



Universidad
Internacional
de Andalucía

TÍTULO

ANÁLISIS DE LA DESCARBONIZACIÓN DEL SISTEMA ECONÓMICO EUROPEO

RECURSOS ENERGÉTICOS Y SECTORES ECONÓMICOS. VENTAJAS
COMPETITIVAS Y RECOMENDACIONES PARA EL FUTURO

AUTORA

Elena A. Sánchez Jiménez

	Esta edición electrónica ha sido realizada en 2025
Tutora	Dra. M. Carmen Lima Díaz
Instituciones	Universidad Internacional de Andalucía; Universidad Pablo de Olavide
Curso	<i>Máster Universitario en Relaciones Internacionales (2023/24)</i>
©	Elena A. Sánchez Jiménez
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2024



Universidad
Internacional
de Andalucía



**Atribución-NoComercial-SinDerivadas
4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**

Para más información:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>



Trabajo de Fin de Máster

MÁSTER EN RELACIONES INTERNACIONALES

Universidad Internacional de Andalucía y Universidad Pablo de Olavide

Curso 2023 – 2024

Autora: Elena A. Sánchez Jiménez

Título: ANÁLISIS DE LA DESCARBONIZACIÓN DEL SISTEMA ECONÓMICO EUROPEO
RECURSOS ENERGÉTICOS Y SECTORES ECONÓMICOS. VENTAJAS COMPETITIVAS Y
RECOMENDACIONES PARA EL FUTURO.

Tutora: Dra. D^a M. Carmen Lima Díaz

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. FINALIDAD U OBJETIVOS DEL INFORME	9
3. METODOLOGÍA	10
4. DESARROLLO.....	12
4.1 SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL.....	12
4.1.1 ESTADO ACTUAL DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS.....	12
4.1.2 USO DE LA ENERGÍA POR SECTORES ECONÓMICOS.....	16
4.1.2.1 Industria.....	17
4.1.2.2 Transporte.....	18
4.1.3 GENERACIÓN ELÉCTRICA Y CONSUMO EN EDIFICIOS	20
4.1.3.1 Generación eléctrica.....	20
4.1.3.2 Consumo en edificios.....	21
4.2 SITUACIÓN ENERGÉTICA EN 2050	22
4.2.1 ESTADO PREVISTO DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS	22
4.2.2 APLICACIÓN FUTURA EN LOS SECTORES ECONÓMICOS	27
4.2.2.1 Industria.....	28
4.2.2.2 Transporte.....	29
4.2.3 FUTURO DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA Y DEL CONSUMO EN EDIFICIOS	31
4.2.3.1 Generación Eléctrica.....	31
4.2.3.2 Consumo en edificios.....	33
4.3 VENTAJAS COMPETITIVAS PARA EUROPA EN 2050	35
4.4 FINANCIACIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA UE	39
4.4.1 FONDOS NEXT GENERATION EU.....	39
5. CONCLUSIONES.....	42
6. BIBLIOGRAFÍA.....	45
7. APÉNDICES Y/O ANEXOS	50
7.1 GLOSARIO	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS, FIGURAS Y TABLAS

Gráfico 1: Consumo de energía primaria por fuentes.	12
Gráfico 2: Gráfico sobre el consumo de energía final por fuentes.....	13
Gráfico 3: Evolución del porcentaje de energía renovable respecto a la energía final consumida	14
Gráfico 4: Consumo de energía final por sector de actividad.	16
Gráfico 5: Peso del consumo energético.....	17
Gráfico 6: Evolución del consumo de energía final en el sector industrial.	18
Gráfico 7: Emisiones de GEI en el sector transporte en la Unión Europea.....	19
Gráfico 8: Evolución de la generación neta de electricidad.	20
Gráfico 9: Evolución de la producción de distintas fuentes de energía.....	22
Gráfico 10: Evolución de la demanda de carbón.....	24
Gráfico 11: Evolución de la demanda de petróleo.....	24
Gráfico 12: Evolución de la demanda de gas natural.	25
Gráfico 13: Estado de los recursos energéticos para cubrir la demanda final y la previsión de reducción de emisiones de CO2.....	26
Gráfico 14: Previsión de emisiones de CO2 en distintos escenarios.	26
Gráfico 15: Evolución de la participación de las distintas energías en el mix energético...	32
Gráfico 16: Evolución de la potencia termosolar instalada en distintas regiones.	37
Gráfico 17: Reducciones de las emisiones de carbono en el marco del escenario de 1, 5°C.	38
Figura 1: Esquema sintético del Pacto Verde Europeo.....	5
Figura 2: Objetivos de Desarrollo Sostenible ligados a la Estrategia Europea de Energía y Clima.	7
Figura 3: Esquema sintético sobre el reparto de emisiones de CO2 entre los principales sectores en España.....	15
Figura 4: Consumo de energía final a nivel mundial por sectores.....	16
Figura 5: Esquema sobre la reducción prevista de energía y emisiones en el uso del vehículo eléctrico y las bombas de calor.	27
Figura 6: Esquema sintético de los ejes y políticas palanca del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.....	40
Tabla 1: Consumo de energía final por fuentes.	13
Tabla 2: Dependencia europea de energías fósiles.....	14
Tabla 3: Cuota de energía renovable en distintos usos de la energía en 2021 en Europa...	15
Tabla 4: Variación de las exportaciones hacia la Unión Europea de productos energéticos.	36

1. INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de soluciones efectivas para abordar el cambio climático y avanzar hacia un futuro sostenible, la descarbonización del sistema económico europeo surge como una necesidad urgente. En este contexto global marcado por dicha urgencia, la Unión Europea (UE) se posiciona como líder en la transición hacia una economía baja en carbono.

La Política de Descarbonización de la Economía abarca una amplia gama de medidas, que incluyen la utilización de fuentes renovables de energía para llegar a un equilibrio medioambiental obteniendo una ventaja competitiva a nivel económico al evitar importaciones de energía fósil y abaratando el coste de la energía.

En relación con esta política, se han establecido pactos y acuerdos para impulsar dicha transición energética y responder a los desafíos del cambio climático y de la degradación ambiental. El pacto actualmente vigente es el Pacto Verde Europeo, anunciado por la Comisión Europea en 2019, que tiene como objetivo transformar la Unión Europea en una economía moderna, eficiente en el uso de recursos y competitiva. Se compromete a alcanzar los siguientes objetivos:

- Cero emisiones netas de gases de efecto invernadero para 2050.
- Promover un crecimiento económico que esté basado en el uso de recursos renovables.
- Garantizar que ninguna persona ni comunidad se quede rezagada en este proceso.

Cabe destacar que el Pacto Verde Europeo no solo es crucial para abordar la crisis climática y ambiental, sino que también se percibe como una oportunidad para la recuperación económica tras la pandemia de COVID-19. Además, promete una serie de beneficios significativos, desde la generación de nuevas oportunidades para la innovación, la inversión y la creación de empleos sostenibles, hasta la mejora de la salud y bienestar de los ciudadanos (Comisión Europea, 2023).

Figura 1: Esquema sintético del Pacto Verde Europeo.



Fuente: Comisión Europea.

Aunque tengamos como meta el logro de una economía climáticamente neutra en 2050, es importante destacar los objetivos globales intermedios. El Pacto Verde Europeo amplía los objetivos climáticos para 2030. Se reducirán las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE en un 55% respecto de los niveles de 1990. Se ha acordado también reducir el consumo de energía final en, al menos, un 11,7% en comparación con las previsiones sobre el consumo de energía previsto para 2030. En cuanto al uso de energías renovables, se ha aumentado el objetivo inicial del 32% hasta un 42,5%, aunque con la ambición de alcanzar el 45%. Como objetivo climático para 2040, se reducirán las emisiones netas de gases de efecto invernadero de la UE en un 90% (Comisión Europea, 2023).

Esta transición energética es de vital importancia en diversos ámbitos económicos como son:

- Transporte: alcanzar una movilidad más ecológica, limpia y accesible.
- Industria: creación de mercados tecnológicos y productos limpios.
- Generación eléctrica: mayor proporción de energías renovables y mayor eficiencia energética.
- Consumo en edificios: la renovación de edificios ahorrará energía y ayudará a combatir la pobreza energética.

Todos estos objetivos y aplicaciones se basan en la Estrategia de la Unión de la Energía de 2015 y el Reglamento de la UE 2018/1999 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía, que definen las dimensiones de la política energética de la UE. El artículo 194 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea proporciona la base legal para la política energética, compartiendo competencias entre la UE y los Estados miembros hacia una política energética común.

Las acciones clave incluyen la diversificación de las fuentes de energía hacia renovables y la energía nuclear, la creación de un mercado interior de energía integrado y eficiente, la mejora de la eficiencia energética, la interconexión de redes, y la transición hacia una economía con bajas emisiones de carbono en línea con los compromisos del Acuerdo de París (Comisión Europea, 2023).

Para la consecución de los objetivos planteados, la transformación de nuestra economía y la oportunidad de salir más fuertes de la pandemia se ha creado el plan de recuperación NextGenerationEU, con el propósito de crear una Europa más ecológica, digital y resiliente. Es un presupuesto, que, junto a los instrumentos de financiación a largo plazo, constituye el mayor paquete de estímulo financiero en Europa con un total de 2,018 billones de euros a precios corrientes. Los fondos se destinan a abordar los desafíos más significativos que afronta Europa, entre los que se incluyen los relacionados con la energía y clima. Del presupuesto total se han destinado 419.900 millones de euros a recursos naturales y medio ambiente (401.000 millones de euros corresponden al MFP y 18.900 millones de euros al NextGenerationEU) (Comisión Europea, 2020).

En el caso de España, la Declaración de Emergencia Climática, aprobada por el Consejo de Ministros en enero de 2020, incluye un conjunto de 30 medidas para enfrentar las políticas de mitigación y adaptación al cambio climático, reconociendo que la única vía es la transición hacia la neutralidad climática. Entre las acciones iniciales se destaca la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética (Gobierno de España, 2021).

La Asamblea General de las Naciones Unidas creó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un plan de acción destinado a favorecer a las personas, proteger el planeta y fomentar la prosperidad. Busca reforzar la paz mundial y garantizar un acceso equitativo a la justicia. Los Estados miembros de la ONU aprobaron una resolución que reconoce la erradicación de la pobreza como el principal desafío global actual y se subraya que, el

desarrollo sostenible no es posible sin alcanzar este objetivo (Pacto Mundial de la ONU, 2021).

La Agenda presenta 17 objetivos con 169 metas interconectadas e indivisibles, que abarcan los ámbitos económico, social y ambiental. La Estrategia Europea de Energía y Clima se alinea con los ODS de la Figura 2.

Figura 2: Objetivos de Desarrollo Sostenible ligados a la Estrategia Europea de Energía y Clima.



Fuente: Pacto Mundial de la ONU.

Este trabajo fin de máster profundiza en el conocimiento de la política europea ligada a la descarbonización del sistema energético y la conservación del clima. Se analizará la situación energética actual, comenzando por una visión del estado de los recursos energéticos, la caracterización del uso de la energía en los sectores económicos de mayor consumo (transporte e industria), el estado de la generación eléctrica y el consumo en los edificios. A partir del conocimiento de la situación actual, se estudian las previsiones realizadas por los organismos implicados en la materia, obteniendo la senda para conseguir la neutralidad climática e incorporando las recomendaciones necesarias. También, se valorarán las ventajas competitivas que supondrán para el continente la aplicación de esta política energética y se presentarán las opciones de financiación existentes, destacando los fondos NextGenerationEU.

