, hacer una pequeña aproximación a las políticas implementadas en la Unión Europea en relación con la transición energética y con la consecución de los objetivos de neutralidad climática de cara al año 2030. Para ello se hará un pequeño resumen de las políticas implementadas, a nivel general, en la Unión Europea, y más en detalle, en cada uno de los países objeto de análisis.

En segundo lugar, hacer un análisis de los niveles de contaminación, de los recursos energéticos disponibles y de la dependencia energética en España y Alemania para identificar, por un lado, las áreas donde se han logrado mejoras y las áreas que necesitan mayor atención y, por otro lado, las principales fuentes de contaminación en estos países, evaluando la eficacia de las medidas tomadas para reducir su impacto.

En tercer lugar, realizar una evaluación del alcance de las políticas tomadas en los países objeto de análisis para reducir la contaminación y cumplir con los objetivos de la Agenda 2030, para ver si son conformes con las políticas europeas comparando los niveles de contaminación con los estándares fijados por la UE.

Finalmente, proporcionar recomendaciones para mejorar las políticas y medidas tomadas en estos países para reducir la contaminación y avanzar hacia un futuro más sostenible.

1.3. Metodología utilizada

Con el fin de lograr los propósitos planteados, se realizará un análisis mediante técnicas cuantitativas y cualitativas. Como se ha venido exponiendo, el objetivo principal del estudio es analizar las diferentes políticas energéticas adoptadas por Alemania y España.

Por un lado, se hará una investigación exhaustiva acerca de las diferentes políticas energéticas implantadas en Europa, y más concretamente, de los planes adoptados por los países objeto de estudio. Esto incluye la revisión de diferentes fuentes, como revistas especializadas, informes gubernamentales, y otros estudios relevantes en el campo.

Para profundizar en el análisis de Alemania y España, es necesario tener un conjunto de datos ordenado. Con el fin de conseguirlo, se han extraído los datos de la Agencia Internacional de Energía (AIE). Estos datos se han recolectado en forma de tablas de Excel, y se han agrupado todas ellas en un mismo archivo, eliminando aquellas columnas redundantes para el análisis. A continuación, se ha procedido a la realización de análisis estadísticos descriptivos de los datos para entender su distribución y otras características importantes. Para el análisis de datos, se ha usado el *software PowerBI*.

PowerBI es un *software* de visualización de datos empresariales desarrollado por Microsoft. Ayuda a analizar datos de diferentes fuentes y en diferentes formatos, permitiendo al usuario crear visualizaciones interactivas y la publicación de informes en línea para poder compartir los resultados del análisis (Microsoft, s.f.).

Además, se ha hecho un análisis cuantitativo y cualitativo de los datos extraídos mediante diferentes técnicas estadísticas para analizar los datos, como la regresión lineal, y otras

técnicas de modelado. Además, se han realizado análisis de tendencias para comprender la evolución de los datos a lo largo del tiempo. Estos análisis han permitido identificar patrones y tendencias que no habrían sido evidentes de otra manera y han proporcionado información valiosa acerca del comportamiento de los datos en el tiempo.

2. MARCO TEÓRICO: LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y LA AGENDA 2030

1.1. El cambio climático y la transición energética

A lo largo del siglo XX, el desarrollo de la electricidad y el petróleo provocó una revolución en toda la comunidad energética, creando como consecuencia un avanzado crecimiento económico y una mejora en la calidad de vida. Sin embargo, también suscitó un aumento de la emisión de gases de efecto invernadero, aumentando el impacto del cambio climático y provocando un gran impacto en el mundo (Red de comunicación en cambio climático, s.f.), reconociéndose por primera vez el problema que el cambio climático suponía.

El cambio climático podría definirse como un cambio en el estado del clima causado principalmente por la emisión de gases efecto invernadero (GEI) de origen humano, provocando el aumento de la concentración de estos gases en la atmósfera y causando un aumento de la temperatura global (IPCC Grupo de Trabajo I, 1990). Los principales gases son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y los gases fluorados. Estos gases retienen el calor en la atmósfera, produciendo una elevación de la temperatura global y, como consecuencia, originando modificaciones en los ecosistemas (Parlamento Europeo, 2023).

Se trata de una cuestión que suscita dudas a nivel internacional y que, por tanto, requiere la actuación integral de todos los sectores. A pesar de que las fuentes de energía renovable son sostenibles, seguras y respetuosas con el medio ambiente, generan mayor incertidumbre en lo que a la generación de energía se refiere, ya que su producción depende de factores externos como la radiación solar o la velocidad del viento. Debido a esta falta de previsibilidad y a la estabilidad de las energías no renovables, estas últimas son más ampliamente utilizadas.

El consumo excesivo de energías no renovables ha causado importantes daños ambientales y económicos debido a la disminución de los recursos, resultando en un aumento de los precios. Adicionalmente, la competencia por el control de estos recursos ha generado serias tensiones políticas y sociales, incluyendo problemas como la saturación demográfica, la disparidad económica y los conflictos bélicos.

El reto al que se enfrenta la comunidad internacional consiste en lograr un sistema energético que sea más sostenible y menos perjudicial para el ecosistema y el clima. El progreso tecnológico e industrial ha impulsado la transición energética, que pretende reducir al mínimo el uso de combustibles fósiles en el sector energético.

En la actualidad, uno de los mayores desafíos existentes para la humanidad es la transición energética. Este término se refiere a una serie de medidas y cambios estructurales que buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y lograr la descarbonización de la economía global a través del uso de fuentes de energía renovable en lugar de los combustibles fósiles tradicionales. En resumen, la transición energética pretende sustituir las fuentes de energía convencionales y contaminantes por fuentes de energía más limpias y sostenibles, como la energía solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica, con el objetivo de mejorar la seguridad energética y fomentar el desarrollo sostenible.

Esta ambiciosa transición energética lleva consigo la necesidad de emprender una transformación significativa de las políticas energéticas y de los modelos económicos. Las soluciones políticas necesarias para abordar el cambio climático y ambiental deben ser más eficaces y requerirán medidas para reducir las causas del cambio ambiental, tales como la reducción de las emisiones de gases efecto invernadero, y mejorar la capacidad de adaptación frente a sus impactos. La pobreza, las desigualdades y los desequilibrios de género dificultan actualmente el logro del desarrollo sostenible y la resiliencia climática en los países mediterráneos. La cultura es un factor clave para el éxito de las políticas de adaptación en el entorno multicultural tan diverso a nivel global. Dirigidas a apoyar a las comunidades locales y vulnerables, las políticas de adaptación climática y resiliencia ambiental deben tener en cuenta cuestiones como la justicia, la igualdad, la

reducción de la pobreza, la inclusión social y la redistribución (Mediterranean Experts on Climate and Environmental Change, 2020).

En este contexto, en línea con los lineamientos y planes delineados por la Unión Europea, el gobierno de España ha establecido el Marco Estratégico de Energía y Clima con el objetivo de promover un modelo económico sostenible y competitivo que contribuya a frenar el cambio climático. Este marco se basa en tres pilares fundamentales, a saber, la Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) y la Estrategia de Transición Justa (ETJ), los cuales buscan facilitar la adopción de medidas concretas que permitan avanzar hacia un futuro más sostenible y respetuoso con el medio ambiente (Ministerio para la Transición Justa y el Reto Demográfico, 2020).

Estos tres elementos en conjunto conforman un marco estratégico sólido y estable para que España pueda emprender la descarbonización de su economía de manera efectiva. En este sentido, el anteproyecto de ley se presenta como una hoja de ruta eficiente para las próximas décadas, mientras que el PNIEC establece las bases para lograr la descarbonización en el periodo comprendido entre 2021 y 2030, en línea con el objetivo de alcanzar la neutralidad de emisiones para el año 2050. Asimismo, la Estrategia de Transición Justa constituye un plan integral para asegurar que tanto las personas como los territorios aprovechen al máximo las oportunidades que ofrece esta transición ecológica, con el fin de evitar que alguien se quede atrás y garantizar un proceso de acompañamiento solidario (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020).

1.2. La descarbonización y los Gases Efecto Invernadero (GEI)

Como se ha explicado anteriormente, las emisiones de Dióxido de Carbono son las principales responsables del cambio climático. De acuerdo con el departamento de Acción Climática de la Comisión Europea (CE), la concentración de este en la atmósfera supera, en la actualidad, en un 40% a los niveles registrados al inicio de la industrialización. Si bien es cierto que algunas de estas emisiones son naturales, muchas otras están generadas por la actividad humana, debido al uso de combustibles fósiles

como pueden ser el gas, el carbón, el petróleo, la deforestación o el uso de fertilizantes de nitrógeno (Banco Santander, 2022).

El procedimiento que debe seguirse para conseguir la mitigación de la emisión de estos gases es comúnmente conocido como descarbonización. Su objetivo es conseguir un mundo climáticamente neutro por medio de las políticas la transición energética. En este sentido, es fundamental del papel de las administraciones, debiendo ser “necesarias tanto políticas gubernamentales que hagan realidad una economía baja en carbono como iniciativas para favorecer la innovación y el desarrollo sostenible” (Repsol, s.f.).

Además, para asegurar que la descarbonización sea efectiva, es importante que sea llevada a cabo de manera eficiente. Esto quiere decir que la neutralidad de carbono debe ser alcanzada con el menor costo posible, y cada uso de la energía debe llevar a una reducción de emisiones. La electricidad es la opción más efectiva para lograr esto, ya que además de ser la única alternativa que mejora la eficiencia energética, también es la que mejor integra las energías renovables. Sin embargo, hay ciertos casos los que la electricidad no es competitiva, y en estos casos se requiere el uso de combustibles descarbonizados. Aunque esta tecnología todavía está en sus primeras etapas de desarrollo y es costosa, es necesaria para lograr la reducción de emisiones (Iberdrola, s.f.).

1.3. La transición energética en la Unión Europea

La cuestión del cambio climático y el calentamiento global ha sido el principal objeto de debate a lo largo de las últimas décadas. Concretamente, se han intentado llevar a cabo grandes esfuerzos y políticas para combatirlo, aunque muchos de ellos sin éxito.

En este sentido, Naciones Unidas no tomó conciencia de la situación hasta el año 1972, año en el que se llevó a cabo la Primera Cumbre de la Tierra que, a pesar de que no consiguió el cumplimiento de los objetivos propuestos, suscitó interés entre los países miembros acerca de los riesgos que el cambio climático acarreaba. Así, tras varias cumbres y convenciones acerca del cambio climático, en el año 2015 se llevó a cabo el Acuerdo de París, estableciendo un avance global en la lucha contra el cambio climático a partir del 2020 ((Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.).

1.3.1. Naciones Unidas y el Cambio Climático: el Acuerdo de París

El 12 de diciembre del año 2015, se reunieron en París 195 estados miembros (entre ellos la Unión Europea), realizando un gran avance ante este problema, y reconociendo la preocupación y tomando conciencia de la necesidad de implicación de los todos los países. Actualmente, son 194 las partes que lo han ratificado.

El objetivo del Acuerdo lo fija el artículo 2 de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC): “Lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes a la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible”. Así, queda claro que la mitigación del calentamiento global se trata de un proceso de larga duración, que fija sus objetivos en una Agenda cuyo cumplimiento se prevé antes del año 2030. Entre estos objetivos mencionados, se encuentran (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.):

- El objetivo fundamental es evitar que el incremento de la temperatura media global sea superior a los 2°C respecto a los niveles preindustriales y, además, busca la promoción de esfuerzos añadidos que permitan que el calentamiento global no supere los 1.5°C.
- Compromiso de los países a comunicar cada cinco años sus objetivos de reducción de emisiones, además de la puesta en marcha de políticas y medidas nacionales para alcanzarlos.
- Realización de un análisis cada cinco años de la situación del acuerdo respecto al objetivo de 2°C, a partir del año 2023.
- Creación de un fondo de financiación de movilización e 100.000 millones de dólares anuales. Estos fondos tienen como destino final la adaptación de los estados al cambio climático con menos recursos económicos. Además, el Acuerdo anima a que los países más desarrollados proporcionen financiación voluntariamente.

- Reforzar la transparencia de las cuentas de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, para fortalecer la confianza entre los países.
- Creación de un Comité, formado por países desarrollados, cuya misión es la promoción y la aplicación del Acuerdo.

1.3.2. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible

El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de metas globales para poner fin a la pobreza, proporcionar la prosperidad segura para todos y cuidar el planeta. Naciones Unidas los define como “un llamamiento a la acción de todos los países (pobres, ricos y de renta media) para promover la prosperidad al tiempo que se protege el planeta” (Naciones Unidas, s.f.).

Dentro del marco de la Unión Europea, las políticas más actuales se centran en el desarrollo sostenible como base fundamental. Estas políticas se basan en la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible de Naciones Unidas, la cual establece 17 objetivos relacionados con la economía, la sociedad y el medio ambiente. Estas metas buscan abarcar todos los aspectos necesarios para lograr un desarrollo sostenible en el ámbito europeo.

Si nos centramos en aquellas metas cuyas medidas están vinculadas con el medio ambiente, se fija un acercamiento al concepto de uso sostenible de la energía, proponiéndose varios objetivos relacionados con este: por un lado, el objetivo 7º enfocado en “garantizar el acceso a la energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos”; en segundo lugar, el objetivo 13º dedicado a “Adoptar medidas para combatir el cambio climático y sus efectos”; en tercer lugar, el objetivo 14º dedicado a “Conservar y usar de manera sostenible los océanos, mares y recursos marinos para lograr el desarrollo sostenible”; y por último, el objetivo 15º, que pretende impulsar el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchando contra la degradación del suelo o la deforestación.

Sin embargo, es importante recordar que en la búsqueda de respuestas efectivas para abordar tanto la crisis climática como la crisis social, es crucial tener en cuenta que estos dos problemas están estrechamente interrelacionados. Debe tenerse en cuenta que los países más subdesarrollados son los más afectados, ya que “la vulnerabilidad al cambio climático es

consecuencia directa de la pobreza” (Rosemberg, 2010). Así, podemos afirmar que la crisis climática repercute, de forma indirecta, al resto de objetivos de desarrollo sostenible.

1.3.3. El Pacto Verde Europeo

La Unión Europea ha presentado un compromiso tal que le ha situado como pionera en este sector a nivel mundial. Esta posición se materializó en el año 2007, por medio de un conjunto de políticas sobre cambio climático para el año 2020.

Así, en diciembre del año 2019 se adoptó el Pacto Verde Europeo, un plan estratégico que prevé la transformación de la Unión Europea en una comunidad climáticamente neutra para el año 2050, cumpliendo de manera progresiva con los compromisos del Acuerdo de París. Para lograrlo, los 27 países miembros de la Unión firmaron la reducción de las emisiones de GEI en un 55% en el año 2030.

