



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ADE

Facultad de Administración  
y Dirección de Empresas /UPV

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Administración y Dirección de Empresas

Evaluación de los efectos de las políticas de  
descarbonización en la economía española

Trabajo Fin de Grado

Grado en Administración y Dirección de Empresas

AUTOR/A: Cáceres Cavero, Paula

Tutor/a: García Molla, Marta

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

## Resumen en español

Este Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo analizar el impacto de las políticas dirigidas a reducir las emisiones de carbono en diversos sectores económicos del país. El trabajo aborda el problema de cómo estas políticas afectan a la economía española en términos de competitividad, creación de empleo, y sostenibilidad ambiental, en un contexto en el que la transición hacia una economía baja en carbono es primordial para cumplir con los compromisos internacionales de la lucha climática.

El TFG se ubica en el ámbito organizacional del análisis macroeconómico y de políticas públicas, enfocándose en el estudio del impacto de la regulación gubernamental sobre sectores clave como la energía, el transporte y la industria. Además, se examinan las barreras tecnológicas, financieras y regulatorias que dificultan la implementación de estas políticas.

Los resultados alcanzados muestran que las políticas de descarbonización generan importantes beneficios económicos y sociales, como la creación de empleo en sectores verdes y la mejora de la calidad de vida. Sin embargo, se identifican desafíos, particularmente en la adaptación de las industrias más emisoras y en la necesidad de mejorar el marco regulatorio para facilitar una transición más efectiva y equitativa hacia una economía sostenible.

**Palabras clave:** *descarbonización, sostenibilidad y energías renovables.*

## Resumen en inglés

This Final Degree Project aims to analyse the impact of policies aimed at reducing carbon emissions in various economic sectors of the country. The work addresses the problem of how these policies affect the Spanish economy in terms of competitiveness, job creation, and environmental sustainability, in a context in which the transition to a low-carbon economy is essential to meet international commitments to combat climate change.

The TFG is located in the organisational field of macroeconomic and public policy analysis, focusing on the study of the impact of government regulation on key sectors such as energy, transport and industry. In addition, it examines the technological, financial and regulatory barriers that hinder the implementation of these policies.

The results show that decarbonisation policies generate important economic and social benefits, such as job creation in green sectors and improved quality of life. However, challenges are identified, particularly in the adaptation of the most emitting industries and the need to improve the regulatory framework to facilitate a more effective and equitable transition to a sustainable economy.

**Keywords:** decarbonisation, sustainability and renewable energy.

## **Resumen en valenciano**

Este Treball de Fi de Grau té com a objectiu analitzar l'impacte de les polítiques dirigides a reduir les emissions de carboni en diversos sectors econòmics del país. El treball aborda el problema de com estes polítiques afecten l'economia espanyola en termes de competitivitat, creació d'ocupació, i sostenibilitat ambiental, en un context en el qual la transició cap a una economia baixa en carboni és essencial per a complir amb els compromisos internacionals de lluita contra el canvi climàtic.

El TFG se situa en l'àmbit organitzacional de l'anàlisi macroeconòmica i de polítiques públiques, enfocant-se en l'estudi de l'impacte de la regulació governamental sobre sectors clau com l'energia, el transport i la indústria. A més, s'examinen les barreres tecnològiques, financeres i reguladores que dificulten la implementació d'estes polítiques.

Els resultats aconseguits mostren que les polítiques de descarbonització generen importants beneficis econòmics i socials, com la creació d'ocupació en sectors verds i la millora de la qualitat de vida. No obstant això, s'identifiquen desafiaments, particularment en l'adaptació de les indústries més emissores i en la necessitat de millorar el marc regulador per a facilitar una transició més efectiva i equitativa cap a una economia sostenible.

**Paraules clau:** descarbonització, sostenibilitat i energies renovables.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. Introducción.....</b>	<b>6</b>
1.1. Contexto y Justificación.....	6
1.2. Objetivos.....	7
1.3. Metodología.....	7
1.4. Asignaturas de la titulación relacionadas con el TFG.....	8
1.5. Estructura del TFG.....	9
<b>2. Contexto.....</b>	<b>10</b>
2.1. Marco Conceptual.....	10
2.2. Importancia y necesidad de la descarbonización de la economía española.....	11
<b>3. Situación actual de la economía española en términos de carbono.....</b>	<b>17</b>
3.1. Marco Normativo: La política europea.....	17
3.2. Marco Normativo: Políticas implementadas hasta la fecha.....	21
3.3. Emisiones de gases de efecto invernadero en España.....	28
3.4. Sectores económicos más emisores.....	32
<b>4. Retos y obstáculos para la descarbonización en España.....</b>	<b>33</b>
4.1. Barreras tecnológicas y financieras.....	33
4.2. Factores políticos y regulatorios.....	37
<b>5. Potenciales beneficios de la descarbonización.....</b>	<b>38</b>
5.1. Económicos.....	38
5.2. Sociales.....	40
5.3. Ambientales.....	42
5.4. Análisis de escenarios futuros.....	43
<b>6. Estrategias y políticas para la descarbonización.....</b>	<b>47</b>
6.1. Planes y objetivos gubernamentales.....	48
6.2. Iniciativas del sector privado.....	54
6.3. Sectores clave para la descarbonización (energías renovables, transporte sostenible, industria y procesos productivos).....	60
<b>7. Conclusión.....</b>	<b>63</b>
<b>8. Bibliografía.....</b>	<b>65</b>
<b>9. Anexo.....</b>	<b>71</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Pérdidas económicas a causa de la contaminación del aire.....	<b>15</b>
<b>Figura 2.</b> Emisiones totales brutas de gases de efecto invernadero.....	<b>30</b>
<b>Figura 3.</b> Evolución de las absorciones netas en LULUCF.....	<b>31</b>
<b>Figura 4.</b> Emisiones en valor absoluto (cifras en kt CO <sub>2</sub> -eq).....	<b>32</b>
<b>Figura 5.</b> Emisiones de GEI por sector.....	<b>33</b>
<b>Figura 6:</b> Evolución de Emisiones GEI por Año y Escenario Previsto.....	<b>45</b>
<b>Figura 7:</b> Datos de emisiones de GEI y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 1990 y 2005.....	<b>46</b>
<b>Figura 8:</b> Evolución temporal de las emisiones de GEI desde 1990 hasta 2030 distribuida por sectores de actividad para el escenario WaM y agregada para el escenario WeM.....	<b>47</b>

## **1. Introducción**

### **1.1. Contexto y Justificación**

En las últimas décadas, el cambio climático ha emergido como uno de los mayores desafíos globales, impulsando a los países a replantear sus modelos económicos y energéticos. En este contexto, la descarbonización se ha convertido en una prioridad política y económica, especialmente para países comprometidos con los objetivos establecidos en el Acuerdo de París. Este compromiso global, que busca limitar el aumento de la temperatura media mundial, ha exigido la adopción de medidas concretas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y acelerar la transición hacia economías bajas en carbono.

En España, las políticas de descarbonización se han consolidado a través de instrumentos como el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), que marca una hoja de ruta para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> para 2030, con vistas a alcanzar la neutralidad climática en 2050.

La justificación de este estudio radica en la necesidad de evaluar los efectos socioeconómicos de estas políticas, ya que su impacto va más allá de la mera reducción de emisiones. La descarbonización influye en aspectos como la competitividad de las empresas, el crecimiento económico, la creación de empleo y la dependencia energética del exterior. Además, existen interrogantes sobre la capacidad de adaptación de sectores clave, como el industrial y el transporte, y sobre el coste económico y social que puede implicar esta transición.

Dado que las políticas de descarbonización están destinadas a tener un impacto a largo plazo, es crucial analizar cómo pueden maximizar los beneficios y minimizar las dificultades, asegurando que la economía española pueda seguir un camino de crecimiento sostenible. Este estudio pretende contribuir al debate académico y a la toma de decisiones, ofreciendo una evaluación integral de los efectos de estas políticas y de las oportunidades que representan para el país.

## **1.2. Objetivos**

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo principal evaluar los efectos de las políticas de descarbonización de la economía española. A través de este análisis se pretende esclarecer la capacidad de España para poder transicionar hacia la neutralidad climática manteniendo un crecimiento económico equilibrado y sostenible. Además del objetivo principal de este estudio, se han establecido objetivos más concretos que permiten aportar mayor profundidad al análisis:

- Comprender el marco legal y normativo europeo y nacional sobre las políticas de descarbonización y evaluar estudios previos que midan su impacto en la sociedad española.
- Cuantificar el impacto de las medidas en la sociedad, identificando tendencias en empleo, sectores productivos y costes asociados a la transición energética.
- Determinar los factores que dificultan una transición energética justa y sostenible, y las barreras políticas, tecnológicas y financieras a las que se enfrentan las empresas españolas.
- Identificar los factores para facilitar el cambio, como incentivos financieros, innovación tecnológica y formación laboral, así como los principales sectores cuya descarbonización es clave para avanzar hacia una economía más sostenible.

## **1.3. Metodología**

La metodología empleada en este trabajo ha sido mixta, combinando el análisis cualitativo con el cuantitativo. Este trabajo consiste en una exhaustiva investigación por lo que el primer paso consistió en revisar la literatura existente sobre las políticas de descarbonización tanto a nivel europeo como nacional. Se analizaron informes del PNIEC, la Ley de Cambio Climático y Transición Energética, así como documentos de la Unión Europea y estudios de organismos internacionales como la Agencia Internacional de Energía. La revisión documental también incluyó el análisis de estudios académicos sobre los impactos socioeconómicos tanto del efecto del cambio climático como de la descarbonización.

En cuanto al análisis cuantitativo, se utilizaron datos estadísticos provenientes de fuentes oficiales como el Ministerio para la Transición Ecológica y Forética. Se realizó un análisis de

indicadores socioeconómicos clave, como el crecimiento del PIB, empleo, y la dependencia energética, después de la implementación de las principales políticas de descarbonización.

Finalmente, se realizó un análisis de los posibles escenarios futuros en la economía española bajo diferentes grados de implementación de las políticas de descarbonización. Este análisis se apoyó en estudios de modelos energéticos y climáticos y ofreció recomendaciones sobre las áreas que requieren más atención para asegurar una transición exitosa.

#### **1.4. Asignaturas de la titulación relacionadas con el TFG**

Este trabajo está relacionado con la macroeconomía debido a la influencia significativa que las políticas de descarbonización ejercen sobre las principales variables económicas de un país. Al analizar los efectos de estas políticas en la economía española, se examinan aspectos clave como el crecimiento económico, el empleo, la inversión y la competitividad de los sectores productivos, todos elementos centrales del análisis macroeconómico.

La descarbonización implica una transformación estructural de sectores que son fundamentales para la economía, como la industria, la energía y el transporte, lo que afecta el producto interno bruto (PIB) y otros indicadores agregados. Además, las políticas de transición hacia una economía más sostenible requieren de inversiones públicas y privadas, afectando tanto la demanda agregada como la oferta a largo plazo. Por otro lado, la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles tiene un impacto directo en los precios y en la seguridad energética del país, aspectos clave de la macroeconomía. Asimismo, las políticas de descarbonización pueden influir en los niveles de empleo, ya que algunos sectores pueden experimentar una reconversión industrial, mientras que otros se verán fortalecidos por el desarrollo de nuevas tecnologías y fuentes de energía renovable.

## 1.5. Estructura del TFG

En primer lugar, es necesario establecer un marco conceptual en el que se defina el concepto de descarbonización para poder entender su importancia tanto económica como ambiental. Además, es fundamental acotar el tema principal del trabajo ya que la sostenibilidad engloba no solo la descarbonización, si no muchos esfuerzos coordinados como la circularidad y desigualdad social. Más adelante, en la importancia y necesidad de la descarbonización se argumenta al resaltar la urgencia de reducir las emisiones de carbono.

En segundo lugar, se procede a explicar el marco normativo europeo y español. Conocer la normativa europea es esencial para comprender la normativa española en materia de descarbonización, ya que proporciona el contexto necesario para interpretar las regulaciones a nivel nacional. Seguidamente se analizará la situación española en cuanto a las emisiones de GEI, evaluando las tendencias a lo largo de los años. Además, se identificarán los sectores económicos más emisores para luego elaborar un análisis posterior.

En tercer lugar, se identifican los retos y obstáculos de la descarbonización en España. Se exploran las barreras tecnológicas y financieras que dificultan la transición hacia una economía baja en carbono, incluyendo las limitaciones en tecnología y la falta de financiación adecuada. Los factores políticos y regulatorios abordan los obstáculos derivados de inconsistencias en las políticas y la insuficiencia de incentivos, así como las normativas poco claras que complican la implementación efectiva de medidas de descarbonización.

Más adelante, se analizarán los potenciales beneficios de la descarbonización tanto en el ámbito económico como en el social y ambiental. También se explorarán los posibles futuros escenarios, evaluando el impacto anticipado de las políticas actuales y proyectando cómo estas medidas podrían influir en el futuro económico y ambiental de España.

Por otro lado, se revisan los planes y objetivos gubernamentales futuros, como el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) y la ELP, que establecen las metas y estrategias para guiar a España hacia la descarbonización. Además, se procede a analizar las iniciativas por parte del sector privado, destacando las acciones que las empresas están tomando para reducir su huella de carbono y adoptar prácticas sostenibles.

Finalmente, se identifican los sectores claves para la descarbonización, como las energías renovables y el transporte sostenible, que son fundamentales para avanzar en la transición hacia una economía baja en carbono.

## **2. Contexto**

### **2.1. Marco Conceptual**

#### **Concepto de Descarbonización**

Combatir el cambio climático es un desafío complejo que involucra varios aspectos importantes y complementarios. La descarbonización, o la reducción de las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero, es fundamental para frenar el calentamiento global y se logra mediante una transición hacia energías renovables y tecnologías limpias. Sin embargo, esta transición debe realizarse para combatir las desigualdades sociales y garantizar que todas las comunidades, especialmente las más vulnerables, se beneficien de nuevas oportunidades económicas y no sufran las cargas desproporcionadas de los impactos climáticos. Debe ser una transición inclusiva y justa.

La gestión de residuos también desempeña un papel importante, ya que reducir, reciclar y reutilizar materiales puede reducir significativamente las emisiones de carbono, proteger los recursos naturales y mitigar la contaminación. Además, la conservación de la biodiversidad es importante para mantener los ecosistemas que regulan el clima y brindan servicios importantes, como el suministro de agua limpia y la polinización de cultivos.

Adaptarse al cambio climático mediante infraestructuras resilientes y prácticas agrícolas sostenibles también es importante para proteger a las comunidades de los ya inevitables efectos negativos del cambio climático. Finalmente, la educación ambiental y la conciencia ambiental son fundamentales para promover cambios de comportamiento a nivel individual y colectivo, promoviendo así estilos de vida sostenibles y la participación en la acción climática. Juntos, estos aspectos interrelacionados forman una estrategia integral para abordar el cambio climático de manera sostenible y equitativa.

El trabajo se centra principalmente en el aspecto de la descarbonización. No obstante, es fundamental tener en cuenta que la lucha climática es una tarea multifacética y que todos sus aspectos son complementarios. Por lo tanto, se trata de una acción coordinada que resultará en una economía circular.

La descarbonización implica reducir o eliminar significativamente las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases de efecto invernadero (GEI) de la atmósfera. Para evitar un aumento de la temperatura global de más de 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales, muchos países han fijado como objetivo alcanzar cero emisiones netas de GEI para 2050. Esto significa que las emisiones de GEI deben equilibrarse con la cantidad equivalente eliminada de la atmósfera. (IBM, n.d.)

El primer paso en la descarbonización es reducir drásticamente las emisiones de GEI provenientes de actividades humanas. Para las emisiones residuales que no se pueden eliminar, deben implementarse medidas para capturarlas y eliminarlas de la atmósfera. (IBM, n.d.)

La descarbonización abarca todas las emisiones de GEI, incluyendo dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hexafluoruro de azufre, trifluoruro de nitrógeno, perfluorocarbonos e hidrofluorocarburos, cuyo impacto se mide por su potencial de calentamiento global (GWP), expresado en equivalentes de CO<sub>2</sub>. (IBM, n.d.)

## **2.2. Importancia y necesidad de la descarbonización de la economía española**

El problema mundial del cambio climático ha ido creciendo en importancia a lo largo de los años. Supone una amenaza para el desarrollo de una economía sostenible, además de representar uno de los mayores retos ambientales cuyos efectos repercutirán en la economía mundial, la salud y el bienestar social. Su impacto ya lo están sufriendo las generaciones actuales, pero empeorará si no se convierte en un problema de importancia primordial. No solo es necesario que se actúe inmediatamente para reducir las emisiones de GEI del país, sino que también debemos encontrar nuevas formas de adaptarnos al cambio climático y a las transformaciones que va a suponer en nuestra economía.

