



Facultad de Ciencias Humanas y Sociales
Grado en Relaciones Internacionales

Trabajo Fin de Grado

**¿Es compatible la
transición energética con
el crecimiento económico
sostenible en la UE?**

Impacto del Pacto Verde Europeo en la
competitividad económica de los Estados Miembros
de la UE

Estudiante: **Teresa Oriol Guerra**

Director: Marcelino García Ramos

Madrid, junio 2025

Resumen

Este Trabajo de Fin de Grado analiza la compatibilidad entre la transición energética y el crecimiento económico sostenible en la Unión Europea, en el contexto del Pacto Verde Europeo. La investigación parte del reconocimiento de la urgencia climática y del ambicioso marco regulador que la UE ha establecido para lograr la neutralidad climática en 2050, examinando en profundidad sus implicaciones económicas, sociales y territoriales.

El estudio se basa en un enfoque mixto, combinando análisis cualitativo de políticas e instrumentos comunitarios con un análisis cuantitativo apoyado en indicadores económicos, energéticos y sociales. Se desarrolla un índice sintético (IPETE) para evaluar la preparación estructural de los Estados Miembros ante la transición energética, y se implementa un modelo econométrico exploratorio para examinar la relación entre crecimiento del PIB, emisiones de CO₂ y peso de las energías renovables.

Los resultados muestran que, aunque la transición energética no ha generado aún un impacto directo y estadísticamente significativo en el crecimiento económico agregado, sí existen indicios de una posible compatibilidad en el medio y largo plazo. La investigación concluye que el éxito del PVE dependerá de su capacidad para reducir desigualdades estructurales, sostener la cohesión territorial y generar un crecimiento más resiliente, justo y ecológicamente sostenible.

Palabras clave: Unión Europea, Pacto Verde Europeo, energía renovable, transición energética, competitividad, crecimiento económico sostenible

Abstract

This Final Degree Project analyzes the compatibility between the energy transition and sustainable economic growth in the European Union, within the framework of the European Green Deal. The research starts from the acknowledgment of the climate emergency and the ambitious regulatory framework established by the EU to achieve climate neutrality by 2050, examining in depth its economic, social, and territorial implications.

The study is based on a mixed-methods approach, combining qualitative analysis of EU policies and instruments with a quantitative assessment grounded in economic, energy, and social indicators. A synthetic index (IPETE) is developed to evaluate the structural readiness of Member States for the energy transition, and an exploratory econometric model is implemented to examine the relationship between GDP growth, CO₂ emissions, and the share of renewable energy.

The results show that, although the energy transition has not yet had a direct and statistically significant impact on overall economic growth, there are signs of potential compatibility in the medium and long term. The research concludes that the success of the European Green Deal will depend on its ability to reduce structural inequalities, uphold territorial cohesion, and foster more resilient, just, and environmentally sustainable growth.

Key Words: European Union, European Green Deal, renewable energy, energy transition, competitiveness, sustainable economic growth

Acrónimos:

<i>BEI</i>	Banco Europeo de Inversiones
<i>EIS</i>	European Innovation Scoreboard
<i>IPETE</i>	Índice de Preparación Estructural para la Transición Energética
<i>MAFC</i>	Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono
<i>MRR</i>	Mecanismo de Recuperación y Resiliencia
<i>MTJ</i>	Mecanismo para una Transición Justa
<i>PIB</i>	Producto Interior Bruto
<i>PNRR</i>	Planes Nacionales de Recuperación y Resiliencia
<i>PVE</i>	Pacto Verde Europeo
<i>RCDE</i>	Régimen de Comercio de Derechos de Emisión
<i>UE</i>	Unión Europea
<i>TFG</i>	Trabajo de Fin de Grado

Índice de contenido

Capítulo I: Introducción	1
i. <i>Motivaciones y justificación</i>	<i>1</i>
ii. <i>Estado de la cuestión</i>	<i>2</i>
iii. <i>Objetivos generales y específicos</i>	<i>5</i>
iv. <i>Metodología analítica</i>	<i>6</i>
v. <i>Estructura del trabajo</i>	<i>7</i>
Capítulo II. Marco teórico-conceptual	8
Capítulo III. Marco metodológico	13
i. <i>Revisión documental y análisis cualitativo</i>	<i>13</i>
ii. <i>Análisis comparado: norte vs sur de Europa</i>	<i>14</i>
iii. <i>Dimensión cuantitativa: indicadores e instrumentos</i>	<i>14</i>
iv. <i>Técnicas analíticas aplicadas</i>	<i>15</i>
v. <i>Limitaciones metodológicas</i>	<i>15</i>
Capítulo IV. Desarrollo del Análisis	17
i. <i>Análisis del Pacto Verde Europeo y sus principales medidas económicas</i>	<i>17</i>
• <i>Un marco normativo ambicioso: objetivos y arquitectura institucional</i>	<i>17</i>
• <i>Ejes económicos: inversión, innovación y reconversión estructural</i>	<i>18</i>
• <i>Mecanismo para una Transición Justa: justicia territorial, transición asimétrica</i>	<i>19</i>
• <i>Intervención de precios y mecanismos de corrección de mercado</i>	<i>21</i>
• <i>Transición digital, innovación verde y liderazgo industrial</i>	<i>22</i>
• <i>Costes económicos, tensiones sociales y límites del modelo de crecimiento verde</i>	<i>23</i>
ii. <i>Impacto económico del Pacto Verde en los Estados Miembros</i>	<i>26</i>
iii. <i>Compatibilidad entre transición energética y crecimiento económico sostenible</i>	<i>33</i>
• <i>El índice IPETE como herramienta de diagnóstico</i>	<i>34</i>
• <i>Diseño del modelo exploratorio</i>	<i>37</i>
Capítulo V: Resultados	40
Capítulo VI: Conclusiones	44
Referencias	48
Anexos	53

Índice de Figuras

- 1.1. Evolución del porcentaje de dependencia energética de la UE
- 1.2. Evolución de generación de energía en la UE por fuentes clave
- 2.1. Principios, políticas y objetivos del PVE
- 4.1. Instrumentos del Mecanismo para una Transición Justa (MTJ)
- 4.2. Distribución de los Estados Miembros según EIS. Dependencia energética y deuda pública
- 4.3. Ránking según el Índice de Preparación Estructural para la Transición Energética (IPETE)
- 5.1. Relación entre el PIB y las emisiones de CO₂
- 5.2. Relación entre el PIB y el porcentaje de energías renovables en el consumo final de energía

Capítulo I: Introducción

i. Motivaciones y justificación

En un escenario global marcado por la emergencia climática, la transición energética se ha convertido en uno de los ejes estratégicos de la acción política internacional. En este contexto, la Unión Europea (UE) ha adoptado una postura ambiciosa al situar el Pacto Verde Europeo (PVE) como el motor de una transformación estructural orientada a alcanzar la neutralidad climática en 2050. Este plan, presentado en 2019, no solo establece metas ambientales, sino que redefine el paradigma de crecimiento económico europeo al proponer una economía moderna, competitiva y eficiente en el uso de los recursos (L'Hotellerie-Fallois, Manrique & Bianco, 2023).

La UE busca liderar este proceso a través de un conjunto de políticas que abarcan energía, transporte, industria, fiscalidad e inversión pública, encarnadas en instrumentos como el paquete Fit for 55, el plan REPowerEU o el Mecanismo para una Transición Justa (MTJ) (Comisión Europea, 2020c). No obstante, esta transición no puede entenderse únicamente como una propuesta voluntarista orientada al cuidado del medio ambiente. Los recientes acontecimientos geopolíticos, especialmente la guerra en Ucrania y la consecuente crisis energética han revelado la elevada dependencia europea del gas y el petróleo importados, en particular desde Rusia. Esta evolución puede observarse con claridad en la Figura 1.1, que muestra cómo la dependencia energética de la UE alcanzó picos significativos en los últimos años. En este sentido, el impulso de las energías renovables y la diversificación de fuentes no solo responden a un objetivo climático, sino también a una estrategia de seguridad energética y autonomía estratégica (Álvarez, Amores, Povo & Ramajo, 2023; Rivera Albarracín, 2022).

Así, la transición energética europea se inscribe también en un contexto internacional más amplio, donde confluyen tensiones económicas, rivalidades tecnológicas y una creciente competencia por el liderazgo en sectores clave como la energía, la digitalización o la industria verde. En este

marco, la sostenibilidad se ha convertido en un elemento central de la política exterior europea, y no exclusivamente en una cuestión ambiental.

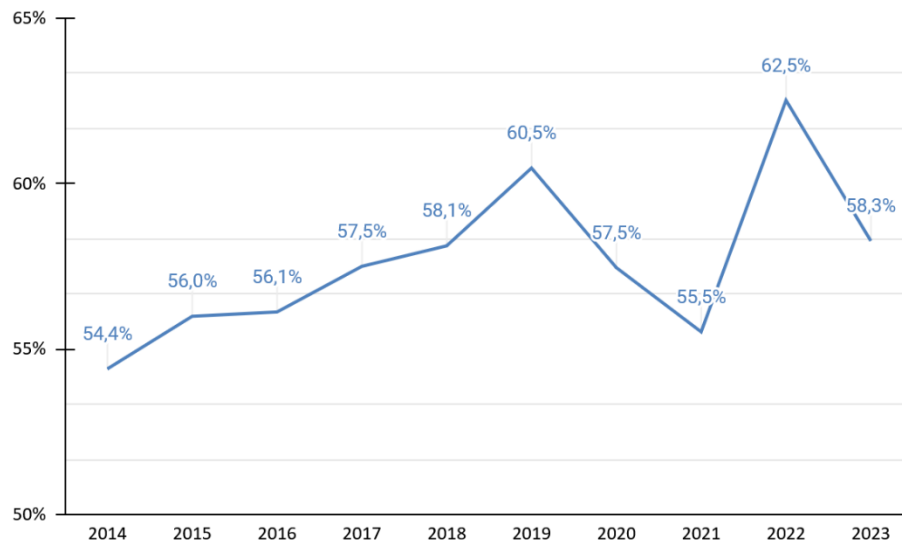


Figura 1.1. Evolución del porcentaje de dependencia energética de la UE

Fuente: Elaboración propia (Anexo 4) a partir de los datos de Eurostat (2024)

Sin embargo, la implementación de esta transición nos genera algunas preguntas clave: ¿puede lograrse una transformación energética sin comprometer el crecimiento económico de los Estados Miembros de la UE? ¿Son suficientes los mecanismos de compensación y apoyo a los sectores más afectados? ¿Existe un riesgo de pérdida de competitividad frente a otras potencias económicas menos exigentes en términos ambientales?

Estas preguntas son el punto de partida de este trabajo, cuya relevancia radica tanto en su actualidad como en su enfoque multidimensional. El objetivo es ofrecer una evaluación crítica del modelo europeo de transición energética, prestando especial atención al difícil equilibrio entre sostenibilidad, competitividad y cohesión socioeconómica.

ii. Estado de la cuestión

La literatura sobre la transición energética y su relación con el crecimiento económico en la UE ha crecido notablemente en los últimos años. Desde un

enfoque optimista, algunos autores defienden que la transformación ecológica puede generar efectos positivos sobre la productividad, la innovación, la creación de empleo y la seguridad energética. Bajo esta lógica, el PVE sería no solo un plan ambiental, sino también una nueva estrategia de crecimiento sostenible, como lo define la propia Comisión Europea (Comisión Europea, 2021b).

Otros enfoques, sin embargo, advierten sobre los posibles costes económicos: pérdida de competitividad en sectores intensivos en energía, brechas regionales, sobrecarga regulatoria o desplazamiento industrial. En este sentido, el Fit for 55 y los instrumentos fiscales, como el Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono (MAFC), han generado un debate amplio sobre su impacto desigual entre Estados miembros y sobre la capacidad real de estos instrumentos para lograr una transición inclusiva (L'Hotellerie-Fallois et al., 2023).

Para abordar estos desequilibrios, la Comisión Europea ha creado el MTJ, concebido como una herramienta temporal destinada a facilitar el proceso de adaptación en las regiones europeas más afectadas por la transición energética, especialmente aquellas con alta dependencia del carbón o de industrias contaminantes. Su objetivo es reducir los costes sociales y territoriales del cambio estructural, canalizando recursos hacia nuevos sectores sostenibles, programas de reempleo y formación profesional (Comisión Europea 2020c). Aunque no aplica directamente a países no pertenecientes a la UE, puede generar sinergias con vecinos estratégicos en determinadas inversiones transfronterizas. Su horizonte temporal está vinculado al periodo de transición hasta 2030 (Comisión Europea, 2020c).

Además, la colaboración con países terceros puede desempeñar un papel complementario clave en la transición energética europea. Más allá de las sinergias puntuales, establecer alianzas estructuradas en materia energética con Estados vecinos y socios estratégicos permite diversificar el aprovisionamiento de recursos, facilitar el intercambio de tecnologías limpias y fomentar el desarrollo de cadenas de valor sostenibles. Esto es

particularmente relevante en sectores como el hidrógeno verde o las materias primas críticas, donde la cooperación internacional puede acelerar la innovación, mejorar la resiliencia del suministro y promover una transición justa también en regiones del Sur global. La dimensión exterior del PVE refuerza así el papel de la UE como actor normativo, alineando su agenda climática con los objetivos de desarrollo sostenible y con una visión de seguridad energética compartida (López Antoranz, 2021; Rivera Albarracín, 2022).

En cuanto al modelo energético en construcción, la transición verde europea se apoya en un conjunto diverso de fuentes renovables: energía solar fotovoltaica, energía eólica (terrestre y marina), hidroeléctrica, biomasa y, más recientemente, el hidrógeno verde. Las dos primeras (solar y eólica) lideran actualmente el despliegue renovable por su madurez tecnológica y su competitividad en costes, especialmente tras las mejoras en almacenamiento energético y redes inteligentes.

