



Universidad de Valladolid

**Facultad de Ciencias Económicas y
Empresariales**

Trabajo de Fin de Grado

Grado en ADE

**Análisis de la estructura energética
española y su sostenibilidad
económica, medioambiental y social**

Presentado por:

Sara Cardeñoso Rodríguez

Tutelado por:

Pedro Pablo Ortúñez Goicolea

Valladolid, 22 de junio de 2020

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Introducción y justificación	1
Metodología	2
Estructura energética española	3
Consumo de energía primaria: evolución y estructura por fuentes	4
Consumo de energía final: evolución y estructura por fuentes	6
Consumo de energía final por sectores de actividad	8
Eficiencia energética española	14
Intensidad energética española y europea (1995-2018)	15
Conclusiones.....	19
Sostenibilidad de la estructura energética española	20
Sostenibilidad económica	20
Dependencia energética.....	22
Sostenibilidad medioambiental.....	24
Sostenibilidad social.....	26
Conclusiones	28
Limitaciones y líneas futuras	30
Referencias bibliográficas	31
Anexo	35

RESUMEN

La estructura energética española se caracteriza por una demanda creciente que se abastece principalmente de recursos energéticos fósiles como el petróleo y el gas natural. En las últimas décadas se han llevado a cabo políticas de gestión de la demanda energética con el objetivo de reducirla. Estas políticas han sido principalmente dirigidas hacia la obtención de mejoras de eficiencia energética y el aumento de la participación de las energías renovables.

Sin embargo, dichos avances resultan aún insuficientes puesto que las implicaciones negativas de la estructura energética actual son de gran relevancia. Los mayores retos a los que se enfrenta el modelo energético español son la dependencia energética, las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen durante el proceso de transformación y producción de energía y la pobreza energética.

ABSTRACT

The Spanish energy structure is characterized by a growing demand that is mainly supplied with fossil energy resources such as oil and natural gas. In recent decades, energy demand management policies have been implemented with the aim of reducing it. These policies have been mainly directed towards obtaining energy efficiency improvements and increasing renewable energies share.

However, these advances are still insufficient since the negative implications of the current energy structure are of great relevance. The greatest challenges facing the Spanish energy model are energy dependence, the emissions of greenhouse gases during the process of energy transformation and production, and energy poverty.

RIASSUNTO

La struttura energetica spagnola è caratterizzata da una crescente domanda che viene fornita principalmente con risorse energetiche fossili come il petrolio e il gas naturale. Negli ultimi decenni sono state attuate politiche di gestione della domanda di energia con l'obiettivo di ridurla. Queste politiche miravano principalmente ad ottenere miglioramenti dell'efficienza energetica e ad aumentare la quota di energia rinnovabile.

Tuttavia, questi sviluppi sono ancora insufficienti in quanto le implicazioni negative dell'attuale struttura energetica sono di grande rilevanza. Le maggiori sfide che il modello energetico spagnolo deve affrontare sono la dipendenza energetica, le emissioni di gas a effetto serra che si verificano durante il processo di trasformazione e produzione dell'energia e la povertà energetica.

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La RAE define la energía como “Eficacia, poder, virtud para obrar” y en una segunda acepción de carácter físico como “la capacidad para realizar un trabajo medida en julios.”

Para el presente trabajo utilizaremos la segunda acepción, y trataremos la energía desde una perspectiva económica. Su papel en la actividad económica es fundamental. El desarrollo de sus fuentes y métodos de explotación ha sido y es, origen y a la vez consecuencia de tantas revoluciones tecnológicas que han posibilitado un innegable progreso humano.

En la actualidad la energía se ha convertido en el centro de debate tanto económico como político -e incluso social- por ser un instrumento de geopolítica indispensable en la actividad económica y porque el mix energético actual es uno de los grandes responsables del cambio climático. Según el Tribunal de Cuentas Europeo, su transformación y consumo son culpables del 79% de las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE que tan en peligro ponen nuestro planeta y las formas de vida que en él coexisten tal y como las conocemos.

Las Naciones Unidas reconocen la relevancia de la energía como factor clave para el desarrollo sostenible por los profundos efectos que los servicios energéticos tienen sobre la productividad, la salud, la educación o el cambio climático. Asimismo, la energía constituye un bien escaso por lo que la falta de acceso a él se encuentra también dentro de los retos a los que se enfrenta el sector energético a nivel mundial.

El World Energy Council recoge dichos retos en el denominado *Trilema de la Energía* que se refiere a los complicados objetivos que afrontan los gobiernos para asegurar el suministro energético competitivo, proporcionando a su vez el acceso universal a la energía y promoviendo la protección ambiental.

En este sentido, analizaremos la energía como un recurso limitado. El objetivo del trabajo es obtener una descripción de la estructura energética española en lo relativo al consumo y fuentes así como identificar los retos a los que se enfrenta el sector energético desde una perspectiva económica, medioambiental y social.

2. METODOLOGÍA

El objeto de estudio del presente trabajo se centra en la estructura energética española y tiene como objetivo último la extracción de conclusiones acerca de su sostenibilidad económica, medioambiental y social así como la identificación de los factores responsables de comprometer dicha sostenibilidad.

La estructura de la investigación consta de tres grandes apartados: la estructura energética española, la eficiencia energética y la sostenibilidad del modelo energético actual.

En primer lugar la investigación se centra en la descripción de la estructura energética española por tipo de fuente y su evolución desde los años 90 del siglo pasado hasta 2017. Asimismo, se incluye una descripción de la estructura de consumo energético por sectores. En el desarrollo de este análisis se ha recurrido al análisis de bases de datos y a la revisión bibliográfica para la obtención de las principales características del modelo energético actual y los factores que explican su evolución.

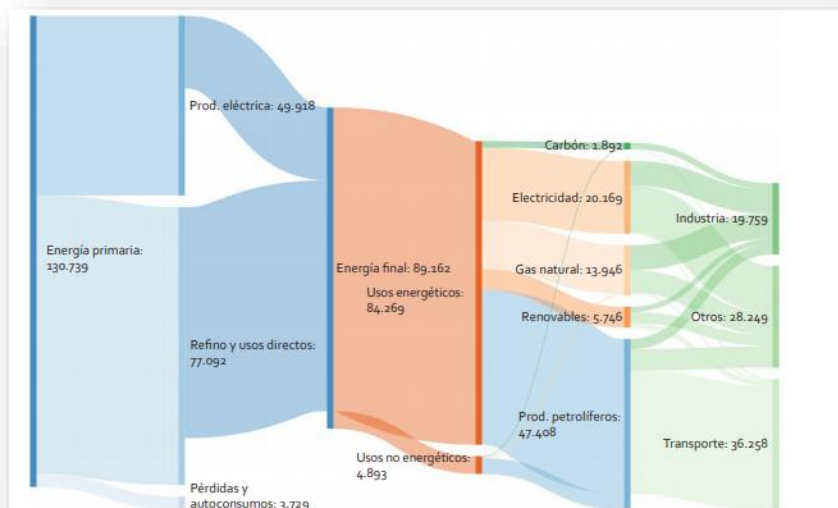
Una vez obtenidas las características generales del modelo energético español, se procede al análisis de su eficiencia. Para ello se introduce el concepto de *intensidad energética*. Mediante la elaboración de gráficos, se describe su evolución en el periodo 1995-2018, así como la evolución de la *intensidad energética* de la zona euro. Dicha descripción se complementa con revisión bibliográfica que nos permitirá identificar los factores explicativos de la evolución de cada una y su divergencia.

Por último, se procede al análisis cuantitativo y cualitativo de los efectos a corto y largo plazo de la estructura energética española actual sobre el ámbito económico, medioambiental y social. Se tratarán sobre todo las consecuencias negativas derivadas del modelo actual recopiladas a través de la revisión documental agrupándolas en las tres perspectivas. La identificación de los factores explicativos de dichos efectos permite, a través de un análisis deductivo, extraer conclusiones sobre como revertirlos, así como proponer alternativas que mitiguen estos efectos negativos.

3. ESTRUCTURA ENERGÉTICA ESPAÑOLA

Para describir la estructura de consumo dividiremos el consumo de energía en primario y final. La diferencia entre ambos consumos radica en que la energía primaria es toda forma de energía presente en la naturaleza antes de ser convertida o transformada y la energía final es la primaria transformada y destinada a usos directos. La diferencia entre ambas es, evidentemente, el consumo de energía que realizan los sectores transformadores. (Libro de la energía, 2017).

Figura 3.1 Diagrama de Sankey de la energía en España en 2017. Cifras en ktep.



Fuente: Libro de la Energía 2017.

En la figura 3.1 se presenta el diagrama Sankey de la estructura energética española para 2017. Como medición cuantitativa de la energía se utiliza la expresión *toneladas equivalentes de petróleo* en su abreviatura ktep.

“En él puede apreciarse la energía primaria consumida, 130.739 ktep. Esta energía se bifurca en los procesos de transformación en energía final, 89.162 ktep, a través del sistema de generación eléctrica, y el refinamiento y usos directos, desglosando también las pérdidas y autoconsumos, así como la energía invertida en los procesos de transformación. A su derecha, puede observarse la

desagregación de energía final por fuente.” (Libro de la Energía, 2017) Los productos petrolíferos representan más del 50% del consumo de energía final convirtiéndose así en la primera fuente energética. La energía eléctrica durante las últimas décadas ha ido cobrando más importancia dentro de las fuentes energéticas hasta representar algo más del 20% del consumo de energía final, ocupando así el segundo puesto tras los productos petrolíferos. En el siguiente epígrafe se tratarán más en detalle estos cambios de la estructura por fuentes en el modelo energético español.

Finalmente, se representa el uso de energía final por sectores, como la suma de las desagregaciones de cada fuente energética. El sector que representa el mayor consumo de energía final es el sector transporte, seguido de «Otros» que engloba el consumo del sector residencial y servicios, así como agricultura y pesca.

3.1 Consumo de energía primaria: evolución y estructura por fuentes (1990-2017)

Por una parte, en España en 2017 el consumo de energía primaria fue de 130.739 ktep, es decir, más de un 37% superior al de 1990 (95.173 ktep). El crecimiento tan elevado del consumo de energía primaria en España refleja la falta de sostenibilidad del modelo de desarrollo energético actual y la urgencia de tomar medidas basadas en la gestión de la demanda (Pérez-Arriaga et al., 2005).

