



universidad  
de león  
Facultad de Ciencias  
Económicas y Empresariales

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales  
Universidad de León

Grado en Economía

Curso 2021/22

**LA REGULACIÓN DEL MODELO ENERGÉTICO DE LA UE-27.  
UN ANÁLISIS DE SU CAMBIO ESTRUCTURAL  
(THE REGULATION OF THE EU-27 NERGY MODEL.  
AN ANALYSIS OF ITS STRUCTURAL CHANGE)**

Realizado por el Alumno Miguel Pedro Nsue Nzang Obono

Tutelado por el Profesor Julio Ignacio Abad González

León, a 13 de julio 2022

*“La energía no es un bien más, sino la precondition de todos los bienes, un factor básico tal y como lo es el aire, el agua y la tierra”* frase atribuida a Joseph A. Schumpeter por Romero Mora y Linares Llamas (2014).

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN / ABSTRACT .....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. METODOLOGÍA .....	10
3. ENERGÍA Y ECONOMÍA .....	12
4. SOSTENIBILIDAD Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA.....	22
4.1. Una revisión del concepto de sostenibilidad .....	22
4.2. Transición energética en la UE.....	29
5. UNA REVISIÓN CRÍTICA DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA COMUNITARIA.....	33
5.1. Principales regulaciones .....	34
5.1.1. Gas y electricidad .....	34
5.1.2. Energía nuclear .....	36
5.1.3. Carbón.....	36
5.1.4. Fuentes de energía renovables .....	37
5.2. Algunas deficiencias de la política energética comunitaria.....	38
5.2.1. La falta de armonización .....	39
5.2.2. Deficiencias en la aplicación de la regulación.....	40
5.2.3. Otras deficiencias: el problema en la delegación de poderes, los <i>free riders</i> de las renovables y la ausencia de política energética exterior .....	43
6. EL <i>TRILEMA</i> ENERGÉTICO. PECULIARIDADES DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA DE LA UNIÓN EUROPEA.....	45
6.1. Seguridad energética.....	49
6.2. Equidad energética.....	53
6.3. Sostenibilidad energética .....	55
7. VULNERABILIDAD ENERGÉTICA DE LA UE. EL RECIENTE CASO DE RUSIA.....	60
7.1. Balance energético antes de la interrupción de suministros .....	60

7.2. Efectos de la interrupción de suministro energético.....	64
7.2.1. Impacto sobre la producción.....	66
7.2.2. Inflación. Aumento de costes y pérdida de poder adquisitivo.....	69
8. ANÁLISIS DEL CAMBIO ESTRUCTURAL DEL MIX ENERGÉTICO A TRAVÉS DE CLÚSTERES.....	71
9. CONCLUSIONES.....	79
REFERENCIAS .....	80

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 4.1. Reservas probadas de petróleo y gas natural.....	27
Tabla 6.1. Estructura de proveedores de la UE-27 (1995 y 2019) .....	52
Tabla 7.1. Previsiones de crecimiento de PIB: antes vs después de la invasión rusa.....	66

**ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 3.1. Evolución del consumo de energía mundial (agregado y por fuente energética) .....	15
Gráfico 3.2. PIB y consumo energético per cápita en EE. UU, Francia y Alemania.....	18
Gráfico 3.3. Flujo de energía disponible para el consumo final en la UE-27 (2019).....	20
Gráfico 4.1. Relación entre emisiones de CO <sub>2</sub> y consumo energético (1965-2019).....	26
Gráfico 4.2. Años restantes de combustibles fósiles .....	28
Gráfico 4.3. Evolución de la UE en fuentes renovables, eficiencia energética, emisiones de GEI .....	30
Gráfico 5.1. Fuentes de energía de los estados miembros (2019) .....	39
Gráfico 5.2. Intensidad emisora en la generación de electricidad y precio de los derechos de emisión (2005-2020) .....	42
Gráfico 6.1 Variación de la intensidad energética en la UE (2000-2019).....	46
Gráfico 6.2. Trilema energético de la UE-27 (2021).....	47
Gráfico 6.3. Evolución de la dependencia energética en la UE-27 .....	51
Gráfico 6.4. Evolución del precio de la electricidad y el gas para los hogares en la UE-27 (2007-2021) .....	54
Gráfico 6.5. Cambio del mix de generación eléctrica de la UE-27 (de 1995 a 2019)....	56
Gráfico 6.6. Potencia eléctrica instalada en la UE-27 (1995-2020) .....	57
Gráfico 7.1. Energía bruta disponible en la UE clasificada por origen.....	61
Gráfico 7.2. Porcentaje de importaciones procedentes de Rusia, por tipo de combustible fósil (2020).....	62
Gráfico 7.3. Evolución de las importaciones de energía de la UE-27 desde Rusia.....	63
Gráfico 7.4. Impacto de la crisis energética en los países de la UE-27 (según % de importaciones rusas).....	68
Gráfico 7.5. Impacto de la crisis energética en la UE-27 .....	69
Gráfico 8.1. Resultados del análisis clúster: dendrograma.....	72
Gráfico 8.2. Mix energético medio por clúster.....	73

Gráfico 8.3. Cambios de clúster de los Estados Miembros (1990-2020) ..... 74  
Gráfico 8.4. Número de países por clúster en cada año (1990-2020) ..... 77

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 3.1. Clasificación de las principales fuentes energéticas ..... 14  
Figura 5.1. Evolución de la normativa energética de la UE ..... 34

## RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo analizar el cambio estructural en el mix energético experimentado por la Unión Europea (UE). Para ello, primero se analiza el nexo entre la energía y la economía. Posteriormente se examina el estado actual de la transición del modelo energético de la UE. Después, se revisan los principales cambios en la regulación energética promovidos por las instituciones de la UE, dado que son esenciales (entre otros factores) para explicar el cambio estructural en el mix energético de los Estados Miembros de la UE desde 1990. A continuación, se estudian las particularidades de la estructura energética de la UE desde la perspectiva de las tres dimensiones del *trilema* energético. Adicionalmente, como un ejemplo de la vulnerabilidad energética de la UE se evalúan los efectos económicos de la reciente invasión de Ucrania por parte de Rusia. Por último, con el fin de verificar el cambio estructural, se ha realizado un análisis clúster.

*Palabras clave:* regulación energética, mix energético, cambio estructural, Trilema Energético, clúster.

## ABSTRACT

This paper aims to analyze the structural change in the energy mix experienced by the European Union (EU). For that, first the link between energy and economy is assessed. Subsequently the current state of the transition of the EU energy model is reviewed. Then, the main changes in energy regulation promoted by the EU institutions are reviewed, as they are essential (among other factors) to explain the structural changes in the energy mix of the EU Member States since 1990. After, the particularities of the EU energy structure have been studied from the point of view of the three dimensions of the Energy Trilemma. Additionally, as example of the EU energy vulnerability the economic effects caused by Russia's recent invasion of Ukraine are examined. Finally, to verify this structural change a cluster analysis has been performed.

*Keywords:* Energy regulation, energy mix, structural change, Energy Trilemma, cluster.

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo socioeconómico de las naciones ha estado siempre asociado al uso de la energía, de hecho, a lo largo de la historia la disponibilidad de energía abundante y barata siempre se ha evidenciado como una condición necesaria (aunque no suficiente) para el desarrollo económico y social. Sin embargo, la utilización de la energía también ha estado continuamente asociada a su impacto sobre el medio ambiente. En efecto, las emisiones han estado indisociablemente unidas a los combustibles fósiles que, desde su descubrimiento, han sido la principal fuente de energía utilizada por la humanidad. Puede decirse, por lo tanto, que el desarrollo económico y la contaminación (por emisión de gases, principalmente) son, respectivamente, la cara y la cruz que definen el consumo energético de la humanidad desde la revolución industrial. El presente trabajo puede decirse que tiene su raíz en que la cruz (impacto medioambiental<sup>1</sup>) del uso de la energía no fue suficientemente abordado hasta finales de los noventa. A partir de este momento toma relevancia a escala global y a nivel de la UE, dentro de un marco más amplio, el interés por la transición a un modelo energético sostenible. En este contexto, diversos acontecimientos (entre los que destacan los cambios en la regulación) han conducido a un cambio en la estructura energética de la UE. Este cambio, junto con las particularidades que definen dicha estructura energética serán analizados en las posteriores páginas.

El principal objetivo de este trabajo es analizar la estructura energética de la Unión Europea para, posteriormente, estudiar el cambio que la misma ha experimentado a lo largo de 31 años desde 1990. Para conseguir este objetivo principal, se definen una serie de objetivos específicos que pueden dividirse en dos grupos, unos de carácter teórico y otros de carácter empírico.

### **Objetivos teóricos**

- i. Revisar el nexo histórico existente entre la energía y el desarrollo económico.
- ii. Desarrollar las nociones de sostenibilidad débil y fuerte en el diseño de un modelo energético sostenible.

---

<sup>1</sup> Que supone, además de la emisión de gases, la intensiva extracción de los recursos energéticos no renovables más o menos próximos a su agotamiento (dependiendo de las estimaciones).

- iii. Ofrecer una perspectiva lo más completa posible de los cambios en la regulación energética (directa o indirecta) de la UE.
- iv. Señalar las principales deficiencias de algunas de las regulaciones promovidas desde las instituciones comunitarias.
- v. Profundizar en los conceptos de seguridad, equidad y sostenibilidad energética (así como otros adyacentes a ellos) desde la óptica del *trilema* energético.

### **Objetivos empíricos**

- i. Evidenciar los potenciales efectos económicos negativos para la UE derivados de su vulnerabilidad energética.
- ii. Estudiar el cambio (entre 1990 y 2020) del mix energético de los 27 actuales miembros de la UE por medio de un análisis clúster.

Para alcanzar estos objetivos, este trabajo se ha estructurado en cuatro bloques principales si bien, previo a ellos y para que se pueda valorar en su justa medida la importancia de la energía para una economía como la de la UE, hay un epígrafe (capítulo 3) que revisa, en base a las cuatro hipótesis más comunes, la estrecha relación existente entre la energía y el funcionamiento del sistema económico. El primero de los cuatro bloques principales antes citados es abordado en el capítulo 4 que trata, esencialmente, dos cuestiones, por un lado, una aproximación de las características que debería reunir un modelo energético sostenible desde la perspectiva de los enfoques de sostenibilidad débil y sostenibilidad fuerte y, por otro lado, se examina el estado actual de la transición energética en la UE. El segundo bloque (capítulo 5) tiene dos partes: en la primera se repasa las principales regulaciones energéticas de la UE desde finales de los noventa mientras en la segunda se señala algunas de las deficiencias derivadas de esta misma regulación. El tercer bloque se trata en dos capítulos diferentes, en el capítulo 6 se hace una caracterización de la estructura energética de la Unión Europea a partir las tres dimensiones del *trilema* energético, posteriormente el capítulo 7 (que amplía la dimensión de seguridad energética) analiza los efectos de la vulnerabilidad energética de la UE tomando como caso de estudio las consecuencias económicas para la UE de la reciente crisis energética generada por la invasión de Ucrania por parte de la Federación Rusa.

Por último, en el capítulo 8 se comprueba, a través de un análisis clúster, el cambio estructural experimentado por el mix energético de los Estados Miembros (y por ende, por la UE) desde 1990. El trabajo finaliza con las principales conclusiones alcanzadas.

## 2. METODOLOGÍA

Una vez decidido que el ámbito asociado al consumo energético de la UE sería el objeto del presente trabajo, la primera fase de investigación para este estudio ha consistido en una prolífica revisión bibliográfica, a partir de la cual de forma dinámica se fue acotando y fijando la estructura del trabajo. El resultado de este proceso ha sido, como puede deducirse de los objetivos, un trabajo con un doble enfoque: teórico y práctico.

Para alcanzar los objetivos teóricos se han consultado múltiples fuentes bibliográficas haciendo especial uso de las siguientes:

- Las principales publicaciones de economía energética y energía de la plataforma ScienceDirect de Elsevier, tales como las revistas *Energy Research & Social Science*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *Energy Policy*, *Energy Economics*, entre otras.
- Artículos del almacén de publicaciones académicas periódicas JSTOR.
- Publicaciones de la Florence School of Regulation (FSR). Institución dedicada a la investigación y revisión crítica de las regulaciones de la UE en diferentes ámbitos, entre los cuales está la energía.
- Artículos y publicaciones disponibles en las páginas oficiales de algunas instituciones de la UE, tales como el Parlamento Europeo o la Comisión Europea. Así como EUR-Lex, plataforma oficial de la UE que da acceso a toda la información relativa al marco jurídico de la misma.

Adicionalmente se emplean otras múltiples fuentes bibliográficas entre las que se puede destacar la obra *La cuestión moral de los combustibles fósiles* de Epstein (2021) o los dos volúmenes de *En la espiral de la energía* de Fernández Durán y González Reyes (2018). También se emplean otros repositorios de información académica como Dialnet o algunas publicaciones del Banco de España.

Los objetivos empíricos engloban todo lo relacionado con la obtención, tratamiento y análisis de los datos. Todos ellos han sido obtenidos de fuentes reconocidas y utilizadas

por muchos de los investigadores consultados en la revisión bibliográfica. Las principales bases de datos empleadas han sido las de Eurostat y la European Environment Agency (EEA) a nivel de la UE. Asimismo, se ha utilizado la base de datos de British Petroleum (BP) que goza de una de las series más largas y amplias de datos energéticos. Además, se han obtenido algunos datos económicos del Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial (BM). La información obtenida de estas bases de datos se ha utilizado para la elaboración de la mayoría de los gráficos y tablas recogidos en el trabajo, para lo cual se han usado:

- El programa Microsoft Excel.
- La aplicación web para la creación de visualizaciones de datos Flourish Studio (<https://flourish.studio/>).
- El entorno y lenguaje de programación para el análisis estadístico R y su entorno de desarrollo integrado RStudio, con el que se ha implementado el análisis clúster cuyos resultados se presentan en el capítulo 8.

### 3. ENERGÍA Y ECONOMÍA

Resulta esencial ilustrar la particular relación que siempre ha existido entre el uso de la energía y el sistema económico y social. Previamente se realiza una aclaración de conceptos tales como el de energía, que además es clasificada según sus principales tipos de fuentes.

Se empieza por aclarar el empleo que se hará aquí de los términos mercado, sector y estructura energética. Generalmente con sector energético se hace referencia a la industria encargada de producir, extraer o transformar este insumo desde las fuentes energéticas primarias hasta el consumidor final<sup>2</sup>. Pues, antes de que el producto llegue al consumidor final la energía es intercambiada en sus diferentes formas —estado primario, carburantes, electricidad, calor, etc.— entre los agentes, por definición, estos intercambios en los que el bien (recurso) intercambiado es la energía conforman “mercados energéticos”. Por tanto, al hablar sólo de mercado energético, en realidad, se hace referencia a todos ellos en agregado. El mercado energético incluye, en ese sentido, tanto a agentes del sector energético como a aquellos que no lo son, con lo cual es un término mucho más amplio que el de sector energético. Desde esta perspectiva, el mercado energético comunitario alude a lo anteriormente expuesto, si bien circunscrito a la UE y a sus relaciones en esta materia con terceros países. Por su parte, en el presente trabajo con el término estructura energética se hace referencia al mix o matriz energética que resulta del modo en que se encuentran organizados tanto el sector como el mercado energético. Se entiende por mix energético (término que se empleará con frecuencia) la combinación de recursos (inputs) energéticos que emplea un país o una región para satisfacer sus necesidades. Este mix se puede elaborar en diferentes niveles del uso energético.

Por su parte, la física define la energía como la capacidad de producir trabajo, el cual puede manifestarse de diferentes maneras, por ejemplo, trabajo mecánico, trabajo eléctrico, etc. En cualquiera de sus formas, el trabajo producido por la energía es el que ha permitido (y permite) al ser humano a lo largo de la historia satisfacer sus múltiples

---

<sup>2</sup> Sería discutible si los distribuidores y comercializadores forman parte del sector energético como tal, dado que son sólo unos intermediarios. Aquí se considerará que forman parte, al igual que lo hace MITECO (2022) en el sector eléctrico (subsector energético).

necesidades. Desde el origen de la civilización las grandes transformaciones en la estructura y/o la complejidad de las organizaciones sociales siempre han estado asociados, aparte de otros factores, con cambios en el uso de la energía (Fernández Durán y González Reyes, 2018). Así, la cantidad de energía que una sociedad<sup>3</sup>, en cualquier época, es capaz de utilizar depende de los recursos disponibles en la naturaleza, la tecnología y las necesidades de dicha sociedad (demandad de energía); los dos primeros factores, los recursos naturales y la tecnología, son los que “crean” las diferentes fuentes energéticas que puede utilizar una economía, y eso es porque un medio disponible —energético, en este caso— en la naturaleza no es propiamente un recurso o fuente energética, al menos para el ser humano, hasta que este último dispone de la tecnología que le permite explotarlo. Por ejemplo, antes de la aparición del motor de combustión interna, el petróleo era poco menos que un lastre para las plantaciones o una traba en la búsqueda para obtener otros recursos (Epstein, 2021).

La energía que usa el ser humano suele dividirse genéricamente en dos tipos: endosomática (producida dentro del cuerpo humano) y exosomática (generada fuera del cuerpo humano). Este trabajo se centra en este último tipo de energía, siendo la clasificación de las diferentes fuentes de energía exosomática la que se presenta en la figura 3.1. Las fuentes renovables son las que, por lo general, suelen considerarse también energías limpias o verdes —esto es, energías de bajo/nulo impacto ambiental—, mientras los combustibles fósiles son las fuentes contaminantes por excelencia. En cuanto a la energía nuclear, existe cierta discordia, actualmente dentro de la *EU taxonomy for sustainable activities* se considera la energía nuclear como verde (Comisión Europea, 2022a) pero no todos los Estados Miembros ni representantes de instituciones de la Unión están de acuerdo.

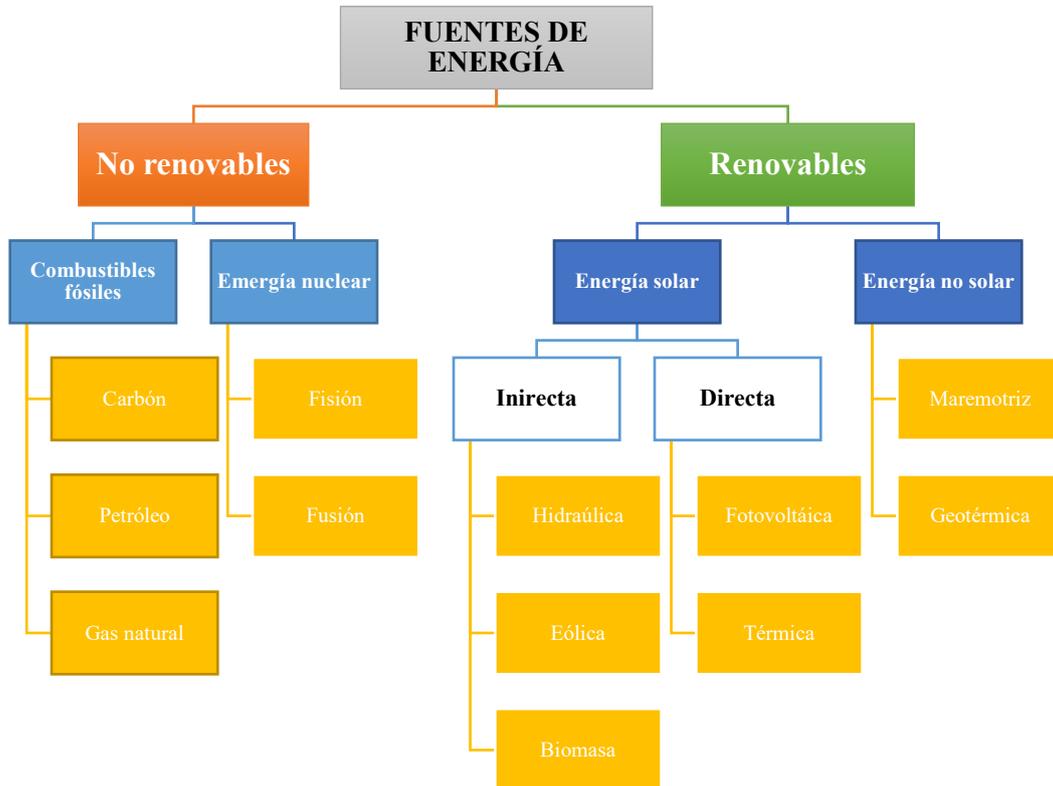
La clasificación de la figura 3.1 recoge esencialmente fuentes de energía primaria, esto es, energía disponible en la naturaleza antes de ser convertida. De la transformación de estas fuentes originarias se obtiene la electricidad, el calor, el hidrógeno, los derivados de

---

<sup>3</sup> Aquí las referencias a la sociedad (concepto muy amplio) son referencias al sistema económico principalmente, pues el estilo de vida, la forma de producción, los métodos del intercambio generalizados, etc. de una época constituyen la ‘economía’ de la misma (Fernández Durán y González Reyes, 2018).

los combustibles fósiles, etc. que no son más que vectores energéticos<sup>4</sup>. Cuando un vector está asociado directamente con una fuente primaria se le llama fuente de energía secundaria.

**Figura 3.1. Clasificación de las principales fuentes energéticas**



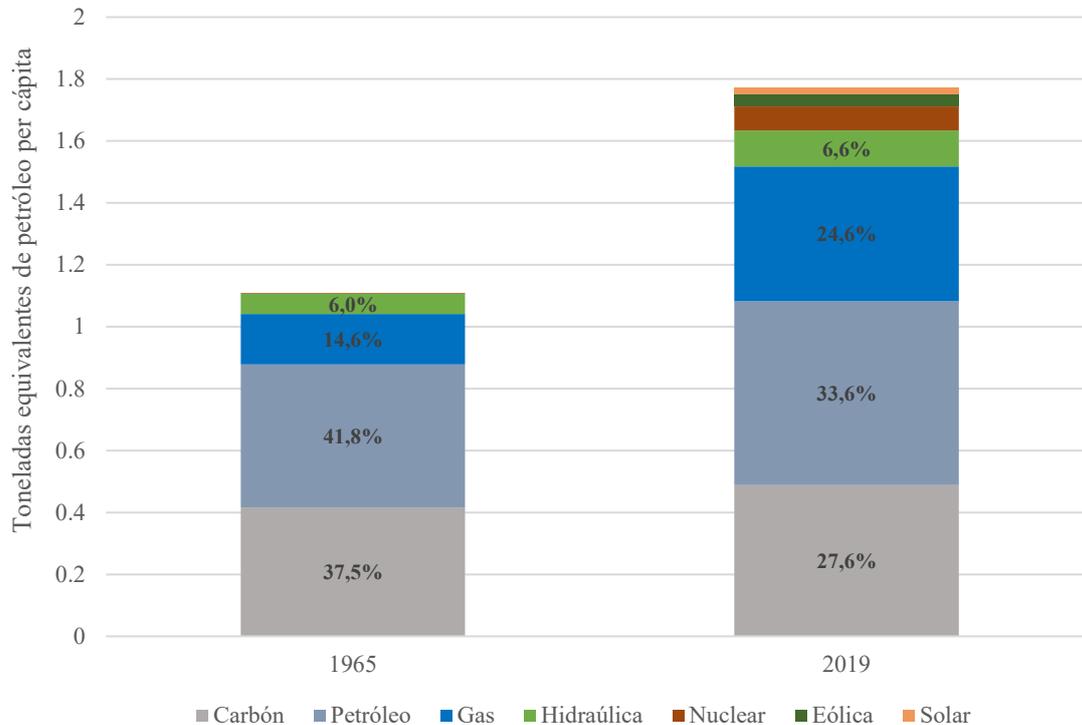
Fuente: elaboración propia a partir de (Epstein, 2021; Jarauta Rovira y Morata Cariñera, 2013)

La relación existente entre la energía y el desarrollo socioeconómico es tan antigua como la historia del propio ser humano. Desde el descubrimiento del fuego hasta la utilización del carbón en la máquina de vapor —que supone la pieza definitiva para el *boom* de la revolución industrial— el continuo progreso de la humanidad ha ido acompañado por un uso cada vez mayor de energía que es el que ha permitido las mejoras progresivas en el nivel de vida, lo cual es, de hecho, uno de los principales objetivos de la ciencia económica. Como se aprecia en el gráfico 3.1, aunque en los últimos 50 años el consumo de las renovables haya aumentado bastante, en general, también se ha intensificado el uso

<sup>4</sup> Un vector energético es cualquier sustancia o dispositivo que contiene energía condensada en él —a partir de una fuente energética primaria o de otro vector— para poder utilizarla posteriormente de forma controlada. Toda cadena de vectores energéticos tiene siempre su origen en una fuente primaria (Fernández Durán y González Reyes, 2018).

de combustibles fósiles, si bien un análisis más desagregado permitiría encontrar importantes diferencias entre países.

**Gráfico 3.1. Evolución del consumo de energía mundial  
(agregado y por fuente energética)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de BP (2021)

No obstante, aquí no se pretende establecer un argumento monocorde en torno a la energía para explicar el progreso económico pues, aunque a lo largo de este texto no se hará siempre esa puntualización, se considera que el progreso económico es, ciertamente, resultado de la confluencia de una multitud de factores. Lo que sí se pretende es resaltar el papel de la energía en todo este proceso porque, como reconoce el Foro Económico Mundial en su *Energy Vision Update* (2012), la energía es un input para casi todos los bienes y servicios, y no es descabellado considerarla —como lo hace este informe— el oxígeno de la economía. La aserción más veraz que puede hacerse sobre el papel de la energía en el progreso económico y social es que ésta es una condición necesaria pero no suficiente. Es decir, el progreso económico y social es imposible sin usar grandes cantidades de energía, pero su abundancia no garantiza de por sí el progreso. La prueba de esta afirmación es la amplia lista de naciones ricas en recursos energéticos y, al mismo

tiempo, muy poco desarrolladas. Queda claro que el uso de la energía es muy importante, pero al tiempo que su uso propicia el progreso económico también genera (y ha generado siempre) impacto en el entorno. En el presente capítulo se aborda lo primero, mientras sus efectos en el medio ambiente se tratarán en el capítulo 4, dedicado a la sostenibilidad.