El hidrógeno verde, en cambio, no busca reemplazar a estas fuentes, sino complementar el mix energético como vector clave en sectores de difícil electrificación, como la industria pesada, el transporte marítimo o la aviación. Su valor reside en su capacidad de almacenamiento, su versatilidad para ser transformado en calor, electricidad o combustibles sintéticos, y su potencial para consolidar alianzas geoestratégicas en materia de producción y exportación, especialmente con países del sur global (López Antoranz, 2021). No obstante, su despliegue a gran escala aún enfrenta barreras tecnológicas, logísticas y regulatorias, por lo que no se le puede considerar hoy más estratégico que la solar o la eólica, sino complementario dentro de una transición diversificada.

Esta evolución se observa con claridad en la Figura 1.2, que compara la producción energética de cuatro fuentes clave en la UE entre 2017 y 2024. En ella destacan el crecimiento constante de la energía solar y el liderazgo alcanzado por la eólica, frente a la volatilidad del gas natural o el retroceso coyuntural de la energía hidroeléctrica. El hidrógeno verde, por su parte, no

aparece reflejado directamente en estos datos, porque en la base de datos de Eurostat (2025c) no salía clasificado por sí mismo aún, lo que confirma que su papel estratégico aún no se traduce en una contribución sustantiva al volumen total de energía producida, aunque sí se proyecta como un vector energético clave para sectores difíciles de electrificar y para el almacenamiento a gran escala.

En este escenario de tensiones y oportunidades, resulta fundamental profundizar en el análisis del equilibrio entre sostenibilidad, competitividad y equidad. Este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se propone precisamente contribuir a esa tarea, aportando una mirada crítica, comparada y fundamentada sobre los efectos económicos del PVE en los Estados Miembros de la UE.

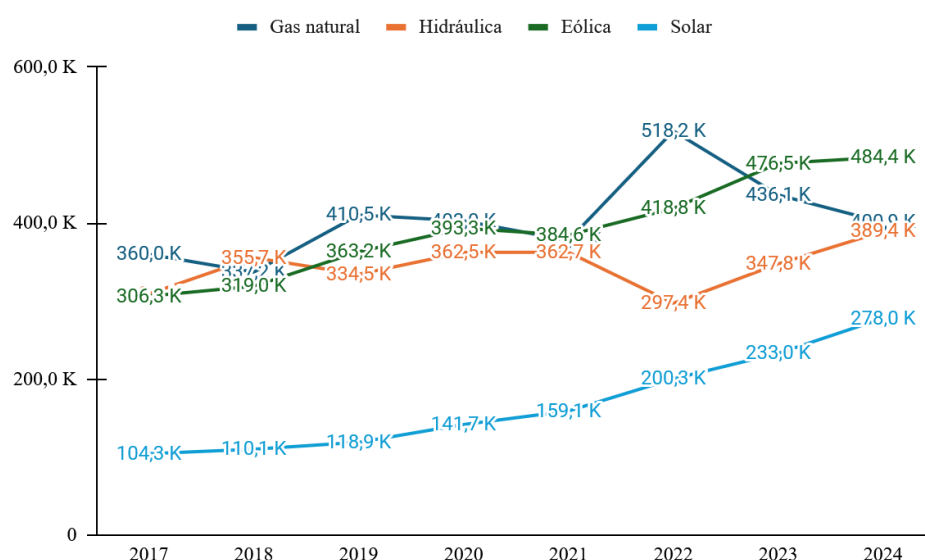


Figura 1.2. Evolución de generación de energía en la UE por fuentes clave
Fuente: Elaboración propia (Anexo 5) a partir de los datos de Eurostat (2025c)

iii. Objetivos generales y específicos

Objetivo General

El presente TFG en Relaciones Internacionales tiene como objetivo principal evaluar si la transición energética impulsada por el PVE es

compatible con el crecimiento económico sostenible de los Estados Miembros de la UE, analizando su impacto sobre la competitividad económica.

Objetivos Específicos

- Examinar las principales políticas energéticas del PVE y su relación con los objetivos de crecimiento sostenible.
- Analizar el impacto económico de dichas políticas sobre sectores clave (industria, transporte, energía) en los Estados del norte y del sur de la UE.
- Evaluar los instrumentos de compensación y cohesión (como el Mecanismo de Transición Justa) y su eficacia redistributiva.
- Comparar las estrategias nacionales de transición energética en diferentes países miembros.
- Desarrollar ideas de valor a partir de un análisis cuantitativo que aporten otra perspectiva para evaluar la compatibilidad de la transición energética con el crecimiento económico de la UE.
- Proponer recomendaciones orientadas a reforzar la justicia social y la competitividad dentro de la transición ecológica.

iv. Metodología analítica

Este trabajo adopta una metodología mixta, que integra análisis cualitativo y cuantitativo. En la dimensión cualitativa, se realizará una revisión bibliográfica y documental de fuentes académicas, normativas y de política pública. Se estudiará el marco teórico del crecimiento sostenible, las políticas de transición energética y los instrumentos de gobernanza ambiental.

En la dimensión cuantitativa, se analizarán indicadores socioeconómicos y energéticos como el Producto Interior Bruto (PIB), emisiones, inversión, etc., recurriendo a datos de Eurostat, World Bank y otras fuentes oficiales. Además, se aplicarán técnicas descriptivas y comparativas entre Estados

Miembros del norte y del sur y análisis de series temporales con enfoque regional.

v. Estructura del trabajo

El presente trabajo se estructura en los siguientes capítulos para abordar de manera lógica y coherente el análisis propuesto:

- **Capítulo I. Marco teórico-conceptual:** revisa las principales teorías sobre crecimiento sostenible, gobernanza ambiental, transición energética, competitividad y economía verde. Se definen los conceptos clave y se establece el marco interpretativo del análisis.
- **Capítulo II. Marco metodológico:** describe la metodología seguida, la selección de variables e indicadores, las fuentes utilizadas.
- **Capítulo III. Desarrollo del Análisis:** se examinan las políticas del Pacto Verde, sus instrumentos y su impacto económico y geopolítico, con análisis comparativos entre regiones y sectores.
- **Capítulo IV. Resultados:** presenta los hallazgos clave, resaltando los efectos diferenciales entre regiones, los avances logrados y los retos pendientes.
- **Conclusiones:** Resume los resultados, valora la compatibilidad entre transición energética y crecimiento sostenible, y propone recomendaciones para una implementación más justa y eficaz del PVE.

Capítulo II. Marco teórico-conceptual

En las últimas décadas, la comunidad internacional ha ido reconociendo de forma creciente que el modelo de desarrollo económico dominante es insostenible desde el punto de vista ecológico y social. Frente a esta constatación, la noción de crecimiento sostenible o crecimiento verde ha ganado fuerza tanto en los discursos institucionales como en la literatura académica. Esta perspectiva plantea que es posible continuar con el crecimiento del PIB al tiempo que se reduce el impacto ambiental, gracias a la innovación tecnológica, la eficiencia energética y la sustitución progresiva de los combustibles fósiles por fuentes renovables. En este marco, la UE se ha posicionado como uno de los actores más ambiciosos y activos a escala global, especialmente a partir de la adopción del PVE en 2019. Este pacto no solo representa un plan climático, sino que se presenta como una nueva estrategia de crecimiento económico, orientada a transformar la UE en una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y climáticamente neutra de aquí a 2050 (Zambrano González & García-Aranda, 2022).

El eje estructurante del PVE es el objetivo de alcanzar la neutralidad climática, es decir, reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero a cero. Es decir, que el balance total de emisiones producidas sea compensado por mecanismos que las eliminen de la atmósfera, como la restauración de sumideros naturales (por ejemplo, bosques) o el desarrollo de tecnologías de captura y almacenamiento de carbono. El objetivo no implica la eliminación absoluta de todas las emisiones, sino alcanzar un equilibrio entre lo que se emite y lo que se absorbe, tal y como establece la Ley Europea del Clima en su artículo 2 (Reglamento [UE] 2021/1119, art. 2). Para ello, se estableció un objetivo intermedio legalmente vinculante de reducción del 55 % de emisiones para el año 2030 (Parlamento Europeo, 2024a). Este compromiso legal fue reforzado tras la pandemia del COVID-19 y, especialmente, tras la invasión rusa de Ucrania, que evidenció la vulnerabilidad energética de Europa y dio lugar al plan REPowerEU, que combina la aceleración de la transición energética con la necesidad de

reforzar la autonomía estratégica del continente (L’Hotellerie-Fallois et al., 2023).

Dentro de este marco general, uno de los elementos fundamentales es el proceso de descarbonización del sistema energético. Este proceso implica sustituir progresivamente las fuentes fósiles de energía por fuentes renovables como la solar, la eólica, la geotérmica o la biomasa. Además, cobra especial relevancia el desarrollo de vectores energéticos emergentes como el hidrógeno verde, que resulta esencial para sectores donde la electrificación directa no es viable, como la industria pesada, el transporte marítimo y aéreo, o determinados procesos industriales. La Estrategia Europea del Hidrógeno, lanzada en 2020, reconoce explícitamente su potencial tanto climático como económico. Se le atribuye la capacidad de reducir drásticamente las emisiones, generar empleo cualificado, crear nuevos mercados y fomentar la cooperación tecnológica internacional (López Antoranz, 2021).

Sin embargo, el enfoque de la UE no se limita a los aspectos tecnológicos o económicos. Desde una visión más integral, se reconoce que la transición energética implica profundas transformaciones estructurales con efectos desiguales entre regiones, sectores y colectivos. Esto ha llevado a institucionalizar el principio de “transición justa”, que busca evitar que los costes de la transición recaigan de forma desproporcionada sobre determinados grupos, como los trabajadores de sectores intensivos en carbono o las regiones con alta dependencia de los combustibles fósiles (Rivera Albarracín, 2022). Este principio, recogido ya en los compromisos internacionales como el Acuerdo de París, ha sido traducido en políticas concretas a través del MTJ, una de las piezas clave del PVE.

El MTJ tiene como objetivo garantizar que ningún territorio ni persona se quede atrás. Para ello, moviliza al menos 100.000 millones de euros a través de tres instrumentos principales: el Fondo de Transición Justa, con 7.500 millones de euros que pueden multiplicarse por efecto de la cofinanciación; un pilar en el marco del programa InvestEU, que moviliza hasta 45.000

millones en inversiones; y un instrumento de préstamo para el sector público, creado junto al Banco Europeo de Inversiones (BEI), con una capacidad de entre 25.000 y 30.000 millones (Comisión Europea, 2020c).

Estos recursos están dirigidos principalmente a regiones intensivas en carbono, como las cuencas mineras, y sectores en los que la reconversión es más compleja, como la producción de energía con carbón o determinadas industrias pesadas. Los Estados miembros deben elaborar planes territoriales de transición justa, que identifican los retos sociales, económicos y ambientales específicos de cada región y orientan las inversiones hacia medidas como la formación profesional, la creación de empleo en sectores sostenibles, la rehabilitación energética de viviendas, la lucha contra la pobreza energética y la mejora del acceso a la energía limpia y asequible (Comisión Europea, 2020c). En otras palabras, el MTJ permite traducir el principio de justicia climática en mecanismos concretos de apoyo, compensación y acompañamiento.

La dimensión social de la transición es clave no solo por razones éticas, sino también por razones políticas. El éxito del proceso depende de su legitimidad y del apoyo ciudadano. De ahí que iniciativas como el Fondo Social para el Clima o el refuerzo del pilar europeo de derechos sociales se consideren esenciales para sostener la cohesión en este periodo de transformación profunda (Comisión Europea, 2021b). Como señalaba el vicepresidente de la Comisión Europea entre 2018 y 2023, Frans Timmermans: “Debemos ser solidarios con las regiones más afectadas de Europa, como las cuencas mineras y otras, para garantizar que el Pacto Verde reciba el pleno apoyo de todos y pueda convertirse en una realidad” (Comisión Europea, 2020c), resaltando que la justicia es necesaria para que el PVE sea una realidad en la UE.

A pesar del impulso institucional al crecimiento verde, no han faltado voces críticas que cuestionan la viabilidad técnica, económica y ecológica de este modelo. Autores como Jason Hickel sostienen que no hay evidencia empírica suficiente para sostener que es posible un desacoplamiento

absoluto y a gran escala entre el crecimiento económico y la presión ecológica. Según estos análisis, continuar con el crecimiento del PIB global, incluso mediante mejoras tecnológicas, no basta para mantenerse dentro de los límites planetarios. Por el contrario, se plantea la necesidad de transitar hacia modelos poscrecimiento, centrados en la suficiencia, la redistribución y la resiliencia de los sistemas socioecológicos (Hickel, 2020).

Desde otra perspectiva, la economista Kate Raworth ha propuesto el modelo de la economía del donut, que sitúa el desarrollo económico en un espacio seguro y justo para la humanidad, delimitado por un suelo social (derechos básicos como salud, educación, vivienda) y un techo ecológico (los límites planetarios). Este enfoque enfatiza la necesidad de reorientar las políticas económicas no hacia el crecimiento como fin en sí mismo, sino hacia el bienestar dentro de los límites del planeta (Ross, 2020).

Asimismo, desde los movimientos sociales y la economía social se han desarrollado propuestas que entienden la energía como un bien común y promueven modelos de gobernanza descentralizada, democrática y local. Las Comunidades Energéticas Europeas, apoyadas por la Comisión, permiten que ciudadanos, cooperativas, autoridades locales y pequeñas empresas participen activamente en la generación, gestión y consumo de energía renovable. Estas iniciativas no solo tienen impactos positivos en términos de reducción de emisiones, sino que también fomentan la cohesión territorial, el empoderamiento ciudadano y la democratización de la transición (Atutxa Ordeñana, Aguado Muñoz & Zubero Beascochea, 2022).

En definitiva, la transición energética y ecológica que promueve la UE es mucho más que un proceso tecnológico. Supone una transformación estructural de las economías y sociedades, en la que se entrecruzan dimensiones económicas, sociales, políticas, culturales y ecológicas. El debate entre crecimiento verde y poscrecimiento, las tensiones geopolíticas por el control de materias primas, la viabilidad de nuevos vectores energéticos y la necesidad de justicia territorial y social forman parte

inseparable de este complejo proceso. La manera en que se gestionen estas tensiones y contradicciones determinará no solo el éxito o fracaso del Pacto Verde Europeo, sino también la capacidad de Europa para ejercer un liderazgo transformador en un mundo en crisis. Esta complejidad se articula, de forma estructurada, en torno a cinco grandes principios y una serie de instrumentos institucionales clave, que se resumen en Figura 2.1.