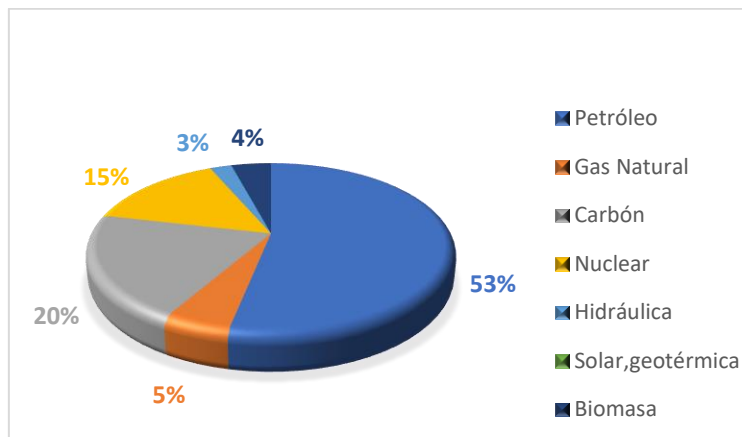
Por otra parte, el aporte de cada fuente es el que se expresa en el Gráfico 3.1 del que corresponde un 13% a fuentes renovables y el restante 87% a fuentes de energía no renovable. Desde los años 90 hasta 2017 las fuentes de energía renovable han pasado de representar algo menos del 7% hasta llegar al 13% actual, lo que resulta positivo en términos de sostenibilidad.

Si continuamos con la desagregación, fuentes como el petróleo y el carbón pierden protagonismo en la estructura del consumo de energía primaria, en favor de la energía solar y el gas natural. La mayor pérdida la experimenta el carbón con una representación que pasa de 20 puntos porcentuales a representar menos del 10% del consumo junto al petróleo que, aunque sigue

siendo la principal fuente, pasa de representar más de la mitad del consumo primario total a quedarse por debajo del 45%.

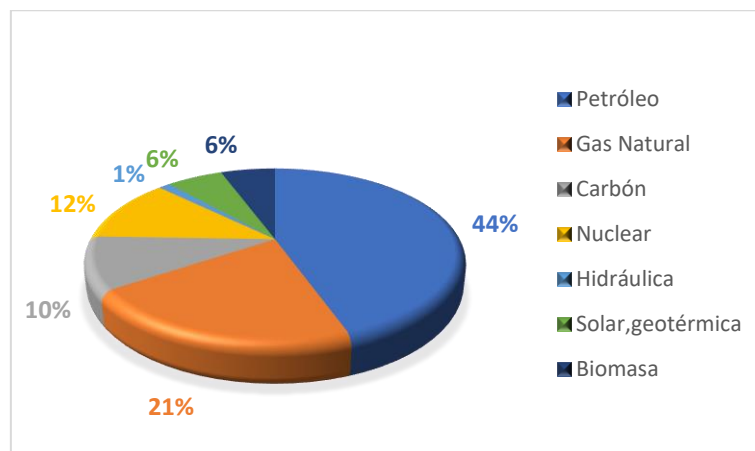
La energía solar y geotérmica, con una participación prácticamente nula en los años 90, obtiene en el año 2017 un porcentaje de 5 puntos. Lo más destacable es la evolución de la importancia en la estructura del consumo de gas natural, cuyo porcentaje pasa de ser un marginal 5% a más del 20%.

Gráfico 3.1 Consumo de energía primaria en España, 1990.



Fuente: Libro de la Energía 2017

Gráfico 3.2 Consumo de energía primaria en España, 2017.



Fuente: Libro de la Energía 2017

Del presente análisis se deducen dos características del consumo de energía primaria en España: en términos absolutos la demanda es creciente y se basa en el consumo de recursos energéticos no renovables principalmente de combustibles fósiles.

Por una parte, Pérez-Arriaga califica de insostenible un modelo energético con niveles de crecimiento del consumo de energía tan elevados. British Petroleum, por otra parte, estima que, con una proyección del consumo actual, las reservas de petróleo disponibles garantizarían el abastecimiento con este tipo de fuentes energéticas hasta el 2070. Se cuestiona así, la posibilidad futura de abastecimiento con fuentes de energía no renovable, concretamente la disponibilidad de petróleo, que resulta la principal fuente energética de la economía española.

Entre 1990 y 2017 se ha producido un aumento de la participación de fuentes de recursos renovables, lo que significaría una mejora en términos de sostenibilidad energética por su ilimitada disponibilidad. A pesar de este incremento de la participación de las renovables, las fuentes de energía basadas en recursos energéticos finitos siguen siendo muy superiores. La presión que se ejerce sobre los recursos energéticos por el intenso crecimiento de la demanda de consumo primario compensa el efecto positivo de la mayor cuota de recursos energéticos renovables.

Cabe mencionar que del total de consumo de energía primaria (130.739 ktep) solo 33.641 fueron de producción interna lo que supone un 25,73% del total consumido. Es decir, que cerca del 75% de la energía primaria consumida en España procede del exterior, lo que significa una fuerte dependencia energética. Este punto se tratará con más detalle en el epígrafe 5.1.1 Dependencia energética, cuestión que se considera un problema estructural de la economía española y un rasgo destacado de nuestro modelo energético.

3.2 Consumo de energía final: evolución y estructura por fuentes (1990-2017)

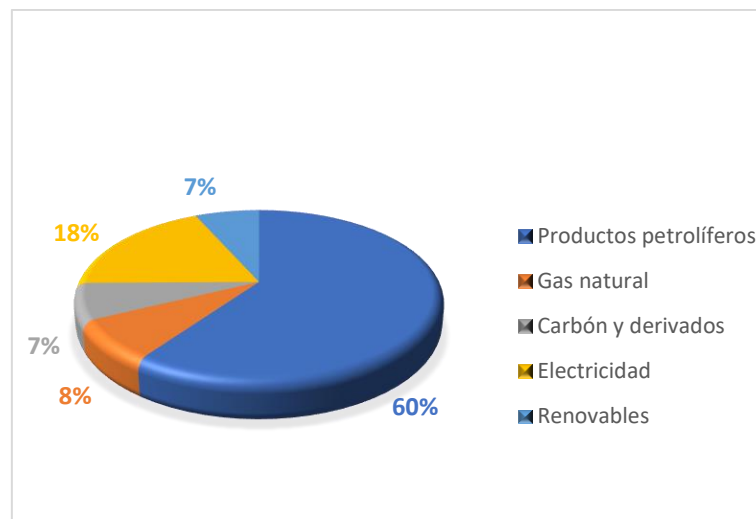
El consumo de energía final en 2017 fue de 89.162 ktep frente a los 58.413 ktep de 1990. El crecimiento que ha experimentado la demanda de energía

final desde los años 90 ha sido de más del 50%. Comparándolo con la evolución del consumo de energía primaria -que se ha incrementado en un 37%- vemos que es un buen dato ya que significa que la economía española es ahora más eficiente en los procesos de transformación de energía. Por otra parte, el incremento del 50% del consumo final pone de nuevo sobre la mesa la urgencia de un nuevo planteamiento energético que no tenga por característica un consumo tan elevado de recursos energéticos.

La estructura de consumo de energía final en España no ha variado en exceso desde 1990. El peso de los productos petrolíferos se ha reducido en un 7% en favor del gas natural y, por otro lado, la electricidad ha ganado 4 de los 5 puntos porcentuales que ha perdido el carbón. Los productos petrolíferos, a pesar de haber reducido su aportación, siguen siendo la principal fuente.

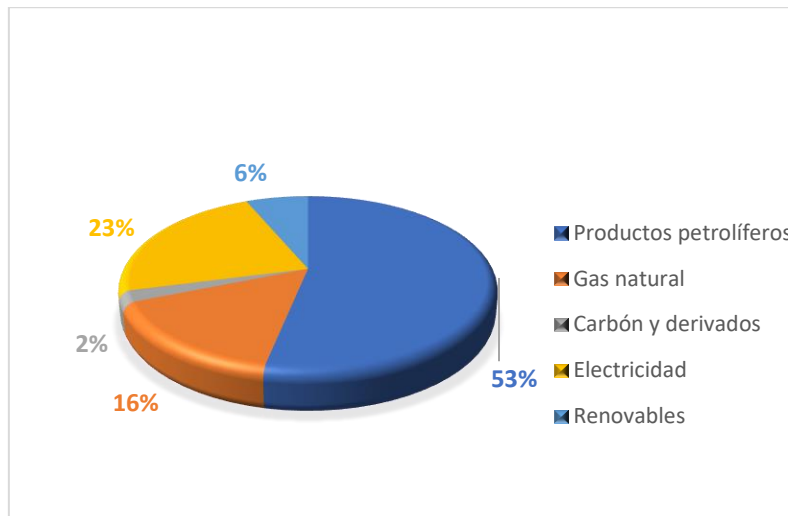
Las energías renovables se mantienen en torno al 7% pero teniendo en cuenta la parte de energía eléctrica que es también de origen renovable, según Eurostat, España se sitúa en el 17%. Este es también el porcentaje de participación de energía renovable de la media europea para el 2017, alcanzándose por tanto casi el objetivo del 20% marcado para el 2020.

Gráfico 3.3 Consumo de energía final en España, 1990.



Fuente: MITECO

Gráfico 3.4 Consumo de energía final en España, 2017.



Fuente: MITECO

Como podemos observar, el consumo de energía final -al igual que el consumo de energía primaria- se define por una demanda creciente que se abastece principalmente por fuentes de energía no renovable.

Como resultado, la conclusión a extraer es idéntica a la del consumo primario: la mejora de sostenibilidad que se produce por el incremento de la participación de las energías renovables de disponibilidad ilimitada se compensa por los incrementos del consumo total. Los recursos energéticos finitos siguen representando la mayor parte de las fuentes energéticas y es elevada la presión que se ejerce sobre ellos. Es decir, el modelo energético actual a largo plazo es insostenible y se deben redefinir con urgencia y, de modo radical, los modelos de producción y uso de la energía. (Castells, 2012).

3.2.1 Consumo de energía final por sectores de actividad

El análisis por sectores de actividad es muy útil ya que nos permite conocer qué sectores son responsables de la insostenibilidad del modelo y así saber hacia dónde es necesario orientar las políticas correctoras.

En este apartado el análisis se centrará en el porcentaje de consumo final que representa cada sector y en la evolución de la estructura por fuentes energéticas de cada uno. Para ello compararemos la estructura por fuentes del año 2000 con la del 2017.

Se ha elegido la desagregación por sectores en industria, transporte y servicios. Además, se ha incluido también la estructura de consumo residencial porque representa una cuarta parte del consumo final y con el objetivo de compararla con la estructura de fuentes de la actividad económica.