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos de Cambio Climático (IPCC), en la contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Sexto Informe de Evaluación, el agravamiento del calentamiento global se atribuye inequívocamente a las acciones humanas. Entre ellas, las que más contribuyen al calentamiento global son: la generación de energía a través de la explotación de los combustibles fósiles, la producción de alimentos en lo que se incluye también la deforestación, y, por último, los estilos de vida y los patrones de consumo y producción entre regiones, entre países y dentro de ellos, y entre individuos. ( Naciones Unidas, n.d.) (Lee & Romero, 2023)

La temperatura global de la superficie ha aumentado hasta alcanzar un 1,1°C por encima de 1850-1900 en 2011-2020 y ha sido la década más cálida jamás registrada. Esta ha crecido más rápidamente desde 1970 que en cualquier otro periodo de 50 años en al menos los últimos 2000 años. (Lee & Romero, 2023) El calentamiento global causado por la actividad humana está incrementándose actualmente a un ritmo de 0,2 °C por década. (Comisión Europea, n.d.) En este último año, desde febrero de 2023 hasta enero de 2024, el calentamiento global ha superado los 1,5°C por primera vez. (Poynting, 2024)

La quema de combustibles fósiles es la base de nuestra economía actual. Su demanda supone el 80% de la demanda actual de energía primaria a nivel mundial. (Naciones Unidas, n.d.) En España, a pesar de liderar la bajada en 2019, la demanda subió tres años consecutivos hasta situarse en 72,5% en 2022. (Vélez & Sánchez, 2024) Según la Agencia Internacional de Energía, la demanda agregada de combustibles fósiles a nivel mundial llegará a su máximo alrededor del 2030. Para el 2024, se estima que la demanda mundial de petróleo aumente en 2,2 millones de barriles diarios. En la evaluación comparativa mundial de Net Zero Tracker que recoge las promesas de eliminación progresiva de la exploración, producción y/o uso de carbón, petróleo o gas de 1,525 entidades, se observa que solo el 13% de los países con objetivos netos cero se han comprometido. (Acosta, 2023) En cuanto a la descarbonización, Europa lidera con un 27% de empresas con objetivos netos cero que están comprometidos, en comparación con Norteamérica con un 9%.

La descarbonización es un imperativo medioambiental, además de económico y geopolítico. Con ella podremos dejar de depender de las importaciones de gas ruso y lo que conlleva. Sin

el desarrollo de las energías renovables, el efecto del actual conflicto bélico entre Rusia y Ucrania hubiera sido mucho peor y las importaciones de su gas serían mayores. Además, se ha estudiado que la generación de energía a partir de fuentes renovables sigue ganando en competitividad dado su coste de generación de electricidad. (García, 2022)

El cambio climático produce varios efectos sobre la economía global. Este ejerce influencia directa e indirectamente sobre los indicadores macroeconómicos del país. Las crecientes temperaturas y los fenómenos meteorológicos extremos, como los huracanes, interrumpen la actividad agrícola del país, lo que reduce la productividad de los cultivos y aumenta la volatilidad de los precios de los alimentos. Además, la paulatina elevación del nivel del mar acabará generando inundaciones en diferentes regiones del planeta, como en las pequeñas islas y en las ciudades costeras. De igual modo, se pueden producir sequías debido a los cambios extremos en los microclimas, lo que acentúa las pérdidas en las producciones agrícolas e incrementará el desplazamiento de las personas, reducirá el PIB y aumentará la pobreza de las regiones afectadas. (Cueva, 2014)

Las industrias más sensibles a las variaciones climáticas son: agricultura, pesca, agroindustria, agua, electricidad e infraestructura. Además de la pérdida de productividad existen otros costos para las regiones que también son extremadamente importantes, como son las pérdidas en biodiversidad, cultura, paisajes, impactos en desorden e intranquilidad social. Las pérdidas económicas no incluyen los impactos en salud y educación, así como la reducción de transacciones comerciales, los efectos sobre el turismo o el costo de oportunidad del capital que se pierde. (Cueva, 2014)

Más adelante, los consumidores cada vez son más conscientes de los efectos del cambio climático. Esta percepción de los consumidores está altamente relacionada con el nivel de desarrollo económico y social alcanzado por cada país. Por ejemplo, en Alemania las ventas de productos orgánicos están aumentando, y actualmente se ha consolidado como el mercado más desarrollado. Además, es el mercado con el mayor incremento en la demanda por este sector cuya participación del total de ventas de productos orgánicos de Europa es del 27%. Los consumidores europeos son muy sensibles al impacto que los productos ejercen sobre el medio ambiente. Según la encuesta del Eurobarometer, 8 de cada 10

ciudadanos de la Unión Europea considera que, “el impacto de un producto sobre el medio ambiente es un elemento importante a la hora de decidir qué productos comprar”. Los consumidores compran productos que se alinean con sus valores. (Cueva, 2014)

Si observamos el cambio climático desde un enfoque empresarial, podemos ver la trascendencia que tiene este en la estrategia empresarial a través del hecho de que las grandes empresas deben presentar anualmente sus informes de responsabilidad social y sostenibilidad. La producción manufacturera es una de las actividades más vinculadas con el cambio climático. A pesar de contribuir a la mejora de nuestra calidad de vida, el consumo no reconoce los costos ambientales involucrados ya que están externalizados. Tanto el sector público como el privado deben asumir las repercusiones de la contaminación y la pérdida de biodiversidad, así como la degradación de los paisajes naturales y el patrimonio cultural. El sector industrial depende principalmente de la extracción de recursos naturales y no hace uso a penas de materiales reciclados. Depende de la disponibilidad de energía y agua, y con frecuencia utiliza el espacio, la atmósfera, los ríos y los océanos para absorber los residuos que genera. (Cueva, 2014)

Más adelante, en la Tabla 1 podemos observar las pérdidas monetarias y el aumento de los gastos y costes en las empresas atribuibles a la contaminación del aire. Si consideramos otros aspectos, como son la contaminación del agua o la deforestación de los bosques, estas pérdidas podrían verse incrementadas.

**Figura 1.** Pérdidas económicas a causa de la contaminación del aire

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Costos por tratamiento médico de enfermedades debido a la contaminación</li><li>- Disminución de los ingresos por el ausentismo laboral</li><li>- Reducción de la productividad de la mano de obra</li><li>- Aumento de los costos de distribución por baja visibilidad</li><li>- Aumento de los costos de iluminación artificial</li><li>- Reparación de daños a edificios y otras estructuras</li><li>- Mayores costos de limpieza de los activos</li><li>- Pérdidas por daños a cosechas y vegetación ornamental</li><li>- Pérdidas por lesiones a animales de importancia económica</li><li>- Disminución del valor de las propiedades</li><li>- Costos adicionales de manufactura por contaminación de fuentes externas</li><li>- Pérdidas por la mala combustión de los hidrocarburos</li></ul> |
|---|

Fuente: (Cueva, 2014)

El cambio climático influye significativamente en las empresas al afectar los mercados en los que operan. Los mercados ecológicos desarrollados se vuelven especialmente atractivos, ya que combinan una alta demanda con estrictos estándares ambientales, lo que obliga a las empresas a mejorar constantemente su competitividad. Sin embargo, la intensa competencia puede ser un desafío. Por otro lado, los mercados ecológicos emergentes presentan oportunidades debido a su alta demanda y menores estándares ambientales, aunque los mercados ecológicos desfavorables son menos atractivos debido a las barreras de entrada creadas por altos estándares ambientales y baja demanda. Los mercados subdesarrollados, con bajos niveles de demanda y estándares ecológicos, presentan un desafío adicional, ya que requieren una gran inversión en ventas y publicidad, con posibles bajas tasas de retorno.

El cambio climático amenaza con alterar las condiciones en las que se producen y consumen numerosos bienes y servicios vitales para el bienestar económico. El comercio internacional puede aumentar la vulnerabilidad de algunos países al cambio climático al obligarlos a especializarse en productos en los que tienen una ventaja comparativa, mientras dependen de importaciones para satisfacer otras necesidades. Estos países podrían volverse vulnerables si el cambio climático interrumpe el suministro de los bienes y servicios que importan. Sin embargo, el comercio también puede servir como una solución para equilibrar las diferencias entre la oferta y la demanda, permitiendo a un país enfrentar la escasez de ciertos bienes y servicios recurriendo a aquellos países donde aún están disponibles. Por lo tanto, además de sus beneficios en la mitigación, el comercio puede desempeñar un papel crucial en ayudar a la humanidad a adaptarse a un futuro más cálido. (Cueva, 2014)

Existen tres efectos generados por el impacto de la apertura del comercio:

**Efecto de escala:** posibilidad de que aumenten las emisiones de GEI como consecuencia de una mayor actividad económica. Están directamente relacionadas las transacciones internacionales de comercio y las emisiones de GEI. (Cueva, 2014)

**Efecto de composición:** La influencia del incremento en el comercio y las variaciones de precios afecta la contribución de la industria, el comercio y los servicios al producto interno bruto de los países. Esto está vinculado a la emisión de gases de efecto invernadero, lo que subraya la importancia de considerar la dotación de recursos de cada país y el grado de industrialización de su economía. (Cueva, 2014)

**Efecto de tecnología:** Alude a la posibilidad de importar, de otros países, tecnología moderna y de punta para disminuir los niveles de emisión de los procesos de manufactura en la industria y las actividades de servicios que tienen un componente fabril (OMC Y PNUMA, 2009). De esta forma, el comercio internacional puede ayudar a enfrentar el cambio climático.

En cuanto a los efectos del cambio climático al comercio, este influencia los rendimientos de los recursos que la naturaleza ha dotado a cada país y, por lo tanto, cambia sus ventajas comparativas. Esto depende de la localización geográfica de cada país, lo que puede causar variaciones en el porcentaje de participación de las mercancías dentro de la composición del comercio internacional. Un claro ejemplo es el del sector agrícola. Los cambios en el clima pueden traer nuevas plagas o potenciar el desarrollo de otras que nunca habían demostrado ser un problema. Esta situación repercute en las cantidades que se cosechan y, por ende, en los ingresos por exportaciones. En el sector pesquero, cuando ocurre el fenómeno de El Niño, varias especies marinas, como la pota, migran hacia aguas más frías. En estas situaciones, los exportadores de pota deben buscar otros recursos hidrobiológicos para exportar, lo que impacta las transacciones en los mercados internacionales. (OMC Y PNUMA, 2009)

Otro de los efectos del cambio climático es la vulnerabilidad de las cadenas de suministro. Esto es 'La fragilidad del sistema de desplazamiento, carga y manipulación de un producto desde la compra de los insumos para producirlo, el manejo de inventarios, los medios de transporte y su distribución internacional.' Desastres naturales como maremotos, tifones, huracanes, tormentas, inundaciones y sequías pueden causar interrupciones en los servicios de puertos, aeropuertos, terminales terrestres y estaciones ferroviarias. Esto afecta

los tiempos de entrega de las mercancías en el mercado global y aumenta los costos logísticos asociados. En este contexto, tanto los funcionarios gubernamentales como los ejecutivos de empresas relacionadas con el comercio internacional deben desarrollar planes de contingencia para manejar situaciones inesperadas cuando ocurran desastres naturales.

Más adelante, el cambio climático puede influir en los impuestos que las empresas exportadoras o importadoras pagan al fisco. Las empresas que logren aprovechar de manera favorable las oportunidades generadas por el cambio climático podrían aumentar su rentabilidad y, en consecuencia, incrementar sus aportaciones fiscales. Por otro lado, las compañías cuya competitividad se vea afectada negativamente por el clima podrían experimentar una disminución en sus beneficios, enfrentar pérdidas, vender sus negocios o incluso liquidarlos, lo que sería perjudicial para el fisco. (OMC Y PNUMA, 2009)

### **3. Situación actual de la economía española en términos de carbono**

#### **3.1. Marco Normativo: La política europea**

Es fundamental comprender la normativa medioambiental europea para poder interpretar adecuadamente la legislación española, ya que muchas de las políticas y regulaciones nacionales están directamente influenciadas o derivadas de las directrices europeas. Esta interconexión asegura que las políticas medioambientales españolas estén alineadas con los objetivos y estándares europeos, promoviendo una gestión sostenible y coherente de los recursos naturales.

La Unión Europea ha desarrollado una diplomacia climática activa, avanzando hacia una mayor unidad entre sus Estados miembros y ejerciendo un impacto en las negociaciones climáticas desde la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1992. Internamente, la UE cuenta actualmente con 40 leyes climáticas, 12 políticas sobre el clima, 58 litigios relacionados con el clima y 31 objetivos climáticos (GRI, 2022). (MITECO, n.d.a)

Tres años después de la adopción de la CMNUCC, el IPCC publicó su Segundo Informe de Evaluación (1995), indicando que el clima ya estaba cambiando debido a las emisiones de gases de efecto invernadero. En la COP 1 (Berlín, 1995), los gobiernos reconocieron que sus compromisos iniciales no eran suficientes y, mediante el Mandato de Berlín, iniciaron nuevas negociaciones para compromisos más estrictos. Esto llevó a la adopción del Protocolo de Kioto en la COP 3 (Kioto, 1997), que impuso compromisos vinculantes de reducción de emisiones para países desarrollados y en transición. (Naciones Unidas, 1998) Las reglas detalladas del Protocolo se adoptaron en la COP 7 (Marrakech, 2001) en los Acuerdos de Marrakech, que son fundamentales para la implementación y cumplimiento del Protocolo de Kioto. Este protocolo establece los primeros objetivos jurídicamente vinculantes sobre la reducción de emisiones para los países desarrollados. El protocolo expiró en 2020. (Naciones Unidas, 1998)

En abril de 2013, la UE adoptó la primera Estrategia Europea de Adaptación, que estableció un marco para la adaptación al cambio climático. Esta estrategia tenía tres objetivos principales y ocho acciones orientadas a promover estrategias de adaptación en los Estados miembros, mejorar la toma de decisiones en esta área y fomentar la adaptación en sectores vulnerables. (Comisión Europea, 2013) La estrategia incluía documentos sobre temas específicos, como migración, adaptación en las costas, salud e infraestructuras, así como directrices para desarrollar estrategias de adaptación e integrarlas en programas de cohesión y desarrollo rural. (SEPG, n.d.)

En octubre de 2014, el Consejo Europeo acordó el marco de acción de la UE en clima y energía hasta 2030, estableciendo un objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero aplicable a toda la economía. Los principales objetivos eran:

- Reducir las emisiones de GEI en al menos un 40% respecto a 1990 para 2030, objetivo posteriormente aumentado al 55% en diciembre de 2020.
- Elevar la cuota de energías renovables en el consumo de energía final por encima del 27%, luego ajustado al 32%.
- Mejorar la eficiencia energética en al menos un 27%, objetivo que se incrementó al 32,5%.

- Asegurar un mínimo del 10% de interconexiones eléctricas para 2020 y del 15% para 2030.

Estos compromisos forman parte de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de la UE en el Acuerdo de París. (Naciones Unidas, 2016) Desde 2005, la UE trabaja en dos bloques sectoriales para alcanzar estos objetivos:

1. **Sectores intensivos en energía:** (electricidad, refinerías, siderurgia, cemento, papel, vidrio, cerámica) regulados por el Sistema Europeo de Comercio de Derechos de Emisión (EU ETS), con la meta de reducir sus emisiones en un 61% respecto a 2005. Estos sectores representan alrededor del 40% de las emisiones de la UE.
2. **Sectores difusos:** (edificación, transporte, agricultura, gestión de residuos, gases fluorados, y pequeña industria) regulados con objetivos nacionales y que deben reducir sus emisiones en un 40% respecto a 2005, representando cerca del 60% de las emisiones de la UE.

En noviembre de 2016, el Acuerdo de París entró en vigor con el objetivo de limitar el calentamiento global a por debajo de los 2 grados centígrados, en comparación con los niveles preindustriales. Este acuerdo funciona en un ciclo de cinco años de medidas cada vez más ambiciosas llevadas a cabo por los países. En 2020, los países elaboraron y presentaron sus planes de acción climática llamados Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC). Los países informan sobre las acciones que implementarán para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y alcanzar los objetivos del Acuerdo. Además, detallan las medidas que tomarán para aumentar su resiliencia y adaptarse a los efectos del cambio climático. (CMNUCC, n.d.)

Tras la integración de la política climática y energética, el futuro de la acción con respecto al clima y la energía viene dado por el Pacto Verde Europeo (PVE), aprobado en diciembre de 2019. Este pacto constituye el mayor paquete de medidas para la transición hacia una economía libre de carbono de la UE. El PVE es la base que guiará la actividad y el nuevo modelo económico del siglo XXI. (Consejo Unión Europea, 2019)

Las medidas del PVE también impactan las relaciones exteriores de la Unión, como con la propuesta de establecer un impuesto de carbono en frontera (Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono). Este impuesto, que es complicado de diseñar y aplicar para que cumpla con las normas de la Organización Mundial del Comercio (OMC), busca nivelar la competencia empresarial a nivel global y ser ambientalmente íntegro, reduciendo efectivamente las emisiones de gases de efecto invernadero. (Consejo Unión Europea, 2019)

Más adelante, en 2021, con la aprobación de la Ley Europea del Clima, se establece el objetivo de neutralidad climática para el 2050 en la UE y asienta una base para impulsar los esfuerzos de adaptación a los efectos del cambio climático, requiriendo que todos los Estados miembros implementen estrategias y planes de adaptación.

En ese mismo año, la Comisión Europea presentó el Paquete Fit for 55, un conjunto de propuestas legislativas diseñadas para actualizar la legislación de la UE y lanzar nuevas iniciativas que aseguren el cumplimiento del objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en al menos un 55% para 2030 respecto a 1990. (Consejo Unión Europea, 2021)

Las nuevas propuestas y revisiones del paquete Fit for 55 afectan tanto a los instrumentos de mercado como a las medidas regulatorias y persuasivas. El Fit for 55 abarca medidas de precios, objetivos, reglas y mecanismos de apoyo para la transición energética y climática. Entre las propuestas clave se encuentran la modificación y ampliación del mercado europeo de emisiones, acompañado por el Fondo Social para el Clima para proteger a los más vulnerables; la revisión de la regulación sobre el reparto de esfuerzos para sectores no incluidos en el mercado de emisiones; la reforma de los estándares para vehículos; la eliminación gradual de los vehículos con motor de combustión interna para 2035; nuevos objetivos para la adopción de energías renovables y la eficiencia energética; y cambios en la fiscalidad energética.