A pesar de la evidente transcendencia —y particularidad— del insumo energético en el proceso económico la ciencia económica en su formalización y análisis no lo toma en consideración de manera individual, es decir, en la mayoría de los modelos matemáticos utilizados por los economistas sólo se toma en cuenta el capital (K) y el trabajo (L), donde la energía estaría incluida, o no, en el capital, omisión que hace menos precisas las previsiones de esos modelos (Cleveland *et al.*, 1984; citado por Murphy y Hall, 2010). Además, aunque a partir de los estudios empíricos se puede convenir en que existe una relación entre el consumo de energía y el desarrollo económico —crecimiento económico, concretamente— no hay, ni mucho menos, unanimidad en cuanto a cómo es esta relación o cuál es la dirección que sigue (Pablo-Romero y Sánchez-Braza, 2015). En su estudio *Redefining the energy-growth nexus with an index for sustainable economic welfare in Europe*, Menegaki *et al.* (2017) hacen una revisión de más de 30 artículos académicos —que tratan de verificar este nexo en países europeos— con el interés de reducir la discordia en este debate. Se parte de que en la relación entre el crecimiento económico y el consumo de energía —tomado de forma agregada (consumo total) o desagregada (consumo según el tipo de fuente)— pueden cumplirse, *a priori*, cuatro hipótesis distintas:

- A. Hipótesis de neutralidad: implica una ausencia de causalidad en el sentido de que los cambios en el consumo energético no inciden sobre el crecimiento económico ni viceversa. Esto sería propio de economías muy ricas, energéticamente eficientes y con baja intensidad energética<sup>5</sup>. En el estudio se obtiene como resultado que de los artículos que usan consumo total, sólo el 10% validan esta hipótesis, mientras que, usando consumo energético desagregado, sólo un artículo lo valida.

---

<sup>5</sup> La intensidad energética es la cantidad de energía utilizada para generar una unidad de PIB. La eficiencia energética es más difícil de definir, siendo más fácil entenderla a través de comparaciones, esto es, si para lograr el mismo fin, en las mismas condiciones, se usa menos o más energía (IEA, 2016). De hecho, calculando una variación de la intensidad energética se obtiene un indicador de eficiencia energética.

- B. Hipótesis de conservación: supone una causalidad unidireccional, esto es, el crecimiento/decrecimiento económico incide sobre el consumo energético pero no al revés. Esta hipótesis, al igual que la anterior, suelen utilizarse para justificar políticas de ahorro energético ya que se presupone que no afectarán el crecimiento. Únicamente el 10% del primer tipo de estudios la valida, mientras la corroboran un 24% de los que usan consumo energético desagregado.
- C. Hipótesis de crecimiento: es la más recurrente (son numerosos los trabajos citados por Pablo-Romero y Sánchez-Braza, 2015; Rosa *et al.*, 1988 que la asumen) y, al igual que la anterior, supone una causalidad unidireccional pero en sentido contrario, esto es, que el consumo energético repercute sobre el crecimiento. En consecuencia, esta hipótesis desaconseja —por lo menos en la medida en que el crecimiento sea el objetivo— políticas de conservación energética. Más del 50% del primer grupo de artículos y el 48% de los que consideran el consumo de manera desagregada encuentran válida esta hipótesis.
- D. Hipótesis de retroalimentación: presume una causalidad bidireccional entre las variables analizadas. Un 26% de los artículos que utilizan el consumo energético global la validan, mientras que si se considera el consumo de forma desagregada los artículos que la ratifican pasan a representar el 24% del total de la muestra.

En base a esta revisión bibliográfica de estudios empíricos se puede extraer ciertas conclusiones en torno al nexo entre el crecimiento económico y el consumo de energía<sup>6</sup>. La primera conclusión es que la común e intuitiva consideración de que el aumento del consumo energético normalmente impulsa el crecimiento económico es, con diferencia, la más validada por estudios empíricos, junto con la hipótesis de retroalimentación; ambas hipótesis representan más del 70% (con o sin desagregación del consumo energético) de los resultados alcanzados en la muestra.

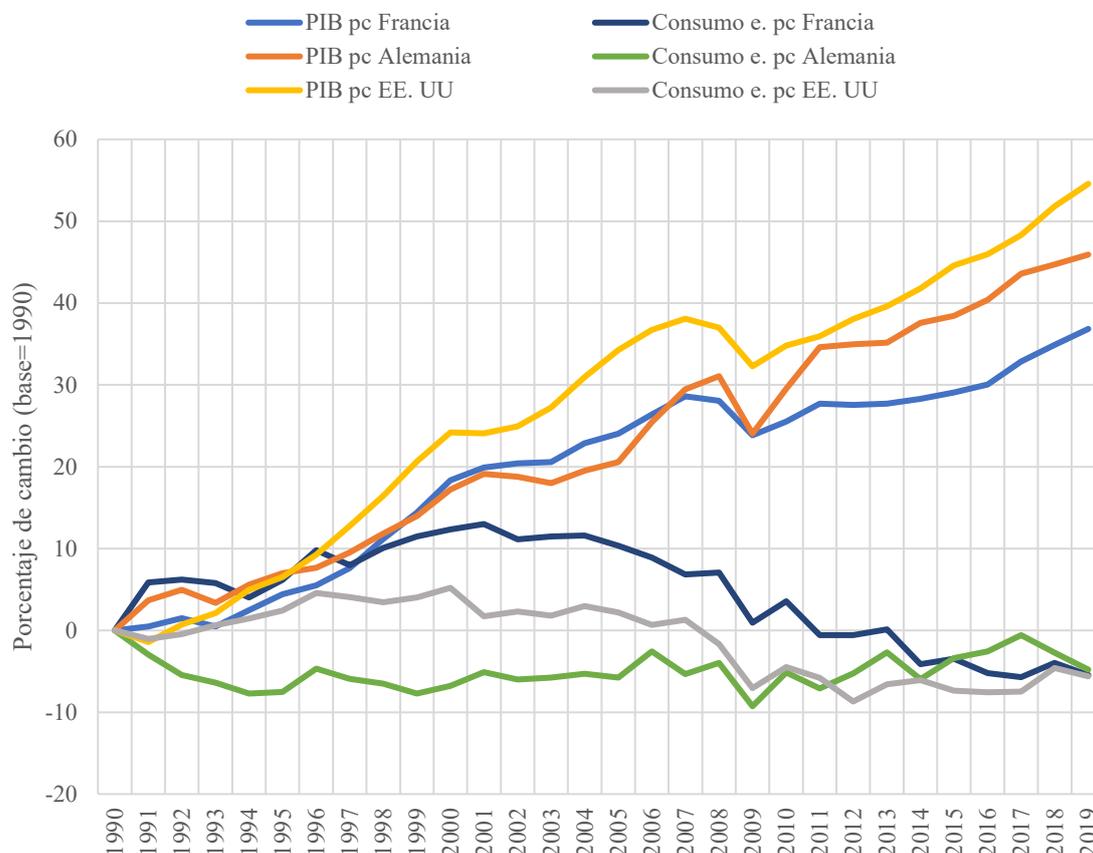
No obstante, aunque las dos primeras hipótesis, en principio, parezcan menos verosímiles, lo que dan a entender es la existencia de cierto desacoplamiento entre el crecimiento económico y el consumo de energía. Ello no hace sino recoger la idea de la llamada *curva de Kuznets ambiental* (CKA), que es una analogía a la idea original del

---

<sup>6</sup> Hay que señalar que, aunque en la muestra de este estudio se consideren únicamente países europeos, las conclusiones podrían ser generalizables a otros países en la medida en que presenten una estructura económica parecida.

economista estadounidense pero que, en este caso, relaciona el desarrollo económico con el impacto ambiental (uso de los recursos, las emisiones, etc.) en lugar de con la igualdad como originalmente hacía el autor. Lo que vaticina esta analogía es que, en las fases iniciales de desarrollo de una economía, ésta aumenta su impacto sobre el medio ambiente mientras que, en las fases más avanzadas de desarrollo, es capaz de seguir mejorando al tiempo que reduce –o por lo menos no aumenta– su impacto. Así, las economías en desarrollo tienden a ser más intensivas en el uso energético mientras que lo son menos las más avanzadas.

**Gráfico 3.2. PIB y consumo energético per cápita en EE. UU, Francia y Alemania**



**Fuente:** elaboración propia a partir de datos de BP (2021) y FMI (2022)<sup>7</sup>

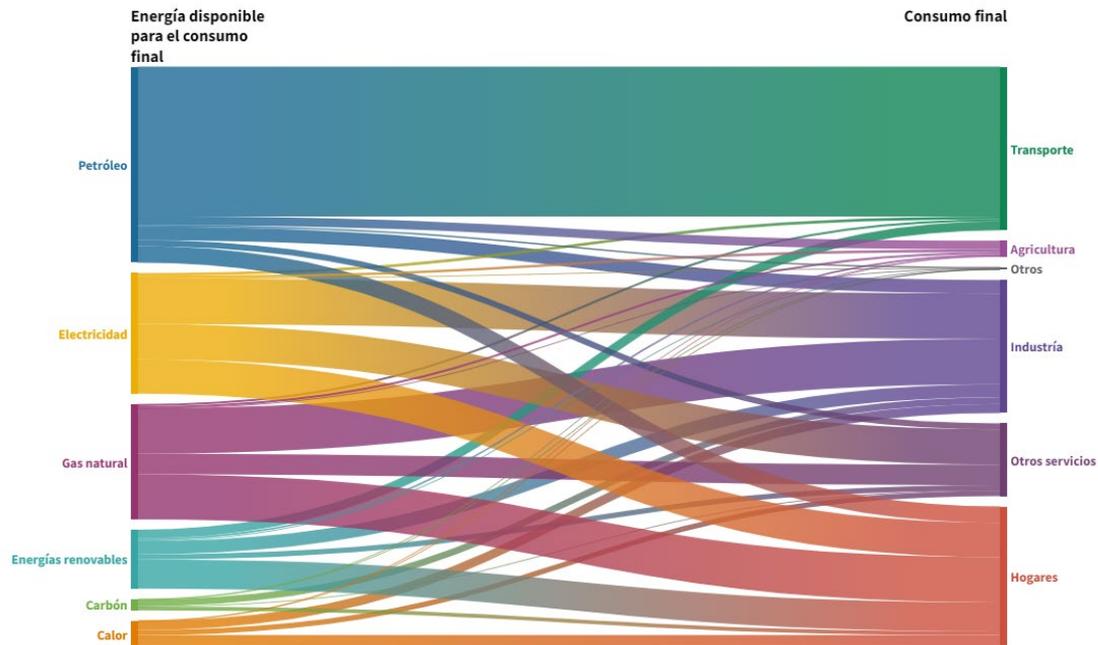
<sup>7</sup> FMI: PIB per cápita en dólares internacionales de 2017, en paridad de poder adquisitivo; BP: consumo energético per cápita de las principales fuentes energéticas.

En el gráfico 3.2 se compara el consumo energético per cápita y el PIB per cápita desde 1990. Se puede ver cómo Alemania, Francia y EE. UU han experimentado cierto desacoplamiento del PIB<sup>8</sup> respecto al consumo energético, reduciendo el mismo respecto al año de partida. Esto confiere cierta veracidad a la idea de la CKA y, por tanto, a las hipótesis A y B, sin embargo, se subraya lo de “cierta veracidad” porque, al igual que se cumple aquí con estos países desarrollados, hay otros para los que no se verifica (por ejemplo, utilizando datos de las mismas fuentes para España, ese desacoplamiento solo se da a partir de la crisis financiera de 2008, aunque sí se observa en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub>). Por otra parte, haciendo esta misma comparación para países emergentes como India, China o regiones como el África subsahariana se verificaría la primera parte de la CKA, es decir, estas regiones presentan una correlación altamente positiva entre consumo energético y PIB. Lo mismo podría verificarse en el caso de los actuales países desarrollados tras el inicio de la revolución industrial si se dispusiera de datos oficiales.

Finalmente, podemos hacer dos apuntes. En primer lugar, señalar que, dentro de una misma economía, se encuentran notables diferencias en intensidad de uso energético entre los diferentes sectores. En general, en un extremo se sitúa la industria (especialmente la siderúrgica, la metalúrgica, la química, por citar algunas), seguida del transporte, que es ampliamente dependiente de los combustibles fósiles, y el sector residencial que, aunque no es el más intensivo en uso energético habitualmente está después de los dos anteriormente mencionados, mientras que el resto del sector de servicios suele ser el que menos energía consume (IEA, 2021). Casi esta misma distribución es la que se da en el caso de la UE como puede verse en el gráfico 3.3, el sector del transporte es el que mayor energía disponible consume y funciona esencialmente a base de petróleo, y en menor medida, de energías renovables. A nivel de mayores consumidores, el transporte es seguido por la industria y los hogares que, junto al resto del sector servicios (‘otros servicios’ en el gráfico 3.3), son los principales consumidores de electricidad y gas natural. El consumo energético del sector primario es testimonial.

---

<sup>8</sup> Con la UE-27 ocurre algo bastante parecido pero la relación es menos clara, al final se trata de variables promediadas de un grupo de países con considerables diferencias entre ellos.

**Gráfico 3.3. Flujo de energía disponible para el consumo final en la UE-27 (2019)**

Fuente: adaptado a partir de Eurostat (Eurostat, 2022c)

En segundo lugar, cabe señalar que la correlación de la energía con variables económicas no se limita al PIB. También hay que destacar la influencia del precio de la energía en la economía, son muchos los ejemplos que la Historia nos muestra de los estragos que puede causar en la economía un encarecimiento —con independencia de su origen— de la energía: las crisis de 1973 y 1978 (aunque no exclusivamente atribuibles a los precios del petróleo) son algunos e incluso los estudios de Jeff Rubin (2008) y James Hamilton (2009) (citados por Murphy y Hall, 2010) curiosamente apuntaban a que la crisis financiera de 2008 estuvo precedida por ‘picos’ en el precio del petróleo que, al menos en parte, serían corresponsables de la misma.

Adicionalmente, se considera necesario señalar que en análisis realizado en el presente epígrafe se es consciente de que el concepto de desarrollo económico de una sociedad no se limita al crecimiento económico (principal indicador que se ha empleado) sino que también es afectado por factores de índole social. No se realiza aquí un análisis exhaustivo de la relación entre consumo energético y estos otros factores porque, en general, el incremento del PIB guarda una estrecha correlación positiva o negativa, según el caso, con la mayoría de los indicadores sociales de desarrollo. Básicamente, el consumo energético guarda una estrecha correlación con el crecimiento económico y éste, a su vez,

mantiene una correlación con indicadores sociales de desarrollo, ergo aunque no se relacione el consumo energético con los indicadores sociales implícitamente éstos están presentes en la relación entre el incremento del PIB y el consumo energético.

## 4. SOSTENIBILIDAD Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Resulta bastante elemental que la actividad humana, en la medida que extrae recursos de la naturaleza y vierte residuos/desechos en la misma provoca, mediante estas acciones, un impacto sobre el medio ambiente, sin embargo, lo que ya no es tan evidente es la atención que se decide dedicar a este hecho o las posiciones que se adopten para afrontar el mismo. Ciertamente el impacto sobre la naturaleza es inevitable, además de necesario, no obstante un excesivo impacto sobre la misma puede generar reacciones adversas y negativas para el ser humano (en general, para todos los seres que habitan en él) por parte de ésta. Este segundo efecto de la utilización de recursos, simultáneo al primero —el progreso económico, que ya se ha abordado— ha sido, generalmente, ignorado por la humanidad hasta hace más de tres décadas, habitualmente suele situarse (Epstein, 2021; Riechmann, 2012 y otros) como punto de inflexión a este respecto la publicación en 1972, por parte del Club de Roma, de *Los límites del crecimiento* en el que se avisaba de los límites biofísicos a los que está sujeto la actividad humana y del agotamiento de algunos de los recursos energéticos más importantes, como el petróleo o el gas natural (Epstein, 2021). Desde entonces el tema ha tomado una mayor relevancia tal que, actualmente, toda actividad, institución, servicio, etc. busca ser asociado con el término ‘sostenible’. Así, la mayor parte de los *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)* establecidos por la ONU están relacionados al medio ambiente y el ODS número 7, de hecho, está referido al logro de la sostenibilidad en el ámbito energético en particular. Adicionalmente, hay que aclarar que la transición, término que siempre sale a colación de las cuestiones referidas a la sostenibilidad, no es más que una referencia al proceso de cambio que ha de experimentarse —en cualquier ámbito— para pasar de un modelo insostenible a uno sostenible. Pero ¿qué es la sostenibilidad? ¿Y por qué está tan asociada a la energía? Éstas son cuestiones a las que se intenta dar respuesta en el siguiente epígrafe.

### 4.1. UNA REVISIÓN DEL CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD

Al igual que el ya mencionado libro publicado por el Club de Roma se podría considerar el punto de inflexión en la concienciación de la problemática medio ambiental, la popularización definitiva del tema y, sobre todo, del concepto de desarrollo sostenible es atribuible al Informe de las Naciones Unidas *Our Common Future* de 1987 comúnmente llamado “Informe Brundtland”. La idea de sostenibilidad defendida en este informe es

principalmente intergeneracional, destacando explícitamente que “hemos de satisfacer nuestras necesidades sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (citado por Riechmann, 2012), aunque, por supuesto, también se señala el respeto a los límites del planeta. Una vez se adopta este enfoque se deduce, en consecuencia, la necesidad de preservar los recursos —naturales, principalmente— para las futuras generaciones. A partir esa cuestión surge, entre economistas que podrían decirse neoclásicos, una propuesta basada en capitales<sup>9</sup>. Esencialmente, lo que se hace es agregar todos los tipos de capital en dos grupos: capital natural ( $K_N$ ) y capital manufacturado ( $K_M$ ) y, de esta clasificación, se derivan dos enfoques distintos de sostenibilidad —sostenibilidad débil y sostenibilidad fuerte— que aquí se quieren destacar antes de centrarnos expresamente en la sostenibilidad energética (Gómez Rodríguez, 2021; Romero Mora y Linares Llamas, 2014).

Estos dos enfoques son el resultado de dos formas distintas con las que se pretende alcanzar la sostenibilidad. Si se conviene —supuestamente— en la división de todos los capitales en natural y manufacturado, en términos de sostenibilidad, se convendrá también en que el objetivo es legarles a las generaciones futuras un capital equivalente (o incluso mayor) en cantidad y en calidad. No obstante, según se considere que el capital natural es sustituible o no, el enfoque para lograr el mencionado fin es diferente; el enfoque de sostenibilidad débil considera que el capital natural puede ser sustituido por el manufacturado, por lo tanto lo que hay que mantener constante es el capital total independientemente de si sólo se reduce un tipo de capital, el natural, por ejemplo, mientras sólo crece el otro, esta implicación resulta —como poco— bastante controvertida. Por su lado, la sostenibilidad fuerte considera insustituible el capital natural debido a que muchos de los servicios que ofrece el medio ambiente no pueden obtenerse por otras vías, además de que ciertos procesos, una vez iniciados en la naturaleza, son irreversibles (de hecho este enfoque hace especial énfasis en la Segunda Ley de la Termodinámica, referente a la entropía); la sostenibilidad fuerte considera que toda actividad ha de estar suscrita a las leyes biofísicas o límites naturales.

---

<sup>9</sup> Entendidos éstos como activos capaces de proporcionar bienes y/o servicios, los cuales, desde la óptica de la sostenibilidad, han de ser trasladados intertemporalmente para que cada generación satisfaga sus necesidades.

Partiendo de este breve marco analítico, la sostenibilidad energética no es otra cosa que la aplicación de esta óptica a la energía, es decir, el modelo energético del planeta en general y, en particular, el de la UE ha de ser un modelo que:

- (1) Esté sujeto a los límites biofísicos (energía disponible y aprovechable) y no suponga una devastación del medio ambiente.
- (2) No afecte negativamente la potencial satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones. Desde el enfoque de capitales, esto significa que el stock de capitales energéticos no sea decreciente (véase Romero Mora y Linares Llamas, 2014).

Así mismo, estos autores también incorporan la equidad intra e intergeneracional como requisito de un modelo energético sostenible. Este requisito aquí no se recoge expresamente, primero porque la equidad intergeneracional es implícita al concepto de sostenibilidad, segundo porque la equidad intrageneracional dependerá, en gran medida, en la capacidad de cada generación de abaratar las tecnologías sostenibles y, principalmente, por la necesidad de centrar el foco en la dimensión medioambiental de la sostenibilidad (las cuestiones relativas a la desigualdad en este ámbito constituyen un tema más amplio que si bien resulta interesante no es el objetivo del presente trabajo). Por su parte los enfoques de sostenibilidad débil y fuerte aquí articulados aportan<sup>10</sup> una mayor riqueza en el intento de establecer un modelo energético sostenible. Así, de la sostenibilidad débil se puede rescatar el papel que puede desempeñar la tecnología en el logro de la sostenibilidad energética pues, aunque en absoluto los recursos energéticos ( $K_N$ ) pueden ser sustituidos por tecnología ( $K_M$ ) sí que las mejoras tecnológicas son capaces de lograr una disminución del impacto en el medio ambiente ya sea reduciendo el uso de recursos energéticos —suponiendo que no se da un efecto rebote<sup>11</sup> o que éste es menos intenso— o reduciendo la generación de residuos (gases o materiales). La sostenibilidad fuerte, por su parte, aporta la vinculación de la actividad humana —en este

---

<sup>10</sup> Una vez reconocidas las deficiencias de la propuesta de capitales, como la dificultad de medición del  $K_N$  o las carencias que tienen por separado los enfoques de sostenibilidad débil y fuerte señalados por Romero Mora y Linares Llamas (2014)

<sup>11</sup> El efecto rebote o paradoja de Jevons está referido a cuando una mejora de eficiencia energética acaba produciendo un incrementando del consumo energético en lugar de reducirlo.

caso, la asociada al consumo energético— con los límites biofísicos del planeta, un modelo energético que no tome en consideración esta realidad no podría ser sostenible.

Tras este repaso del concepto de sostenibilidad y la articulación de las que tendrían que ser las cualidades elementales para que el modelo energético de la UE llegue a ser sostenible, toca señalar la estrecha conexión existente entre el medio ambiente y la energía (sector energético). Son dos los principales factores —ya mencionados de alguna u otra forma— que conectan estos dos ámbitos.

El primer factor de esta relación es que la extracción/producción, la transformación y el consumo de energía está ampliamente asociado a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), los cuales, a su vez, se consideran los principales responsables del cambio climático. En esa dirección apuntan numerosos informes del IPCC<sup>12</sup> que advierten de que se podría aumentar en más de dos grados centígrados la temperatura global a finales de este siglo (citado por Romero Mora y Linares Llamas, 2014). Por tomar perspectiva, según datos de la NASA este mismo indicador aumentó 0,99°C entre 1880 y 2016 (citado por Fernández Durán y González Reyes, 2018). Aunque generalmente se conviene en el incremento de la temperatura del planeta, no siempre se está de acuerdo en cuanto a las predicciones —hay que tener en cuenta la dificultad que entraña realizar este tipo de proyecciones— ni tampoco en lo referente a los efectos (o a su intensidad) que pueden tener dichas variaciones. Para el caso concreto de la UE se puede apreciar en el gráfico 4.1 cómo en la muestra de 22 de los actuales Estados Miembros se verifica una relación lineal directa muy estrecha entre las tasas de variación entre 1965 y 2019 del consumo energético y de las emisiones de CO<sub>2</sub> (ni siquiera están tomados en cuenta todos los GEI). Se observa que, en mayor o menor medida, todos los EM han incrementado su consumo de energía primaria respecto a 1965, con la excepción de Chequia y Eslovenia. Sin embargo, con las emisiones de CO<sub>2</sub> no ocurre lo mismo, de hecho, hay 6 países que directamente han reducido sus emisiones respecto al año de partida, de los cuales destacan Dinamarca, Alemania o Suecia lo cual podría atribuirse a la implantación de tecnologías limpias. De cualquier modo, la relación directa que se conjeturaba entre el consumo

---

<sup>12</sup> Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, por sus siglas en inglés.



Una de las herramientas más empleadas para proyecciones sobre la disponibilidad de recursos es el pico de Hubbert<sup>15</sup>. Este autor situaba el cénit de la producción de petróleo en EE. UU en torno a 1970, momento a partir del cual la producción comenzaría a decrecer. No obstante, los datos de OurWorldInData.org (2022) muestran un repunte de la producción desde 2007, alcanzando en 2015 niveles similares a los del anterior pico de 1970<sup>16</sup>. Ello no implica del todo una falta de precisión en las estimaciones porque aunque habitualmente se atribuye a la curva de Hubbert una forma gaussiana, lo cierto es que el propio autor reconocía que podía haber diferentes picos antes de que la producción decayera definitivamente (Salaet Fernández y Roca Jusmet, 2010). A escala global se considera que el cénit del petróleo ha sido sobrepasado por la mayoría de los países, además ha aumentado la extracción de petróleos no convencionales y han disminuido los descubrimientos de nuevos yacimientos. Por su parte, las predicciones sobre el gas natural sitúan su cénit entre 2020 y 2029, y se considera que el del carbón se alcanzaría entre 2025 y 2040 (Fernández Durán y González Reyes, 2018). También es cierto, por otro lado, que las reservas probadas<sup>17</sup> actuales (dato muy susceptible de manipularse por cierto) de petróleo y gas natural —combustibles que se estima ya han superado o casi el cénit— son mayores que las de hace más de tres décadas (véase tabla 4.1) algo, en principio, contraintuitivo pero que lo es menos si se considera que con el avance tecnológico se encuentran nuevas técnicas descubrir y extraer combustibles que antes era imposible obtenerse con la tecnología anterior.

**Tabla 4.1. Reservas probadas de petróleo y gas natural**

	1980	2019	Cambio (%)
<b>Gas natural</b> (billones de m <sup>3</sup> )	70,9	190,3	168,40%
<b>Petróleo</b> (miles de millones de bl)	682,6	1734,8	154,14%

Fuente: elaboración propia con datos de BP (2021)

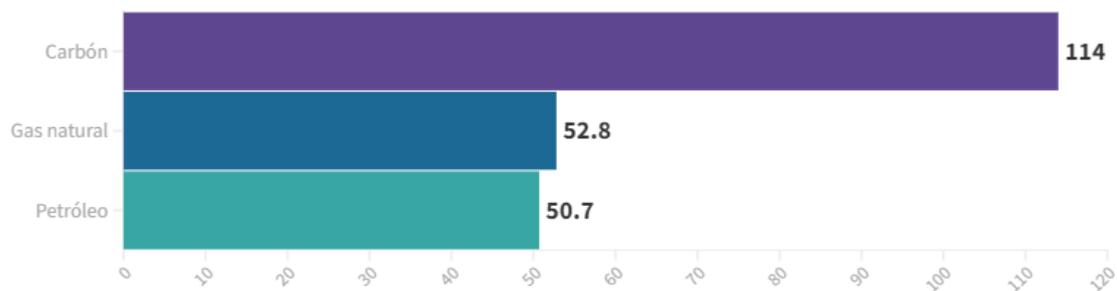
<sup>15</sup> Es un modelo que trata de predecir el agotamiento de los recursos naturales finitos, que fue empleado por primera vez por el geólogo M. King Hubbert en 1956.