La justificación de la elección de estos sectores es la siguiente: para la industria la energía resulta un factor productivo imprescindible y además este sector representa alrededor del 20% del PIB. (Statista, 2020) Dada la terciarización que caracteriza a las economías desarrolladas resulta imprescindible analizar la estructura de consumo por fuentes del sector servicios. Por último, se ha incluido el transporte porque el interés principal del trabajo es analizar la sostenibilidad del sector energético garantizada por fuentes de energía renovable y, en el sector de los transportes, dichas fuentes representan un porcentaje bajísimo.

Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), en España el transporte representó el 43% del consumo de energía final en 2017, seguido por la industria (23,4%), el sector residencial (18%), el sector de servicios (12%) y otros sectores (3,6%).

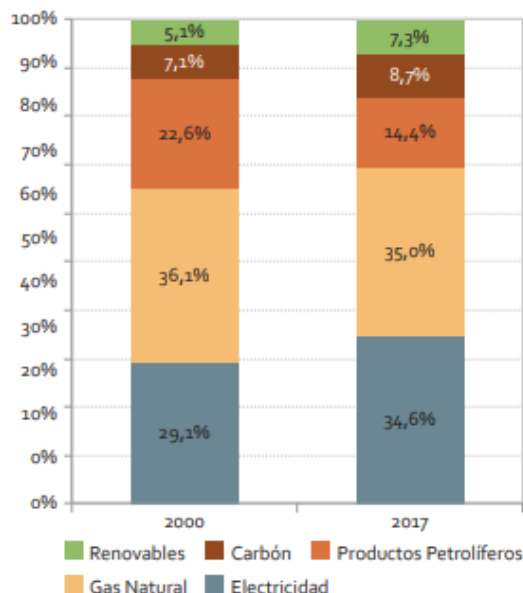
3.2.1.1 Sector industrial

El sector industrial representa casi una cuarta parte del consumo energético total. Desde el principio del milenio los productos petrolíferos pierden peso en favor de la electricidad. A diferencia de la estructura general de la economía, en el sector industrial el carbón ha aumentado su cuota en un 1,5% cuando en el total disminuyó más de 5 puntos.

Otra característica que distingue al sector industrial de la estructura general de consumo final es que los productos petrolíferos son la tercera fuente de energía, teniendo la participación más alta el gas natural. Ya en el año 2000 el gas natural era la primera fuente de energía con un aporte del 36%.

La participación de las renovables se sitúa en el año 2017 en un 18,5%. Que resulta de la suma de 7,3% más el 11,18% de la energía eléctrica que resulta de generación de energías renovables.¹

Gráfico 3.5. Consumo energético del sector industrial según fuentes energéticas en España, 2000-2017



Fuente: Libro de la energía 2017

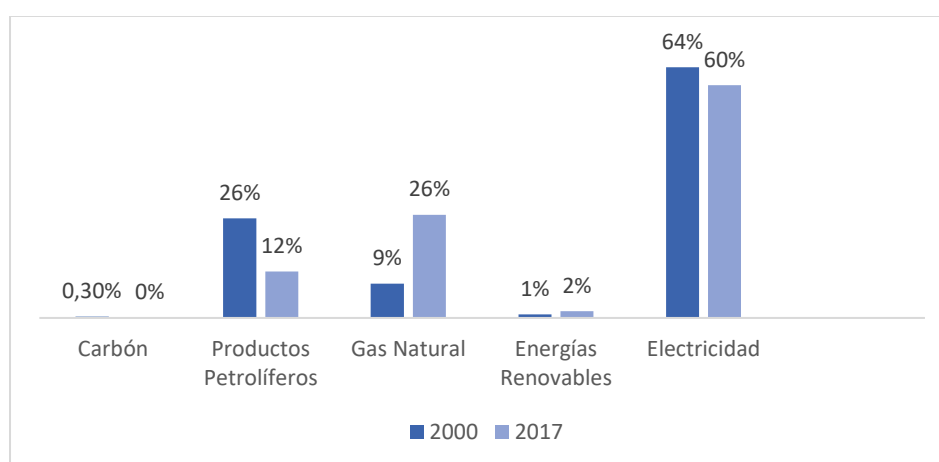
3.2.1.2 Sector servicios

En el sector servicios -tal y como se observa en el gráfico 3.6- predomina la electricidad que, aunque pierde ligeramente importancia desde el año 2000, su cuota sigue superando el 60%. La estructura energética del sector servicios es muy distinta a la de la economía general. La electricidad es líder indiscutible y el gas natural, en línea con lo que ocurre en la estructura energética de la economía española, aumenta su participación en más del 50%. El incremento del peso del gas natural deriva de la pérdida del de los productos petrolíferos que pasan a ser un 12%.

¹ Según Red Eléctrica Española, en 2017 el porcentaje de generación de energía eléctrica a partir de renovables fue del 32,3%.

Por otro lado, las renovables ganan peso, pero siguen teniendo una participación mínima (2%). Sin embargo, no debemos olvidar que en la generación de energía eléctrica intervienen fuentes de energías renovables por lo que su participación es mayor. Según Red Eléctrica Española, en 2017 el 32,3% de la producción de energía eléctrica procedió de fuentes renovables por lo que la participación total de renovables en el sector servicios representa finalmente el 20%².

Gráfico 3.6. Consumo energético del sector servicios según fuentes en España, 2000-2017.



Fuente: IDAE

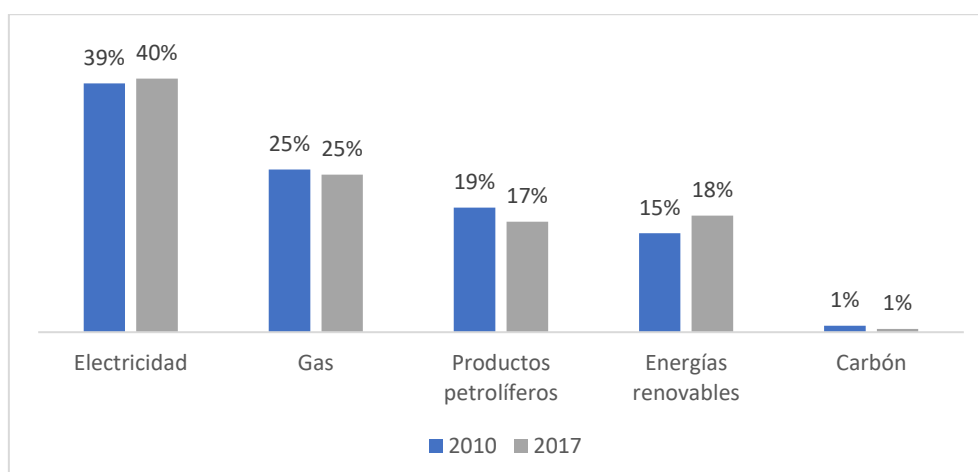
3.2.1.3 Sector residencial

La estructura de consumo del sector residencial destaca porque, de entre los sectores analizados, es en el que mayor participación tienen las fuentes de energía renovables alcanzando para el 2017 una cuota del 30%.

No obstante, como más del 60% de la demanda energética residencial es de tipo térmico -y se cubre sobre todo con combustibles fósiles y no renovables- predomina la participación de los productos petrolíferos y el gas natural. (Libro de la Energía, 2017). A pesar de ello, tal y como se observa en el gráfico, la electricidad le roba el primer puesto a los productos petrolíferos y es líder con casi el 40% del consumo total.

² La producción eléctrica con fuentes de energía renovables es del 19,9% (61,7% x 32,3%). A eso se le añade el consumo final de fuentes renovables que supone el 3,9% y el total representa el 23,83%.

Gráfico 3.7 Consumo energético residencial según fuentes, 2010-2017.



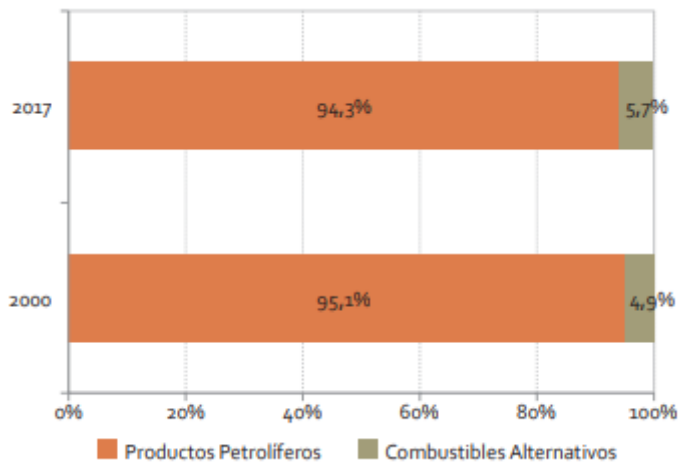
Fuente: IDEA

3.2.1.4 Sector transportes

El consumo de energía final del sector transportes representó el 43% en 2017. Al ser este el sector de mayor peso en el consumo final de energía la estructura por fuentes del mismo es la que define en mayor medida la estructura del consumo final para el total de la economía.

Los productos petrolíferos tienen un liderazgo indiscutible en el sector transportes. La estructura de consumo desde el inicio del milenio no ha variado prácticamente. Los combustibles alternativos han aumentado en un insignificante 0,8%, en parte por la aparición de los automóviles eléctricos que todavía tienen un papel marginal en el sector transportes.

Gráfico 2.8 Consumo energético del sector transportes según fuentes en España, 2000-2017



Fuente: Libro de la Energía 2017

3.2.1.5 Conclusiones

La energía eléctrica es líder o tiene una participación muy alta en todos los sectores excepto en el de los transportes. Desde los 2000 su participación ha aumentado al igual que lo ha hecho la parte de generación que proviene de fuentes de energía renovables. A pesar de estas mejoras, todavía el peso de los recursos energéticos finitos es superior a aquellos renovables.

En el sector de los transportes los productos petrolíferos son prácticamente la única fuente de consumo y es a este sector al que mayor consumo de energía se le atribuye, con más del 40% del total, por lo que la estructura general de consumo final se ve enormemente influida por los transportes.

Por lo tanto, a pesar de que se han hecho avances dirigidos al aumento de la presencia de fuentes de energía que derivan de recursos renovables en la mayoría de sectores, en el de los transportes, que es el que más peso tiene en la estructura general, los avances en las dos últimas décadas hacia combustibles alternativos, como la electricidad, han sido mínimos.

En resumen, en las últimas décadas se han introducido cambios en favor de la descarbonización del sector energético español a través de una mayor participación de las fuentes de energía renovable.

Sin embargo, la demanda energética continúa creciendo y la presión se sigue centrando sobre recursos finitos. Por ello, es necesario y posible a largo plazo un nuevo planteamiento donde estas características se inviertan a través de políticas de gestión de la demanda y reducción de la dependencia de los recursos energéticos fósiles.