Figura 2.1. Principios, políticas y objetivos del PVE
Fuente: Elaboración propia a partir de documentos de la UE.

Capítulo III. Marco metodológico

El análisis de la compatibilidad entre la transición energética europea, impulsada por el Pacto Verde y el crecimiento económico sostenible de los Estados Miembros requiere de un enfoque metodológico que combine la solidez analítica con una sensibilidad hacia las diferencias estructurales dentro de la UE. Este marco metodológico se apoya en una estrategia de investigación mixta, cualitativa y cuantitativa, basada en el estudio comparado, y busca identificar patrones, contrastes y consecuencias tanto a nivel sectorial como regional.

La elección de un enfoque mixto responde al carácter multidimensional del objeto de estudio. Por una parte, se requiere interpretar marcos normativos y estrategias políticas en torno al crecimiento verde, lo cual exige una perspectiva cualitativa basada en el análisis documental. Por otra parte, es necesario evaluar empíricamente el impacto económico de las políticas de descarbonización, para lo cual se aplicarán técnicas de análisis cuantitativo basadas en indicadores socioeconómicos y energéticos estandarizados.

i. Revisión documental y análisis cualitativo

En la dimensión cualitativa, se realizará una revisión exhaustiva de documentos normativos y estratégicos de la UE, incluyendo comunicaciones oficiales de la Comisión Europea, resoluciones del Parlamento Europeo y estrategias sectoriales como REPowerEU o Fit for 55. Esta documentación permitirá comprender cómo la UE ha articulado la transición energética no solo como una política climática, sino como un proyecto de transformación económica y social de largo plazo. También se incluirán estudios académicos críticos sobre el modelo de crecimiento sostenible propuesto por la UE y sus implicaciones en la cohesión territorial, la competitividad industrial y la justicia social. Asimismo, se analizará la relevancia emergente del hidrógeno verde como vector estratégico en la transición energética, destacando sus implicaciones económicas y geopolíticas.

ii. Análisis comparado: norte vs sur de Europa

Para abordar las desigualdades estructurales dentro de la UE, el trabajo adopta un enfoque comparado entre Estados Miembros del norte y del sur. Esta división no solo responde a la geografía, sino también a variables económicas, industriales y energéticas. Mientras que países del Norte como Alemania, Países Bajos o Suecia presentan mayores capacidades tecnológicas y fiscales para liderar la transición, los del Sur, como España, Italia, Grecia o Portugal, que enfrentan mayores desafíos debido a su dependencia energética, sus estructuras productivas más vulnerables y menores márgenes presupuestarios

Este enfoque permitirá contrastar los niveles de inversión, el impacto sectorial de las políticas climáticas y la evolución de indicadores como el empleo verde o el peso de las fuentes de energía renovables en el mix energético de los países.

iii. Dimensión cuantitativa: indicadores e instrumentos

La dimensión cuantitativa del análisis se basa en el estudio de una serie de indicadores clave que permiten medir el impacto económico de la transición energética. Entre ellos destacan:

- Indicadores macroeconómicos: PIB, PIB sectorial, series temporales de Eurostat, etc.
- Indicadores energéticos: consumo energético total y por sectores, participación de las renovables en el mix energético y generación de energía por fuente renovable.
- Indicadores ambientales: emisiones de CO₂
- Indicadores sociales y laborales: empleo verde e índice de innovación.
- Indicadores de financiación y cohesión: deuda pública, tasa de dependencia energética, etc.

La elección de estos indicadores permite abordar la pregunta central del trabajo desde una perspectiva empírica: ¿hasta qué punto las políticas del

Pacto Verde fomentan un crecimiento económico sostenible, equilibrado e inclusivo dentro de la UE?

iv. Técnicas analíticas aplicadas

La investigación aplicará varias técnicas en el análisis de los datos cuantitativos:

- Modelado econométrico: modelo implementado con Python con el fin de capturar de forma integrada y cuantitativa el impacto de la transición energética y en el desempeño económico de una muestra de cuatro países de la UE, seleccionados mediante un índice creado a partir de indicadores relacionados con la transición energética y la economía de la UE.
- Análisis gráfico y de tendencias: mediante el uso de se visualizarán las diferencias y evoluciones en variables clave. El análisis de tendencias servirá para evaluar si las políticas aplicadas están teniendo un efecto transformador sostenible en las estructuras económicas y energéticas.

Se utilizarán Python y Excel para el procesamiento y visualización de los datos.

v. Limitaciones metodológicas

Aunque el enfoque mixto adoptado permite una visión holística del fenómeno estudiado, también presenta ciertas limitaciones.

En primer lugar, la disponibilidad y actualización de los datos puede variar entre países y sectores, lo que afectaría a la homogeneidad de las series comparadas. En segundo lugar, los efectos de la transición energética sobre el crecimiento económico son complejos y mediados por múltiples factores, por lo que establecer relaciones causales directas puede ser metodológicamente arriesgado.

Además, el análisis de los impactos del PVE sobre la competitividad económica se enfrenta al desafío de los efectos temporales. Muchos de los

beneficios se materializan en el largo plazo, mientras que los costes de ajuste se manifiestan de forma inmediata. Los efectos de las políticas pueden no ser inmediatos y, por lo tanto, difícilmente medibles a día de hoy. Esta asincronía debe ser tomada en cuenta en la interpretación de resultados.

En conclusión, la elección de un enfoque mixto y comparativo se justifica en la necesidad de comprender el proceso de transición energética en toda su complejidad estructural, política y económica. La UE es un espacio heterogéneo, y cualquier intento de evaluar su estrategia energética debe partir del reconocimiento de esa diversidad. Al integrar análisis normativos, cuantitativos y territoriales, este TFG busca no solo describir lo que está ocurriendo, sino también aportar herramientas críticas para mejorar la formulación de políticas públicas orientadas a una transición justa y eficaz.

Capítulo IV. Desarrollo del Análisis

- i. Análisis del Pacto Verde Europeo y sus principales medidas económicas

El PVE ha sido formulado como la piedra angular del nuevo modelo de crecimiento de la UE. Más que una estrategia climática, el PVE representa un intento de refundar el proyecto económico y político europeo a través de la sostenibilidad. Como ha señalado la Comisión Europea, se trata de una hoja de ruta para “transformar la UE en una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y competitiva” con el objetivo de alcanzar la neutralidad climática en 2050 (Comisión Europea, 2019, cit. en L’Hotellerie-Fallois et al., 2023). Esta transformación implica intervenir de forma transversal en los principales sectores económicos: energía, transporte, industria, edificación, agricultura y finanzas.

A diferencia de estrategias anteriores más fragmentadas, el PVE articula un enfoque integral que asocia sostenibilidad ambiental, equidad social y dinamismo económico. Esta triple ambición, climática, social y productiva, se traduce en medidas que van desde reformas regulatorias y marcos de inversión hasta programas de transición justa. Sin embargo, el diseño e implementación de estas medidas no está exento de tensiones: la UE se enfrenta a retos significativos de financiación, desigualdad territorial, dependencia tecnológica y adaptación institucional. Este análisis aborda precisamente la estructura económica del PVE, con el objetivo de desentrañar su coherencia interna y sus límites operativos.

- **Un marco normativo ambicioso: objetivos y arquitectura institucional**

El punto de partida jurídico del PVE lo constituye la Ley Europea del Clima, en vigor desde 2021, que fija legalmente el compromiso de la UE de reducir al menos un 55% de sus emisiones netas de gases de efecto invernadero para 2030 (respecto a 1990) y alcanzar la neutralidad climática en 2050. Esta ley convierte los objetivos políticos en obligaciones vinculantes y exige a los

Estados Miembros que presenten planes de acción coherentes a largo plazo (L'Hotellerie-Fallois et al., 2023).

Para operativizar estos objetivos, la Comisión lanzó el paquete legislativo Fit for 55, que incluye medidas fiscales, energéticas y de transporte. Entre ellas, destaca la reforma del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (RCDE), el nuevo MAFC, y la revisión de la Directiva sobre eficiencia energética. Estas medidas buscan no solo reducir emisiones, sino también mantener la competitividad de la industria europea frente a terceros países con estándares ambientales más laxos.

La ambición normativa se ha visto reforzada por el plan REPowerEU, adoptado tras la invasión rusa de Ucrania. Este plan introdujo una nueva dimensión geopolítica en la transición energética: reducir la dependencia de combustibles fósiles importados, especialmente del gas ruso, y acelerar la producción de energías renovables dentro del bloque (Álvarez et al., 2023; Rivera Albarracín, 2022). Con ello, el PVE dejó de ser una estrategia exclusivamente climática para convertirse también en una herramienta de soberanía energética.

- **Ejes económicos: inversión, innovación y reconversión estructural**

Uno de los pilares clave del PVE es el esfuerzo inversor. La Comisión ha estimado que será necesario movilizar al menos un billón de euros durante la década 2021-2030. Esta cifra combina fondos propios de la UE, cofinanciación nacional, inversiones privadas e instrumentos específicos como el Plan de Inversiones del Pacto Verde Europeo, el programa InvestEU o los préstamos del BEI (Comisión Europea, 2020b; Casu, 2021).

El PVE redefine así el papel del Estado y de las instituciones europeas como motores de inversión transformadora. A través del BEI, que actúa como “banco climático”, se canalizan recursos hacia proyectos verdes, infraestructuras sostenibles y tecnologías limpias. El objetivo no es solo

alcanzar metas climáticas, sino fomentar un nuevo modelo productivo basado en la innovación tecnológica, la digitalización y la circularidad. Ejemplos de ello son el desarrollo del hidrógeno verde, la movilidad eléctrica, la renovación energética de edificios y la expansión de las energías renovables (L’Hotellerie-Fallois et al., 2023; Álvarez et al., 2023).

A esto se suma la apuesta por la autonomía tecnológica y estratégica. La UE reconoce su vulnerabilidad en el acceso a materias primas críticas como el litio, el cobalto o las tierras raras, esenciales para baterías, paneles solares o turbinas eólicas. Esta dependencia ha motivado iniciativas como el Reglamento de la UE 2024/1252 sobre materias primas, y la diversificación de alianzas internacionales para garantizar cadenas de suministro resilientes, en especial con América Latina y África (Reglamento [UE] 2024/1252; Rivera Albarracín, 2022).

Pero el cambio estructural que plantea el PVE exige más que tecnología e inversión: también requiere una transformación de capacidades humanas e institucionales. El pacto por las capacidades se ha planteado como respuesta a la brecha de competencias: se prevé formar a 60 millones de europeos en habilidades verdes y digitales para 2030. Este componente de “capital humano” es esencial para sostener una reconversión inclusiva de los sectores más expuestos, como la automoción o la construcción. (Comisión Europea, 2020a; Rivera Albarracín, 2022)

- **Mecanismo para una Transición Justa: justicia territorial, transición asimétrica**

La aplicación del PVE en un espacio económico tan heterogéneo como la UE plantea desafíos fundamentales de equidad territorial. Si bien el objetivo de neutralidad climática es común, las condiciones estructurales de partida varían significativamente entre Estados Miembros. Esta desigualdad condiciona la capacidad real de implementar la transición y amenaza con reproducir o incluso agravar las brechas de desarrollo intraeuropeas.

Los países del norte y centro de Europa, como Alemania, Suecia o Países Bajos, cuentan con ecosistemas industriales más avanzados, mayor inversión en I+D y redes energéticas preparadas para integrar energías renovables. Por el contrario, Estados del sur y este, como Grecia, Bulgaria o incluso España, presentan estructuras más vulnerables, con alta dependencia energética, menor margen fiscal y sectores intensivos en carbono más arraigados (L’Hotellerie-Fallois et al., 2023; Comisión Europea, 2020b).

Para abordar esta brecha, la Comisión Europea ha articulado el MTJ, que incluye tres instrumentos principales, que se pueden observar en la Figura 4.1.



Figura 4.1. Instrumentos del Mecanismo para una Transición Justa
Fuente: Elaboración propia. (Comisión Europea, 2020c).

Primero, el Fondo de Transición Justa (7.500 millones de euros), segundo el componente específico de InvestEU (45.000 millones movilizados) y tercero, un nuevo instrumento de préstamo al sector público gestionado por el BEI (hasta 30.000 millones movilizados) (Comisión Europea, 2020c). Este mecanismo prioriza las regiones más afectadas por la descarbonización, como aquellas dependientes del carbón o con fuerte presencia de industrias intensivas en emisiones. Además, aporta ayuda en

términos de condiciones favorables en las inversiones y servicios de asistencia para el diseño y la implementación de PNRR (Comisión Europea, 2020c).

No obstante, varios informes advierten que la escala de financiación del MTJ sigue siendo limitada frente a la magnitud del reto. La transición ecológica no solo implica inversiones cuantiosas, sino también reconversión laboral, movilidad social y cohesión territorial. Si no se abordan adecuadamente los impactos sociales como el desempleo, la pobreza energética o el desplazamiento territorial, existe el riesgo de que la transformación verde genere resistencias sociales y alimenta la polarización política.

Desde esta perspectiva, la transición energética debe construirse desde una visión de justicia distributiva. Esto implica redistribuir no solo los costes, sino también los beneficios de la transición, garantizando que los territorios históricamente rezagados o más expuestos no queden atrás. En este sentido, la transición justa no es solo un principio ético, sino una condición política e institucional para la viabilidad del propio PVE (Rivera Albarracín, 2022).

- **Intervención de precios y mecanismos de corrección de mercado**

Un elemento innovador del PVE es su apuesta por mecanismos de mercado para corregir fallos estructurales y alinear los incentivos económicos con los objetivos climáticos. El caso más paradigmático es el RCDE, creado sobre el principio de “quien contamina, paga”. Este mercado impone un precio al carbono, obligando a las industrias cubiertas a adquirir derechos por cada tonelada de CO₂ emitida.