<sup>16</sup> Cabe señalar que desde este momento la proporción (sobre el total producido) del petróleo no convencional (de esquisto, crudo pesado, etc.) obtenido por *fracking* ha ido en aumento.

<sup>17</sup> Definidas éstas como la cantidad de un combustible fósil determinado que está a disposición, a un precio rentable, usando la tecnología actual (Epstein, 2021).

No obstante, a pesar de las deficiencias e imprecisiones que entraña el cálculo de indicadores como las reservas probadas o las proyecciones de agotamiento de los recursos, existe de fondo una realidad innegable: los combustibles fósiles son finitos; como puede apreciarse en el gráfico 4.2 que muestra los años de producción restantes que se estima en base las reservas conocidas y niveles de producción de 2015. Y, aunque es cierto que existen matices en cuanto a las energías renovables, es comprensible la necesidad de pasar de una matriz energética basada en combustibles fósiles a una basada en energías renovables. Lo que no es tan comprensible ni evidente, sin embargo es cuándo, cómo y a qué velocidad; además de que la cada vez mayor politización que existe en torno a ese tema hace que se pierda la perspectiva científica y el inteligente ejercicio de previsión que debe hacerse.

**Gráfico 4.2. Años restantes de combustibles fósiles**



Fuente: adaptado a partir de BP (BP, 2016)

Además, a medida que mengüe la disponibilidad de recursos fósiles es de esperar que los productores prioricen satisfacer su propia demanda de estos recursos energéticos con fecha de caducidad (aunque ésta no sea conocida con exactitud), lo cual hace más urgente para la UE efectuar un cambio de su matriz energética, dadas su alta dependencia e inexistente producción de este tipo de recursos (ciertamente, la UE no es la única economía destacada que se encuentra en esta situación pero no por ello deja de suponer un riesgo adicional para ésta en comparación con las naciones que disponen de reservas comprobadas).

## 4.2. TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN LA UE

Como ya se ha mencionado, la transición energética no es más que el término utilizado para referirse al paso de fuentes de energía no renovables y contaminantes a fuentes renovables y/o menos contaminantes<sup>18</sup>. Este proceso en la UE no es nuevo —por lo menos si nos ceñimos a este siglo—, de hecho, casi es tan antiguo como las reuniones, conferencias y/o acuerdos sobre el cambio climático y la sostenibilidad que han ido sucediéndose como el Protocolo de Kioto o, más recientemente, el Acuerdo de París (Hafner y Raimondi, 2020). A medida que, a escala global, el tema de la sostenibilidad ha ido cogiendo relevancia han ido apareciendo propuestas y objetivos para lograrla. Podría decirse incluso que la UE ha sido uno de los actores que comparativamente ha perseguido con mayor determinación este fin, sin suponer eso mayor o menor acierto en el proceso. Podría decirse que las políticas relativas a la transición en la UE (sostenibilidad y cambio climático) llevan siendo una de las principales cuestiones en el ámbito energético desde mediados de la primera década del siglo, uniéndose así a tópicos históricos en esta materia como la seguridad energética y la promoción de la competencia en el mercado energético interno.

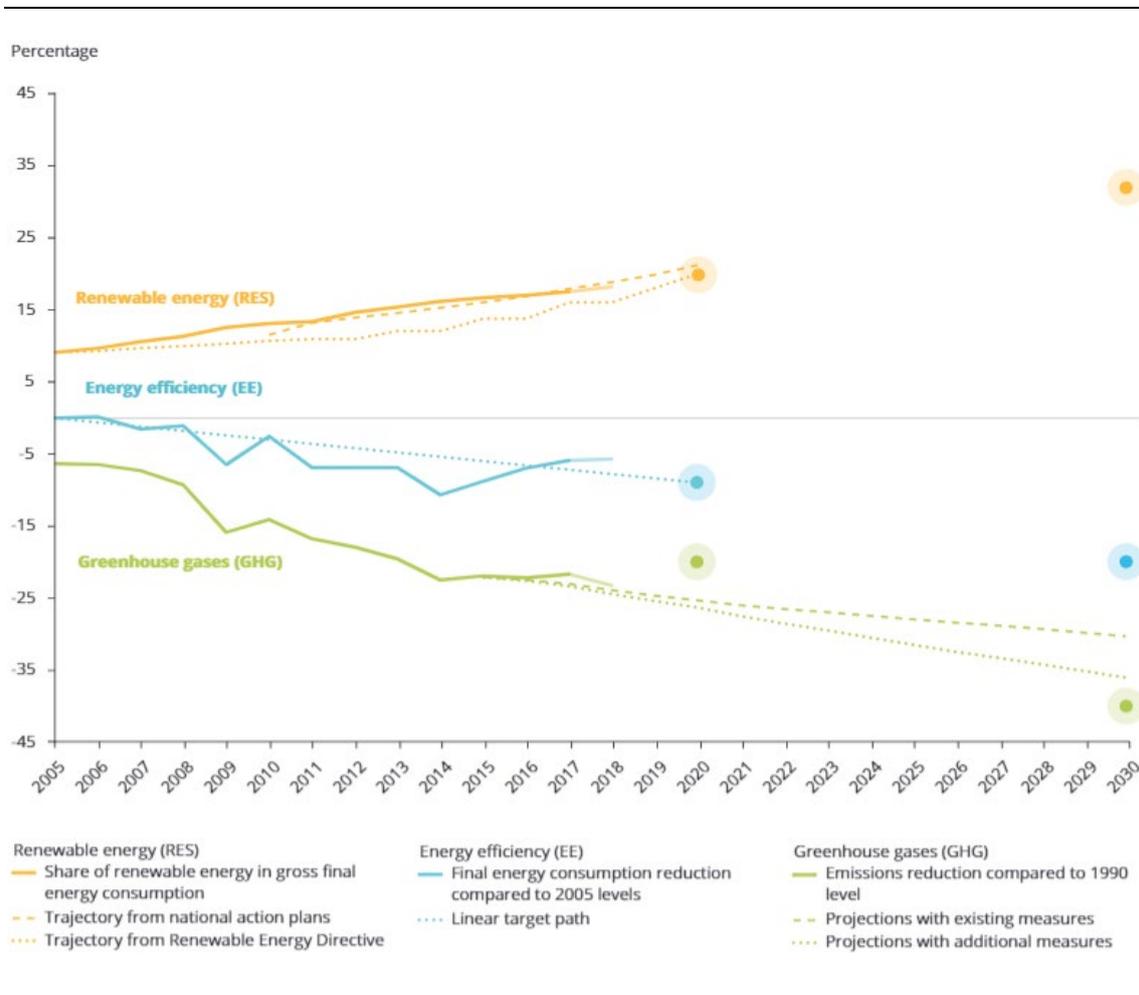
A continuación se repasa cómo ha ido evolucionando hasta la actualidad la transición energética en la UE, este ejercicio se realiza aquí en base a los tres principales objetivos —reconocidos por la UE en el llamado *Green Package*— en la dirección de lograr un modelo energético sostenible, a saber: el incremento de fuentes energéticas renovables, la mejora de la eficiencia energética, y la reducción de gases de efecto invernadero (citado por Hafner y Raimondi, 2020). No se hace una valoración individualizada por Estado Miembro de estos objetivos porque, como se verá en el capítulo 5 sobre la regulación, existe una amplia diversidad en cuanto a tendencias (e intensidad) hacia dichos objetivos. De la heterogeneidad referente a matrices energéticas se deriva una diferente evolución en cuanto a fuentes renovables y a emisiones de GEI. En eficiencia energética son los propios Estados Miembros los encargados de diseñar planes de acción al respecto (Comisión Europea, 2022d).

---

<sup>18</sup> La energía nuclear (aunque no es renovable y habitualmente es rechazada por la desconfianza que provoca a nivel de seguridad —residuos, salud, etc.—) es reconocida por la UE como una fuente energética para la transición por su bajo impacto en cuanto a emisiones.

Respecto a fuentes energéticas renovables, se puede observar en el gráfico 4.3 la evolución del peso de estas fuentes sobre el consumo energético final de la UE. Se aprecia que han mantenido una tendencia creciente de forma consistente, habiéndose más que duplicado en 2019 con respecto a sus niveles del año 2000 (Eurostat, 2022b). Esta positiva evolución se debe principalmente a las diversas políticas de promoción a las energías renovables (como el RCDE-EU) que ha ido implementando la UE a lo largo del tiempo. De hecho, como se observa en el gráfico 4.3 su evolución se ajusta bastante a la tendencia del objetivo para 2020 en cuanto a fuentes renovables: alcanzar un peso del 20% sobre el consumo final.

**Gráfico 4.3. Evolución de la UE en fuentes renovables, eficiencia energética, emisiones de GEI**



Fuente: EEA (EEA, 2019)

Se podría destacar a Suecia, Letonia, Portugal o Finlandia como algunos de los pocos Estados Miembros que han incrementado, para 2019, en más de 10 puntos porcentuales

el peso de las renovables sobre el consumo energético final en relación a sus niveles de 2004 (Eurostat, 2022b). En la industria los cambios han sido, si cabe, más significativos en cuanto a la participación de las energías renovables. La industria de la UE en su conjunto ha incrementado en un 60% (de 1995 a 2019) el consumo energético proveniente de fuentes renovables (Brodny y Tutak, 2022). Por otro lado, en el transporte también ha crecido la participación de las renovables, llegando a satisfacer en 2019 el 8,9% del consumo energético del sector (Potrč *et al.*, 2021), bastante cerca de la cifra objetiva del 10% para 2020. No obstante, el sector del transporte es uno de los sectores en los que resultará más difícil lograr la transición si no el que más, pues el primer reto sería conseguir electrificarlo ampliamente (Belmans *et al.*, 2021).

Como se verá en el capítulo 6, la generación eléctrica es otro sector en el que se puede apreciar el gran crecimiento de la participación de las renovables desde 1995: únicamente las tecnologías basadas en gas natural han aumentado más sus gigavatios-hora (GWh) generados (Eurostat, 2022b). Además, en 2019 las renovables ya son la tecnología que más producción bruta de electricidad genera. La reducción experimentada en este ámbito por los combustibles fósiles más contaminantes (carbón y petróleo) también es digna de ser señalada, pues se trata, *a priori*, de una tendencia tan positiva para la transición como el aumento de las renovables.

Otro de los factores claves para la UE en el logro de la transición energética es la eficiencia energética, de hecho, es habitualmente considerada la primera fuente energética para la transición. La UE monitorea los objetivos de eficiencia energética principalmente a través de dos variables: el consumo de energía primaria y el consumo de energía secundaria. La UE se fijó como objetivo aumentar la eficiencia energética en un 20% para el año 2020, lo que equivaldría a una reducción del 13% del consumo primario o un 8% del consumo final<sup>19</sup> (EEA, 2019). En el gráfico 4.3 se observa una evolución irregular del consumo energético final, situándose —desde la crisis financiera— casi siempre por debajo de la línea de tendencia hacia el objetivo de 2020, si bien, desde 2014 toma una tendencia al alza situándose por encima desde 2016. Para interpretar correctamente esta evolución, hay que tener en cuenta que la eficiencia energética se evalúa relacionando

---

<sup>19</sup> Para lograr este objetivo, desde la UE se considera principalmente tres frentes: mejorar la eficiencia energética de los edificios, establecimiento de sistemas eficientes de calefacción y refrigeración, así como medidas de etiquetado y normalización en cuanto a eficiencia energética de productos (Ciucci, 2021b)

consumo energético y PIB. Por tanto, se producirá una mejora de la eficiencia energética cuando el consumo energético crezca menos de lo que lo hace el PIB, de forma que, aunque una reducción del consumo siempre suponga un ahorro energético no siempre implicará un aumento de la eficiencia energética. En este caso, se observa que el consumo energético se reduce entre 2005 y 2018 mientras que el PIB de la UE crece en este mismo tiempo, lo que implica que, en este caso, existe también un aumento de la eficiencia energética.

Por último, la reducción de emisiones es otros de los pilares de la UE para la transición energética. En el gráfico 4.3 la evolución de los GEI es casi una réplica del consumo energético, esto es, una evolución por debajo de la tendencia en los años de la crisis y un claro incremento en los años de recuperación, si bien los porcentajes de cambio de los GEI son mayores en valor absoluto.

## 5. UNA REVISIÓN CRÍTICA DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA COMUNITARIA

En el presente trabajo es de suma relevancia valorar los principales aspectos de la regulación por dos razones: primero, porque analizar cualquier cuestión que esté sujeta a un marco jurídico sin tener en consideración el mismo conduciría a un análisis que no tiene por qué ser inválido, pero que ciertamente sería incompleto; segundo, porque los sucesivos cambios en la regulación en el ámbito comunitario, la ausencia de ésta en algunas cuestiones, sus deficiencias, etc. son claves para explicar algunos de los cambios que se han ido sucediendo en la estructura energética de los Estados Miembros y, por ende, en la de la UE. De hecho, Fernández López *et al.* (2014) utilizando modelos econométricos encuentran evidencia del efecto de las políticas energéticas de eficiencia en el descenso de las emisiones, así como de su influencia en el consumo energético.

A casi nadie se le escapa la estrecha relación del origen de la UE con los asuntos vinculados a la energía. En efecto, el Tratado de Maastricht (sobre el cual está construida la UE tal y como la conocemos<sup>20</sup>) está precedido por el Tratado de la Comunidad Europea del Carbón y el Acero (TCECA) de 1952<sup>21</sup>, el Tratado de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM) y el Tratado de Roma, estos dos últimos entran en vigor en 1958. Como puede verse los dos primeros están centrados expresamente en la energía. Sin embargo, a pesar de esta preeminente presencia de la energía en el origen de la UE, aparte de lo específicamente recogido por el TCECA y el EURATOM, ninguno de sus tratados constitutivos contiene un título<sup>22</sup> relativo a la energía (Urrea Corres, 2011), lo cual, junto con otros motivos como la sobradamente conocida discrecionalidad y soberanía que los Estados Miembros siempre han priorizado tener en esta materia (Bohne, 2011; Maher y Stefan, 2019; Urrea Corres, 2011), hacen que la política energética de la UE siempre haya estado centrada en determinados mercados y/o fuentes energéticas

---

<sup>20</sup> Con más exactitud, el de Maastricht es sólo uno de los tratados constitutivos sobre los que está cimentada la UE.

<sup>21</sup> Al igual que en este caso, en lo subsiguiente todas las fechas mencionadas referidas a tratados remiten a la entrada en vigor de estos, no la aprobación.

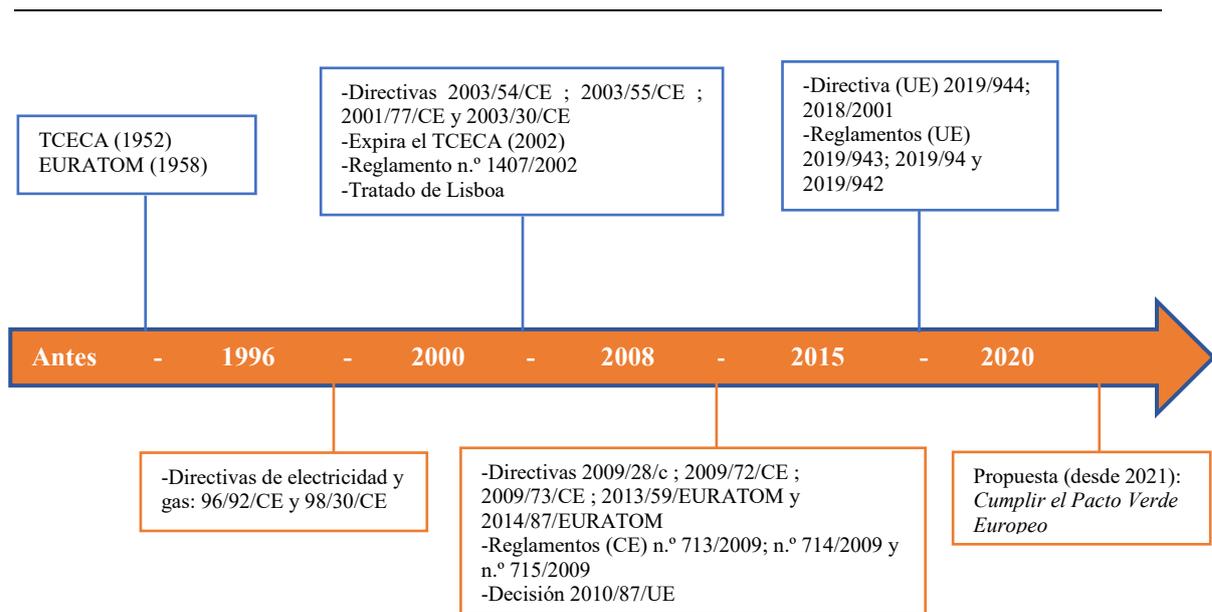
<sup>22</sup> Un título es una de las subsecciones de los tratados de la UE, recoge los artículos que conformarán la base jurídica para un tema concreto. Hasta el Tratado de Lisboa, esta base jurídica propia no existe en el caso de la energía, la política energética se desarrolla de forma indirecta a partir de ámbitos como el mercado interior, redes transeuropeas o el medio ambiente, para los que sí es competencial la UE (Urrea Corres, 2011).

donde la base jurídica comunitaria dejaba cierto espacio para legislar. Así, la mayor parte de la regulación energética versa sobre el mercado eléctrico y el mercado del gas.

## 5.1. PRINCIPALES REGULACIONES

En este epígrafe se repasan las regulaciones energéticas que ha ido adoptando la UE, la figura 5.1 representa las principales, tanto sean las que afectan directamente como las que afectan indirectamente (pero de forma concisa) a la energía. La actual política energética de la Unión Europea es el resultado de la evolución y los cambios en la regulación promovidos por las principales instituciones comunitarias, esta regulación se ha implementado en su mayoría a través de Directivas y Reglamentos, con el Parlamento Europeo, la Comisión Europea y el Consejo Europeo como principales actores. Todos estos cambios regulatorios ellos se abordan a continuación.

**Figura 5.1. Evolución de la normativa energética de la UE**



Fuente: Elaboración propia a partir de (Unión Europea, 2022b)

### 5.1.1. Gas y electricidad

Las primeras directivas en el campo de la energía aparecieron en los años noventa (Directivas 96/92/CE y 98/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo). La primera establecía las normas comunes para el mercado interior de electricidad, la segunda hacía lo propio respecto al gas. Se pretende, con ellas, lograr la libertad de elección de proveedores por parte de los usuarios industriales, garantizar el acceso de terceras partes

y desagregar las compañías integradas verticalmente (Nowak, 2010). Estas Directivas suponen el surgimiento de una política energética común dado que ambas tienen el propósito de armonizar la política energética en la UE.

En 2003, se adopta el segundo paquete de medidas, la Directiva 2003/54/CE sobre normas comunes para el mercado interior de electricidad y la 2003/55/CE para el gas. Estas Directivas derogan sus respectivas predecesoras aunque recogen sus principales medidas (García Mezquita, 2006) e introducen nuevas para mejorar la competitividad en estos mercados, tales como reducir la concentración horizontal, monitorizar las redes de transmisión y distribución, conceder acceso a los consumidores no domésticos, etc. Se persigue dos cuestiones principalmente: profundizar en la liberalización de estos mercados y mejorar su competitividad (García Mezquita, 2006; Nowak, 2010).

El famoso “*Third Energy Package*” se pone en marcha en 2009 a través de las Directivas 2009/72/CE y 2009/73/CE referidas a las normas comunes de la electricidad y gas, en este orden. Otra regulación destacable que forma parte de este tercer paquete energético es el Reglamento (CE) n.º 713/2009 con el que se crea la Agencia de Cooperación de los Reguladores de la Energía (*ACER*, en inglés) para coordinar y complementar las labores de las Autoridades Nacionales de Regulación (*NRAs*, en inglés), y ayudar en la operativa de los mercados transfronterizos dentro de la UE, funciones que el Grupo Europeo de Reguladores para la Electricidad y el Gas (*ERGEG*, en inglés), creado en 2003, no desempeñó de manera efectiva (Maher y Stefan, 2019). Adicionalmente, los Reglamentos n.º 714/2009 y n.º 715/2009 suponen, en palabras de Nowak (2010), un cambio estructural en el marco regulatorio de los sectores de la electricidad y el gas. Si consideremos los que, para Hancher y Marhold (2019), son los tres pilares de este tercer paquete, tan sólo uno de ellos (la supervisión del mercado) es del todo novedoso, ya que los otros dos (el acceso de terceras partes y la desagregación de la propiedad) ya estaban presentes en regulaciones anteriores<sup>23</sup>.

El cuarto paquete energético, de 2019, está compuesto, por un lado, de tres regulaciones que afectan al mercado eléctrico: la Directiva (UE) 2019/944 —que es una enmienda de la Directiva anterior sobre el mercado interior de electricidad—, el Reglamento (UE)

---

<sup>23</sup> Estas autoras ciñen su valoración a la Directiva del gas, pero ésta sería igualmente extensible al caso de la electricidad.

2019/943 y el Reglamento (UE) 2019/94 y, por otro lado, del Reglamento (UE) 2019/942 que reemplaza el anterior por el que se crea la ACER. Las novedades en este paquete están en el ámbito del sector eléctrico en lo que se refiere a las energías renovables: se quiere seguir aumentando su capacidad y peso en el mix energético, para lo cual atraer más inversiones es una de las claves.

El quinto paquete energético “*Cumplir el Pacto Verde Europeo*” es todavía una propuesta, la mayoría de sus objetivos se refieren al ámbito climático, pretendiendo alcanzar la neutralidad en tal ámbito en 2050, aunque también pretende revisar el tercer paquete energético relativo al gas (Ciucci, 2021c; Consejo Europeo, 2022b).

### **5.1.2. Energía nuclear**

En cuanto a la energía nuclear, EURATOM es la base jurídica sobre la que se construyen las regulaciones en esta materia posteriores a su puesta en vigor en 1958. La mayoría de las Directivas giran en torno a la seguridad en las centrales, tales como la Directiva 2013/59/EURATOM que establece normas básicas de seguridad armonizadas para la protección de la salud de los trabajadores, la población y trabajadores, o la Directiva 2014/87/EURATOM relativa a instalaciones nucleares a nivel de la UE (Ciucci, 2021a). No obstante, dentro de todas estas, no se encuentran normas que regulen un “mercado energético nuclear” a nivel comunitario, entre otras cosas porque, la energía nuclear siempre ha estado muy vinculada al Estado por razones políticas y sociales (Rose y Tenaglia, 1973), a lo que se suma el muy limitado papel del Parlamento Europeo en relación a esta fuente energética en concreto. La energía nuclear se podría considerar la máxima expresión del carácter estratégico que tiene —desde la perspectiva de los Estados Miembros— el sector energético. De hecho, el desmantelamiento de centrales en Alemania o en países de Europa del Este ha sido promovido muchas veces por decisiones políticas y no por decisiones económicas o puramente energéticas (Ciucci, 2021a).

### **5.1.3. Carbón**

El carbón tuvo en el TCECA su base jurídica para la regulación comunitaria hasta 2002, momento en el que expiró. Regulaba amplios aspectos como la política comercial, la producción o la fijación de precios y la competencia (Unión Europea, 2017). Posteriormente no ha habido muchas regulaciones en lo que respecta al sector o a su

mercado a nivel comunitario, al menos directamente. Algunas regulaciones que directamente han estado dirigidas al sector del carbón son el Reglamento n.º 1407/2002, que permitía subvenciones estatales a las minas de carbón, y la Decisión 2010/787/UE por la cual el Consejo de la Unión Europea restringía el Reglamento anterior y establecía que las ayudas estatales en el sector únicamente serían para facilitar el cierre de las minas de carbón no competitivas. De forma indirecta el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (RCDE-EU) o *Emissions Trading System (ETS)* ha afectado este mercado de un modo muy singular<sup>24</sup>, sobre todo cuando a partir de 2008 el total de la asignación de Derechos de Emisión de la UE (*EUA*, en inglés) para la generación eléctrica se realiza a través de subasta (OECC, 2021). Ejemplo de ello es que, en 2005, el peso del carbón en generación bruta de electricidad de la UE era del 27,7% pero en 2020 esta cifra se ha reducido a menos de la mitad (Eurostat, 2022b). La Directiva 2010/75/UE relativa a las emisiones industriales es otra de las que indirectamente más han afectado el sector del carbón de la UE, ya que estableció unos estándares de contaminación del aire basados en las “mejores técnicas disponibles” —*BAT*, en inglés— (Comisión Europea, 2017), lo cual reduciría considerablemente el uso del carbón ya que, según estos estándares, es una de las peores tecnologías disponibles.

#### 5.1.4. Fuentes de energía renovables

La Directiva 2001/77/CE relativa a la promoción de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior supone la primera legislación propiamente dicha en este ámbito, dado que antes sólo se había generado debate a través de uno de los “Libros Verdes”<sup>25</sup> presentado por la Comisión en 1996 (Unión Europea, 1998, 2001). Esta Directiva junto con la Directiva 2003/30/CE relativa al fomento del uso de combustibles renovables en el transporte pretendían, entre otras cosas, impulsar la rápida consecución de los objetivos del Protocolo de Kioto de 1997. La Directiva 2009/28/CE derogaba las dos anteriores y, recogiendo sus principales intenciones, concretaba los objetivos en esta materia, estableciendo que en 2020 se debía conseguir

---

<sup>24</sup> Eso se debe a que el carbón es, con diferencia, el combustible fósil con más emisiones de gases de efecto invernadero (Epstein, 2021) y, por ende, es el que más requeriría de derechos de emisión.

<sup>25</sup> Son documentos publicados por la Comisión que estimulan el debate sobre un tema determinado y, a pesar de su nombre, no tratan en exclusiva de asuntos relativos a las energías renovables. Normalmente, un Libro Verde suele estar seguido de un Libro Blanco, que contiene propuestas de acciones sobre el tema abordado (Unión Europea, 2022a).

que un 20% de la energía consumida en toda la UE procediera de este tipo de fuentes, además de que todos los Estados Miembros tendrían que éstas representen al menos un 10% de la energía consumida por el subsector de transporte. En el paquete de medidas «Energía limpia para todos los europeos» la Directiva (UE) 2018/2001, actualmente vigente, deroga la anterior en esta materia y adapta sus compromisos a la COP 21 o Acuerdo de París de 2016 siendo, además, más ambiciosa en sus objetivos, pues pretende mantener a la UE en su posición de liderazgo mundial en cuanto a energías renovables (Ciucci, 2021d; Unión Europea, 2018). Lo más reciente en esta materia, son las propuestas recogidas en el mencionado quinto paquete energético, en el que la Comisión propone aumentar al 40%, para 2030, el peso de las energías renovables en el mix energético de la UE.