En febrero de 2021, la Comisión Europea adoptó una nueva Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático. Esta nueva estrategia busca construir una sociedad más resistente al cambio climático mediante la mejora del conocimiento sobre los impactos climáticos y las soluciones de adaptación, la intensificación de la planificación y evaluación

de riesgos climáticos, la aceleración de las medidas de adaptación y el fortalecimiento de la resiliencia climática a nivel mundial.

### **3.2. Marco Normativo: Políticas implementadas hasta la fecha**

El marco de la política energética y climática de España está determinado por la Unión Europea. España se ha comprometido a limitar o reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en el marco de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París y la Unión Europea. Algunos objetivos son compartidos con los otros 26 estados miembros de la UE, mientras que otros son específicos para cada país. Además, España ha establecido objetivos de reducción mediante la Ley 7/2021 de cambio climático y transición energética. (SEPG, n.d.)

Bajo el Protocolo de Kioto, la Unión Europea se comprometió a reducir sus emisiones en un 8% durante el período 2008-2012 en comparación con los niveles base. Este esfuerzo se distribuyó entre los Estados miembros, permitiendo a España aumentar sus emisiones en un 15% respecto a 1990 (para dióxido de carbono, metano y óxido nitroso) y 1995 (para gases fluorados). España adoptó su estrategia en el Real Decreto 1370/2006, estableciendo que las emisiones no deberían superar un 37% respecto al año base, considerando un 2% por absorción de sumideros y un 20% mediante créditos de carbono.

Durante 2008-2012, las emisiones de España fueron un 23,7% superiores al año base (un 17% menos que en 2005). Para cumplir con el Protocolo, España retiró unidades equivalentes a sus emisiones del Registro Nacional de Kioto.

Más adelante, el Paquete Europeo de Energía y Cambio Climático establece objetivos concretos para 2020 en energía renovable, eficiencia energética y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. La UE debe reducir sus emisiones en un 20% respecto a 1990. (MITECO, n.d.)

Este esfuerzo se divide en dos bloques:

1. **Sectores intensivos en energía:** Emisiones de sectores como generación, refino, siderurgia, fabricación de cemento, papel, vidrio y cerámica están reguladas por el

comercio europeo de derechos de emisión (Directiva 2003/87/CE). Estos sectores deben reducir sus emisiones en un 21% respecto a 2005 para 2020, sin un reparto específico entre estados miembros.

2. **Otros sectores:** Las emisiones de sectores no cubiertos por el comercio de emisiones deben reducirse en un 10% respecto a 2005, distribuyéndose el esfuerzo entre los estados miembros según la Decisión 406/2009/CE. España debe alcanzar una reducción del 10%.

Este periodo de 2013-2020 coincide con el segundo compromiso del Protocolo de Kioto, conocido como la Enmienda de Doha, donde la UE se comprometió a reducir las emisiones en un 20% respecto a 1990. El esfuerzo para lograr las reducciones de emisiones se divide en dos:

1. **Sectores intensivos en energía:** Las emisiones de sectores como generación, refino, siderurgia, fabricación de cemento, papel y cartón, vidrio y productos cerámicos, regulados por el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la UE, deben reducirse un 21% respecto a 2005 en toda la UE.
2. **Sectores difusos:** Las emisiones de los sectores no incluidos en el comercio de emisiones deben reducirse un 10% respecto a 2005. Este esfuerzo se distribuye entre los Estados miembros según la Decisión nº 406/2009/CE, y España debe lograr una reducción del 10%. (*El Protocolo De Kioto*, n.d.)

Por otra parte, los objetivos de reducción de emisiones para 2030 se establecieron inicialmente en las Conclusiones del Consejo Europeo de octubre de 2014 con el "Marco 2030". (Comisión Europea, 2014) En diciembre de 2020, el Consejo Europeo incrementó la ambición climática de este marco. La UE se comprometió a reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero en al menos un 55% para 2030, en comparación con 1990.

Este objetivo se divide en dos partes:

1. **Sectores sujetos al comercio de derechos de emisión y sector marítimo:** Estos sectores deben reducir sus emisiones un 62% respecto a 2005. Además, el transporte por carretera, los edificios y sectores adicionales deben reducir sus emisiones un 42% respecto a 2005.

2. **Sectores difusos:** Estos sectores deben reducir sus emisiones un 40% a nivel europeo respecto a 2005. España se ha comprometido a una reducción del 37,7% respecto a 2005.

La contribución de las absorciones netas se limitará a 225 millones de toneladas de CO2 equivalente, con el objetivo de aumentar el volumen de sumidero neto de carbono para 2030. Estos objetivos están alineados con el Acuerdo de París y se incluyen en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) que la UE ha enviado a Naciones Unidas.

Más adelante, la Ley 7/2021, de 20 de mayo, sobre cambio climático y transición energética, tiene como objetivo garantizar el cumplimiento de los compromisos del Acuerdo de París, facilitar la descarbonización de la economía española, y promover un modelo económico circular y sostenible. Busca asegurar el uso racional de los recursos y fomentar la adaptación a los impactos del cambio climático, además de impulsar un desarrollo sostenible que genere empleo digno y reduzca las desigualdades.

#### Obligaciones para las empresas:

- Las empresas cotizadas en mercados regulados, entidades de crédito, aseguradoras y reaseguradoras, y otras empresas que deben elaborar el estado de información no financiera, deberán presentar informes anuales sobre los riesgos asociados a la transición hacia una economía sostenible y las medidas adoptadas para enfrentarlos. (Pacto Mundial, n.d.)
- Las entidades financieras deberán publicar, a partir de 2023, objetivos específicos de descarbonización de sus carteras de préstamos e inversiones alineados con el Acuerdo de París. (Pacto Mundial, n.d.)
- Se establecerá reglamentariamente, dentro de un año desde la entrada en vigor de la ley, qué tipo de empresas deben calcular las emisiones generadas por su actividad. Estas empresas deberán elaborar y publicar un plan de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero con objetivos a cinco años, incluyendo medidas para lograrlos. Las empresas podrán compensar voluntariamente su huella de carbono. (Pacto Mundial, n.d.)

### Compromisos públicos:

La Ley fija cuatro objetivos nacionales mínimos para 2030:

1. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en al menos un 23% respecto a 1990.
2. Lograr una penetración de energías renovables en el consumo final de energía de al menos un 42%.
3. Alcanzar un sistema eléctrico con al menos un 74% de generación a partir de fuentes renovables.
4. Mejorar la eficiencia energética reduciendo el consumo de energía primaria en al menos un 39,5% respecto a la línea de base según la normativa comunitaria.

Además, la ley establece que antes de 2050, España deberá alcanzar la neutralidad climática y tener un sistema eléctrico basado exclusivamente en fuentes de energía renovables. (Pacto Mundial, n.d.)

Por otro lado, la Comisión Europea presentó a finales de 2016 el paquete de medidas denominado *“Energía Limpia para Todos los Europeos”* en el que se incluye el Reglamento 2018/1999 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima. En este se incluyen propuestas legislativas sobre la energía limpia y eficiente, además de reglas de gobernanza para la Unión de la Energía. Este paquete pretende desbloquear el potencial de crecimiento en Europa y aportar una certidumbre regulatoria para que se movilicen las inversiones que se han de llevar a cabo. (Comisión Europea, 2016)

El objetivo de esta iniciativa era facilitar el cumplimiento de los objetivos de la UE en 2030, los cuales son:

- Reducir las emisiones de GEI un 40% con respecto a 1990.
- Sobre el consumo de energía final bruta un 32% debe ser renovable.
- La mejora de la eficiencia energética de un 32,5%
- 15% interconexión eléctrica de los Estados miembros.

En 2018, la Comisión Europea actualizó su visión a largo plazo con el comunicado ‘Un Planeta limpio para todos’ en el que estableció la necesidad de que todos los Estados

miembros elaboren estrategias a largo plazo con una perspectiva de, al menos, 30 años. (Comisión Europea, 2018)

Con el fin de que todos los objetivos se consigan de forma coordinada entre los Estados miembros, este denominado 'paquete de invierno', recoge un Reglamento de Gobernanza que establece el procedimiento de planificación para conseguir las metas establecidas. Concretamente, demanda que todos los Estados miembros elaboren un Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC). Estos planes presentados por cada Estado miembro servirán para determinar el grado de cumplimiento y además para que la Comisión pueda establecer actuaciones en caso de que existan posibles desvíos. El Reglamento define un proceso repetitivo entre la Comisión y los Estados miembros e incluye un calendario de actualización de los planes cada 5 años. Establece, además, que cada Estado debe presentar informes de progreso cada 2 años y garantiza la continuidad del Plan más allá del 2030. (MITECO, 2020a)

El PNIEC 2021-2030 de España, identifica los desafíos y posibilidades de las cinco áreas clave de la Unión de la Energía: la reducción de emisiones, que abarca las energías renovables; la mejora de la eficiencia energética; la garantía de la seguridad energética; el fortalecimiento del mercado energético interno; y el impulso a la investigación, innovación y competitividad. Tiene como objetivo avanzar en la descarbonización y asentar unas bases para consolidar la trayectoria hacia una economía neutra en el horizonte 2050. (MITECO, 2020a)

Uno de los principios fundamentales del Plan es la eficiencia energética. Dado que tres de cada cuatro toneladas de GEI se originan en el sistema energético, su descarbonización es el factor central. Según las medidas contempladas en el PNIEC, se prevé una presencia de las energías renovables del 42%. (MITECO, 2020a)

Para poder observar el impacto de las políticas la metodología consiste en interrelacionar los resultados de un modelo energético TIMES-SINERGIA, utilizado para evaluar sendas coste-eficientes de mitigación, con un modelo económico DENIO, utilizado para analizar los impactos socio económicos. (MITECO, 2020a)

El segundo modelo, DENIO, incluye los gastos e ingresos de 22.000 hogares españoles, cuentas del sector público, incluyendo los ingresos y gastos de las Administraciones Públicas,

el déficit y la deuda pública. Por otro lado, se ha utilizado un modelo de calidad del aire llamado TM5-FASST para analizar los beneficios para la salud. (MITECO, 2020a)

El modelo DENIO se utiliza para resolver y calibrar datos específicos del año 2014, teniendo como objetivo reproducir una trayectoria observada hasta el 2018, y extender sus predicciones hasta el 2030 en el Escenario Tendencial mediante la fijación de ciertos parámetros exógenos. Estos parámetros exógenos incluyen principalmente el PIB, la población activa, los precios energéticos y el precio del CO2, los cuales son proyectados de acuerdo con la información proporcionada por diferentes ministerios (principalmente de Economía) y organismos oficiales como el INE o el Banco de España. (MITECO, 2020a)

Este enfoque es un estudio integrado, ya que incluye la relación entre los sistemas energético y económico, multisectorial, multidimensional, ya que incluye otras dimensiones como los efectos sobre la salud, y social, porque incluye los impactos macroeconómicos y su influencia social.

Más adelante, en cuanto a las inversiones asociadas al desarrollo de las políticas y medidas asociadas al plan, se estima que alcanzarán los 241 mil millones de euros. Estas inversiones se agrupan por medidas y son: renovables un 38%, ahorro y eficiencia un 35%, redes y electrificación un 24% y el resto de medidas un 3%. El origen del 80% de la inversión total es del sector privado y el 20% restante del sector público. Parte de la inversión pública, se prevé que, podría venir de fondos europeos ya que el gobierno ha considerado que no puede financiar las inversiones con nueva deuda. Del total, 196 mil millones de euros se consideran inversiones adicionales que se pueden imputar al PNIEC, y por tanto, son las que generarán el impacto económico. (MITECO, 2020a)

El PNIEC establece una serie de medidas clave para lograr la descarbonización y la transición hacia un modelo energético más limpio y sostenible. Estas medidas se agrupan en diferentes categorías, cada una con enfoques específicos que abarcan distintos sectores de la economía:

### **Medidas de Descarbonización**

El plan impulsa el uso de energías renovables, como la solar y la eólica, con el objetivo de

alcanzar un 74% de la generación eléctrica a partir de fuentes renovables para 2030. Para lograr esto, se promueve el cierre progresivo de las centrales térmicas de carbón, un proceso que reducirá drásticamente las emisiones de CO<sub>2</sub>. Además, se apuesta por el hidrógeno verde, una tecnología clave para descarbonizar sectores difíciles de electrificar, como el transporte aéreo, marítimo y la industria pesada. (MITECO, 2020a)

### **Medidas de Eficiencia Energética**

La rehabilitación de edificios es una prioridad, incentivando mejoras en la eficiencia energética, especialmente en la instalación de sistemas de calefacción y refrigeración más eficientes. Otro foco importante es la electrificación del transporte, con el objetivo de aumentar el número de vehículos eléctricos y la infraestructura de recarga en todo el país. Además, la industria también será clave, implementando tecnologías más eficientes y renovables para reducir su consumo energético. (MITECO, 2020a)

### **Medidas de Movilidad Sostenible**

En el sector del transporte, se promueve la modernización del transporte público, apostando por autobuses y trenes eléctricos, al mismo tiempo que se fomenta el uso de bicicletas y la movilidad peatonal. Además, se incentivará la compra de vehículos eléctricos e híbridos, y se ampliará la red de estaciones de carga rápida en zonas urbanas y rutas principales. (MITECO, 2020a)

### **Medidas de Transición Justa**

El plan considera la reconversión de regiones mineras afectadas por el cierre de centrales de carbón, con iniciativas para crear empleos verdes y nuevas oportunidades económicas. A la vez, se impulsarán programas de formación para capacitar a la población en sectores clave de energías renovables y eficiencia energética, facilitando la creación de empleo en estos ámbitos. (MITECO, 2020a)

### **Medidas de Adaptación al Cambio Climático**

Se dará especial atención al fomento de los sumideros de carbono, con proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas que absorben CO<sub>2</sub> de forma natural. También se

implementarán planes de adaptación en sectores vulnerables como la agricultura, ayudando a que estos sectores sean más resilientes frente a los impactos del cambio climático. (MITECO, 2020a)

Estas medidas del PNIEC son esenciales para que España avance hacia una economía neutra en carbono, reduciendo sus emisiones, fomentando la eficiencia energética y garantizando una transición justa hacia un futuro más sostenible.

El país cuenta, además, con una Estrategia de Descarbonización a largo plazo (ELP 2050) y una Estrategia de Economía Circular, ambas en el horizonte 2050. Estas serán desarrolladas con más detalle en otro apartado del trabajo.

### **3.3. Emisiones de gases de efecto invernadero en España**

El Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera realiza anualmente el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero en el que se recogen las fuentes antropogénicas y su absorción por sumideros. Abarca todos los sectores recogidos en las guías IPCC, los cuales son: Energía, Procesos Industriales y usos de productos, y el sector Agrario (engloba agricultura y ganadería).

La evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España desde 1990 muestra varias fases, influenciadas principalmente por cambios en la economía, la población y el consumo energético. En los primeros años de los 90, las emisiones aumentaron de manera irregular debido al desarrollo económico y la recesión de 1992-1993. Entre 1995 y 2008, el crecimiento económico y demográfico se reflejó en un aumento de las emisiones, alcanzando su punto máximo en 2007 con 442.832 kilotoneladas de CO<sub>2</sub>-eq, un 53,9 % más que en 1990. A partir de 2008, con la crisis económica, las emisiones disminuyeron significativamente hasta 2013. En los años posteriores, a pesar de la recuperación económica, las emisiones se estabilizaron. Desde 2017, se observó una tendencia a la baja en las emisiones, excepto en 2021, cuando aumentaron debido a la recuperación tras la pandemia de COVID-19. (MITECO, 2024)

Las emisiones totales brutas de gases de efecto invernadero (excluyendo las correspondientes al sector LULUCF) a nivel nacional se estiman en 288,8 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq para el año 2021. Si observamos la Tabla 1, vemos que esto representa un incremento del 6,1 % en comparación con el año anterior, pero una disminución del 6,4 % respecto a 2019, en el contexto de la recuperación de la crisis por la pandemia del COVID-19. Las emisiones totales de 2021 fueron un 0,4 % superiores a las de 1990, pero un 34,2 % menores que las de 2005. (MITECO, 2024)

**Figura 2.** Emisiones totales brutas de gases de efecto invernadero

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018	2019	2020	2021
<b>Emisiones GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq)</b>	287.710	327.011	383.276	438.760	354.652	333.623	328.905	309.814	272.244	288.848
<b>Variación respecto a 1990</b>		+13,7 %	+33,2 %	+52,5 %	+23,3 %	+16, %	+14,3 %	+7,7 %	-5,4 %	+4 %
		<b>Variación respecto a 2005</b>			-19,2 %	-24,0 %	-25,0 %	-29,4 %	-38,0 %	-34,2 %

**Fuente:** Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

En 2021, las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente aumentaron un 6,1 % debido a la recuperación económica tras la COVID-19, que impulsó un crecimiento del PIB del 7,4 %. Este año fue muy cálido y seco, lo que contribuyó al aumento de emisiones en los principales sectores. Las emisiones del transporte crecieron un 15,7 % y la demanda de energía eléctrica un 2,6 %, pese a un incremento en la generación de electricidad renovable, que alcanzó el 46,7 % del total, especialmente por el aumento de la energía eólica y solar fotovoltaica en un 10,2 % y 36,9 % respectivamente. Las energías no renovables disminuyeron en parte debido a una menor producción en las centrales nucleares y ciclos combinados, que generaron un 3,1 % y 2 % menos que en 2020. En total, las emisiones del sector energético aumentaron un 8 %. (MITECO, 2024)

En el sector industrial, hubo incrementos en la mayoría de las actividades, destacando la industria metalúrgica con un 27,8 % y los minerales no metálicos con un 4,7 %, lo que resultó en un aumento del 6,3 % en las emisiones de procesos industriales y uso de productos (IPPU). También se registraron incrementos en el sector comercial e institucional (9,1 %), el uso de gases fluorados (2,5 %) y la generación de electricidad (1,6 %). Las reducciones más

significativas se dieron en la industria del refino (-2,1 %), los sectores de residuos (-2,1 %) y el agrario (-0,9 %). (MITECO, 2024)

En 2021, el transporte fue el mayor contribuyente a las emisiones de GEI con un 29,6 %, seguido por las actividades industriales (22,4 %), la agricultura (11,9 %) y la generación de electricidad (10,8 %). En términos de gases, el CO<sub>2</sub> representó el 79,7 % de las emisiones totales, seguido del metano (14,4 %), el óxido nitroso (4,1 %) y los gases fluorados (1,8 %).