El informe confirma la necesidad de acometer la transición energética promovida por la Unión Europea como forma de luchar contra el cambio climático y mejorar la competitividad de las empresas europeas. En 2050 el sistema energético europeo estará basado en las energías renovables, desterrando el uso de las energías fósiles a aplicaciones muy concretas y alcanzándose una importante electrificación de la demanda. El sector industrial deberá hacer una transición y se utilizará el hidrógeno renovable para aplicaciones de difícil electrificación (procesos relacionados con altas temperaturas). En cuanto al transporte, será necesaria una electrificación del parque de vehículos, incorporando hidrógeno y biocombustibles para el transporte pesado y de larga distancia. Otro reto será la descarbonización de los edificios en los que será necesario aumentar la electrificación.

2. FINALIDAD U OBJETIVOS DEL INFORME

El objetivo principal del informe es proporcionar un análisis de la Política de Descarbonización europea, dando respuesta a la forma en que se usará la energía en 2050. Esto implica una revisión detallada de los marcos legislativos y estratégicos establecidos por la Unión Europea para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y promover el uso de energías renovables. Se examinarán sus objetivos, estrategias y medidas implementadas.

El informe evaluará las ventajas competitivas derivadas de la Política de Descarbonización europea, obteniendo los beneficios económicos que surgen de la aplicación de dicha política. Esto incluye la reducción de la dependencia de importaciones energéticas, el impulso a la competitividad empresarial ligado a una reducción del coste de la energía, el desarrollo del know-how producido por la implementación de tecnologías limpias, y la mejora del medio ambiente como un factor económico clave a largo plazo.

Se explorará la situación europea en una economía descarbonizada en 2050, considerando las fuentes de energía predominantes y la transición energética desarrollada en los diferentes sectores económicos. Esto incluirá los usos de la energía en cuanto a la generación de electricidad o el consumo de edificios, así como las estrategias aplicadas en los distintos sectores económicos para afrontar el proceso de descarbonización promovido por Europa. Finalmente, se proporcionarán recomendaciones para alcanzar los objetivos de descarbonización de la economía abordando diferentes aspectos.

A modo de resumen, se dará respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la política energética y medioambiental de la Unión Europea?
- ¿Cuáles son las ventajas competitivas de la política energética europea?
- ¿De qué forma se utilizará la energía en 2050?
- ¿Qué fuentes se utilizarán para producir energía en 2050?
- ¿Cómo se aplicará el proceso de descarbonización y transición energética en los sectores económicos de mayor consumo energético?

3. METODOLOGÍA

El presente documento va a seguir una metodología de informe técnico, basado en una recopilación bibliográfica de la que se extraerán un conjunto de resultados de los que se derivarán unas conclusiones y reflexiones finales. Para realizar este análisis sobre la descarbonización del sistema económico europeo, se emplearán diversas fuentes de información y métodos de análisis. Las fuentes de información incorporan documentos sobre la estrategia de la Unión Europea en materia de energía y clima, así como, bases de datos relacionadas con la energía de distintas instituciones de prestigio. Los métodos de análisis que se han utilizado incluyen la evaluación de las políticas existentes, planteando recomendaciones basadas en dicha evaluación, y recopilando diferentes propuestas de los stakeholders. Además, se han analizado distintas proyecciones del estado de la energía a lo largo del periodo 2020-2050 planteadas por reputados organismos.

El presente informe técnico no realiza un análisis exhaustivo de datos debido a la complejidad del tema y la necesidad de obtener una visión general sobre la situación energética europea, basándose principalmente en documentación oficial y el análisis realizado por los diferentes entes implicados. Como requisito para obtener una valoración objetiva sólo se han utilizado fuentes de información fiables de forma que transmitan una visión coherente y consensuada, evitando opiniones interesadas de algún agente.

En una primera etapa se ha analizado en profundidad la Política Europea de Descarbonización, lo que ha permitido conocer los objetivos existentes para reducir las emisiones. El análisis se fundamentará en documentos clave como el Green Deal Europeo, que establece la visión y los objetivos para hacer de Europa el primer continente climáticamente neutro en 2050. Este documento incluye iniciativas para incrementar la eficiencia energética y desplegar masivamente energías renovables. Otra documentación estudiada es el paquete legislativo “Fit for 55”, que busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en al menos un 55% para 2030. Asimismo, la directiva de Energías Renovables (RED II) proporcionará normativas y objetivos vinculantes para aumentar la cuota de energías renovables en el mix energético europeo. Además, se utilizarán los planes nacionales integrados de energía y clima, que adaptan las políticas europeas a nivel nacional con metas específicas para la reducción de emisiones y mejoras en eficiencia energética.

En una segunda etapa, se han estudiado las previsiones realizadas por organismos internacionales sobre la evolución de distintos aspectos relacionados con la transición energética. Así, se han usado como fuentes de información documentos de la Agencia Internacional de la Energía (IEA), la propia Comisión Europea, la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA) y otros organismos relevantes.

Para profundizar en el tema de estudio, se han valorado las propuestas de los grupos de interés como las patronales de las distintas actividades económicas y empresas, los documentos de diversos organismos oficiales y las opiniones de agentes de reconocido prestigio.

Finalmente, se ha estructurado y organizado la información para presentar el estado actual de los recursos energéticos, las proyecciones futuras y las recomendaciones para alcanzar los objetivos deseados.

La política europea de descarbonización ofrece múltiples ventajas competitivas. A partir del conocimiento adquirido en este estudio, se presentan las ventajas que pueden suponer para Europa la aplicación de la política energética. También se ha investigado las distintas fuentes de financiación disponibles en Europa orientadas hacia la transición energética, destacando los fondos NextGenerationEU.

En el apartado de bibliografía se incorporan las referencias bibliográficas utilizadas para profundizar en el conocimiento de la materia y las mencionadas en este documento. También se incorpora un apartado final con un glosario de términos que son convenientes de conocer para una mejor comprensión del informe.

4. DESARROLLO

4.1 SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL

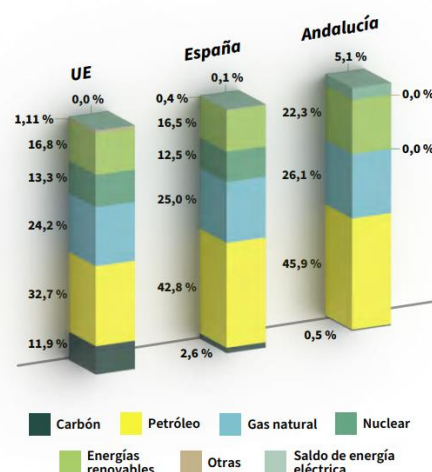
4.1.1 ESTADO ACTUAL DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS

El consumo de energía primaria por fuentes en la Unión Europea en 2021 indica que el petróleo sigue siendo la principal energía utilizada, con el 32,7%, seguido por el gas natural con el 24,2% y el carbón con el 11,9%. En el caso de España, el petróleo representa un 42,8% y el gas natural un 25%, mientras que el carbón apenas alcanza un 2,6%. Las energías renovables suponen el 16,8% en la Unión Europea y la energía nuclear un 13,3%.

Gráfico 1: Consumo de energía primaria por fuentes.

Consumo de energía primaria por fuentes

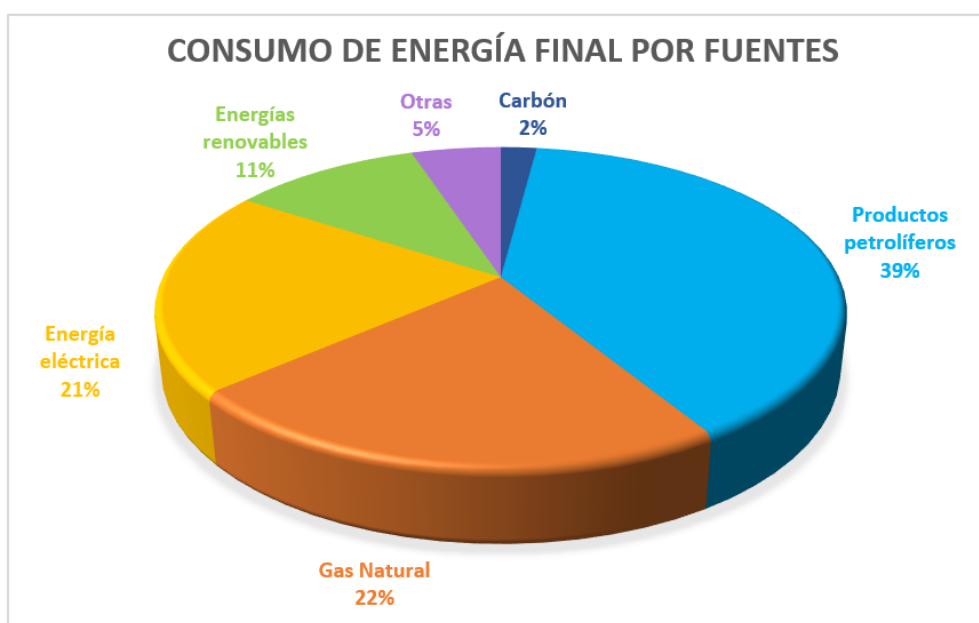
Unidad: Mtep	UE	ESPAÑA	ANDALUCÍA
Carbón	166,9	3,1	0,1
Petróleo	460,4	50,3	8,0
Gas natural	340,0	29,4	4,5
Nuclear	186,7	14,7	0,0
Energías renovables	236,4	19,4	3,9
Otras	15,6	0,5	-
Saldo de energía eléctrica	0,6	0,1	0,9
TOTAL	1.406,6	117,5	17,3



Fuentes: EUROSTAT, MITERD. Datos años 2021

Del mismo modo, el consumo de energía final por fuentes en la Unión Europea en 2021 muestra la importante dependencia de las fuentes fósiles, alcanzando el 64%, mientras que las energías renovables solo representan el 11%.

Gráfico 2: Gráfico sobre el consumo de energía final por fuentes.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de EUROSTAT. Datos años 2021.

Tabla 1: Consumo de energía final por fuentes.

Consumo de energía final por fuentes

Unidad: Mtep	UE	ESPAÑA	ANDALUCÍA
Carbón	20,9	0,4	0,0
Productos petrolíferos	405,8	41,5	7,1
Gas natural	230,9	15,4	1,9
Energía eléctrica	213,9	19,6	2,9
Energías renovables	110,4	6,6	1,0
Otras	52,3	0,3	0,0
TOTAL	1.034,3	83,8	12,9

Fuentes: EUROSTAT, MITERD. Datos años 2021.

La dependencia europea de energías fósiles en 2021 era del 57,1%, destacando principalmente los productos petrolíferos con el 99,7% y el gas natural con el 83,5%. Estas importaciones de energías fósiles en la Unión Europea alcanzaron en 2019 los 305.000 millones de dólares, un 2,5% del PIB (Banco de España, 2023).