Antes de pasar a comentar las principales deficiencias que se puede encontrar en la regulación energética, cabría mencionar algunas disposiciones en las que no se han profundizado individualmente pero que también afectan al mercado energético comunitario. Tal es el caso de las normas relativas a la seguridad de aprovisionamiento, que persiguen mantener unos niveles mínimos de stock de recursos como el petróleo —la producción de la UE cubre apenas el 3% de su consumo (Eurostat, 2022e)— o, más recientemente, el gas, tratando de reducir así el impacto de los shocks provocados por interrupciones en la provisión o por incrementos pronunciados en los precios (Tesio *et al.*, 2022; Urrea Corres, 2011). El ya citado RCDE-EU y las reformas que ha experimentado desde su creación en 2005 también han impactado —y lo continúa haciendo— el mercado energético. Además, cabe mencionar los Planes de Interés Común (PIC) en el ámbito energético, que han estado muy asociados al desarrollo de una infraestructura de transporte energético comunitaria que mejorase la interconexión entre los países (proyectos de electricidad, gaseoductos, etc.) De hecho, el Proyecto de la Unión Energética de 2015 planeaba aumentar la interconexión hasta un 15% para 2030 (Valdés, 2016).

## **5.2. ALGUNAS DEFICIENCIAS DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA COMUNITARIA**

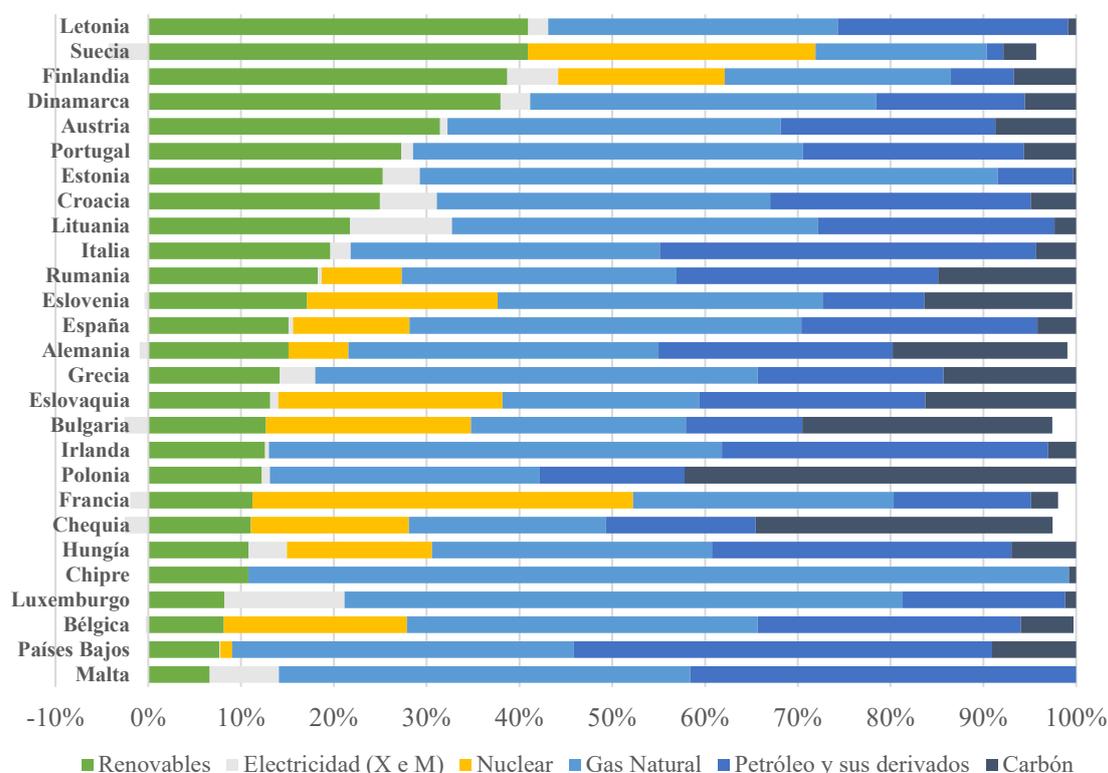
Cualquier agente que se propone regular una actividad parte de una serie de carencias que responden a diferentes razones, tales como la desventaja de información asimétrica del regulador, los limitados recursos para monitorear el cumplimiento de su regulación o el

limitado poder para imponer sanciones (Bohne, 2011). Algunas de las deficiencias en materia energética debidas al efecto de ese tipo de limitaciones son las que se comentan en este epígrafe.

### 5.2.1. La falta de armonización

La reconocida condición estratégica del sector energético (Nowak, 2010) es la causa de una de los mayores deficiencias de las que adolece la política energética de la Unión.

**Gráfico 5.1. Fuentes de energía de los estados miembros (2019)**



Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat (2022b)

En efecto, existen considerables diferencias entre los Estados Miembros en cuanto a su matriz energética, tal y como se aprecia en el gráfico 5.1, en el que se representa el peso de las principales fuentes de energía<sup>26</sup> en 2019 para los 27 países de la UE. Así, Letonia

<sup>26</sup> Además se muestra las importaciones (M) y exportaciones (X) de electricidad, los valores de esta fuente pueden aparecer en negativo (países exportadores netos de electricidad) o positivo (países importadores netos de electricidad).

y los nórdicos (Suecia, Dinamarca o Finlandia) destacan por estar muy asentados en renovables, mientras que Países Bajos, Malta, Italia o Bélgica depende mucho del gas natural. Por su parte, Polonia es, con diferencia, el que más usa el carbón. Por otro lado todos dependen como mínimo un 20% del petróleo para cubrir sus necesidades energéticas, siendo Chipre extremadamente dependiente de este recurso. Francia destaca por el alto peso de la energía nuclear en su mix, mientras Luxemburgo y Lituania sobresalen por el elevado peso comparativo de la electricidad importada en su mix.

Hasta el Tratado de Lisboa en 2007 esta diversidad en la combinación energética podía atribuirse a la ausencia de un título propio para la energía en los anteriores tratados de la Unión —excluyendo EURATOM y TCECA— No obstante, a pesar de que este tratado de 2007 estableciera un título propio para la energía, el poder de los estados en esta materia casi permaneció intacto, no solo por el motivo anteriormente mencionado, sino porque el artículo 194 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (TFUE) reconoce a los Estados Miembros el derecho para: determinar las condiciones de explotación de sus recursos energéticos, elegir sus fuentes energéticas y establecer su estructura de abastecimiento. Como reconoce Urrea Corres (2011), se podría considerar esa concesión el peaje que la UE se vio obligada a pagar a los Estados Miembros para disponer de una base jurídica propia en materia de energía. Otra de las cuestiones que dificulta la armonización, en parte como consecuencia de lo anterior, son las diferentes culturas regulatorias de los Estados Miembros. Así, por estructura política, costumbres o historia cada país tiende a implementar de forma distinta las Directivas (Bohne, 2011).

### 5.2.2. Deficiencias en la aplicación de la regulación

Está claro que, de la falta de competencia de la Unión en determinadas cuestiones energéticas, se derivan unas mayores dificultades para armonizar la regulación comunitaria. No obstante, además de esto también hay numerosas carencias en la aplicación efectiva<sup>27</sup> de la regulación que sí existe a nivel comunitario. Una de estas carencias la encontramos en la tan manida desregulación en el sector eléctrico y gasístico

---

<sup>27</sup> Efectiva porque se trata de conflictos con los que se han encontrado las autoridades *ex post* a la regulación, no se ha de confundir con las deficiencias o fallos teóricos que se le presupone al regulador (véase Bohne, 2011) o al mercado. Aquí se opta por un análisis práctico y específico.

que se ha propugnado siempre desde las estancias comunitarias. Gianfreda y Vantaggiato (2013) analizan la regulación en los diferentes tramos del sector eléctrico de países de la UE y otras naciones europeas y llegan a la conclusión de que, a nivel de la UE, los segmentos más liberalizados son la generación —la más liberalizada— y la comercialización, mientras la transmisión y la distribución están bastante más regulados<sup>28</sup> debido, en parte, a las características de monopolio natural que presentan esos segmentos. Además, Nowak (2010) señala cómo la falta de transparencia, tanto en el mercado eléctrico como en el gasístico, sigue dificultando la implantación de las normas comunitarias. Por su parte, la desagregación de la propiedad impulsada por la UE para deshacer la alta integración vertical en estos mercados se ha encontrado con fuertes objeciones por parte de Francia y Alemania (esta última argumenta su negativa en el hecho de no estar a favor de obligar a entidades privadas a vender su propiedad). De cualquier modo, el resultado de todo ello es el excesivo grado de concentración ya apuntado por García Mezquita en 2006. Asimismo, puede señalarse la pobre interconexión de la península ibérica con las redes gasísticas y eléctricas de Centroeuropa, situación análoga a la de los fragmentados y escasamente interconectados mercados de gas de Europa del Este (Valdés, 2016).

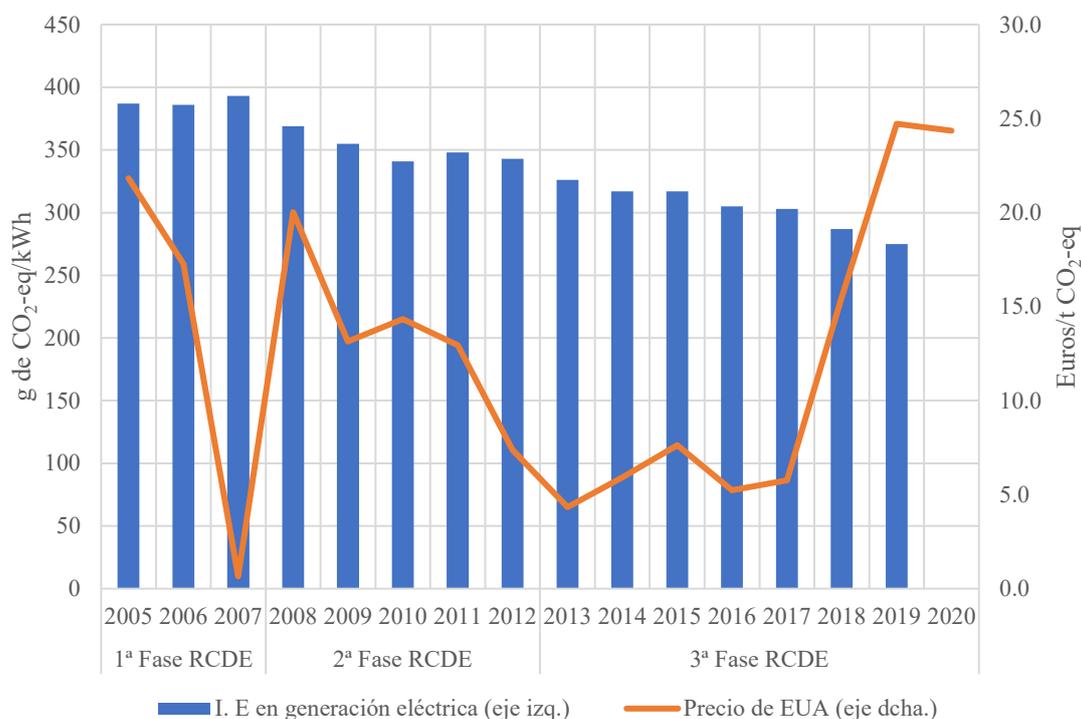
Por su parte, el RCDE, como se ha señalado antes, es una regulación muy vinculada —aunque no exclusivamente— al mercado energético por lo que resulta capital valorar su funcionamiento. Este régimen pretende, entre otras cosas, conseguir que la combinación energética de la UE esté basada principalmente en energías limpias y, como bien destaca (Fernández López *et al.*, 2014), la idea detrás de este mercado es que se produzca tal nivel de escasez de derechos de emisión que aumente el precio de éstos, de forma que resulte más rentable cambiar a fuentes de energía más limpias. En otras palabras, se trata de encarecer las tecnologías más contaminantes, es decir, la energía basada en combustibles fósiles. No obstante, en la primera fase de este mecanismo (2005-2007) lo que ocurrió fue lo contrario, hubo una sobreasignación de derechos que, sumada a la caída de la actividad de finales de 2007 y la imposibilidad de trasladar dichos derechos al siguiente periodo (Fernández López *et al.*, 2014) se tradujo en una caída de los precios de los

---

<sup>28</sup> Esta misma conclusión en cuanto a los diferentes grados de liberalización entre los cuatro tramos del sector eléctrico es avalada por el estudio previo de García Mezquita (2006).

derechos —obsérvese en el gráfico 5.2— debido al exceso de oferta, desincentivándose así el cambio de matriz energética (de hecho, se puede apreciar en el mencionado gráfico un leve incremento en 2007, respecto a los dos años anteriores, de la intensidad emisora<sup>29</sup> de las centrales de generación eléctrica). Estos autores también señalan cómo, en ocasiones, los derechos podían convertirse en fuente de financiación para algunas industrias (por ejemplo, para el sector de generación-combustión francés, ampliamente basado en la energía nuclear y, por tanto, menos dependiente de los derechos de emisión). Cabe señalar, sin embargo, que las subsiguientes fases del RCDE han tratado de disminuir dichas deficiencias adoptando diferentes medidas (véase OECC, 2021).

**Gráfico 5.2. Intensidad emisora en la generación de electricidad y precio de los derechos de emisión (2005-2020)**



**Fuente:** Elaboración propia con datos de EEA (2022)<sup>30</sup>

<sup>29</sup> Se trata de emisiones de gases de efecto invernadero, pero están calculados como unidades de CO<sub>2</sub> equivalente. En el gráfico 4.2 las unidades son gramos para la intensidad emisora, y toneladas respecto al precio de los *European Union Allowances*.

<sup>30</sup> En el eje de la izquierda se muestran los grados de CO<sub>2</sub> equivalentes por cada Kiloatio-hora de electricidad generada. Mientras en el eje derecho se muestra el valor en euros por cada tonelada de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente.

### 5.2.3. Otras deficiencias: el problema en la delegación de poderes, los *free riders* de las renovables y la ausencia de política energética exterior

La distribución de poderes entre los organismos comunitarios —agencias reguladoras y principales instituciones de la UE— en cuanto a la política energética es difusa. Este es uno de los defectos que saltan a la vista al revisar el marco regulatorio, tal y como mantienen Maher y Stefan (2019) en un artículo en el que, desde la perspectiva de la teoría de agencia, analizan la estructura de delegación de poderes comunitaria en la gestión energética. Lo primero que encuentran es que —como ya se ha mencionado— en materia energética los poderes están compartidos e incluso entrecruzados entre la UE y los Estados Miembros lo cual, según los autores, dificulta la delegación de poderes. Como consecuencia la re-delegación de poderes llevada a cabo por la UE o por los mismos Estados Miembros también resulta incompleta, lo que da como resultado una amplia amalgama de poderes supranacionales y nacionales distribuidos y fijados de forma muy poco clara; los Estados Miembros junto con la UE convinieron en la creación de las NRAs (*National Regulatory Authorities*), función que desempeñan la CNMC (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia) en España, la BNetzA (Bundesnetzagentur) en Alemania, etc., autoridades que, en todo caso, no estaba claro ante quién respondían, si ante la UE —la Comisión, en concreto— o ante sus gobiernos. Como se ha señalado, la ACER fue creada para intentar aumentar la conexión tanto entre las NRAs como entre éstas y la Comisión. No obstante, debido a la incompleta delegación de poderes, este organismo actúa sujeto a la voluntariedad de cooperar de las NRAs.

El sector energético también tiene unas características muy peculiares en cuanto a sus inversiones. Se trata de un sector intensivo en capital y con una elevada longevidad de recuperación del capital invertido. Estas características, presentes en las energías renovables, sumadas a la componente de riesgo que tienen algunas de esas tecnologías, sea por lo incierta que es su aplicación al ser algunas muy novedosas o por la intermitencia inherente a las mismas, generan precaución en los inversores a la hora de valorar su entrada en ese mercado. Como resultado, la promoción de energías limpias por parte de la UE suele ir acompañada, en muchas ocasiones, de políticas de apoyo estatal a este tipo de inversiones pero, dadas las diferencias de capacidad financiera entre los Estados Miembros o el mayor o menor interés de los mismos —ya que en función de la ideología de los gobernantes la políticas energéticas pueden ser muy distintas (Chang y Berdiev,

2011)— se tiene como resultado amplias diferencias en la potencia instalada de fuentes de energía renovables generándose así, dentro de la Unión, dependencia de los países con poca suficiencia inversora con respecto a aquellos que sí la tienen. Esto facilita un comportamiento *free rider* por parte de los primeros, que se benefician de energía eléctrica sin asumir los costes —o por lo menos no todos— de invertir en ese tipo de tecnología, al tiempo que reducen sus emisiones al no tener que generar esta electricidad con fuentes más contaminantes<sup>31</sup> (Radulescu y Sulger, 2022). Los problemas que se derivan de diseñar un mal sistema de incentivos para las renovables —aun teniendo la capacidad inversora— tampoco son despreciables: la burbuja que generaron las subvenciones a las renovables (energía solar fotovoltaica y eólica concretamente) en España es ejemplo de ello (véase Calzada Álvarez *et al.*, 2010).

Ciertamente, la ausencia de una política energética interna realmente común hace que una política exterior comunitaria en la materia sea casi una utopía, pero los problemas derivados de su inexistencia no son menos reales que los otros. Así, la autonomía de los Estados Miembros para elegir sus fuentes energéticas lleva a los mismos a pactar con diferentes proveedores, aisladamente y, en algunos casos, sin diversificarlos lo suficiente. Esto hace que, en agregado, aparezcan dependencias estructurales con respecto a algunos países, lo cual aumenta la vulnerabilidad energética de la UE en su conjunto y hace mayor el potencial impacto que los cambios geopolíticos pueden generar en los suministros energéticos. El concepto asociado a ese mayor o menor riesgo de interrupción del aprovisionamiento es la seguridad energética que, *a priori*, podría mejorarse con una política exterior común en este ámbito. Además, debido a la ausencia de este marco común se pueden originar problemas como las dificultades de la UE al intentar aplicar la regulación de la red de gaseoductos comunitaria a aquellos que pasan por terceros países (Hancher y Marhold, 2019), ya que son los Estados Miembros los que pactan con ellos en las condiciones que les convengan.

---

<sup>31</sup> A los países con poca potencia instalada les resulta más barato importar mientras a los de amplia potencia instalada les interesa exportar porque las fuentes renovables tienden a ocasionar altos picos de oferta y una sobrecapacidad instalada en el sistema.

## 6. EL *TRILEMA* ENERGÉTICO. PECULIARIDADES DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA DE LA UNIÓN EUROPEA

La Unión Europea (UE), creada en 1993<sup>32</sup>, es desde su creación una de las regiones económicas más grandes del mundo y, desde principios de siglo, siempre ha permanecido entre las tres economías más importantes del mundo (OCDE, 2022). Dentro de la estructura multidimensional que tiene una economía de esa relevancia, la organización, las características y el funcionamiento del sector y el mercado energético es fundamental, sobre todo porque se trata de un recurso, como se ha comentado, de vital importancia dentro de un sistema económico, dado que las economías dependen del insumo energético para producir.

En este sentido, la capacidad de una economía para convertir la energía en valor añadido, o sea, la intensidad energética, permite valorar el grado en el que esa economía se encuentra supeditada a este recurso —una vez se asume que todas requieren de él irremediablemente—. El gráfico 6.1 muestra la variación entre 2000 y 2019 de los kilogramos equivalentes de petróleo (kep) empleados por cada uno de los 27 países de la UE para generar mil euros de PIB. Esta variación, como ya se ha comentado antes, es una medida de eficiencia energética. Este gráfico esencialmente nos permite apreciar dos cosas: cómo de bueno es cada país al utilizar la energía<sup>33</sup> y qué tanto dependes del uso energético para generar valor. Esto último depende de lo primero, pues si con menos recursos energéticos generas más riqueza, para alcanzar un nivel de riqueza dado acabas necesitando de menos energía<sup>34</sup>. Lo primero que se aprecia del gráfico 6.1 es una elevada heterogeneidad (más en el 2000 que en 2019) en la energía necesaria para cada Estado Miembro para generar mil euros de PIB, en el año 2000 los países de Europa del Este presentan una elevada intensidad energética que contrasta con los bajos valores en este indicador que presentan los países de Centroeuropa, los nórdicos, la península ibérica e Italia. En términos de eficiencia energética todos los Estados Miembros han evolucionado positivamente, los países que más intensivos energéticamente eran en 2000 son que más

---

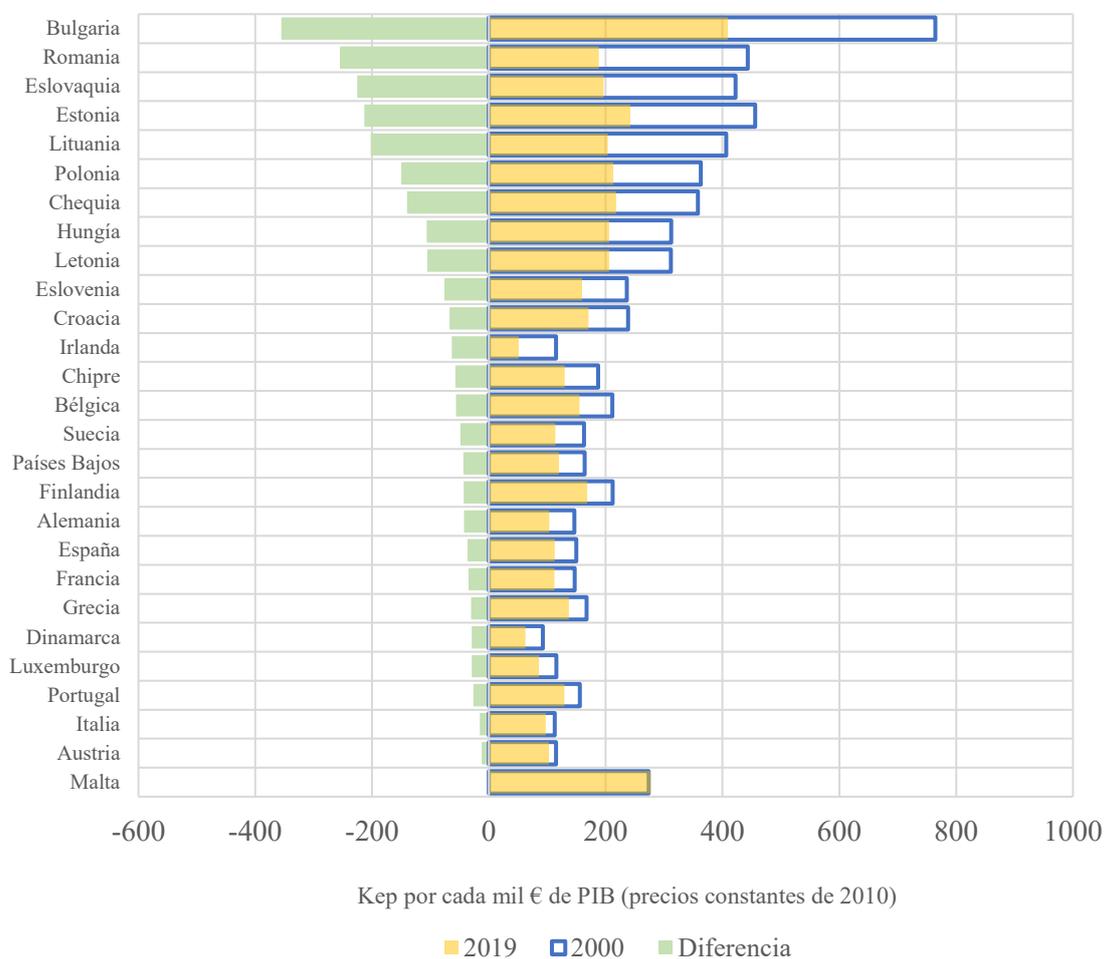
<sup>32</sup> Se toma la fecha del Tratado de la Unión o Tratado de Maastricht, que es cuando entra en funcionamiento el Mercado Único Europeo.

<sup>33</sup> Si con las mismas unidades de energía un país es capaz de generar más riqueza que otros, entonces, éste aprovecha mejor la energía que los demás.

<sup>34</sup> Esto suponiendo que no se dé el ya mencionado efecto rebote o paradoja de Jevons.

han mejorado su eficiencia energética (exceptuando Malta que permanece invariable), lo cual es totalmente lógico, pues si se parte de una situación de baja eficiencia energética las mejoras en el uso tienen una elevada repercusión sobre este indicador, al contrario, si ya se es energéticamente muy eficiente las mejoras adicionales son más difíciles de lograr, es, sencillamente, la ley de los rendimientos marginales decrecientes. Los dos indicadores analizados (intensidad y eficiencia energética) son muy importantes porque ofrecen una panorámica muy completa del uso energético en la Unión Europea en las últimas dos décadas.