El Pacto Verde Europeo incide en todos los sectores de la economía, especialmente en aquellos que resultan más contaminantes, como el transporte, la energía, la agricultura, la industria, la construcción, el sector textil y el químico (García Lupiola, 2022).

Asimismo, para asegurar la contribución a los objetivos comunes, la Comisión Europea estableció un Reglamento de Gobernanza por el que todos los Estados miembros debían elaborar un Plan Nacional de Energía y Clima (PNEC) para el período 2021-2030. Consecuentemente, se prevé que antes de junio del año 2023, los estados miembros presenten un proyecto de Plan Nacional de Energía y Clima actualizado (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.). Estos PNEC deben recoger de manera detallada los objetivos a alcanzar y las políticas e instrumentos de transición energética y sostenibilidad que la nación en cuestión va a llevar a cabo en cinco dimensiones: la descarbonización, entre las que se incluyen las energías renovables; la eficiencia energética; la seguridad energética; el mercado interior de la energía y la investigación, innovación y competitividad (González-Eguino, et. al., 2020). Así, este plan se convierte en herramienta fundamental para que los países cumplan con los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París sobre el cambio climático.

No obstante, a pesar de que el plan prevé unos objetivos de cara al año 2030, ciertos acontecimientos, como la pandemia del COVID-19 o la invasión de Ucrania por parte de Rusia, ha puesto de manifiesto la necesidad de aumentar rápidamente la cuota de cumplimiento de determinados objetivos, debido al gran impacto significativo y desigual que estos hechos han tenido en los planes de descarbonización de las economías globales.

En primer lugar, la situación pandémica provocada por el COVID-19 provocó la creación de la carta a la Comisión Europea que se hizo pública el pasado jueves 9 de abril del año 2020. En la misma, Alemania, Francia, Grecia, España, Austria, Dinamarca, Finlandia, Italia, Letonia, Luxemburgo, Holanda, Portugal y Suecia solicitan el análisis de los elementos que integran el Pacto Verde Europeo, para poder acelerar en cuando a la recuperación verde y la transición Justa. En palabras de Teresa Ribera, esta carta será “la gran palanca para la recuperación económica de Europa tras la crisis provocada por el COVID-19” (Europa Press Sociedad, 2020).

En segundo lugar, las energías renovables requieren de gran nivel de ambición y de implementación de estas, de manera que la dependencia de la Unión Europea de las importaciones de combustibles fósiles se vea reducida. A tal fin, la Comisión Europea presentó en mayo del año 2022 el Plan *RePowerEu*¹ (Lorenzo, 2022).

2. ANÁLISIS CUANTITATIVO

Como se ha introducido anteriormente, el objetivo de este TFG es realizar una comparación entre España y Alemania, con el fin de analizar el impacto de las políticas energéticas y establecer qué puntos cabe mejorar para alcanzar los objetivos climáticos previstos de cara al año 2030.

Los objetivos que recoge el acuerdo del Consejo Europeo celebrado en el año 2020, y que coinciden con los establecidos en el Acuerdo de París (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.) se han visto ampliados y reforzados debido a con

¹ De acuerdo con la Comisión Europea, el plan *RePowerEu* es una estrategia cuyo objetivo es el ahorro de energía, la producción de energía limpia y la diversificación de los suministros para lograr la independencia europea de los combustibles fósiles rusos antes del año 2030, mediante el establecimiento de varias medidas para adelantar la transición ecológica, aumentando, al mismo tiempo, la resiliencia del sistema energético a escala de la UE.

la iniciativa "Fit for 55" presentada por la Comisión Europea en 2021. Esta iniciativa incluye una serie de medidas adicionales y ambiciosas para reducir aún más las emisiones de gases de efecto invernadero en la UE. A modo de resumen, estas medidas son las siguientes:

Tabla 1: Objetivos de la Agenda Europea de cara al año 2030

OBJETIVOS DE LA AGENDA 2030	
Objetivo	Cuantificación
Reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en comparación con los niveles de 1990	Al menos un 55%
Porcentaje de energías renovables	40% de la combinación energética global
Reducción de la dependencia energética	
Mejora de la eficiencia energética	Un 36% para el consumo de energía final y en un 39% para el consumo de energía primaria
Limitar el aumento de temperatura global en comparación con los niveles de 1990	2% e incluso un 1,5%

Fuente: Datos del Consejo Europeo (2022). Paquete de medidas «Objetivo 55»: el Consejo acuerda objetivos más ambiciosos para las energías renovables y la eficiencia energética – Elaboración propia

2.1. Elección de la base de datos

Para el propósito buscado, se ha accedido a los datos proporcionados por la Base de datos de energía global de la Agencia Internacional de Energía, relativos a la contaminación, la energía y el medio ambiente, y se han agrupado todos en un mismo Excel que servirá como base de datos.

Como el objetivo a analizar es el nivel de contaminación y el impacto de las políticas europeas de transición energética en Alemania y España, se ha realizado un filtro por medio del cual se han eliminado todos aquellos países que no son relevantes para nuestro análisis.

Por otro lado, la base de datos se diferencia en función de los parámetros que se explicarán a continuación, y para el análisis de la evolución de las políticas y de la transición energética, se fijan los valores desde el año 1990 hasta el año 2021.

2.2. Análisis de las variables que conforman la base de datos

Para la elección de las variables objeto de análisis, he escogido aquellas que a mi parecer guardan mayor relación con el propósito de este trabajo y que, además, proporcionan información más relevante. En este sentido, las columnas que conforman la base de datos son las siguientes:

- **Ámbito territorial:**² en este parámetro se incluyen los países más representativos de cada continente, entre los que se incluyen España y Alemania.
- **ID:** Este parámetro hace referencia a las variables que van a ser objeto de análisis. (ver Tabla 1)
- **Unidad de medida:** Este parámetro hace referencia a la medida por la cual los valores son tomados. Cada parámetro tiene la suya propia (ver Tabla 1).

Tabla 2: Variables (ID) utilizadas en el análisis

Valor en la tabla	ID	Unidad de medida
1	Producción total de la energía	Megatonelada equivalente de petróleo (Mtoe)
2	Balanza comercial energética	Megatonelada equivalente de petróleo (Mtoe)
3	Consumo total de energía	Megatonelada equivalente de petróleo (Mtoe)
4	Intensidad energética del PIB a paridades de poder adquisitivo constantes	Kilogramos equivalentes de petróleo, en dólares a tipo de cambio, precio y paridades de poder adquisitivo constantes del año 2015 (koe/\$15p)
5	Producción de carbón y lignito	Megatoneladas (Mt)
6	Balanza comercial de carbón y lignito	Megatoneladas (Mt)
7	Consumo total de carbón y lignito	Megatoneladas (Mt)
8	Producción de petróleo	Megatoneladas (Mt)
9	Balanza comercial de petróleo	Megatoneladas (Mt)
10	Producción de productos petrolíferos	Megatoneladas (Mt)
11	Balanza comercial de productos petrolíferos	Megatoneladas (Mt)
12	Consumo interno de productos petrolíferos	Megatoneladas (Mt)
13	Producción de gas natural	Kilómetro cúbico de gas natural (bcm)
14	Balanza comercial de gas natural	Kilómetro cúbico de gas natural (bcm)
15	Consumo interno de gas natural	Kilómetro cúbico de gas natural (bcm)

² Desarrollado detalladamente en el apartado 3.3.

16	Balanza comercial de Gases Naturales Líquidos (GNL)	Kilómetro cúbico de gas natural (bcm)
17	Producción de electricidad	Tera vatios hora (TWh)
18	Balanza comercial de electricidad	Tera vatios hora (TWh)
19	Consumo de electricidad	Tera vatios hora (TWh)
20	Cuota de la electricidad en el total	Porcentaje (%)
21	Cuota de las energías renovables en la producción de electricidad	Porcentaje (%)
22	Porcentaje de energía eólica y solar en la producción de electricidad	Porcentaje (%)
23	Emisiones de CO ₂ procedentes de la combustión	Megatonelada de dióxido de carbono (MtCO ₂)
24	Intensidad energética de CO ₂ a paridades de poder adquisitivo (PPP) constante	Kilogramos de CO ₂ , en dólares a tipo de cambio, precio y paridades de poder adquisitivo constantes del año 2015 (kCO ₂ /\$15p)
25	Factor medio de emisión de CO ₂	Toneladas de CO ₂ por cada tonelada de petróleo (tCO ₂ /toe)

Fuente: Elaboración propia

- Las 32 columnas siguientes recogen los datos objeto de nuestro análisis, repartidos en función del año de origen de estos. Concretamente, se recogen los datos desde el año 1990 hasta el año 2021.

2.3. Análisis de los estados que conforman la base de datos

Como se ha introducido anteriormente, uno de los parámetros que conforman la base de datos es el “Ámbito territorial”. En esta, se integran los valores a nivel mundial (“World”), los de cada continente (“Europe”, “America”, “North America”, “Latin America”, “Asia” y “Africa”), y las organizaciones internacionales (OOII) más relevantes, concretamente:

- o La Unión Europea (UE): representa 27 países. Concretamente: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, República Checa, Rumania y Suecia.
- o La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE): formado por 34 países. En concreto: Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile,

República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Israel, Italia, Japón, Corea del Sur, Luxemburgo, México, Holanda, Nueva Zelanda, Noruega, Polonia, Portugal, República Eslovaca, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Turquía, Reino Unido y Estados Unidos.

- BRICS: en términos de economía internacional se utiliza este término para referirse a los países más poderosos dentro de las economías emergentes. Estos son: Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica.
- El Grupo de los siete (G7): se trata de un foro político intergubernamental formado por los países más industrializados del mundo y que conjuntamente agrupan más de la mitad del PIB mundial. Este grupo integra: Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón y Reino Unido.

Así, a modo de resumen, e independientemente de los valores relativos a las Organizaciones Internacionales y a los continentes, las naciones que se incluyen en la base de datos son las siguientes:

Tabla 3: Naciones que se incluyen en la base de datos

Nación		
Bélgica	Rusia	Algeria
República Checa	Ucrania	Egipto
Francia	Uzbekistán	Nigeria
Alemania	Canadá	Sudáfrica
Italia	Estados Unidos	Irán
Países Bajos	Argentina	Kuwait
Polonia	Brasil	Arabia Saudí
Portugal	Chile	Emiratos Árabes Unidos
Rumania	Colombia	Malasia
España	México	Corea del sur
Suecia	Asia	Taiwán
Reino Unido	China	Tailandia
Noruega	India	Australia
Turquía	Indonesia	Nueva Zelanda
Kazajistán	Japón	

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, el resultado es una base de datos formada por 1368 filas y 35 columnas.

3. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS

3.1. España

3.1.1. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)

España ha mostrado su compromiso con la crisis climática al situar el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) como uno de los ejes prioritarios de acción política.

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) es un conjunto de políticas y medidas que sienta las bases para asegurar el logro, por un lado, del objetivo principal de reducción de las emisiones de gases efecto invernadero en un 20% con respecto a 1990; y por otro lado, de los compromisos de la Unión de la Energía y de la Unión Europea a largo plazo (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020), pretendiendo avanzar en el camino hacia un modelo energético más sostenible y eficiente. En concreto, el PNIEC de España establece como objetivo primordial “avanzar en la descarbonización, sentando unas bases firmes para consolidar una trayectoria de neutralidad climática de la economía y la sociedad en el horizonte 2050” (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020).

Más concretamente, los objetivos que por medio de este plan se pretenden son los siguientes:

Tabla 4: Objetivos del PNIEC (2019)

OBJETIVOS PARA 2030	
Dimensión de la descarbonización	Reducción del 23% de GEI respecto a los niveles de 1990
	Promoción de las fuentes de energías renovables en los tres usos de la energía (transporte, calefacción y refrigeración y electricidad), debiendo alcanzar las renovables el 42% del uso final de la energía
Dimensión de la eficiencia energética	Se espera alcanzar una mejora de la eficiencia del 39,5%
Dimensión de la seguridad energética	Disminuir la ratio de dependencia energética del 73% (2017) al 61% (2030)

Dimensión del mercado interior de la energía	Alcanzar un nivel de interconexión del 15% en 2030
Dimensión de investigación, innovación y competitividad	Alinear las políticas españolas con los objetivos perseguidos internacionalmente y por la Unión Europea en materia de I+i+c en energía y clima, coordinando la política energética y la de innovación
	Orientar la investigación y desarrollo hacia la búsqueda de soluciones posibles para los retos sociales
	Fortalecer la transferencia de tecnología
	Fomentar la colaboración público-privada
	Colocar al ciudadano en el centro del modelo de transición energética y climática
	Objetivos nacionales de financiación (incrementar el peso de la I+i+c, que no sea menor al 2,5% del PIB)

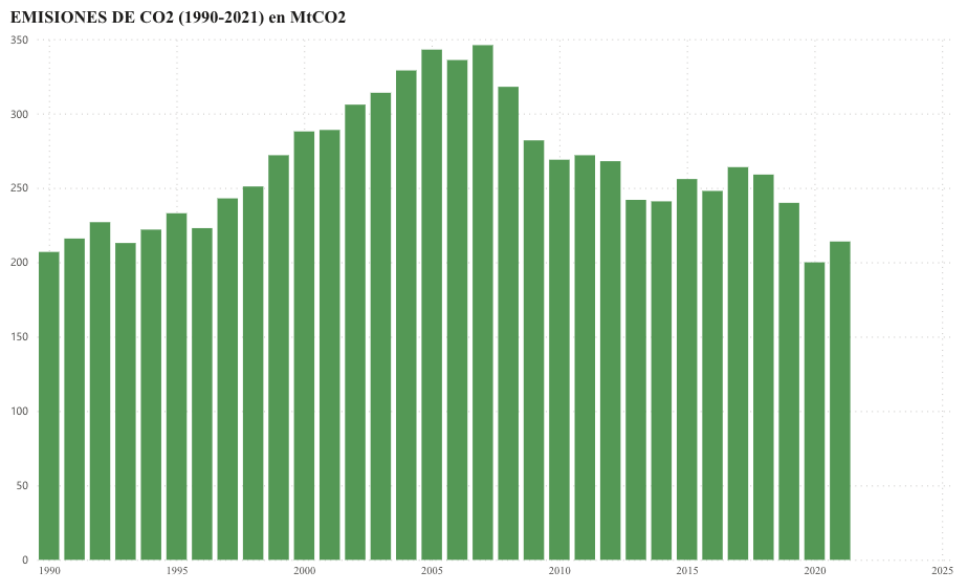
Fuente: Elaboración propia a partir del PNIEC

3.1.2. Los Gases Efecto Invernadero (GEI)

Como se ha venido exponiendo, uno de los principales retos del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima es la reducción de los Gases Efecto Invernadero en, al menos, un 23%.