En 2021 Rusia fue el principal suministrador de energías fósiles en Europa con el 25,3% de productos petrolíferos, el 44% del gas natural y el 52,5% del carbón. Aunque no se

dispone de datos de los siguientes años, probablemente la dependencia energética rusa se verá reducida de forma muy importante debido a las medidas de aislamiento promovidas por Europa por el conflicto con Ucrania.

Tabla 2: Dependencia europea de energías fósiles.

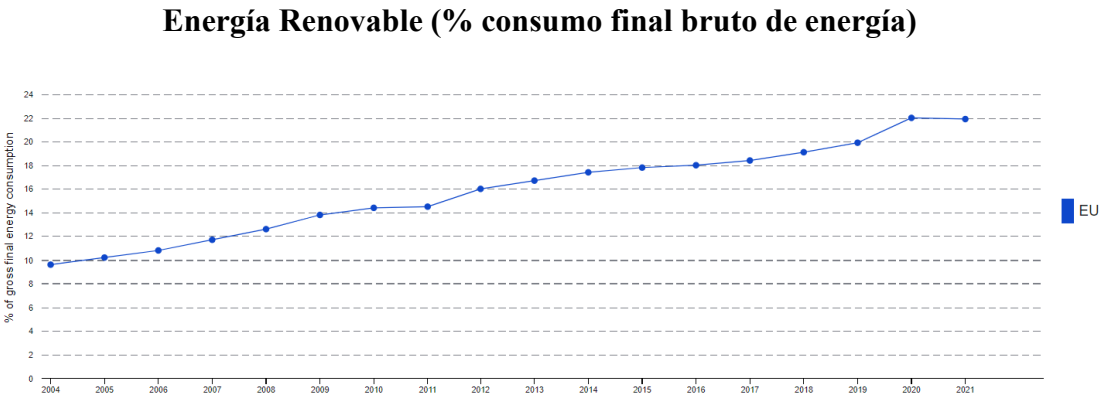
	2000	2010	2015	2019	2020	2021
Total	57.8%	57.4%	57.6%	62.3%	59.1%	57.1%
Solid fossil fuels	29.8%	38.2%	41.0%	43.3%	35.8%	37.5%
of which Hard Coal	43.2%	57.7%	63.0%	67.9%	57.4%	59.7%
Oil and petroleum products	99.8%	102.1%	104.7%	105.0%	105.3%	99.7%
of which Crude and NGL	92.5%	94.4%	95.9%	96.6%	96.1%	95.1%
Natural Gas	65.7%	67.8%	74.5%	89.7%	83.6%	83.5%

Fuente: EUROSTAT.

A nivel mundial se está produciendo un aumento de la generación con fuentes de energía renovable. En 2023 la generación eléctrica con energía renovable supuso un 30% del total de la energía producida. La principal fuente sigue siendo la energía hidráulica, que mantiene una senda estable a lo largo del tiempo, mientras que la energía eólica y la fotovoltaica están teniendo un importante desarrollo.

En Europa, el peso de las energías renovables sobre el total de la energía alcanzaba el 21,8% en 2021, con un crecimiento sostenido a lo largo de los años. Para la producción de electricidad, el peso es del 37,6%, para el transporte es el 9,1% y para la climatización un 22,9%, mostrando la necesidad de avanzar en el sector transporte.

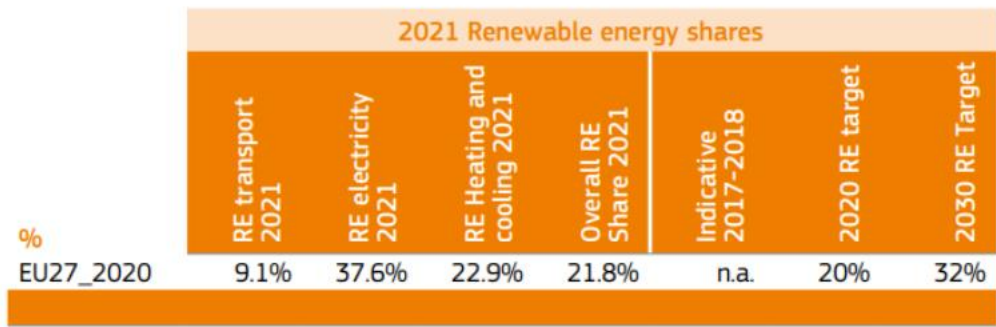
Gráfico 3: Evolución del porcentaje de energía renovable respecto a la energía final consumida



Fuente: EUROSTAT.

El consumo de energías fósiles presenta una lenta reducción. En Europa se ha pasado del 73,30% en 2013 al 69,88% en 2021, lo que representa algo menos del 5% en 8 años (Eurostat, 2024).

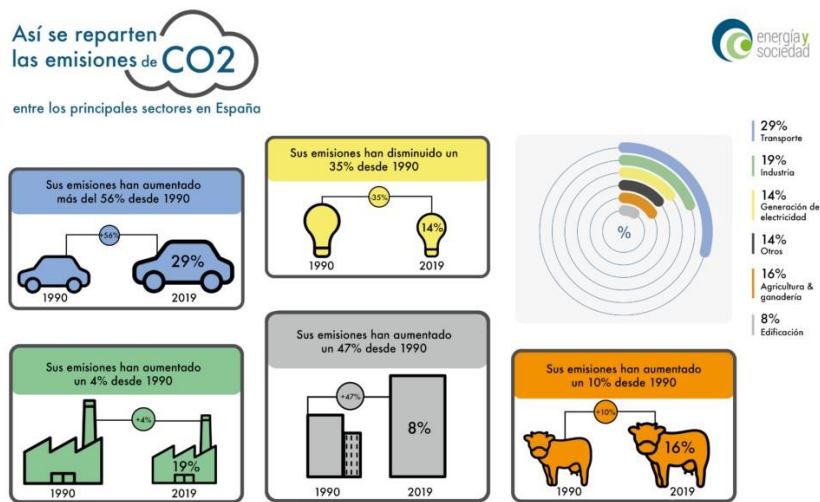
Tabla 3: Cuota de energía renovable en distintos usos de la energía en 2021 en Europa.



Fuente: EUROSTAT. Datos años 2021

En el reparto de emisiones de CO2 actual en España destaca el transporte con un 29%, la industria con un 19% y la generación de electricidad con un 14%, según se muestra en la Figura 3.

Figura 3: Esquema sintético sobre el reparto de emisiones de CO2 entre los principales sectores en España.



Fuente: Energía y Sociedad.

4.1.2 USO DE LA ENERGÍA POR SECTORES ECONÓMICOS

En el consumo de energía final por sectores dentro de la Unión Europea en 2021, destaca la industria con un 32,1% y el transporte con un 26,7%. En España la industria representa un valor algo menor (30,2%) y se observa una mayor dependencia energética en el transporte (36,4%).

Gráfico 4: Consumo de energía final por sector de actividad.

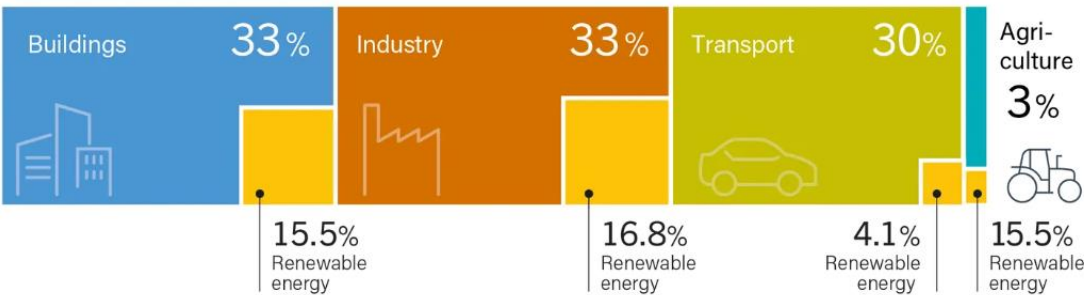


Fuentes: EUROSTAT, MITERD. Datos años 2021

A nivel mundial el consumo de energía final se detalla en la Figura 4.

Figura 4: Consumo de energía final a nivel mundial por sectores.

Consumo Total Final de Energía y Consumo Total de Energía Renovable Moderna, por Sector, 2020



Fuente: REN21. Renewables 2023 Global Status Report.

4.1.2.1 Industria

Los mayores subsectores industriales consumidores de energía en Europa son la industria química y petroquímica, seguida de la industria de papel, pulpa y productos impresos, y la industria de minerales no metálicos como el vidrio y el cemento.

Gráfico 5: Peso del consumo energético.

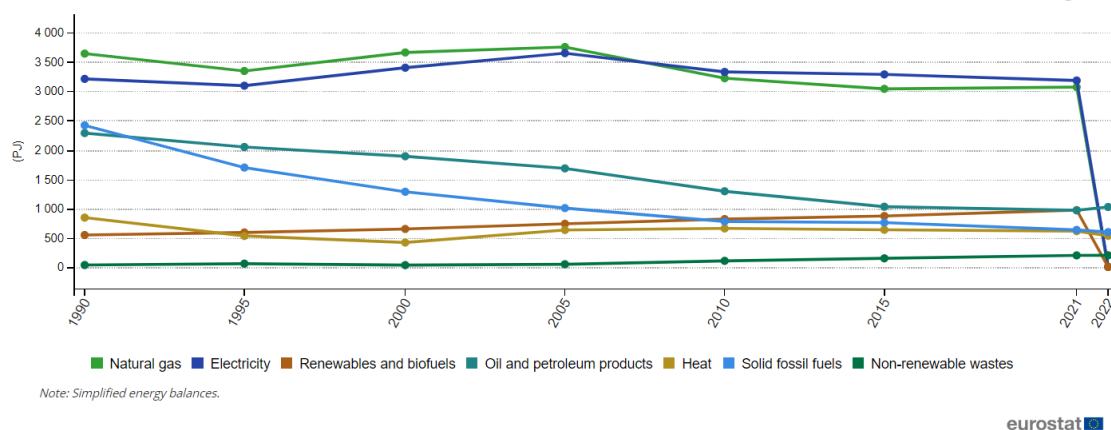


Fuente: CaixaBank Research, a partir de datos del INE

En el Gráfico 6 puede observarse cómo la industria europea está reduciendo de forma importante el consumo de energías fósiles desde 1990, especialmente de los derivados del petróleo.

Gráfico 6: Evolución del consumo de energía final en el sector industrial.

Evolución del Consumo Final de Energía en el Sector Industrial por Producto Energético, EU, 1990-2022



Fuente: EUROSTAT.