**Gráfico 6.1 Variación de la intensidad energética en la UE (2000-2019)**

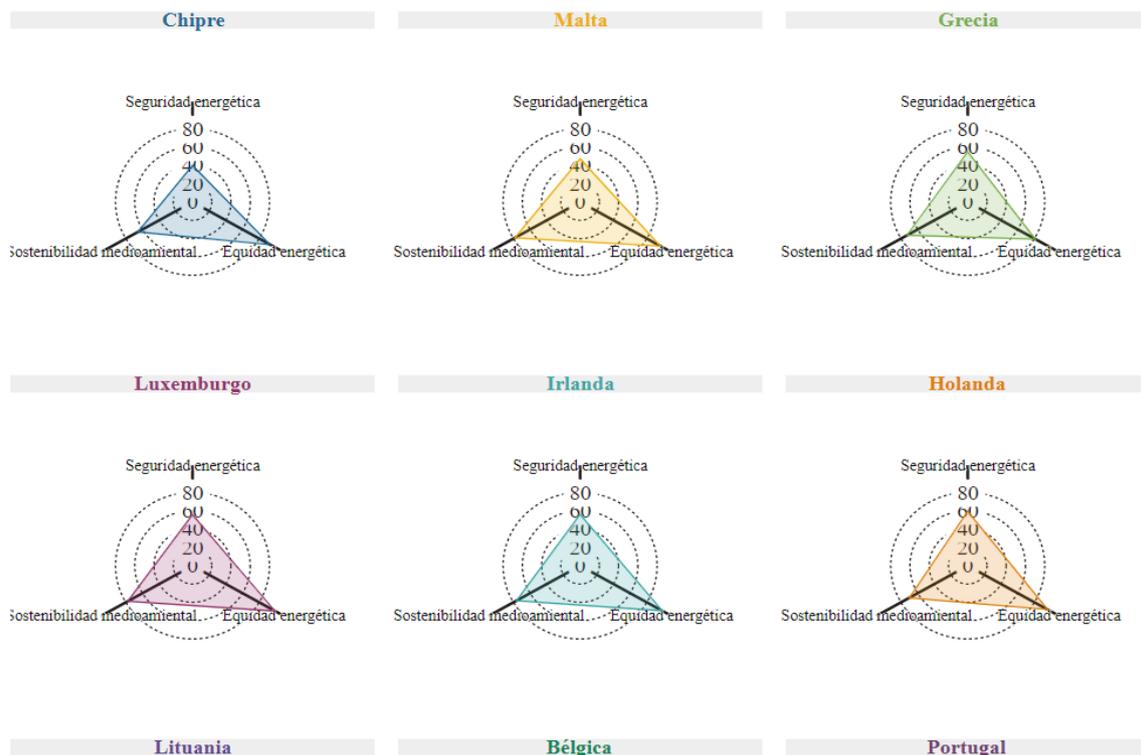


**Fuente:** Elaboración propia con datos de Eurostat (2022b)

La principal finalidad del este capítulo será señalar los aspectos que hacen única la situación energética de la UE, sea de forma particular o en su relación con otras economías. Se hace las correspondientes valoraciones en base a las tres dimensiones

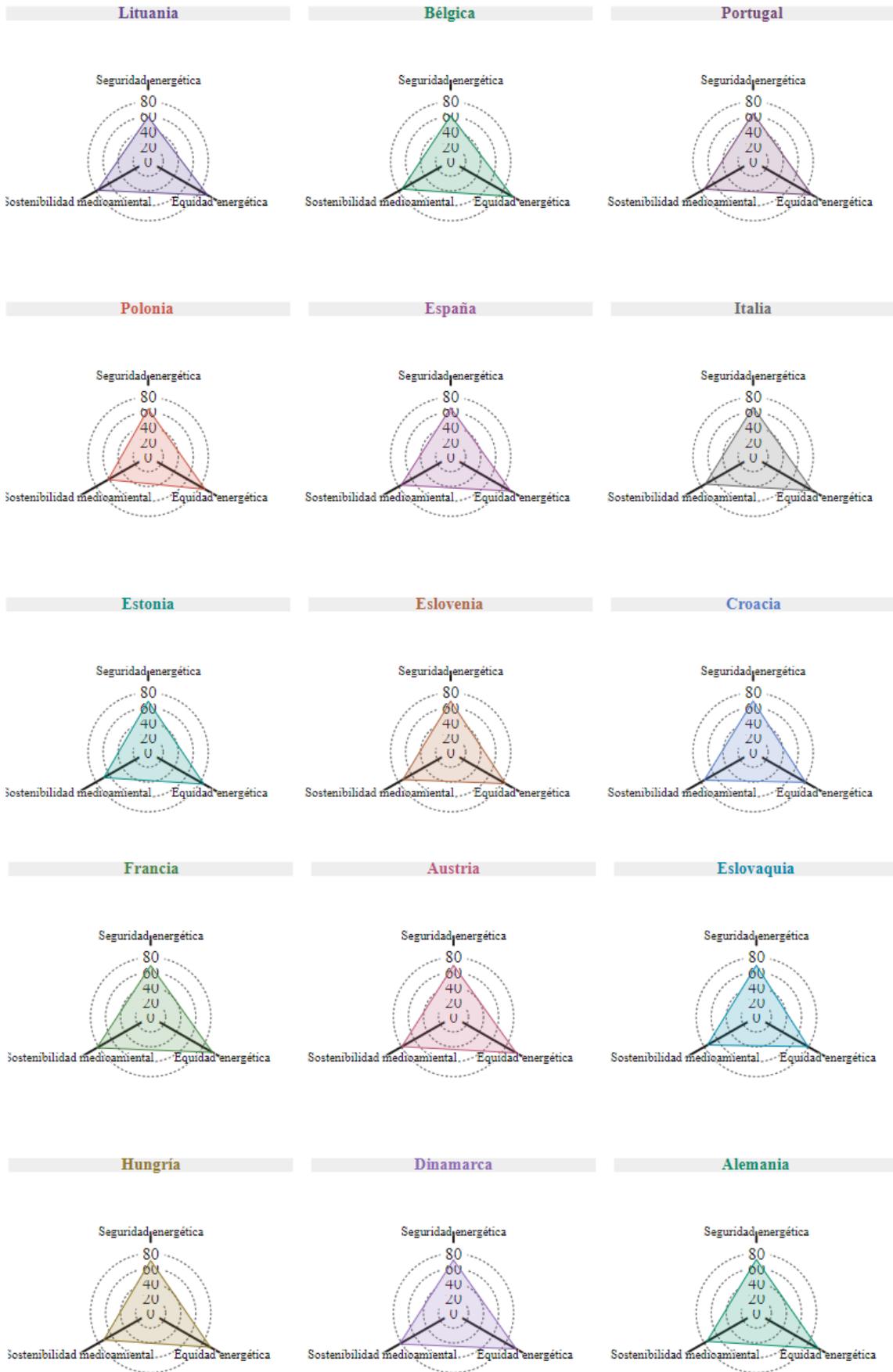
consideradas en el *trilema* energético, indicador que anualmente es elaborado por el Consejo Mundial de Energía (*WEC* por sus siglas en inglés), publicándolo desde 2012 en su informe *World Energy Trilema*<sup>35</sup>. El término *trilema* hace referencia a una situación en la que se ha de elegir entre tres opciones aparentemente incompatibles entre sí<sup>36</sup>, en el caso del *trilema* energético las tres opciones (dimensiones), obviamente relacionadas con la energía, son: la seguridad energética, la equidad energética y la sostenibilidad medioambiental. Después de evaluar el desempeño del sistema energético de cada país el Consejo Mundial de Energía establece una puntuación entre 0 y 100 en cada una de las dimensiones (WEC, 2022b). En el gráfico 6.2 se muestra las valoraciones de los Estados Miembros de la UE. Están ordenados de menor a mayor puntuación en seguridad energética, dimensión en la que históricamente la UE tiene peor puntuación, mientras las mejores puntuaciones son en cuanto a equidad energética (WEC, 2021).

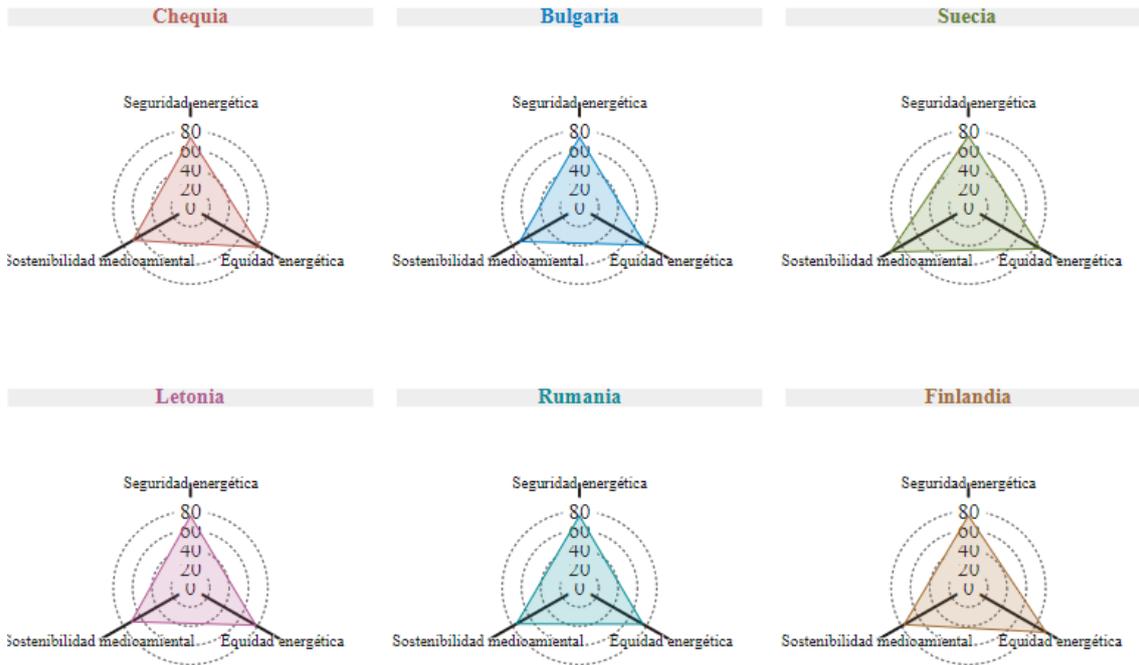
**Gráfico 6.2. Trilema energético de la UE-27 (2021)**



<sup>35</sup> Este informe antes era conocido como *Policy Assessment* y se venía publicando anualmente desde 2008 (Camacho Parejo, 2013).

<sup>36</sup> Esta es una interpretación propia del concepto en base a las definiciones más comunes del término en los diccionarios de lengua inglesa. Básicamente lo que trata de transmitir el trilema energético es la dificultad de alcanzar (al mismo tiempo) estas tres dimensiones con suficiencia.





Fuente: elaboración propia con datos del Consejo Mundial de Energía (WEC, 2022a)

En los tres epígrafes subsiguientes se evalúa para la Unión Europea cada una de las dimensiones del *trilema* energético, señalando algunos aspectos característicos de la estructura energética comunitaria que explican las puntuaciones que tiene en las distintas dimensiones.

## 6.1. SEGURIDAD ENERGÉTICA

La seguridad energética es la dimensión del *trilema* que mide la capacidad de una economía para satisfacer su demanda energética de forma fiable y su resiliencia frente a shocks negativos de la oferta. Incluye la eficiencia de la gestión de fuentes internas y externas, así como el buen funcionamiento de las estructuras energéticas (WEC, 2022b). Para el Consejo Mundial de Energía hay dos factores que son cruciales en la seguridad energética de una región: la seguridad de suministro y la independencia energética, ambas variables muy interrelacionadas.

Desde que el mundo está organizado en estados-nación, para que un país disfrute de cualquier bien o servicio necesita estar en posesión de éste, lo cual puede ser posible o bien porque se produce dentro de sus límites geopolíticos o porque, a través de una de las prácticas más civilizadoras de los seres humanos, los adquiera mediante el comercio. Los

recursos energéticos, en concreto, los combustibles fósiles<sup>37</sup> no son una excepción a esta regla y, debido a la facilidad con que se pueden transportar —petróleo y carbón principalmente— pueden ser perfectamente utilizadas por aquellos países que no disponen de reservas naturales. No obstante, por puro azar o por lo oportuno de determinadas localizaciones geográficas, las reservas de los combustibles fósiles están concentradas en unos pocos países, lo cual sumado a la importancia económica y social de la energía para cualquier nación concede a los países que disponen de dichas reservas no sólo poder económico sino también político.

La posibilidad real de que el suministro energético esté altamente expuesto a acontecimientos geopolíticos es lo que genera la sensación de inseguridad de abastecimiento en una nación cuando es dependiente energéticamente. Esta percepción tiene, por supuesto, un componente subjetivo. Por eso aunque se dependa igualmente de dos países, la seguridad en el suministro puede percibirse de manera distinta en función del estado de las relaciones políticas con cada uno de esos países. Por ejemplo, para el bloque comunitario, la inseguridad es mayor frente a Rusia que frente a Noruega, aún en el hipotético caso en que la dependencia en la cantidad de suministro fuese la misma. Esto implica que la dependencia energética *per se* no supone una mayor o menor inseguridad en el suministro, el factor objetivo que realmente conecta la dependencia energética y la seguridad/inseguridad en el suministro es el grado de concentración de las importaciones energéticas. Ese grado de concentración no afecta la dependencia económica —que de por sí no es un peligro— sino que influye en la vulnerabilidad, esto es, la medida en la que se está expuesto a sufrir un shock negativo en el suministro energético (Escribano Francés, 2009).

En el gráfico 6.3 se presenta la dependencia energética de la Unión Europea, este término —en el presente trabajo al menos— no hace más que referirse a la medida en que las necesidades energéticas de una región o país son cubiertas por importaciones<sup>38</sup>. En dicho gráfico se aprecia una elevadísima dependencia energética de la Unión Europea,

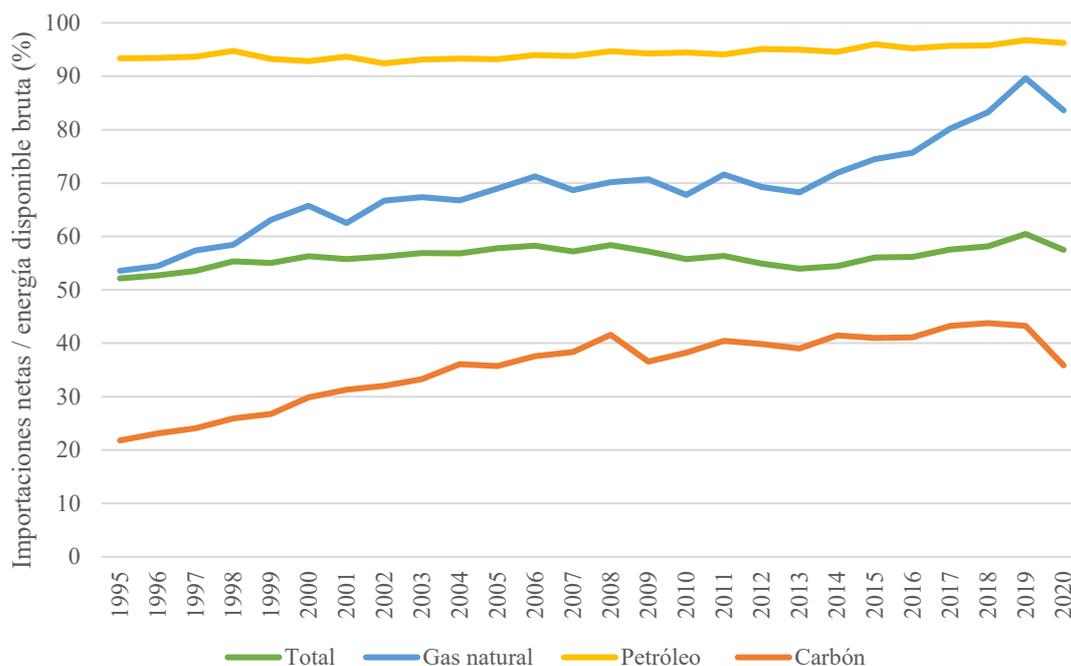
---

<sup>37</sup> Las energías renovables, por la forma dispersa en que están disponibles en la naturaleza, tienden a ser producidas y utilizadas localmente o comercializadas como electricidad, con las limitaciones físicas que ello supone.

<sup>38</sup> De hecho, Eurostat (2022b) calcula este indicador como importaciones netas sobre energía bruta disponible.

principalmente respecto al petróleo (siempre por encima del 90% desde el inicio de la serie) y al gas natural (sus importaciones han ido representando cada vez una mayor proporción de todo el gas disponible a nivel comunitario), mientras que el carbón es, con diferencia, el combustible fósil del que se es menos dependiente.

**Gráfico 6.3. Evolución de la dependencia energética en la UE-27**



Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat (2022b)

Pero, como se ha comentado, el problema no es tanto la dependencia como la vulnerabilidad que deriva de la falta de diversificación en los proveedores. Por ello, la tabla 6.1 permite valorar la diferente situación en cuanto al gas natural y al petróleo. En ella puede observarse cómo las importaciones de gas natural de la UE están concentradas en unos pocos proveedores: Rusia, Noruega y Argelia concentraban, en 1995, más del 90% de todas las importaciones de este combustible por parte de la UE y, aunque en 2019 hay más proveedores, lo cierto es que casi el 70% de las importaciones siguen concentradas en los tres proveedores antes mencionados, con lo cual la vulnerabilidad asociada sigue siendo elevada. De hecho, a pesar de que la UE tenía en 2019 quince proveedores de gas natural —un poco más del doble de los que tenía en 1995— el suministro sigue concentrado en esos tres países (según datos de Eurostat, 2022b) y el peso que Rusia mantiene sobre el total las importaciones habla por sí sólo. La potencial vulnerabilidad con respecto al petróleo es claramente mucho menor, dada la diversidad

de proveedores (más de 50 en 1995 y son más de 80 en 2019) y el bajo peso que, en general, tienen los mayores socios comerciales.

**Tabla 6.1. Estructura de proveedores de la UE-27 (1995 y 2019)**

PETRÓLEO (% total de importaciones)			GAS NATURAL (% total de importaciones)		
Socio comercial	1995	2019	Socio comercial	1995	2019
Rusia	16,25	29,32	Rusia	63,50	49,88
Noruega	14,31	6,63	Noruega	15,44	19,24
EE. UU	1,50	6,85	EE. UU	-	3,71
Nigeria	4,96	6,02	Nigeria	-	3,97
Argelia	4,63	2,93	Argelia	19,04	9,07
Egipto	1,73	1,00	Qatar	-	6,23
Libia	9,28	4,95			
Venezuela	2,12	0,79			
Irán	9,06	0,15			
Arabia Saudita	14,52	7,71			
Reino Unido	11,11	6,18			
Otros	10,53	27,46	Otros	2,02	7,91

**Fuente:** Elaboración propia con datos de Eurostat<sup>39</sup> (2022b)

Además, la diferente situación de la UE en cuanto a ambas fuentes energéticas también responde, en parte, a sus estructuras de mercado, que están condicionadas por las características de cada uno de estos productos: el mercado del petróleo está mucho más internacionalizado mientras que el mercado del gas es más regional porque está determinado por las redes de transporte y suministro —ambas actividades realizadas principalmente por gaseoductos— (Zapater Duque, 2009). De hecho, el gas natural licuado (GNL), que podría utilizarse como alternativa, tiene serias dificultades en la

<sup>39</sup> Nótese que el indicador presentado en esta tabla no es la dependencia energética en los términos de la Eurostat, sino simplemente el porcentaje de importaciones de un socio sobre el total importado del tipo de combustible.

logística de aprovisionamiento de grandes cantidades, además de que se necesitaría de centrales regasificadoras para el consumo final de esa fuente energética, de modo que los Estados Miembros necesitarían realizar grandes inversiones que harían, en determinadas situaciones, más costoso el GNL en el corto plazo (Peinado Lorca, 2022). También es importante señalar el papel que juegan aspectos como la eficiencia energética o la conectividad entre los Estados Miembros en la reducción de la dependencia y —según el caso— de la vulnerabilidad.

Cabe mencionar que tanto la situación de dependencia como el grado de concentración de las importaciones pueden resultar muy diferentes según los Estados Miembros. Se podría destacar en este sentido a Alemania y los países de Europa del Este cuyas importaciones de gas natural están concentradas en Rusia, de donde provinieron en 2019 el 49% de las importaciones de gas de Alemania. Por contra, España estaría entre los Estados Miembros que presentan una mayor diversificación de proveedores, tanto para el gas natural como para el petróleo (Eurostat, 2022b).

Como se ha señalado la seguridad energética es la dimensión del *trilema* en la que la UE siempre ha tenido peores puntuaciones, esto responde en parte a su deficiente diversificación de los proveedores de combustibles fósiles. Esto mismo ha hecho vulnerable al bloque comunitario frente alguno de sus proveedores, tal es el caso de Rusia en el cual —aprovechando la reciente crisis energética— se profundizará en el capítulo 7. Por otra parte, cabe señalar que importantes actores de la economía mundial como EE. UU, Canadá o Australia gozan de mejores puntuaciones en esta dimensión (si bien es cierto que otras economías destacadas como China o Japón también presentan malas puntuaciones en ella).

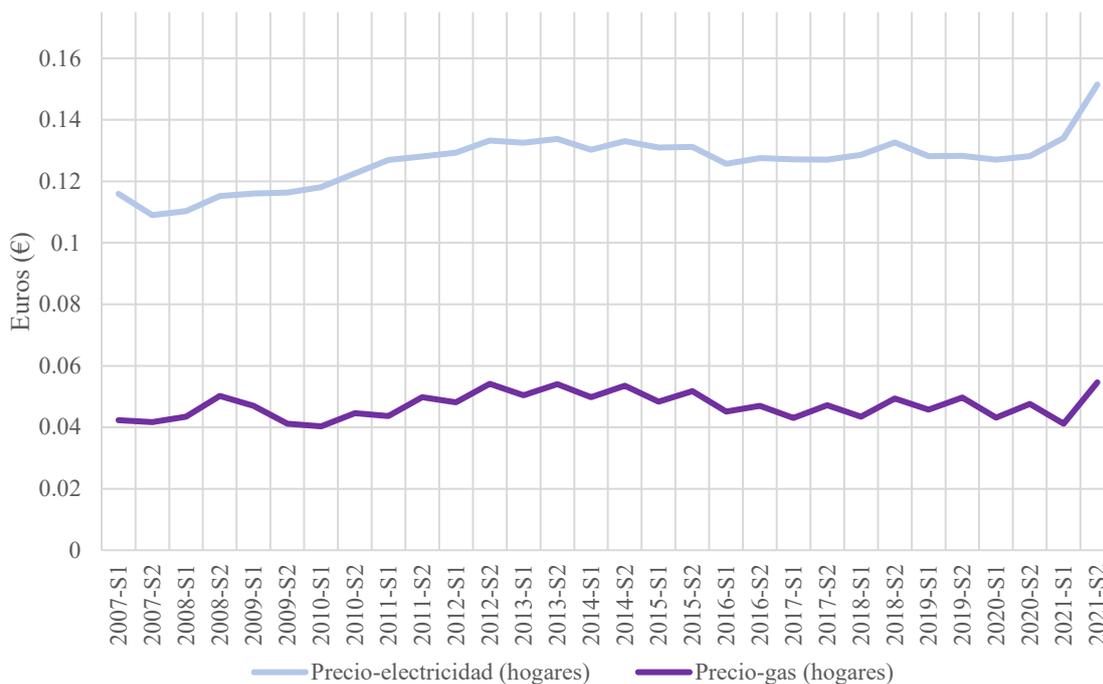
## 6.2. EQUIDAD ENERGÉTICA

La equidad energética es la segunda dimensión del *trilema* y es la que toma en consideración la suficiencia de una economía para proporcionar acceso universal a energía fiable, asequible y abundante para uso doméstico y comercial (WEC, 2022b). Esta segunda dimensión podría decirse que es el menor de los problemas en la mayoría de los Estados Miembros de la UE. En cuanto a acceso generalizado a la energía, por ejemplo en 2019 tanto las zonas rurales como urbanas de toda la Unión gozaban de un 100% de acceso a la electricidad (Banco Mundial, 2022). No obstante, la situación en cuanto a la

asequibilidad de la energía es diferente, pues el precio de la electricidad, el gas o de los carburantes es, en ocasiones, bastante volátil.

Haciendo una valoración de la UE en conjunto, se presenta en el gráfico 6.4 la evolución desde 2007 del precio del kilovatio-hora (kWh) de los principales recursos energéticos intercambiados a nivel comunitario, esto es, la electricidad y el gas. Con más exactitud el precio de la electricidad corresponde al de los hogares con un consumo que se sitúa entre 2.500 y 5.000 kWh por semestre, que es rango de consumo más habitual (REE, 2022). Se puede ver que el precio del kilovatio-hora ha pasado de 0,1159 euros a 0,1515 euros de 2007 a 2021, esto supone que, para este rango de consumo, el kWh se ha encarecido alrededor de un 30%.

**Gráfico 6.4. Evolución del precio<sup>40</sup> de la electricidad y el gas para los hogares en la UE-27 (2007-2021)**



Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (Eurostat, 2022b)

Por su parte, el precio del gas para los hogares cuyo consumo se sitúa en la banda de consumo de 20 a 200 Giga-julios sigue una evolución bastante similar a la electricidad, aunque el precio del kWh del gas se incrementa menos, y se mueve en un rango inferior

<sup>40</sup> Este es el precio sin impuestos ni tasas.

al de la electricidad. A pesar del impacto que puedan generar estas variaciones en los precios la equidad energética es la dimensión en la que la UE tiene, con diferencia, su mejor puntuación.

### 6.3. SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA

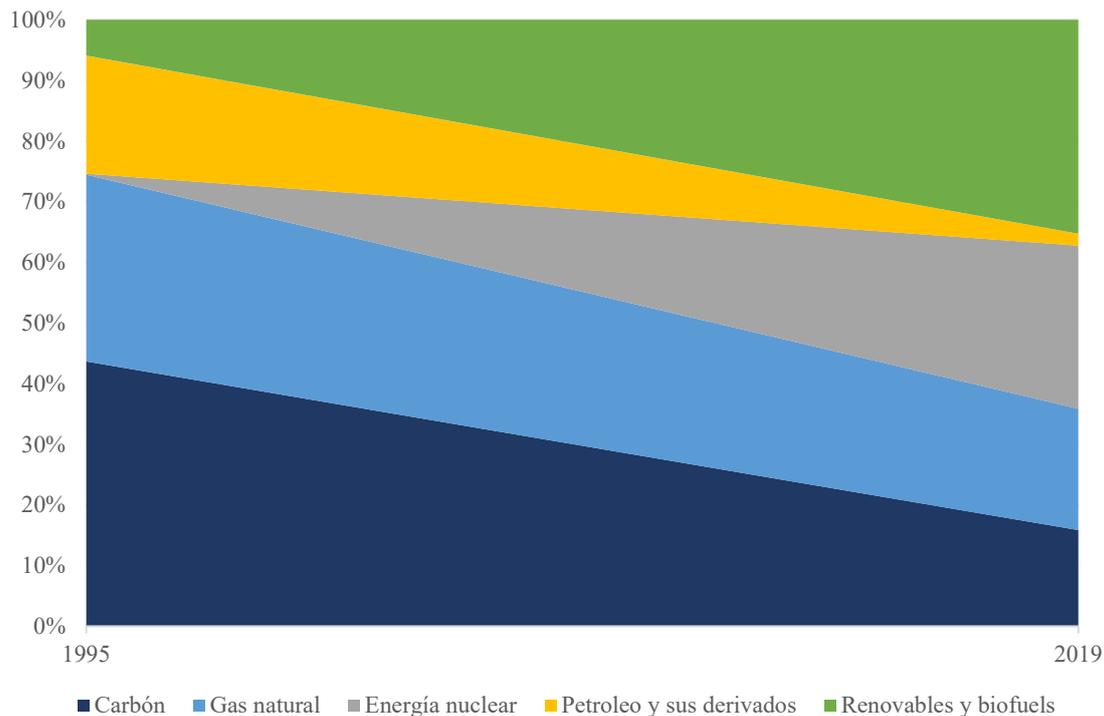
Esta tercera dimensión del *trilema* apunta a la disminución del impacto que el sistema energético de una economía puede provocar sobre el medio ambiente. Esta dimensión se centra en la productividad y la eficiencia —en la generación, transmisión y distribución energética—, la descarbonización y la calidad del aire. En esta tercera dimensión lo fundamental es la transición, esto es, el papel de las energías verdes y los desafíos que supone reducir la dependencia respecto a los recursos fósiles.