Si observamos la Tabla 2, en 2021, las absorciones del sector LULUCF (Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura) se estimaron en -44,5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq, representando el 15,4 % del total de emisiones brutas del inventario, con un aumento del 1 % respecto a 2020.

Las emisiones y absorciones del sector LULUCF están dominadas por las absorciones en tierras forestales, que representan el 89,7 % del total del sector. El índice de absorciones netas al final del periodo es significativamente superior al de 1990, con un incremento del -31,3 %.

**Figura 3.** Evolución de las absorciones netas en LULUCF

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
<b>CO<sub>2</sub>-eq (kt)</b>	<b>-33.896</b>	<b>-44.382</b>	<b>-44.145</b>	<b>-44.559</b>	<b>-45.229</b>	<b>-44.095</b>	<b>-44.522</b>
Variación % vs. 1990	100,0 %	130,9 %	130,2 %	131,5 %	133,4 %	130,1 %	131,3 %

**Fuente:** Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

A continuación, la Tabla 3 muestra las emisiones de los gases de efecto invernadero desde 1990 hasta el 2021. Podemos observar que, entre 1990 y 2021, el CO<sub>2</sub> ha mantenido una contribución mayoritaria del 79,7 %. El CH<sub>4</sub> representa el 14,4 % y el N<sub>2</sub>O el 4,1 % de las emisiones en términos de CO<sub>2</sub> equivalente, según el 5º Informe de Evaluación. Las fluctuaciones más significativas se observan en la participación de los gases fluorados, dominados por los HFC, que aumentaron hasta 2013 y luego disminuyeron significativamente debido a las regulaciones nacionales e internacionales que restringen su uso. (MITECO, 2024)

**Figura 4.** Emisiones en valor absoluto (cifras en kt CO<sub>2</sub>-eq)

GAS	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO <sub>2</sub>	230.500	368.338	282.937	270.767	250.661	213.625	230.269
CH <sub>4</sub>	40.973	45.439	43.790	42.288	41.433	41.467	41.492
N <sub>2</sub> O	12.578	13.422	12.011	11.605	11.795	12.031	11.831
HFC-PFC	3.593	11.341	15.672	8.735	5.690	4.883	5.015
SF <sub>6</sub>	66	219	242	228	235	238	240
<b>TOTAL</b>	<b>287.710</b>	<b>438.760</b>	<b>354.652</b>	<b>333.623</b>	<b>309.814</b>	<b>272.244</b>	<b>288.848</b>

Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Si nos centramos en el año 2021, observamos que:

- El CO<sub>2</sub> se emite principalmente en el sector Energía (92,1 %), con el transporte representando el 36,7 %, las industrias manufactureras y de la construcción el 19,7 %, y las industrias energéticas el 17,7 %. El sector IPPU contribuye con un 7,8 %.
- El CH<sub>4</sub> se emite principalmente en los sectores de Agricultura (41,5 % por fermentación entérica y 20,1 % por gestión de estiércol) y Residuos (25 % por vertederos).
- Las emisiones de N<sub>2</sub>O provienen mayoritariamente de la Agricultura, con un 51,7 % debido a la fertilización de suelos agrícolas y un 15,4 % por la gestión de estiércol.
- El 100 % de las emisiones de gases fluorados provienen del sector IPPU, y en 2021, el 94,9 % de estas emisiones se debió al uso de sustitutos fluorados de sustancias que agotan la capa de ozono.

Cuando comparamos con la UE, España está entre los países cuyas emisiones de GEI por persona y por PIB son relativamente bajas. Ocupa la posición número 19 entre los 27 países miembros de la Unión Europea.

### 3.4. Sectores económicos más emisores

En cuanto a los sectores más emisores, compararemos los recogidos en las guías IPCC: Energía, IPPU, Sector Agrario y Residuos, además del sector LULUCF (siglas en inglés de "uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura"). Este último sector varía en función de si las actividades se realizan en un país desarrollado o en desarrollo, y también depende del marco en el que se sitúan, ya sea la Convención, el Acuerdo de París o el Protocolo de Kioto.

**Figura 5. Emisiones de GEI por sector**

**Valores absolutos (cifras en kt CO<sub>2</sub>-eq del Inventario)**

SECTOR	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
<b>1. Energía</b>	213.191	344.337	265.610	254.040	235.843	200.020	216.048
<b>2. IPPU</b>	27.964	43.104	39.094	30.118	25.342	22.939	24.127
<b>3. Agricultura</b>	33.023	35.897	33.208	33.236	33.898	34.675	34.369
<b>5. Residuos</b>	13.533	15.421	16.740	16.230	14.731	14.611	14.303
<b>TOTAL INV.</b>	<b>287.710</b>	<b>438.760</b>	<b>354.652</b>	<b>333.623</b>	<b>309.814</b>	<b>272.244</b>	<b>288.848</b>

**Contribución al total de CO<sub>2</sub>-eq del Inventario**

SECTOR	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
<b>1. Energía</b>	74,1 %	78,5 %	74,9 %	76,1 %	76,1 %	73,5 %	74,8 %
<b>2. IPPU</b>	9,7 %	9,8 %	11,0 %	9,0 %	8,2 %	8,4 %	8,4 %
<b>3. Agricultura</b>	11,5 %	8,2 %	9,4 %	10,0 %	10,9 %	12,7 %	11,9 %
<b>5. Residuos</b>	4,7 %	3,5 %	4,7 %	4,9 %	4,8 %	5,4 %	5,0 %

**Variación relativa temporal (año 1990 = 100 %)**

SECTOR	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
<b>1. Energía</b>	100,0 %	161,5 %	124,6 %	119,2 %	110,6 %	93,8 %	101,3 %
<b>2. IPPU</b>	100,0 %	154,1 %	139,8 %	107,7 %	90,6 %	82,0 %	86,3 %
<b>3. Agricultura</b>	100,0 %	108,7 %	100,6 %	100,6 %	102,7 %	105,0 %	104,1 %
<b>5. Residuos</b>	100,0 %	114,0 %	123,7 %	119,9 %	108,9 %	108,0 %	105,7 %

Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

En el sector Energía, que contribuye mayoritariamente a las emisiones totales, se observa una tendencia similar a la de las emisiones globales de gases de efecto invernadero a lo largo del tiempo. Tras la crisis económica de 2008, las emisiones disminuyeron a pesar de la recuperación económica, debido a la reducción del uso de carbón en la generación eléctrica e industrial, y al aumento de energías renovables, además del impacto de la pandemia de COVID-19 y la recuperación en 2021. (MITECO, 2024)

En el sector de Procesos industriales y uso de productos (IPPU), hubo una disminución inicial de emisiones entre 1990 y 1993 debido a la caída de la producción de cemento, seguida de un crecimiento sostenido entre 1993 y 2000, un ligero descenso en 2001-2002, y una recuperación hasta 2007 impulsada por la actividad económica y el aumento de emisiones de gases fluorados. Desde 2008, las emisiones han caído más significativamente que en el sector Energía, debido a la reducción de la actividad industrial y de las emisiones de gases fluorados. (MITECO, 2024)

El sector Agricultura mostró estabilidad entre 1990 y 1993, seguido de un crecimiento entre 1994 y 2002, y un descenso con fluctuaciones hasta 2012. A partir de 2013, las emisiones aumentaron debido al mayor uso de fertilizantes inorgánicos y al crecimiento de la cabaña ganadera.

En el sector Residuos, dominado por las emisiones de CH<sub>4</sub> en vertederos, las emisiones alcanzaron un máximo en 2009 y han mostrado una tendencia descendente desde entonces.

## **4. Retos y obstáculos para la descarbonización en España**

### **4.1. Barreras tecnológicas y financieras**

Las grandes barreras que encuentran las empresas para la descarbonización en España son principalmente financieras, falta de conocimiento y concienciación corporativa, legislativas, falta de recursos propios y tecnológicas. (Espada, 2021)

Uno de los principales desafíos para las empresas es la falta de recursos para implementar políticas de sostenibilidad, especialmente con la incorporación de nuevas legislaciones a nivel europeo y nacional y sus implicaciones. Esta situación es aún más crítica para las PYMES, ya que financieramente a menudo no pueden disponer de los recursos necesarios, a diferencia de las multinacionales. (Espada, 2021) Además, un segundo reto es contar con gente cualificada dedicada a temas de sostenibilidad en el seno de las empresas. Una alternativa es contar con un asesor que ofrezca apoyo periódico en la obtención de certificaciones o auditorías relacionadas con aspectos no financieros. (Gálvez & González Láinez, 2023)

Según el informe de CDP 2020 sobre la cadena de valor, las emisiones de la cadena de valor son, en promedio, 11,4 veces mayores que las emisiones operacionales, lo que subraya la importancia de su descarbonización y transparencia. En el sector del transporte y la logística, las dificultades para descarbonizarse son significativas debido a la falta de tecnologías maduras y los altos costes. En segmentos como el de la alimentación, la cadena de valor está formada por PYMES que a menudo no cuentan con los recursos necesarios para implementar proyectos. Además, los departamentos de compras suelen priorizar los criterios de coste sobre los riesgos climáticos. (Espada, 2021)

Las empresas enfrentan el desafío del acceso desigual a tecnologías y diferentes ritmos de descarbonización en cada país, lo cual es crítico para aquellas que operan globalmente. Esto requiere una estrategia que combine aspectos locales y globales. Los PPAs (Power Purchase Agreements) son útiles para cumplir objetivos de compra de electricidad renovable, pero existen barreras administrativas que dificultan su acceso. Las empresas buscan aplicar una estrategia que les permita diversificar su fuente de energía renovable combinando así garantías de origen, PPAs e instalaciones propias, principalmente de energías solares. Para mejorar la generación distribuida, es necesario fomentar comunidades energéticas y nuevas tecnologías de almacenamiento. Un compromiso renovable continuo es esencial, ajustando las tecnologías al perfil de consumo, y se deben abordar los impactos en biodiversidad y las respuestas sociales en áreas rurales. (Espada, 2021)

Más adelante, las empresas tienen dificultades para medir su huella de carbono. Muchas PYMES no están familiarizadas con la metodología para ello e incluso no lo consideran necesario. Estas intentan tener sus plantillas optimizadas pero no siempre cuentan con recursos específicos dedicados a los aspectos ASG (medioambientales, sociales y de gobernanza). (Gálvez & González Láinez, 2023)

La digitalización es uno de los mayores desafíos en la descarbonización, ya que muchas carecen de datos necesarios para la toma de decisiones y la trazabilidad de emisiones. La monitorización y el control son esenciales para obtener y gestionar estos datos. La falta de estándares internacionales complica el proceso de digitalización. En el ámbito industrial, también es crucial contar con infraestructuras de datos específicas que permitan analizar un gran volumen de información en tiempo real, además de asegurar la ciberseguridad y el cumplimiento de las regulaciones de datos. (Espada, 2021)

Las alianzas y la colaboración con el ecosistema son fundamentales para la descarbonización de las empresas, especialmente debido a la necesidad de utilizar nuevas tecnologías que aún no son competitivas en precios. Sin embargo, varias empresas han señalado la dificultad de trabajar de manera precompetitiva en la cultura española, colaborando con sus competidores para superar desafíos comunes, en contraste con otras culturas como la anglosajona. A menudo, las alianzas se establecen entre grandes empresas y no incluyen a

todo el ecosistema, como pymes y startups, lo que desventaja a estas últimas al no tener suficiente volumen para implementar ciertos proyectos. (Espada, 2021)

Las empresas españolas deben empezar a ver los retos climáticos como constantes y no esporádicos. En España, las estrategias y políticas de adaptación no están avanzando lo suficientemente rápido. El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030 es el instrumento principal para coordinar acciones frente a los efectos del cambio climático. Muchas empresas aún no han evaluado sus riesgos y encuentran dificultades para monetizar los costes y beneficios de las medidas de adaptación. Las respuestas adaptativas deben basarse en un conocimiento adecuado de los riesgos climáticos, ya que los costes de la inacción pueden ser muy altos. (Espada, 2021)

Las empresas están principalmente enfocadas en reducir al máximo sus propias emisiones, considerando la compensación como la estrategia menos prioritaria para la descarbonización. Sin embargo, lograr la neutralidad en carbono requerirá acciones para neutralizar las emisiones. Algunas empresas utilizan la compensación como medida inicial hasta obtener resultados cuantificables de mitigación, como durante la implementación de proyectos de Acuerdos de Compra de Energía (PPA). En ciertos sectores, debido a la falta de tecnologías disponibles, las compensaciones son necesarias. (Espada, 2021)

Actualmente, en España, hay pocos proyectos de compensación y existen diferentes estándares internacionales con precios variables para los créditos de carbono, lo que genera un mercado aún desconocido y fragmentado. Aunque existe el estándar del MITECO, los créditos solo pueden compensar la huella registrada con este organismo y no son reconocidos para empresas globales. La regulación a nivel internacional y nacional será fundamental para la estandarización y la transparencia del mercado de compensación. (Espada, 2021)

Por otro lado, las empresas están enfrentando importantes desafíos para alcanzar sus objetivos de descarbonización en los procesos térmicos, principalmente debido al desarrollo limitado y la disponibilidad desigual de combustibles como el hidrógeno verde. La electrificación se considera una opción viable, aunque no todos los procesos térmicos pueden ser electrificados, lo cual representa un gran reto. Sectores como el transporte y la

logística enfrentan dificultades significativas debido a su alta dependencia de los combustibles fósiles. Aunque la electrificación del transporte está avanzando a nivel individual, su implementación en el ámbito empresarial aún está en una fase incipiente. Es crucial avanzar en el desarrollo de infraestructuras adecuadas para facilitar este proceso. Aunque el autoconsumo compartido está siendo adoptado en algunos casos, se requiere eliminar limitaciones administrativas existentes. La integración de recursos energéticos distribuidos (DER) y energías renovables en el sistema eléctrico es fundamental, considerando la necesidad de gestionar una oferta y demanda más amplia y variable en comparación con el pasado. (Espada, 2021)

Por último, uno de los riesgos que más preocupa a la industria localizada en la Unión Europea en relación a la acción climática es que la regulación y las señales de precios existentes y futuras para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero dañen su competitividad si aumentan sus costes de producción relativos y no se introducen medidas equivalentes en países terceros. Este riesgo es más elevado para aquellos sectores intensivos en consumo de energía y más abiertos a la competencia global.

#### **4.2. Factores políticos y regulatorios**

La legislación es una de las barreras más significativas para la descarbonización de las empresas. La transición hacia una economía descarbonizada es un proceso prolongado que requiere inversiones a corto plazo.

Para comenzar, las empresas necesitan un marco jurídico claro en materia climática que incentive y guíe su hoja de ruta hacia la descarbonización. Las trabas administrativas también se destacan como un obstáculo para la implementación de algunos proyectos. La diversidad de legislaciones entre el gobierno central y las comunidades autónomas añade dificultad, ya que las empresas a menudo deben aplicar diferentes iniciativas según la región. Además, la legislación actual está más enfocada en la mitigación que en la adaptación. (Espada, 2021)

El cumplimiento y reporting originado por la legislación europea también supone un reto para las PYMES. Los nuevos conceptos, terminología y requisitos establecidos en las leyes, además de la taxonomía europea que aún se está desarrollando, resultan difíciles de

interiorizar e implementar para las empresas dados sus escasos recursos y su falta de conocimiento. (Gálvez & González Láinez, 2023)

La Administración debe no solo establecer objetivos ambiciosos, sino también apoyar y facilitar la consecución de estos objetivos de manera más económica para todos, asegurando que la transición no deje a nadie atrás. Debe actuar como promotora y facilitadora, respaldando la adopción de ciertas soluciones. Actualmente, en España, hay pocos incentivos para que las empresas se descarbonicen en comparación con otros países, y a menudo las PYMES encuentran difícil acceder a los mecanismos de ayuda. Además, las empresas señalan que las Administraciones no aplican criterios de sostenibilidad en sus procesos de compra y licitaciones, lo cual debería convertirse en una norma. (Espada, 2021)

## 5. Potenciales beneficios de la descarbonización

### 5.1. Económicos

Los impactos macroeconómicos del PNIEC están influenciados por dos efectos principales: la nueva inversión y el cambio energético.