4.1.2.2 Transporte

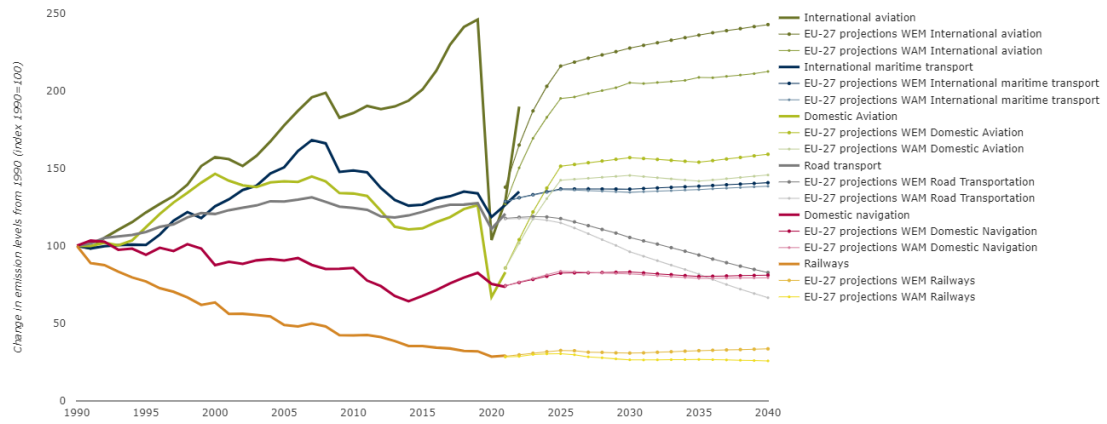
El consumo energético del sector transporte en Europa está basado principalmente en los productos petrolíferos con un 91% del total (IEA, 2023). Se están introduciendo energías renovables en el sector a través de los biocombustibles (representando un 3,5%) e iniciando la electrificación del transporte, aunque todavía representa un porcentaje bajo del consumo total.

El sector transporte supone la cuarta parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en Europa. Dentro de dicho sector, el transporte por carretera en 2021 representó el 76% de las emisiones.

Respecto a los distintos modos de transporte, la aviación es la que ha aumentado en mayor medida sus emisiones de GEI desde 1990, debido al aumento del uso de este modo de transporte por la población en estos últimos años.

Gráfico 7: Emisiones de GEI en el sector transporte en la Unión Europea.

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Transporte en la UE, por modo de Transporte y Escenario



Fuente: EUROSTAT.

4.1.3 GENERACIÓN ELÉCTRICA Y CONSUMO EN EDIFICIOS

4.1.3.1 Generación eléctrica

Según la Comisión Europea, en 2021, la generación de electricidad en la UE se desglosa de la siguiente manera:

- Combustibles fósiles: 42%
- Nuclear: 25%
- Renovables: 33%

Las energías renovables están manteniendo un rápido ritmo de crecimiento. La energía eólica creció del 5,8% en 2011 al 13,7% en 2021 y la solar aumentó del 1,7% al 5,8% en el mismo periodo. Por su parte, las energías fósiles, van mostrando una reducción de su uso para la producción de electricidad.

Gráfico 8: Evolución de la generación neta de electricidad.

Generación Neta de Electricidad, EU, 1990-2021



Fuente: EUROSTAT.

4.1.3.2 Consumo en edificios

El consumo energético en edificios representa en 2021, según la Comisión Europea, aproximadamente el 40% del consumo final de energía y el 36% de las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía en la UE. En este sentido, los hogares representan un 27% del consumo final de energía en la UE, de los que la climatización residencial supone el 18% del total.

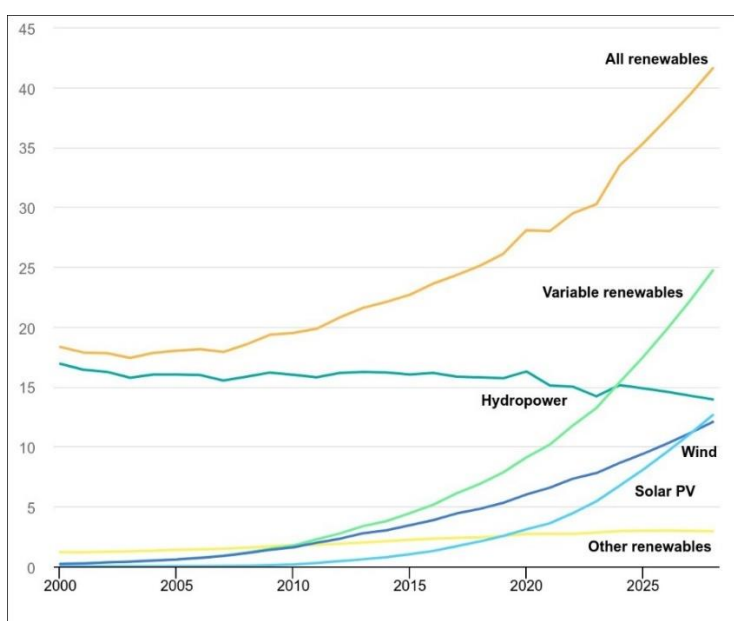
Las fuentes de energía utilizadas en los edificios varían mucho en función de los usos. Para la calefacción y ACS (calentamiento de agua para uso doméstico) de edificios, la principal fuente es el gas natural con el 39,3%, mientras que para la iluminación y la refrigeración prácticamente el 100% se realiza con electricidad. También, es muy diferente el uso de la energía según los países debido a su diferente climatología.

4.2 SITUACIÓN ENERGÉTICA EN 2050

4.2.1 ESTADO PREVISTO DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS

La transición energética hasta 2050 pretende descarbonizar el consumo de energía, por lo que deberá basarse en fuentes renovables. La Agencia Internacional de la Energía (IEA) prevé para 2028 que la energía renovable alcance el 41,6%, con un crecimiento del 38% en solo cinco años. La energía eólica y la fotovoltaica supondrán el 25% del total de la producción energética.

Gráfico 9: Evolución de la producción de distintas fuentes de energía.



Fuente: IEA.

Según los planes y las estrategias previstas por la Comisión Europea, para 2040 el porcentaje de energía renovable alcanzará entre el 45% y 50% del consumo de energía. Para 2050 se espera alcanzar el 80% del consumo total.

Debido a que en la producción de electricidad se están integrando con mayor rapidez las energías renovables, será necesario fomentar la electrificación de la demanda energética en los distintos usos y sectores, facilitando la reducción de emisiones.

Para alcanzar el objetivo de la neutralidad climática en 2050, será necesario impulsar otras vías que completen un suministro energético sin emisiones en Europa. Entre las estrategias a utilizar se encuentra el desarrollo del hidrógeno verde y los gases renovables, el ahorro energético y la mejora de la eficiencia. Además, se implementarán medidas para

la captura, utilización y almacenamiento del CO₂ en los casos en los que exista dependencia de combustibles fósiles (IEA, 2023).

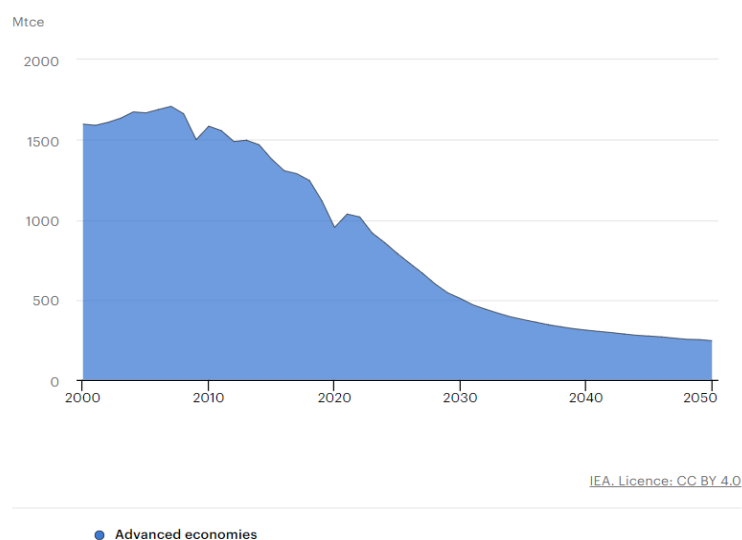
El gas natural puede jugar un papel importante durante la transición energética hasta poder ser sustituido por combustibles sintéticos o hidrógeno. Durante esta transición, se usará el gas natural combinado con biometano o hidrógeno (*blending*), facilitando el paso a los nuevos vectores energéticos y adaptando las infraestructuras de transporte gasista (GASNAM, 2021)

El hidrógeno debe ser la forma de sustituir energías fósiles en aplicaciones en las que no es adecuado el uso de la electricidad, como los procesos productivos que requieren altas temperaturas o el transporte pesado de larga distancia. La Estrategia Europea del Hidrógeno, plantea la instalación de 6 GW de electrolizadores y una producción de un millón de toneladas de hidrógeno renovable en la UE para 2024. En una segunda fase, para 2030, se espera elevar a 40 GW de electrolizadores y 10 millones de toneladas de hidrógeno renovable. Para 2050, se espera que la tecnología alcance su madurez y exista un despliegue a gran escala, sustituyendo en la mayor parte de los usos al gas natural (PNIEC, 2023).

En cuanto a las energías fósiles, irán sufriendo un rápido declive por las medidas de descarbonización aplicadas en las economías avanzadas. Por lo que se refiere al carbón, está sufriendo una rápida reducción desde principios del siglo XXI. En 2021, desapareció como fuente de producción de electricidad en España y se eliminará con gran velocidad en el resto de Europa debido a su elevado nivel de emisiones.

Gráfico 10: Evolución de la demanda de carbón.

Demanda de Carbón por Región en el Escenario de Políticas Declaradas, 2000-2050

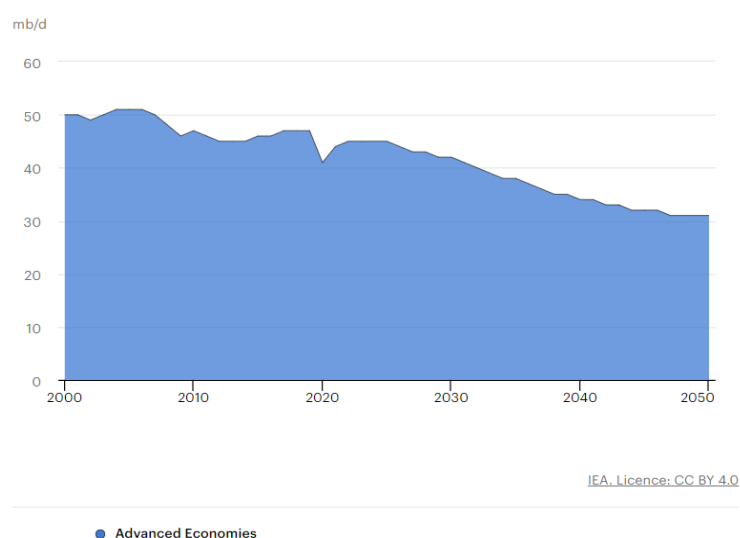


Fuente: IEA.

Por su parte, el petróleo, seguirá una moderada reducción, no tan acelerada como sería deseable, debido principalmente al retraso de la electrificación de vehículos. Las medidas de captura de CO₂ mencionadas anteriormente deberán resolver las emisiones en los usos que requieran seguir utilizando derivados del petróleo.

Gráfico 11: Evolución de la demanda de petróleo.