La UE tiene por objetivo mantener un liderazgo mundial en fuentes renovables (Ciucci, 2021d). Se puede ver en el gráfico 6.5 la fuerte presencia de las renovables en el mix energético de la Unión en 2019. Se trata de uno de los rasgos propios de la estructura energética de la UE, la cual tiene entre sus principales preocupaciones la de alcanzar la neutralidad de emisiones de CO<sub>2</sub>, esto es, que el balance entre emisiones y las absorciones —logradas por vías naturales en su mayoría— sea cero (Parlamento Europeo, 2021), una cuestión claramente ubicada en la tercera dimensión del trilema energético. Para lograr este objetivo, la UE ha adoptado diversas medidas de política energética y de medio ambiente. En consonancia con este interés la generación eléctrica, una de las actividades que siempre ha estado asociada a la emisión de gases de efecto invernadero (Varun *et al.*, 2009), está actualmente basada en más de un tercio en fuentes de energía renovables y, además, se ha reducido considerablemente el peso del carbón —como se ve en el gráfico 6.5—, que es una (sino la más) más intensivas en emisiones.

Pese a este considerable peso de las renovables en la generación eléctrica, las principales fuentes de este tipo de energía presentan considerables dificultades para establecerse genuinamente como fuentes de energía fiables, esto es, mantener una oferta regular de manera ininterrumpida (Epstein, 2021). Aunque a continuación se pondrá el foco en el

papel de las renovables en el sector eléctrico cabe mencionar que su peso en el transporte o en la climatización va siendo cada vez mayor, alcanzando el 20% y el 7%, respectivamente en 2019 (Comisión Europea, 2021).

**Gráfico 6.5. Cambio del mix de generación eléctrica de la UE-27 (de 1995 a 2019)**



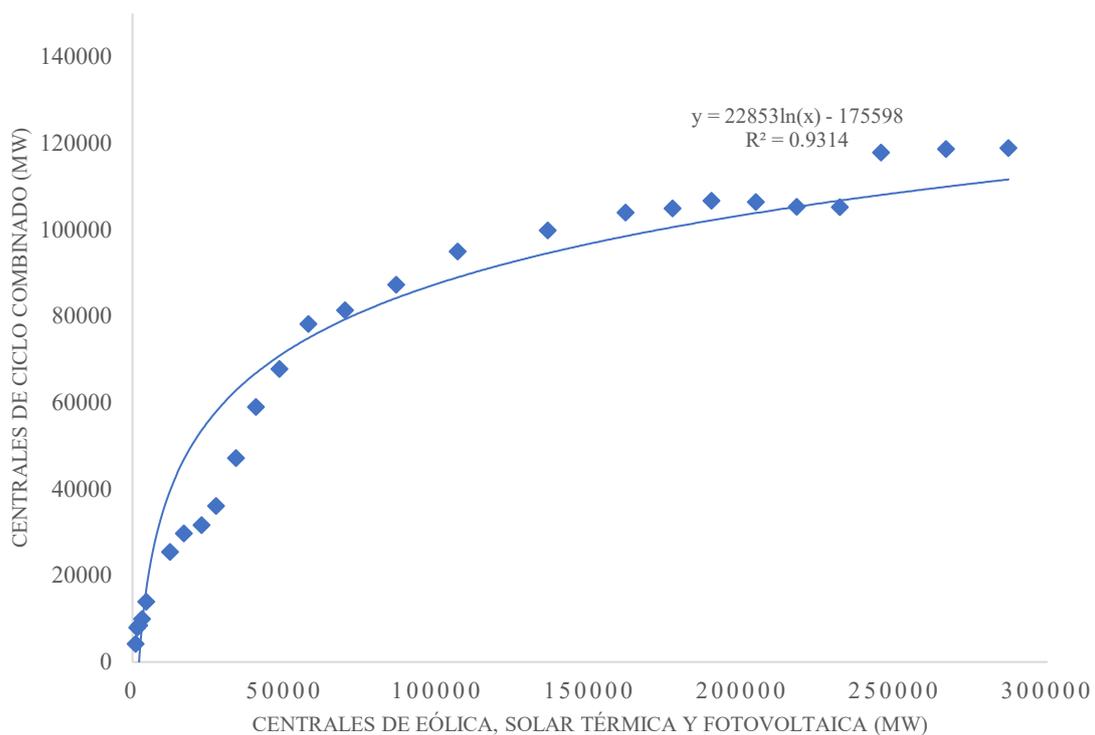
Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022b)

Si bien para la UE una participación cada vez mayor de las renovables en la producción energética es esencial para lograr sus objetivos medioambientales, este hecho genera, a su vez, un sistema eléctrico dentro de la estructura energética de la Unión en el que tiende a existir una sobrecapacidad de la potencia instalada<sup>41</sup> de centrales basadas en recursos fósiles, sobre todo las centrales de cogeneración, que funcionan con gas natural y son de activación y desactivación rápida. De hecho, como puede apreciarse en el gráfico 6.6 a medida que se han ido desmantelando centrales basadas en otros combustibles fósiles

<sup>41</sup> La potencia instalada es la generación potencial de electricidad que pueden alcanzar las centrales del sistema eléctrico de una región si están todas funcionando al máximo. No debe confundirse con la generación eléctrica efectiva.

(Hafner y Raimondi, 2020 y otros), las de cogeneración no han dejado de aumentar su potencia instalada. Esta sobrecapacidad es característica de sistemas eléctricos con una amplia participación de fuentes renovables como la fotovoltaica y la eólica cuya oferta es muy volátil por su estrecha vinculación a las condiciones climáticas. Bajo estas condiciones<sup>42</sup>, es necesario disponer de una tecnología de respaldo que pueda activarse y desactivarse fácilmente de modo que sea capaz de adaptarse a los cambios en la producción energética de estas renovables (Shivakumar *et al.*, 2017).

**Gráfico 6.6. Potencia eléctrica instalada en la UE-27 (1995-2020)**



Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022b)

Si, por ejemplo, por su potencia instalada la eólica y la fotovoltaica pueden cubrir si funcionan al máximo el 25% de la demanda eléctrica en un día, podrían, ante condiciones climáticas adversas reducir su generación eléctrica efectiva y cubrir sólo un 5% y son centrales como las de ciclo combinado las que han de suplir la demanda faltante. Se deduce, por tanto, que, cuanto mayor sea el peso de estas renovables en el mix, paradójicamente, se requeriría de una mayor capacidad instalada de centrales de

<sup>42</sup> Mientras el almacenamiento energético todavía no sea una tecnología masivamente empleable ni totalmente desarrollada.

combustibles fósiles, concretamente, de gas natural dadas sus características. Esto es lo que se observa en el gráfico 6.6 que muestra una correlación positiva entre la potencia instalada de las renovables —energía eólica, solar térmica y fotovoltaica en este caso— y la de las centrales de ciclo combinado desde 1995 hasta 2020. Como se puede apreciar, esta relación era más intensa al principio y posteriormente se ha ido debilitando por eso la curva de regresión va adoptando una forma asintótica.

Podría objetarse que la ampliación de centrales de ciclo combinado se deba a que la demanda energética ha aumentado mucho y que, como resultado, ha sido necesario incrementar la capacidad instalada de ambos tipos de fuentes, pero ello no ha sido así. Mientras que el consumo de electricidad entre 1995 y 2019 ha crecido un 26%, en el mismo periodo la potencia instalada total ha aumentado en un 71%, lo que evidencia que una importante parte de la potencia instalada sirve para subsidiar la irregularidad en la producción de las mencionadas renovables. Como se ha señalado, este crecimiento de la potencia instalada es atribuible, en gran parte, a las centrales de ciclo combinado, una vez que se tiene en cuenta que la capacidad instalada de la nuclear, el carbón y el petróleo en el mismo periodo ha disminuido, y que la hidroeléctrica y la geotérmica han aumentado pero tampoco demasiado (Eurostat, 2022b). Cabe señalar que este papel de combustible de relevo que desempeña el gas en la generación eléctrica lo hace también un combustible clave en la fijación del precio de venta de la electricidad en el mercado mayorista o *pool eléctrico*. Como este mercado se rige por un sistema marginalista o *pay as bid*<sup>43</sup> ocurre que las centrales más caras (como las de ciclo combinado) son las últimas en entrar en el *pool* y son, por ende, las que acaban determinando el precio al que venden el resto de centrales.

A pesar de esta flaqueza claramente asociada a sistemas eléctricos ampliamente basados en las fuentes renovables mencionadas (Epstein, 2021), la UE tiene en 2021, en promedio, una puntuación de 77 puntos sobre los 100 posibles. De hecho, a escala global, el liderazgo de la UE en cuanto al peso de fuentes renovables en la producción energética total es indiscutible, por lo menos entre las mayores potencias económicas y dejando a un

---

<sup>43</sup> Esto es, el precio al que genera una unidad de energía la última fuente que oferta energía al mercado es el precio al que venden el resto de centrales (Pototschnig et al., 2022).

lado países como Islandia, Noruega o Brasil que gozan de unas condiciones naturales excepcionales para explotar fuentes renovables.

## **7. VULNERABILIDAD ENERGÉTICA DE LA UE. EL RECIENTE CASO DE RUSIA**

Tal y como se ha señalado en el capítulo 6 la dependencia energética es uno de los rasgos característicos del modelo energético de la UE y, de esta condición de dependencia se deriva, como en este caso, la vulnerabilidad energética ya antes definida. En el presente capítulo se pretende analizar los daños que, en general, puede generar dicha vulnerabilidad. Para ello se utilizará de base empírica los efectos que está teniendo y se prevé que ocasionará la reciente interrupción del suministro energético procedente de Rusia, este socio comercial es el indicado para efectuar este ejercicio pues concentra la mayor proporción de las importaciones energéticas de la Unión<sup>44</sup>.

### **7.1. BALANCE ENERGÉTICO ANTES DE LA INTERRUPCIÓN DE SUMINISTROS**

Antes de analizar propiamente los efectos que ha generado —y sigue generando— para la UE la interrupción del suministro energético procedente de Rusia a principios de este año 2022 se describirá brevemente en el presente epígrafe la situación de los intercambios energéticos que ha mantenido esta nación con la comunidad europea en las últimas décadas. En los últimos treinta años —como poco— Rusia ha sido el principal socio de la UE en materia energética, principalmente en cuanto al gas natural y el petróleo, jugando este primer hidrocarburo un papel fundamental en la vulnerabilidad de la UE frente a Rusia. En el gráfico 7.1 podemos apreciar para 2020 cómo está repartida, según el origen, la energía bruta disponible<sup>45</sup> en la UE. Cerca de un 60% de esta energía tiene un origen externo a la Unión Europea, casi un tercio de estas importaciones energéticas provienen de Rusia y, en global, aproximadamente el 25% de la oferta energética bruta disponible en la UE es adquirida de Rusia.

Como anteriormente se ha señalado, Eurostat calcula el indicador de dependencia energética como la proporción de las importaciones energéticas sobre el total de la energía

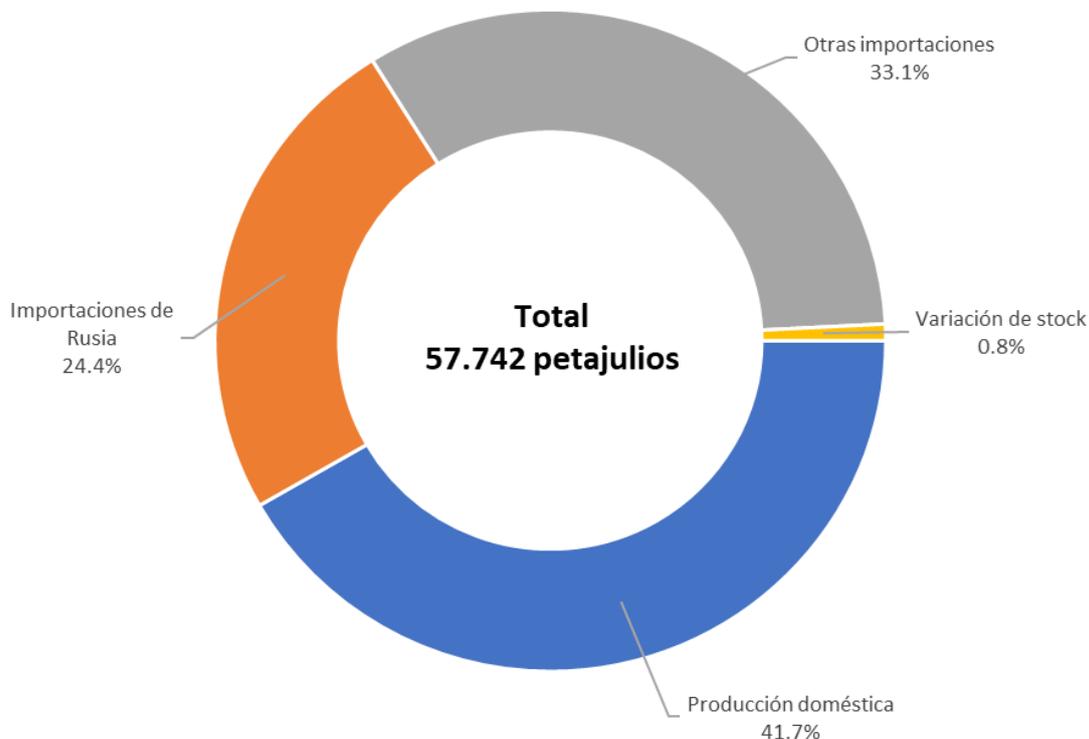
---

<sup>44</sup> Por ejemplo, en el periodo que va de 2008 a 2018 ningún país exportó más carbón, gas natural o petróleo al bloque comunitario (Eurostat, 2020).

<sup>45</sup> Es la oferta global de energía para todas las actividades en un territorio. Es la suma de la producción primaria, productos recuperados y reciclados, las importaciones netas y la variación de existencias (Eurostat, 2022a).

bruta disponible, expresando todas las fuentes energéticas en la misma unidad de medida (en toneladas de petróleo equivalente o en julios).

**Gráfico 7.1. Energía bruta disponible en la UE clasificada por origen**



Fuente: adaptado a partir de Eurostat (2022d)

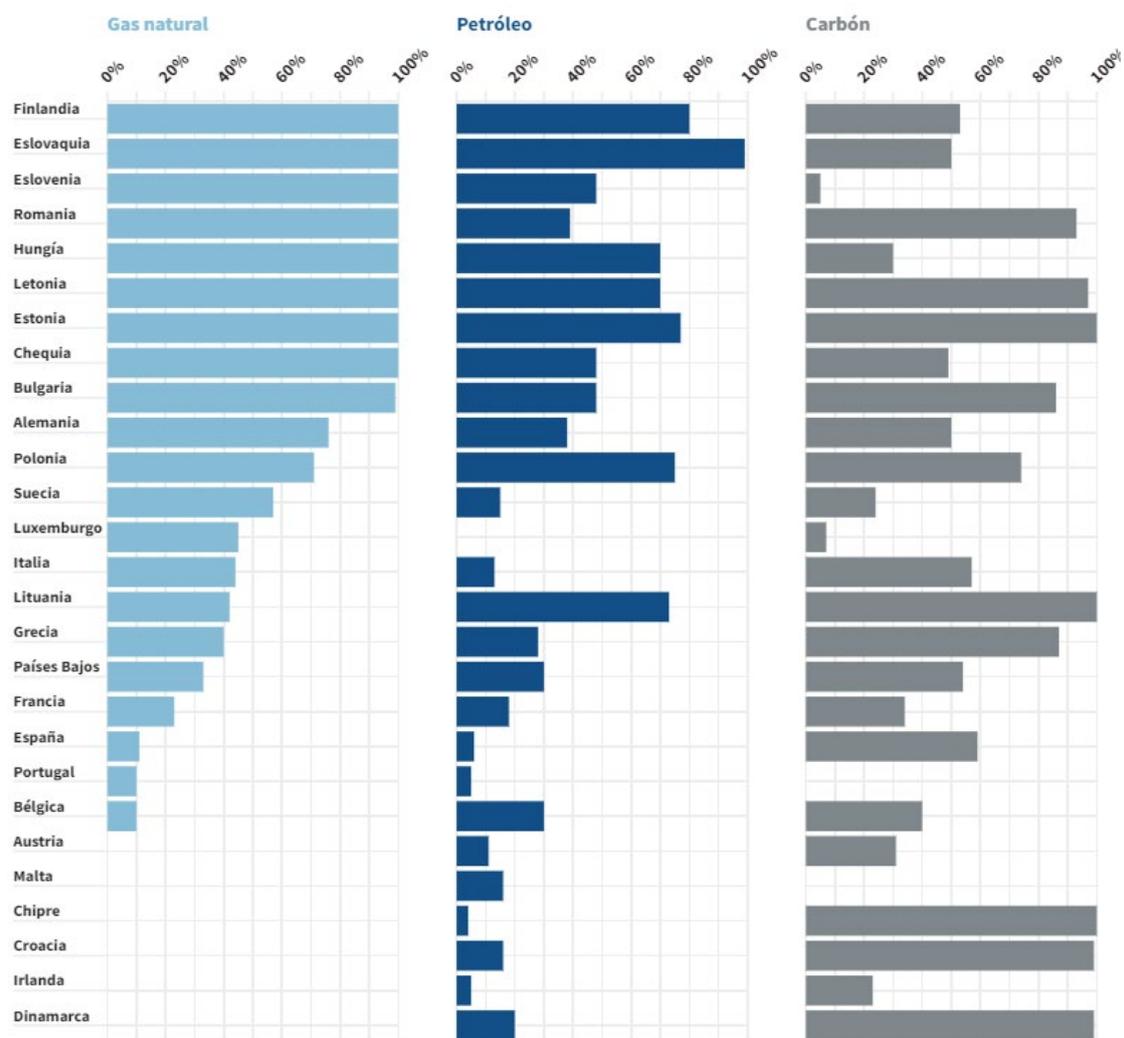
Sin embargo, las cifras de importación (por socio comercial) de los diferentes tipos de combustibles fósiles están en unidades de medida diferentes, por lo que la dependencia de la UE o de cada Estado Miembro con respecto a Rusia no se ha obtenido aquí en los términos que lo hace Eurostat, sino que, en su lugar se ha calculado el porcentaje de las importaciones rusas sobre el total de importaciones de cada combustible fósil. Obviamente este indicador es menos preciso, dado que no informa de la proporción concreta de las necesidades energéticas de cada Estado Miembro cubiertas por las importaciones rusas, este dato es el que realmente reflejaría cuán expuesto estaría cada Estado Miembro si prescindiera de las importaciones energéticas rusas, esto es, su grado de vulnerabilidad<sup>46</sup>. No obstante, el peso de las importaciones rusas sobre el total nos

<sup>46</sup> Obsérvese que en este caso se puede enlazar directamente los conceptos de dependencia y vulnerabilidad ya que las relaciones políticas entre Rusia y la UE siempre han sido difíciles (Sánchez Andrés, 2007).

permitirá, igualmente —con sus limitaciones—, valorar la situación de cada Estado Miembro respecto a Rusia.

El suministro de gas es, con diferencia, el más difícil de sustituir a través de otros proveedores. Como puede verse en el gráfico 7.2 casi todos los Estados Miembros (exceptuando Austria, Malta, Chipre, Croacia, Irlanda y Dinamarca) satisfacen una parte o el total de sus necesidades de este combustible fósil importando desde Rusia.

**Gráfico 7.2. Porcentaje de importaciones procedentes de Rusia, por tipo de combustible fósil (2020)**

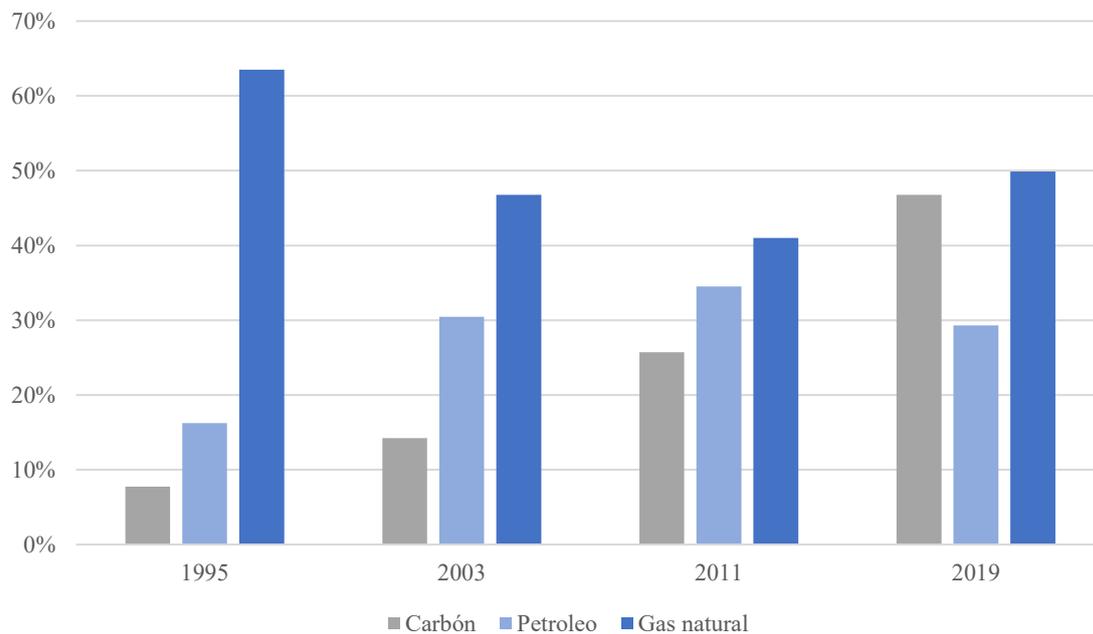


Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022b)

Cerca de la mitad de los Estados Miembros obtienen de Rusia más del 50% de sus importaciones de gas natural, en el caso de Finlandia y algunos países de Europa del Este

la cifra es del 100%. Más preocupante aún es el caso de Estonia, Letonia o Eslovaquia que además importan de Rusia más de la mitad del carbón y petróleo que obtienen del exterior y, en menor medida, Polonia o Chequia que también concentran sus importaciones de combustibles fósiles en este país. Italia y sobre todo Alemania también presentan importantes grados de concentración de importaciones energéticas en Rusia. En el otro extremo, fuera de la tónica general, estarían Malta, Portugal, España, Bélgica o Francia que (tomando en conjunto el gas, el petróleo y el carbón) presentan una escasa concentración de sus importaciones en Rusia.

**Gráfico 7.3. Evolución de las importaciones de energía de la UE-27 desde Rusia**



Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022b)

En el gráfico 7.3 se puede apreciar cómo ha variado a nivel de la UE la concentración de las importaciones de gas natural, petróleo y carbón con Rusia. El gas natural siempre ha tenido una mayor preponderancia respecto a los otros dos, en cada uno de los cuatro años representados concentra, como poco, el 40% de todas las importaciones. Esto responde tanto a la posición estratégica que posee Rusia para comercializar este combustible con la UE como al hecho de que este país es, a su vez, el principal productor de este hidrocarburo en un mercado internacional bastante oligopolizado (Sánchez Andrés, 2007). Debido a esta debilidad estratégica con respecto a Rusia y a los recurrentes

conflictos en el tránsito<sup>47</sup> del gas hasta la Unión Europea se lleva tiempo tratando de reducir esa dependencia de las importaciones rusas (Bouwmeester y Oosterhaven, 2017). De hecho, se puede apreciar en el gráfico una cierta reducción de la ratio desde 1995 a 2013, por su puesto sin obviar el efecto atribuible a la crisis financiera de 2008. La concentración de las importaciones de carbón con respecto a este socio ha ido en aumento, pero ello no deriva en una desventaja estratégica (como es el caso del gas) si se tiene en cuenta que es una fuente que cada vez va perdiendo relevancia en la matriz energética de la UE. Por su parte, como ya se ha comentado, las importaciones de petróleo procedentes de Rusia serían menos difíciles de sustituir para los Estados Miembros debido a la estructura de mercado de este hidrocarburo.

## 7.2. EFECTOS DE LA INTERRUPCIÓN DE SUMINISTRO ENERGÉTICO

En este epígrafe se valorará principalmente dos de los efectos más destacados sobre la economía de la UE derivados de la crisis energética generada a raíz de la invasión de Ucrania por parte de Rusia. Esta valoración se realizará en base a las siguientes consideraciones: primero, el análisis estará centrado en los efectos estrictamente económicos que están teniendo lugar en la UE (no en terceros países); segundo, no se examina el origen ni las razones —al menos no en detalle— que han propiciado la interrupción del suministro energético sino simplemente la incidencia económica que ha tenido este hecho; tercero, aunque en este trabajo se evalúa este caso en concreto, en realidad, el análisis está enfocado de tal modo que los efectos que aquí se analizan pueden entenderse como las consecuencias que, con carácter general, podría tener una interrupción en el suministro energético cuando se concentra una amplia proporción del mismo en un solo proveedor.

En un contexto en que la economía global, entre ellas la UE, estaba iniciando el proceso de recuperación económica post-COVID, en febrero de 2022 la Federación Rusa inició una escalada de hostilidades hasta invadir el territorio ucraniano. Durante los más de tres meses que lleva este conflicto, el bloque comunitario ha ido imponiendo sanciones a

---

<sup>47</sup> Los gaseoductos pasan por terceros países antes de llegar a la Unión Europea. El *Nord Stream 2*, principal gaseoducto entre la UE y Rusia pasa precisamente por Ucrania, la cual ya había tenido tensiones geopolíticas con el principal socio energético de la UE antes del actual conflicto (Bouwmeester y Oosterhaven, 2017).