A continuación, se presenta un gráfico que representa la evolución de las emisiones de CO₂ en España entre los años 1990 y 2021.

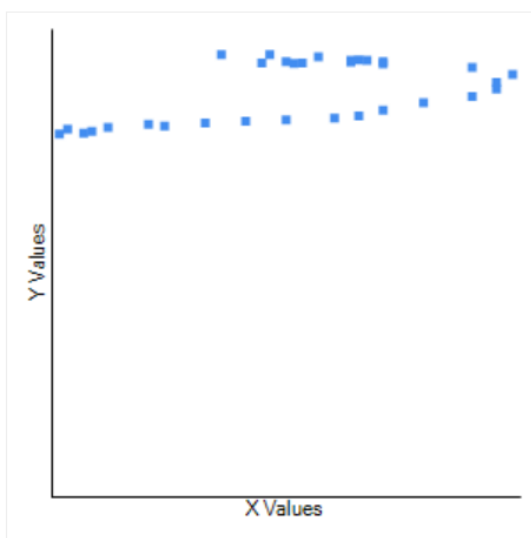
Figura 1: Evolución de las emisiones de CO2 en España (1990-2021)



Fuente: Datos Agencia Internacional de Energía - Elaboración propia

Se observa un aumento sostenido desde 1990 en las emisiones, alcanzando su máximo histórico en 2007, con 346 millones de toneladas de CO₂ emitidas. Este aumento tiene su origen en una serie de factores, como el aumento de la actividad económica, o el consumo de energía en países como China e India, así como un aumento en la quema de combustibles fósiles (Alcántara Escolano & Padilla Rosa, 2010). A partir de entonces, puede observarse una tendencia a la disminución de las emisiones, cuando empiezan a incorporarse las energías renovables, con altibajos en función de la coyuntura económica y del *mix* energético utilizado en el país.

Figura 2: Análisis de correlación entre la densidad de población y el consumo total energético en España



Fuente: Datos Agencia Internacional de Energía e Instituto Nacional de Estadística- Elaboración propia

No obstante, cuestión interesante es si un aumento en la densidad de la población lleva aparejada necesariamente un aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero. Una primera aproximación hace pensar que sí, puesto que, a mayor población, mayor tráfico y consumo de energía, y por tanto mayor contaminación. Pues bien, como podemos observar en el gráfico, la correlación es de 0,558. Ello implica una correlación positiva moderada entre ambas variables, o lo que es lo mismo, que a medida que una de las variables aumenta (en este caso la densidad de la población) el consumo total de la energía tiende a aumentar también.

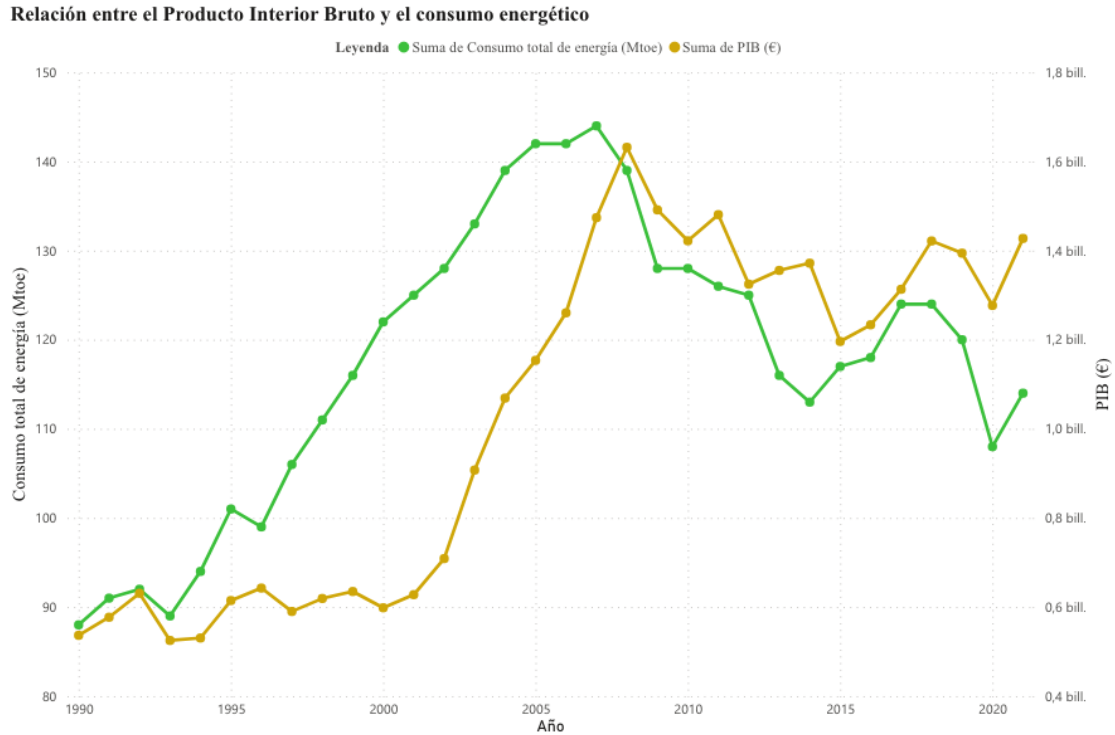
3.1.3. El Mercado Energético

El mercado energético en España constituye un sector clave para el desarrollo económico y social del país. La energía es un recurso esencial para la industria, el transporte, la calefacción y la iluminación de hogares y oficinas. En las últimas décadas, este sector ha experimentado una serie de cambios significativos, como la liberalización del mercado eléctrico y la promoción de las energías renovables (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.).

El mercado energético en España está organizado en torno a diferentes sectores, como la producción, el transporte, la distribución y la comercialización de energía. Los principales actores en el mercado son empresas energéticas nacionales e internacionales, junto con

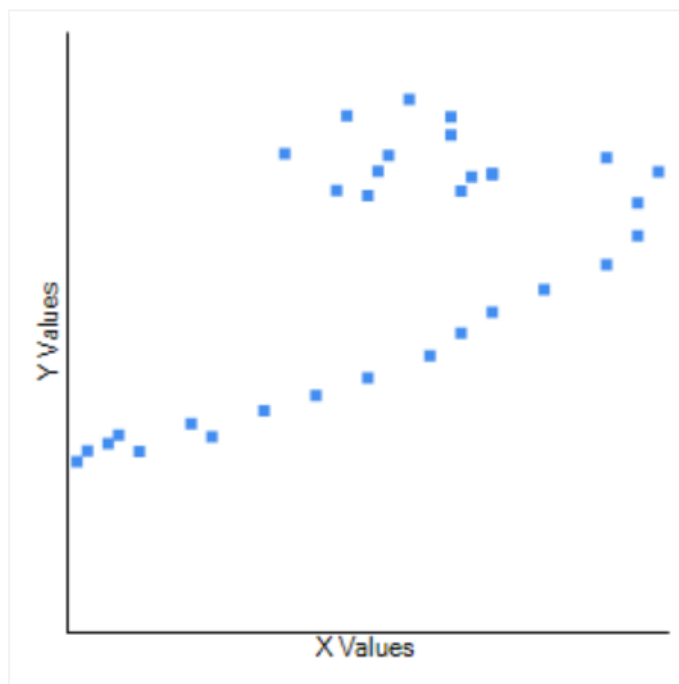
reguladores y autoridades competentes (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, s.f.).

Figura 3: Relación entre el Producto Interior Bruto (PIB) y el consumo energético



Fuente: Datos Banco Mundial y de la Agencia Internacional de Energía – *Elaboración propia*

Figura 4: Correlación entre el Producto Interior Bruto y el consumo total energético en España



Fuente: Datos de la Agencia Internacional de Energía y del Instituto Nacional de Estadística – *Elaboración Propia*

Estas gráficas muestran la relación existente entre el PIB y el consumo energético. En general, era de esperar la existencia de una correlación positiva entre ambas variables, concretamente, del 0,667, ya que a medida que la economía crece, será necesaria más energía para sostener dicho crecimiento.

En cuanto a las fuentes de energía utilizadas en España, la mayoría de la energía primaria que se consume en el país proviene de combustibles fósiles, especialmente petróleo, gas natural y carbón. No obstante, la energía renovable ha cobrado cada vez más importancia en el *mix* energético en los últimos años, siendo la energía eólica y solar las fuentes renovables más utilizadas en la generación de la electricidad. (Iranzo Martín & Colinas González, 2008)

El mercado energético en España se enfrenta a importantes desafíos, como la necesidad de reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mejorar la eficiencia energética, para lograr una transición hacia un sistema energético más sostenible y menos contaminante. Sin embargo, también existen oportunidades para el desarrollo de nuevas tecnologías y modelos de negocio que puedan contribuir a la transformación del mercado energético en España (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020).

A continuación, se analizarán los recursos energéticos disponibles en España, centrándonos en las energías renovables y no renovables, así como en la tecnología de ciclo combinado y en la dependencia energética.

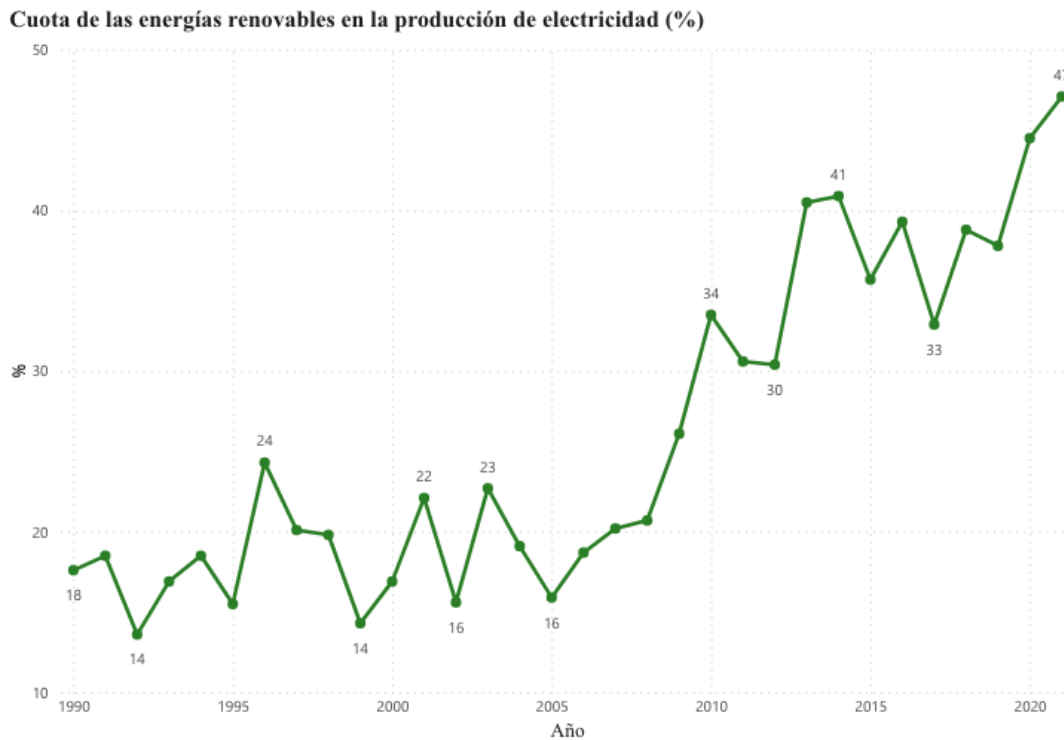
- a. Recursos energéticos disponibles

- i. Renovables

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima establece, como otro de sus objetivos “que en el año 2030 la presencia de las renovables en el uso final de la energía sea del 42%” (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020). Para entonces, se prevé que el sistema energético español esté formado, principalmente, por energías renovables.

Este gráfico muestra la cuota de las energías renovables en la producción total de electricidad. Es destacable que, en el año 2021, el porcentaje fue de 47,1%, alcanzando su máximo histórico.

Figura 5: Cuota de las energías renovables en la producción de electricidad (%)



Fuente: Datos Agencia Internacional de Energía - Elaboración propia

En este sentido, cabe hacer énfasis en que, en los últimos años, España ha experimentado un importante desarrollo de la energía solar ³ y de la energía eólica, convirtiéndose en las principales fuentes de energía renovable en el país. En noviembre del año 2022, la energía eólica supuso el 22,1% de la electricidad total, aumentando en cuatro puntos decimales de la generada en 2012. Por otra parte, la energía solar fotovoltaica supuso un aumento de hasta 10,8%. La energía solar térmica, en cambio, ha sido la que menor crecimiento ha tenido a lo largo de la última década, con una media de un 1,7% en agosto de 2022 (Villalvilla, 2022). Este logro coloca al país como el segundo de la Unión Europea que

³ La energía solar puede ser fotovoltaica o térmica. La diferencia entre ambas resulta en su uso: la energía solar fotovoltaica se refiere a la capacidad de generar electricidad a partir de la luz solar, mientras que la energía solar térmica implica la utilización del calor proveniente del Sol para calentar el agua.

más energía eléctrica generó gracias a estas tecnologías, después de Alemania. A nivel mundial, España ocupa el octavo puesto (Fernández J. A., 2022).

No obstante, con la generación de un gran porcentaje de energías renovables intermitentes, imprevisibles y variables como la eólica y la solar, en el sistema eléctrico de 2030, surgirán excesos y defectos de electricidad en la previsión de la demanda (Martínez-Duart & Gómez-Calvet, 2020). Además, la tecnología requerida para la creación de baterías, turbinas eólicas o placas solares es cara. Necesita de una materia prima escasa, minerales que se conocen como tierras raras, cuya extracción tiene un gran impacto en la naturaleza y que deben importarse. Una de las soluciones consiste en encontrar formas de almacenamiento a gran escala de la energía producida, para que pueda ser utilizada en los momentos de menos producción. Por otro lado, también es necesario el desarrollo de nuevos combustibles limpios que complementen o incluso sustituyan a los tradicionales. En este sentido, juegan un papel clave el hidrógeno verde y el biometano (Fernández J. A., 2022).

ii. No renovables

A pesar del gran desarrollo que las fuentes de energía renovables están teniendo en España, la mayoría de la electricidad que consumimos proviene de fuentes no renovables, como la energía nuclear o los combustibles fósiles.