Demanda de Petróleo por Región en el Escenario de Políticas Declaradas, 2000-2050

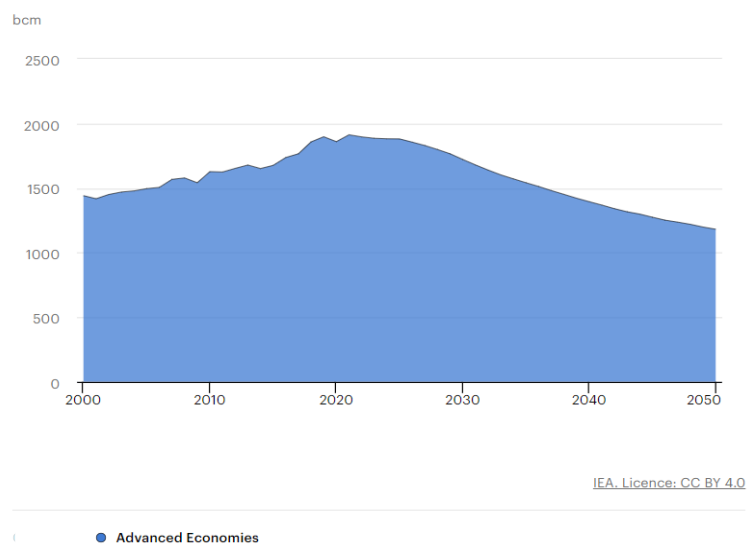


Fuente: IEA.

Finalmente, el gas natural, debido a sus menores emisiones de CO₂ respecto al carbón y al petróleo, está siendo utilizado en mayor medida como forma de realizar la transición hacia otras fuentes de energía renovables, aumentando hasta 2020, momento en el que comienza a reducirse debido a su sustitución por fuentes renovables.

Gráfico 12: Evolución de la demanda de gas natural.

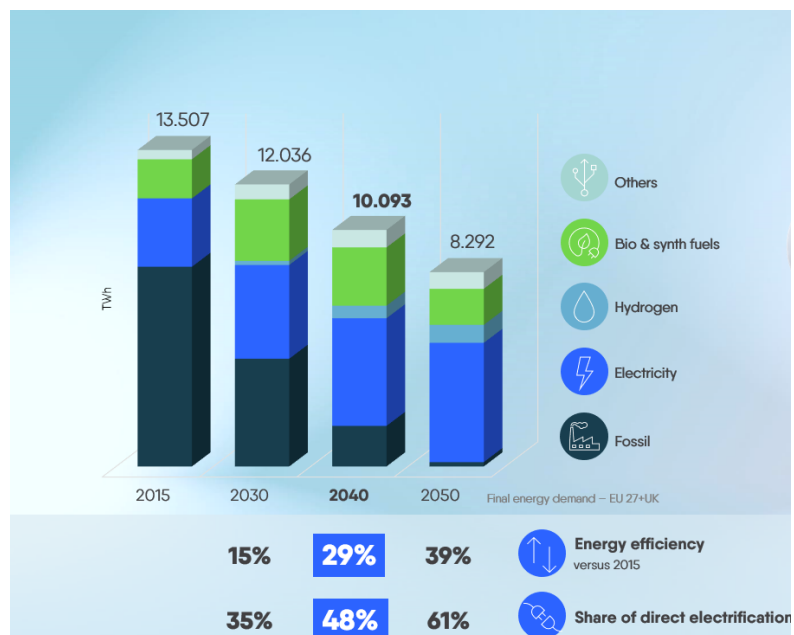
Demanda de Gas Natural por Región en el Escenario de Políticas Declaradas, 2000-2050



Fuente: IEA.

En su informe *Decarbonisation Speedways*, Euroelectric, patronal de empresas eléctricas, plantea el estado de los recursos energéticos que se muestra en los Gráficos 13 y 14, para cubrir la demanda final y la previsión de reducción de emisiones de CO₂ en función de distintos escenarios de implicación por parte de la sociedad.

Gráfico 13: Estado de los recursos energéticos para cubrir la demanda final y la previsión de reducción de emisiones de CO₂.



Fuente: Euroelectric.

Gráfico 14: Previsión de emisiones de CO₂ en distintos escenarios.



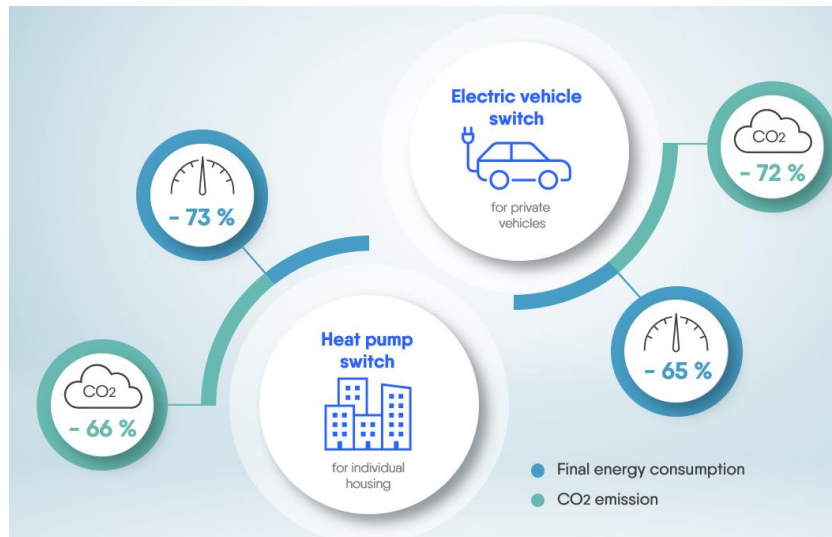
Fuente: Euroelectric.

4.2.2 APLICACIÓN FUTURA EN LOS SECTORES ECONÓMICOS

El principal reto de los distintos sectores económicos es la reducción de emisiones GEI y el uso de energías renovables que le permitan ser más sostenibles y competitivos. El sector eléctrico está liderando la transición energética hacia fuentes renovables, por lo que es necesario un proceso de electrificación de la economía como medio de descarbonización más acelerada. Esta electrificación se trasladará al transporte, principalmente con la implantación del vehículo eléctrico.

En cuanto a la industria, el proceso será más complejo y deberá estar ligado a la sustitución de combustibles fósiles por otros combustibles renovables como el hidrógeno verde y los gases sintéticos, especialmente en las aplicaciones que requieren alta temperatura. La transición energética no solo se basará en una reducción de las emisiones, sino también del consumo de energía con medidas de ahorro y eficiencia energética.

Figura 5: Esquema sobre la reducción prevista de energía y emisiones en el uso del vehículo eléctrico y las bombas de calor.



Fuente: Euroelectric.

4.2.2.1 Industria

La industria deberá evolucionar hacia el aumento de la electrificación y el uso de energías renovables en sus procesos. En cuanto a las aplicaciones que requieren alta temperatura, será necesario el uso de gases renovables en una primera fase y del hidrógeno en una fase posterior. Para conseguir los objetivos, la industria necesita afrontar una importante transformación hasta lograr la descarbonización del sector.

El hidrógeno y los gases renovables ofrecen soluciones viables para los procesos industriales que requieren altas temperaturas, como la producción de acero, cemento y productos químicos, sustituyendo a los combustibles fósiles tradicionales. En estos usos, la electrificación y las energías renovables no son aplicables de una forma eficiente (Comisión Europea, 2020).

Utilizando hidrógeno como combustible se puede generar el calor necesario en estos procesos industriales, emitiendo solo vapor de agua como subproducto y reduciendo significativamente las emisiones de CO₂ (IRENA, 2020). Además, otros gases como el biometano y el gas de síntesis pueden desempeñar un papel similar en la descarbonización de estos procesos (Hydrogen Europe, 2023). Tanto el hidrógeno como los gases que sustituyen a los productos fósiles deberán estar producidos a partir de fuentes renovables.

En paralelo, es crucial aumentar la electrificación en aquellos ámbitos de la industria donde sea viable. Esto implica sustituir los sistemas de combustión fósil por tecnologías eléctricas avanzadas, como bombas de calor industriales, hornos y motores eléctricos de alta eficiencia (IEA, 2019). Para que esta electrificación contribuya efectivamente a la descarbonización, es esencial que la electricidad utilizada provenga de fuentes renovables.

La transición hacia un sistema industrial descarbonizado también implica una mejora en la eficiencia energética y optimización en el uso de los recursos. La digitalización de los procesos industriales, a través de la implementación de sensores, sistemas de gestión de energía y análisis de datos en tiempo real, permitirá identificar oportunidades para reducir el consumo de energía y minimizar las emisiones (McKinsey & Company, 2020).

Entre las recomendaciones para alcanzar los objetivos energéticos y medioambientales en Europa en el sector industrial se encuentran las siguientes medidas:

- Electrificación y uso de energías renovables en procesos industriales.
- Uso del hidrógeno y gases renovables en aplicaciones que requieran elevadas temperaturas.
- Aumento de la eficiencia energética en los procesos industriales.

4.2.2.2 Transporte

Europa ha establecido unos ambiciosos objetivos para aumentar el uso de energías renovables en el transporte. La Directiva de Energías Renovables (RED II) establece un objetivo para 2030 de que al menos el 14% de la energía consumida en el transporte provenga de fuentes renovables.

La estrategia incluye el uso de biocombustibles avanzados, la electrificación del transporte, la mejora de la eficiencia energética y el aumento del uso del transporte público para reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Además, es necesario avanzar en la descarbonización de sectores de difícil conversión como la aviación y el transporte de larga distancia (transporte marítimo y vehículos pesados). Para ello, será necesario un cambio en los modos de transporte utilizados, ampliando el uso del ferrocarril.

Para incrementar el parque de vehículos eléctricos (VE), se están aplicando políticas de incentivos y el desarrollo de la infraestructura de carga (cargadores para vehículos eléctricos). Según el informe *Electric Vehicle Outlook 2023* de BloombergNEF, en 2040 el número de vehículos eléctricos a nivel mundial alcanzará los 730 millones de unidades. En cuanto al uso de energías fósiles en el transporte alcanzará el máximo en 2027 para ir descendiendo en los siguientes años. Los vehículos eléctricos están desplazando ya 1,5 millones de barriles de petróleo diariamente.

Euroelectric, patronal de empresas eléctricas, en su informe *Decarbonisation Speedways*, espera una electrificación del transporte por carretera del 80% en 2050. El Green Deal Europeo pretende reducir las emisiones del transporte en al menos un 90% para 2050.

Entre las recomendaciones para alcanzar los objetivos energéticos y medioambientales en Europa en el sector transporte se encuentran las siguientes medidas:

- Aumento de los vehículos eléctricos e híbridos, y del parque de cargadores.
- Uso del hidrógeno y combustibles sintéticos renovables en sectores de difícil adaptación (aviación, transporte marítimo y vehículos pesados).
- Mejora de la eficiencia energética en el transporte.
- Fomento del transporte público.
- Aumento del uso del ferrocarril.

4.2.3 FUTURO DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA Y DEL CONSUMO EN EDIFICIOS

Respecto a los usos de la energía, deberán orientarse hacia los objetivos energéticos planteados en Europa. La generación eléctrica ampliará el uso de energías renovables hasta el máximo que permita la seguridad del sistema eléctrico. Por su parte, el consumo en los edificios deberá ser más sostenible afrontando medidas de ahorro energético y de aumento de la eficiencia. En este sentido, la generalización de las bombas de calor y la mejora de los aislamientos serán imprescindibles para alcanzar las metas deseadas.