Rusia como respuesta a lo que la UE ha considerado una violación grave del derecho internacional. Entre las sanciones de diversa índole aprobadas por la UE hay dos referidas específicamente al sector energético:

- Prohibición de importaciones de petróleo ruso, con algunas excepciones para los países más dependientes que, en todo caso tendrán que ir eliminándolas gradualmente.
- Prohibición de importaciones de carbón y demás combustibles fósiles sólidos a partir de agosto 2022 (Consejo Europeo, 2022a)

La interrupción del suministro energético entre la UE y Rusia tiene un origen doble. En primer lugar, de forma voluntaria y explícita las instituciones supranacionales de la UE han prohibido a los Estados Miembros importar los citados recursos energéticos de origen ruso. En segundo lugar, como reacción a las sanciones, Rusia ha puesto como exigencia que los Estados Miembros paguen en rublos las importaciones de gas, de modo que los países que no han cumplido con esta exigencia han visto interrumpido (involuntariamente) su suministro.

En el apartado 7.1 se ha podido apreciar que Rusia es, a nivel energético, un socio estratégico. Pero si la Unión es consciente de ello ¿por qué utiliza sus importaciones de energía provenientes de Rusia como arma política? La razón es que, para Rusia, no contar con el bloque comunitario como comprador de energía supone —en el corto plazo al menos— un gran problema ya que la UE compra el 45% de las exportaciones rusas de ‘gas y otros productos’ (Wirth, 2022). Con lo cual, una de las principales vías de la UE para dañar la economía rusa<sup>48</sup> acarrea inevitablemente dañar su propia economía. Como se habrá notado, el gas natural no está entre los productos que se prohíbe importar desde Rusia porque la UE es consciente de la enorme dependencia de algunos de sus Estados Miembros del gas natural ruso.

Como insumo indispensable que es, la interrupción del suministro energético tiene su primer impacto en la oferta, esto es, en el sistema productivo de la UE y, a partir de ahí, sus efectos se transmiten en todo el sistema económico.

---

<sup>48</sup> Con esto la UE pretendía que la Federación Rusa desistiera en la invasión de Ucrania.

### 7.2.1. Impacto sobre la producción

En la producción de cualquier bien o servicio la ausencia de un suministro o materia prima imprescindible en dicho proceso provoca o una paralización o una reducción de la actividad en cuestión. Se trata de los famosos *cuellos de botella*, en este caso provocados por la energía. El proceso descrito es el que ha ocurrido —en menor o mayor medida— en la estructura productiva comunitaria al entorpecerse el suministro energético ruso. Para valorar este impacto desde una perspectiva agregada se utilizarán las previsiones de crecimiento realizadas por el FMI y por la propia UE. En la tabla 7.1 podemos apreciar la revisión a la baja realizada por el FMI en sus previsiones del mes de enero (antes) al mes de abril (ahora).

**Tabla 7.1. Previsiones de crecimiento de PIB: antes vs después de la invasión rusa**

	Antes	Ahora	Diferencia
<b>Unión Europea</b>			
UE-27	4,0%	2,9%	-1,1%
Alemania	3,8%	2,1%	-1,7%
Francia	3,5%	2,9%	-0,6%
Italia	3,8%	2,3%	-1,5%
España	5,8%	4,8%	-1,0%
<b>Otras economías avanzadas</b>			
Estados Unidos	4,0%	3,7%	-0,3%
Japón	3,3%	2,4%	-0,9%
Reino Unido	4,7%	3,7%	-1,0%
Canadá	4,1%	3,9%	-0,2%

Fuente: elaboración propia con datos del FMI

Definitivamente la reducción de las previsiones se puede atribuir en gran medida a la crisis energética si se tiene en cuenta que, por un lado, las previsiones de enero tuvieron en cuenta las previsibles dificultades que iban a atravesar las economías a lo largo del año<sup>49</sup> y, por otro lado, que la invasión rusa a Ucrania es el acontecimiento más imprevisto que ha ocurrido en este periodo. Según estos datos, la UE es, de las economías

<sup>49</sup> Como la tendencia al alza de la inflación que se venía observando en la economía global, resultado, sin duda, de dos factores: el súbito incremento de una demanda que había estado atenuada durante la crisis sanitaria y las políticas de expansión monetaria llevadas a cabo durante dicho periodo (García Santos, 2021).

desarrolladas, la que se considera que se verá más afectada por este acontecimiento, debido al estrecho vínculo con Rusia ya comentado. En conjunto, el bloque comunitario pierde 1,1 puntos porcentuales de crecimiento de PIB, que es más que cualquiera de las otras economías avanzadas que se muestran en la tabla 7.1. Por su parte, se pueden observar diferencias entre las cuatro economías más importantes de la UE<sup>50</sup>: se espera un impacto mucho mayor en las economías que, precisamente, son más dependientes energéticamente de Rusia. Así, Alemania e Italia pierden más de 1.5 puntos porcentuales, mientras se espera que el PIB de Francia y España se contraiga menos, esta última — como se ha visto antes— no tiene una gran dependencia energética de Rusia con lo cual, una parte de su reducción de 1 punto porcentual es explicada por otros factores, como las dificultades fiscales que atraviesa o las presiones en el mercado laboral (Comisión Europea, 2022b). El mayor impacto en los países de la UE se debe a su amplia exposición y dependencia energética de Rusia, esto es lo que hace que el impacto en economías como EE. UU o Canadá —afectadas sólo tangencialmente— sea mucho menor.

El impacto entre los Estados Miembros de la UE no es ni mucho menos parejo como se habrá notado al realizar la comparación anterior. Por esa razón, en el gráfico 7.4 se representa el promedio del peso de las importaciones de hidrocarburos rusos sobre el total de las importaciones de estos combustibles fósiles (eje de ordenadas) y las revisiones de las previsiones de crecimiento (diferencia entre las previsiones de mayo y las de febrero) de cada Estado Miembro<sup>51</sup>. Casi el total de las economías que en promedio importan al menos la mitad de sus combustibles fósiles de Rusia han visto reducirse sus previsiones en más de un punto porcentual (cuadrante I), sólo Dinamarca y Eslovenia no lo cumplen (cuadrante II). El otro gran grupo (cuadrante III) está conformado por Estados Miembros que en promedio importan pocos hidrocarburos rusos y, por ende, sus previsiones de crecimiento se han visto reducidas en menos de un punto porcentual (Portugal y Países Bajos incluso han sido revisados al alza). En el cuadrante IV están Suecia, Luxemburgo o Italia que, a pesar de importar en promedio menos de la mitad de las citadas materias primas de Rusia, se puede entender su considerable regresión en las previsiones debido a que más del 40% de sus importaciones de gas natural (que es, de los tres combustibles

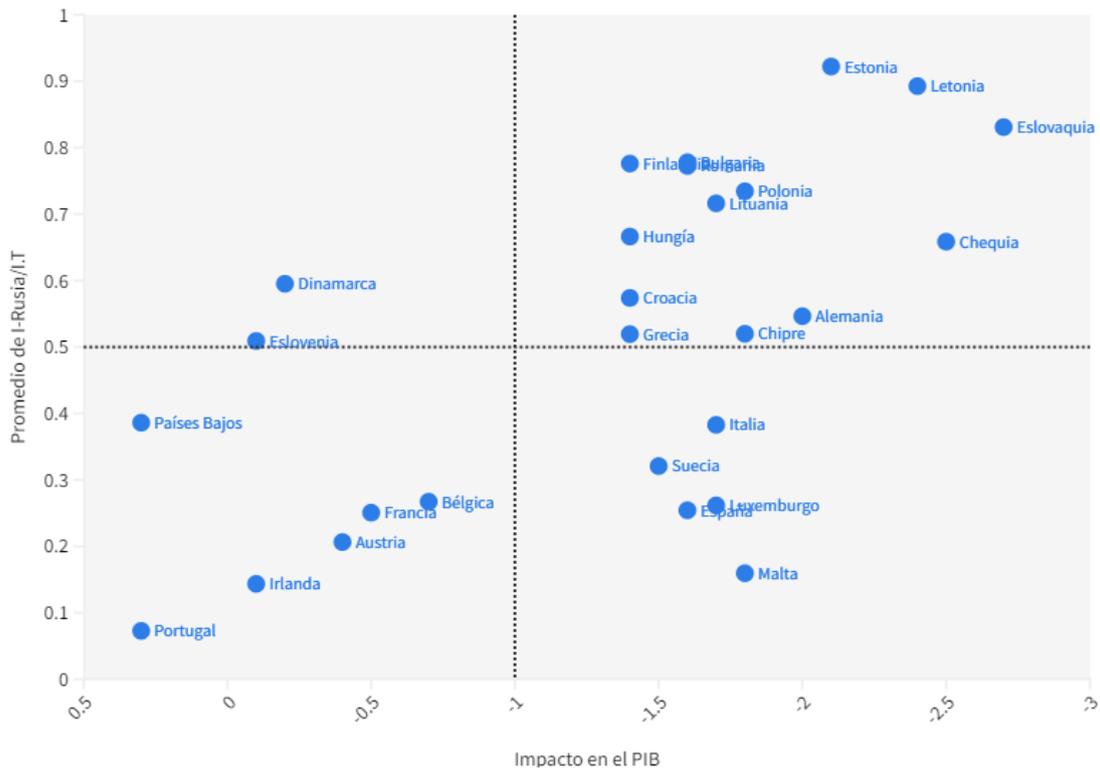
---

<sup>50</sup> Estas cuatro economías son, históricamente, las que más energía primaria consumen en términos absolutos (Eurostat, 2022b).

<sup>51</sup> Nótese que el eje de abscisas está invertido (valores positivos a la izquierda y negativos a la derecha). La segunda variable es la diferencia entre las previsiones del mayo y las de febrero de 2022.

fósiles, el más crítico) proceden de este país. Los retrocesos para España o Malta, que también están en este grupo, responden en parte a cuestiones de índole fiscal o relativas al mercado laboral, en ambos casos (Comisión Europea, 2022b, 2022c).

**Gráfico 7.4. Impacto de la crisis energética en los países de la UE-27 (según % de importaciones rusas)**



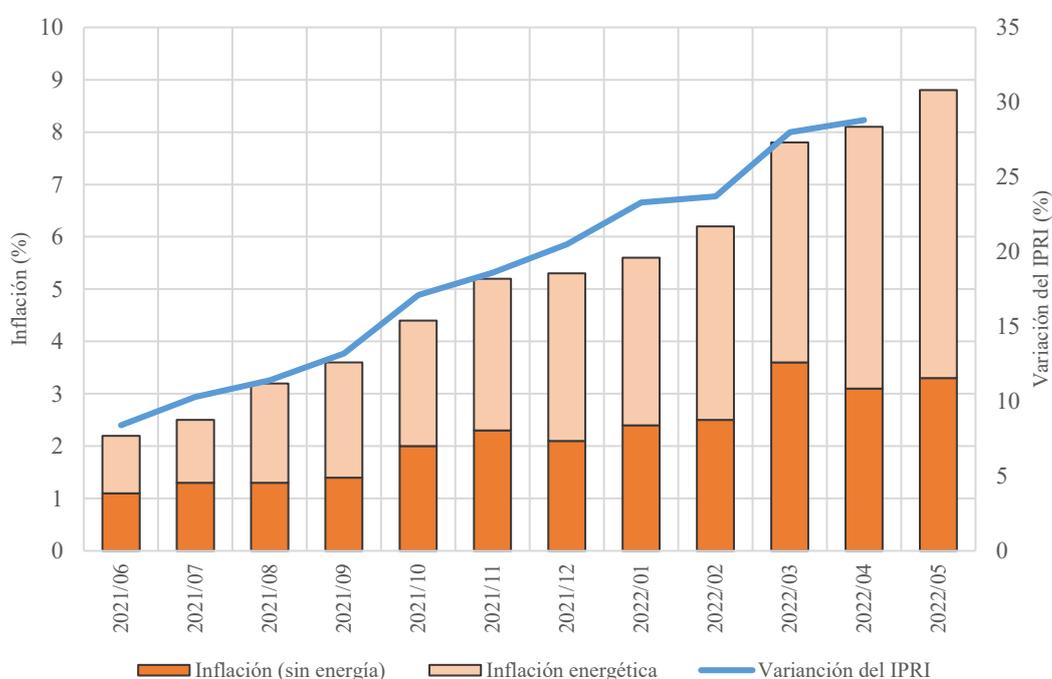
Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022b) y la Comisión Europea (2022b, 2022c)

Bajando un nivel más en la escala de agregación, también nos encontramos con diferencias a nivel sectorial dado que (como es previsible) se espera que el impacto en cada uno de los Estados Miembros se concentre en las industrias o subsectores más intensivos en energía, como es el caso de la industria de metales básicos, la industria química, el transporte o las manufacturas pesadas. No obstante, a nivel sectorial el impacto no es únicamente directo sino que, a partir de unas industrias determinadas, los efectos se propagarían en el resto de la economía, lo cual realimentaría de forma indirecta el impacto inicial sobre todos los sectores, siendo más afectados —con diferencia— los más intensivos en el uso energético (Quintana González, 2022).

### 7.2.2. Inflación. Aumento de costes y pérdida de poder adquisitivo

Después de convenir en que, a corto plazo, una interrupción del suministro energético tiene un impacto negativo sobre la producción, hay un segundo efecto que es, sencillamente, una lección básica de economía: si la oferta se contrae sin que sobre la demanda medie el mismo efecto lo que resulta es un incremento de los precios, en este caso, los precios de la energía (en un primer momento, al menos). Sin embargo, al ser un insumo indispensable para cualquier actividad, el encarecimiento de esta materia prima se transmite posteriormente a todos los bienes y servicios.

**Gráfico 7.5. Impacto de la crisis energética en la UE-27**



Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022b)

En el gráfico 7.5 se puede ver, a nivel de la UE, las variaciones interanuales tanto de la inflación como del Índice de Precios Industriales<sup>52</sup> (IPRI). En los datos de inflación se distingue la parte de la inflación total debida a la variación de los precios energéticos y la parte que responde a variaciones del resto de productos. Se observa que, desde luego, las

<sup>52</sup> Este indicador muestra la evolución de los precios mensuales de la producción industrial (Eurostat lo denomina Industrial Producer Price Index o IPP)

altas tasas de inflación de la UE no pueden atribuirse exclusivamente al encarecimiento de la energía derivado de la invasión rusa puesto que, antes de ésta, la inflación ya estaba por encima del objetivo del 2% del BCE. La crisis energética simplemente ha agravado una inflación que ya estaba disparada antes por otras razones, contribuyendo a la reducción del poder adquisitivo de los consumidores. La parte de la inflación total debida a los precios energéticos aumenta notablemente tras el inicio del conflicto en el mes de febrero, pasando a ser responsable de 4 o más puntos porcentuales de la inflación, llegando incluso a tener un peso mayor que el resto de bienes en abril y en mayo. Por su parte, de la variación del IPRI (eje de la derecha) podemos deducir el incremento de costes que está soportando el tejido industrial de la UE: aunque este indicador mantiene una tendencia creciente en toda la serie, se puede apreciar un incremento de la pendiente entre el mes de febrero y marzo volviendo a reducirse en el mes siguiente. No se puede conocer todavía todos los efectos pero es de esperar que, en la industria, el incremento de costes debido a la crisis energética se vaya transformando en un aumento del IPRI, esto es, el precio al que se vende a los mayoristas y distribuidores dentro del espacio comunitario. El impacto en cada país de los dos indicadores analizados se puede deducir —suponiendo que permanecen invariables el resto de los factores— del análisis realizado anteriormente con las previsiones y el porcentaje de importaciones energéticas rusas sobre el total. Es decir, estarán más afectados por la inflación aquellos que concentraban más importaciones energéticas en Rusia, pues tienen que sustituirlas adquiriendo a un precio más alto sus importaciones energéticas.

Existen otra serie de impactos menos directos, pero que igualmente están relacionados, tales como las presiones salariales al alza que derivan de la pérdida de poder adquisitivo o el previsible cambio que provocarán las altas tasas de inflación en la política monetaria, en términos de subidas de tipos de interés con el consecuente endurecimiento de las condiciones de financiación (Quintana González, 2022). El BCE y la FED ya han comenzado a subir los tipos de interés y se esperan subidas adicionales a lo largo de este año.

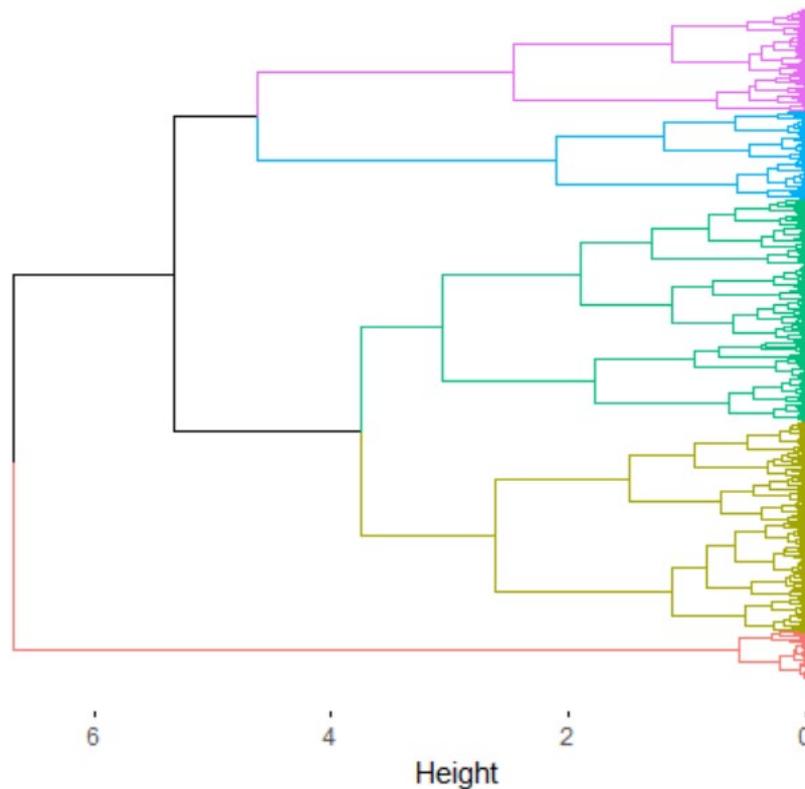
## 8. ANÁLISIS DEL CAMBIO ESTRUCTURAL DEL MIX ENERGÉTICO A TRAVÉS DE CLÚSTERES

En los anteriores capítulos ya se ha analizado y repasado algunos de los aspectos más importantes que caracterizan la estructura y el modelo energético de Unión Europea como las relativas a la fuerte dependencia energética, los cambios en la matriz energética del subsector eléctrico o la regulación, entre otras cosas. En el presente epígrafe el objetivo es, a través del análisis clúster, analizar el cambio estructural que ha experimentado el mix energético de Estados Miembros y, por ende el de la UE.

La composición del mix energético analizado utiliza datos de 1990 a 2020 de las cinco principales fuentes de energía primaria: carbón, petróleo y sus derivados<sup>53</sup>, gas natural, energía nuclear, y renovables y biocombustibles. Se ha calculado el porcentaje que representa en el total de cada país y año cada una de esas cinco fuentes de energía. A continuación, sobre la matriz de 837 filas (27 países x 31 años) y 5 columnas (cada una de las fuentes energéticas) que contiene dichos porcentajes se ha aplicado un análisis clúster jerárquico usando el método de Ward y la distancia euclídea al cuadrado, utilizando la función *hclust* del programa R (R Core Team, 2021). El dendrograma resultante del análisis es el que se muestra en el gráfico 8.1, en el que se puede observar la existencia de cinco clústeres claramente diferenciados. Así, puede aparecer el mismo país en distintos años en el mismo clúster, y al contrario también, para el mismo año se puede tener varios países en el mismo clúster. Normalmente en cada clúster lo que hay es una combinación de ambas cosas.

---

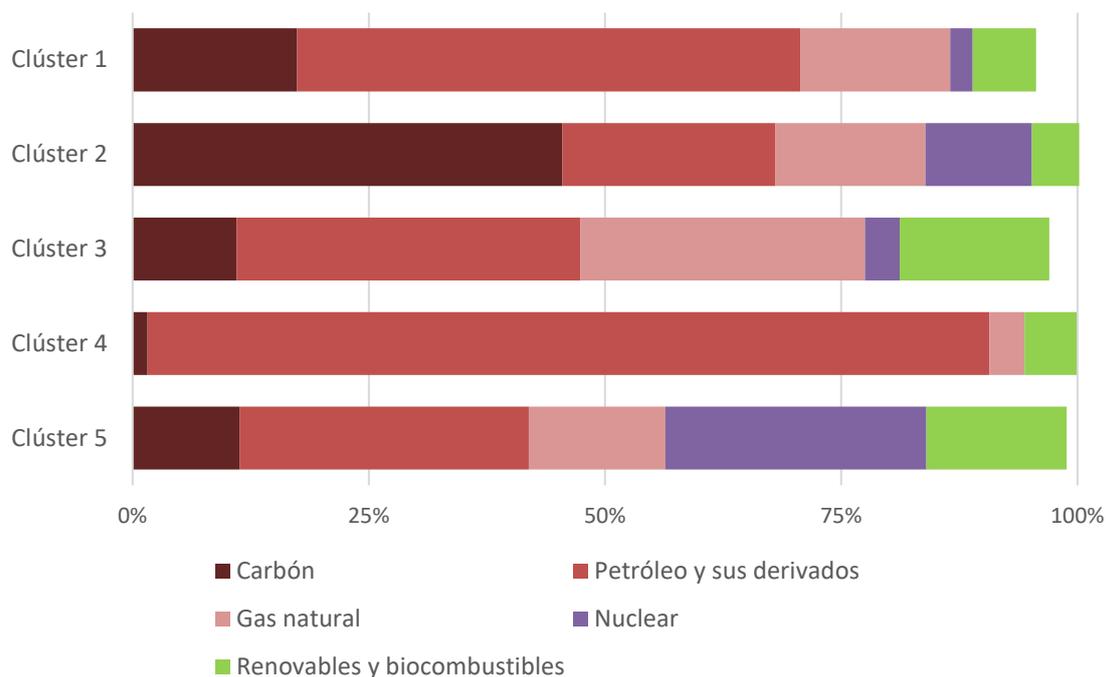
<sup>53</sup> El petróleo y sus derivados está calculado como una adición del petróleo convencional (*oil and petroleum products*) y petróleo no convencional (*oil shale and oil sands*).

**Gráfico 8.1. Resultados del análisis clúster: dendrograma**

Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (Eurostat, 2022b)

Con el fin de caracterizar cada uno de estos clústeres, se ha calculado el porcentaje medio que supone cada una de las cinco fuentes energéticas en cada uno de ellos, obteniendo un mix energético representativo que se muestra en el gráfico 8.2.

En todos los clústeres del gráfico 8.2 puede verse que la presencia de los combustibles fósiles es preeminente: los hidrocarburos representan más del 50% del mix energético de cada uno de ellos. Las diferencias entre los 5 clústeres —con una participación claramente superior de combustibles fósiles—responden al distinto peso que tiene cada tipo de hidrocarburo. Por ejemplo, el clúster 2 agrupa países intensivos en la utilización de carbón para cubrir sus necesidades energéticas, este clúster es representativo del mix energético que a principios de los noventa tenían la mayoría de los Estados Miembros. Los clústeres 1 y 4 se caracterizan por un alto uso del petróleo y sus derivados y el 3 por el gas natural. Por su parte, el clúster 3 y el 5 son los que tienen un mayor peso de las renovables en su mix energético, el 5 además presenta la combinación energética más equilibrada, por lo menos en comparación con los otros clústeres.

**Gráfico 8.2. Mix energético medio por clúster**

Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat (2022b)

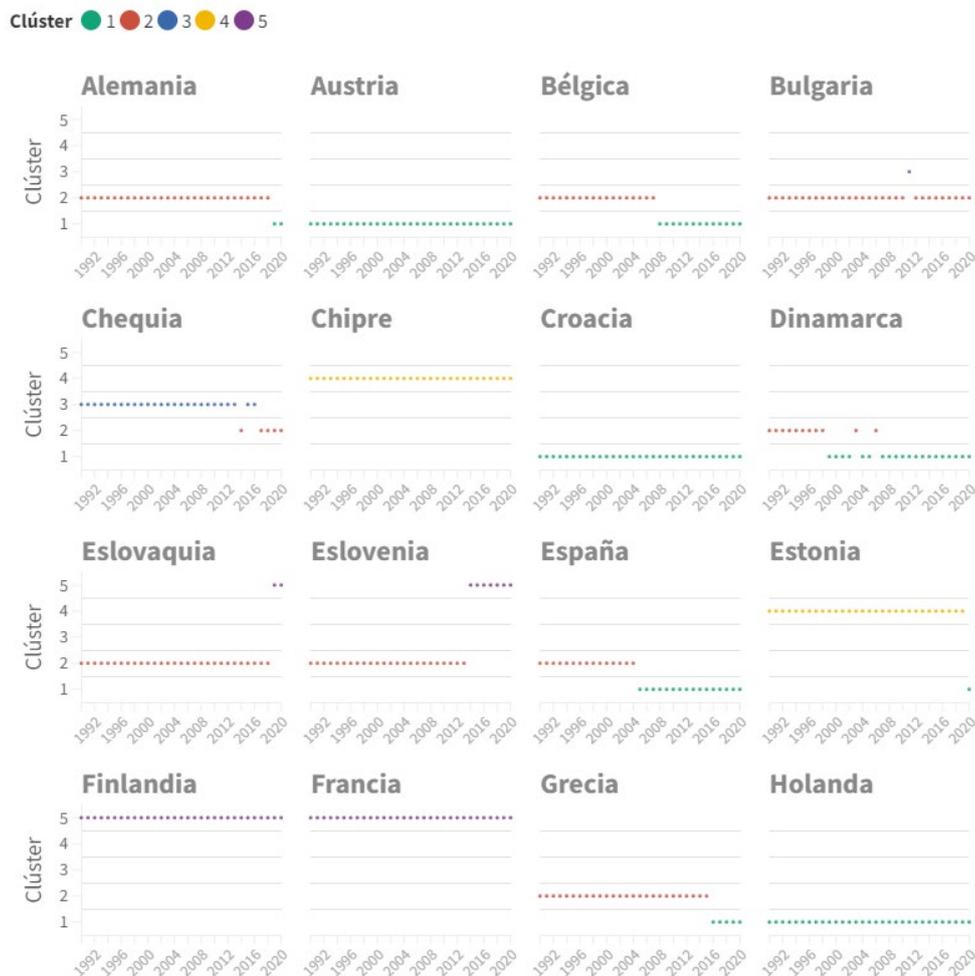
Una vez formados los clústeres, se muestra en el gráfico 8.3 el cambio individualizado que ha tenido lugar en el mix energético de cada uno de los Estados Miembros. El clúster 2 es el punto de partida de muchos de los Estados Miembros, este es el caso de Alemania, Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Grecia, Hungría, Irlanda y Luxemburgo. Todos estos países, como mínimo, en los 3 primeros años de la serie temporal forman parte del clúster 2, lo que significa que presentan mix energéticos intensivos en carbón (hidrocarburo de mayor presencia en el mix) y que además tienen un cierto peso de la energía nuclear.