La reforma del RCDE dentro del paquete Fit for 55 ha ampliado su alcance y aumentado su ambición: se incluye ahora al transporte marítimo y se prepara un segundo régimen que cubrirá edificios y transporte por carretera. Además, se han eliminado progresivamente los derechos gratuitos de

emisión para sectores como la aviación y se ha creado un Fondo Social para el Clima con el objetivo de mitigar los impactos regresivos de la tarificación del carbono (Comisión Europea, 2021b).

Complementariamente, el MAFC busca evitar la “fuga de carbono” (*carbon leakage*) mediante la imposición de tarifas a las importaciones de productos con elevada huella de carbono procedentes de países sin regulación ambiental equivalente. Esta medida introduce una dimensión geoeconómica a la política climática europea y plantea interrogantes sobre su compatibilidad con las reglas del comercio internacional y sus efectos sobre países del Sur Global (Rivera Albarracín, 2022).

La lógica subyacente a estas herramientas es clara: introducir señales de precio que reflejen el coste ambiental real de la producción y el consumo. Sin embargo, su eficacia depende de factores clave como la estabilidad del precio del carbono, la previsibilidad regulatoria y la coordinación con otros instrumentos de política industrial y social. Además, estas medidas pueden tener efectos regresivos si no se acompañan de mecanismos redistributivos sólidos que protejan a los hogares más vulnerables.

- **Transición digital, innovación verde y liderazgo industrial**

El componente digital del PVE, aunque a menudo subestimado, es esencial para la transformación estructural que se propone. La eficiencia energética, la gestión inteligente de redes, la movilidad eléctrica y la monitorización ambiental requieren una profunda digitalización de las infraestructuras, los servicios públicos y los sistemas productivos. En este sentido, el PVE se articula también como un proyecto de reindustrialización inteligente.

La estrategia europea apuesta por la innovación en sectores clave como el hidrógeno verde, las tecnologías de captura de carbono, las baterías eléctricas y la economía circular. La *Alianza Europea de Baterías* o el Plan Industrial del Pacto Verde se inscriben en esta lógica: reforzar las

capacidades endógenas europeas en sectores estratégicos y evitar una dependencia estructural de actores como China o Estados Unidos (L’Hotellerie-Fallois et al., 2023; Comisión Europea, 2023).

La inversión en I+D se refuerza a través de programas como *Horizon Europe*, que dedica el 35% de su presupuesto a objetivos climáticos, y a través del fortalecimiento de los ecosistemas de innovación regionales (Comisión Europea, 2021a). Sin embargo, como advierte Jason Hickel (2020), la innovación verde no puede considerarse una solución mágica. Existen límites biofísicos al crecimiento, y el discurso del “crecimiento verde” puede convertirse en una nueva forma de legitimación de un modelo insostenible si no se acompaña de cambios estructurales en los patrones de consumo y producción.

En este contexto, la economía circular emerge como uno de los pilares más prometedores. El *Nuevo Plan de Acción para la Economía Circular*, aprobado en 2020, propone cerrar los ciclos de materiales, reducir el uso de recursos y fomentar el ecodiseño. La economía circular no solo reduce las emisiones y el uso de materias primas, sino que también genera empleo local, reduce la dependencia externa y refuerza la resiliencia económica (Comisión Europea, 2020a).

- **Costes económicos, tensiones sociales y límites del modelo de crecimiento verde**

A pesar de su ambición transformadora, la implementación del PVE conlleva importantes costes económicos y sociales que no pueden ser ignorados. La transición ecológica exige una reestructuración profunda de sistemas energéticos, cadenas productivas e infraestructuras que implica inversiones intensivas, cambios tecnológicos complejos y procesos de adaptación social desiguales.

Desde una perspectiva macroeconómica, se estima que para cumplir los objetivos climáticos de aquí a 2030 la UE necesita invertir alrededor de

260.000 millones de euros adicionales al año, lo que equivale a entre un 1,5% y un 2% del PIB europeo anual (Álvarez et al., 2023). Esta cifra abarca inversiones en renovables, transporte limpio, edificación sostenible, tecnologías de bajas emisiones y modernización de redes. Aunque muchas de estas inversiones generan retornos en el largo plazo, los costes iniciales son reales y generan presiones presupuestarias, especialmente en los países con menor capacidad fiscal.

En el plano industrial, sectores como el acero, el cemento, la aviación o la automoción enfrentan enormes retos de reconversión tecnológica. Adaptarse a nuevos estándares implica inversiones elevadas en tecnologías limpias aún no maduras o competitivas. En el caso del automóvil, por ejemplo, la electrificación puede reducir la demanda de componentes y empleo asociado a motores de combustión, lo que afecta a regiones industriales enteras, como el sur de Alemania o el norte de Italia.

El impacto social también es significativo. El cierre de minas, refinerías o centrales térmicas implica pérdida de empleos en sectores fósiles, con efectos en comunidades ya vulnerables. A ello se suman tensiones en torno a la pobreza energética, especialmente en zonas rurales donde la electrificación o el acceso a redes eficientes aún es limitado. Estos efectos pueden agravar desigualdades preexistentes y generar resistencias sociales si no se gestionan adecuadamente (Rivera Albarracín, 2022).

Por otro lado, la lógica del crecimiento verde ha sido cuestionada desde perspectivas críticas. Autores como Jason Hickel (2020) y Florian Ross (2020) en su artículo sobre la teoría de Kate Raworth argumentan que la idea de desvincular el crecimiento económico del uso de recursos y de las emisiones, también llamada “desmaterialización”, no está siendo confirmada empíricamente a la escala y velocidad necesarias. Aunque se han logrado mejoras en eficiencia, estas se ven contrarrestadas por efectos de rebote o por el aumento absoluto del consumo.

Desde esta mirada, el PVE corre el riesgo de replicar un modelo que

persigue el crecimiento económico sin poner en cuestión sus fundamentos extractivos. La economía del doughnut, propuesta por Raworth, sugiere un nuevo marco en el que el bienestar humano se sitúe dentro de un espacio seguro y justo, limitado por un techo ecológico y un suelo social. Aplicar este enfoque a la política europea implicaría priorizar objetivos como la suficiencia, la resiliencia comunitaria o la redistribución, más allá del simple aumento del PIB.

Asimismo, los límites ecológicos se hacen visibles en la creciente competencia por materiales críticos. La transición hacia renovables, baterías y electrificación masiva implica una presión sin precedentes sobre minerales como el litio, el níquel o el cobalto. Esta demanda puede generar nuevos conflictos territoriales, tensiones geopolíticas y amenazas a la biodiversidad, tanto dentro como fuera de Europa (L'Hotellerie-Fallois et al., 2023; Rivera Albarracín, 2022).

Finalmente, la transición energética tiene una dimensión global que la UE no puede ignorar. El diseño de políticas como el MAFC puede afectar negativamente a países exportadores del Sur Global, mientras que la búsqueda de materias primas críticas puede reproducir lógicas neocoloniales. Por ello, el liderazgo climático de la UE debe ir acompañado de una nueva ética de cooperación internacional, basada en la equidad, la corresponsabilidad y el respeto por los derechos sociales y ambientales en terceros países.

Como conclusión de este análisis, el PVE constituye la apuesta más ambiciosa de la UE por redefinir su modelo de desarrollo. Desde una perspectiva normativa, marca un punto de inflexión: integra sostenibilidad ambiental, competitividad y justicia social en una agenda coherente y legalmente vinculante. En el plano económico, despliega un arsenal de instrumentos (regulatorios, fiscales y financieros) para transformar la base productiva europea y situar a la UE como líder en la transición ecológica global.

Sin embargo, esta ambición se enfrenta a múltiples tensiones. Las desigualdades estructurales entre Estados Miembros, los costes de reconversión industrial, los riesgos sociales y los límites biofísicos del planeta imponen un marco de incertidumbre que obliga a repensar tanto los medios como los fines del proceso. La transición ecológica no puede entenderse como un proceso técnico y lineal, sino como una transformación política compleja que requiere justicia, solidaridad y deliberación democrática.

Este análisis ha puesto de relieve que el éxito del PVE no dependerá únicamente del cumplimiento de objetivos climáticos, sino de su capacidad para generar cohesión, reducir desigualdades y reorientar el crecimiento hacia parámetros sostenibles. En este sentido, el PVE no es solo una estrategia ambiental: es una encrucijada para el futuro del proyecto europeo.

ii. Impacto económico del Pacto Verde en los Estados Miembros

Como ya ha sido detallado en anteriores apartados, el PVE constituye una hoja de ruta común para todos los Estados Miembros, pero su implementación práctica evidencia profundas asimetrías estructurales entre ellos. Aunque el objetivo compartido de alcanzar la neutralidad climática en 2050 ofrece un horizonte cohesionado, el punto de partida de cada país varía considerablemente en términos de estructura productiva, dependencia energética, margen fiscal y capacidades institucionales, etc. (L’Hotellerie-Fallois et al., 2023). Estas diferencias condicionan tanto el ritmo como la profundidad de la transición y generan impactos económicos desiguales que deben analizarse críticamente. Pero no se trata únicamente de brechas productivas o institucionales: también existen desigualdades sociales profundas que influyen directamente en cómo se percibe y se acepta la transición energética en los distintos Estados Miembros.

La aplicación del PVE reconfigura el papel del Estado en la economía, al tiempo que impulsa una agenda de inversión pública y privada sin precedentes. La Comisión Europea ha estimado que la transición climática

requerirá movilizar al menos un billón de euros durante la presente década (Comisión Europea, 2020b). Esta inversión, sin embargo, no se distribuye de forma equitativa: depende de la capacidad de absorción y ejecución de los Estados Miembros, la robustez de su tejido empresarial y la madurez de sus sistemas energéticos.

El instrumento financiero más importante tras la pandemia, el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR), ha canalizado más del 30% de sus fondos hacia proyectos relacionados con el clima, a través de los Planes Nacionales de Recuperación y Resiliencia (PNRR). Sin embargo, el grado de ejecución ha sido desigual. Mientras que países como Francia y Alemania avanzaron rápidamente en inversiones estratégicas, otros como Bulgaria, Rumanía o incluso España han encontrado cuellos de botella institucionales y retrasos administrativos (L'Hotellerie-Fallois et al., 2023)

Además de las capacidades internas, la estructura económica determina el tipo de exposición al PVE. Economías con un alto peso del carbón (como Polonia), la automoción (como Alemania o Eslovaquia) o la agricultura intensiva (como España o Italia) se enfrentan a mayores costes de adaptación. En estas economías, sectores enteros deben reconvertirse, lo que implica riesgos de desempleo, desinversión y pérdida de competitividad si no se acompaña con políticas activas.

Frente a ello, el MTJ busca corregir estas desigualdades mediante la movilización de más de 100.000 millones de euros en regiones particularmente expuestas a la transición, estructurado en tres pilares: el Fondo de Transición Justa, el componente específico de InvestEU y una línea de préstamos del BEI al sector público (Comisión Europea, 2020c). Estos fondos financian reconversión industrial, formación profesional, mejoras en la eficiencia energética y lucha contra la pobreza energética.

Sin embargo, estudios recientes advierten que la escala del MTJ sigue siendo limitada frente a la magnitud del reto. Por ejemplo, solo el Fondo de Transición Justa prevé 20.300 millones de euros hasta 2027, cantidad que

deberá generar por sí sola más de 25.000 millones en inversiones adicionales, una expectativa ambiciosa dadas las dificultades operativas que enfrentan muchas regiones para diseñar y ejecutar proyectos transformadores (L'Hotellerie-Fallois et al., 2023).

Además, el impacto no se limita a las regiones con industrias fósiles. También afecta a aquellas con menor capacidad para aprovechar los beneficios del nuevo modelo energético. Las zonas rurales del sur y este de Europa, por ejemplo, enfrentan dificultades para integrar energías renovables descentralizadas o para electrificar su parque de viviendas debido a su estructura demográfica o a la falta de inversión previa (Rivera Albarracín, 2022). Esto genera una nueva forma de desigualdad energética que requiere intervención específica.

Este primer bloque ilustra cómo el impacto económico del PVE es marcadamente asimétrico. Las condiciones estructurales de partida, la orientación sectorial de las economías nacionales y la capacidad institucional para ejecutar políticas verdes configuran un escenario de transición que, si no se acompaña de mecanismos de solidaridad reforzada, puede erosionar la cohesión del proyecto europeo.

Pero más allá de los factores económicos y fiscales, la dimensión social de la transición energética presenta importantes asimetrías que merecen atención. La aceptación ciudadana de las políticas climáticas varía considerablemente entre países, y esta variabilidad está fuertemente condicionada por factores socioeconómicos, históricos y culturales. Mientras que en países del norte y oeste de Europa la transición verde goza de un respaldo social mayoritario, vinculado a una cultura cívica proambiental y a redes de protección social robustas, en países del sur y este, predomina una percepción más ambivalente o incluso escéptica hacia las medidas climáticas, especialmente cuando estas se asocian a nuevos costes energéticos o a restricciones laborales en sectores tradicionales (Rivera Albarracín, 2022).

Esta brecha en la percepción social se traduce en niveles distintos de movilización o apatía frente a la transición. Por ejemplo, mientras en algunas regiones se han desarrollado comunidades energéticas con fuerte arraigo local, en otras la instalación de infraestructuras renovables ha generado resistencias vinculadas al temor a la pérdida de control sobre el territorio o a la falta de beneficios directos para las poblaciones afectadas (Rivera Albarracín, 2021). La falta de participación efectiva y el déficit de pedagogía climática son factores que pueden intensificar la desconfianza y obstaculizar el despliegue de proyectos clave.

Asimismo, la pobreza energética y la exclusión social actúan como barreras estructurales para la apropiación social del PVE. En contextos donde los hogares ya destinan una parte significativa de sus ingresos a cubrir necesidades básicas, las políticas de tarificación del carbono o la electrificación obligatoria del parque de viviendas pueden percibirse como regresivas, aunque estén acompañadas de fondos compensatorios. El Fondo Social para el Clima (Reglamento [UE] 2023/955), diseñado para mitigar estos efectos, enfrenta desafíos de implementación en los países con menor capacidad administrativa y donde la confianza en las instituciones públicas es débil.