4. EFICIENCIA ENERGÉTICA ESPAÑOLA

La estructura energética española se define por una creciente demanda energética que se nutre principalmente de recursos finitos. Estas características -que la economía española comparte con la mayor parte de los países avanzados del mundo- comprometen a largo plazo el modelo energético actual. Es muy elevada la presión a la que se encuentran sometidos los recursos energéticos finitos -en concreto los combustibles fósiles- que por definición son de limitada disponibilidad. Por ello, la gestión de la demanda de energía se revela cada vez más como un elemento fundamental de la política energética de un país.

En este epígrafe se centrará la atención sobre la gestión de la demanda en términos absolutos con el objetivo de obtener reducciones en ella más que sobre el tipo de fuente que la abastece. Sin embargo, veremos que existe entre ambos conceptos una fuerte interrelación.

La reducción de la demanda energética se puede conseguir por dos vías: reduciendo las actividades consumidoras de energía, o aumentando la eficiencia en el uso de la energía por parte de las distintas actividades. (Villanueva, M., 2010). A corto plazo la reducción del consumo energético en los sectores clave de la economía limita el crecimiento económico (Climent y Pardo, 2007) por lo que aumentar la eficiencia en el uso de la energía es la que se suele considerar la mejor forma, ya que no tiene connotaciones negativas de reducción de bienestar o actividad económica.

Del lado de la eficiencia se presenta el problema del efecto rebote³ -que de ser significativo- las ganancias de eficiencia se quedan simplemente en mejoras relativas, sin llevar a una reducción en términos absolutos de la demanda.

Se dispone de datos empíricos (como en el embargo de 1974 o el racionamiento energético en Brasil en 2002) que demuestran que, una restricción en el suministro energético, es un freno para el crecimiento económico. Por lo que la segunda vía es la elegida por los Estados y las políticas no se basan en limitaciones del suministro sino que se dirigen hacia mejoras en la eficiencia energética.

Para cuantificar la eficiencia energética de una economía se introduce el concepto de *intensidad energética*. Este se define como la relación entre la energía consumida en una economía y su PIB. Dependiendo del tipo de energía que se sitúe en el numerador podemos hablar de intensidad primaria, final o total. También se suele desagregar por sector de actividad.

En el presente trabajo se ha optado por analizar la intensidad energética total, que coloca en el numerador el total de energía bruta disponible medida en kilogramos de petróleo equivalente (ktep) y en el denominador el PIB en volúmenes encadenados con base 2010.

También se suele utilizar el concepto de *productividad energética*, que es el inverso de la intensidad energética, ya que relaciona número de unidades monetarias por unidad energética (ktep).

Por tanto, la relación entre los tres conceptos es la siguiente: a mayor productividad, menor intensidad energética y, por ello, mayor eficiencia.

4.1 Intensidad energética española y europea (1995-2018)

A continuación, analizaremos la intensidad energética en España y los factores que explican su evolución para el periodo 1995-2018. Asimismo, se introducirán referencias de niveles europeos y breves comparaciones.

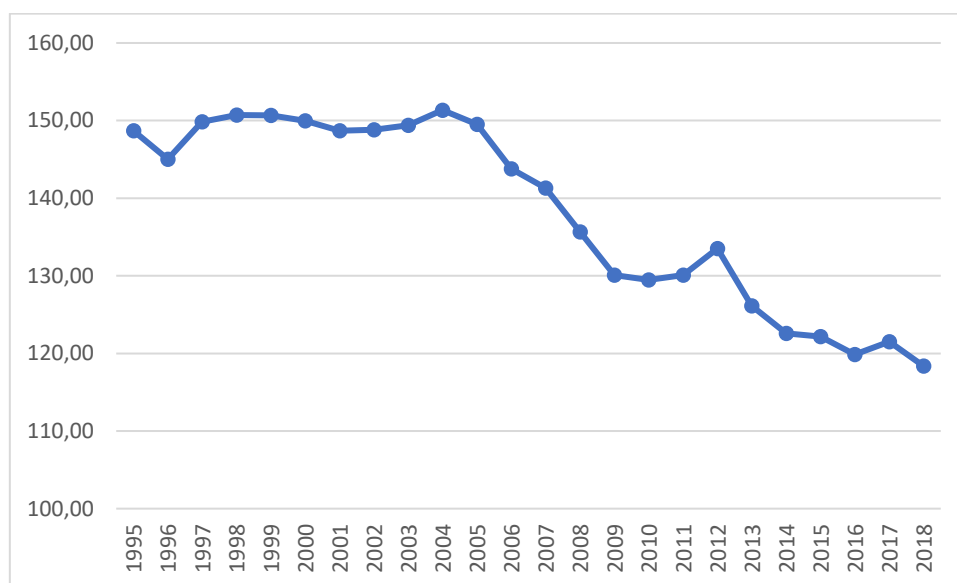
³ Se entiende como efecto rebote el aumento del consumo de energía como consecuencia de una mejora en la eficiencia energética que tiene por origen un efecto precio o un efecto renta.

La intensidad energética española en el 2018 fue de 118,37 ktep/M€ algo menor que la de la media de la UE27 que resultó para el mismo periodo 123,19 ktep/M€ y ligeramente superior a la de la zona euro que en el 2018 fue de 114,59 ktep/M€.

Para el conjunto del periodo 1995-2018 la intensidad energética (IE) de la economía española ha experimentado un descenso del 26% pasando de 148,7 ktep/M€ en 1995 a los 118 del año 2018.

En lo relativo a la evolución reciente de la IE en España se pueden distinguir dos periodos: 1995-2004 y 2004-2018. El primero se corresponde con una fase de ligero incremento de la IE y el segundo con una clara fase de descenso.

Gráfico 4.1 Intensidad Energética española, 1995-2018. Cifras en ktep/M€



Fuente: Eurostat

Los factores que explican el cambio de tendencia de la intensidad energética española a partir de 2004 son principalmente dos: la pérdida de peso en la economía de sectores como la construcción y la agricultura, y las mejoras de eficiencia energética que se produjeron dentro del sector eléctrico. (Mendiluce y Linares, 2010).

La construcción y la agricultura son actividades intensivas en consumo energético y con bajo valor añadido. Asimismo, la industria de minerales no metálicos asociada a la construcción tiene idénticas características de consumo

energético a ella y, tras el estallido de la burbuja inmobiliaria, su peso en la economía se redujo en gran medida. Dichos sectores son desplazados por la industria y en mayor parte por los servicios. Esto supone que el peso que representaban estos sectores con elevada intensidad energética lo ganan otros con una intensidad energética menor. Se explica de este modo esa reducción en la intensidad energética total.

Aunque el cambio en la participación del PIB de algunos sectores explica el cambio de tendencia de la IE, el hecho que más destaca por su fuerte contribución a su descenso es el cambio en la intensidad energética intrasectorial que presenta el sector eléctrico.

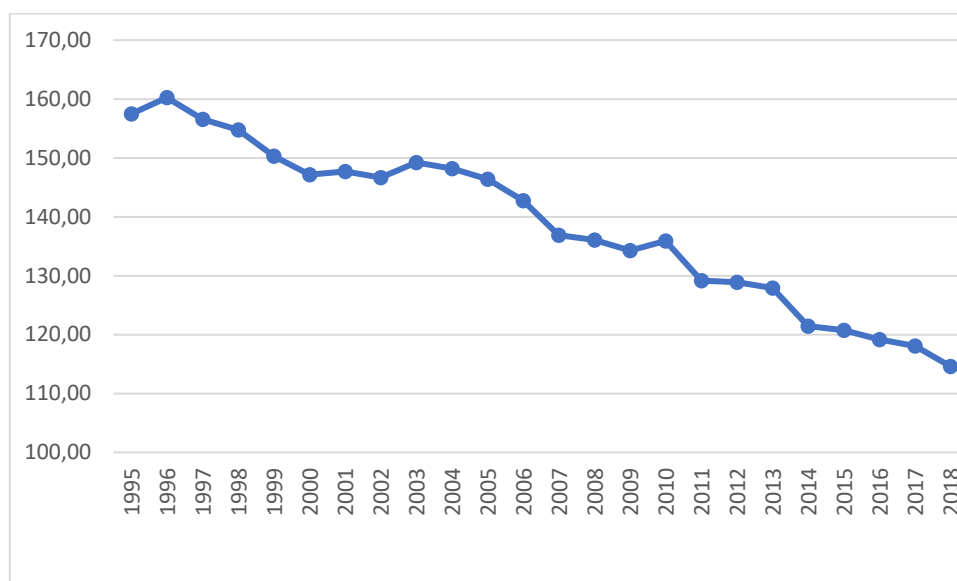
Según el informe de Mendiluce y Linares de 2010 esto se debe, por un lado, a una mejora en la eficiencia de la producción y abastecimiento de electricidad y por otro, a un crecimiento de su VAB⁴. Las mejoras de eficiencia son consecuencia del incremento de la generación con gas y energías renovables, que cubren el fuerte crecimiento de la demanda⁵. Los resultados muestran que el sector consigue generar más (la demanda crece un 87% en el período) consumiendo menos energía primaria (los insumos tan sólo crecen un 25%).

A diferencia de la economía española, en la zona euro la tendencia que experimenta la evolución de la intensidad energética para el mismo periodo (1995-2018) es decreciente.

⁴ Valor Añadido Bruto

⁵ Según la IEA la eficiencia energética de las renovables (100%) y el gas (57%) son mayores frente a la del carbón (38%) y la nuclear (33%).

Gráfico 4.2 Intensidad energética en la zona euro (UE 19), 1995-2018. Cifras en ktep/M€



Fuente: Eurostat

Mendiluce y Linares (2010) describen la evolución de la intensidad energética en la UE15 y establecen una similitud entre los factores explicativos del cambio de tendencia en la intensidad energética europeas y española, así como los motivos que explican su divergencia.

En Europa, al igual que España, se produjo un desplazamiento de la actividad constructora en favor del sector industrial y del turístico. Sin embargo, el desplazamiento de la actividad constructora fue principalmente por parte de la industria -actividad que genera un mayor VAB- que los servicios, que son los que han ocupado en España la pérdida de peso de la construcción.

La transición hacia fuentes de energía renovables y más eficientes, como la electricidad y el gas natural, también se ha producido en la zona euro y en consecuencia se han obtenido reducciones de la intensidad energética en el sector de la energía eléctrica.

Dichos factores, al igual que en la economía española, han sido los máximos responsables de la reducción de la intensidad energética.