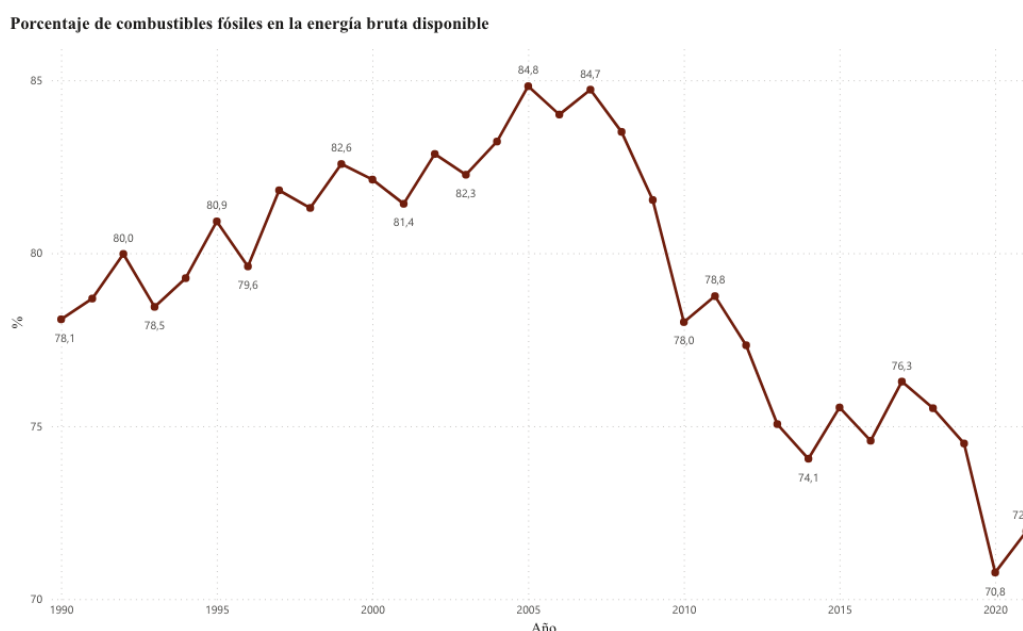
Además, cabe destacar su carácter finito y su impacto ambiental negativo. En este apartado se incluyen, por un lado, los combustibles fósiles como el petróleo, el gas y el carbón; y, por otro lado, la energía nuclear. Es importante hacer énfasis en que, aunque estas fuentes de energía son importantes para la economía del país y son la principal fuente de energía en España, su impacto ambiental y la limitación de sus reservas hacen necesaria la explotación de alternativas sostenibles. En este sentido, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima prevé la reducción significativa de la dependencia de los combustibles fósiles en el país, y establece medidas concretas para promover este objetivo.

- Los combustibles fósiles (*petróleo, gas y carbón*)

Los combustibles fósiles han sido, desde el inicio de la industrialización, la principal fuente de energía en España. No obstante, a pesar de ser un gran incentivo para la economía del país, producen un alto nivel de emisiones y aceleran, de manera exorbitante, el cambio climático y sus efectos.

Los combustibles fósiles se clasifican en tres tipos: petróleo, gas natural y carbón, y comprenden el 80% de la demanda actual de energía primaria a nivel mundial (Foster, Elzinga, s.f.).

Figura 6: Porcentaje de combustibles fósiles en la energía bruta disponible



Fuente: Datos Eurostat – *Elaboración propia*

España, de acuerdo con los datos de Eurostat sobre la proporción de combustibles fósiles en la energía bruta disponible, ha reducido en menor medida su dependencia energética de los combustibles fósiles que la mayoría de los países de la Unión Europea, y, además, ha alcanzado su nivel máximo de dependencia más tarde. Este gráfico muestra que los combustibles fósiles representaron el 71,96% de la energía bruta disponible en España, una reducción del 6,13% en comparación con los niveles de 1990. Además, a lo largo de los años, España ha ido alternando ascensos con descensos en su dependencia energética bruta de combustibles, con un máximo histórico del 84,82% en el año 2005.

Asimismo, debe destacarse la total dependencia de España en estos recursos, haciendo al país vulnerable a las fluctuaciones en los precios y la disponibilidad del gas en los mercados internacionales. En este contexto, la crisis del gas en Europa ha provocado un aumento considerable en los precios del gas, afectando a los hogares y a las empresas que dependen del gas natural para la calefacción y la producción de energía. Esta situación ha generado preocupaciones sobre la seguridad energética de España, debido a la restricción de las exportaciones de gas y, por ende, al aumento de su precio. Esta crisis ha puesto de manifiesto la necesidad de tomar medidas para mejorar la seguridad energética, reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mejorar la seguridad energética a largo plazo. (Férrnandez Candial, 2021).

Si tenemos en cuenta que la población va creciendo de manera exponencial y que este crecimiento afecta de forma directa al aumento de la demanda, dicho aumento provocaría que las emisiones fueran muy superiores a la cantidad de carbono permisible, y no sería posible lograr el objetivo de limitar el aumento medio de la temperatura en un 2%. Entonces, de acuerdo con Charles Moore, director de Ember en Europa: “todos los combustibles fósiles tienen que desaparecer, y rápido. Es necesario un aumento masivo de la implantación de energías renovables para garantizar que tanto el carbón como el gas sean sustituidos para mantener viable el objetivo” (Roca, España logra la mayor reducción de combustibles fósiles de la UE gracias al récord de producción renovable, 2022).

- La energía nuclear

Otra fuente de energía no renovable utilizada en España es la energía nuclear.

En España, se encuentran en funcionamiento 5 centrales nucleares, situadas en 5 emplazamientos (ver tabla 5), con una potencia eléctrica instalada de 7.398,77 Megavatios (MW) (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.).

Tabla 5: Centrales nucleares en España

Reactor	Emplazamiento	Propietarios	Potencia Eléctrica (MW)	Año Inicio Explotación Comercial
Almaraz I	Almaraz, Cáceres	Iberdrola Generación Nuclear, S.A. (52,7%), ENDESA Generación, S.A. (36,0%), Naturgy Energy Group, S.A. (11,3%)	1049,4	1983
Almaraz II	Almaraz, Cáceres	Iberdrola Generación Nuclear, S.A. (52,7%), ENDESA Generación, S.A. (36,0%), Naturgy Energy Group, S.A. (11,3%)	1044,5	1984
Ascó I	Ascó, Tarragona	Endesa Generación S.A. (100%)	1032,5	1984
Ascó II	Ascó, Tarragona	Endesa Generación S.A. (85,9%), Iberdrola Generación Nuclear, S.A. (15%)	1027,21	1986
Cofrentes	Cofrentes, Valencia	Iberdrola Generación Nuclear, S.A.	1092,02	1985
Vandellós II	Vandellòs i L'Hospitalet de l'Infant, Tarragona	Endesa Generación, S.A. (72%), Iberdrola Generación Nuclear, S.A. (28%)	1087,14	1988
Trillo	Trillo, Guadalajara	Iberdrola Generación Nuclear, S.A. (49%), Naturgy Energy Group, S.A. (34,5%), EDP HC Energía, S.A. (15,5%), Endesa Generación, S.A. (1%)	1066	1988

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de España

Esta fuente de energía sigue siendo muy importante en España, representando en el año 2019 el 22% de la demanda de electricidad, y es la segunda fuente de energía utilizada después del gas natural y el petróleo. Si bien las reacciones nucleares no producen gases de efecto invernadero (hay quien la considera una alternativa a los combustibles fósiles), tiene muchos riesgos, como la liberación descontrolada de partículas radioactivas que pueden ser muy dañinas para la salud. En este sentido, de acuerdo con la Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA), las reservas del uso de combustibles nucleares son limitadas, generan residuos radiactivos nocivos durante miles de años y provocan catástrofes ambientales en caso de accidente.

En este contexto, el pasado 2019 el Gobierno pactó el cierre progresivo de todas las centrales nucleares, provocando el apagón atómico total del país, y que culminaría con el último cierre en 2035. Además, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima prevé el desmantelamiento de cuatro reactores entre 2027 y 2030.

Ante esto, la Sociedad Nuclear Española (SNE), formada por profesionales del sector nuclear, ha publicado un manifiesto en defensa de las centrales y a favor de la energía nuclear, considerándola una fuente básica para la soberanía energética de España. Según el presidente de la SNE, Héctor Dominguis, España se está quedando sola en su estrategia de cierre del parque nuclear, mientras que 11 países de Europa, liderados por Francia, quieren promover esta fuente de energía. Se defiende que la energía nuclear es una fuente constante de generación eléctrica en el *mix* español, aportando alrededor del 20% del total. Además, el presidente enfatiza en que, a pesar de que plan de desarrollo de las energías renovables es necesario y muy ambicioso, la falta de almacenamiento hace que esta fuente de energía no sea suficiente para abastecer la demanda nacional (del Palacio, 2023).

iii. Ciclos combinados

El proceso de ciclo combinado se desarrolla en centrales térmicas que cuentan con una turbina de gas y otra de vapor. El combustible utilizado en estas centrales es el gas natural⁴, que se consume para generar calor, que se transforma en energía mecánica y posteriormente en energía eléctrica a través de un alternador. Estas centrales permiten aprovechar este recurso finito de una manera más eficiente que las centrales de un solo ciclo. (Fernández C. , 2020). En España, hay 30 centrales de ciclo combinado.

La falta de técnicas de almacenaje para almacenar los excedentes de las energías fotovoltaicas o eólica hace necesaria la instalación de ciclos combinados. Además, los sistemas de almacenamiento existentes, como las baterías, resultan excesivamente costosas. A este respecto, hasta el momento en el que las baterías sean más económicas o existan nuevas tecnologías que permitan almacenar la energía a un precio razonable, la humanidad cambiará el concepto de energía renovable, y pasarán a ser la base del sistema, y no harán falta centrales de respaldo como estas.

Cabe destacar, a este respecto, que el pasado 2022, los ciclos combinados supusieron el 25% del *mix* energético debido a la sequía, las altas temperaturas y la desaparición del carbón, encabezando la producción eléctrica por primera vez en diez años. Hay quien

⁴ El gas natural es el más limpio de los combustibles fósiles, debido a su composición química.

defiende que esta situación es una demostración de que “el gas sigue siendo necesario y clave para respaldar el sistema y garantizar el suministro en momentos de baja producción renovable por falta de viento, agua y sol”. Otros defienden que se trata de una situación coyuntural que difícilmente se repetirá (Monforte, 2022).

No obstante, la situación actual de aumento en la producción de electricidad con gas natural debido a las condiciones climáticas extremas y la escasez de agua se puede interpretar como una noticia desfavorable en dos aspectos: en primer lugar, debido al aumento exorbitante de los precios de este combustible fósil provocado por la situación bélica en Ucrania; y en segundo lugar, debido al incremento significativo de emisiones de CO₂ asociado a dicha producción, que se ha elevado hasta 44 millones de toneladas.

b. La dependencia energética

El conjunto de la Unión Europea viene experimentando una creciente dependencia energética, con la excepción de Dinamarca. Esta dependencia se ha visto incrementada por el aumento del consumo interno, y también por la caída en la producción autóctona de energía en los países componentes de la Unión. En el año 2005, la Unión Europea mostró una tasa de dependencia del 56,2%.

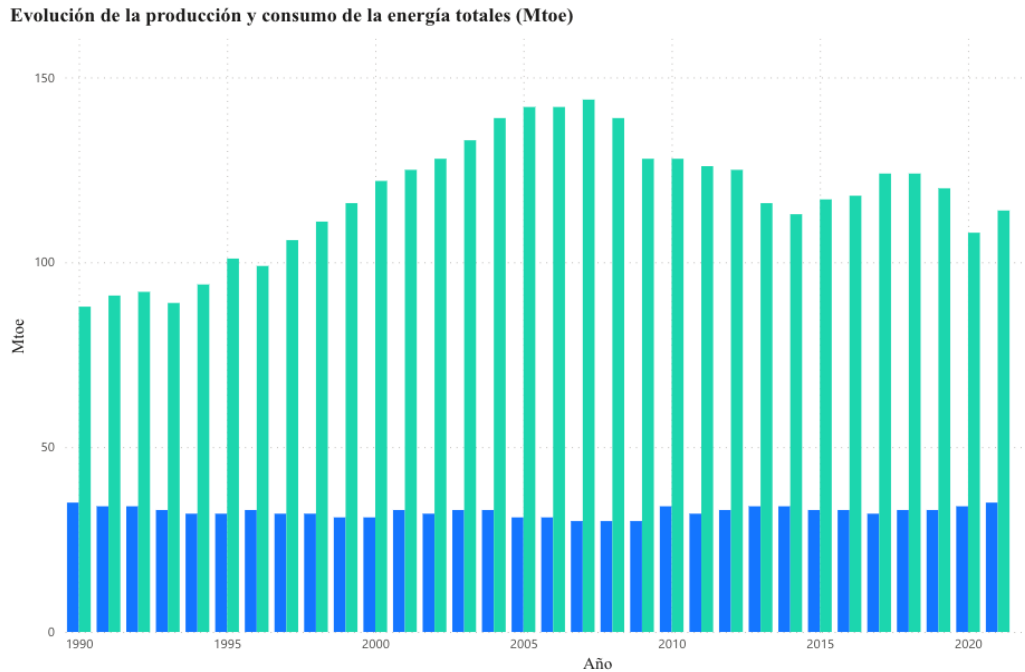
Asimismo, a lo largo de la historia, España se ha caracterizado por su escasez de recursos energéticos, principalmente combustibles fósiles. Esto se ha traducido en una gran dependencia exterior y, por consiguiente, en una situación de déficit (Samaniego, 2022).

En este sentido, para lograr el objetivo establecido en el Acuerdo de París relativo a la neutralidad climática y a las cero emisiones de Gases Efecto Invernadero, España debe hacer frente a muchos retos en lo que a energía se refiere. En este sentido, El sector energético español ha experimentado importantes transformaciones en los últimos años, impulsado por la necesidad de avanzar hacia una matriz energética más sostenible (Iranzo Martín & Colinas González, 2008).

En un momento en el que los precios de la energía estaban en aumento, el conflicto de Ucrania agravó la situación al limitar el suministro desde los países productores. Aprovechando su posición ventajosa en el sector de las energías renovables, España trató

de gestionar los costos de la energía. Sin embargo, España se enfrenta al desafío de depender en gran medida de la importación de la energía, ya que solo produce una cuarta parte de la energía que consume llegando a alcanzar una tasa de un 74% de dependencia en 2017, casi un 20% más que la media de los países de la Unión Europea.

Figura 7: Evolución de la producción y el consumo de energía totales en España



Fuente: Datos Agencia Internacional de Energía - Elaboración propia

En este contexto, este gráfico representa la diferencia entre la energía producida en España (azul) y la energía consumida en España (verde), evidenciando una vez más la gran necesidad de aumentar la producción de energética en nuestro país.