Estas desigualdades sociales, si no son abordadas con políticas de inclusión deliberada y participación ciudadana genuina, pueden convertirse en un factor de polarización política. La experiencia reciente en Francia con el movimiento de los “chalecos amarillos”, o los brotes de oposición a parques eólicos en España y Polonia, ilustran cómo la transición energética puede activar conflictos distributivos si no se percibe como justa y compartida (L’Hotellerie-Fallois et al., 2023). En este sentido, la transición no es solo un reto tecnológico o económico, sino también democrático y cultural.

La dimensión fiscal y de gobernanza es otro eje determinante en el impacto económico del PVE. La capacidad de cada Estado para cofinanciar proyectos, desplegar incentivos o asumir reformas estructurales varía de forma considerable. Países como Alemania o los Países Bajos han diseñado

paquetes nacionales complementarios al Plan Industrial del Pacto Verde (Comisión Europea, 2023), para apoyar la innovación tecnológica y reforzar su soberanía industrial. En cambio, Estados con menor margen fiscal, como Grecia, Portugal o Croacia, dependen en mayor medida de los fondos europeos, lo que puede ralentizar sus procesos de adaptación si no se refuerza la gobernanza común (L'Hotellerie-Fallois et al., 2023).

La distribución territorial de las inversiones revela otra capa del impacto económico del PVE. Las regiones con ecosistemas innovadores consolidados y acceso a capital se benefician más rápidamente de las oportunidades verdes, mientras que las zonas con estructuras productivas rezagadas o monoindustriales enfrentan mayores costes de reconversión. Esta brecha territorial puede agravarse si no se diseñan mecanismos de coordinación que vinculen el nivel nacional con el regional y el local (Rivera Albarracín, 2022).

Además, la transición energética también está redefiniendo los equilibrios dentro del mercado interior. El plan REPowerEU ha acelerado el desarrollo de energías renovables en países con alto potencial solar y eólico, como España y Portugal, posicionándolos como futuros exportadores netos de electricidad verde. Esto contrasta con economías más dependientes de las importaciones fósiles o con menor capacidad de transformación, como Hungría, Chequia o Eslovaquia, que podrían ver incrementada su vulnerabilidad energética si no se adaptan a tiempo (Rivera Albarracín, 2022).

En este escenario de transformación, el sector industrial aparece como uno de los más sensibles. La reconversión de industrias intensivas en carbono, como la siderurgia o la aviación, requiere inversiones elevadas en tecnologías limpias aún no plenamente maduras. A esto se suma la necesidad de garantizar el acceso a materias primas críticas, como el litio o las tierras raras, cuyo abastecimiento depende de cadenas globales sujetas a tensiones geopolíticas. Esta doble dependencia tanto tecnológica como material, afecta especialmente a los Estados sin capacidad de liderazgo

industrial propio (Álvarez et al., 2023).

El empleo, por su parte, representa una de las dimensiones más sensibles del impacto del PVE. Si bien la transición generará nuevos empleos en sectores emergentes como la rehabilitación energética o la economía circular, también implicará la desaparición de empleos en sectores fósiles o en procesos manufactureros tradicionales. Según estimaciones de la Comisión, la economía circular podría generar hasta 700.000 empleos netos para 2030 (Comisión Europea, 2020a). No obstante, la reconversión de perfiles laborales no es automática: requiere formación, inversión en capital humano y acompañamiento institucional, especialmente en los países con mayores tasas de desempleo estructural.

Esta desigual distribución de impactos pone de relieve el papel central del Fondo Social para el Clima, previsto para mitigar el efecto regresivo del nuevo sistema RCDE sobre hogares vulnerables y microempresas ((Reglamento [UE] 2023/955). Este fondo, financiado con recursos del mercado de carbono, está llamado a desempeñar un papel esencial en la legitimidad social de la transición. Pero su eficacia dependerá de la capacidad de cada Estado para diseñar políticas distributivas ambiciosas, alineadas con los principios de equidad territorial y cohesión social (L'Hotellerie-Fallois et al., 2023).

Por último, la dimensión comparativa permite identificar patrones de convergencia o divergencia económica entre Estados. Mientras que países del norte y oeste tienden a consolidar su liderazgo en tecnologías verdes, los del sur y este enfrentan mayores costes de adaptación y menor capacidad de absorción de beneficios. Esto hace necesario plantear el PVE no solo como una agenda ambiental o industrial, sino también como una política de convergencia estructural que articule instrumentos redistributivos potentes y estrategias diferenciadas por territorio.

Más allá del análisis sectorial o fiscal, la lectura comparada entre países resulta clave para entender el impacto económico del PVE en su conjunto.

Las divergencias estructurales existentes en el seno de la UE no son nuevas, pero la transición verde las pone en primer plano y las tensiona aún más. Si no se corrigen mediante políticas de cohesión eficaces, estas desigualdades pueden derivar en una Europa verde a dos velocidades.

Un estudio reciente del Banco de España subraya cómo los países del norte y centro del continente, como Suecia, Dinamarca, Alemania o Países Bajos, cuentan con ventajas acumuladas: alta inversión en I+D, elevada eficiencia energética, baja dependencia de importaciones fósiles y sistemas fiscales robustos. En cambio, Estados del sur y este presentan mayor exposición a sectores intensivos en carbono, menor innovación, escaso margen fiscal y mayores tasas de pobreza energética (L'Hotellerie-Fallois et al., 2023).

Estas diferencias también se reflejan en la forma en que cada país se posiciona ante el mercado interior verde. Mientras que Francia apuesta por liderar la transición industrial del hidrógeno, España promueve su potencial renovable como vector de reindustrialización verde, y Alemania busca reconvertir su potente industria del automóvil, otros países aún no han definido estrategias claras o carecen de los medios para ejecutarlas. En este contexto, las capacidades nacionales influyen directamente en quién puede apropiarse del valor añadido generado por el nuevo modelo.

La transición energética también plantea un reto democrático. Si los costes se perciben como inequitativos y los beneficios se concentran en determinadas regiones o grupos, la legitimidad del proyecto europeo puede resentirse. Ya se han registrado resistencias sociales en sectores laborales afectados o en comunidades que no perciben mejoras tangibles en sus condiciones de vida. De ahí la importancia de mecanismos como el Fondo Social para el Clima, los Planes Territoriales de Transición Justa o los PNRR, que deben diseñarse con criterios de justicia social, equidad territorial y participación ciudadana (Comisión Europea, 2020c).

La cohesión de la UE dependerá, en gran medida, de su capacidad para traducir la transición ecológica en un nuevo pacto económico y social

europeo. No basta con fijar metas ambientales ambiciosas; es imprescindible acompañarlas de una arquitectura fiscal, financiera y de gobernanza que repare las desigualdades existentes y no genere nuevas brechas. Esto exige ir más allá de la mera eficiencia técnica y asumir el carácter profundamente político de la transición.

En conclusión, el impacto económico del PVE en los Estados Miembros es heterogéneo, tanto en sus costes como en sus beneficios. Las diferencias en la estructura económica, la capacidad institucional, la posición geográfica y la disponibilidad de recursos determinan no solo el ritmo de implementación, sino también su sostenibilidad y legitimidad. Frente a ello, la UE debe reforzar sus mecanismos de solidaridad, desarrollar indicadores de convergencia ecológica y apostar por una política climática que no sea únicamente ambiciosa, sino también justa y cohesionadora.

Este análisis nos permite enlazar de forma natural con el siguiente apartado del capítulo: la reflexión sobre si el PVE y la transición energética son realmente compatibles con un modelo de crecimiento económico sostenible en el largo plazo, o si exigen, más bien, repensar los fundamentos del propio desarrollo económico europeo.

iii. Compatibilidad entre transición energética y crecimiento económico sostenible

El análisis desarrollado en los apartados anteriores ha permitido constatar que la transición energética impulsada por el PVE no se distribuye de forma uniforme en el espacio europeo. Las diferencias estructurales entre Estados Miembros configuran un escenario de impactos asimétricos, tanto en lo social como en lo económico. Esta heterogeneidad territorial y sectorial plantea una pregunta de fondo que trasciende la distribución de costes y beneficios: ¿es realmente compatible la transición energética con un crecimiento económico sostenido y equilibrado en el conjunto de la Unión? Responder a esta cuestión requiere ir más allá de un análisis cualitativo. Si bien los elementos normativos, institucionales y sociales son

fundamentales, resulta imprescindible incorporar una aproximación empírica que permita evaluar en qué medida la transformación ecológica está correlacionada, de forma positiva o negativa, con los resultados económicos de los países. En otras palabras, se trata de someter a prueba, con datos, el núcleo del discurso político del PVE: la posibilidad de reconciliar sostenibilidad y prosperidad.

Para ello, este apartado propone un enfoque analítico mixto que combina dos instrumentos complementarios. Por un lado, se construye un Índice de Preparación Estructural para la Transición Energética (IPETE) que va a permitir captar, de forma sintética y comparada, las condiciones estructurales de los Estados Miembros para afrontar la transición. Por otro, se plantea un modelo econométrico exploratorio que busca identificar patrones empíricos entre variables energéticas, estructurales y de desempeño económico en una muestra representativa de países europeos.

- **El índice IPETE como herramienta de diagnóstico**

La primera herramienta metodológica utilizada para analizar la compatibilidad entre transición energética y crecimiento económico es la construcción de un índice compuesto: el Índice de Preparación Estructural para la Transición Energética (IPETE). Este índice busca sintetizar en una sola medida la capacidad relativa de cada Estado Miembro para asumir los retos de la transición verde, a partir de tres dimensiones clave identificadas en la literatura especializada y en los documentos oficiales del proyecto europeo: innovación, sostenibilidad fiscal y dependencia energética.

Estas tres dimensiones han sido seleccionadas por su relevancia estructural. En primer lugar, el nivel de innovación es esencial para adoptar tecnologías limpias, desarrollar soluciones industriales sostenibles y absorber con éxito los fondos verdes disponibles. Este componente se ha medido mediante el European Innovation Scoreboard (EIS) 2024, que evalúa múltiples indicadores relacionados con I+D, digitalización y desempeño tecnológico a nivel nacional.

En segundo lugar, la sostenibilidad fiscal ha sido medida a través del ratio de deuda pública sobre PIB correspondiente al tercer trimestre de 2024. Este indicador permite estimar el margen de maniobra presupuestaria de cada Estado para cofinanciar proyectos de inversión verde, atender a los costes sociales de la transición o activar mecanismos de protección frente a shocks externos. En un contexto donde se prevé una movilización de hasta un billón de euros, la disponibilidad fiscal nacional es un factor clave (Comisión Europea, 2020b)

Por último, la dependencia energética ha sido evaluada mediante el porcentaje de energía importada sobre el total consumido. Este componente refleja la vulnerabilidad estructural de los países ante fluctuaciones geopolíticas o interrupciones en el suministro, así como su autonomía para implementar políticas energéticas sostenibles. En el contexto post-REPowerEU, reducir esta dependencia se ha convertido en un objetivo estratégico prioritario para la UE (L'Hotellerie-Fallois et al., 2023).

Con el fin de construir el índice final como se puede ver en el Anexo 1, cada una de las tres variables ha sido normalizada en una escala de 0 a 1. La innovación se trató como una variable positiva (mayor valor, mayor preparación), mientras que la deuda y la dependencia energética se consideraron variables negativas (mayor valor, menor preparación). Una vez homogeneizados los datos, se calculó la media simple de los tres componentes, obteniendo una puntuación final por país. Todo este procesamiento de los datos fue llevado a cabo en Python, como se puede consultar en el siguiente repositorio de GitHub [\[link\]](#) (Oriol, 2025).

Los resultados del IPETE muestran una clara división estructural entre los Estados del norte y del oeste europeo, por un lado, y los del sur y este, por otro. Países como Suecia, Dinamarca, Finlandia, Alemania y los Países Bajos se sitúan en la parte superior del ranking, evidenciando una alta capacidad de innovación, niveles relativamente bajos de deuda pública y escasa dependencia energética. En contraste, países como Grecia, Italia,

Bulgaria, Croacia o incluso España presentan puntuaciones significativamente más bajas, lo que refleja limitaciones estructurales importantes para encarar la transición verde con autonomía y eficacia.

Este patrón se visualiza claramente en los gráficos generados: un diagrama de dispersión que relaciona innovación (Figura 4.2) y dependencia energética muestra cómo los países más preparados tienden a agruparse en el cuadrante superior derecho, mientras que los menos preparados se concentran en el inferior izquierdo. El gráfico de barras del índice IPETE (Figura 4.3), por su parte, permite ordenar y comparar visualmente a los Estados Miembros, subrayando las diferencias estructurales que existen incluso dentro del mismo espacio económico-político.

La utilidad del IPETE no reside únicamente en su valor descriptivo. Este índice permite orientar la asignación de recursos, identificar prioridades políticas y establecer mecanismos compensatorios entre Estados. Si el objetivo del PVE es garantizar una transición justa y cohesionadora, herramientas como el IPETE pueden ayudar a determinar qué países o regiones necesitan un mayor acompañamiento financiero, técnico e institucional para no quedar rezagados. Además, el índice confirma empíricamente algunas de las conclusiones cualitativas desarrolladas en los apartados anteriores: que las condiciones estructurales de partida condicionan la capacidad de cada país para capitalizar la transición, y que una distribución equitativa de fondos requiere criterios objetivos de evaluación de vulnerabilidad y potencial transformador.

El IPETE, por tanto, no solo diagnostica la desigual preparación estructural entre Estados Miembros, sino que también plantea una advertencia de fondo: si no se reequilibran las capacidades nacionales, el riesgo de que la transición verde reproduzca o incluso acentúe las desigualdades existentes dentro de la Unión es real y tangible.