4.2.3.1 *Generación Eléctrica*

La generación eléctrica deberá evolucionar hacia fuentes que no produzcan emisiones de CO₂, esto incluye la energía renovable y la energía nuclear. Hasta 2050, la generación renovable tendrá que cubrir la reducción de generación con fuentes fósiles y permitir el aumento del consumo que traerá la electrificación de la demanda (coches eléctricos, bombas de calor, procesos industriales reconvertidos, etc.)

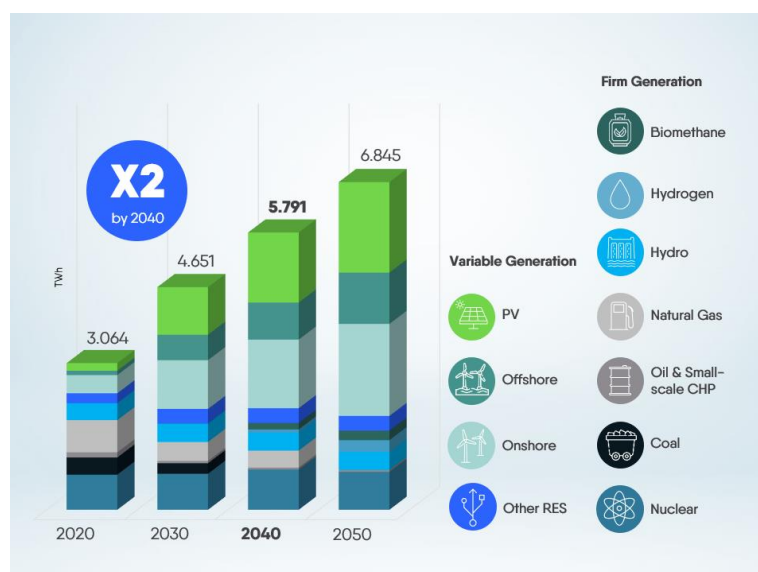
Por su parte, la energía nuclear se mantendrá como apoyo a la generación al no producir emisiones de CO₂, aunque irá disminuyendo debido a la obsolescencia de las plantas existentes y al rechazo de la población a este tipo de energía.

En cuanto a la generación con fuentes renovables, la transición se basará principalmente en la energía solar y eólica. Cabe destacar el proceso de desarrollo para los próximos años de la energía eólica marina, que permitirá un importante aumento de la generación con esta fuente de energía, especialmente en el norte de Europa, donde el recurso eólico tiene mayor importancia.

Además de reducir las emisiones de CO₂, ampliar las fuentes de energías renovables mejorará la seguridad energética de la UE, disminuyendo la dependencia de las importaciones de energía.

En 2050, todas las tecnologías serán necesarias para mantener la estabilidad y flexibilidad del sistema eléctrico, que estará basado principalmente en energías renovables con el apoyo de la energía nuclear y energías fósiles (Euroelectric, 2023).

Gráfico 15: Evolución de la participación de las distintas energías en el mix energético.



Fuente: Euroelectric.

Otro ámbito importante será la necesidad de desarrollo de redes eléctricas que permitan transportar la energía producida hasta los puntos de consumo. Las redes eléctricas deberán disponer de capacidad suficiente para integrar toda la producción renovable cuando esta se produzca y poder transportarla a zonas donde no exista suficiente producción. De esta forma, puede aprovecharse el exceso de generación solar durante el verano en los países situados al sur de Europa o el aumento de la generación eólica en invierno que se produce en los países del norte de Europa. Según Deloitte, la inversión en redes del periodo 2020-2030 alcanzará los 400.000 millones de euros.

Adicionalmente, será necesario desarrollar sistemas de almacenamiento de energía, principalmente centrales hidráulicas de bombeo y baterías. Esta estrategia permitirá almacenar energía en los momentos en los que la producción supere a la demanda para utilizarla en otros periodos donde exista un déficit de producción. El almacenamiento evitará vertidos de energía (energía generada que no puede aprovecharse por falta de capacidad de las redes).

Finalmente, el sistema tendrá que aplicar diferentes medidas de flexibilidad, adaptando en todo momento la energía producida al consumo. Estas medidas se basarán en la utilización de precios que fomenten o disminuyan la demanda y la generación en cada momento. Para ello, es fundamental el Mercado Único de la Energía implementado en

Europa. La integración de los mercados nacionales en este mercado único facilitará también la reducción del precio de la energía que pagan los consumidores. Los PPAs (*Power Purchase Agreement*) jugarán un importante papel, especialmente en el caso de las empresas, para obtener energía renovable y barata (Ember, 2023).

Entre las recomendaciones para alcanzar los objetivos energéticos y medioambientales en Europa en la generación eléctrica se encuentran las siguientes medidas:

- Incremento de la capacidad de generación con energías renovables.
- Fomento de la electrificación.
- Desarrollo y digitalización de las redes eléctricas.
- Mejora de la red eléctrica para una mejor gestión de la generación distribuida y la variabilidad de las energías renovables.
- Ampliación del almacenamiento de energía.
- Integración de los mercados nacionales en el Mercado Único de la Energía.

4.2.3.2 Consumo en edificios

La UE ha puesto en marcha la “Renovation Wave” con la meta de duplicar la tasa anual de renovación energética de edificios para 2030. Esta iniciativa pretende llevar a cabo renovaciones que disminuyan el consumo energético de los edificios en, al menos, un 60% (European Environment Agency, 2024) (KPMG, 2024).

Las bombas de calor son una solución clave para la descarbonización, ya que sustituyen a las calderas de combustibles fósiles y reducen el consumo final de energía en los hogares disminuyendo las emisiones de CO₂. Las mejoras en eficiencia energética también incluyen otras medidas de ahorro basadas principalmente en el aislamiento de los edificios (instalación de nuevas ventanas, aislamiento de techos y paredes, etc.)

Otras medidas se orientan hacia la reducción del consumo en iluminación mediante tecnologías LED, disminuyendo además la contaminación lumínica, y la sustitución de calentadores de agua, hornos y hornillas que usan energía fósil por equipos basados en electricidad o en fuentes renovables. Adicionalmente, es necesario una mejora de la eficiencia energética de los electrodomésticos. Todas estas medidas facilitan el ahorro y la mejora de la eficiencia energética de los edificios. (Comisión Europea, 2024).

La reducción del consumo en los edificios, además de producir una reducción de las emisiones de CO₂, permitirá un mayor confort de los ciudadanos, una disminución de las facturas de energía y contribuirán a la reducción de la pobreza energética. (EU Science Hub, 2024)

Entre las recomendaciones para alcanzar los objetivos energéticos y medioambientales en Europa en el uso de la energía en edificios se encuentran las siguientes medidas:

- Mejora del aislamiento de edificios.
- Sustitución de equipos de climatización basados en fuentes fósiles por bombas de calor.
- Electrificación de la demanda (ACS y calentamiento de alimentos).
- Mejora de la eficiencia energética de electrodomésticos.

4.3 VENTAJAS COMPETITIVAS PARA EUROPA EN 2050

En este apartado se plantean las ventajas competitivas que puede obtener Europa de la aplicación de la política de energía y clima. En el proceso de descarbonización que se plantea durante la transición energética, pueden aparecer obstáculos que frenen la consecución de los objetivos deseados ya que, todo proceso de cambio implica dificultades y resistencias. En todo caso, la política europea busca conseguir unos fines que proporcionarán beneficios para el conjunto de actores involucrados y ciudadanos. Estos conflictos se han puesto de manifiesto con la crisis energética ligada a la guerra de Ucrania, durante la que se han presentado dificultades para el suministro de energía y un incremento de los precios.

También, será necesario no decaer en la política climática frente a las estrategias de los países productores de energías fósiles que pueden reducir los precios para dificultar el desarrollo de las energías renovables. Otro posible campo de conflicto se encuentra en los países emergentes que aplican la descarbonización del sistema a un menor ritmo, dificultando la competencia por el encarecimiento de costes de los productos fabricados en Europa.

Entre las ventajas competitivas que supondrá la política energética europea se encuentran las siguientes:

Seguridad energética

Europa presenta una elevada dependencia de los combustibles fósiles, que tiene que importar de otros países, muchos de ellos con riesgos políticos e inestabilidad, lo que puede provocar falta de suministro, algo crítico para la productividad de las empresas y el confort de los ciudadanos. En 2019, el 2,5% del PIB europeo se destinó a la compra de productos energéticos, con Rusia como principal proveedor con un 32,6% de la energía importada por Europa, lo que muestra la importante dependencia del suministro. Otros países con elevadas importaciones serían Arabia Saudí, Nigeria o Kazajistán.

Tabla 4: Variación de las exportaciones hacia la Unión Europea de productos energéticos.

	Exportadores hacia la UE (%)		Exportadores hacia España (%)	
	1995	2019	1995	2019
Rusia	20,4	32,6	7,7	6,8
Noruega	14,8	7,6	—	—
Reino Unido	11,0	6,6	—	—
Arabia Saudí	9,4	5,0	14,8	9,3
Libia	7,8	—	14,0	9,8
Argelia	7,5	—	11,3	9,4
Irán	6,2	—	8,8	—
Estados Unidos	—	6,6	—	7,4
Kazajistán	—	6,4	—	—
Nigeria	—	5,1	13,6	14,4
México	—	—	6,1	8,1
Otros	22,9	30,2	23,9	34,7

Fuentes: BACI-CEPII, EUROSTAT.

Según la Comisión Europea, se espera que para 2050 Europa reduzca significativamente su dependencia de importaciones de gas y petróleo, disminuyendo del 55% en 2015 al 20-25% en 2050.

El desarrollo de las energías renovables permite a Europa sustituir la importación de combustibles fósiles aumentando la seguridad energética. De esta forma el continente se blindará ante futuros conflictos bélicos o crisis energéticas permitiendo mantener la producción de bienes y cubrir las necesidades de la población.

Reducción del precio de la energía

El uso de la energía renovable de forma masiva en Europa supondrá una reducción del precio de la energía al no depender de materias primas para su obtención. Junto con el desarrollo de un mercado único para todos los países europeos, permitirá el aprovechamiento de los recursos renovables y finalmente una mejora de los precios.

Según la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA), se estima que para 2050, la energía solar y eólica podrían ser hasta un 50% más baratas que las fuentes de energías convencionales.

Mejora de la competitividad de las empresas europeas

La energía es uno de los factores más importantes en el coste de la fabricación de productos. La reducción del precio de esta implicará para las empresas europeas una mejora de su competitividad frente a la de otros países.

Adicionalmente, disponer de fuentes de energía autóctonas, implica un menor riesgo para obtener este factor productivo en situaciones de inestabilidad política, haciendo a las empresas menos dependientes de importaciones externas, que en muchos casos provienen de países conflictivos.