La mayor parte de la energía que se importa a España es de combustibles fósiles, especialmente petróleo y gas natural. Estos combustibles son utilizados principalmente para la generación de electricidad, el transporte y la calefacción. Así, la economía del país puede verse afectada en relación con los altos precios del petróleo y el gas natural en el mercado internacional, ya que España es dependiente de estas fuentes a niveles muy altos.

Para reducir la dependencia energética y disminuir la vulnerabilidad económica que esto genera, España ha estado trabajando en el aumento de la producción de energía renovable. La energía renovable se ha convertido en una parte importante del mix energético del país en los últimos años, en particular la energía eólica y la energía solar (Lara).

No obstante, existen otras medidas posibles para reducir la dependencia energética. En este sentido, cabe destacar en el trabajo que está llevando a cabo España en la integración de los mercados de energía a nivel europeo, con el objetivo de mejorar la seguridad del suministro y reducir la dependencia de los recursos energéticos externos.

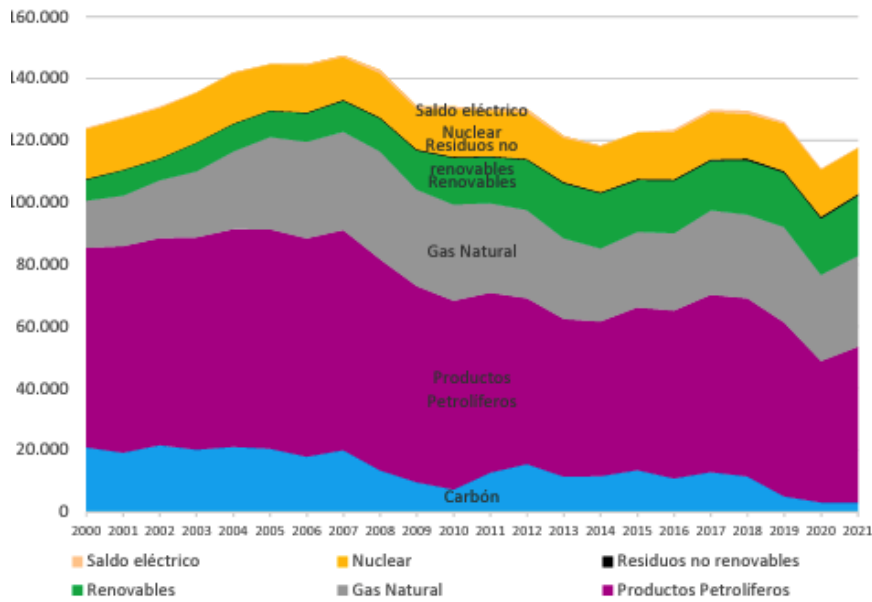
c. Energía primaria y energía final o secundaria

En una primera aproximación, la energía primaria comprende todas las formas de energía disponible en la naturaleza antes de ser convertida o transformada, mientras que la energía final es aquella que va destinada a usos directos, por ejemplo, en forma de electricidad o calor (Secretaría de Estado de Energía , 2023).

En España, la evolución económica, ligada inexorablemente a la de Europa, ha supuesto un desarrollo notable en cuanto a la gestión y a la utilización de la energía. El aumento progresivo en el consumo energético se produce no sólo en el consumo de la energía final, sino también en el consumo de energía primaria (Iranzo Martín & Colinas González, 2008).

De acuerdo con el Balance Energético de España en 2021, el consumo de energía primaria durante ese año alcanzó los 117.526 ktep, lo que supuso un aumento del 6% respecto a los niveles de 2020, como efecto de la recuperación económica tras la pandemia Covid-19 y el consiguiente crecimiento de la demanda final de energía.

Figura 8: Evolución del consumo de energía primaria en España

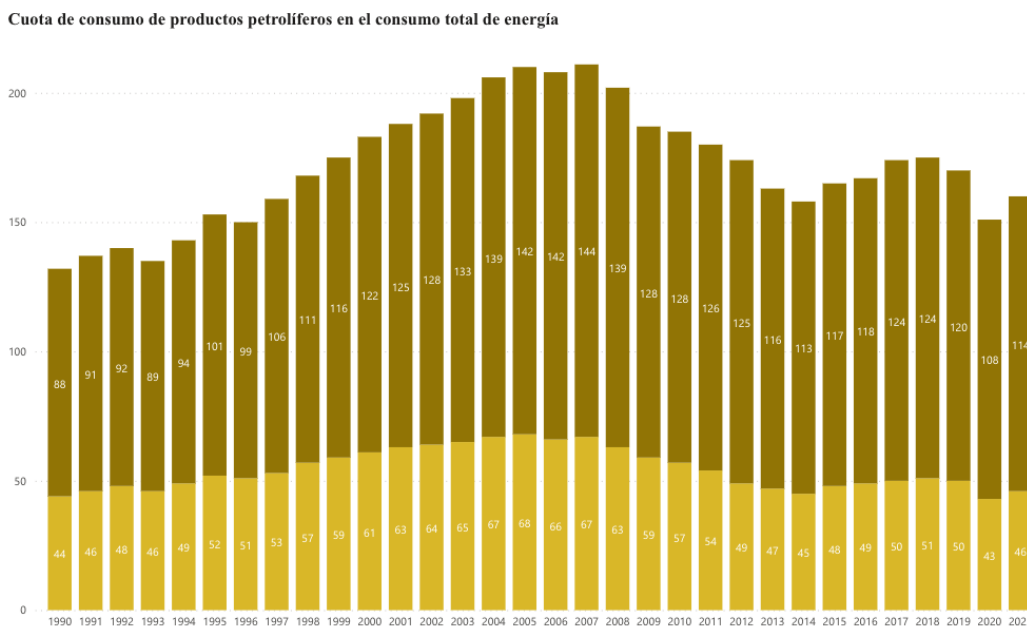


Fuente: Balance de situación energética en España 1990-2021, de la Secretaría de Estado de Energía, 2023.

Cabe destacar un incremento en el consumo de los productos petrolíferos con respecto al año anterior, como consecuencia de la supresión de las restricciones de movilidad impuestas a raíz de la pandemia.

Más concretamente, si atendemos a los datos de la Agencia Internacional de Energía, en el año 2021 los productos petrolíferos supusieron un 40,4 % del total de la energía consumida. La figura 7 muestra la proporción de productos petrolíferos (en amarillo, con un valor de 46 Mt) consumidos en el total de la energía consumida (color marrón, con un total de 114 Mtoe).

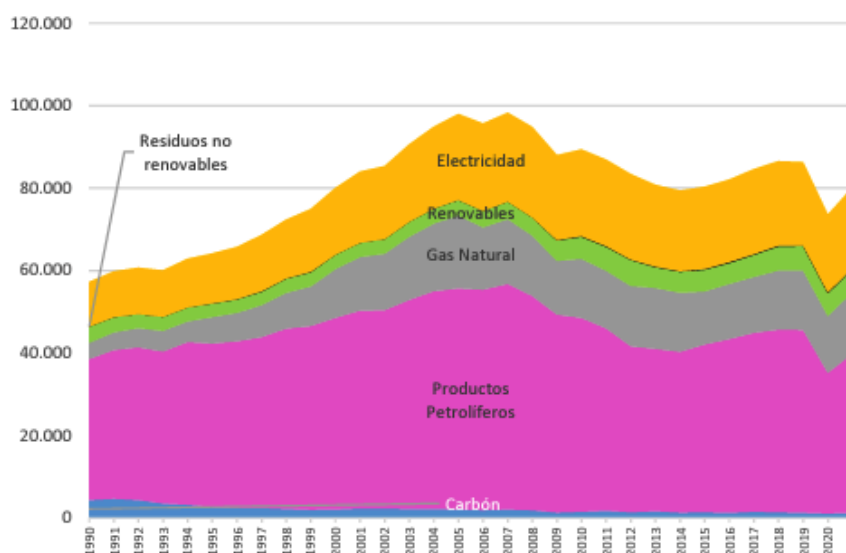
Figura 9: Cuota de consumo de productos petrolíferos en el consumo total de energía



Fuente: Datos Agencia Internacional de Energía – Elaboración propia

Por otra parte, el consumo de energía final incrementó entre el año 2020 y 2021. Este aumento se debe, de nuevo, a la recuperación que experimentó la economía tras la pandemia provocada a raíz del COVID-19.

Figura 10: Consumo de energía final en España (Usos no energéticos excluidos)



Fuente: Balance de situación energética en España 1990-2021, de la Secretaría de Estado de Energía, 2023.

Como puede observarse en el gráfico, la mayor parte de la energía final consumida se ve sometida a los combustibles fósiles, y, en mayor medida, a los productos petrolíferos.

3.1.4. Puntos a destacar

Tras la realización de este análisis, se observa una serie de cuestiones relevantes.

En primer lugar, es relevante señalar que, a pesar del constante aumento de la población, las emisiones de gases efecto invernadero han disminuido, aunque se ha registrado un pequeño aumento en el año 2021 debido al levantamiento de las restricciones causadas por la pandemia. Además, las emisiones en 2021 superan los niveles registrados en 1990, lo que sugiere que el objetivo de reducir las emisiones en un 23% antes del año 2030 es demasiado ambicioso.

En segundo lugar, es necesario mencionar que el consumo de energía se ve afectado por la economía española y que su composición ha cambiado en los últimos años. Este aumento del consumo de energía en España puede ser atribuido, en parte, al crecimiento de la producción de energías renovables en el país. En este sentido, uno de los objetivos establecidos en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) es lograr que el uso final de la energía alcance un 42% para el año 2030. En este contexto, en el año 2021 se ha registrado una cuota de energías renovables del 47,1% en la producción total de electricidad en España, lo que indica que este objetivo será superado ampliamente. Es importante destacar que, gracias a estas fuentes de energía, España ha logrado situarse como el segundo mayor generador de energía eléctrica en Europa, después de Alemania.

En contraste con lo anterior, España ha dependido históricamente de los combustibles fósiles como su principal fuente de energía. Aunque se ha registrado una disminución en su uso, esta no será suficiente para cumplir con los objetivos previstos para reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Es importante señalar que la vulnerabilidad del país ante situaciones de conflicto y fluctuaciones económicas, como la Guerra de Ucrania, es una preocupación importante ya que España depende en gran medida de estos recursos. En lo que respecta a la energía nuclear, a pesar de que sigue siendo una fuente significativa de energía en España, el gobierno ha decidido cerrar las centrales nucleares debido a los riesgos para la salud que podrían representar. La guerra de Ucrania ha

afectado también a la oferta de gas natural, que es necesario para el funcionamiento de las centrales de ciclo combinado. En este sentido, el uso de este sistema de energía representó en el año 2022 el 25% del mix energético debido a los desastres meteorológicos.

En tercer lugar, es importante resaltar el alto grado de dependencia energética de España y Europa en cuanto a los combustibles fósiles se refiere, lo cual hace que el país sea vulnerable a las fluctuaciones del mercado internacional de energía. Ante esta situación, es necesario que España se enfrente a grandes retos, como aumentar la producción de energía renovable y/o integrarse en los mercados energéticos europeos. De esta manera, se podría reducir la dependencia de los combustibles fósiles y garantizar un suministro energético estable y sostenible a largo plazo.

Finalmente, es importante destacar que en el año 2021 se ha registrado un aumento en el consumo de energía final en España, en particular en relación con los productos petrolíferos, poniéndose de manifiesto la necesidad de seguir trabajando en las fuentes de energía renovables y avanzar hacia la neutralidad climática.

3.2. Alemania

3.2.1. La Energiewende alemana

En Alemania, el término utilizado para hacer referencia a la transición energética es “*energiewende*”, que proviene de los conceptos “*energie*”, energía; y “*wende*”, transición. Esta estrategia se basa en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Acuerdo de París de 2015, la Agenda 2030 y el concepto de equidad climática.

Este término fue utilizado por primera vez en un informe de Florentin Krause y Hartmut Bossel en el año 1980 Oeko-Institut alemán, cuando, tras la catástrofe de Chernóbil, se propuso una alternativa a la energía nuclear, basada en el carbón y en la energía solar (Beeker, 2023).

No obstante, no fue hasta más de 20 años después que este término entro en el discurso político. En febrero del año 2002, el Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente organizó un simposio en Berlín, llamado “Transición Energética: Protección Climática y Reducción gradual de la Energía Nuclear”. Tras el accidente nuclear en Fukushima, en marzo del año 2011, el gobierno alemán anunció la idea del Oeko-Institut de abandonar la energía nuclear y la energía del petróleo, contra la cual existía inicialmente una fuerte oposición (Weber, 2012).

En ese sentido, la *Energiewende* es un plan nacional de energía y clima, cuyo objetivo principal es lograr la transformación del sistema energético de Alemania para conseguir la reducción de energía renovable. Al contrario que el resto de los planes de energía y clima, este ambicioso proyecto se inició en el año 2010 y se ha convertido en un modelo de referencia para muchos países en todo el mundo que buscan reducir su dependencia en los combustibles fósiles y pretenden acelerar la transición hacia energías limpias (Agora Energiewende, 2019).

Desde mayo de 2021, se han consagrado en una ley normas claras para la protección del clima. A partir de entonces, el objetivo de Alemania consiste en alcanzar la neutralidad climática en el año 2045, lo que representa una meta más ambiciosa que la previamente establecida, la cual situaba el logro de dicha neutralidad antes del año 2050. Este acontecimiento sitúa a la República Federal como uno de los países precursores en la batalla contra la crisis climática.

Concretamente, los objetivos que se prevén de cara al año 2050, a modo de resumen, son:

Tabla 6: Objetivos de la Energiewende

		2020	2025	2030	2035	2040	2050
Emisiones de gases de efecto invernadero	Reducción de las emisiones de GEI en todos los sectores, en comparación con los niveles de 1990	-40%		-65%		-88%	-100%
Abandono progresivo de la energía nuclear	Cierre gradual de todas las centrales nucleares hasta 2022	Desconexión gradual de los 7 reactores restantes (2022)					
Energías renovables	Porcentaje del consumo final de energía	18%		30%		45%	mín. 60%

	Porcentaje del consumo bruto de electricidad		40-45%		55-60%		mín. 80%
Eficiencia energética	Reducción del consumo bruto de energía primaria en comparación con los niveles de 2008	-20%					-50%
	Reducción del consumo bruto de electricidad en comparación con los niveles de 2008	-10%		-25%			

Fuente: Elaboración propia a partir de Agora Energiewende (2019): La Energiewende en síntesis. 10 preguntas y respuestas sobre la transición energética alemana.

Además de los objetivos fijados en la tabla, se prevé también el aumento de la eficiencia energética en un 25% para 2030 (en comparación con los niveles de 2008), la eliminación de la producción de energía eléctrica a partir del carbón antes del año 2038, y aumentar la proporción de vehículos eléctricos en el transporte un mínimo del 30% para 2030.