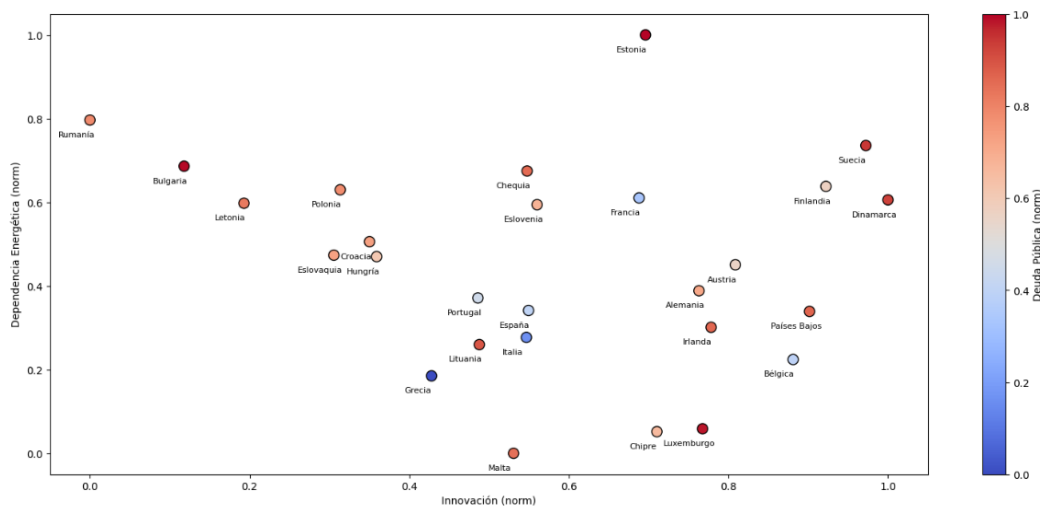


Figura 4.2. Distribución de los Estados Miembros de la UE según dependencia energética, innovación y deuda pública
Fuente: (Anexo 1). Elaboración Propia.

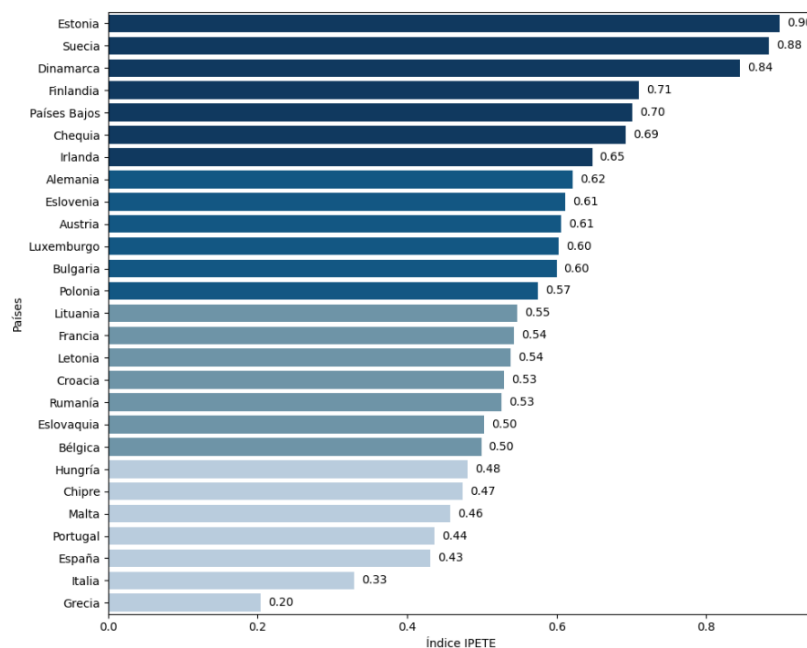


Figura 4.3. Ránking según el Índice de Preparación Estructural para la Transición Energética (IPETE)
Fuente: (Anexo 1). Elaboración Propia.

• Diseño del modelo exploratorio

Para completar el enfoque estructural propuesto por el IPETE, se ha diseñado un modelo empírico de base econométrica con el objetivo de analizar si existe una relación cuantificable entre la transición energética y

el desempeño económico en los Estados Miembros de la UE. Este modelo no pretende ofrecer una relación causal concluyente, sino explorar patrones de asociación que permitan identificar condiciones de compatibilidad o tensiones entre sostenibilidad y crecimiento económico en el marco del PVE.

La estrategia metodológica adoptada combina un enfoque transversal y uno de datos en panel. Se ha trabajado con una muestra representativa de cuatro países que ilustran distintos niveles de preparación estructural, tal como refleja el IPETE. Estos países son: Países Bajos, Alemania, Francia y España. La elección responde a criterios metodológicos (cobertura geográfica y diversidad estructural) y de disponibilidad de datos consistentes y comparables en el tiempo.

Los datos utilizados cubren un período amplio (1980–2022) y han sido extraídos y organizados en una base de datos longitudinal que incluye indicadores económicos y energéticos clave. Las variables seleccionadas se agrupan en dos bloques: variables dependientes, que miden el crecimiento económico, y variables explicativas, que aproximan distintos aspectos de la transición energética. A continuación, tenemos el listado de variables con sus respectivas referencias. La tabla construida a partir de estos datos se encuentra en el Anexo 2.

- Variable dependiente: crecimiento económico anual (% de variación del PIB) (Datosmacro,2024).
- Variables explicativas:
 - o Toneladas de emisiones de CO₂ por país y año (EDGAR, 2024),
 - o Porcentaje de energías renovables en el mix energético por país y año (Eurostat, 2025a),
 - o Peso de la industria, servicios y agricultura como % del PIB por país y año (World Bank, 2024).

Este conjunto de variables permite capturar distintas dimensiones de la transición energética: reducción de emisiones, transformación de la matriz

energética, reconfiguración sectorial y resiliencia estructural.

El modelo se plantea en dos niveles. En primer lugar, un análisis de correlaciones cruzadas permite identificar relaciones bivariadas entre variables, útil como exploración preliminar. En segundo lugar, se plantea una regresión múltiple (Ecuación 4.1) con datos en panel, en la que el crecimiento económico se modela como función de las variables explicativas mencionadas.

$$\text{Crecimiento}_{it} = \alpha + \beta_1 \text{Emisiones}_{it} + \beta_2 \text{Renovables}_{it} + \beta_3 \text{Industria}_{it} + \beta_4 \text{Servicios}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.1)$$

Donde:

- i representa el país,
- t el año,
- α es el término constante,
- $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ y β_4 son los coeficientes estimados,
- ε_{it} es el término de error.

Esta estructura permite analizar cómo varía el crecimiento económico según la evolución de las variables energéticas y estructurales, y si los países más preparados (según IPETE) presentan mayor capacidad para sostener el crecimiento mientras avanzan en descarbonización.

Es importante subrayar que este modelo no pretende capturar todas las dinámicas macroeconómicas de cada país, sino ofrecer una aproximación exploratoria que permita identificar patrones comunes o divergencias significativas. Dado el reducido número de países incluidos en la muestra ($n=4$), los resultados deben leerse como indicativos, no como pruebas definitivas de causalidad.

Pese a sus limitaciones, este enfoque permite visibilizar cómo interactúan, en la práctica, los objetivos climáticos y económicos en el marco europeo. Así, se aporta una capa empírica que refuerza el análisis cualitativo y estructural desarrollado en los apartados anteriores, y se anticipa a las conclusiones del capítulo siguiente, centrado en los resultados.

Capítulo V: Resultados

Este capítulo presenta los resultados obtenidos a partir de la estimación econométrica realizada con el objetivo de explorar la compatibilidad entre la transición energética y el crecimiento económico sostenible en la UE. Se ha utilizado un modelo de regresión lineal sobre datos de panel de varios Estados miembros entre 2000 y 2021, que relaciona la variación anual del PIB con variables que capturan tanto la estructura económica sectorial como el desempeño ambiental (véase resultados en Anexo 3).

Los resultados muestran que las variables directamente asociadas con la transición energética, como las emisiones de CO₂ per cápita y la cuota de energías renovables en el consumo final, no presentan relaciones estadísticamente significativas con la variación anual del PIB. Esto indica que, al menos en el horizonte temporal analizado, la transición energética no ha ejercido un efecto directo y medible sobre el crecimiento económico agregado en la UE. Sin embargo, la ausencia de significación estadística no debe interpretarse como una incompatibilidad estructural entre ambos procesos, sino más bien como una manifestación del carácter gradual y evolutivo de la transición energética. Es probable que los efectos económicos de estas políticas, al tratarse de transformaciones estructurales profundas, requieran más tiempo para consolidarse y hacerse evidentes en el crecimiento agregado.

Pese a la actual falta de relaciones concluyentes, los datos permiten extraer una evidencia empírica que refuerza la tesis de que la transición energética y el crecimiento económico no son excluyentes. En los cuatro países analizados, se observa una relación negativa entre el crecimiento del PIB y las emisiones de CO₂ per cápita (Figura 5.1), así como una relación positiva entre el crecimiento del PIB y la participación de energías renovables en el consumo final (Figura 5.2). Estas dinámicas, aunque observadas de forma descriptiva, sugieren que es posible avanzar simultáneamente hacia la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico, en línea con los objetivos del PVE.

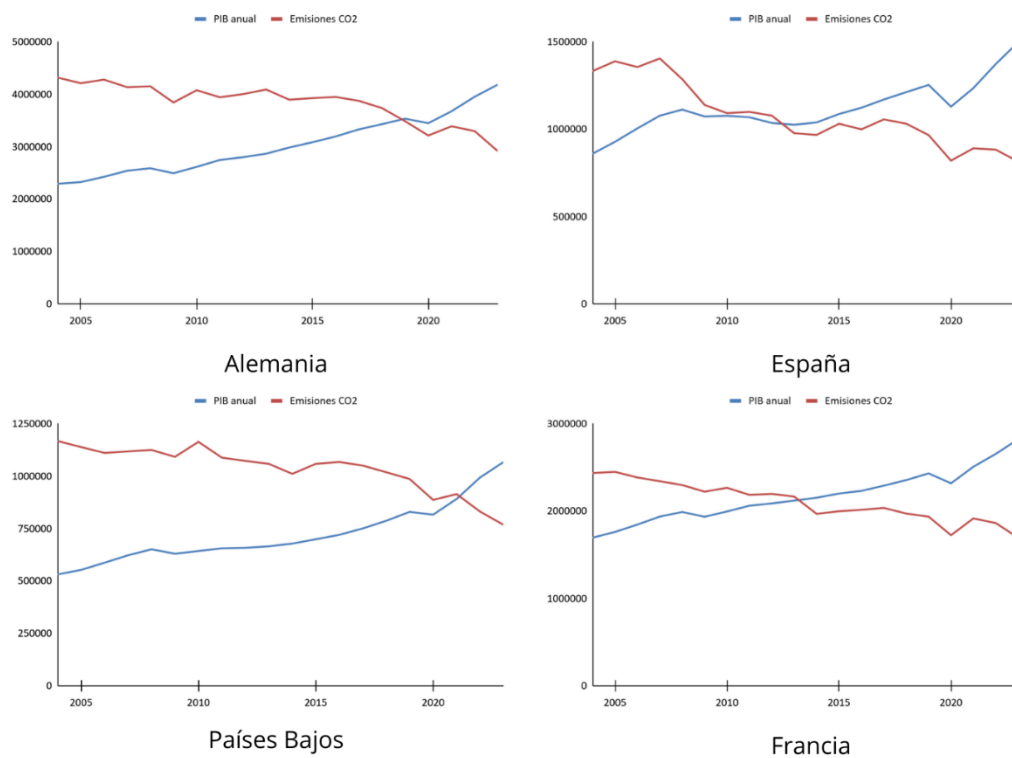


Figura 5.1. Relación entre el PIB y las emisiones de CO2

Fuente: Elaboración propia (Anexo 6). Datos Anexo 2.

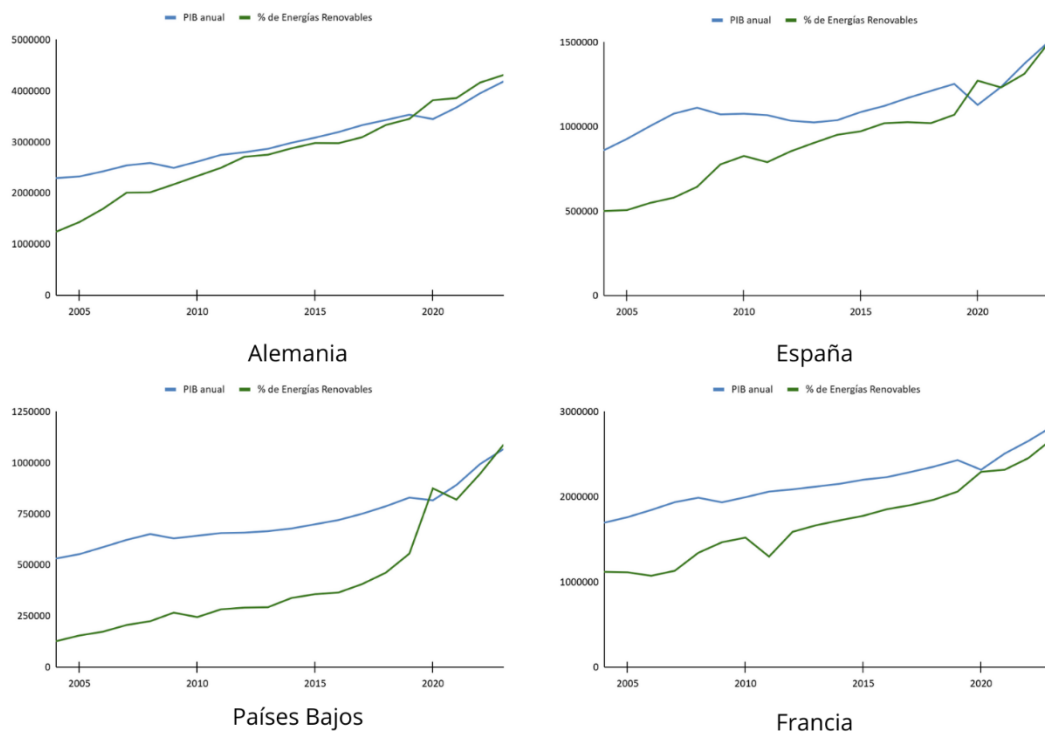


Figura 5.2. Relación entre el PIB y el porcentaje de energías renovables en el consumo final de energía

Fuente: Elaboración propia (Anexo 6). Datos Anexo 2.