1. **Nueva Inversión:** Generará un impulso económico a través de las cadenas productivas.
2. **Cambio Energético:** Incluye el impulso económico derivado del ahorro energético que permite mayor gasto en otros productos y servicios, y el cambio hacia energías renovables, que sustituyen los combustibles fósiles importados, creando más valor añadido en el país.

Entre 2021 y 2030, la importación de combustibles fósiles se reducirá en 67 mil millones de euros, lo que permitirá ahorrar además de mejorar la seguridad energética al ser sustituida por energías autóctonas. Estos impactos perduran en el tiempo, a diferencia de los asociados a las inversiones. (MITECO, 2020b)

El PNIEC incrementará el PIB en 16.500-25.700 millones de euros anualmente (1,8% del PIB en 2030). Este aumento proviene principalmente de las nuevas inversiones en renovables, ahorro, eficiencia y redes. Aunque el impacto de las renovables disminuye a lo largo del Plan

debido a la reducción de inversiones, los efectos del cambio energético se vuelven cada vez más positivos. Movilizará 241 mil millones de euros de inversiones en España entre el 2021 y el 2030. Esto generará un efecto expansivo en la economía. (MITECO, 2020a)

En cuanto al empleo, se prevé que el PNIEC incrementará el empleo anual entre 242,000 y 348,000 personas, lo que representa un aumento del 1.7% en el empleo para 2030. La tasa de desempleo se reduciría entre 1.1% y 1.6% en comparación con el Escenario Tendencial. Este incremento en empleo se debe a las inversiones en energías renovables, ahorro y eficiencia energética, y redes eléctricas. A partir de 2025, también contribuirá a la reducción de la factura energética. (MITECO, 2020b)

- **Energías renovables:** Generarán entre 107,000 y 135,000 empleos anuales.
- **Ahorro y eficiencia energética:** Crearán entre 52,000 y 100,000 empleos anuales.
- **Redes y electrificación:** Añadirán entre 6,000 y 46,000 empleos anuales.
- **Ahorro en la factura energética:** Indirectamente, se prevé que genere hasta 14,000 empleos anuales en 2021 y hasta 118,000 empleos anuales en 2030.

Si observamos el impacto en el empleo según la rama de actividad de la contabilidad nacional (clasificación CNAE, a 20 sectores), las ramas que más empleo generarán será en Comercio y reparación (62.300 empleos) , industria manufacturera (57.800 empleos) y construcción (48.100 empleos).

En el sector eléctrico, se prevé una creación neta de 1.700 empleos, a pesar de la pérdida de puestos de trabajo en las plantas de carbón y nucleares. Sin embargo, las industrias extractivas sufrirán una pérdida neta de 700 empleos debido a la disminución de la actividad en la extracción de carbón. (MITECO, 2020b)

Las inversiones y ayudas del PNIEC implicarán un gasto de 40.000 millones de euros para las Administraciones públicas entre 2021 y 2030. No obstante, el impulso económico generado por estas inversiones permitirá no solo cubrir estos costos sino también generar ingresos adicionales significativos para el sector público. Los ingresos de la Administración aumentarán entre 7.600 y 19.800 millones de euros, mientras que los gastos relacionados con el PNIEC serán entre 2.900 y 6.900 millones de euros. Aunque algunos impuestos, como

los energéticos, disminuirán, esto se compensará con aumentos en otros ingresos fiscales. (MITECO, 2020b)

Es relevante señalar que el aumento del gasto público es resultado del impacto económico inducido por el PNIEC, respetando las restricciones del Pacto de Estabilidad y Crecimiento. Gracias al mayor nivel de actividad económica, la ratio entre deuda y PIB se reducirá en un 2,4% para 2030 en comparación con el escenario tendencial. (MITECO, 2020b)

Por otro lado, las proyecciones indican que, para 2030, la economía circular podría aumentar el PIB europeo en un 0,5% y generar 700,000 nuevos empleos en Europa. Además de mejorar la seguridad en la cadena de suministro, la economía circular ofrece a las empresas oportunidades como nuevas líneas de negocio y servicios, reducción de insumos y materias primas, reutilización de residuos y menores costes de gestión. En 2015, la Comisión Europea estimó que la industria podría ahorrar 600,000 millones de euros en materias primas, equivalentes al 8% de la facturación anual de la UE en ese año. (MITECO, 2018)

La transición hacia una economía verde impactará el empleo en términos de volumen, composición y calidad, con efectos variados según el sector económico, la región y la categoría de los trabajadores. Organismos internacionales estiman que la economía circular generará un aumento neto del empleo de aproximadamente el 1%. Este crecimiento se debe a que los empleos creados en sectores emergentes compensarán los perdidos en sectores contaminantes, afectando especialmente a regiones productoras de materias primas y a industrias con alto consumo energético. Estas industrias, aunque responsables del 83% de las emisiones de CO<sub>2</sub> según la OCDE, representan solo el 28% del empleo y el 21% del valor añadido en la UE.

## **5.2. Sociales**

La implementación de los planes para la descarbonización de la economía española traen consigo muchos beneficios sociales. Además de los claros beneficios a la salud de la ciudadanía al mejorar la calidad del aire, también es una oportunidad para combatir la desigualdad social.

Se prevé que los impactos de los planes, como el PNIEC, afectarán positivamente a los hogares con menor renta lo que disminuirá la brecha social. El impacto limitado en la desigualdad se debe a los beneficios directos en los hogares. Los hogares de renta más baja se benefician más, lo que provoca una ligera disminución en los índices de desigualdad. Esta disminución se explica por la mejora en la eficiencia energética, que permite a estos hogares, que gastan proporcionalmente más en electricidad y calefacción, mejorar su consumo y reducir la desigualdad. Sin embargo, este efecto positivo se ve contrarrestado por la mejora en la eficiencia del transporte privado, que beneficia en mayor medida a los hogares de renta media. (MITECO, 2020a)

Más adelante, la generación de empleo también constituye una oportunidad para incrementar la presencia femenina en muchos sectores, como el de las energías renovables. La diversificación de sectores como el energético generarán nuevos empleos verdes y nuevas oportunidades. Esto implica la necesidad de nuevas habilidades y conocimientos lo cual es una oportunidad para formar y capacitar a las personas en estos nuevos ámbitos. (FlexFuel, 2023)

La descarbonización también reduce los costes asociados a los combustibles fósiles debido a la mayor competitividad de las energías renovables. La minoración de la dependencia energética es un factor clave para reducir costes. Los conflictos bélicos y las crisis energéticas generan vulnerabilidad y aumentan los costes de vida a escala mundial. La dependencia de países externos y sus recursos agrava las repercusiones sanitarias de las crisis. Al disminuir esta dependencia, disminuye también la vulnerabilidad de la sociedad ante la volatilidad del mercado energético y, por lo tanto, aumentará la calidad de vida de la sociedad española.

Por otro lado, la contaminación se estima causa alrededor de 7.2 millones de muertes prematuras al año a nivel global, de las cuales un 55-65% son atribuibles a la quema de combustibles fósiles y actividades relacionadas. En España, la OMS estimó 14,042 muertes prematuras en 2010 debido a la contaminación atmosférica. Las medidas de descarbonización prevén reducir estas cifras significativamente mediante la reducción de emisiones. (MITECO, 2020a)

Los principales contaminantes que afectan la salud son las partículas finas (PM2.5) y el ozono (O3). Las PM2.5 son responsables de problemas respiratorios, cardiovasculares y cerebrales. El ozono, aunque más conocido por dañar sistemas agrícolas, también afecta la salud respiratoria. (MITECO, 2020a)

El PNIEC reducirá las emisiones de PM2.5 primarias en un 33% para 2030. A pesar del aumento en el uso de biomasa, las mejoras tecnológicas reducirán sus emisiones. También disminuirán las emisiones de SO2 y NOx en un 38% y 35% respectivamente, debido al cierre de plantas de carbón y a la electrificación del transporte. (MITECO, 2020a)

En resumen, aunque el PNIEC no tiene objetivos específicos para reducir contaminantes, sus medidas energéticas reducirán significativamente las emisiones de PM2.5, SO2 y NOx, resultando en una notable disminución de muertes prematuras por contaminación atmosférica y generando importantes beneficios para la salud durante todo el periodo. (MITECO, 2020a)

Por último, el despliegue de instalaciones de generación eléctrica renovable, así como el aprovechamiento de la biomasa, suponen una oportunidad para la dinamización económica y la creación de empleo en el medio rural, contribuyendo así al freno del despoblamiento de los entornos rurales. (MITECO, 2020a)

### **5.3. Ambientales**

La descarbonización de la economía produce claros beneficios para el medio ambiente. La reducción de los gases de efecto invernadero contribuirá a la preservación de la biodiversidad y los ecosistemas. Además, ayudará a mitigar los efectos del cambio climático al promover fuentes de energía renovable a largo plazo. Estas energías verdes generan menos emisiones y, además, permitirán que no se agoten los recursos naturales del planeta, como son los combustibles fósiles.

Además de las emisiones de GEI, mejorará la calidad del agua lo que repercutirá también en la salud de los ciudadanos. Como consecuencia, se mitigará el deterioro ambiental del medio marino y evitará afecciones a las especies y hábitats marinos. Al disminuir las

emisiones de CO<sub>2</sub>, se combate la acidificación de los océanos, que afecta gravemente a la vida marina.

La descarbonización implica un uso más eficiente y sostenible de los recursos naturales, favoreciendo la transición hacia una economía circular donde los materiales se reutilizan y reciclan, minimizando la explotación de recursos finitos y reduciendo la generación de residuos. Impulsar la descarbonización lleva a un mayor desarrollo e inversión en tecnologías de energías renovables, como la solar, eólica, y biomasa, lo que reduce la huella ambiental de la producción energética y promueve una fuente de energía más sostenible a largo plazo.

**Recuperación de paisajes:** El desmantelamiento de las centrales térmicas de carbón y nucleares permite la restauración del entorno natural y la liberación de espacios para otros usos, lo que mejora la calidad ambiental y territorial. (Cámara de Negocios, 2023)

**Reducción de residuos nucleares:** La desnuclearización reduce la producción y consumo de combustible nuclear y, por lo tanto, disminuye el volumen de residuos de alta actividad, lo cual es beneficioso para la gestión de residuos peligrosos. (Cámara de Negocios, 2023)

**Menor destino final en vertederos:** La implementación de prácticas como el compostaje y la recogida separada de residuos biodegradables reduce el transporte y vertido en vertederos, lo que disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero. (Cámara de Negocios, 2023)

**Aprovechamiento de residuos orgánicos:** El uso de lodos de depuradoras, residuos agropecuarios y subproductos agrícolas para la producción de compost y fertilizantes contribuye a la reducción de emisiones.

**Generación de energía renovable:** El procesamiento de biorresiduos urbanos y ganaderos a través de biometanización permite capturar emisiones de GEI y generar biogás, una fuente de energía renovable que puede reemplazar combustibles fósiles. (Cámara de Negocios, 2023)

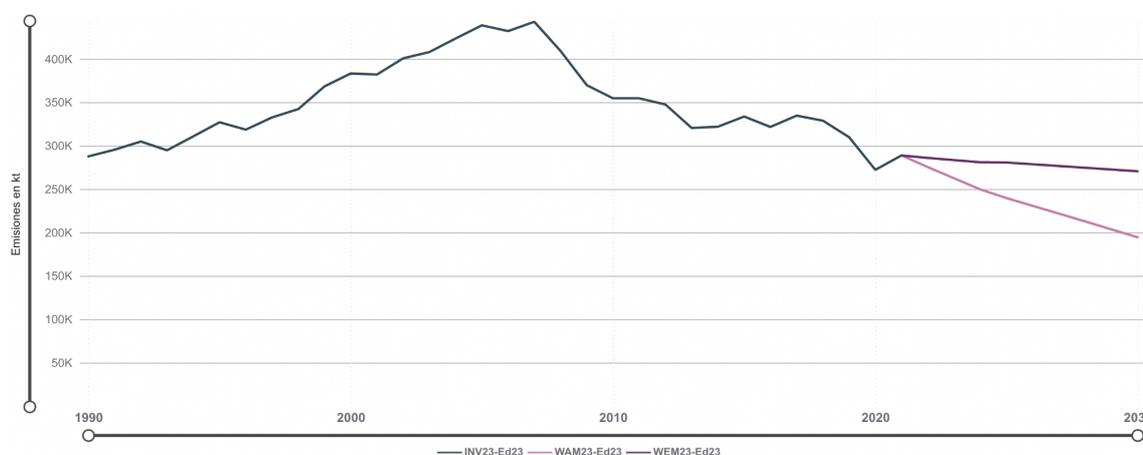
## 5.4. Análisis de escenarios futuros

En cuanto al futuro, las proyecciones de emisiones de GEI se realizan cada dos años en el marco de las obligaciones de información en materia de proyecciones de emisiones impuestas por el Reglamento (UE) 2018/1999 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y la Acción por el Clima. (Fernández, 2023)

En él se plantean posibles escenarios de evolución de las emisiones teniendo en cuenta diferentes políticas y medidas. En las últimas proyecciones se han considerado dos escenarios: (Fernández, 2023)

1. Escenario con medidas existentes, en el que se prevé el impacto de las políticas y regulación que ya se están aplicando. Este es el escenario de referencia del Plan Nacional de Energía y Clima. Se considera como escenario tendencial (WEM).
2. Escenario con medidas adicionales, en el que se incorpora el previsible impacto en materia de emisiones de las medidas y políticas incluidas en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima y su Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo. Este está actualizado conforme las previsiones de evolución del PIB y la población, las recomendaciones de precios de combustibles fósiles de dióxido de carbono de la UE. Se considera como escenario objetivo (WAM).

**Figura 6:** Evolución de Emisiones GEI por Año y Escenario Previsto



**Fuente:** Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Según el primer escenario, mostrado en la gráfica como WEM23-Ed2023, observamos que se espera que las emisiones de GEI disminuyan paulatinamente. Sin embargo, en el escenario en el que se incluyen medidas adicionales, mostrado como WAM23-Ed23, se prevé una caída mucho más marcada. Concretamente, si tomamos como referencia el año 2005, se estima que con el primer escenario las emisiones disminuirán un 38,3% mientras que en el segundo escenario un 55,6%. (Fernández, 2023)

**Figura 7:** Datos de emisiones de GEI y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 1990 y 2005

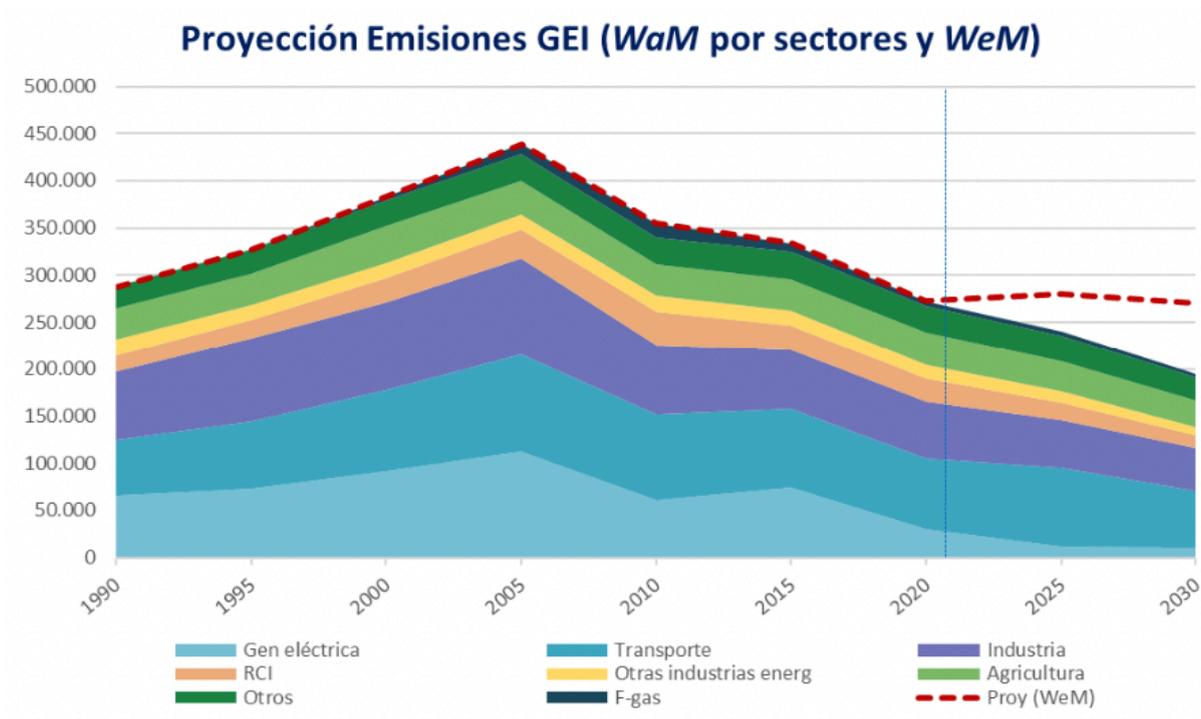
	GEI								
	Emisiones inventariadas					Emisiones proyectadas			
	1990	2005	2019	2020	2021	2025		2030	
						WeM	WaM	WeM	WaM
<b>Emisiones (kt)</b>	287.710	438.760	309.814	272.244	288.848	280.674	239.669	270.584	194.590
<b>Variación respecto 1990</b>		52,5%	7,7%	-5,4%	0,4%	-2,4%	-16,7%	-6,0%	-32,4%
<b>Variación respecto a 2005</b>			-29,4%	-38,0%	-34,2%	-36,0%	-45,4%	-38,3%	-55,6%
<b>Variación media anual entre años pivote</b>						-0,7%	-4,3%	-0,7%	-3,8%

**Fuente:** Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Con respecto a 1990, se alcanzaría una disminución del 32,4% en las emisiones de GEI en 2030 y, además, se reducirían en prácticamente todos los sectores de actividad. Los sectores en los que más se produce un descenso de emisiones en el escenario objetivo son los de generación de electricidad, industrial y transporte por carretera. (Fernández, 2023)

Más adelante, la Figura 1 muestra la proyección de emisiones de GEI junto a la serie histórica. Además, las emisiones del escenario objetivo están desagregadas según los principales sectores de actividad, mientras que las del escenario tendencial se muestran sin desagregar.