Parece importante destacar que, desde la implantación de este modelo, Alemania ha experimentado un gran aumento en la producción de energía renovable, en particular la energía solar y la eólica, además de medidas para mejorar la eficiencia energética, promover la movilidad eléctrica y fomentar la investigación y la innovación en tecnologías de energía limpia (La actualidad de Alemania, s.f.).

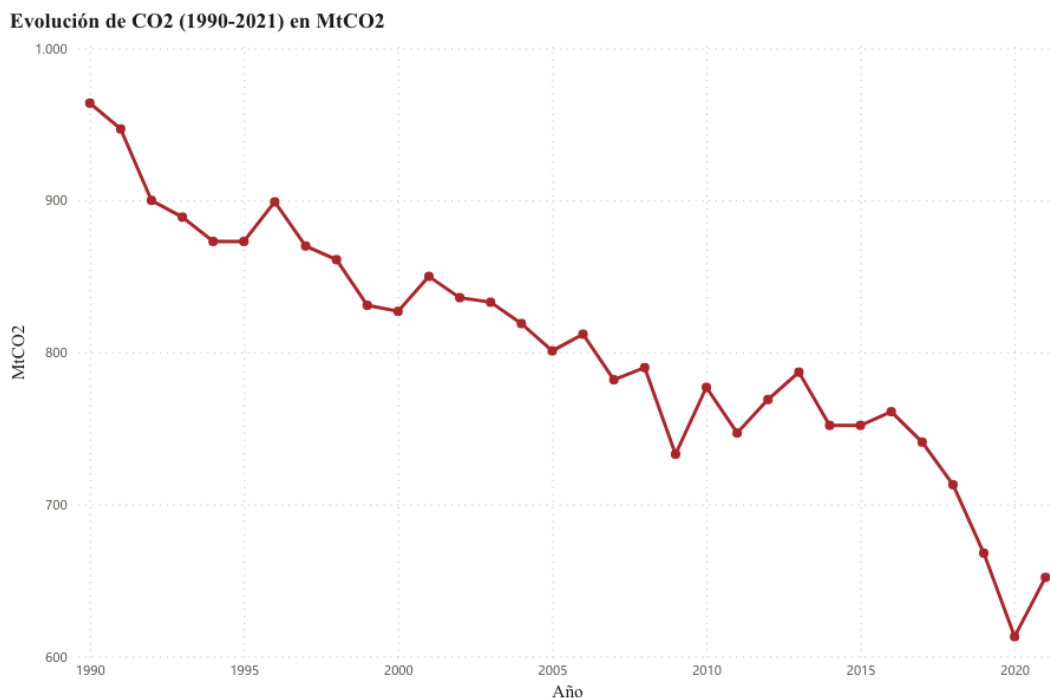
3.2.2. Los Gases Efecto Invernadero (GEI)

De acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior, los recién establecidos objetivos de emisiones de gases de efecto invernadero conllevan una disminución de dichas emisiones del 65% con respecto a los niveles de 1990 para antes de 2030, y del 88% para antes de 2040, con el propósito de alcanzar la neutralidad climática en el año 2045.

La emisión de estos gases ha supuesto para el país la creación de grandes riesgos, no solo para el medio ambiente sino para el bienestar y salud de las personas. En un análisis realizado por científicos por encargo del Gobierno alemán y publicado unas semanas antes de las inundaciones que tuvieron lugar el verano de 2021, entre los riesgos más graves del cambio climático para Alemania se mencionaban, entre otras cosas: “las

fuertes lluvias, las crecidas repentinas y las inundaciones”. En su informe de febrero de 2022, el IPCC advirtió que el número de precipitaciones intensas en Alemania podría duplicarse en los meses de verano si las emisiones de gases de efecto invernadero seguían siendo elevadas. Por otro lado, Alemania ha tenido que hacer frente a semanas de calor extremo. Entre 1991 y 2018, el calor contribuyó a la muerte de más de 22.000 personas en el país, según el IPCC. Si las emisiones no disminuyen, el número de muertes anuales relacionadas con el calor podría cuadruplicarse hasta 2050 (IPCC, 2021).

Figura II: Evolución de las emisiones de CO2 en Alemania (1990-2021)



Fuente: Datos Agencia Internacional de Energía – Elaboración propia

Esta creciente preocupación puede verse reflejada en este gráfico; y es que, a partir del año 2016, se observa una gran disminución de las emisiones de CO₂, llegando, en el año 2020, a reducir un 37,24% en comparación con los niveles de 1990, de acuerdo con la Agencia Internacional de Energía. No obstante, la recuperación económica tras la pandemia provocó, en el año 2021, un aumento de estas emisiones de gases. Si bien es cierto que se trata de un proceso lento que requiere la coordinación de todos los agentes, los objetivos que ha propuesto la Energiewende en este ámbito son excesivamente ambiciosos, si tenemos en cuenta que en menos de diez años se pretende duplicar la reducción de emisiones que se ha logrado en treinta.

3.2.3. *El Mercado Energético*

A lo largo de los años, el mercado energético alemán se ha visto dominado por cinco grandes empresas energéticas: E.ON, RWE, EnBW, LEAG y Vattenfall. No obstante, la pérdida gradual de las fuentes de energía no renovables como el carbón o el cierre de las centrales nucleares ha provocado que estas empresas pierdan una gran cuota en el mercado energético alemán. Al igual que sucedía en España, este mercado ha tenido que enfrentarse a grandes transformaciones, como la liberalización del mercado eléctrico y el fomento de las fuentes renovables.

A continuación, se llevará a cabo una evaluación detallada de las diversas fuentes de energía presentes en Alemania, incluyendo tanto fuentes de energía renovables como no renovables, así como los ciclos combinados. Se examinará también la dependencia energética del país, junto con el análisis de la energía primaria y secundaria, con el objetivo de tener una comprensión más completa del mercado energético en este país.

- a. Recursos energéticos disponibles
 - i. Renovables

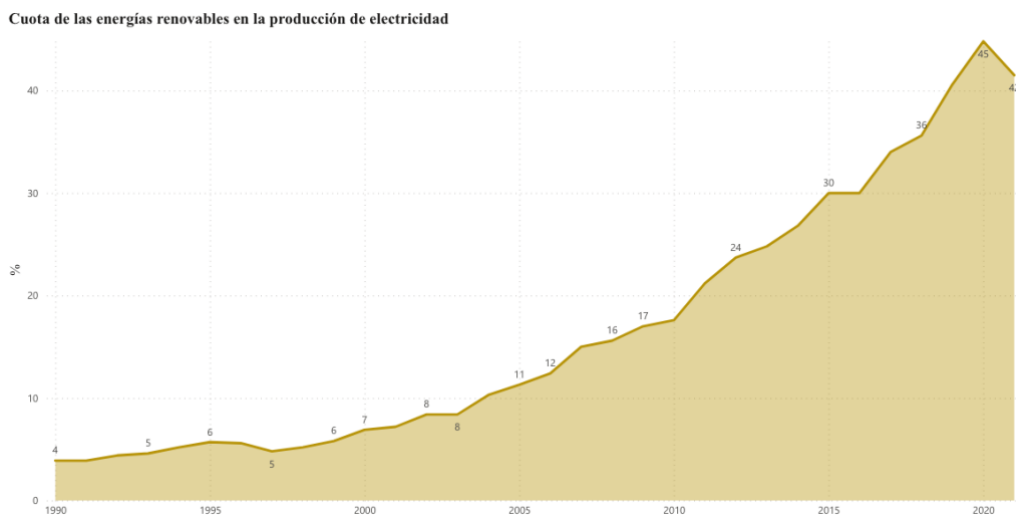
La invasión de Rusia ha supuesto la aceleración del impulso de las renovables para reducir el impacto de un posible corte de suministro de gas desde Rusia. En julio del año 2022 el Parlamento alemán aprobó una ley relativa a la energía eólica en la tierra, la WindLandG, que prevé la instalación de 10.000 MW al año a partir de 2025. Esta cantidad supone que, en apenas tres años, Alemania pretende instalar una cantidad similar a todos los parques eólicos en España (Esteller, 2022).

La transición hacia las energías renovables se presenta como una necesidad inminente para proteger el medio ambiente, reducir la dependencia de los combustibles fósiles y garantizar un suministro de energía asequible y fiable para el futuro. Esta transición no solo tiene un impacto positivo en el medio ambiente, sino que, de acuerdo con Claudia Kemfert, economista experta en las áreas de investigación energética y protección ambiental, “la expansión de las energías renovables es una inversión para el futuro, que no solo protege

el medio ambiente, sino que también puede crear nuevos empleos y oportunidades económicas” (Kemfert, 2016).

No obstante, se han identificado desafíos que dificultan esta transición, como los costos de inversión iniciales, la necesidad de desarrollar infraestructuras de energía renovable y la resistencia política de los intereses establecidos de la industria de los combustibles fósiles. A pesar de ello, se trata de una tarea económica, política y moral que debe ser abordada por la sociedad en su conjunto. La transición hacia las energías renovables es posible y representa un paso esencial para garantizar un futuro sostenible y próspero para todos.

Figura 12: Cuota de las energías renovables en la producción de electricidad



Fuente: Datos Agencia Internacional de Energía – Elaboración propia

Si hacemos una pequeña aproximación a los valores que se obtuvieron el pasado 2021 de la electricidad proveniente de energías renovables, este se situó en un 42% de la energía total, disminuyendo con respecto al año anterior. Esta disminución se debe a un cambio meteorológico, ya que durante los meses de marzo y junio se registró una menor cantidad de viento. A este respecto, la gran afectada fue la energía eólica: pasó de ser la principal fuente energética en el año 2020, produciendo más de un cuarto del total de la electricidad, a producir en el año 2021 una quinta parte de esta. En cambio, la energía solar fotovoltaica sufrió una disminución irrelevante.

Sin embargo, a pesar del progreso logrado hasta el momento en el campo de las energías renovables, Olaf Scholz, canciller de Alemania desde 2021, enfatizó en la necesidad del país en instalar de cuatro a cinco generadores cada día para lograr los objetivos medioambientales a fecha. Comparado con las 551 unidades que fueron instaladas en el año 2022, parece excesivo solicitar tanto.

ii. No renovables

- Los combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón)

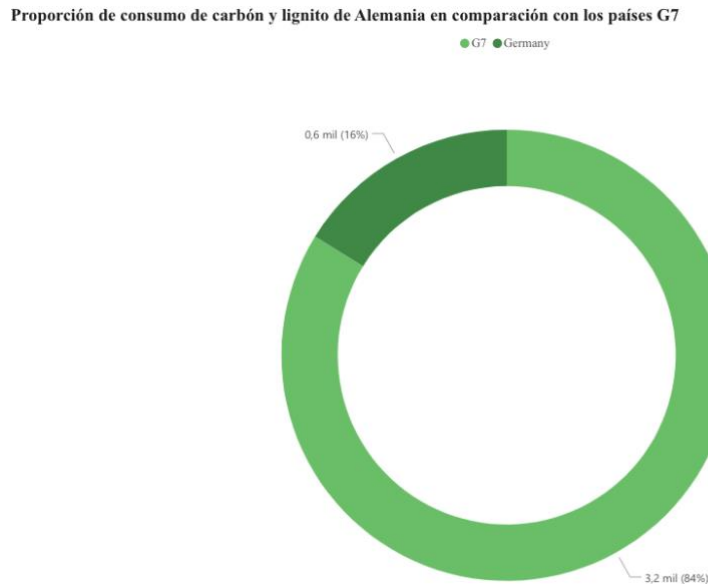
Las condiciones meteorológicas desfavorables y la ausencia de gas ruso provocaron que el pasado 2021, el carbón fuera la fuente energética más utilizada, dejando atrás la energía eólica.

A lo largo del año 2021, siguiendo un artículo publicado por el periódico La República, que basa su análisis en las estadísticas publicadas por Destatis, la producción de electricidad en Alemania proveniente de fuentes convencionales como el carbón, el gas o la energía nuclear incrementó en un 11,7% en comparación con el año anterior, representando el 57,6% de la producción total. No obstante, la energía generada por las centrales eléctricas a base de carbón, conocidas por su impacto negativo en el clima, experimentó el mayor aumento. Así, la proporción de electricidad de carbón en la electricidad total inyectada en la red llegó a un 30% en comparación con el 24,8% alcanzado en el año 2020. Las estadísticas indican que alrededor del 60% de la electricidad generada con carbón en Alemania proviene del lignito, que se considera particularmente dañino para el clima (El carbón vuelve a ser la principal fuente de energía en Alemania, 2022).

Es bien conocido que Alemania es uno de los miembros fundadores del Grupo de los Siete (G7), que también incluye a Estados Unidos, Japón, Reino Unido, Francia, Italia y Canadá. Este foro político representa a las siete mayores economías del mundo, entre las que se encuentra Alemania. En este contexto, con el fin de analizar el consumo de carbón y lignito en Alemania en relación con los demás países miembros del G7, se ha optado por representar esta información mediante un gráfico de anillos. El gráfico ofrece una

visualización clara de la proporción del consumo de estas fuentes de energía fósil en Alemania en comparación con el resto de los países de este grupo intergubernamental.

Figura 13: Proporción de consumo de carbón y lignito de Alemania en comparación con los países G7



Fuente: Datos Agencia Internacional de Energía – Elaboración propia

Se puede observar que el nivel de proporción de consumo de carbón y lignito en Alemania es del 16%, representando una cantidad superior a la media del grupo. Esta información revela que el consumo de fuentes de energía fósil es relativamente alto en comparación con los otros países, impactando significativamente y como consecuencia, en el cambio climático.

La electricidad procedente del gas natural también fue significativamente menor, un 12,6 por ciento, ya que los precios de esta fuente de energía aumentaron considerablemente en el segundo semestre del año (El carbón vuelve a ser la principal fuente de energía en Alemania, 2022).

- Las centrales nucleares

Es interesante destacar que las fuentes nucleares representaron, el pasado 2021, el 12,6% de la producción total de la energía en Alemania, al igual que el gas natural. El pasado 2022, solo el 6% de la energía producida en España se obtuvo de fuentes nucleares, en comparación con el alto porcentaje obtenido de energías renovables.

El pasado 15 de abril del año 2023, Alemania cumplió uno de sus objetivos y abandonó la energía nuclear desconectando sus últimos tres reactores: Isar 2, Emsland y Neckarwestheim 2. Basándose en la catástrofe que tuvo lugar en Fukushima en el año 2011, Angela Merkel, ex canciller federal de Alemania, afirmaba que “incluso en un país de alta tecnología como Japón, los riesgos asociados a la energía nuclear no pueden controlarse al cien por cien”. Asimismo, Steffi Lemke, ministra de Medio Ambiente y miembro del Partido Verde, afirmó la necesidad de concienciar a la población de las catástrofes que los accidentes nucleares generan: “La energía atómica ha dado electricidad a tres generaciones, pero sus residuos seguirán siendo peligrosos a lo largo de las próximas 30.000 generaciones, por eso hay que ser precavidos y realizar el proceso con responsabilidad” (AGENCIAS, 2023).