Por otra parte, las diferencias entre España y Europa -y entre los países europeos en general- radica en los consumos energéticos del sector residencial, es decir, aquellos relativos al consumo de energía de los hogares y

el transporte privado. Mientras que los países del Norte de Europa ven su consumo energético residencial reducido -debido a la introducción de mejoras de eficiencia en los sistemas de calefacción y el aprovechamiento de calor- España ha experimentado en las últimas décadas un crecimiento de la intensidad energética residencial. Mendiluce y Linares establecen que el proceso de convergencia en renta hacia niveles europeos implica un aumento del equipamiento de las oficinas y otros establecimientos de servicios. Además, las temperaturas más altas provocan un mayor recurso a sistemas de climatización y se ha alcanzado un nivel de desplazamientos similar al de los países europeos.

El aumento de la intensidad energética debido al aumento del consumo energético residencial y de los transportes privados en España se explica por este fenómeno que se define efecto riqueza. Alcanzado este proceso de convergencia, el consumo energético del sector residencial disminuye confirmando así la tesis de Kuznets por el que la demanda energética experimenta la forma de “U” invertida.

En resumen, en España y Europa tras la tendencia decreciente de la evolución de la intensidad energética encontramos los mismos motivos: el desplazamiento de la actividad económica hacia sectores con una menor intensidad energética como la industria o los servicios y la mejora de la eficiencia energética dentro del sector eléctrico. Sin embargo, aparecen diferencias en lo relativo a la intensidad energética del consumo residencial que se explican por los diferentes niveles de desarrollo económico en los que se encuentran los distintos socios europeos.

4.2 Conclusiones

Del presente análisis podemos extraer las siguientes conclusiones.

En primer lugar, una reducción de la demanda energética que no minore la actividad económica es posible a través de la obtención de mejoras en términos de eficiencia energética. Por tanto, la gestión de la demanda energética de los Estados debe centrarse en aumentar dicha eficiencia.

En segundo lugar, son dos los factores explicativos tras el comportamiento favorable de la última década de la eficiencia energética en España y Europa. Por un lado, el desplazamiento de la actividad económica desde actividades intensivas en energía hacia otras con menor intensidad energética. Y por otro, la introducción de mejoras de eficiencia en el sector eléctrico gracias a la penetración de fuentes energéticas como el gas.

Dichas conclusiones nos llevan a plantear tres ejemplos de políticas a aplicar para prolongar la tendencia decreciente de la evolución de la intensidad energética:

- dirigir la actividad económica hacia actividades de alto valor añadido y baja intensidad energética,
- focalizar las políticas de ahorro y eficiencia energética en el sector residencial y en el transporte por su gran incidencia en la IE española⁶ y
- continuar en la senda actual de incremento de las energías renovables y de sustitución del carbón por el gas en la generación eléctrica.

En consecuencia, a largo plazo un nuevo planteamiento energético es posible: los esfuerzos deben dirigirse hacia una reducción del consumo energético a través de mejoras de eficiencia y hacia una mayor participación de las fuentes energéticas renovables.

5. SOSTENIBILIDAD DE LA ESTRUCTURA ENERGÉTICA ESPAÑOLA

Las características de consumo energético de la economía española comprometen a largo plazo la supervivencia del modelo actual dado que resulta incoherente suplir una demanda cada vez mayor, con recursos cuya disponibilidad es cada vez menor.

Aunque tal y como hemos venido analizando, se han producido avances para tratar de corregir las deficiencias de la estructura energética que han arrojado resultados satisfactorios, dichas correcciones son aún insuficientes.

En este epígrafe se tratarán de analizar las principales consecuencias derivadas del actual modelo energético español y su proyección a medio y

⁶ En 2017 el consumo del sector residencial representó el 40% del consumo total de energía final en España.

largo plazo. Dividiremos el análisis en tres bloques atendiendo a la tipología de los efectos comenzando desde una perspectiva económica para continuar describiendo las consecuencias medioambientales y sociales.

5.1 Sostenibilidad económica

Desde la perspectiva económica la estructura energética actual resulta insostenible por dos grandes motivos: la disponibilidad de los recursos y sus precios.

Las fuentes de energía no renovable, a pesar de los avances que se han producido, siguen representando la fuente energética principal⁷. Los competidores del petróleo y gas natural hasta ahora habían nublado los beneficios de las fuentes renovables pero el previsible crecimiento tendencial que experimentarán los precios de dichas materias primas energéticas como consecuencia de su limitada disponibilidad verá comprometida su competitividad.

Esta afirmación suscita controversia por la falta de información sobre la disponibilidad futura de las fuentes de energía fósil.

Las fuentes de energía fósiles se definen como no renovables porque su renovación depende de fenómenos geológicos de millones de años y se trata de un horizonte temporal que carece de sentido en la vida humana. Por ello, se entiende que estos recursos finitos a largo plazo no estarán a nuestro alcance.

Sin embargo, para el petróleo existen estimaciones de las reservas mundiales disponibles. Según La Administración de Información Energética de Estados Unidos las reservas probadas de petróleo americanas se han incrementado en el año 2018 un 11% por lo que se pone en duda su limitada disponibilidad. De no existir tales límites a su disponibilidad, el crecimiento exponencial futuro de sus precios carecería de justificación.

Por otra parte, la evolución histórica de los precios del crudo de las principales zonas petroleras (Dubai, Brent, Nigeria y West Texas) sí evidencia este futuro incremento de los precios. Desde 1983 los precios de todos ellos -aunque han

⁷ En España, el porcentaje de consumo de energía procedente de combustibles fósiles en 2015 fue del 73% según el Banco Mundial.

experimentado fuertes subidas y bajadas- se han más que duplicado. (BP, 2019)

El problema, por tanto, lejos de ser su cuestionable disponibilidad a largo plazo se centra en la incógnita sobre su precio ya que en cualquier caso la tendencia de la evolución de dicho precio es creciente.

La característica de los precios de fuentes fósiles como el petróleo, que sí es cierta, es su volatilidad. Desde 1987 el precio del petróleo Brent ha variado desde 143,95\$ hasta llegar a un mínimo de 9 \$. La volatilidad de los precios no es condición exclusiva del Brent y así lo confirman los precios históricos de la OPEP.

El precio de los combustibles fósiles varía en función de la oferta disponible - cuya decisión de producción se encuentra en manos de países como Irán o los Emiratos Árabes- e influida por decenas de factores más o menos predecibles.

Las expectativas sobre las oscilaciones en estos precios derivan en una condición de incertidumbre que afecta directamente al sector energético y a la economía en general. La energía constituye un bien de producción en prácticamente todos los sectores y por ello tiene consecuencias económicas por todos conocidas como la influencia en el nivel general de precios.

En conclusión, la competitividad de las fuentes de energía no renovables es cuestionable a largo plazo. Sin embargo, que los precios de la energía influyen en la economía general es cierto y no es el único problema que plantea la amplia dependencia de fuentes de energía fósiles.

Una de las grandes consecuencias del abuso de las fuentes de energía fósiles por parte de la economía española es la dependencia energética que, como veremos, compromete el principio de seguridad energética.

5.1.1 Dependencia energética

La dependencia energética es un problema estructural de la economía española -que además comparte con sus socios europeos- cuyo origen es el peso en el mix energético que tienen fuentes como el petróleo y gas natural que proceden del exterior. En 2017 Rusia fue el proveedor principal de petróleo crudo, gas natural, hulla y antracita de la Unión Europea. Sin embargo, para la

economía española los principales abastecedores de energía son países del norte de África, como Nigeria en el caso del petróleo y Argelia del gas natural. (Eurostat 2020d)

España cerró el año 2017 con una cifra de 73,83% de dependencia energética, por encima de la media europea que se encuentra en el 55,7%. Este indicador relaciona las importaciones netas con el total de energía consumida confirmando así como el déficit en la balanza energética europea supera el 50% de la energía total consumida. Entre los países que más contribuyen a este desequilibrio se encuentra Luxemburgo, con un índice de dependencia energética del 95% y Lituania con un 77,23%, mientras que los menos dependientes son Estonia (0,74%) y Dinamarca (23,46%)⁸.

Volviendo a la dependencia energética española, resulta interesante ver por sectores aquellos con menor grado de autoabastecimiento y, por tanto, mayor índice de dependencia energética, con el objetivo de focalizar las políticas públicas y corregirlo.

Según la clasificación por sectores del epígrafe 3.2.1, podemos señalar a los transportes como el sector con un mayor grado de dependencia energética y por ello como el principal responsable de la dependencia energética española por dos motivos. En 2017 representó más del cuarenta por ciento del consumo de energía final y su principal fuente energética son los productos petrolíferos cuyo grado de abastecimiento es cercano al 0%.⁹

Entre las consecuencias de la dependencia energética nos encontramos, en primera instancia, con el reflejo que esta tiene sobre la balanza de pagos de la economía española. El saldo negativo de la cuenta energética presenta necesidad de financiación, por lo que el desequilibrio tiene una influencia negativa sobre el riesgo país (prima de riesgo española) lo que aumenta el coste de financiación de las importaciones y en última instancia de la deuda pública española.

La autonomía energética es uno de los objetivos de la política energética puesto que permite aislar a las economías de las variaciones de precios

⁸ Todos los datos se refieren al año 2017.

⁹ El grado de abastecimiento medio de los productos petrolíferos entre 2009 y 2013 es de 0,31% (Galdón-Ruiz et al, 2016)

energéticos internacionales y permite políticas económicas más independientes. Por tanto, su falta arroja los efectos contrarios.

“La dependencia energética, los precios energéticos y su estabilidad, la fiabilidad del suministro o la contaminación y el correcto equilibrio entre todos ellos determina en gran medida las posibilidades de crecimiento y competitividad de un país”. (Galdón-Ruiz et al, 2016) Sin embargo, muchas de las decisiones que se toman sobre estos factores, debido al alto grado de dependencia energética española, sobrepasan las competencias de nuestro estado por lo que, en segundo lugar, otra consecuencia de la dependencia energética española es la pérdida de soberanía.

En tercer lugar, y como consecuencia de la falta de autonomía energética, la decisión última de abastecimiento es externa y compromete la seguridad de suministro: objetivo principal de la seguridad energética.

En conclusión, la dependencia energética es un problema estructural de la economía española cuyas consecuencias son tanto de ámbito económico como geopolítico. Sin embargo, son muchos los estudios que afirman que con una correcta planificación a medio-largo plazo dirigida al aumento del consumo eléctrico frente a los fósiles, podríamos reducir nuestra dependencia energética revirtiendo así los efectos negativos de esta. (Alonso-Santos, 2007) En esta línea, el estudio de Galdón-Ruiz añade que el aumento de la autonomía energética no solo no supondría un coste añadido para nuestra economía, sino que además generaría mayor actividad económica en nuestro país.