**Figura 8:** Evolución temporal de las emisiones de GEI desde 1990 hasta 2030 distribuida por sectores de actividad para el escenario WaM y agregada para el escenario WeM



**Fuente:** Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Observando el escenario tendencial, la proyección de emisiones muestra una tendencia moderada a la baja. La tasa anual de reducción de emisiones medias es inferior al 1% y, con respecto a 1990, las emisiones totales se reducirán un 6% en 2030. En cuanto al escenario objetivo, las proyecciones muestran que la tasa de reducción anual es del 4%, desacoplada del crecimiento económico y poblacional. En este caso, la reducción de emisiones de GEI con respecto a 1990 en 2030 es del 32,4%, el cual es superior al 23% fijado como objetivo en el PNIEC y en la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. (Fernández, 2023)

Los sectores con mayores reducciones de emisiones hasta 2030 en el escenario WaM son la generación de electricidad (debido a un mayor uso de energías renovables y el abandono del carbón), la industria, el transporte (gracias a la adopción de la movilidad eléctrica), y los sectores residencial, comercial e institucional, impulsados por políticas de eficiencia energética y reducción de emisiones. (Fernández, 2023)

En el análisis de las actividades principales que generan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en España, como el transporte por carretera, la generación eléctrica y la combustión industrial, se observa que estas se están desacoplando del crecimiento económico proyectado. Este desacoplamiento es posible gracias a diversas medidas implementadas, tales como:

1. **Uso de Energías Renovables:** Se están sustituyendo combustibles fósiles como el carbón y el fuelóleo por fuentes de energía renovables, lo que reduce significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub>.
2. **Cambio en los Modos de Transporte:** Se están adoptando nuevas fuentes de energía en el transporte por carretera, lo que incluye la transición hacia vehículos eléctricos y otras alternativas menos contaminantes.
3. **Nuevos Combustibles en la Industria y Otros Sectores:** En la industria, así como en la combustión residencial, comercial e institucional, se están utilizando combustibles menos emisores, lo que contribuye a la reducción general de emisiones.

Reducciones Específicas Proyectadas:

- **Generación Eléctrica:** Para 2030, las emisiones de este sector podrían disminuir en -101.890 kt de CO<sub>2</sub>-eq respecto a 2005, principalmente debido al cese del uso de carbón y a un aumento en el uso de energías renovables. (Fernández, 2023)
- **Sector Industrial:** Las emisiones se reducirían en -56.042 kt de CO<sub>2</sub>-eq en comparación con 2005, gracias a las medidas de mitigación en la industria. (Fernández, 2023)
- **Transporte:** Se espera una reducción de -43.416 kt de CO<sub>2</sub>-eq, comparado con 2005, debido a la adopción de fuentes de energía alternativas en el transporte. (Fernández, 2023)

En resumen, estas medidas, en conjunto, apuntan a una significativa disminución de emisiones en los sectores clave de la economía española, contribuyendo a un modelo de crecimiento más sostenible y alineado con los objetivos de descarbonización.

## 6. Estrategias y políticas para la descarbonización

### 6.1. Planes y objetivos gubernamentales

La Estrategia Española de Economía Circular (EEEC), aprobada por Acuerdo del Consejo de Ministros el 2 de junio de 2020, sienta las bases para impulsar un nuevo modelo de producción y consumo. Este se alinea con los objetivos de los dos planes de economía circular de la Unión Europea: “Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular” de 2015 y “Un nuevo Plan de Acción de Economía Circular para una Europa más limpia y competitiva” de 2020, además de la Agenda de 2030 y el Pacto Verde Europeo. (MITECO, 2018)

La EEEEC tiene una visión a largo plazo, España Circular 2030, que se alcanzará a través de varios planes de acción que aún están por desarrollar y que serán trienales. Establece unas orientaciones estratégicas y marca una serie de objetivos cuantitativos a alcanzar para el año 2030: (MITECO, 2018)

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

La Estrategia identifica seis sectores prioritarios en los que aplicar el plan de economía circular: sector de la construcción, agroalimentario, pesquero y forestal, industrial, bienes de consumo, turismo y textil y confección. (MITECO, 2018)

Además, ha sido reconocida como una Política Palanca del Plan de Acción del Gobierno de España para la Agenda 2030 y está alineada con la Agenda Urbana Española, tomada en consideración por el Consejo de Ministros el 22 de febrero de 2019, que recoge dentro de su marco estratégico un objetivo concreto, el OE.4, sobre “Gestión sostenible de los Recursos y Economía Circular”. (MITECO, 2018)

El primer Plan de Acción de Economía circular, que abarca desde el 2021 al 2023, coincide con la puesta en marcha del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) que va dirigido a facilitar la recuperación económica después de la crisis del COVID-19. Este debe contribuir a la transición hacia un modelo económico más sostenible, además de servir para impulsar el acceso a la financiación europea comprometida en el instrumento *Next Generation EU*, que inició en 2020 y acabará a finales de 2024. A este podrán acceder todo tipo de empresas, autónomos o particulares con la condición de que la inversión se destine a alguno de sus cuatro ejes transversales: la transición ecológica, la transformación digital, la cohesión social y territorial y la igualdad social y de género. (MITECO, 2018)

El PRTR incluye la Economía Circular en el Componente 12, “Política Industrial de España 2030”, en el que se plantean reformas e inversiones en la implementación de la nueva normativa de residuos y de economía circular. Además, se deben coordinar con las medidas cofinanciadas por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) para asegurar la optimización de la gestión de los recursos.

Más allá de este componente específico, la apuesta por la economía circular se ve también reflejada en otros componentes relacionados con la política industrial, así como en otros componentes sectoriales, como los dedicados a la agricultura y a la ganadería, la rehabilitación de viviendas, el agua o el turismo. Del mismo modo, plantea iniciativas relacionadas con la transición hacia un modelo de producción y consumo circular en ámbitos como la fiscalidad, la formación de trabajadores o la I+D+i.

La EEEEC establece cinco ejes y tres líneas de actuación a desarrollar a través de las políticas e instrumentos que inciden en la economía circular. Por ello, los diferentes planes de

actuación se articulan en torno a dichos ejes y líneas de actuación, recogiendo las medidas concretas que permitirán su desarrollo. (MITECO, 2018)

### **Eje de Producción**

Se pretende integrar medidas de economía circular en la fase de producción para mejorar la durabilidad de los materiales y productos restringiendo así los de un solo uso. Además, se pretende evitar la obsolescencia programada e intentar incrementar las posibilidades de reutilización y reciclaje al final de su vida útil, teniendo en cuenta la presencia de productos químicos peligrosos y la mejora de la eficiencia de los materiales. (MITECO, 2018)

Para conseguir este proceso de innovación y búsqueda de nuevas oportunidades de negocio, las empresas serán un aspecto clave ya que desarrollarán un papel principal. En concreto, las PYMES (Pequeñas y Medianas Empresas) serán las que impulsen el cambio ya que constituyen el 99,8% del total de las empresas en España.

### **Eje de Consumo**

Revertir la tendencia actual de consumo excesivo de productos hacia un modelo de consumo más responsable, que también contemple el acceso a servicios, es esencial para avanzar en la prevención y reducción de la generación de residuos y, en su caso, promover un reciclaje de alta calidad.

El consumo es un factor clave para poder avanzar hacia una Economía Circular. Las decisiones de los consumidores están influenciadas por la información disponible, la variedad de productos y servicios, el precio y el marco normativo. Se debe mejorar el etiquetado de los productos para poder proporcionar al consumidor información clara sobre el impacto ambiental, la eficiencia energética, la durabilidad y facilidad de reparación de los productos. Para que los consumidores estén dispuestos a pagar más es importante la calidad y la durabilidad de los productos. Esto requiere evitar prácticas de obsolescencia programada y percibida. También, el sector público, por su alto volumen de demanda y capacidad de influir en el mercado, puede promover prácticas circulares a través de sus procesos de contratación. (MITECO, 2018)

### **Eje de Gestión de Residuos**

En el contexto mundial actual, las materias primas son cada vez más escasas y caras. Solo se reciclan el 37,1% de los residuos generados, por lo que supone un desaprovechamiento de los recursos disponibles. (MITECO, 2018) La Economía Circular exige una política que minimice la creación y que asista la gestión de los residuos orientada a la circularidad.

### **Eje de Materias Primas Secundarias**

Se pretende hacer uso de materias primas secundarias lo que permitirá utilizar los recursos naturales de una forma más sostenible. Además, contribuirá a la sensibilización de los consumidores y ayudará a crear confianza hacia formas de consumo más responsables. (MITECO, 2018)

### **Eje de Reutilización y depuración del agua**

Debido a la importancia del agua en la península ibérica y al ser un elemento esencial, se le da un tratamiento específico y se incorpora como eje singularizado. Este tiene una especial repercusión en la economía española ya que nuestro país se encuentra en una posición de liderazgo en cuanto a la reutilización del agua.

Los instrumentos económicos, incluyendo créditos, ayudas y subvenciones, son imprescindibles para dirigir la producción, el consumo y la gestión de residuos hacia un modelo más sostenible. La contratación pública ecológica, que representa el 14% del PIB de la UE, también juega un papel clave, al igual que las grandes corporaciones que empiezan a incorporar criterios ambientales en sus procesos de contratación. La inclusión de criterios ambientales en los Presupuestos Generales del Estado es una herramienta importante para impulsar políticas públicas en favor de la economía circular.

La política fiscal y sus herramientas son clave para alcanzar objetivos ambientales más ambiciosos. Gravar la contaminación, el uso excesivo de recursos y la mala gestión de residuos no solo genera ingresos para el Estado, sino que también incentiva comportamientos positivos hacia el medio ambiente. En España, hay margen para aumentar la presión fiscal ambiental, ya que es uno de los países con menor carga en este ámbito en comparación con el PIB. Se propone aplicar impuestos a prácticas de gestión de residuos menos deseables, como el vertido en vertederos y la incineración, y destinar los ingresos a

fomentar la prevención, el reciclaje y la reutilización. Además, la falta de armonización fiscal entre las comunidades autónomas fomenta el "turismo de residuos", donde los desechos se trasladan a áreas con menores impuestos, lo que aumenta las emisiones de gases de efecto invernadero y los riesgos ambientales. Una mayor coordinación fiscal en todo el territorio ayudaría a corregir estos problemas y generaría ingresos para cumplir con las obligaciones de reciclaje y recolección. (MITECO, 2018)

La transición hacia una economía circular presenta oportunidades laborales para el futuro, pero también implica cambios en los modelos de producción y consumo que afectarán a ciertos empleos. Para garantizar una transición justa, es crucial que los trabajadores actuales adapten sus habilidades y conocimientos a este nuevo modelo económico. El sector público deberá implementar medidas para apoyar este proceso de "enverdecimiento" del empleo. Esto incluye preparar el mercado laboral mediante la adaptación de las capacidades de los trabajadores a las nuevas demandas, mejorando la formación profesional, proporcionando información sobre buenas prácticas de economía circular, y actualizando las normas de seguridad e higiene en el trabajo. Estas acciones pueden integrarse en programas existentes, como el Programa Empleaverde y la Estrategia de Emprendimiento y Empleo Joven, para facilitar la transición. (MITECO, 2018)

Las políticas de investigación, innovación y competitividad deben centrarse en desarrollar y aplicar conocimientos en tecnología e innovación, abarcando procesos, servicios y modelos de negocio. Es fundamental impulsar la financiación pública de la investigación, promover la colaboración entre el sector público y privado, y facilitar la inversión empresarial en I+D+i. Además, se debe mejorar el acceso a instrumentos financieros como préstamos, subvenciones y capital riesgo para fomentar la creación de empresas tecnológicas, lo que incrementa el valor añadido de la economía española y su competitividad, tanto a nivel interno como en exportaciones. (MITECO, 2018)

La compra pública de innovación (CPI) es una herramienta importante para que las administraciones públicas busquen soluciones innovadoras que aborden desafíos colectivos, como el despliegue de la economía circular, cuando las soluciones tecnológicas existentes no son adecuadas. Programas como el Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad,

dentro del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación (2017/2020), juegan un papel crucial en este ámbito. (MITECO, 2018)

Por otro lado, incentivar la innovación a través de medidas fiscales fortalece la colaboración público-privada en este campo. En España, la inversión en innovación es moderada en la mayoría de las regiones, salvo en el País Vasco, según el European Innovation Scoreboard. Dado que muchas empresas en España son PYMES, orientar estas medidas hacia ellas puede aumentar el número de empresas que se enfocan en la ecoinnovación. (MITECO, 2018)

Por otro lado, a propuesta del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), España elaboró la '*Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP 2050)*', que fue aprobada en Noviembre de 2020 por el Consejo de Ministros. Esta estrategia consiste en una respuesta frente a la obligación de España a cumplir con los compromisos adquiridos como Estado miembro de la Unión Europea y como parte del Acuerdo de París. Se trata de una hoja de ruta para avanzar hacia una economía neutra en el horizonte 2050, permitiendo así reducir el 90% de las emisiones de GEI con respecto a 1990. (MITECO, 2020b)

La base de esta estrategia a largo plazo es la neutralidad tecnológica. Esta defiende la igualdad de oportunidades de desarrollo para las diferentes tecnologías y así, poder ofrecer soluciones que sean más rentables para la descarbonización de todos los sectores de la economía. Además, la transición energética es el vector fundamental de la descarbonización. La transformación hacia un sistema neutro en carbono conlleva que se impulse el desarrollo tecnológico e industrial. (MITECO, 2020b) (CEOE, 2020)

Más adelante, la estrategia también plantea otros objetivos adicionales que son:

1. **Emisiones totales:** Se espera reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a un máximo de 29 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (MtCO<sub>2</sub>eq) en 2050, comparado con 334 MtCO<sub>2</sub>eq en 2018. (CEOE, 2020)
2. **Sumideros naturales:** Se enfatiza el desarrollo de sumideros naturales, eliminando 37 MtCO<sub>2</sub>eq en 2050 mediante la reforestación de 20.000 hectáreas anuales entre 2020 y 2050. (MITECO, 2020)

3. **Renovables en el consumo final:** Para 2050, el 97% del consumo final de energía será cubierto por fuentes renovables, y la electricidad será prácticamente 100% renovable para 2040. (MITECO, 2020)
4. **Demanda de energía primaria:** Se estima que la demanda se reducirá a menos de 80.000 kilotoneladas equivalentes de petróleo (ktep) en 2050. (MITECO, 2020)
5. **Intensidad energética:** La intensidad energética se reducirá a 42 toneladas equivalentes de petróleo por millón de euros (tep/M€) en 2050 (frente a 106,3 tep/M€ en 2019). (MITECO, 2020)
6. **Electrificación:** Se proyecta que el 52% de la demanda final de energía estará electrificada en 2050, frente al 26% estimado en 2020. (MITECO, 2020)
7. **Dependencia energética:** La dependencia de energía importada disminuirá al 39% en 2040 y al 13% en 2050 (desde el 75% en 2018), ahorrando aproximadamente 344.000 millones de euros en importaciones de combustibles fósiles entre 2021 y 2050. (MITECO, 2020)

Se espera invertir 500.000 millones de euros en los años 2021 a 2030, de los cuales 300.000 millones de euros se destinarán a la implementación de esta estrategia a largo plazo.

## 6.2. Iniciativas del sector privado

La iniciativa del sector privado es un agente fundamental para poder llevar a cabo los planes de descarbonización de la economía española. La colaboración entre el sector privado y público es necesaria para poder impulsar la creación de mecanismos que reduzcan el riesgo y así fomentar la inversión privada en proyectos verdes.