Estas observaciones, tanto desde la evidencia econométrica como desde el análisis visual, invitan a plantear posibles trayectorias futuras que orienten la formulación de políticas públicas. Para ello, a continuación, se presentan tres escenarios prospectivos, optimista, neutro y pesimista, que permiten explorar cómo podrían evolucionar la transición energética y el crecimiento económico en función de distintos ritmos de implementación del PVE y sus impactos asociados. Estos escenarios ayudan a visualizar los riesgos, las oportunidades y las decisiones clave que determinarán si ambos procesos avanzan en convergencia o en tensión.

En primer lugar, en un escenario optimista, la UE lograría consolidar una transición energética rápida, equitativa y tecnológicamente eficiente. La cuota de energías renovables en el consumo final se incrementaría de forma sostenida gracias a la expansión de infraestructuras verdes, la reducción de costes tecnológicos y un entorno normativo predecible. Al mismo tiempo, las emisiones de CO₂ per cápita disminuirían de forma significativa, sin penalizar el crecimiento económico. El crecimiento se vería impulsado por nuevos sectores productivos, como el hidrógeno verde, las redes inteligentes o la rehabilitación energética de edificios. Se generarían empleos de calidad, mejoraría la seguridad energética y Europa reforzaría su autonomía estratégica. En este contexto, la transición energética actuaría como motor de transformación económica, favoreciendo un modelo de crecimiento sostenible, resiliente e inclusivo.

En segundo lugar, un escenario neutro describiría una situación intermedia, caracterizada por avances en la transición energética, pero de forma desigual entre países y sectores. Algunos Estados miembros adoptarían políticas ambiciosas y lograrían avances relevantes en renovables y eficiencia energética, mientras que otros mantendrían modelos dependientes de combustibles fósiles o enfrentarían barreras sociales, políticas o financieras. La reducción de emisiones sería parcial y los efectos sobre el crecimiento económico serían limitados. Aunque no se produciría un retroceso, tampoco se aprovecharían plenamente las oportunidades de transformación estructural. En este escenario, la transición avanzaría, pero sin generar un

cambio sistémico, y persistiría el riesgo de divergencias internas y pérdida de competitividad frente a otras regiones más coordinadas.

Por último, en un escenario pesimista, la transición energética se ralentizaría por falta de inversión, escasa coordinación entre niveles de gobierno o resistencias sociales frente a los costes de corto plazo. La dependencia de fuentes fósiles persistiría, agravada por tensiones geopolíticas o retrasos en la cadena de suministros críticos. La cuota de renovables se estancaría y las emisiones apenas descenderían. En este contexto, el crecimiento económico se vería comprometido, especialmente en aquellos países más expuestos a los vaivenes del mercado energético internacional. Aumentarían las desigualdades territoriales, sociales e intergeneracionales, y se deterioraría la cohesión europea en torno al objetivo climático común. La falta de liderazgo político y de visión a largo plazo limitaría la capacidad de respuesta ante la crisis ecológica y debilitaría la posición global de la UE.

En conjunto, este análisis pone de relieve que la compatibilidad entre transición energética y crecimiento económico no es una cuestión resuelta, pero tampoco está descartada. El modelo econométrico, si bien limitado en su capacidad explicativa, sugiere que no existe una penalización sistemática del crecimiento por avanzar hacia un modelo energético más limpio. A ello se suman indicios visuales que refuerzan la posibilidad de un desacoplamiento progresivo entre emisiones y PIB, especialmente en aquellos contextos con políticas climáticas activas.

A través de los escenarios planteados, se ha buscado ilustrar cómo las decisiones presentes, en materia de inversión, regulación, cooperación y equidad, definirán el alcance y la naturaleza del vínculo entre sostenibilidad ambiental y desarrollo económico. Este capítulo, por tanto, no cierra el debate, sino que abre el camino para una reflexión crítica y continua sobre el rumbo económico de la UE en la era del PVE.

Capítulo VI: Conclusiones

La transición energética que impulsa la UE en el marco del PVE representa una de las transformaciones más ambiciosas y estructurales emprendidas en su historia reciente. A lo largo de este trabajo se ha analizado su despliegue desde una perspectiva económica, institucional y empírica, articulando una doble aproximación: por un lado, el estudio del diseño y evolución de las medidas económicas clave, y por otro, una evaluación cuantitativa de su impacto en términos de sostenibilidad y crecimiento.

Los resultados del análisis permiten extraer una serie de conclusiones relevantes sobre el proceso de transición energética europea, su compatibilidad con el crecimiento económico sostenible y los marcos teóricos que permiten interpretar esta compleja relación. La primera gran conclusión es que la UE ha asumido un papel de liderazgo normativo y político en la lucha contra el cambio climático, lo que se refleja en su capacidad para articular un marco regulatorio coherente, con objetivos jurídicamente vinculantes y una batería de instrumentos económicos que acompañan la transformación hacia una economía baja en carbono. Desde la aprobación del Pacto Verde Europeo en 2019, la Unión ha vinculado de forma explícita la dimensión climática con la estrategia de crecimiento, presentando una propuesta de transformación estructural que pretende reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero en un 55 % para 2030 y alcanzar la neutralidad climática en 2050 (Comisión Europea, 2020b; Parlamento Europeo, 2024a).

En segundo lugar, el análisis empírico realizado con una muestra representativa de Estados miembros y una batería de indicadores agregados, en especial el índice IPETE, ha permitido confirmar que existe una base cuantitativa razonable para sostener que, en determinadas condiciones institucionales, es posible una cierta compatibilidad entre crecimiento económico y transición energética. Aunque la relación positiva no es uniforme entre países ni constante en el tiempo, se observa un patrón claro: aquellos Estados que han invertido de manera más decidida en energías

renovables, eficiencia energética e innovación han conseguido, en paralelo, sostener tasas positivas de crecimiento económico, creación de empleo y atracción de inversión, lo cual refuerza la hipótesis de que la transición energética puede actuar como catalizador de desarrollo en ciertos contextos.

Sin embargo, también han emergido importantes tensiones estructurales que cuestionan la viabilidad a largo plazo de este equilibrio. La literatura crítica, en especial desde la economía ecológica y el post-crecimiento (Hickel, 2020; Ross, 2020), advierte sobre los límites biofísicos del planeta y sobre la fragilidad de las promesas asociadas al desacoplamiento absoluto entre PIB y emisiones. Los hallazgos del trabajo no niegan esta advertencia, sino que la matizan: si bien se detectan formas moderadas de desacoplamiento en algunos países, estas se producen en un contexto de transición aún incipiente, y no garantizan su sostenibilidad futura si no se producen transformaciones estructurales más profundas en los patrones de producción y consumo.

Desde un enfoque institucional, se destaca la importancia de los mecanismos de cohesión territorial y justicia social como pilares fundamentales del proceso. El MTJ, el Plan de Inversiones del Pacto Verde Europeo y otros instrumentos financieros no son solo medidas complementarias, sino condiciones necesarias para asegurar la legitimidad política de la transición, reducir desigualdades territoriales y evitar que el coste de la transformación recaiga de forma desproporcionada sobre los sectores más vulnerables (Comisión Europea, 2020c; L’Hotellerie-Fallois et al., 2023). En este sentido, la dimensión social de la transición no puede considerarse una externalidad, sino una pieza estructural del modelo europeo.

Estas conclusiones encuentran anclaje en los marcos teóricos que han guiado este trabajo. Por una parte, el paradigma del desarrollo sostenible ofrece una base útil para entender la necesidad de integrar objetivos económicos, sociales y ambientales, y ha sido el marco predominante en la narrativa institucional de la UE. Por otra, los enfoques poscrecentistas y

ecológicos han permitido introducir una mirada crítica sobre las limitaciones del modelo actual, invitando a no asumir como inevitable ni deseable un crecimiento perpetuo, incluso en clave verde. Esta tensión entre marcos se ha convertido en una herramienta analítica valiosa para evaluar las políticas europeas sin caer en visiones ingenuas ni en negaciones simplistas.

Desde el punto de vista metodológico, el uso del índice IPETE como indicador compuesto ha sido útil para capturar de forma integrada el desempeño de los Estados miembros en la dimensión energética, climática y económica. El modelo de datos panel ha permitido realizar un análisis exploratorio riguroso, aunque limitado en complejidad por la disponibilidad de datos y por la necesidad de mantener un enfoque comparativo coherente entre países. En este sentido, la propuesta metodológica ha sido eficaz para los fines del trabajo, pero al mismo tiempo deja abiertas nuevas posibilidades para su desarrollo.

Precisamente a partir de estas limitaciones y de los resultados obtenidos, se puede trazar una agenda de investigación futura en al menos tres direcciones complementarias. La primera línea propone ampliar el análisis a la totalidad de los Estados miembros de la UE. Este trabajo ha trabajado con una muestra representativa, pero no exhaustiva. Incluir a todos los países permitiría detectar patrones regionales más complejos, evaluar la coherencia global del proceso de transición y visibilizar posibles divergencias, especialmente en aquellos Estados con estructuras económicas más dependientes de los combustibles fósiles o con menor capacidad fiscal para desplegar políticas climáticas ambiciosas.

La segunda línea apunta a la necesidad de desarrollar un modelo más complejo, incorporando un conjunto más amplio de variables a lo largo del tiempo. Sería especialmente relevante incluir indicadores de inversión verde, innovación tecnológica, dependencia energética, precios de la energía, calidad institucional, políticas fiscales verdes y distribución territorial del empleo. Asimismo, alargar la serie temporal permitiría captar

mejor los efectos acumulativos de las políticas, analizar los posibles rezagos en las variables dependientes y emplear técnicas econométricas más robustas, como modelos dinámicos o estructurales.

La tercera dirección que se propone es la incorporación de una visión de largo plazo que permita vincular los compromisos políticos de neutralidad climática a 2050 con trayectorias económicas sostenibles. Esto implicaría trabajar con marcos de simulación y prospectiva, como los utilizados por la Comisión Europea, y combinar escenarios normativos con análisis empíricos de impacto. Una visión de este tipo ayudaría a identificar puntos de inflexión, riesgos sistémicos y oportunidades transformadoras, ofreciendo herramientas útiles tanto para la investigación académica como para el diseño de políticas públicas.

Estas tres líneas no son alternativas entre sí, sino complementarias, y responden al mismo espíritu que ha guiado este trabajo: contribuir al debate sobre la transición energética desde una mirada empírica, crítica y comprometida con los desafíos del siglo XXI.

En conclusión, este trabajo ha mostrado que la transición energética europea es un proceso complejo, multifacético y en construcción, que combina oportunidades de transformación estructural con desafíos considerables en términos de equidad, sostenibilidad y gobernanza. La UE ha avanzado con decisión, pero el camino hacia una economía verdaderamente climáticamente neutra, justa e inclusiva aún está lejos de completarse. Si algo queda claro a partir de este análisis es que la transición energética no puede reducirse a una cuestión técnica o tecnológica: es, ante todo, una cuestión política, ética y social. En este sentido, el futuro de la transición verde dependerá tanto de las inversiones y las normativas como de la capacidad de las sociedades europeas para imaginar y construir modelos de bienestar compatibles con los límites del planeta y con los principios de justicia y solidaridad que fundamentan el proyecto europeo.

Referencias

- Álvarez, L., Amores, A., Povo, I., & Ramajo, G. (2023). *Acelerar la transición y la independencia energética en la Unión Europea*. Deloitte.
<https://www.deloitte.com/es/es/Industries/energy/about/accelerar-transicion-e-independencia-energetica-ue.html>
- Atutxa Ordeñana, E., Aguado Muñoz, R., & Zubero Beascochea, I. (2022). Hacia una transición energética justa e inclusiva: la contribución de la Economía Social a la conformación de las Comunidades Energéticas Europeas. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (104), 113–141. doi: 10.7203/CIRIEC-E.104.21474
<https://turia.uv.es/index.php/ciriecespana/article/view/21474/20560>
- Casu, Serena (2022). Supporting the Economic Development: The European Investment Bank from the Fifties to the Green Deal. *The Journal of European Economic History*, 51(3), 209–223.
<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/311355/1/1839507993.pdf>
- Comisión Europea. (2020a). *Nuevo Plan de Acción para la economía circular: Por una Europa más limpia y más competitiva* (COM(2020) 98 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0098>
- Comisión Europea. (2020b). *Plan de Inversiones del Pacto Verde Europeo: Movilizar la inversión para una Europa sostenible*. (COM(2020) 21 final) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0021>

Comisión Europea. (2020c). *El Mecanismo para una Transición Justa: Garantizar que nadie se quede atrás*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5469b951-3744-11ea-ba6e-01aa75ed71a1/language-es>

Comisión Europea. (2021a, 19 de marzo). *Horizon Europe: The EU Research and Innovation Programme 2021–2027* [Presentación]. <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>

Comisión Europea. (2021b). *Pacto Verde Europeo*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. <https://doi.org/10.2775/948427>

Comisión Europea. (2023, 1 de febrero). *Plan Industrial del Pacto Verde: liderazgo de la industria europea con cero emisiones netas* [Comunicado de prensa]. https://commission.europa.eu/document/41514677-9598-4d89-a572-abe21cb037f4_en

Comisión Europea. (2024). European Innovation Scoreboard 2024. [EIS interactive tool 2024 | Research and Innovation](#)

Consejo Europeo (2024). ¿Hasta qué punto dependen los Estados Miembros de las importaciones de energía?. [¿Hasta qué punto dependen los Estados miembros de las importaciones de energía? - Consilium](#)

Datosmacro.com (2024). Producto Interior Bruto por países. [PIB - Producto Interior Bruto 2025 | Datosmacro.com](#)

Emissions Database for Global Atmospheric Research (2024). *Greenhouse*

Gases Emissions and Climate. [EDGAR - The Emissions Database for Global Atmospheric Research](#)

Eurostat. (2024). Energy imports dependency (Data code: nrg_ind_id)

Eurostat. https://doi.org/10.2908/nrg_ind_id

Eurostat (2025a). Share of renewable energy in gross final energy consumption by sector (Data code: sdg_07_40). Eurostat.

https://doi.org/10.2908/SDG_07_40

Eurostat. (2025b). Datos Deuda Pública (Data code: gov_10q_ggdebt)

Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-euro-indicators/w/2-22012025-ap>

Eurostat. (2025c). Net electricity generation by type of fuel - monthly data.