A pesar de que esta medida pretendía el cierre de las centrales a finales del año 2022, la guerra en Ucrania ha obligado a su demora. De esta forma, la interrupción del suministro del gas ruso a Alemania suscitó el temor de la población al encontrarse ante una emergencia energética. Si bien es cierto que esta decisión ha provocado gran controversia, el gobierno se ha mantenido firme en su idea, defendiendo que para mantener conectadas las tres centrales atómicas se necesitaría una gran inversión, cuya cuantía sería más eficaz destinarla a fuentes de energía renovable (McGuinness, 2023).

iii. Ciclos combinados

EnBW, una de las cinco principales empresas alemanas de energía, está llevando a cabo tres grandes proyectos de transición energética para convertir las centrales eléctricas de carbón existentes en Altbach/Deizisau, Stuttgart-Münster y Heilbronn en centrales de gas natural y, a partir de la década de 2030, de hidrógeno verde (Roca, Sener participa en el megaproyecto de la alemana EnBW de convertir centrales de carbón en ciclos combinados de hidrógeno, 2022).

De esta forma, el objetivo último de esta iniciativa es conseguir que, para el año 2030, estas centrales eléctricas sean instalaciones de producción de energía que hagan uso del hidrógeno verde como fuente de combustible. Así, se lograría prescindir completamente del uso de gas natural y de los recursos de carbón para la generación de electricidad, lo

que permitiría reducir de forma significativa las emisiones de gases de efecto invernadero y avanzar hacia un modelo más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

En este contexto, según el reportaje "Hidrógeno verde en Alemania, una apuesta a largo plazo", el potencial de generación de energía renovable en Alemania se encuentra limitado debido a razones climáticas y geográficas, lo que implica que el país tendrá que recurrir a importaciones de hidrógeno verde para satisfacer su creciente demanda. Aquí, España se sitúa en una posición privilegiada y estratégica para poder suplir esta demanda, ya que cuenta con un gran potencial para la generación de energía renovable, especialmente a través de fuentes como la solar y la eólica. Por tanto, existe una oportunidad para que España se convierta en un importante exportador de hidrógeno verde hacia Alemania y otros países de Europa que también estén apostando por esta fuente de energía limpia y sostenible (Cuesta, 2023).

b. La dependencia energética

En lo que respecta a la generación de energía en Alemania, alrededor de una cuarta parte de la energía consumida en el país es producida internamente, mientras que la gran mayoría se importa de otros países. Entre las fuentes de energía nacionales más importantes se encuentran las energías renovables y el carbón. Por otro lado, el petróleo mineral, el gas natural y el carbón bituminoso son las principales fuentes de energía importadas por Alemania.

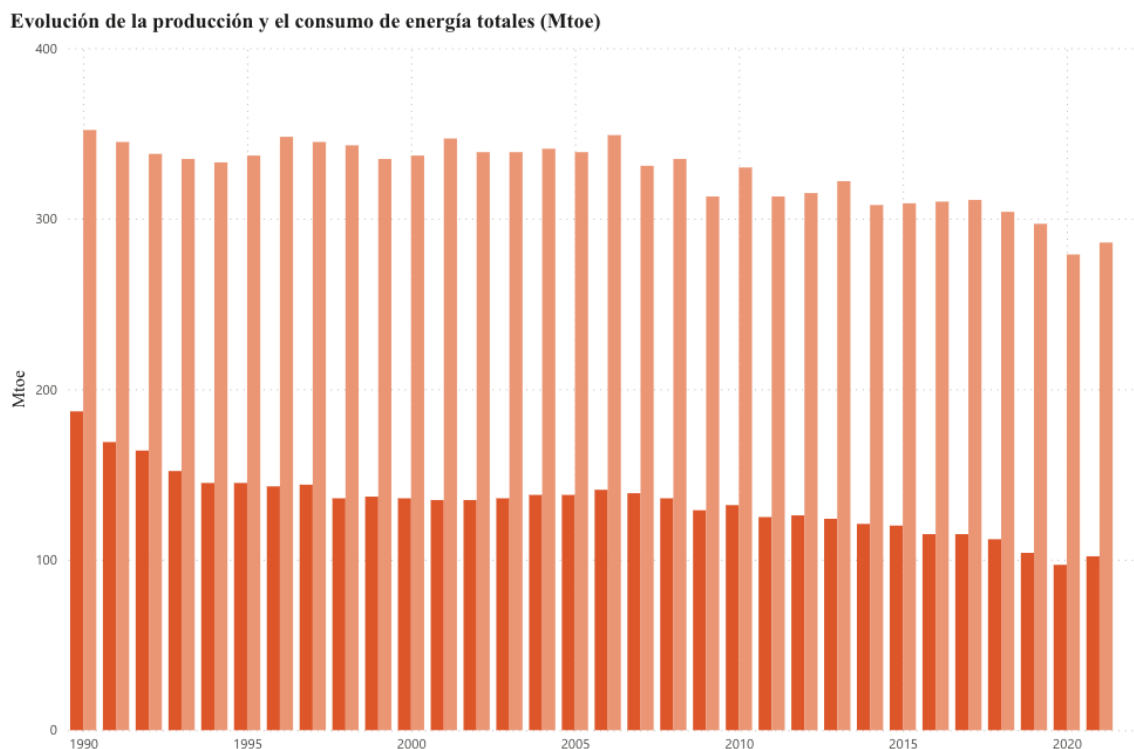
Dado que la oferta energética en Alemania depende en gran medida de la importación de combustibles fósiles, el país se encuentra en una situación de dependencia de países y regiones como Oriente Medio o Rusia.

A pesar de que la importación de gas ruso lleva unos años disminuyendo, la guerra no ha cambiado el comercio energético. Tobias Federic, fundador de la consultora energética Energy Brainpool, cuantifica que "Ahora mismo, viene algo más de gas de Rusia en comparación con el flujo de antes de la guerra. Pero en total la cantidad de gas ruso es aproximadamente la mitad comparado con años anteriores". En este sentido, el Gobierno alemán y la Unión Europea han anunciado importantes planes para abandonar las importaciones de gas y petróleo rusos. No obstante, se trata de planes a largo plazo, para

muchos no suficientes. Asimismo, algunos políticos alemanes han exigido el cese inmediato de las importaciones de gas, pero el gobierno de Olaf Scholz se ha mostrado reticente, argumentando que sería una amenaza para la seguridad energética de Alemania (Sohn, 2022).

Además, el abandono de la energía nuclear ha generado mayor incertidumbre en la población sobre cómo se cubrirá la demanda de energía y cómo ello afectará a la dependencia energética del país.

Figura 14: Evolución de la producción y el consumo de energía totales en Alemania



Fuente: Datos Agencia Internacional de Energía - Elaboración propia

Esta figura representa la diferencia entre la energía producida en Alemania en comparación con la energía total consumida en el país, poniéndose de manifiesto, una vez más, la enorme urgencia de incrementar la generación de energía. Si realizamos una comparativa entre los niveles de consumo y producción de España y Alemania, podemos observar que, en el caso de Alemania, el consumo energético es seis veces mayor al que se da en nuestro país. Asimismo, la producción energética de Alemania es el doble de la que se produce en España. En otras palabras, en términos relativos, se consume y se produce mucha más energía en Alemania que en España.

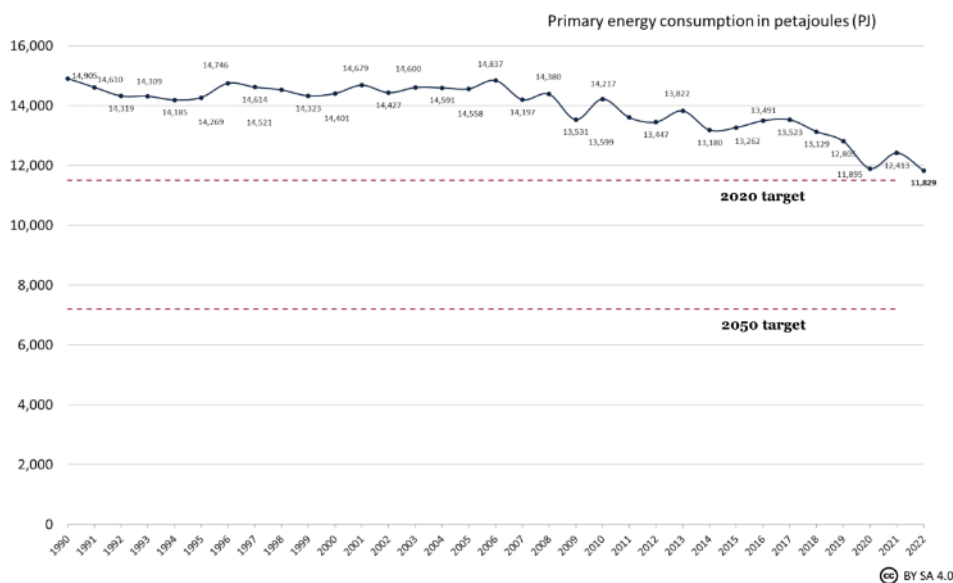
Por esta razón, se considera de suma importancia promover y expandir las fuentes de energía renovable en Alemania para reducir la dependencia de las importaciones y aumentar la seguridad energética del país. Esto se ha convertido en una estrategia clave para garantizar la sostenibilidad energética a largo plazo y fomentar el desarrollo económico sostenible.

c. Energía primaria y energía secundaria

Entre los objetivos propuestos de cara al año 2030, los estados miembros de la Unión Europea han acordado la reducción del consumo de energía primaria en, al menos, un 27% en comparación con los niveles del año 1990. Con motivo de lograr esta meta, Alemania ha intensificado su actividad con el Plan de Acción Nacional de Eficiencia Energética de diciembre de 2014 (Ministerio de Relaciones Exteriores).

No obstante, a este objetivo se le suma una dificultad, y es que Alemania se encuentra entre los mayores consumidores de energía a nivel global. En la actualidad, su consumo de energía equivale a aproximadamente el 2,1% del consumo mundial de energía primaria.

Figura 15: Evolución del consumo de energía primaria en Alemania 1990-2022



Fuente: Appunn, K., Haas, Y., & Wettengel, J. (18 de abril de 2023). Germany’s energy consumption and power mix in charts. *Clean Energy Wire*.

La gráfica muestra que el consumo de energía primaria en Alemania se ha mantenido en niveles extremadamente elevados, superiores a los 14.000 PJ en la mayoría de los años. A pesar de un ligero decrecimiento a partir del 2008, el cambio ha sido insuficiente para alcanzar la meta proyectada de reducir el consumo a valores inferiores a 12.000 PJ para el año 2020. Por lo tanto, se puede inferir que el objetivo adicional de disminuir aún más el consumo a valores inferiores a 8.000 PJ antes del año 2050 puede ser difícil, e incluso imposible, de lograr.

Por otro lado, en relación con el consumo de energía final, el borrador de la Ley de Eficiencia Energética publicado por el Ministerio de Economía y Acción Climática (BMWK, por sus siglas en alemán), fija por primera vez objetivos de ahorro energético para el año 2030. Entre ellos, el Gobierno pretende reducir el consumo final de la energía en un 26,5% antes del año 2030 (hasta 1.867 Tera vatios hora, en comparación con los niveles del año 2008), un 39% antes de 2040 y un 45% para el año 2045. Para lograrlo, el proyecto de ley indica que las administraciones públicas deben lograr un ahorro energético total del 2% anual hasta el año 2045. Este objetivo es más ambicioso que el presentado por la nueva normativa de ahorro energético de la Unión Europea, que pretende la reducción del consumo de la energía final en un 24% (Kyllmann, 2023).

A primera vista, se puede concluir que los objetivos establecidos son sumamente ambiciosos. Es importante tener en cuenta que, en el período comprendido entre el año 2008 y el año 2021, los valores de Tera vatios hora (TWh) experimentaron una disminución del 4%, disminuyendo de 2.500 TWh a 2.400 TWh. Esta reducción, además no de ser significativa, no se acerca lo suficiente a los objetivos proyectados. Es posible que se requieran esfuerzos más enérgicos y sostenidos para alcanzar estos objetivos a largo plazo.

3.2.4. Puntos a destacar

Tras la realización de este análisis, se observa una serie de cuestiones relevantes.

En primer lugar, es importante destacar que los objetivos de Alemania para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero son ambiciosos, pero devienen necesarios debido a la gran cantidad de riesgos que la contaminación ha creado tanto para el medio

ambiente como para el bienestar y salud de las personas, provocando tragedias meteorológicas que podrían agravarse aún más si no se toman medidas adecuadas. A pesar de la drástica disminución de las emisiones de gases desde 2016, los objetivos parecen ser excesivamente ambiciosos y podrían ser difíciles de alcanzar. Por lo tanto, es importante que se tomen medidas efectivas y realistas para abordar el cambio climático y sus consecuencias negativas.

En segundo lugar, en relación con el impulso de las energías renovables, cabe señalar que la invasión de Rusia ha tenido un impacto significativo en la aceleración de este proceso en Alemania. En el año 2021, la cuota de electricidad proveniente de fuentes renovables alcanzó el 42%, lo que muestra un avance importante hacia los objetivos fijados. Sin embargo, se debe tener en cuenta que se requiere la instalación de cuatro a cinco generadores de energía renovable al día para cumplir plenamente con estas metas, lo cual puede ser una meta muy ambiciosa en comparación con el número de instalaciones llevadas a cabo en el año 2022. Asimismo, en lo que se refiere a la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, Alemania ha consolidado su posición como el mayor generador de energía eléctrica gracias a estas fuentes en Europa.

Por otro lado, los combustibles fósiles han sido la fuente de energía predominante durante muchos años, y a pesar del avance de la energía eólica, en el año 2021, las fuentes de energía convencionales representaron el 57,6% de la producción total. Además, las condiciones meteorológicas adversas registradas el año pasado resultaron en un aumento del uso de carbón como fuente de energía, que fue la fuente de energía más utilizada con un aumento del 6% en comparación con los valores registrados en 2020, mientras que la electricidad procedente del gas natural disminuyó. Es importante señalar que Alemania abandonó la energía nuclear el 15 de abril de 2023, tras varias disputas y controversias y, aunque originalmente se había planeado para finales de 2022, se retrasó debido a la guerra en Ucrania.