5.2 Sostenibilidad medioambiental

Tratando la sostenibilidad del modelo energético español desde una perspectiva medioambiental podemos distinguir varios efectos.

En primer lugar, la desaparición de recursos naturales. Las fuentes energéticas utilizadas son principalmente no renovables, es decir, que los recursos naturales de los que proceden son finitos. El incremento de la presión a la que se encuentran sometidos podría acabar con su desaparición provocando de esta manera cambios en los recursos naturales disponibles en nuestro planeta que alteran la biodiversidad.

En segundo lugar, son diversos los estudios científicos que relacionan directamente la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) con el aumento de la temperatura mundial. De dichas emisiones el sector energético es responsable del 60%. (ONU)

Los gases de efecto invernadero tales como el vapor de agua, el dióxido de carbono o el metano se emiten de manera natural. Sin embargo, en los últimos dos siglos se ha elevado su concentración. Detrás de este crecimiento está el ser humano que, con actuaciones como la quema de combustibles fósiles, ha contribuido al crecimiento exponencial de la emisión de GEI. En España, el 76,1% de las emisiones de gases de efecto invernadero del año 2017 se atribuyen al sector energético. (MITECO, 2020c)

Los expertos recogen entre los efectos del calentamiento global condiciones climáticas adversas relacionadas con el aumento del nivel del mar, desastres naturales o cambios en la biodiversidad que provocarían que la vida desapareciera tal y como la conocemos.

Es tal la preocupación que existe acerca de la influencia del sector energético sobre el cambio climático que la ONU ha incluido dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible la necesidad de introducir cambios en la estructura energética mundial.

El Objetivo número 7 se define como energía asequible y no contaminante. Para ello, y con el objetivo de garantizar un desarrollo sostenible del sector, propone aumentar la participación de fuentes de energías renovables -con menor emisión de GEI- y mejorar la tasa de eficiencia energética.

Pero los efectos negativos del sector energético no solo se pretenden reducir por sus posibles consecuencias a largo plazo sino que, en la actualidad, desgraciadamente, ya existen ejemplos de cómo la producción de energía ha causado desastres medioambientales.

Entre los más conocidos se encuentran los relacionados con accidentes nucleares como el de Chernobyl y Fukushima, el vertido del petrolero Exxon o el desastre del Love Canal. El desastre del *Prestige* ocurrido en la costa gallega también se recoge como uno de los accidentes más costosos de la

historia. Todos ellos, transformaron los ecosistemas de la zona además de provocar consecuencias sociales graves.

Habría que mencionar también, las consecuencias medioambientales de la producción y extracción de recursos energéticos a través de técnicas como el *fracking* cuyos efectos negativos incluyen desde la necesidad de ocupación de amplios terrenos hasta la contaminación de acuíferos y el aumento de la sismicidad de la zona.

5.3 Sostenibilidad social

Desde una visión social, podemos distinguir dos grandes manifestaciones de la insostenibilidad del modelo energético actual.

En primer lugar, y a consecuencia del cambio climático, la población de determinadas zonas tendrá que abandonarlas y la salud pública deberá afrontar nuevos retos.

Según el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud la subida en el nivel del mar, las sequías y las inundaciones provocarán desplazamientos en la población y además, el cambio del clima afectará a la salud de las personas. Por ejemplo, con el aumento de la temperatura extenderán su radio de influencia enfermedades que hoy se dan sólo en zonas tropicales.

En segundo lugar, y como consecuencia más inmediata de la actual estructura energética, nos encontramos ante el desafío de la pobreza energética. Existen multitud de definiciones y visiones sobre la pobreza energética, pero todas ellas hacen referencia “al nivel insuficiente de consumo energético para satisfacer ciertas necesidades básicas”. (González-Eguino, 2014)

Partiendo de esta definición, González-Eguino distingue dos tipos de pobreza energética: una que hace referencia a la falta de alternativas energéticas y otra que recoge la capacidad económica para hacer frente el consumo energético.

La pobreza energética como falta de acceso a los denominados servicios energéticos modernos -electricidad y fuentes para cocinar alternativas a la biomasa- es la primera gran barrera a la que se enfrentan los países pobres y las zonas rurales. Esta falta de infraestructura básica se considera superada en

las economías desarrolladas, donde la pobreza energética se entiende desde una perspectiva de falta de capacidad de pago.

Atendiendo a la primera definición, por la gravedad del problema y su necesaria resolución para garantizar un desarrollo sostenible las Naciones Unidas incluyen la pobreza energética dentro del ODS 7. Las Naciones Unidas estiman que el 13% de la población mundial aún no tiene acceso a servicios modernos de electricidad y 3.000 millones de personas dependen de la madera, el carbón, el carbón vegetal o los desechos de origen animal para cocinar y calentar la comida.

En Europa la primera barrera de infraestructuras se considera superada y se asocia la pobreza energética con temperaturas inadecuadas en la vivienda, retraso en el pago de recibos o ambos. Para cuantificar la dimensión de este enfoque de pobreza energética, a nivel europeo existen organizaciones como el Observatorio Europeo de Pobreza Energética (EPOV) y organizaciones pro-derecho a la energía como Energy Bill of Rights de Fuel Poverty Action.

Son múltiples los parámetros que se utilizan para la medición de la pobreza energética pero los cuatro principales indicadores son:

- Porcentaje de hogares cuyo gasto energético sobre los ingresos es superior al doble de la mediana nacional,
- porcentaje de hogares cuyo gasto energético es inferior a la mitad de la mediana nacional,
- porcentaje de hogares que no puede mantener su vivienda a una temperatura adecuada durante el invierno y
- porcentaje de hogares que tiene retrasos en el pago de facturas de los suministros de la vivienda.

Según el MITECO, en España en el año 2018 un total de 6,8 millones de personas - equivalente al 15% de la población de España- estarían sufriendo condiciones asociadas a la pobreza energética.

6. CONCLUSIONES

La estructura energética española se caracteriza por una demanda creciente basada en fuentes de energía no renovables, en su mayoría combustibles fósiles, por lo que a largo plazo el mantenimiento de este modelo resulta inviable.

Dicha insostenibilidad del modelo origina una serie de consecuencias tanto de carácter económico como medioambiental y social.

En primer lugar, la enorme dependencia española de recursos energéticos como el petróleo o el gas natural que tanta participación ostentan en el mix energético tiene efectos negativos sobre la prima de riesgo española, da lugar a pérdidas de soberanía y compromete la seguridad de suministro energético española.

En segundo lugar, el sector energético es responsable de una parte muy importante de la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera que provocan un aumento de la temperatura global relacionada con el cambio climático y en su producción y distribución se producen con frecuencia cambios en la biodiversidad.

Por último, en lo referente al panorama social el modelo energético actual - tanto a nivel mundial como estatal- no permite un acceso universal por lo que compromete el desarrollo económico y humano de muchas zonas.

Para tratar de revertir la condición de insostenibilidad del modelo actual y los efectos negativos mencionados que de él se derivan se debe tomar partida en la gestión de la demanda energética con el objetivo de reducirla.

La reducción de la demanda de energía evitando pérdidas económicas o de bienestar es posible a través de la introducción de mejoras en eficiencia energética.

Del presente análisis se obtienen tres ejemplos de políticas que tienen por aval las mejoras de eficiencia energética obtenidas en la economía española y en la Unión Europea en los últimos años.

En primer lugar, se debe dirigir la actividad económica hacia actividades de alto valor añadido y baja intensidad energética ya que de esta manera se acelera la

actividad económica y en términos absolutos se obtienen reducciones en el consumo energético.

En segundo lugar, resulta imprescindible focalizar las políticas de ahorro y eficiencia energética en el sector residencial y en el transporte, ya que ambos sectores representan una proporción altísima del total del consumo y en el caso de los transportes el peso de los productos petrolíferos es altísimo.

Por último, es de gran relevancia una mayor apuesta por las fuentes de energía renovable. La sustitución de fuentes de energía fósiles por renovables traerían por una parte, una reducción de la dependencia energética de la economía española que reforzaría el principio de seguridad de suministro y, por otra parte, una bajada en la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero - luego de la contaminación- mitigando así los efectos del cambio climático. Además, las energías renovables tienen una eficiencia del 100% por lo que su introducción también trae consigo reducciones de intensidad energética que permiten una reducción de la demanda energética.

En conclusión, para revertir las condiciones de insostenibilidad de la estructura energética española se debe reducir la demanda energética y la utilización de fuentes de energía fósiles. Para ello, resulta imprescindible aumentar la participación de las fuentes energéticas renovables ya que permiten obtener mejoras de eficiencia energética y a largo plazo podrían sustituir a los combustibles fósiles.

7. LIMITACIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Una de las limitaciones del presente trabajo afecta a la disponibilidad de datos recientes. Los últimos datos publicados son relativos al año 2017 o, en algunos casos, 2018 por lo que a pesar de que la elaboración de la investigación se realiza en el primer semestre de 2020 los resultados se refieren hasta 2018.

Asimismo, el análisis de la intensidad energética europea debería ser más completo. Las conclusiones sobre la misma se obtienen de la media europea sin tener en cuenta los resultados por países, ni la influencia de ellos en la media global.

Con respecto a las previsiones de la evolución futura de los precios del petróleo crudo, se debe decir que son muchas más las discordancias que existen entre los expertos acerca de su evolución que las que se recogen en el presente trabajo.

Se propone el aumento de la participación de las renovables como solución a la insostenibilidad del modelo energético actual. Sin embargo, se plantea como algo puramente teórico ya que no se ha realizado un estudio de viabilidad técnica o económica de la implantación de dichas tecnologías ni de cuál es su capacidad de sustitución de los combustibles fósiles a corto plazo.

Por consiguiente, en futuras investigaciones se podrán suplir estas carencias – y muchas otras no mencionadas- para completar el análisis.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Administración de Información Energética de Estados Unidos (2020): “Reservas probadas de petróleo, cambios en las reservas y producción”

Disponible en https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_crd_pres_dc_u_nus_a.htm

[consulta: 24/05/2020]

Agencia Internacional de la Energía (2020): “Saldos Mundiales de energía 2019”. Disponible en <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables/?country=WORLD&year=2017&energy=Balances>

[consulta: 18/04/2020]

Alonso-Santos, A. (2007): «Una visión sobre la Energía Nuclear en España», *DYNA*, 82, pp.67-75.