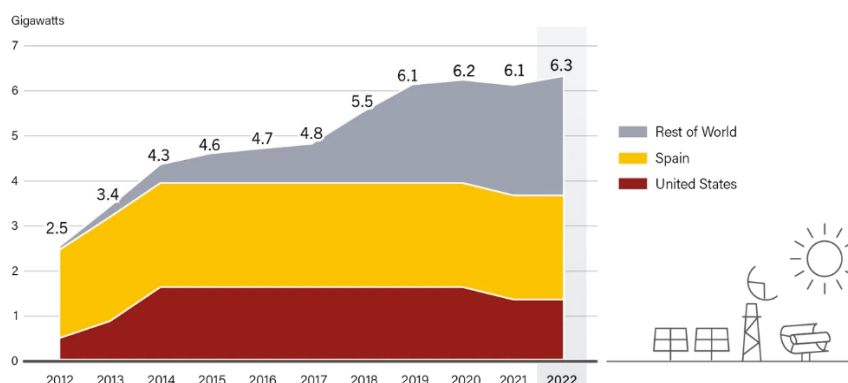
Liderazgo tecnológico

Europa está posicionándose como líder en el desarrollo de tecnologías necesarias para la transición energética. Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA), se espera que para 2050, Europa invierta más de 3 billones de euros en energía renovable y tecnologías bajas en carbono, lo que impulsará la innovación y el liderazgo tecnológico en el sector.

Varias empresas europeas son líderes en el desarrollo de la tecnología eólica y se está produciendo un importante avance en la generación eólica marina. Por su parte, España es líder en el desarrollo de instalaciones termosolares, siendo el país con un mayor número de centrales en el mundo, según muestra el Gráfico 16 (REN21, 2021).

Gráfico 16: Evolución de la potencia termosolar instalada en distintas regiones.

Capacidad Global de Energía Solar Termoelectrónica Concentrada, por País y Región, 2012-2022



Fuente: REN21. Renewables 2023 Global Status Report.

Para completar la transición energética será necesario aumentar la investigación y desarrollo de tecnologías como las baterías, captura de CO₂ o electrolizadores para producir hidrógeno. Europa está posicionándose fuertemente para liderar estos avances tecnológicos.

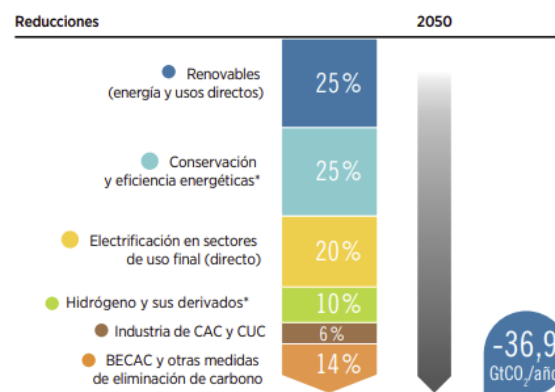
Ventajas medioambientales

El uso de la energía renovable traerá como consecuencia una mejora para el medioambiente. Por una parte, se reducirán las emisiones de CO₂ contribuyendo a evitar el cambio climático. Además, se mejorará el nivel de polución y el aire que respiramos.

Alcanzar un sistema energético más sostenible y desarrollar una economía circular tendrán impactos muy significativos en el medio ambiente. El Informe de *Perspectivas de la transición energética mundial* de la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA) y el Informe *Net Zero by 2050* de la Agencia Internacional de la Energía (IEA), trazan el camino para obtener un sistema energético sin emisiones netas en 2050.

Gráfico 17: Reducciones de las emisiones de carbono en el marco del escenario de 1,5°C.

Reducciones de las emisiones de carbono en el marco del escenario de 1,5°C (%)



Fuente: IRENA. *Perspectivas de la transición energética mundial: camino de 1.5 °C*

4.4 FINANCIACIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA UE

La Unión Europea cuenta con distintos instrumentos de financiación que promueven aspectos ligados a la economía, la cohesión social, la investigación y desarrollo y la transición verde.

El presupuesto a largo plazo de la Unión Europea actual es el Marco Financiero Plurianual (MP) 2021-2027, que incluye distintos programas como los Fondos Estructurales y de Inversión Europeos, el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) o el Fondo Europeo Marítimo, de Pesca y de Acuicultura (FEMPA).

Ligado a la recuperación posterior al COVID-19, aparecen los Fondos NextGenerationEU, dentro de los cuales se encuentran el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR), los Fondos de Asistencia a la Recuperación para la Cohesión y los Territorios de Europa (REACT-EU) o el Fondo de Transición Justa.

Adicionalmente, existen otros fondos destinados a programas de investigación y desarrollo, como Horizonte Europa, instrumentos de apoyo a la inversión como, InvestEU o el Fondo Europeo de Inversiones Estratégicas y diversos programas sectoriales y temáticos (EU Funding Overview, 2024)

4.4.1 FONDOS NEXT GENERATION EU

NextGenerationEU es un instrumento excepcional de financiación creado por la Unión Europea en julio de 2020 cuyo objetivo es la recuperación económica y social tras la pandemia del COVID-19, planteando una respuesta coordinada por parte de todos los países miembros. El fondo está dotado con 750.000 millones de euros de los que hasta 390.000 millones de euros serían transferencias no reembolsables y hasta 360.000 millones de euros pueden usarse para conceder préstamos reembolsables. El destino de las inversiones se orienta hacia seis aspectos cruciales, uno de los cuales es el *impulso de la transición ecológica mediante la promoción de las energías renovables y la movilidad sostenible* (Unión Europea, 2023).

La financiación de NextGenerationEU combinado con el presupuesto a largo plazo 2021-2027, suponen el mayor paquete financiero utilizado hasta la fecha en Europa. Los fondos se asignan a las necesidades de cada país a través del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) y de los planes nacionales de recuperación.

Los fondos NextGenerationEU están suponiendo un importante impulso para la recuperación económica en todos los países europeos, centrándose en la sostenibilidad. En el caso de España, el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, movilizará 140.000 millones de euros hasta 2026. El plan cuenta con cuatro ejes transversales, diez políticas palanca y treinta componentes (PRTR, Gobierno de España, 2021).

Figura 6: Esquema sintético de los ejes y políticas palanca del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.



Fuente: Gobierno de España, 2021.

Entre los objetivos transversales, el primer eje refuerza la inversión para impulsar la “transición verde, la descarbonización, la eficiencia energética, el despliegue de las energías renovables, la electrificación de la economía, el desarrollo del almacenamiento de energía, la economía circular, las soluciones basadas en la naturaleza y la mejora de la resiliencia de todos los sectores económicos” (PRTR, Gobierno de España, 2021)

Por su parte, la tercera política palanca, se orienta hacia la transición energética justa e inclusiva, e incorpora cuatro componentes:

- Despliegue e integración de energías renovables
- Infraestructuras eléctricas, promoción de redes inteligentes y despliegue de la flexibilidad y el almacenamiento
- Hoja de ruta del hidrógeno renovable y su integración sectorial
- Estrategia de Transición Justa

5. CONCLUSIONES

Los objetivos de este trabajo son conocer la situación actual y futura de la energía incorporando las estrategias necesarias en los distintos ámbitos económicos e incluyendo recomendaciones que serán cruciales para cumplir los objetivos de energía y clima en 2050 en Europa, valorando las ventajas competitivas que supondrán para el continente la aplicación de esta política energética.

Tras analizar la Política de Energía y Clima de la Unión Europea, en la que se establecen objetivos para alcanzar la neutralidad climática para 2050, plasmados en el Green Deal, así como la situación energética actual en la región, a través de diversas fuentes estadísticas, se ha obtenido un conocimiento sobre el punto de partida y los objetivos marcados para llevar a buen curso la transición energética deseada. Para poder evaluar el estado de la generación y uso de la energía por los distintos sectores económicos hasta 2050, se han contrastado las diferentes estimaciones realizadas por refutados organismos internacionales, como la Agencia Internacional de la Energía (AIE), Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA) y agentes implicados en el proceso de transición energética, como Euroelectric, BloombergNEF o distintas patronales sectoriales, a partir de las cuales, se plantea una visión general de la situación prevista para descarbonizar el sistema energético europeo.

Con el análisis realizado, se ha podido dar respuesta a los objetivos planteados en este trabajo de investigación, aunque existe incertidumbre sobre cómo se desarrollará todo el proceso de descarbonización ya que hay multitud de factores que intervienen para alcanzar la neutralidad climática, pero se constata una firme voluntad de la Unión Europea para conseguirlo. Sería conveniente realizar un nuevo análisis con cierta periodicidad para comprobar cómo van evolucionando las variables y confirmar las recomendaciones o reorientarlas para alcanzar el fin perseguido. Es importante remarcar que en el proceso de descarbonización pueden aparecer obstáculos que frenen la consecución de los objetivos deseados, como se ha puesto de manifiesto con la crisis energética ligada a la guerra de Ucrania (que ha llevado a la existencia de dificultades para el suministro de energía y un incremento de los precios), las necesidades de los países emergentes para alcanzar un crecimiento económico con menores costes o las estrategias ligadas a intereses por mantener el uso de energías fósiles.

Aunque se ha obtenido una visión de la situación de conjunto, en el futuro, se podría profundizar para obtener un mayor detalle de algunos parámetros a través de un trabajo de investigación más extenso y con un mayor alcance temporal. En cuanto al uso del hidrógeno como medio para almacenar energía, existe en la actualidad cierta incertidumbre, ya que el coste de la producción está lejos de ser rentable. En todo caso, se está apoyando financieramente con los fondos NextGenerationEU la implantación de proyectos para el desarrollo de economías de escala en la producción de hidrógeno en Europa.

La investigación realizada concluye que es imprescindible alcanzar un sistema energético sostenible en línea con la propuesta de la Unión Europea, como medio de lucha contra el cambio climático y para mejorar la competitividad en el continente. Para ello, será necesario no decaer en la política climática al margen de las dificultades que, con seguridad, se presentarán a lo largo del tiempo.

Las conclusiones que se obtienen se resumen a continuación:

- En 2050 el sistema energético europeo estará basado en las energías renovables, desterrando el uso de las energías fósiles a aplicaciones muy concretas. Las fuentes de energía serán principalmente el sol, el viento y la valoración de residuos. Como vectores energéticos el sistema estará basado en una importante electrificación de la demanda y el uso de hidrógeno renovable y biocombustibles para aplicaciones de difícil electrificación.
- El sector industrial deberá hacer una transición en la que será necesario utilizar gases renovables para procesos productivos que requieran altas temperaturas (producción de acero, cemento, etc.), electrificando el resto de las aplicaciones y mejorando la eficiencia energética.
- En cuanto al transporte, es necesario una electrificación casi completa del parque de vehículos en una primera fase, incorporando hidrógeno y biocombustibles para el transporte pesado y de larga distancia conforme se consiga un precio competitivo para esta energía. También será necesario mejorar el transporte público y el transporte de mercancías por ferrocarril.
- La producción de electricidad estará basada principalmente en fuentes renovables con apoyo de diversas tecnologías (nuclear, baterías, etc.) que permitan mantener un sistema seguro y fiable. Será necesario desarrollar las redes energéticas para poder transportar la energía renovable generada a los distintos puntos de consumo.

Asimismo, se utilizará energía renovable para la producción de hidrógeno y biocombustibles que permitan aprovechar estos vectores energéticos.