Como se ha comentado anteriormente, la financiación de los proyectos de descarbonización en España es mayoritariamente privada lo que demuestra el creciente compromiso de las empresas españolas con la emergencia climática. Sin embargo, las empresas no solo deben invertir su capital en proyectos sostenibles y apoyar iniciativas que promuevan energías renovables o tecnologías limpias, sino que también deben ir más allá de las políticas ambientales y reducir las emisiones de sus operaciones globales y cadenas de valor. En lugar de solo cumplir con las normativas existentes, deberían tomar medidas adicionales para disminuir su impacto ambiental. Estas acciones por parte del sector privado no sólo

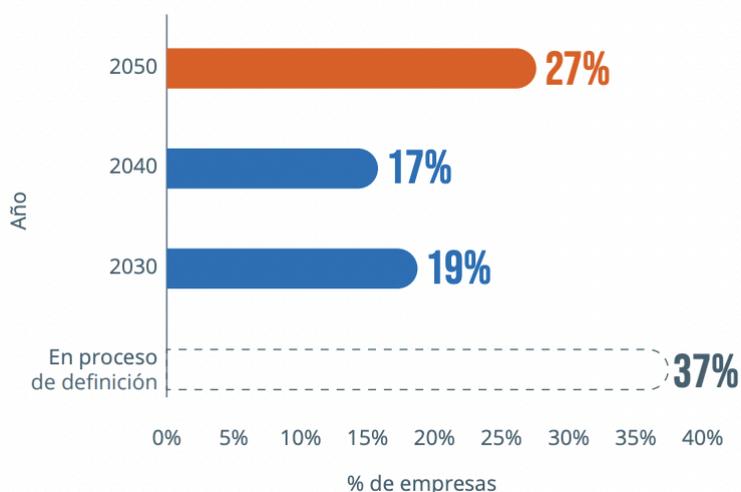
ayudarían a combatir el cambio climático, sino que posicionaría al sector como líder en la transición hacia una economía más sostenible.

Es necesario que las empresas españolas elaboren una senda a largo plazo de descarbonización para poder llegar a cumplir el ambicioso objetivo de la neutralidad climática. Este proceso se compone de un conjunto de etapas de distinta madurez de la empresa según su gestión de la emergencia climática.

El Clúster de Cambio Climático es una plataforma clave en España que reúne a grandes empresas para abordar temas relacionados con el cambio climático. Este grupo, liderado en 2021 por empresas como Bankinter, Chiesi, Cajamar, Engie, IKEA, LafargeHolcim, Naturgy, y Nestlé, incluye a más de 75 compañías importantes. Su objetivo principal es fomentar el liderazgo del sector privado en la acción climática, destacar las buenas prácticas de estas empresas, facilitar el diálogo y el intercambio de ideas entre ellas, y actuar como un interlocutor destacado con las Administraciones Públicas en temas climáticos. Según la encuesta de Net Zero Gap Análisis de Forética, representante de World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) en España, se distinguen cuatro etapas de maduración: indiferentes, principiantes, avanzados y consecuentes. (Forética, 2021)

En cuanto al compromiso de las empresas con el objetivo de cero emisiones netas, el 87% de las empresas españolas del Clúster ya han alineado o están en proceso de alinear su estrategia con los objetivos de descarbonización a largo plazo. Aquellas empresas más maduras, el 24%, también han podido desacoplar su crecimiento económico con las emisiones de GEI. Es necesario que las actividades realizadas por las organizaciones a lo largo de su cadena de valor no contribuyan de manera neta a las emisiones que afectan el clima. Este factor de propulsión es tal que 1 de cada 3 empresas aumenta la ambición por encima de lo exigido legalmente, estableciendo sus objetivos en años previos a 2050. (Forética, 2021)

**Figura 9:** Proceso de mejora de Año objetivo para alcanzar la neutralidad climática en las empresas encuestadas (n=59)



**Fuente:** Forética

Por último, un paso esencial para avanzar en el objetivo hacia cero emisiones netas, es que las empresas definan sus objetivos de reducción de emisiones en línea con la ciencia, como lo exige SBTi, la iniciativa de referencia a nivel internacional en la definición de objetivos “net zero”. Además, estos planes no deben ser sólo ambiciosos sino que también deben ser transparentes. Este es el caso de las empresas ‘avanzadas’ del Clúster, que apuestan por la transparencia haciendo público su plan de reducción de emisiones. (Forética, 2021)

Más adelante, el cálculo de la huella de carbono es fundamental para observar la contribución de las organizaciones al cambio climático. Las emisiones de GEI se miden en tres niveles:

**Alcance 1:** Se trata de emisiones directas que la empresa genera con su actividad. Estas son las más fáciles de medir. (Read, 2022)

**Alcance 2:** Se trata de las emisiones indirectas de la empresa que se generan en la producción de energía que una empresa compra. (Read, 2022)

**Alcance 3:** Se trata de emisiones indirectas producidas por los clientes que utilizan los productos de la empresa o de los proveedores que fabrican los productos que utiliza la

empresa. Estas son las más difíciles de medir ya que las empresas no tienen un control directo sobre ellas y dependen de terceras personas. (Read, 2022)

Las empresas ya controlan los alcances 1 y 2 con facilidad, mientras que las emisiones de alcance 3 han probado ser un problema para la gestión del cambio climático. Cada vez las organizaciones son más conscientes de que la huella de carbono de su cadena de valor está asociada mayoritariamente a las emisiones de alcance 3. Entre las empresas del Clúster, el 29% de las que fueron encuestadas miden sus emisiones de alcance 3 por completo. Estas empresas son mayoritariamente del sector de construcción y energía. El 53% miden estas de forma parcial y el 19% aún no las miden. (Forética, 2021)

Las actividades más medidas por las empresas españolas de alcance 3 son:

- Viajes de trabajo
- El desplazamiento de los empleados desde sus hogares al trabajo
- La eliminación y el tratamiento de residuos generados en las operaciones de la empresa y la extracción
- Producción y transporte de bienes y servicios comprados o adquiridos

Sin embargo, esto no incluye otras actividades más difíciles de medir, como es el uso y procesamiento de productos vendidos, por lo que el cálculo de emisiones de alcance 3 de las empresas puede verse afectado. (Forética, 2021)

El equilibrio entre las emisiones antropogénicas y su absorción por parte de los sumideros de carbono también es un factor clave para alcanzar los objetivos cero. La manera más habitual de compensar las emisiones de gases de efecto invernadero que no han podido ser reducidas en una empresa ha sido la compra de créditos de carbono que equivalen a esas emisiones. Estos créditos pueden adquirirse tanto en el mercado regulado como en el mercado voluntario. En el mercado voluntario, la compra de estos créditos permite financiar proyectos que generan beneficios adicionales más allá de la cadena de valor de la empresa, como el desarrollo de energías renovables, tecnologías de eliminación de emisiones, restauración y conservación de ecosistemas como bosques y humedales, o la mejora del transporte. (Forética, 2021)

En cuanto a esto, el 46% de las empresas del Clúster del cambio climático ya están trabajando en una estrategia de compensación de emisiones, en mayor medida en el mercado voluntario. El 54% restante aún no la han elaborado o se encuentran en las primeras fases de elaboración. Entre los proyectos que elaboran las empresas destacan tanto los de evitación de nuevas emisiones de dióxido de carbono como los de eliminación de emisiones. Sólo un 38% de las empresas elaboran ambos tipos de proyectos. (Forética, 2021)

Por otro lado, es necesario contar con recursos disponibles y con una estrategia de inversión clara para que las empresas puedan avanzar en su proceso de maduración. El 53% de las empresas disponen de el presupuesto necesario para transicionar hacia la descarbonización y tienen el objetivo de invertir en mejoras tecnológicas, energías renovables, electrificación o reducción de emisiones. El 52%, además, ya han establecido el objetivo de ser totalmente renovables para 2030. (Forética, 2021)

Una herramienta esencial para poder descarbonizar las empresas es la electrificación y tan solo un 29% de las empresas tienen establecido un objetivo claro de transición. El sector eléctrico está impulsando la electrificación de varios sectores clave en la economía, lo que está ayudando a reducir las emisiones de carbono. Uno de los sectores con mayor potencial de descarbonización es el de la edificación, donde se prevé que para 2050 el 81% de las demandas del sector residencial y el 91% en el sector servicios estén electrificadas. Para lograr esto, será fundamental transformar las fuentes de energía en sistemas de calefacción y refrigeración, reemplazando los combustibles fósiles por energías renovables y reduciendo la demanda energética. (Forética, 2021)

La electrificación también juega un papel crucial en la movilidad. Las regulaciones están enfocadas en electrificar el transporte público y las entregas urbanas, además de establecer puntos de recarga para vehículos eléctricos en edificios nuevos y existentes. En este contexto, un 70% de las empresas del Clúster están avanzando hacia el uso de “vehículos cero emisiones”, principalmente eléctricos, y un 35% de ellas ya han fijado metas claras para alcanzar este objetivo entre 2025 y 2030. (Forética, 2021)

El cambio climático se considera un riesgo inevitable para las empresas, afectando tanto a nivel físico (daños en infraestructuras y cadenas de valor) como a nivel de transición (nuevas regulaciones, tecnologías, y cambios en las preferencias de los consumidores). Hoy en día, la mayoría de las empresas del Clúster (aproximadamente el 74%) ya han integrado el cambio climático en sus matrices de riesgos corporativos, considerándolo tan importante como los riesgos tradicionales. Cerca del 80% de estas empresas clasifican este riesgo como alto o muy alto, lo que refleja una creciente comprensión de sus posibles consecuencias. (Forética, 2021)

Sin embargo, aunque se reconoce la importancia del riesgo climático, muchas empresas aún no han dado el siguiente paso crucial: cuantificar y gestionar estos riesgos. De hecho, casi el 60% de las compañías aún no han calculado las posibles pérdidas o impactos derivados del cambio climático, a pesar de tenerlo en sus planes futuros. Además, más del 70% de las empresas que consideran el cambio climático un riesgo alto o muy alto no están actualmente cuantificándolo. Esto señala una desconexión significativa entre el reconocimiento del riesgo y la acción empresarial en este ámbito. (Forética, 2021)

No solo son importantes las inversiones de las grandes empresas, si no que también pueden serlo las acciones de las PYMES ya que estas componen la mayoría del tejido empresarial del país. Sin embargo, en la mayoría de los casos, estas carecen de los recursos necesarios para poder invertir en proyectos hacia energías más renovables. Las Administraciones Públicas pueden ejercer un papel facilitador para las PYMES hacia la descarbonización y es necesario para que la economía española pueda avanzar hacia la neutralidad climática. (Gálvez & González Láinez, 2023)

A continuación, ejemplos de iniciativas por parte de PYMES enfocadas a la sostenibilidad y la descarbonización:

1. **Ega Master:** Implementó un modelo de producción y consumo que maximiza la renovación, reutilización, y reciclaje de materiales, especialmente en su sistema de empaque, para añadir valor al proceso. (Por el Clima, 2022)

2. **Luxeapers:** Desde 2021, se comprometió a calcular, reducir y compensar su huella de carbono, logrando la neutralidad climática para la totalidad de sus 803 toneladas de CO2 equivalentes. (Por el Clima, 2022)
3. **Biotapass:** Desarrolló un modelo que conecta a propietarios de bosques nativos con mercados voluntarios de carbono (MVC), creando incentivos financieros que aseguran la conservación de estos bosques, su biodiversidad y el carbono almacenado. (Por el Clima, 2022)
4. **Too Good To Go:** A través de su app, que conecta a más de 63 millones de usuarios y 167.000 establecimientos, ha evitado el desperdicio de 163 millones de paquetes de comida. (Por el Clima, 2022)
5. **Cubierta Solar:** Monitorea constantemente el impacto de sus instalaciones y modelo de negocio en términos de emisiones y huella de carbono. (Por el Clima, 2022)
6. **Evalore:** Se enfoca en crear edificios con impacto ambiental neutro, cuantificando las emisiones de su construcción y uso, y compensando con la producción de energía renovable in situ. (Por el Clima, 2022)
7. **GM Technology:** Ofrece soluciones sostenibles de impresión, recuperando impresoras y cartuchos en desuso para evitar que terminen en vertederos, dándoles una segunda vida. (Por el Clima, 2022)
8. **Ruteart:** Promueve un turismo responsable y sostenible que no solo brinda una experiencia inmersiva a los viajeros, sino que también compensa las emisiones de gases de efecto invernadero generadas, logrando la neutralidad de carbono. (Por el Clima, 2022)

Estas actuaciones por parte de las PYMES van más allá de los objetivos de reducción de emisiones para 2030 y están centradas en la medición del impacto, la reducción de emisiones, el reporte público y la movilización social. Las empresas están cada vez más sensibilizadas con respecto a la emergencia climática, pero aún queda un largo recorrido para que estas alcancen los objetivos de cero emisiones netas.

### **6.3. Sectores clave para la descarbonización (energías renovables, transporte sostenible, industria y procesos productivos)**

España se mantiene como país líder en el sector energético, posicionándose sólo por debajo de Alemania a nivel mundial en acuerdos de compraventa de energía (PPA) para empresas. (Gaya, 2024) España ha progresado más en el sector de la electricidad con la energía eólica y solar liderando la capacidad total instalada de energías renovables en la última década. Seguir descarbonizando este sector es crítico, pero además otros de los retos clave serán los sectores de transporte e industria. Estos representan un 55% del total de emisiones del país.

La electrificación es fundamental para la descarbonización de España, especialmente en sectores clave como el transporte y la industria. El cambio hacia tecnologías electrificadas es crucial y debe ir acompañado de inversiones significativas en la capacidad de generación de energía renovable y en el fortalecimiento de la red eléctrica.

España, siendo uno de los principales productores de energía renovable en Europa, tiene ventajas naturales, como un gran número de días soleados, que permiten la producción de energía renovable a un costo más bajo en comparación con otras economías europeas. Por ejemplo, en 2021, los precios de los acuerdos de compra de energía solar fotovoltaica en España fueron un 40% más bajos que en Alemania. (Braga & Candina, 2022)

Con las políticas adecuadas y niveles de inversión suficientes, España podría superar a otros países en el desarrollo de alternativas energéticas limpias basadas en la electrificación, como el hidrógeno verde. Se espera que para 2050 se duplique el suministro de energía eléctrica en España, apoyando una amplia gama de nuevas aplicaciones eléctricas, desde automóviles hasta electrolizadores de hidrógeno verde. (Braga & Candina, 2022)

Más adelante, el hidrógeno verde es un factor clave para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en España. Este tipo de hidrógeno es esencial para lograr una descarbonización profunda, especialmente en sectores que son difíciles de electrificar o que tienen altas emisiones difíciles de mitigar. Se espera que la demanda global de hidrógeno verde aumente entre cinco y siete veces para el año 2050. Este puede ser clave para la descarbonización del sector industrial ya que el hidrógeno verde se utilizaría como fuente de energía y materia prima. (Braga & Candina, 2022)

En Europa, se prevé que el hidrógeno azul, derivado del gas natural, sea superado por el hidrógeno verde producido a través de la electrólisis del agua, que tendrá un costo menor hacia 2040 y permitirá una descarbonización completa. En un escenario de cero emisiones netas, la oferta de hidrógeno en España podría aumentar más de siete veces para 2050. (Braga & Candina, 2022)

España tiene el potencial de convertirse en uno de los productores más competitivos de hidrógeno verde a nivel mundial, principalmente debido a su abundante suministro de energía solar. Esto abre oportunidades para liderar en combustibles basados en hidrógeno, como el amoníaco verde para la navegación o los combustibles sintéticos para la aviación.

Además, las ventajas de España incluyen avances tecnológicos gracias a la expansión de las capacidades de fabricación, una sólida red de potenciales consumidores de hidrógeno, excelente infraestructura y ubicación estratégica para desbloquear la liquidez del mercado, un entorno regulatorio favorable y un ecosistema financiero que facilita la inversión. Estas ventajas combinadas permiten que España produzca hidrógeno verde a un costo nivelado de 1,4 euros por kilogramo, en comparación con 2,1 euros por kilogramo en Alemania. (Braga & Candina, 2022)

Además, las interconexiones existentes de gas natural con el norte de Europa podrían permitir a España exportar hidrógeno, superando las rutas alternativas de importación de hidrógeno desde dentro y fuera de Europa. Si España logra capturar aproximadamente el 30% del mercado europeo de hidrógeno, que se estima entre 44.000 y 58.000 millones de euros para 2050, el hidrógeno podría añadir alrededor del 1% al PIB español. Esto representa una oportunidad histórica para transformar a España en un facilitador de la descarbonización europea. (Braga & Candina, 2022)

Por otro lado, los biocombustibles desempeñarán un papel crucial en la descarbonización de España al desplazar los combustibles convencionales. Debido a su similitud técnica con los combustibles fósiles, pero con una huella neta de emisiones de carbono cero, los biocombustibles se consideran una tecnología de transición importante, especialmente en sectores difíciles de descarbonizar, como la aviación, donde los combustibles sintéticos sin

carbono tardarán más en escalarse (hasta mediados de la década de 2030). (Braga & Candina, 2022)

Los biocombustibles avanzados pueden lograr una reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en comparación con los combustibles fósiles, especialmente cuando se utilizan materias primas con baja intensidad de emisiones. Además, pueden aprovechar biodesperdicios que de otro modo causarían emisiones de GEI o contaminación, como el metano liberado por la descomposición de alimentos en vertederos. (Braga & Candina, 2022)

Muchos biocombustibles, como la bio-gasolina o el bio-jet, son funcionalmente equivalentes a los combustibles derivados del petróleo y son completamente compatibles con la infraestructura existente. Esto significa que no requieren modificaciones significativas en los motores o la infraestructura actual, lo que los hace especialmente útiles para reducir emisiones a corto plazo y limitar posibles activos obsoletos en sectores como el petróleo, gas y transporte.