En tercer lugar, las centrales de ciclo combinado desempeñan un papel crucial en la combinación energética de Alemania. Estas centrales no sólo pretenden convertir las centrales eléctricas de carbón en centrales de gas natural, sino también realizar la transición final a instalaciones de producción de energía basadas en el hidrógeno verde para 2030. El objetivo es utilizar el hidrógeno verde como fuente de combustible para la

generación de electricidad, como parte de los esfuerzos del país para la transición a una economía baja en carbono. Ello supondría un cambio significativo en la sustitución de los combustibles fósiles por fuentes de energía renovables.

En cuarto lugar, en relación con la dependencia energética, la mayor parte de la energía que consume Alemania se importa de otros países. El petróleo, el gas natural y el carbón bituminoso son las principales fuentes de energía importadas por Alemania. Además, el abandono de la energía nuclear ha generado una mayor incertidumbre. Sin embargo, hay que señalar que Alemania consume y produce mucha más energía que España, ya que la cuota de producción en relación con el consumo es superior.

Por último, entre los objetivos propuestos para el año 2030 figura el de reducir el consumo de energía primaria en al menos un 27%. A pesar de que Alemania ha intensificado sus esfuerzos para alcanzar este objetivo, es importante tener en cuenta que el consumo energético de Alemania sólo representa el 2% del consumo mundial de energía primaria. Además, en relación con el consumo de energía final, Alemania también aspira a una reducción anual del 2% hasta el año 2045. Sin embargo, este objetivo parece excesivamente ambicioso, sobre todo si se tiene en cuenta que entre 2008 y 2021 sólo se produjo una disminución del 4% en el consumo de energía.

4. CONCLUSIONES

Tras la finalización del estudio y análisis del impacto de las políticas medioambientales en los niveles de contaminación en España y en Alemania en comparación con las políticas europeas de cara de la agenda 2030, objeto de este trabajo, cabe identificar las conclusiones y elementos clave para alcanzar los objetivos establecidos al comienzo de este documento. Las conclusiones del estudio se resumen de la siguiente manera:

- **La meta de reducción de emisiones de gases efecto invernadero se considera excesivamente ambiciosa debido a las dificultades que implica alcanzarla en el corto plazo.**

En España las emisiones han disminuido, a pesar de que se ha registrado un pequeño aumento en el año 2021 debido la pandemia. Además, las emisiones en 2021 superan los

niveles registrados en 1990, lo que sugiere que el objetivo de reducir las emisiones en un 23% antes del año 2030 es demasiado ambicioso.

En Alemania, a pesar de la urgente necesidad de reducir las emisiones de CO2 debido a los problemas meteorológicos y de salud que este hecho conlleva, los objetivos parecen demasiado ambiciosos y difíciles, por no decir imposibles, de alcanzar. Se requieren medidas realistas y, por tanto, efectivas.

- **Estos países cuentan con una ubicación geográfica y una economía que los sitúa en una posición favorable para lograr alcanzar los objetivos establecidos en materia de energías renovables.**

En España, si bien se ha registrado un aumento en el consumo de energía, ha venido acompañado de un incremento mayor en la producción de energías renovables. En este contexto, en el año 2021 se ha registrado una cuota de energías renovables del 47,1% en la producción total de electricidad en España, lo que indica que este objetivo será superado con creces. Hay que destacar también que España ha logrado situarse como el segundo mayor generador de energía eléctrica proveniente de fuentes de energía renovables, después de Alemania

En Alemania, la invasión de Rusia ha provocado una aceleración de este proceso en Alemania. Aunque en el año 2021 la cuota de electricidad proveniente de fuentes renovables alcanzó el 42%, el objetivo fijado de instalación de generadores parece inalcanzable al compararlo con las instaladas en el año 2022. De nuevo, en lo referido a la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, Alemania ha consolidado su posición como el mayor generador de energía eléctrica gracias a estas fuentes en Europa.

- **El conflicto bélico en Ucrania ha dificultado el proceso de reducción de las fuentes de energía convencionales, y ha generado, como consecuencia, desafíos adicionales.**

En primer lugar, cabe señalar que la invasión rusa de Ucrania ha afectado a la Unión Europea, y por tanto, a los países objeto de estudio, que se han visto ante la necesidad de

tomar medidas urgentes de reducción de la dependencia de los combustibles fósiles provenientes de Rusia.

España ha dependido históricamente de los combustibles fósiles como su principal fuente de energía. La disminución registrada no parece suficiente para cumplir con los objetivos previstos para reducir la dependencia de los combustibles fósiles. La decisión del gobierno de cerrar las centrales nucleares ha supuesto un gran avance a pesar de que sigue siendo una fuente significativa de energía en España. Asimismo, el uso de las centrales de ciclo combinado se ha visto afectado también por la guerra.

En Alemania los combustibles fósiles han sido también la fuente de energía predominante durante las últimas décadas, representando el 57,6% de la producción total en 2021. Las condiciones meteorológicas desfavorables resultaron en un aumento del uso del carbón como fuente de energía, mientras que la electricidad procedente del gas natural disminuyó. Hay que señalar también que, al igual que España, Alemania abandonó la energía nuclear el 15 de abril de 2023.

- **Para alcanzar los objetivos establecidos es fundamental la disminución del nivel de dependencia energética actual y la diversificación de las fuentes de energía utilizadas.**

En España, el alto nivel de dependencia energética hace que el país sea vulnerable a las fluctuaciones del mercado internacional de energía. Para ello es necesario el aumento en la producción de energías renovables o la integración en los mercados energéticos europeos.

En Alemania el abandono de la energía nuclear ha generado gran incertidumbre en este sentido. No obstante, cabe destacar que Alemania produce mucha más energía que España en relación con el consumo.

- **La necesidad de avanzar en la producción nacional de energía se hace evidente a raíz de los niveles de consumo de energía primaria y final.**

España registró, el pasado 2021, un aumento en el consumo de energía final en España, sobre todo de productos petrolíferos, manifestando la necesidad de trabajar en fuentes de energía renovables.

El gobierno alemán ha manifestado sus esfuerzos de lograr la reducción del consumo de energía primaria en al menos un 27%. Asimismo, aspira a una reducción anual del 2% hasta el año 2045. No obstante, este objetivo parece excesivamente ambicioso si tenemos en cuenta que entre 2008 y 2021 sólo se produjo una disminución del 4% en el consumo de energía

A pesar de que Alemania ha intensificado sus esfuerzos para alcanzar este objetivo, es importante tener en cuenta que el consumo energético de Alemania sólo representa el 2% del consumo mundial de energía primaria. Además, en relación con el consumo de energía final, Alemania también aspira a una reducción anual del 2% hasta el año 2045. Sin embargo, este objetivo parece excesivamente ambicioso, sobre todo si se tiene en cuenta que entre 2008 y 2021 sólo se produjo una disminución del 4% en el consumo de energía.

5. BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIAS. (15 de Abril de 2023). Ministra alemana dice que el adiós nuclear hace que el país sea "más seguro". *La Vanguardia* .
- Agora Energiewende. (2019). *La Energiewende en síntesis. 10 preguntas y respuestas sobre la transición energética alemana*.
- Alcántara Escolano, V., & Padilla Rosa, E. (2010). Determinantes del crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en España (1990-2007) . *Revista Galega de Economía*, 1-15.
- Appunn, K., Haas, Y., & Wettengel, J. (18 de abril de 2023). Germany's energy consumption and power mix in charts. *Clean Energy Wire*.
- Banco Santander. (2022). *Nuestro camino hacia la descarbonización: ¿en qué consiste y qué compromisos adoptamos?* Obtenido de <https://www.santander.com/es/stories/nuestro-camino-hacia-la-descarbonizacion-en-que-consiste-y-que-compromisos-adoptamos#:~:text=La%20descarbonizaci%C3%B3n%20es%20el%20proceso,forma%20de%20di%C3%B3xido%20de%20carbono>
- Beeker, E. (15 de Febrero de 2023). ¿Hacia dónde va la transición energética alemana? *El País*.
- Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. (s.f.). *Qué es la CNMC*. Obtenido de <https://www.cnmc.es/sobre-la-cnmc/que-es-la-cnmc>
- Cuesta, J. G. (1 de marzo de 2023). *Claves del desarrollo del hidrógeno verde en Alemania*. Obtenido de ICEX España Exportación e Inversiones : <https://www.icex.es/es/quienes-somos/donde-estamos/red-exterior-de-comercio/de/documentos-y-estadisticas/estudios-e-informes/claves-del-desarrollo-del-hidrogeno-verde-en-alemania#:~:text=El%20hidr%C3%B3geno%20verde%20obtenido%20a,de%20las%20emisiones%2>
- del Palacio, G. (1 de marzo de 2023). Manifiesto de los trabajadores nucleares contra el cierre de las centrales: "España se está quedando sola". *El Mundo*.
- El carbón vuelve a ser la principal fuente de energía en Alemania. (17 de marzo de 2022). *La República*.
- Esteller, R. (11 de Julio de 2022). Alemania acelera su plan de renovables para desconectarse del gas ruso. . *El Economista* .
- Europa Press Sociedad. (10 de abril de 2020). Alemania, Francia y Grecia se suman a la petición de usar el Pacto Verde como palanca de recuperación. *EuropaPress*.
- Fernández, C. (15 de mayo de 2020). *Las energías no renovables en España*. Obtenido de Luz.es: <https://luz.es/energ%C3%ADas-no-renovables->

meta un abastecimiento basado en energías de bajo impacto ambiental.
Obtenido de La actualidad de Alemania: <https://www.tatsachen-ueber-deutschland.de/es/clima-y-energia/la-transicion-energetica>

- Lara, F. (s.f.). *Análisis del sector de las energías renovables en España. Estudio comparativo a nivel europeo.* Universidad católica de Valencia.
- Lorenzo, S. (29 de agosto de 2022). *Amenazas al cumplimiento de los objetivos de los PNIEC en materia de energía y clima.* Obtenido de Menendez&Asociados Abogados: <https://menendez-abogados.com/2022/08/29/cumplimiento-objetivos-de-los-pniec/#:~:text=En%20Espa%C3%B1a%20el%20PNIEC%20fue,mejora%20de%20la%20eficiencia%20energ%C3%A9tica>
- Martínez-Duart, J., & Gómez-Calvet, R. (2020). El papel de las energías renovables en la Transición Energética 2030 en España. *Revista Española de Física*, 29-33.
- McGuinness, D. (16 de Abril de 2023). "El fin de una era": Alemania abandona la energía nuclear tras más de 60 años pese a las presiones por la guerra de Ucrania. *BBC News*.
- Mediterranean Experts on Climate and Environmental Change. (2020). Obtenido de chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.medecc.org/wp-content/uploads/2021/05/MedECC_MAR1_SPM_SPA.pdf
- Microsoft. (s.f.). *¿Qué es PowerBi?* Obtenido de <https://powerbi.microsoft.com/es-es/what-is-power-bi/>
- Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire. (2020). *Site du ministère de la Transition écologique.* Obtenido de https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Strategie_Nationale_Bas_Carbone_GB.pdf
- Ministerio de Relaciones Exteriores . (s.f.). *La Energiewende alemana.* República Federal de Alemania.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Resultados COP21 París.* Obtenido de Gobierno de España: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/cumbre-cambio-climatico-cop21/resultados-cop-21-paris/default.aspx>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). *Estudio ambiental estratégico: Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, 2021-2030.*
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.*
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima .*

- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Centrales Nucleares en España*. Obtenido de Gobierno de España: <https://energia.gob.es/nuclear/Centrales/Espana/Paginas/CentralesEspana.aspx>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Consulta pública previa para la actualización del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030*. Obtenido de <https://energia.gob.es/es-es/participacion/paginas/DetalleParticipacionPublica.aspx?k=540>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *El Acuerdo de París*. Obtenido de Gobierno de España: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/elmentos-acuerdo-paris.aspx>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero*. Obtenido de Gobierno de España: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/objetivos.aspx#:~:text=2021%20%2D%202030&text=Los%20principales%20objetivos%20de%20dicho,en%20el%20consumo%20de%20energ%C3%ADa>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). *Sector eléctrico*. Obtenido de <https://energia.gob.es/electricidad/Paginas/sectorElectrico.aspx>
- Ministerio para la Transición Justa y el Reto Demográfico. (2020). *Estrategia de Transición Justa*.
- Monforte, C. (27 de diciembre de 2022). Las centrales de gas encabezan la producción eléctrica por primera vez en una década. *El País*.
- Naciones Unidas. (s.f.). *17 objetivos para cambiar nuestro mundo*. Obtenido de Acción por el Clima: <https://www.un.org/es/climatechange/17-goals-to-transform-our-world>
- OMS. (22 de Septiembre de 2021). *Air pollution is one of the biggest environmental threats to human health, alongside climate change*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution#:~:text=Every%20year%2C%20exposure%20to%20air,respiratory%20infections%20and%20aggravated%20asthma>
- Parlamento Europeo. (23 de marzo de 2023). Cambio climático: gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. *Noticias del Parlamento Europeo*.
- Red de comunicación en cambio climático. (s.f.). *Breve historia de la relación entre el ser humano y la energía*. Obtenido de <https://latinclima.org/energia-verde-e-inclusiva/breve-historia-de-la-relacion-entre-ser-humano-y-energia>

- Repsol. (s.f.). *Descarbonización: qué es y cómo conseguirla*. Obtenido de <https://www.repsol.com/es/sostenibilidad/cambio-climatico/descarbonizacion/index.cshtml>
- Roca, R. (1 de febrero de 2022). España logra la mayor reducción de combustibles fósiles de la UE gracias al récord de producción renovable. *El periódico de la energía*.
- Roca, R. (2 de junio de 2022). Sener participa en el megaproyecto de la alemana EnBW de convertir centrales de carbón en ciclos combinados de hidrógeno. *El periódico de la energía*.
- Rosemberg, A. (2010). Llevar a cabo una transición justa. Las conexiones entre el cambio climático y el empleo, y propuestas para futuras investigaciones. . *Boletín Internacional de Investigación Sindical* , 135-175.
- Samaniego, J. (6 de enero de 2022). *Futuro del sector energético en España* . Obtenido de Willis Towers Watson: <https://willistowerswatsonupdate.es/riesgos-corporativos-y-directivos/claves-futuro-sector-energetico/>
- Secretaría de Estado de Energía . (2023). *Balance Energético de España 1990-2021*.
- Sohn, M. (11 de Marzo de 2022). Alemania: la trampa de la dependencia energética de Rusia. *Euronews*.
- Villalvilla, E. V. (16 de noviembre de 2022). El 47% de la energía que genera España ya es renovable. *El Mundo*.
- Weber, G. (2012). La ecología política de la «Energiewende» (transición energética) en Alemania. *Ecología política*, 61-68.