Algunos de estos países casi durante toda la serie permanecen en este clúster. Esto es lo que ocurre en el caso de Alemania<sup>54</sup> que sólo en 2019 y 2020 pasa a formar parte del clúster 1, que tiene un menor peso de la energía nuclear y una ligera mayor presencia de renovables en comparación al clúster 2. Bélgica, Dinamarca, España, Grecia, Hungría,

<sup>54</sup> Este cambio es, en parte, resultado de dos hechos mencionados por Hafner y Raimondi (2020), que han tenido lugar en este país, a saber: el desmantelamiento de las centrales nucleares y el incremento de inversiones en renovables.

Irlanda y Luxemburgo también realizan el mismo movimiento que Alemania, siendo el cambio especialmente temprano en el caso de estos cuatro últimos. El cambio de Bélgica, Dinamarca<sup>55</sup> y España se sitúa alrededor de 2005, es más tardío en relación con países anteriormente mencionados pero más temprano en comparación con Alemania. Eslovaquia y Eslovenia por su parte abandonan el clúster 2 ya superados dos tercios de la serie para pasar a formar parte del clúster 5, menos intenso en carbón y en combustibles fósiles en general, además de mostrar una notable presencia de energía nuclear y renovables. Por último, se observa que Bulgaria permanece durante toda la serie en este clúster, testimonialmente sólo en 2011 pasa al clúster 3.

**Gráfico 8.3. Cambios de clúster de los Estados Miembros (1990-2020)**



<sup>55</sup> Es el país más dinámico de todos, experimenta cinco cambios entre el clúster 2 y el 1.



Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat

El clúster 4 es uno de los que tienen menos países. El mix energético representativo de este clúster se caracteriza por basarse intensivamente en el petróleo (este hidrocarburo cubre el 89% del total de energía primaria requerida). Como se observa en el gráfico 8.3 Estonia, Malta y Portugal son países que aunque abandonan posteriormente este clúster forman parte de él desde el inicio de la serie. Más adelante estos tres países pasan a formar parte del clúster 1. Si se ordena temporalmente, Portugal es el primero, luego Malta y en última instancia, Estonia en 2020.

Otros tres Estados Miembros que también experimentan un cambio estructural son Chequia, Lituania y Rumanía. El caso más llamativo es el del primero, este país es el único de los Estados Miembros que experimenta una re-carbonización, pues a pesar de que el resto de los países que cambian la estructura de su mix energético tienden a unirse a clústeres con un peso más reducido del carbón, que como ya se ha señalado es el combustible más contaminante, Chequia es el único país que en los últimos años de la serie temporal pasa al clúster 2 que es el más intensivo en carbón. Lituania por su parte permanece en el clúster 5 y posteriormente, desde el año de la crisis financiera pasa a formar parte del clúster 1, mientras Rumanía, que es el segundo país más dinámico — sólo por detrás de Dinamarca—, cambia entre el clúster 1 y 2 hasta en cuatro ocasiones,

no obstante esos cambios no son consistentes pues al inicio de la serie pertenece al clúster 1 y, al final de la misma, regresa a éste.

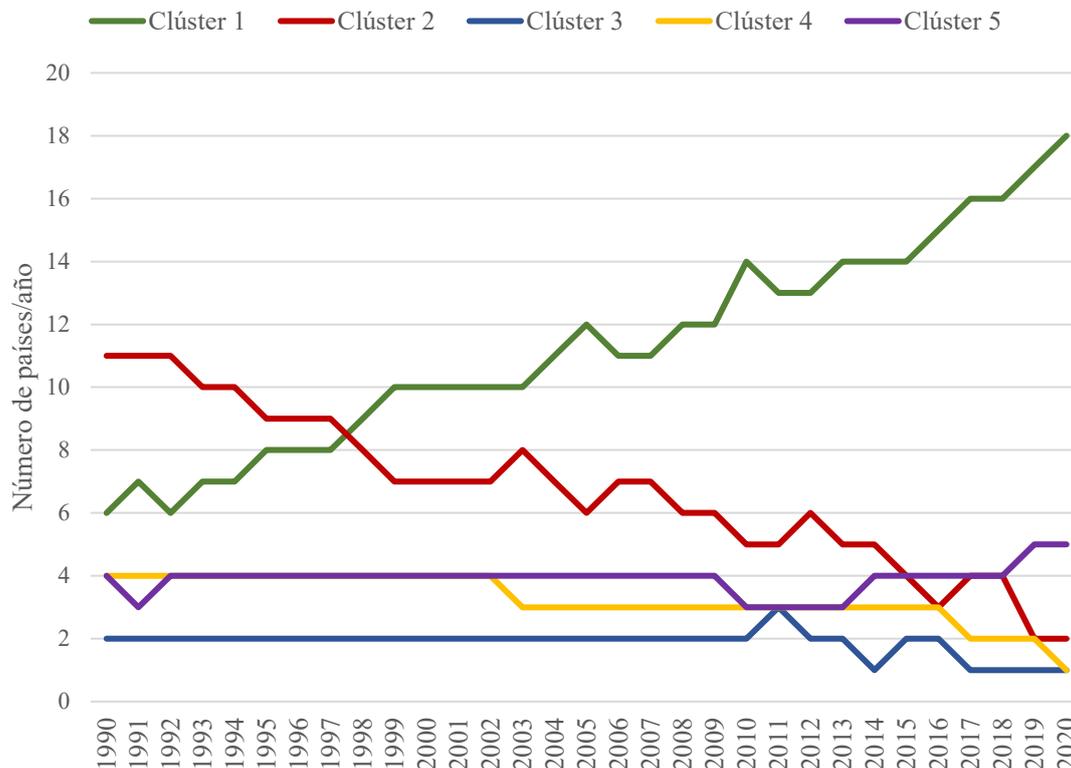
Por último, existen diez Estados Miembros que se mantienen en el mismo clúster a lo largo de toda la serie. Esto no significa que el mix energético de estos países permanezca invariable, sino que los cambios experimentados por los mismos no son estructurales, es decir, aunque varíen las cantidades de energía empleadas de las diferentes fuentes, el peso relativo entre las fuentes permanece igual (o prácticamente igual) al del mix representativo del clúster. En otras palabras, en todo momento el clúster en el permanecen es el que mejor les representa en detrimento de los otros cuatro. Chipre se mantiene en todo momento en el clúster 4 y Polonia en el clúster 3. Austria, Croacia, Holanda, Italia y Letonia permanecen a lo largo de toda la serie en el clúster 1, mientras Finlandia, Francia y Suecia no abandonan en ningún momento al clúster 5, caracterizado por el alto peso de las renovables y la fuerte presencia de la energía nuclear.

Para apreciar cómo cambia, en conjunto, el mix energético de la UE en el gráfico 8.4 se representa la evolución del número de países por clúster desde 1990. Para entender cuál es, en esencia, el cambio estructural experimentado por la UE hay que observar en este gráfico la evolución del número de países pertenecientes a los clústeres 1 y 2. Estos son los dos clústeres que concentran el mayor número de Estados Miembros, el clúster 2 al inicio de la serie y el clúster 1 al final.

Como se ha visto en el capítulo 5 la regulación energética es uno de los principales factores que explican el cambio estructural del mix energético. Así, las líneas que representan el número de países en cada clúster se cruzan a finales de la década de los noventa y se van alejando cada vez más desde principios de siglo, en este periodo es cuando empiezan a aparecer numerosas regulaciones energéticas a nivel de la UE. Alrededor de 2003 y 2005 aumenta la intensidad con la que se alejan las líneas de los clústeres 1 y 2, lo que significa que cada vez había más países saliendo, principalmente, del clúster 2 (de los demás clústeres también pero en menor medida) para unirse al clúster 1.

Dejando a un lado los clústeres 1 y 2, puede verse en el resto de los clústeres permanecen casi invariables, estos clústeres tienen en conjunto, en casi todos los años de la serie, alrededor de 10 países —que ya se identificaron al analizar el gráfico 8.3—.

**Gráfico 8.4. Número de países por clúster en cada año (1990-2020)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Eurostat (2022b)

Finalmente, cabe indicar que aunque el cambio estructural experimentado en el mix energético de la mayoría de los países de la UE puede atribuirse principalmente, sin lugar a duda, a los cambios en la regulación energética existen, adicionalmente, otros factores que también han influido en este cambio y que se señalan a continuación:

- El avance tecnológico y/o los cambios en las decisiones de los inversores particulares. Si algunas tecnologías se vuelven más costosas mientras relativamente se abaratan otras (por avances tecnológicos) esto afecta la decisión de los inversores.
- Cambios en la asignación de recursos por parte del sector público a través de sus políticas. Tal es el caso de las subvenciones a las renovables llevadas a cabo en España o Alemania (Calzada Álvarez *et al.*, 2010; Radulescu y Sulger, 2022).

- Desmantelamiento de la energía nuclear por parte algunos países (Hafner y Raimondi, 2020; Radulescu y Sulger, 2022, entre otros).
- Retroalimentación que resulta de este cambio de matriz energética, tal es el caso de la mayor importancia del gas en la generación eléctrica que se ha mencionado antes.

Estos son sólo algunos de los múltiples factores —cuyo análisis pormenorizado no es objeto del presente trabajo— que pueden haber influido en el cambio del mix energético de la UE. Habría que considerarse también las condiciones particulares de cada Estado Miembro, incluso los acontecimientos geopolíticos asociados a la energía que generan en el medio y largo plazo cambios en la estructura energética, este fue el caso de la crisis energética de 1973 (Urrea Corres, 2011), y es de esperar que la actual crisis energética provocada por Rusia tenga también, en el largo plazo, consecuencias en la estructura energética, de hecho en Alemania se está considerando reabrir centrales nucleares (Lewis, 2022).

## 9. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha alcanzado, en relación con los principales objetivos planteados, las siguientes conclusiones:

- La hipótesis más verificada en cuanto al nexo de la energía y el desarrollo económico —valorado a partir del PIB— es la de crecimiento, esto es, que el consumo energético repercute directamente sobre el crecimiento económico.
- Desde la perspectiva de la sostenibilidad fuerte y débil un modelo energético sostenible sería aquel sujeto a los límites biofísicos y que, como consecuencia, no ponga en peligro la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones.
- La regulación energética de la UE de a partir de finales de los años noventa se caracteriza por la desregulación de los mercados del gas y la electricidad. Además destaca el papel compartido que tiene las instituciones comunitarias y los Estados Miembros en esta materia.
- A partir del análisis del *trilema* energético se puede concluir que la principal fortaleza del sistema energético de la UE reside en la equidad energética, mientras su principal debilidad, a todas luces, es la seguridad energética. La sostenibilidad energética permanece en un punto intermedio.
- La vulnerabilidad energética tiene como principal efecto la paralización del sistema productivo que a su vez deriva en un incremento del nivel general de precios.
- Aunque en conjunto la UE-27 ha experimentado un cambio estructural en el mix energético hay 10 países que, en base al análisis realizado, no lo han hecho. Además, a pesar de que ha aumentado la presencia de las renovables en el mix energético, éste sigue siendo sumamente dependiente de los combustibles fósiles.

---

**REFERENCIAS**

- Banco Mundial. (2022). *Data*. <https://data.worldbank.org/>
- Belmans, R., Dos Reis, P. C., y Vingerhoets, P. (2021). Electrification and sustainable fuels: competing for wind and sun. *RSC Policy Brief*, 20. <https://hdl.handle.net/1814/71439>
- Bohne, E. (2011). Conflicts between national regulatory cultures and EU energy regulations. *Utilities Policy*, 19(4), 255-269. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2011.05.003>
- Bouwmeester, M. C., y Oosterhaven, J. (2017). Economic impacts of natural gas flow disruptions between Russia and the EU. *Energy Policy*, 106, 288-297. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.03.030>
- BP. (2016). *BP Statistical Review of World Energy. June 2016*. <http://oilproduction.net/files/especial-BP/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>
- BP. (2021). *BP Statistical Review of World Energy*. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- Brodny, J., y Tutak, M. (2022). Analysis of the efficiency and structure of energy consumption in the industrial sector in the European Union countries between 1995 and 2019. *Science of the Total Environment*, 808. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152052>
- Calzada Álvarez, G., Merino Jara, R., Rallo Julián, J. R., y García Bielsa, J. I. (2010). Study of the effects on employment of public aid to renewable energy sources. *Procesos demercado: revista Europea de economía política*, VII(1), 13-70. <https://doi.org/10.52195/pm.v7i1.280>
- Camacho Parejo, M. (2013). El trilema energético. *Cuadernos de energía*, 38. <https://onx.la/bdd4a>

- Chang, C. P., y Berdiev, A. N. (2011). The political economy of energy regulation in OECD countries. *Energy Economics*, 33(5), 816-825. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.06.001>
- Ciucci, M. (2021a, septiembre). *Fichas temáticas sobre la Unión Europea. Energía nuclear*. Parlamento Europeo. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/62/energia-nuclear>
- Ciucci, M. (2021b, octubre). *Fichas temáticas sobre la UE. La eficiencia energética*. Parlamento Europeo. <https://onx.la/b9330>
- Ciucci, M. (2021c, octubre). *Fichas temáticas sobre la Unión Europea. El mercado interior de la energía*. Parlamento Europeo. <https://onx.la/81e50>
- Ciucci, M. (2021d, octubre). *Fichas temáticas sobre la Unión Europea. La energía renovable*. Parlamento Europeo. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/70/la-energia-renovable>
- Cleveland, C. J., Costanza, R., Hall, C. A. S., y Kaufmann, R. (1984). Energy and the U.S. economy: A biophysical perspective. *Science*, 225(4665), 890-897. <https://doi.org/10.1126/science.225.4665.890>
- Comisión Europea. (2017). *Industrial Emissions Directive*. Environment. European Commission. <https://ec.europa.eu/environment/industry/stationary/ied/legislation.htm>
- Comisión Europea. (2021). *EU energy in figures*. Publications Office of the European Union. <https://onx.la/91e71>
- Comisión Europea. (2022a). *EU taxonomy for sustainable activities*. <https://onx.la/64ddb>
- Comisión Europea. (2022b). *European Economic Forecast. Spring 2022*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2765/75648>
- Comisión Europea. (2022c). *European Economic Forecast. Winter 2022*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2765/75648>
- Comisión Europea. (2022d, julio 3). *Topics. Energy efficiency targets*.

<https://onx.la/26bc6>

Consejo Europeo. (2022a). *Cómo funcionan las sanciones de la UE contra Rusia*.

<https://onx.la/8b793>

Consejo Europeo. (2022b). *Pacto Verde Europeo*. Consejo Europeo - Consejo de la Unión Europea. <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/green-deal/>

EEA. (2019). *Trends and projections in Europe 2019. Tracking progress towards Europe's climate and energy targets*. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9ea77235-0057-11ea-8c1f-01aa75ed71a1/language-en>

EEA. (2022). *Data and maps*. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps>

Epstein, A. (2021). *La cuestión moral de los combustibles fósiles* (1.ª ed.). Deusto.

Escribano Francés, G. (2009). Geopolítica de la seguridad energética: concepto, escenarios e implicaciones para España y la UE. En F. Morata Tierra (Ed.), *Energía en el siglo XXI: perspectivas europeas y tendencias globales* (1.ª ed., pp. 21-48). GAM Imprenta Digital SL.

Eurostat. (2020). *Energy, transport and environment statistics*. Comisión Europea. <https://ec.europa.eu/eurostat/about/policies/copyright>

Eurostat. (2022a). *Category:Energy glossary*. <https://onx.la/ebd96>

Eurostat. (2022b). *Database*. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

Eurostat. (2022c). *Energy flow diagrams*. [shorturl.at/hlQY3](https://shorturl.at/hlQY3)

Eurostat. (2022d). *Energy statistics. Conferences*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/conferences/conf-2022/energy-statistics>

Eurostat. (2022e). *Visualisation tools*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/visualisation-tools>

Fernández Durán, R., y González Reyes, L. (2018). *En la espiral de la energía: colapso del capitalismo global y civilizatorio* (2.ª ed.). Ecologistas en Acción.

- Fernández Durán, R., y González Reyes, L. (2018). *En la espiral de la energía: historia de la humanidad desde el papel de la energía (pero no solo)* (2.<sup>a</sup> ed.). Ecologistas en Acción.
- Fernández López, M. Á., Fernández Fernández, Y., González Hernández, D., y Olmedillas Blanco, B. (2014). El factor de la regulación como determinante del consumo energético y de las emisiones de CO<sub>2</sub>. *Cuadernos de Economía (Spain)*, 37(104), 102-111. <https://doi.org/10.1016/j.cesjef.2013.12.002>
- FMI. (2022, abril). *World Economic Outlook Database*. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2022/April>
- Foro Económico Mundial. (2012). *Energy for Economic Growth*. [shorturl.at/giXY8](http://shorturl.at/giXY8)
- García Mezquita, Y. (2006). El mercado de energía en la Unión Europea. *Economía UNAM*, 3(9), 89-113. <http://www.scielo.org.mx/pdf/eunam/v3n9/v3n9a7.pdf>
- García Santos, M. N. (2021, noviembre 7). *La nueva política monetaria del Banco Central Europeo permitirá periodos de inflación*. The Conversation. <https://onx.la/a37e0>
- Gianfreda, A., y Vantaggiato, F. P. (2013). European Energy Regulation: A survey analysis across electricity segments. En *IEEE Conference Proceedings EEM*. <https://doi.org/10.1109/EEM.2013.6607368>
- Gómez Rodríguez, D. T. (2021). Sostenibilidad. Apuntes sobre sostenibilidad fuerte y débil, capital manufacturado y natural. *Inclusión & Desarrollo*, 8(1), 131-143. <https://doi.org/10.18601/16577558.n35.18>
- Hafner, M., y Raimondi, P. P. (2020). Priorities and challenges of the EU energy transition: From the European Green Package to the new Green Deal. *Russian Journal of Economics*, 6(4), 374-389. <https://doi.org/10.32609/J.RUJE.6.55375>
- Hancher, L., y Marhold, A. (2019). A common EU framework regulating import pipelines for gas? Exploring the Commission's proposal to amend the 2009 Gas Directive. *Journal of Energy and Natural Resources Law*, 37(3), 289-303. <https://doi.org/10.1080/02646811.2019.1569873>

- IEA. (2016). *Indicadores de eficiencia energética: fundamentos estadísticos*.
- IEA. (2021). *Energy Efficiency Indicators Highlights*. <https://onx.la/18ac4>
- Jarauta Rovira, L., y Morata Cariñera, M. (2013). *Termodinámica y energía* (1.ª ed.). Universitat Oberta de Catalunya. <https://archive.org/details/2013TermodinamicaYEnergia/mode/2up>
- Lewis, B. (2022, junio 22). *Explainer: Could Germany keep its nuclear plants running?* Reuters. <https://onx.la/cfa88>
- Maher, I., y Stefan, O. (2019). Delegation of powers and the rule of law: Energy justice in EU energy regulation. *Energy Policy*, 128, 84-93. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.046>
- Menegaki, A. N., Marques, A. C., y Fuinhas, J. A. (2017). Redefining the energy-growth nexus with an index for sustainable economic welfare in Europe. *Energy*, 141, 1254-1268. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.09.056>
- MITECO. (2022). *Energía eléctrica. Estructura del sector*. <https://energia.gob.es/electricidad/Paginas/sectorElectrico.aspx>
- Murphy, D. J., y Hall, C. A. S. (2010). Year in review-EROI or energy return on (energy) invested. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1185(1), 102-118. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05282.x>
- Nowak, B. (2010). Energy Market of the European Union: Common or Segmented? *Electricity Journal*, 23(10), 27-37. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2010.10.013>
- OCDE. (2022). *Data*. <https://data.oecd.org/>
- OECC. (2021). *Régimen de comercio de derechos de emisión de la UE (RCDE UE)*. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/que-es-el-comercio-de-derechos-de-emision/#:~:text=El comercio de derechos de emisión es un instrumento de,gases contaminantes a la atmósfera.>
- OurWorldInData.org. (2022, junio 17). *Hubbert's peak prediction vs. actual oil production in the United States*. <https://onx.la/962e6>

- Pablo-Romero, M. del P., y Sánchez-Braza, A. (2015). Productive energy use and economic growth: Energy, physical and human capital relationships. *Energy Economics*, 49, 420-429. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.03.010>
- Parlamento Europeo. (2021, junio 25). *¿Qué es la neutralidad de carbono y cómo alcanzarla para 2050?* Noticias. Sociedad.
- Peinado Lorca, M. (2022, febrero 8). *Ucrania y el gas natural licuado: crisis y oportunidad*. The Conversation. <https://onx.la/3c6ef>
- Pototschnig, A., Glachant, J.-M., Meeus, L., y Ranci Ortigosa, P. (2022). Recent energy price dynamics and market enhancements for the future energy transition. *RSC Policy Brief*, 5. <https://cadmus.eui.eu/handle/1814/73597>
- Potrč, S., Čuček, L., Martin, M., y Kravanja, Z. (2021). Sustainable renewable energy supply networks optimization. The gradual transition to a renewable energy system within the European Union by 2050. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 146. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111186>
- Quintana González, J. (2022). Consecuencias económicas de un hipotético cierre comercial entre Rusia y la Unión Europea. *Boletín Económico del Banco de España. Artículos analíticos*, 2, 53. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/21563>
- R Core Team. (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Radulescu, D., y Sulger, P. (2022). Interdependencies between countries in the provision of energy. *Energy Economics*, 107. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105799>
- REE. (2022). *Cómo consumimos electricidad*. <https://onx.la/03217>
- Riechmann, J. (2012). *El socialismo puede llegar sólo en bicicleta* (1.ª ed.). Los Libros de la Catarata.
- Romero Mora, J. C., y Linares Llamas, P. (2014). Hacia una conceptualización operativa de la sostenibilidad energética. *Anales de mecánica y electricidad*, 91(4), 4-9. [https://revista-anales.icaei.es/web/n\\_27/seccion\\_1.html](https://revista-anales.icaei.es/web/n_27/seccion_1.html)

- Rosa, E. A., Machlis, G. E., y Keating, K. M. (1988). Energy and Society. *Annual Review of Sociology*, 14, 149-172. <https://www.jstor.org/stable/2083314?seq=1>
- Rose, D. J., y Tenaglia, G. (1973). Technical and Social Aspects of Nuclear Waste Disposal in Western Europe. *Ambio*, 2(6), 233-240. <https://www.jstor.org/stable/4312032?seq=1>
- Salaet Fernández, S., y Roca Jusmet, J. (2010, junio). Agotamiento de los combustibles fósiles y emisiones de CO<sub>2</sub>: algunos posibles escenarios futuros. *Revista Galega de Economía*, 19(1), 1-19. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39113124001>
- Sánchez Andrés, A. (2007). *La interdependencia energético ruso-europea*.
- Shivakumar, A., Welsch, M., Taliotis, C., Jakšić, D., Baričević, T., Howells, M., Gupta, S., y Rogner, H. (2017). Valuing blackouts and lost leisure: Estimating electricity interruption costs for households across the European Union. *Energy Research and Social Science*, 34, 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.05.010>
- Tesio, E., Conti, I., y Volpato, F. (2022). A simple implementation of pan-European storage obligations. *RSC Policy Brief*, 35. <https://cadmus.eui.eu/handle/1814/74488>
- Unión Europea. (1998). *Energías renovables: Libro Blanco por el que se establece una estrategia y un plan de acción comunitarios*. EUR-Lex. El acceso al Derecho de la Unión Europea. <https://onx.la/62b5e>
- Unión Europea. (2001). *Directiva 2001/77/CE*. EUR-Lex. El acceso al Derecho de la Unión Europea. <https://onx.la/cc685>
- Unión Europea. (2017, diciembre 11). *Síntesis de legislación de la UE. Tratado constitutivo de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero*. EUR-Lex. El acceso al Derecho de la Unión Europea. <https://onx.la/9da97>
- Unión Europea. (2018). *Directiva (UE) 2018/2001*. EUR-Lex. El acceso al Derecho de la Unión Europea. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L\\_.2018.328.01.0082.01.SPA&toc=OJ%3AL%3A2018%3A328%3ATOC](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.328.01.0082.01.SPA&toc=OJ%3AL%3A2018%3A328%3ATOC)

- Unión Europea. (2022a). *Glosario de síntesis. Libro Verde*. EUR-Lex. El acceso al Derecho de la Unión Europea. <https://onx.la/1c3b9>
- Unión Europea. (2022b, junio 7). *EUR-Lex. El acceso al Derecho de la Unión Europea*. <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- Urrea Corres, M. (2011). La política energética de la Unión Europea a la luz del Tratado de Lisboa. En *Seguridad, modelo energético y cambio climático* (1.ª ed., pp. 117-143). Instituto Español de Estudios Estratégicos. <https://onx.la/ba480>
- Valdés, J. (2016). Evolución y consistencia en la política de seguridad energética de la UE: los Proyectos de Interés Común. *Papeles de Europa*, 29(2), 69-93. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/45875/>
- Varun, Prakash, R., y Bhat, I. K. (2009). Energy, economics and environmental impacts of renewable energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2716-2721. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.05.007>
- WEC. (2021). *Trilemma Index. Europe regional profile*. <https://trilemma.worldenergy.org/#!/regional-profile>
- WEC. (2022a). *WEC Energy Trilemma Index Tool*. <https://trilemma.worldenergy.org/#!/energy-index>
- WEC. (2022b). *World Energy Trilemma Index*. <https://www.worldenergy.org/transition-toolkit/world-energy-trilemma-index>
- Wirth, E. (2022, febrero 26). *¿Cortará Rusia el suministro de gas a Europa?* The Conversation. <https://theconversation.com/cortara-rusia-el-suministro-de-gas-a-europa-177962>
- Zapater Duque, E. (2009). La seguridad energética de la Unión Europea en el contexto de la nueva política energética y el Tratado de Lisboa. En F. Morata Tierra (Ed.), *Energía en el siglo XXI: perspectivas europeas y tendencias globales* (1.ª ed., pp. 49-80). GAM Imprenta Digital SL.