Banco Mundial (2020): “Consumo de energía procedente de combustibles fósiles (% del total)”.

Disponible en

<https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.COMM.FO.ZS?end=2018&start=1960&view=chart> [consulta: 12/04/2020]

BP (2019): *Statiscal Review of World energy*,. Edición 68. Disponible en <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>

[consulta: 11/05/2020]

Castells, Xavier Elías (2012): *Energía, Agua, Medioambiente, territorialidad y Sostenibilidad*. Ediciones Díaz de Santos.

Eurostat (2020a): “Intensidad energética 1995-2018 en volúmenes encadenados con base 2010”. Disponible en

https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_ind_ei&lang=en

[consulta: 12/04/2020]

Eurostat (2020b): “Dependencia e importaciones de energía”. Disponible en

https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_ind_id&lang=en

[consulta: 10/03/2020]

Eurostat (2020c): “Emisiones de gases de efecto invernadero por sector fuente”. Disponible en

https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_air_gge&lang=en

[consulta: 25/04/2020]

Eurostat (2020d): “Producción e importaciones de energía”. Disponible en [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports/es)

[explained/index.php/Energy_production_and_imports/es](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports/es) [consulta: 25/04/2020]

Galdón-Ruiz, J. A., Marí, B., & Guaita Pradas, I. (2016): «La dependencia energética en España por sectores y su impacto económico» *Técnica industrial*, 314, pp. 46-55.

González-Eguino, Mikel (2014): *La pobreza energética y sus implicaciones*. BC3 Working Paper Series 2014-08. Basque Centre for Climate Change (BC3). Bilbao, Spain. Disponible en

[https://www.bc3research.org/index.php?option=com_pbriefings&task=showdet](https://www.bc3research.org/index.php?option=com_pbriefings&task=showdetails&Itemid=292&idpbriefings=32)

[ails&Itemid=292&idpbriefings=32](https://www.bc3research.org/index.php?option=com_pbriefings&task=showdetails&Itemid=292&idpbriefings=32)
[consulta: 20/05/2020]

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2020): “Consumo de energía final”. Disponible en <http://sieeweb.idae.es/consumofinal/>

[consulta: 02/05/2020]

Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (2020): “Consecuencias del cambio climático sobre el ser humano”. Disponible en

[https://istas.net/istas/guias-interactivas/cambio-climatico-y-sus-efectos/cambio-](https://istas.net/istas/guias-interactivas/cambio-climatico-y-sus-efectos/cambio-climatico/consecuencias-del-cambio-0)

[climatico/consecuencias-del-cambio-0](https://istas.net/istas/guias-interactivas/cambio-climatico-y-sus-efectos/cambio-climatico/consecuencias-del-cambio-0)
[consulta: 02/05/2020]

Kuznets, S. (1995): «Economic growth and income inequality», *American Economic Review*, 45, pp. 1–28.

Mendiluce, M. y Linares, P. (2010): *Análisis de la evolución de la intensidad energética en España*, Economics for Energy, Vigo. Disponible en

<https://www.iit.comillas.edu/docs/IIT-11-044I.pdf> [consulta: 20/03/2020]

Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (2020a): “Libro de la Energía 2017”. Disponible en

<https://energia.gob.es/balances/Balances/LibrosEnergia/Libro-Energia-2017.pdf>

[consulta: 01/03/2020]

MITECO (2019b): “Actualización de indicadores de la estrategia nacional contra la pobreza energética.” Disponible en

[https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/estrategia-pobreza-](https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/estrategia-pobreza-energetica/actualizaciondeindicadorespobrezaenergetica2019_tcm30-502983.pdf)

[502983.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/estrategia-pobreza-energetica/actualizaciondeindicadorespobrezaenergetica2019_tcm30-502983.pdf) [consulta: 18/04/2020]

MITECO (2020c): “Inventario Nacional de Gases de efecto Invernadero serie 1990-2017”. Disponible en <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/Inventario-GEI.aspx>.

[consulta: 18/04/2020]

Organización de las Naciones Unidas (2010): *Resolución 65/151 por la que se proclama el año 2012 como Año Internacional de la Energía*, 16 de febrero 2011.

Disponible en <https://undocs.org/es/A/RES/65/151> [consulta: 19/05/2020]

Organización de las Naciones Unidas (2020): *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019*. Disponible en

https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019_Spanish.pdf [consulta: 18/04/2020]

Pérez Arriaga, J. I., Pardo, M. y Sánchez de Trembleque, L. J. (2005): *La gestión de la demanda de electricidad*, Documento de Trabajo 65/2005, Fundación Alternativas. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1214938>.

[consulta: 02/03/2020]

Ramos-Martín, J. (2003): «Intensidad Energética de la economía española: una perspectiva integrada», *Economía industrial*, 351, pp. 59-72.

Red Eléctrica Española (2020): “Evolución de la generación eléctrica renovable y no renovable en %”. Disponible en <https://www.ree.es/es/datos/generacion/evolucion-renovable-no-renovable>.

[consulta: 12/04/2020]

Statista (2020): “Porcentaje de participación en el PIB de los sectores económicos de España 2008-2018”. Disponible en <https://es.statista.com/estadisticas/501643/distribucion-del-producto-interior-bruto-pib-de-espana-por-sectores-economicos/> [consulta: 12/04/2020]

Tirado, S. (2012): *Pobreza energética en España*. Asociación de Ciencias Ambientales. Madrid. Disponible en <https://www.cienciasambientales.org.es/index.php/recursos/estudios> [consulta: 16/04/2020]

Tirado Herrero, S., Jiménez Meneses, L., López Fernández, J. L., y Irigoyen Hidalgo, V. M. (2018): *Pobreza Energética en España 2018. Hacia un sistema de indicadores y una estrategia de actuación estatales*. Asociación de Ciencias

Ambientales. Madrid. Disponible en <https://www.cienciasambientales.org.es/index.php/recursos/estudios>. [consulta: 16/04/2020]

Villanueva, M. M. (2010): *La intensidad energética en España. Claves para entender su evolución*, Tesis Doctoral, Universidad Pontificia Comillas. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=105694> [consulta: 12/03/2020]

World Energy Council (2020): *Informe del Índice Mundial del Trilema Energético 2019*. Disponible en <https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-trilemma-index-2019>. [consulta: 18/05/2020]

9. ANEXO

En el presente anexo se incluyen las tablas de las cuales se han extraído los datos para elaborar los Gráficos 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.6, 3.7, 4.1 y 4.2 respectivamente.

Tabla 1. Consumo de energía primaria en España, 1990-2017

	Carbón		Petróleo		Gas natural		Nuclear		Hidráulica		Eólica, Solar y Geotérmica		Biomasa, biocarb. y residuos renovables		Residuos no renovables		Saldo eléctrico (1)		TOTAL
	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.
1990	19.212	20,2%	50.643	53,2%	4.969	5,2%	14.143	14,9%	2.190	2,3%	5	0,0%	4.006	4,2%	41	0,0%	-36	-0,0%	95.173
1991	19.999	21,8%	45.440	49,6%	5.598	6,1%	14.484	15,8%	2.343	2,6%	6	0,0%	3.764	4,1%	41	0,0%	-58	-0,1%	91.617
1992	20.404	21,8%	47.486	50,8%	5.854	6,3%	14.537	15,6%	1.627	1,7%	14	0,0%	3.447	3,7%	43	0,0%	55	0,1%	93.467
1993	18.354	20,4%	45.509	50,6%	5.742	6,4%	14.610	16,2%	2.100	2,3%	15	0,0%	3.457	3,8%	43	0,0%	109	0,1%	89.939
1994	18.922	19,9%	49.450	51,9%	6.296	6,6%	14.415	15,1%	2.428	2,5%	44	0,0%	3.486	3,7%	58	0,1%	160	0,2%	95.258
1995	18.967	18,5%	55.481	54,1%	7.721	7,5%	14.452	14,1%	1.985	1,9%	53	0,1%	3.469	3,4%	94	0,1%	386	0,4%	102.607
1996	16.027	15,8%	54.919	54,1%	8.641	8,5%	14.680	14,5%	3.422	3,4%	62	0,1%	3.501	3,5%	106	0,1%	91	0,1%	101.448
1997	18.355	17,0%	57.256	53,1%	11.306	10,5%	14.411	13,4%	2.989	2,8%	92	0,1%	3.563	3,3%	97	0,1%	-264	-0,2%	107.804
1998	17.491	15,4%	61.625	54,4%	11.607	10,2%	15.374	13,6%	2.923	2,6%	147	0,1%	3.712	3,3%	93	0,1%	293	0,3%	113.264
1999	16.603	16,5%	63.929	53,8%	13.287	11,2%	15.337	12,9%	1.963	1,7%	271	0,2%	3.794	3,2%	99	0,1%	492	0,4%	118.775
2000	20.936	16,8%	64.875	52,1%	15.216	12,2%	16.211	13,0%	2.430	2,0%	445	0,4%	3.940	3,2%	115	0,1%	382	0,3%	124.551
2001	19.168	15,0%	67.004	52,4%	16.397	12,8%	16.603	13,0%	3.516	2,8%	624	0,5%	4.016	3,1%	139	0,1%	297	0,2%	127.764
2002	21.598	16,4%	67.206	51,1%	18.748	14,3%	16.422	12,5%	1.825	1,4%	851	0,6%	4.217	3,2%	97	0,1%	458	0,3%	131.423
2003	20.129	14,8%	69.008	50,7%	21.349	15,7%	16.125	11,9%	3.482	2,6%	1.092	0,8%	4.622	3,4%	114	0,1%	109	0,1%	136.029
2004	21.049	14,8%	70.838	49,8%	25.167	17,7%	16.576	11,6%	2.673	1,9%	1.414	1,0%	4.729	3,3%	122	0,1%	-260	-0,2%	142.307
2005	20.513	14,1%	71.241	49,1%	29.838	20,6%	14.995	10,3%	1.582	1,1%	1.893	1,3%	4.922	3,4%	189	0,1%	-115	-0,1%	145.058
2006	17.908	12,4%	70.937	49,0%	31.227	21,6%	15.669	10,8%	2.232	1,5%	2.095	1,4%	4.836	3,3%	252	0,2%	-282	-0,2%	144.875
2007	19.970	13,6%	71.430	48,5%	31.778	21,6%	14.360	9,7%	2.349	1,6%	2.518	1,7%	5.141	3,5%	309	0,2%	-495	-0,3%	147.359
2008	13.267	9,3%	68.506	48,3%	34.903	24,6%	15.369	10,8%	2.009	1,4%	3.193	2,2%	5.350	3,8%	328	0,2%	-949	-0,7%	141.976
2009	9.316	7,2%	63.473	48,8%	31.219	24,0%	13.750	10,6%	2.271	1,7%	4.002	3,1%	6.324	4,9%	319	0,2%	-697	-0,5%	129.978
2010	6.800	5,2%	61.160	47,1%	31.123	24,0%	16.155	12,4%	3.638	2,8%	4.858	3,7%	6.579	5,1%	174	0,1%	-717	-0,6%	129.771
2011	12.691	9,8%	58.372	45,1%	28.930	22,3%	15.042	11,6%	2.631	2,0%	5.061	3,9%	7.168	5,5%	195	0,2%	-524	-0,4%	129.565
2012	15.331	11,9%	53.978	41,8%	28.569	22,1%	16.019	12,4%	1.767	1,4%	6.679	5,2%	7.716	6,0%	176	0,1%	-963	-0,7%	129.271
2013	11.348	9,4%	51.318	42,4%	26.158	21,6%	14.783	12,2%	3.170	2,6%	7.632	6,3%	6.969	5,8%	200	0,2%	-581	-0,5%	120.997
2014	11.639	9,8%	50.447	42,6%	23.662	20,0%	14.934	12,6%	3.369	2,8%	7.599	6,4%	6.828	5,8%	204	0,2%	-293	-0,2%	118.389
2015	13.583	11,0%	53.045	43,2%	24.538	20,0%	14.903	12,1%	2.420	2,0%	7.444	6,1%	6.756	5,5%	252	0,2%	-11	-0,0%	122.930
2016	10.798	8,7%	54.747	44,1%	25.040	20,2%	15.273	12,3%	3.129	2,5%	7.402	6,0%	6.923	5,6%	235	0,2%	659	0,5%	124.205
2017	12.821	9,8%	57.969	44,3%	27.274	20,9%	15.119	11,6%	1.615	1,2%	7.591	5,8%	7.303	5,6%	260	0,2%	788	0,6%	130.739