- Otro reto será la descarbonización de los edificios en los que será necesario aumentar la electrificación (bombas de calor para climatización y ACS, calentamiento de alimentos, etc.), mejorar los aislamientos y aumentar la eficiencia energética.
- La transición energética promovida por la Unión Europea traerá consigo diversas ventajas, entre las que se encuentran la mejora de la seguridad energética, la reducción del precio de la energía, la mejora de la competitividad de las empresas, el liderazgo tecnológico y ventajas medioambientales.
- Para financiar el proceso de descarbonización de la economía, la Unión Europea ha puesto en marcha diversos instrumentos financieros entre los que destaca el NextGenerationEU con una dotación de 750.000 millones de euros, de los que se han destinado 18.900 millones de euros a recursos naturales y medio ambiente.

6. BIBLIOGRAFÍA

aelēc. (2023). ****Transición energética y marco regulatorio****. aelēc. Recuperado de [\[https://aelec.es/sobre-aelec/principios-aelec/transicion-energetica-marco-regulatorio/\]](https://aelec.es/sobre-aelec/principios-aelec/transicion-energetica-marco-regulatorio/)(<https://aelec.es/sobre-aelec/principios-aelec/transicion-energetica-marco-regulatorio/>)

Agencia Andaluza de la Energía. (2022). ****Datos energéticos de Andalucía 2022****. Agencia Andaluza de la Energía. Recuperado de [\[https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/biblioteca/datos-energeticos-de-andalucia-2022-0\]](https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/biblioteca/datos-energeticos-de-andalucia-2022-0)(<https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/biblioteca/datos-energeticos-de-andalucia-2022-0>)

Agencia de Cooperación de los Reguladores de la Energía (ACER). (2023). ****How will Europe get to climate neutrality by 2050?**** ACER. Recuperado de [\[https://www.acer.europa.eu/green-deal/about-green-deal/how-will-europe-get-climate-neutrality-2050\]](https://www.acer.europa.eu/green-deal/about-green-deal/how-will-europe-get-climate-neutrality-2050)(<https://www.acer.europa.eu/green-deal/about-green-deal/how-will-europe-get-climate-neutrality-2050>)

Agencia Europea de Medio Ambiente. (2023). ****Greenhouse gas emissions from transport****. Agencia Europea de Medio Ambiente. Recuperado de [\[https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-from-transport\]](https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-from-transport)(<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-from-transport>)

AleaSoft. (2023). Precios de los mercados eléctricos en 2023: Vuelven a niveles de 2021 por la caída de los precios del gas y el impulso de las renovables. Recuperado de <https://aleasoft.com/es/precios-mercados-electricos-2023-vuelven-niveles-2021-caida-precios-gas-impulso-renovables/>

BloombergNEF. (2023). Electric Vehicle Outlook 2023. Bloomberg Finance LP. Recuperado de <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>

Comisión Europea. (2020). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Una agricultura más sostenible para Europa: alineada con el Pacto Verde Europeo

(COM(2020) 301 final). Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=ES>

Comisión Europea. (2021). *NextGenerationEU*. Recuperado de [https://next-generation-eu.europa.eu/index_es](https://next-generation-eu.europa.eu/index_es)

Comisión Europea. (2023). **Delivering the European Green Deal**. Comisión Europea. Recuperado de [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_es](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_es)

Comisión Europea. (2023). **Recovery plan for Europe**. Comisión Europea. Recuperado de [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/recovery-plan-europe_es](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/recovery-plan-europe_es)

Comisión Europea. (2023.). **Energy, climate change, environment**. Comisión Europea. Recuperado de [https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment_es](https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment_es)

Comisión Europea. (2024). **Focus on energy-efficient buildings**. Comisión Europea. Recuperado de [https://energy.ec.europa.eu/news/focus-energy-efficient-buildings-2024-04-16_en](https://energy.ec.europa.eu/news/focus-energy-efficient-buildings-2024-04-16_en)

Ember. (2023). **European electricity review 2023**. Ember. Recuperado de <https://ember-climate.org/insights/research/european-electricity-review-2023/>

Energía y Sociedad. (2023). **Cambio climático**. Energía y Sociedad. Recuperado de <https://www.energiaysociedad.es/cambio-climatico/>

EU Funding Overview. (2021). *Recovery plan for Europe (NextGenerationEU)*. Recuperado de <https://eufundingoverview.be/funding/recovery-plan-for-europe-nextgenerationeu>

Eurostat. (2023). ****Electricity production, consumption and market overview****. Eurostat. Recuperado de [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_production,_consumption_and_market_overview] (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_production,_consumption_and_market_overview)

Eurostat. (2023). ****Energy dependence and imports****. Eurostat. Recuperado de [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_ffgae/default/table?lang=en&category=cli.cli_dri.cli_dri_nrg](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_ind_ffgae/default/table?lang=en&category=cli.cli_dri.cli_dri_nrg)

Eurostat. (2023). ****Final energy consumption in industry - detailed statistics****. Eurostat. Recuperado de [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Final_energy_consumption_in_industry_-_detailed_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Final_energy_consumption_in_industry_-_detailed_statistics)

Eurostat. (2023). ****Key figures on Europe****. Eurostat. Recuperado de [https://ec.europa.eu/eurostat/cache/visualisations/keyfigures/](<https://ec.europa.eu/eurostat/cache/visualisations/keyfigures/>)

Gobierno de España. (2021). ***Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia***. Recuperado de [https://www.lamoncloa.gob.es/temas/fondos-recuperacion/Documents/160621-Plan_Recuperacion_Transformacion_Resiliencia.pdf](https://www.lamoncloa.gob.es/temas/fondos-recuperacion/Documents/160621-Plan_Recuperacion_Transformacion_Resiliencia.pdf)

International Energy Agency. (2023). ****Share of renewable electricity generation by technology, 2000-2028****. International Energy Agency. Recuperado de [https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/share-of-renewable-electricity-generation-by-technology-2000-2028](<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/share-of-renewable-electricity-generation-by-technology-2000-2028>)

International Renewable Energy Agency. (2024, febrero). Green hydrogen for sustainable industrial development: A policy toolkit for developing countries. Recuperado de

<https://www.irena.org/Publications/2024/Feb/Green-hydrogen-for-sustainable-industrial-development-A-policy-toolkit-for-developing-countries>

Joint Research Centre. (2023). ****Residential heating: Heat pumps would knock down energy consumption and emissions****. Joint Research Centre. Recuperado de [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/residential-heating-heat-pumps-would-knock-down-energy-consumption-and-emissions-2023-06-21_en] (https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/residential-heating-heat-pumps-would-knock-down-energy-consumption-and-emissions-2023-06-21_en)

Ministerio de Hacienda. (2021). ***Facilidad para la Recuperación y Resiliencia (MRR)***. Recuperado de [https://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/FondosEuropeos/Fondos-relacionados-COVID/MRR.aspx](<https://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/FondosEuropeos/Fondos-relacionados-COVID/MRR.aspx>)

Ministerio de Hacienda. (2021). ***Next Generation EU***. Recuperado de [https://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/FondosEuropeos/Fondos-relacionados-COVID/Next-Generation.aspx](<https://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/FondosEuropeos/Fondos-relacionados-COVID/Next-Generation.aspx>)

Naciones Unidas. (2015). ****La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible****. Naciones Unidas. Recuperado de [https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/](<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>)

Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. (2023). ****Informe sobre el estado de la Unión de la Energía 2023****. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Recuperado de [https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/bb9f16ee-642f-11ee-9220-01aa75ed71a1/](<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/bb9f16ee-642f-11ee-9220-01aa75ed71a1/>)

Pacto Mundial de las Naciones Unidas. (2021). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. Recuperado de <https://www.pactomundial.org/que-puedes-hacer-tu/ods/>

Parlamento Europeo. (2021). Un presupuesto verde para Europa: ¿Qué es y por qué lo necesitamos? (EPRS En resumen, No. 2021-690599). Recuperado de [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2021/690599/EPRS_ATAG\(2021\)690599_ES.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2021/690599/EPRS_ATAG(2021)690599_ES.pdf)

Sánchez-Peñuela Lejarraga, J. (2023). La economía industrial en la era digital. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Recuperado de <https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/424/SÁNCHEZ-PEÑUELA%20LEJARRAGA.pdf>

Unión Europea. (2023). ****Energy****. EUR-Lex. Recuperado de [\[https://eurlex.europa.eu/summary/chapter/energy.html?root_default=SUM_1_CODED=18&locale=es\]](https://eurlex.europa.eu/summary/chapter/energy.html?root_default=SUM_1_CODED=18&locale=es)(https://eurlex.europa.eu/summary/chapter/energy.html?root_default=SUM_1_CODED=18&locale=es)

7. APÉNDICES Y/O ANEXOS

7.1 GLOSARIO

- **Blending;** *“mezcla de biocombustibles con combustibles fósiles tradicionales.”*
- **Descarbonización;** *“implica la reducción progresiva de la dependencia de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas natural, en favor de fuentes de energía renovable y tecnologías más eficientes en términos de emisiones de carbono”.*
- **Eficiencia energética;** *“es el uso de menos energía para realizar la misma tarea o producir el mismo resultado. Esto se logra a través de tecnologías y prácticas que minimizan el desperdicio de energía, reduciendo así el consumo y los costos energéticos sin comprometer la calidad del servicio.”*
- **Electrolizador;** *“dispositivo que utiliza electricidad para dividir el agua en hidrógeno y oxígeno mediante el proceso de electrólisis, siendo fundamental en la producción de hidrógeno verde cuando se emplea electricidad de fuentes renovables.”*
- **Energía final;** *“es la energía suministrada al consumidor para ser convertida en energía útil, es decir es la energía que llega finalmente al consumidor y de cuyo consumo se tienen datos a través de los contadores o suministradores y disponibles en el mercado en forma de combustible, calor y electricidad.”*
- **Energía primaria;** *“es toda forma de energía disponible en la naturaleza antes de ser convertida o transformada. Consiste en la energía contenida en los combustibles crudos, la energía solar, la eólica, la geotérmica y otras formas de energía que constituyen una entrada al sistema.”*
 - **Hidrógeno Amarillo;** *“producido por electrólisis del agua con energía nuclear, baja huella de carbono.”*
 - **Hidrógeno Azul;** *“producido a partir de gas natural con captura de carbono, menos emisiones que el gris.”*
 - **Hidrógeno Gris;** *“producido a partir de gas natural sin captura de carbono, alta emisión de CO₂.”*
 - **Hidrógeno Marrón;** *“producido a partir de carbón, muy alta emisión de CO₂.”*

- **Hidrógeno Turquesa;** *“producido por pirólisis de metano, bajas emisiones de CO₂, produce carbono sólido.”*
- **Hidrógeno Verde;** *“producido por electrólisis del agua con energía renovable, sin emisiones de carbono.”*
- **Hidrógeno;** *“gas incoloro y el elemento más abundante del universo, se utiliza como combustible en pilas, en la industria química para la producción de amoníaco y refinación de petróleo, en la generación y almacenamiento de energía, en metalurgia y en aplicaciones médicas.”*
- **Mtep** (unidad de medida); *“toneladas equivalentes de petróleo”*
- **PPA (Power Purchase Agreement);** *“es un contrato a largo plazo entre un productor de energía y un consumidor, generalmente una empresa o una entidad pública, para la compra de energía eléctrica.”*
- **Vector energético;** *“es un medio que almacena, transporta y distribuye energía de una forma a otra para su uso práctico.”*