En un escenario de cero emisiones netas, se proyecta que la demanda de biocombustibles en España se más que duplicará para 2050. Además, representarán aproximadamente el 60% del consumo de combustible en la aviación doméstica y más de un tercio en el transporte marítimo doméstico, sirviendo como una palanca clave para reducir las emisiones en algunos de los sectores más difíciles de descarbonizar. (Braga & Candina, 2022)

Es importante que todos los sectores avancen hacia la neutralidad climática. Aunque en menor medida, el sector de la agricultura y gestión de residuos también contribuye a las emisiones de GEI. Implementar prácticas sostenibles puede reducir las emisiones de metano y otros GEI provenientes de estas actividades. La implementación de la economía circular puede ser un factor clave para aumentar el reciclaje y compostaje en este sector.

## 7. Conclusión

Las medidas de descarbonización en España han demostrado tener impactos significativos en la sociedad, con beneficios notables en términos de salud pública, calidad de vida y crecimiento económico sostenible. La reducción de las emisiones de carbono contribuye a un aire más limpio, disminuye enfermedades relacionadas con la contaminación y fomenta una mayor equidad social mediante la reducción de la pobreza energética. Además, la transición hacia una economía baja en carbono impulsa la creación de empleos verdes y el desarrollo de nuevos sectores industriales, promoviendo un crecimiento económico más sostenible.

Sin embargo, el camino hacia la descarbonización se enfrenta a numerosos retos. Las barreras tecnológicas y financieras, como los altos costos de inversión en tecnologías limpias y la falta de fondos adecuados para investigación y desarrollo, representan obstáculos significativos, especialmente para las pequeñas y medianas empresas del país. A esto se suman los desafíos políticos y regulatorios, que incluyen la incoherencia en las políticas existentes y la insuficiencia de incentivos claros. Además, la resistencia al cambio en sectores económicos tradicionales y la necesidad de una transición justa para los trabajadores afectados por la transformación económica complican aún más el proceso.

Para superar estos desafíos y maximizar los beneficios de la descarbonización, es fundamental implementar una serie de mejoras. Aumentar la inversión en innovación y en el desarrollo de tecnologías limpias puede reducir los costos y acelerar la transición. Fortalecer el marco regulatorio con políticas coherentes y metas ambiciosas proporcionará una guía clara tanto para las empresas como para los ciudadanos. Además, apoyar a los trabajadores de sectores afectados a través de programas de capacitación y reubicación laboral garantizará una transición equitativa. Finalmente, fomentar la participación ciudadana mediante campañas educativas y programas de implicación aumentará el apoyo público y facilitará la aceptación de las medidas propuestas.

La descarbonización ofrece a España una oportunidad para destacarse en el mercado global al fomentar la innovación tecnológica y atraer inversiones en sectores verdes. Al modernizar

su industria y cumplir con normativas internacionales, España puede mejorar su competitividad y crear nuevos empleos. Además, una firme apuesta por la sostenibilidad puede reforzar su imagen y marca país, posicionándolo como líder en un mercado cada vez más enfocado en la sostenibilidad.

En conclusión, mientras que las medidas de descarbonización ofrecen una oportunidad valiosa para mejorar la sociedad y el medio ambiente, es esencial abordar las barreras existentes y adoptar estrategias de mejora para asegurar una transición exitosa y justa hacia un futuro más sostenible.

## 8. Bibliografía

1. Acosta, S. (2023, December 6). *España, un ejemplo en cómo quiere abandonar los combustibles fósiles*. El Periódico de la Energía. Retrieved April 27, 2024, from <https://elperiodicodelaenergia.com/la-gran-brecha-entre-las-promesas-y-acciones-de-la-eliminacion-de-los-combustibles-fosiles-pone-en-riesgo-cumplir-los-objetivos-climaticos/>
2. Asociación Española del Hidrógeno. (2023, June 28). *La actualización del PNIEC incluye 15 nuevas medidas para el impulso del hidrógeno en España*. Asociación Española del Hidrógeno. Retrieved June 25, 2024, from <https://aeh2.org/actualizacion-pniec-incluye-nuevas-medidas-impulso-hidrogeno-renovable/>
1. Braga, D., & Candina, J. (2022, Septiembre). *Net-zero Spain: Europe's decarbonization hub*. McKinsey. Retrieved September 5, 2024, from <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/sustainability/our%20insights/net%20zero%20spain%20europes%20decarbonization%20hub/net-zero-spain-europes-decarbonization-hub-vfinal.pdf>
2. Cámara de Negocios. (2023). *Descarbonización de los sectores: nuevas oportunidades*. Portal de Sostenibilidad. Retrieved September 5, 2024, from <https://negociosostenible.camaravalencia.com/ambiental/tendencias/descarbonizacion-sectores-nuevas-oportunidades-empresariales/>
3. CEOE. (2020, November 4). *Nota resumen - Estrategia descarbonización largo plazo (ELP 2050)*. Anetva. Retrieved September 5, 2024, from <https://www.anetva.org/wp-content/uploads/2021/01/7467-Nota-resumen-Estrategia-largo-plazo-descarbonizaci%C3%B3n-2050-def.pdf>
4. Comisión Europea. (n.d.). *Causas del cambio climático*. EU Climate Action. Retrieved June 25, 2024, from [https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change\\_es](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_es)
5. Comisión Europea. (2013). *COMISIÓN EUROPEA Bruselas, 16.4.2013 COM(2013) 216 final COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL C. EUR-Lex*. Retrieved September 5, 2024, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0216&from=EN>
6. Comisión Europea. (2014). *2030 climate targets - European Commission*. EU climate action. Retrieved September 5, 2024, from [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-targets\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-targets_en)
7. Comisión Europea. (2016, November 30). *Energía limpia para todos los europeos: desbloquear el potencial de crecimiento de Europa*. European Union. Retrieved September 5, 2024, from [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP\\_16\\_4009](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_16_4009)

8. Comisión Europea. (2018). *EUR-Lex - 52018DC0773 - EN - EUR-Lex*. EUR-Lex. Retrieved September 5, 2024, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/es/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0773>
9. Consejo Unión Europea. (2019). *Pacto Verde Europeo - Consilium*. Consilium.europa.eu. Retrieved September 5, 2024, from <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/green-deal/>
10. Consejo Unión Europea. (2021). *Objetivo 55 - El plan de la UE para la transición ecológica*. Consilium.europa.eu. Retrieved September 5, 2024, from <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/green-deal/fit-for-55/>
11. Cueva, F. D. (2014). *Efectos del cambio climático en la economía, el comercio internacional y la estrategia empresarial*. Retrieved Septiembre 01, 2024, from <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/contabilidadyNegocios/article/view/11613/12148>
12. Fernández, M. (2023). *PROYECCIONES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA RESUMEN DE RESULTADOS ESPAÑA*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Retrieved September 5, 2024, from [https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/Informe\\_Proyecciones\\_2023.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/Informe_Proyecciones_2023.pdf)
13. FlexFuel. (2023, September 8). *Descarbonización: qué es y por qué es importante*. FlexFuel. Retrieved September 4, 2024, from <https://www.flexfuel-company.es/descarbonizacion-que-es-y-por-que-es-importante/>
14. Forética. (2021, November 26). *Cero emisiones netas: Las empresas en España ante el reto de la descarbonización*. Forética. Retrieved September 4, 2024, from [https://foretica.org/wp-content/uploads/cero\\_emisiones\\_netas\\_empresas\\_espana\\_descarbonizacion.pdf](https://foretica.org/wp-content/uploads/cero_emisiones_netas_empresas_espana_descarbonizacion.pdf)
15. Gálvez, A. I., & González Láinez, A. (2023). *El papel de la mediana empresa en el ambicioso objetivo de la descarbonización en España*. Retrieved Septiembre 4, 2024, from <https://www.bmigroup.com/es/blog/pyme-objetivo-descarbonizacion/>
16. García, I. (2022, July 30). *La descarbonización de España es un imperativo*. EY. Retrieved June 25, 2024, from [https://www.ey.com/es\\_es/climate-change-sustainability-services/descarbonizacion-espana-es-un-imperativo](https://www.ey.com/es_es/climate-change-sustainability-services/descarbonizacion-espana-es-un-imperativo)
17. Gaya, H. (2024, June 26). *España mantiene su liderazgo en energía renovable frente a retos económicos y de infraestructura*. EY. Retrieved September 4, 2024, from

- [https://www.ey.com/es\\_es/news/2024/06/espana-mantiene-liderazgo-energia-renovable-frente-retos-economicos-infraestructura](https://www.ey.com/es_es/news/2024/06/espana-mantiene-liderazgo-energia-renovable-frente-retos-economicos-infraestructura)
18. IBM. (n.d.). *¿Qué es la descarbonización?* IBM. Retrieved June 26, 2024, from <https://www.ibm.com/es-es/topics/decarbonization>
  19. Lee, H., & Romero, J. (2023, Noviembre). *Climate Change 2023 Synthesis Report*. IPCC. Retrieved April 22, 2024, from [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_LongerReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf)
  20. MITECO. (n.d.a). *El Protocolo de Kioto*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Retrieved June 17, 2024, from <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contrael-cambio-climatico/naciones-unidas/protocolo-kioto.html>
  21. MITECO. (n.d.b). *La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Retrieved September 5, 2024, from <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contrael-cambio-climatico/naciones-unidas.html>
  22. MITECO. (n.d.c). *La Unión Europea en la lucha contra el cambio climático*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Retrieved September 5, 2024, from <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contrael-cambio-climatico/la-union-europea.html>
  23. MITECO. (2018, January 16). *ESPAÑA CIRCULAR 2030*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Retrieved September 5, 2024, from [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/espanacircular2030\\_def1\\_tcm30-509532\\_mod\\_tcm30-509532.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/espanacircular2030_def1_tcm30-509532_mod_tcm30-509532.pdf)
  24. MITECO. (2020d). *ANEXO ELP 2050*. UNFCCC. Retrieved September 5, 2024, from [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/LTS1\\_Spain\\_Annexes.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/LTS1_Spain_Annexes.pdf)
  25. MITECO. (2020b). *IMPACTO ECONÓMICO, DE EMPLEO, SOCIAL Y SOBRE LA SALUD PÚBLICA DEL PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA 2021-2030*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Retrieved September 5, 2024, from [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/images/es/informesocioeconomicopniecc\\_ompleto\\_tcm30-508411.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/images/es/informesocioeconomicopniecc_ompleto_tcm30-508411.pdf)
  26. MITECO. (2020a, January 20). *PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA 2021-2030*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Retrieved September 5, 2024, from

- [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/images/es/pnieccompleto\\_tcm30-508410.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/images/es/pnieccompleto_tcm30-508410.pdf)
27. MITECO. (2020c, Noviembre). *Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050*. Untitled. Retrieved September 5, 2024, from [https://ec.europa.eu/clima/sites/lts/lts\\_es\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/lts/lts_es_es.pdf)
  28. MITECO. (2024, March 15). *INFORME DE INVENTARIO NACIONAL*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Retrieved September 5, 2024, from <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-es-nir-edicion-2024.pdf>
  29. Naciones Unidas. (1998). *PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO*. UNFCCC. Retrieved September 5, 2024, from <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
  30. Naciones Unidas. (2016). *El Acuerdo de París | CMNUCC*. UNFCCC. Retrieved September 5, 2024, from <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>
  31. OMC Y PNUMA. (2009). *El comercio y el cambio climático*. World Trade Organization. Retrieved September 5, 2024, from [https://www.wto.org/spanish/res\\_s/booksp\\_s/trade\\_climate\\_change\\_s.pdf](https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/trade_climate_change_s.pdf)
  32. Pacto Mundial. (n.d.). *Ley 7/2021 Cambio climático y transición energética · Pacto Mundial*. Pacto Mundial. Retrieved June 17, 2024, from <https://www.pactomundial.org/leyes-directivas-normativas-sostenibilidad/ley-7-2021-de-20-de-mayo-de-cambio-climatico-y-transicion-energetica/>
  33. Por el Clima. (2022, November 17). *Conoce los 10+10 ejemplos de acciones climáticas del sector privado más destacados*. Empresas #PorElClima. Retrieved September 4, 2024, from <https://empresasporelclima.es/actualidad/4930-conoce-los-10-10-ejemplos-de-acciones-climaticas-del-sector-privado-mas-destacados>
  34. Poynting, M. (2024, February 8). *Qué significa para el mundo que por primera vez haya aumentado la temperatura 1,5 grados durante un año entero*. BBC. Retrieved June 25, 2024, from <https://www.bbc.com/mundo/articulos/cge7ql9xyk9o>
  35. Read, S. (2022, September 23). *¿Cuál es la diferencia entre las emisiones de alcance 1, 2 y 3, y qué hacen las empresas para reducirlas?* El Foro Económico Mundial. Retrieved September 5, 2024, from <https://es.weforum.org/agenda/2022/09/cual-es-la-diferencia-entre-las-emisiones-de-alcance-1-2-y-3-y-que-hacen-las-empresas-para-reducir-las-tres>
  36. Romanello, M., & Rodríguez, E. (2022, October 26). *La dependencia de los combustibles fósiles provoca enfermedades e inseguridad alimentaria en todo el mundo*. Agencia SINC.

Retrieved September 5, 2024, from

<https://www.agenciasinc.es/Noticias/La-dependencia-de-los-combustibles-fosiles-provoca-enfermedades-e-inseguridad-alimentaria-en-todo-el-mundo>

37. SEPG. (n.d.). *I. El cambio climático: desafíos y oportunidades en el Siglo XXI*. Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos. Retrieved September 5, 2024, from <https://www.sepg.pap.hacienda.gob.es/sitios/sepg/es-ES/Presupuestos/InformesImpacto/IA-PGETE2023/Documents/I.%20El%20cambio%20clim%C3%A1tico%20desaf%C3%ADos%20y%20oportunidades.pdf>
38. Vélez, A. M., & Sánchez, R. (2024, January 20). *España no se desengancha del petróleo y el gas: su peso en el consumo de energía está en máximos de la última década*. El Diario. Retrieved April 16, 2024, from [https://www.eldiario.es/economia/espana-no-desengancha-petroleo-gas-peso-consumo-en-energia-maximos-ultima-decada\\_1\\_10838687.html](https://www.eldiario.es/economia/espana-no-desengancha-petroleo-gas-peso-consumo-en-energia-maximos-ultima-decada_1_10838687.html)

## 9. Anexo

### ANEXO I. RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030

#### Anexo al Trabajo de Fin de Grado y Trabajo de Fin de Máster: Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030.

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. <b>Fin de la pobreza.</b>		X		
ODS 2. <b>Hambre cero.</b>			X	
ODS 3. <b>Salud y bienestar.</b>	X			
ODS 4. <b>Educación de calidad.</b>		X		
ODS 5. <b>Igualdad de género.</b>		X		
ODS 6. <b>Agua limpia y saneamiento.</b>	X			
ODS 7. <b>Energía asequible y no contaminante.</b>	X			
ODS 8. <b>Trabajo decente y crecimiento económico.</b>	X			
ODS 9. <b>Industria, innovación e infraestructuras.</b>	X			
ODS 10. <b>Reducción de las desigualdades.</b>	X			
ODS 11. <b>Ciudades y comunidades sostenibles.</b>	X			
ODS 12. <b>Producción y consumo responsables.</b>	X			
ODS 13. <b>Acción por el clima.</b>	X			
ODS 14. <b>Vida submarina.</b>	X			
ODS 15. <b>Vida de ecosistemas terrestres.</b>	X			
ODS 16. <b>Paz, justicia e instituciones sólidas.</b>		X		
ODS 17. <b>Alianzas para lograr objetivos.</b>	X			

Descripción de la alineación del TFG/TFM con los ODS con un grado de relación más alto.

\*\*\*Utilice tantas páginas como sea necesario.

Este Trabajo de Fin de Grado sobre la descarbonización española contribuye significativamente a varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Al promover la reducción de emisiones de carbono, ayuda a mejorar la salud y bienestar al disminuir la contaminación del aire, lo que reduce enfermedades respiratorias y cardiovasculares. La transición hacia fuentes de energía asequible y no contaminante también facilita el acceso a energías limpias, beneficiando la salud pública y la sostenibilidad.

Además, la investigación apoya el agua limpia y saneamiento al reducir la contaminación que afecta los recursos hídricos. La promoción de energías renovables y prácticas sostenibles impulsa la industria, innovación e infraestructuras, fomentando el desarrollo de tecnologías limpias y mejorando la eficiencia de las infraestructuras.

**Anexo al Trabajo de Fin de Grado y Trabajo de Fin de Máster: Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030.** (Numere la página)

En términos de trabajo decente y crecimiento económico, la descarbonización puede generar empleos verdes y oportunidades en nuevos sectores, mientras que contribuye a reducción de las desigualdades al mejorar el acceso a energías limpias y sostenibles en comunidades desfavorecidas.

El estudio también promueve ciudades y comunidades sostenibles al fomentar el desarrollo de infraestructuras verdes y transporte sostenible, y apoya la producción y consumo responsables al promover prácticas económicas más limpias.

La acción por el clima está en el corazón de tu investigación, ya que la descarbonización es fundamental para mitigar el cambio climático. Esto también beneficia la vida submarina y la vida de ecosistemas terrestres al reducir la contaminación y proteger los hábitats naturales. Finalmente, el trabajo contribuye a alianzas para lograr objetivos al alinearse con las políticas y compromisos internacionales de sostenibilidad, promoviendo una colaboración efectiva entre gobiernos, empresas y sociedad civil.