(1) Valor positivo: saldo importador; valor negativo: saldo exportador.

Tabla 2. Consumo de energía final en España, 1990-2017

AÑO	Carbón y derivados		P. Petrolíferos		Gas		Electricidad		Energías renovables y residuos		TOTAL
	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	Ktep.	(%)	
1990	4.089	7,0%	34.989	59,9%	4.603	7,9%	10.819	18,5%	3.913	6,7%	58.413
1991	4.396	6,7%	41.172	63,0%	5.063	7,7%	11.063	16,9%	3.671	5,6%	65.364
1992	4.122	6,2%	42.092	63,6%	5.425	8,2%	11.246	17,0%	3.345	5,1%	66.231
1993	3.349	5,2%	41.411	63,8%	5.561	8,6%	11.239	17,3%	3.354	5,2%	64.915
1994	3.079	4,5%	44.533	65,1%	5.606	8,2%	11.779	17,2%	3.387	5,0%	68.384
1995	2.581	3,6%	46.723	65,3%	6.874	9,6%	12.118	16,9%	3.256	4,6%	71.553
1996	2.322	3,2%	46.351	64,3%	7.440	10,3%	12.658	17,6%	3.276	4,5%	72.047
1997	2.367	3,1%	48.606	63,8%	8.298	10,9%	13.676	17,9%	3.288	4,3%	76.237
1998	2.145	2,6%	52.036	64,2%	9.236	11,4%	14.205	17,5%	3.428	4,2%	81.050
1999	1.928	2,3%	52.587	63,1%	10.091	12,1%	15.244	18,3%	3.448	4,1%	83.298
2000	1.959	2,2%	54.893	61,7%	12.377	13,9%	16.207	18,2%	3.469	3,9%	88.906
2001	2.276	2,4%	56.611	60,8%	13.511	14,5%	17.282	18,5%	3.486	3,7%	93.166
2002	2.273	2,4%	56.656	60,0%	14.272	15,0%	17.674	18,7%	3.593	3,8%	94.367
2003	2.257	2,3%	59.080	59,3%	15.824	15,9%	18.739	18,8%	3.654	3,7%	99.555
2004	2.277	2,2%	60.627	58,7%	16.847	16,3%	19.838	19,2%	3.685	3,6%	103.274
2005	2.116	2,0%	61.071	57,6%	18.171	17,1%	20.831	19,7%	3.790	3,6%	105.979
2006	2.038	2,0%	60.483	58,5%	15.635	15,1%	21.167	20,5%	4.005	3,9%	103.328
2007	2.193	2,1%	61.708	58,2%	16.222	15,3%	21.568	20,4%	4.279	4,0%	105.970
2008	2.015	2,0%	58.727	57,5%	15.112	14,8%	21.938	21,5%	4.409	4,3%	102.200
2009	1.410	1,5%	54.317	57,3%	13.418	14,2%	20.621	21,8%	5.005	5,3%	94.771
2010	1.603	1,7%	53.171	55,4%	14.848	15,5%	21.053	21,9%	5.367	5,6%	96.042
2011	1.915	2,1%	50.119	53,7%	14.486	15,5%	20.942	22,5%	5.815	6,2%	93.277
2012	1.507	1,7%	45.543	51,2%	14.987	16,8%	20.661	23,2%	6.297	7,1%	88.995
2013	1.752	2,0%	43.603	50,8%	15.254	17,8%	19.953	23,2%	5.293	6,2%	85.855
2014	1.367	1,6%	42.264	50,9%	14.778	17,8%	19.513	23,5%	5.109	6,2%	83.031
2015	1.503	1,8%	44.588	52,5%	13.576	16,0%	19.952	23,5%	5.294	6,2%	84.913
2016	1.652	1,9%	46.639	53,2%	13.890	15,8%	19.993	22,8%	5.522	6,3%	87.697
2017	1.891	2,1%	47.409	53,2%	13.946	15,6%	20.169	22,6%	5.747	6,4%	89.162

Tabla 3. Consumo energético del sector servicios según usos, 1990-2018

(ktep)	Carbón	Productos petrolíferos	Gases	Renovables	Energía eléctrica	TOTAL
1990	16,26829	1059,2529	184,86116	1,65402	2158,4815	3420,518
1991	44,13024	1196,5284	276,25895	1,83579	2207,149	3725,902
1992	59,7	1276,43344	310,13827	2,55141	2298,1211	3946,944
1993	19,94636	1117,0898	338,53501	2,69538	2358,1386	3836,405
1994	10,78182	1265,1862	304,27254	2,82641	2578,1742	4161,241
1995	10,78182	1472,26742	281,22974	3,32471	2542,4905	4310,094
1996	10,5072	1397,2193	334,24017	3,79854	2918,5889	4664,354
1997	10,69824	1416,1725	378,05088	4,40211	3409,0473	5218,371
1998	10,69824	1385,1106	474,48231	5,07887	3533,9835	5409,354
1999	9,4294	1469,00972	518,11953	5,95447	3866,1436	5868,657
2000	19,97036	1709,1215	589,61008	59,43779	4301,2277	6679,367
2001		1862,56534	657,90838	61,95004	4408,107	6990,531
2002		1828,39362	685,12255	67,60487	4576,7236	7157,845
2003		1985,00536	65,3458	70,3047	4921,0935	7041,749
2004		2149,68264	217,90356	72,53564	5216,7959	7656,918
2005		2156,28272	594,27917	77,24852	5487,8207	8315,631
2006		1649,69474	856,98358	131,37713	6288,0831	8926,139
2007		1541,20814	776,90963	135,6318	6367,1893	8820,939
2008		1477,24478	834,5621	118,0103	6858,9375	9288,755
2009		1440,91468	908,89605	92,73294	6966,4187	9408,962
2010		1428,94134	1048,57544	99,09151	7213,4536	9790,062
2011		1361,18122	1728,54627	106,43829	7035,7226	10231,89
2012		1423,56234	1630,73919	117,74702	6943,4607	10115,51
2013		1495,80068	1492,99215	130,51497	6560,8275	9680,135
2014		1212,44908	1409,35075	138,20144	6067,2736	8827,275
2015		1057,58132	2826,74114	150,27763	6372,1764	10409,19
2016		1272,89698	3209,5872	176,07797	6310,2672	10974,47
2017		1290,60894	2867,86328	187,06796	6475,2724	10827,77
2018		1350,46792	2830,95442	189,78784	6407,0003	10782,44

Tabla 4. Consumo energético del sector residencial según usos, 2010-2017

Fuente energética	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Electricidad	6.508,4	6.545,2	6.457,6	6.111,2	6.081,1	6.025,9	5.989,7	6.020,8
Calor	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas	4.257,0	3.411,4	3.508,8	3.192,9	3.093,7	3.021,2	3.472,0	3.737,1
Combustibles sólidos	172,9	121,9	109,5	94,8	91,8	88,6	79,0	79,3
Productos petrolíferos	3.257,2	2.809,4	2.651,4	2.697,9	2.673,6	2.985,4	2.739,2	2.624,3
GLP	1.386,3	1.228,1	1.198,4	1.140,2	1.065,5	1.044,7	1.079,8	1.002,9
Otros querosenos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasóleo	1.870,9	1.581,3	1.453,0	1.557,7	1.608,0	1.940,7	1.659,4	1.621,4
Energías renovables	2.589,2	2.619,4	2.672,6	2.694,8	2.723,8	2.717,5	2.746,5	2.766,0
Solar térmica	143,6	164,4	178,3	190,5	203,3	217,6	233,5	248,6
Biomasa	2.436,6	2.445,3	2.484,1	2.493,9	2.509,8	2.489,3	2.502,4	2.506,7
Geotermia	9,0	9,6	10,2	10,5	10,7	10,7	10,7	10,7
TOTAL	16.784,7	15.507,4	15.400,0	14.791,6	14.664,0	14.838,6	15.026,5	15.227,5

Tabla 5. Intensidad energética España y Zona Euro (UE19), 1995-2018

TIME/GEO	Euro area - 19 countries (from 2015)	Spain
1995	157,50	148,70
1996	160,23	145,02
1997	156,55	149,84
1998	154,79	150,71
1999	150,33	150,68
2000	147,13	149,99
2001	147,69	148,70
2002	146,64	148,81
2003	149,22	149,41
2004	148,21	151,35
2005	146,40	149,52
2006	142,73	143,77
2007	136,86	141,30
2008	136,07	135,66
2009	134,25	130,11
2010	135,91	129,46
2011	129,14	130,10
2012	128,88	133,52
2013	127,93	126,13
2014	121,44	122,59
2015	120,74	122,15
2016	119,18	119,87
2017	118,05	121,53
2018	114,59	118,37