(Data code: nrg_cb_pem). Eurostat.

https://doi.org/10.2908/NRG_CB_PEM

Hickel, J., & Kallis, G. (2019). Is green growth possible? *New Political Economy* 25(4), 469-486..

<https://doi.org/10.1080/13563467.2019.1598964>

Labenko, O., Sobchenko, T., Hutsol, T., Cupiał, M., Mudryk, K., Kocira, A., Pavlenko-Didur, K., Klymenko, O., & Neuberger, P.

(2022). Project Environment and Outlook within the Scope of Technologically Integrated European Green Deal in EU and Ukraine. *Sustainability*, 14(14), 8759.

<https://doi.org/10.3390/su14148759>

L'Hotellerie-Fallois, P., Manrique, M., & Bianco, D. (2023). *Las políticas de la Unión Europea para la transición verde, 2019-2024*

(Documento Ocasional No.2424). Banco de España.

<https://www.bde.es/f/webbe/SES/Secciones/Publicaciones/PublicacionesSeriadas/DocumentosOcasionales/24/Fich/do24>

López Antoranz, J. (2021). El hidrógeno verde en la Unión Europea: una vía necesaria para la transición energética. *Revista Española de Desarrollo y Cooperación*, (48), 13–33. <https://dx.doi.org/10.5209/redc.81174>

Oriol, T., (2025) Código de Python. Descargado de https://github.com/toriolg/TFG_RRII.git

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2021). *Reglamento (UE) 2021/1119 por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifican los Reglamentos (CE) n.o 401/2009 y (UE) 2018/1999 (Ley Europea del Clima)*. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 243, 1–17. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1119>

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2023). *Reglamento (UE) 2023/955 por el que se establece un Fondo Social para el Clima y se modifica el Reglamento (UE) 2021/1060*. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 130, 1–35. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32023R0955>

Parlamento Europeo. (2024a, 22 de julio). *Pacto Verde Europeo: clave para una UE climáticamente neutra y sostenible*. <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20180706STO07407/progreso-de-la-ue-hacia-sus-objetivos-de-cambio-climatico-infografia>

Parlamento Europeo. (2024b, 21 de febrero). *¿Cómo avanza la UE contra el cambio climático?* Noticias | Parlamento Europeo. [¿Cómo avanza la UE contra el cambio climático? \(infografía\) |](#)

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2024). Reglamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, por el que se establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales y por el que se modifican varios reglamentos. Diario Oficial de la Unión Europea, L 1252, 3 de mayo de 2024. <https://data.europa.eu/eli/reg/2024/1252/oj>

Rivera Albarracín, L. (2022). *Necesidad de una transición energética justa con las personas y la naturaleza: Una mirada a la transición energética europea* (Documentos de trabajo, N° especial FC/Oxfam Intermón, 4). Fundación Carolina & Oxfam Intermón. <https://doi.org/10.33960/issn-e.1885-9119.DTFO04>

Ross, F. (2020). *Kate Raworth – Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st Century Economist (2017)*. Regional and Business Studies. https://www.researchgate.net/publication/340685996_Kate_Raworth_-_Doughnut_Economics_Seven_Ways_to_Think_Like_a_21st_Century_Economist_2017

World Bank (2024). Value added of GDP by sector (Industry, Agriculture and Services) [Indicators | Data](#)

Zambrano González, K., & García-Aranda, C. (2022). El camino de la Unión Europea hacia la neutralidad climática: retos de la transición energética y ecológica tras el Pacto Verde Europeo. *Quaderns IEE: Revista de l'Institut d'Estudis Europeus*, 1(1), 199–213. <https://doi.org/10.5565/rev/quadernsiee.14>

Anexos

Anexo 1: Tabla formación índice IPETE. Elaboración propia a partir de los datos de Comisión Europea (2024) para los datos de EIS, de Consejo Europeo (2024) para los datos de tasa de dependencia energética y Eurostat (2025b) para los datos de Deuda Pública.

País	European Innovation Scoreboard (EIS)	Tasa Dependencia Energética	Deuda Pública / PIB 2024 Q3	EIS Norm.	Dependencia energética Norm,	Deuda Norm.	Índice (IPETE)
Bélgica	136	78	105,6	0,88	0,22	0,39	0,50
Bulgaria	50,6	37,8	24,6	0,12	0,69	1,00	0,60
Chequia	98,7	38,8	43,6	0,55	0,67	0,85	0,69
Dinamarca	149,3	44,8	33,6	1,00	0,61	0,93	0,84
Alemania	122,8	63,7	62,4	0,76	0,39	0,71	0,62
Estonia	115,3	10,5	24	0,70	1,00	1,00	0,90
Irlanda	124,5	71,3	42,4	0,78	0,30	0,86	0,65
Grecia	85,3	81,4	158,2	0,43	0,19	0,00	0,20
España	98,9	67,8	104,3	0,55	0,34	0,40	0,43
Francia	114,4	44,4	113,8	0,69	0,61	0,33	0,54
Croacia	76,6	53,5	59,7	0,35	0,51	0,73	0,53
Italia	98,6	73,4	136,3	0,55	0,28	0,16	0,33
Chipre	116,9	93	69,7	0,71	0,05	0,66	0,47
Letonia	59	45,5	47,7	0,19	0,60	0,82	0,54
Lituania	92	74,9	38,4	0,49	0,26	0,89	0,55
Luxemburgo	123,3	92,4	26,6	0,77	0,06	0,98	0,60
Hungría	77,6	56,6	76	0,36	0,47	0,61	0,48
Malta	96,8	97,5	45,3	0,53	0,00	0,84	0,46
Países Bajos	138,3	68	42,2	0,90	0,34	0,86	0,70
Austria	127,9	58,3	83,2	0,81	0,45	0,56	0,61
Polonia	72,5	42,7	53,5	0,31	0,63	0,78	0,57
Portugal	91,8	65,2	97,5	0,49	0,37	0,45	0,44
Rumanía	37,4	28,2	53,1	0,00	0,80	0,78	0,53
Eslovenia	100,1	45,8	66,9	0,56	0,59	0,68	0,61
Eslovaquia	71,6	56,3	60,3	0,31	0,47	0,73	0,50
Finlandia	140,6	42	81,5	0,92	0,64	0,57	0,71
Suecia	146,2	33,5	31,6	0,97	0,74	0,94	0,88

Anexo 2: Muestra de la base de datos empleada para el modelo econométrico ([link a GitHub](#))

Año	PIB Anual	%Var. PIB	País	Industry (including construction), value added (% of GDP)	Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP)	Services, value added (% of GDP)	CO2 emissions (t)	Share of renewable energy in gross final energy consumption by sector (%)
1980	130.206 M€	1.30%	Países Bajos	28,81	3,45	60,14	155.165.986	-
1981	136.706 M€	-0,80%	Países Bajos	29,25	3,87	59,57	154.247.292	-
1982	149.964 M€	-1,20%	Países Bajos	28,37	3,98	60,53	143.946.331	-
1983	159.886 M€	2,10%	Países Bajos	27,90	3,81	61,30	139.367.512	-
1984	169.509 M€	3,10%	Países Bajos	29,03	3,78	60,07	145.504.774	-
1985	176.249 M€	2,60%	Países Bajos	29,21	3,80	60,04	149.774.987	-
1986	189.872 M€	2,80%	Países Bajos	27,00	3,93	61,97	152.111.229	-
1987	196.984 M€	1,90%	Países Bajos	25,68	3,88	63,42	156.376.180	-
1988	205.380 M€	3,40%	Países Bajos	25,80	3,84	63,20	156.368.080	-
1989	217.305 M€	4,40%	Países Bajos	25,69	4,15	62,96	159.600.518	-
1990	232.228 M€	4,20%	Países Bajos	25,50	4,02	62,87	164.871.086	-
1991	245.429 M€	2,40%	Países Bajos	25,16	3,91	63,52	170.990.237	-
1992	259.913 M€	1,70%	Países Bajos	24,23	3,64	64,41	169.089.996	-
1993	279.629 M€	1,30%	Países Bajos	23,82	3,19	65,10	172.358.218	-
1994	296.155 M€	3,00%	Países Bajos	23,40	3,22	65,09	173.454.903	-
1995	346.510 M€	3,10%	Países Bajos	23,34	3,11	64,37	177.683.454	-
1996	355.624 M€	3,40%	Países Bajos	22,97	2,88	64,50	187.913.592	-
1997	368.474 M€	4,20%	Países Bajos	22,04	2,97	65,21	180.158.457	-
1998	392.001 M€	4,60%	Países Bajos	21,68	2,57	65,88	180.914.451	-
1999	420.143 M€	5,00%	Países Bajos	21,00	2,34	66,29	176.210.707	-
2000	452.191 M€	4,20%	Países Bajos	21,10	2,31	66,37	176.914.618	-
2001	482.941 M€	2,30%	Países Bajos	21,29	2,24	65,61	181.521.327	-
2002	502.901 M€	0,20%	Países Bajos	20,51	2,09	66,71	181.903.551	-
2003	514.901 M€	0,10%	Países Bajos	20,03	2,07	67,15	184.345.440	-
2004	531.573 M€	2,00%	Países Bajos	19,96	1,87	67,26	186.805.941	2,03
2005	553.122 M€	2,00%	Países Bajos	20,28	1,87	66,84	182.200.182	2,48
2006	587.444 M€	3,50%	Países Bajos	20,47	1,96	66,44	177.744.643	2,78
2007	622.775 M€	3,90%	Países Bajos	20,43	1,83	66,80	178.914.662	3,30
2008	651.299 M€	2,10%	Países Bajos	20,78	1,65	66,64	179.991.468	3,60
2009	630.173 M€	-3,70%	Países Bajos	19,58	1,57	68,38	174.780.747	4,27
2010	643.022 M€	1,30%	Países Bajos	18,95	1,79	68,79	186.173.491	3,92
2011	656.013 M€	1,80%	Países Bajos	19,32	1,60	68,89	174.130.394	4,52
2012	658.232 M€	-1,00%	Países Bajos	19,32	1,70	69,09	171.643.381	4,66
2013	665.567 M€	0%	Países Bajos	18,69	1,84	69,36	169.402.411	4,69
2014	678.627 M€	1,60%	Países Bajos	17,68	1,80	70,30	161.788.444	5,42
2015	699.175 M€	2,10%	Países Bajos	17,41	1,81	70,55	169.417.603	5,71
2016	720.175 M€	2,40%	Países Bajos	16,96	1,86	70,64	170.832.094	5,85
2017	750.861 M€	2,80%	Países Bajos	17,12	1,97	70,40	168.091.644	6,51
2018	787.273 M€	2,30%	Países Bajos	17,32	1,76	70,28	163.020.856	7,39

Anexo 3: Resultados del modelo

OLS Regression Results						
Dep. Variable:	Crecimiento	R-squared:	0.156			
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.111			
Method:	Least Squares	F-statistic:	3.462			
Date:	Sun, 15 Jun 2025	Prob (F-statistic):	0.0119			
Time:	06:55:46	Log-Likelihood:	176.99			
No. Observations:	80	AIC:	-344.0			
Df Residuals:	75	BIC:	-332.1			
Df Model:	4					
Covariance Type:	nonrobust					
	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
const	1.3267	0.365	3.639	0.001	0.600	2.053
Emisiones	-2.462e-12	2.05e-11	-0.120	0.905	-4.33e-11	3.84e-11
Renovables	9.884e-05	0.001	0.167	0.868	-0.001	0.001
Industria	-0.0132	0.004	-3.316	0.001	-0.021	-0.005
Servicios	-0.0154	0.004	-3.616	0.001	-0.024	-0.007
Omnibus:	43.209	Durbin-Watson:	2.210			
Prob(Omnibus):	0.000	Jarque-Bera (JB):	139.889			
Skew:	-1.728	Prob(JB):	4.20e-31			
Kurtosis:	8.480	Cond. No.	5.44e+10			

Anexo 4: Excel descargado de Eurostat en el que se han desarrollado para la Figura 1.1. [link](#)

Anexo 5: Excel descargado de Eurostat en el que se han desarrollado para la Figura 1.2: [link](#)

Anexo 6: Excel desarrollado a partir de la BBDD Modelo para las Figuras 5.1 y 5.2 del capítulo V: [link](#)

Declaración de Uso de Herramientas de IA Generativa en Trabajos Fin de Grado en Relaciones Internacionales.

Por la presente, yo, Teresa Oriol Guerra, estudiante de Relaciones Internacionales y Business Analytics (E-6 Analytics) de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "*¿Es compatible la transición energética con el crecimiento económico sostenible en la UE? Impacto del Pacto Verde Europeo en la Competitividad Económica de los Estados Miembros de la UE*", declaro que he utilizado la herramienta de IA Generativa ChatGPT u otras similares de IAG de código sólo en el contexto de las actividades descritas a continuación:

1. Sintetizador y divulgador de libros complicados: Para resumir y comprender literatura compleja.
2. Corrector de estilo literario y de lenguaje: Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.
3. Brainstorming de ideas de investigación: Utilizado para idear y esbozar posibles áreas de investigación.
4. Referencias: Usado conjuntamente con otras herramientas, como Science, para identificar referencias preliminares que luego he contrastado y validado.
5. Traductor: Para traducir textos de un lenguaje a otro.
6. Revisor: Para recibir sugerencias sobre cómo mejorar y perfeccionar el trabajo con diferentes niveles de exigencia
7. Interpretador de código: Para realizar análisis de datos preliminares.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para qué se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 16 de junio de 2025

Firma:



Teresa Oriol Guerra